

**BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG NGHIỆP VÀ THƯƠNG MẠI**

**GIÁO TRÌNH
Máy điện**

**NGHỀ: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP
TRÌNH ĐỘ TRUNG CẤP**

*(Ban hành kèm theo Quyết định số: /QĐ – CĐ CN&TM ngày tháng
năm 2018 Hiệu trưởng Trường Cao đẳng Công nghiệp và Thương mại)*

MỤC LỤC

BÀI 1: MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU.....	4
BÀI 2: MÁY PHÁT ĐIỆN XOAY CHIỀU 1 PHA	72
BÀI 3: MÁY PHÁT ĐIỆN XOAY CHIỀU 3 PHA.....	87

CHƯƠNG TRÌNH MÔ ĐUN

Tên mô đun: **MÁY ĐIỆN 2**

Mã mô đun: MĐ16030061

Thời gian thực hiện mô đun: 60 giờ (Lý thuyết: 15 giờ, Thực hành: 43 giờ ; kiểm tra: 2 giờ)

I. VỊ TRÍ, TÍNH CHẤT CỦA MÔ ĐUN

- *Vị trí:* Đây là mô đun chuyên môn nghề quan trọng trong chương trình đào tạo học viên trung cấp ngành điện công nghiệp của trường và mô đun này được bố trí học vào học kỳ 4 trong chương trình đào tạo

- *Tính chất:* Là mô đun chuyên môn nghề bắt buộc, kết hợp giữa lý thuyết và bài tập, thực hành

II. MỤC TIÊU MÔ ĐUN

1. Kiến thức: Mô tả được cấu tạo, phân tích nguyên lý và vẽ được sơ đồ khai triển dây quấn của máy 1 chiều, máy phát điện xoay chiều 1 pha và 3 pha.

2. Kỹ năng: Sử dụng thành thạo các loại dụng cụ để quấn lại được phần ứng máy điện 1 chiều bị hỏng theo số liệu có sẵn. Kiểm tra, đấu dây vận hành và sửa chữa được các hư hỏng trong máy phát điện xoay chiều 1 pha và 3 pha

3. Năng lực tự chủ và trách nhiệm: Quấn lại được phần ứng máy điện 1 chiều bị hỏng theo số liệu có sẵn. Kiểm tra, đấu dây vận hành và sửa chữa được các hư hỏng trong máy phát điện xoay chiều 1 pha và 3 pha đảm bảo kỹ thuật và an toàn.

III. NỘI DUNG MÔ ĐUN

1. Nội dung tổng quát và phân phối thời gian:

Số TT	Tên chương mục	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành Bài tập	Kiểm tra
1	Bài 1: Máy điện 1 chiều.	20	5	5	
2	Bài 2: Máy phát điện xoay chiều 1 pha	20	5	14	1
3	Bài 3: Máy phát điện xoay chiều 3 pha	20	5	14	1
	Tổng:	60	15	43	2

BÀI 1. MÁY ĐIỆN 1 CHIỀU

Mục tiêu:

- + **Kiến thức:** Hiểu cấu tạo, phân tích được nguyên lý làm việc của Máy điện 1 chiều
- + **Kỹ năng:** Sử dụng thành thạo các loại dụng cụ để quản được phần ứng máy điện 1 chiều, lắp ráp vận hành máy đảm bảo kỹ thuật và an toàn
- + **Thái độ:** Chủ động trong luyện tập, có ý thức tích cực trong hoạt động nhóm và có thói quen lao động nghề nghiệp.

1. Đại cương về máy điện một chiều.

Trong nền sản xuất hiện đại máy điện một chiều vẫn luôn luôn chiếm một vị trí quan trọng, bởi nó có các ưu điểm sau:

Đối với động cơ điện một chiều: Phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng, bằng phẳng vì vậy chúng được dùng nhiều trong công nghiệp dệt, giấy, cán thép,...

Máy phát điện một chiều dùng làm nguồn điện một chiều cho động cơ điện một chiều, làm nguồn kích thích từ cho máy phát điện đồng bộ, dùng trong công nghiệp mạ điện,...

Nhược điểm: Giá thành đắt do sử dụng nhiều kim loại màu, chế tạo và bảo quản cổ góp phức tạp.

2. Cấu tạo của máy điện một chiều.

Mục tiêu:

- *Hiểu được cấu tạo của máy điện một chiều*
- *Hiểu chức năng từng bộ phận của máy điện một chiều*

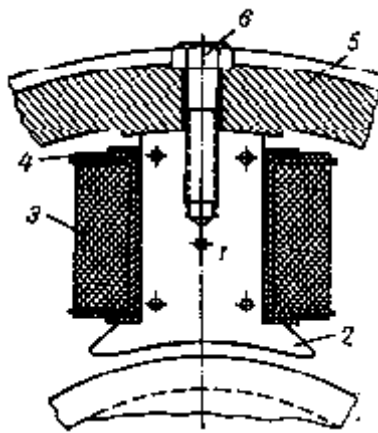
Kết cấu của máy điện một chiều có thể phân làm hai thành phần chính là phần tĩnh và phần quay.

- **Phần tĩnh hay Stator:** Đây là cực từ đứng yên của máy nó gồm các bộ phận chính sau:

+ *Cực từ chính*

Là bộ phận sinh ra từ trường gồm có lõi sắt cực từ và dây quấn kích từ lồng ngoài lõi sắt cực từ. Lõi sắt cực từ (1) làm bằng thép lá kỹ thuật điện hay thép

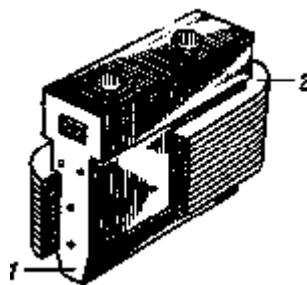
các bon dây 0,5 đến 1mm ghép lại bằng đinh tán. Lõi magnet từ (2) được kéo dài ra (lõm vào) để tăng thêm đường đi của từ trường. Vành cung của cực từ thường bằng $\frac{2}{3}\tau$ (τ : Bước cực, là khoảng cách giữa hai cực từ liên tiếp nhau). Trên lõi cực có cuộn dây kích từ (3), trong đó có dòng một chiều chạy qua, các dây quấn kích từ được quấn bằng dây đồng mỗi cuộn đều được cách điện kỹ thành một khối, được đặt trên các cực từ và mắc nối tiếp với nhau. Cuộn dây được quấn vào khung dây (4), thường làm bằng nhựa hóa học hay giấy bakêlit cách điện. Các cực từ được gắn chặt vào thân máy (5) nhờ những bu lông (6).



Hình 18-05-1 Cực từ chính

+ *Cực từ phụ*

Được đặt giữa cực từ chính dùng để cải thiện đổi chiều, triệt tia lửa trên chổi than. Lõi thép của cực từ phụ cũng có thể làm bằng thép khối, trên thân cực từ phụ có đặt dây quấn, có cấu tạo giống như dây quấn của cực từ chính. Để mạch từ của cực từ phụ không bị bão hòa thì khe hở của nó với rotor lớn hơn khe hở của cực từ chính với rotor.



Hình 18-05-2 Cực từ phụ

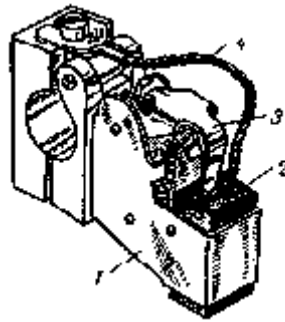
+ *Vỏ máy (Gông từ)*

Làm nhiệm vụ kết cấu đồng thời dùng làm mạch từ nối liền các cực từ. Trong máy điện nhỏ và vừa thường dùng thép tấm để uốn và hàn lại. Máy có công suất lớn dùng thép đúc có từ 0,2-2% chất than.

+ *Các bộ phận khác*

- Nắp máy: để bảo vệ máy bị những vật ngoài rơi vào làm hư hỏng dây quấn. Trong máy điện nhỏ và vừa nắp máy có tác dụng làm giá đỡ ổ bi.

- Cơ cấu chổi than: Để đưa điện từ phần quay ra ngoài hoặc ngược lại.

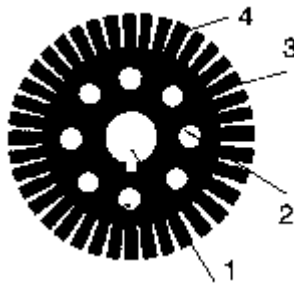


Hình 18-05-3 Cơ cấu chổi than

- *Phần quay hay Rotor.*

a) *Lõi sắt phản ứng*

Đề dẫn từ thường dùng thép lá kỹ thuật điện dày 0,5mm có sơn cách điện hai mặt rồi ép chặt lại để giảm tổn hao do dòng điện xoáy gây nên. Trên các lá thép có dập các rãnh để đặt dây quấn. Rãnh có thể hình thang, hình quả lê hoặc hình chữ nhật,...



Hình 18-05-4 Lõi thép phản ứng

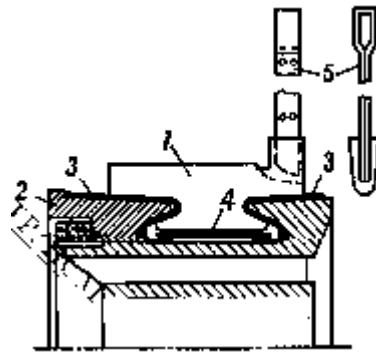
b) *Dây quấn phản ứng*

Là phần sinh ra sức điện động và có dòng điện chạy qua. Dây quấn phản ứng thường làm bằng dây đồng có bọc cách điện. Trong máy điện nhỏ

thường dùng dây có tiết diện tròn, trong máy điện vừa và lớn có thể dùng dây tiết diện hình chữ nhật. Dây quấn được cách điện cẩn thận với rãnh và lõi thép. Để tránh cho khi quay bị văng ra ngoài do sức ly tâm, ở miệng rãnh có dùng nệm để đè chặt và phải đai chặt các phần đầu nối dây quấn. Nệm có thể dùng tre gỗ hoặc ba kê lit.

c) *Cổ góp*

Dây quấn phần ứng được nối ra cổ góp. Cổ góp thường được làm bởi nhiều phiến đồng mỏng được cách điện với nhau bằng những tấm mica có chiều dày từ 0,4 đến 1,2mm và hợp thành một hình trụ tròn (Hình 18-05-8). Hai đầu trụ tròn dùng hai vành ép hình chữ nhật V ép chặt lại, giữa vành ép và cổ góp có cách điện bằng mica hình V. Đuôi cổ góp cao hơn một ít để hàn các đầu dây của các phần tử dây quấn vào các phiến góp được dễ dàng



Hình 18-05-5 Hình cắt dọc của cổ góp

d) *Chổi than*

Máy có bao nhiêu cực có bấy nhiêu chổi than. Các chổi than dương được nối chung với nhau để có một cực dương duy nhất.

Tương tự đối với các chổi than âm cũng vậy.

e) *Các bộ phận khác*

- Cánh quạt dùng để quạt gió làm nguội máy.

- Trục máy, trên đó có đặt lõi thép phần ứng, cổ góp, cánh quạt và ổ bi. Trục máy thường được làm bằng thép các bon tốt.

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

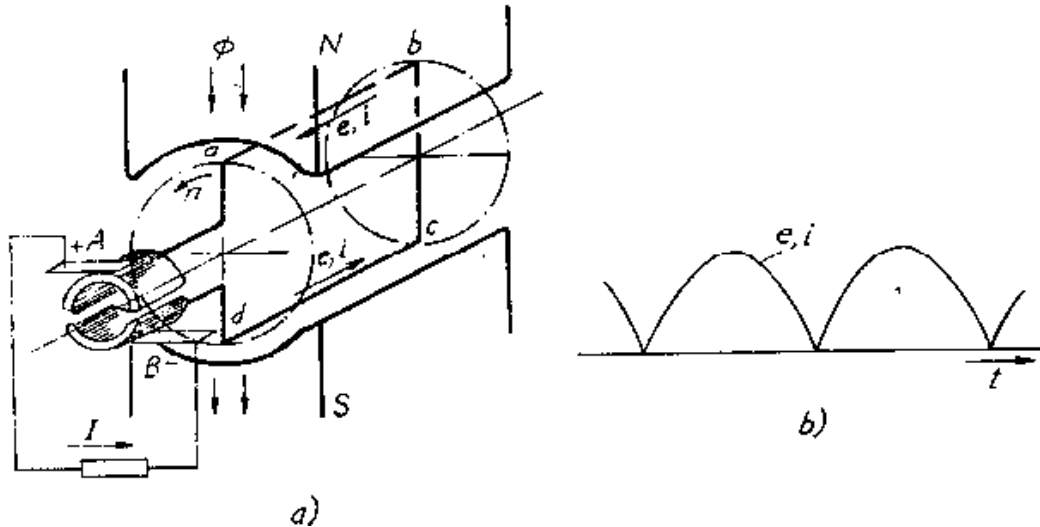
Mục tiêu:

- Phân tích được nguyên lý hoạt động của động cơ và máy phát điện một chiều

- Vẽ được sơ đồ nguyên lý hoạt động ở chế độ động cơ và máy phát

Người ta có thể định nghĩa máy điện một chiều như sau: Là một thiết bị điện từ quay, làm việc dựa trên nguyên lý cảm ứng điện từ để biến đổi cơ năng thành điện năng một chiều (máy phát điện) hoặc ngược lại để biến đổi điện năng một chiều thành cơ năng trên trục (động cơ điện).

3.1 Máy phát điện.



Hình 18-05-6 Nguyên lý hoạt động của máy phát điện

Máy gồm một khung dây abcd hai đầu nối với hai phiến góp, khung dây và phiến góp được quay quanh trục của nó với một vận tốc không đổi trong từ trường của hai cực nam châm. Các chổi than A và B đặt cố định và luôn luôn tiếp xúc vào phiến góp. Khi cho khung quay theo định luật cảm ứng điện từ trong thanh dẫn sẽ cảm ứng nên sức điện động theo định luật Faraday ta có:

$$e = B.l.v \text{ (V)}$$

B: Từ cảm nơi thanh dẫn quét qua; T

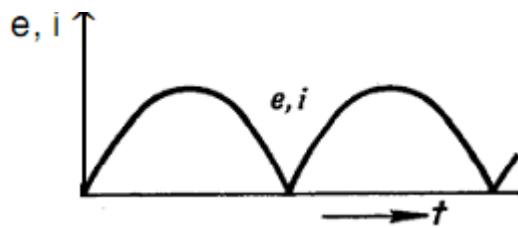
L: Chiều dài của thanh dẫn nằm trong từ trường; m

V: Tốc độ dài của thanh dẫn; m/s

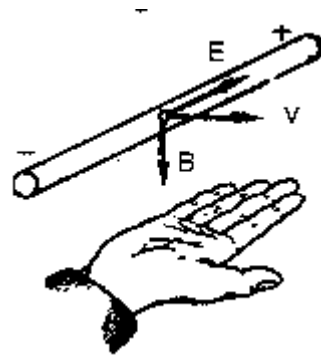
Chiều của sức điện động được xác định theo qui tắc bàn tay phải như vậy theo hình vẽ sức điện động của thanh dẫn cd nằm dưới cực S có chiều đi từ d đến c, còn thanh ab nằm dưới cực N có chiều đi từ b đến a. Nếu mạch ngoài khép kín qua tải thì sức điện động trong khung dây sẽ sinh ra ở mạch ngoài một dòng điện chạy từ A đến B. Nếu từ cảm B phân bố hình sin thì e biến đổi hình sin dạng

sóng sức điện động cảm ứng trong khung dây như hình 5.3a. Nhưng do chổi than với thanh dẫn nằm dưới cực S nên dòng điện mạch ngoài chỉ chạy theo chiều từ A đến B. Nói cách khác sức điện động xoay chiều cảm ứng trong thanh dẫn và dòng điện tương ứng đã được chỉnh lưu thành sức điện động và dòng điện một chiều nhờ hệ thống vành góp và chổi than, dạng sóng sức điện động một chiều ở hai chổi than như hình 5.3b. Đó là nguyên lý làm việc của máy phát điện một chiều.

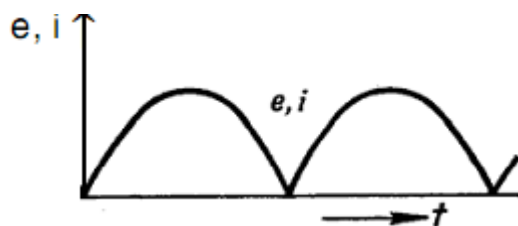
3.2 Động cơ điện



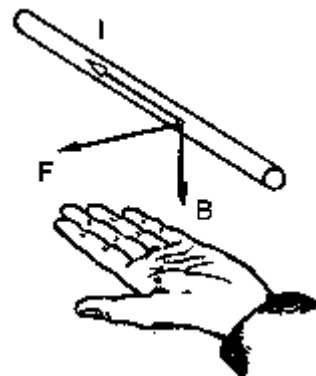
a) Từ cảm hay sức điện động hình sin
Trong khung dây trước chỉnh lưu



a) Quy tắc bàn tay
phải



b) S.đ.đ và dòng điện đã được chỉnh
lưu



b) Quy tắc bàn tay
trái

Hình 18-05-7 Các dạng sóng sức điện động

Hình 18-05-8 Quy tắc bàn tay
trái và phải

Nếu ta cho dòng điện một chiều đi vào chổi than A và ra ở B thì do dòng điện chỉ đi vào thanh dẫn dưới cực N và đi ra ở các thanh dẫn nằm dưới cực S, nên dưới tác dụng của từ trường sẽ sinh ra một mô men có chiều không đổi làm cho

quay máy. Chiều của lực điện từ được xác định theo quy tắc bàn tay trái. Đó là nguyên lý làm việc của động cơ điện một chiều.

Câu hỏi

1. Hãy định nghĩa máy phát điện một chiều?
2. Nêu cấu tạo của máy phát điện một chiều?
3. Trình bày nguyên lý làm việc của máy phát điện và động cơ điện một chiều?
4. Nêu các đại lượng định mức của máy điện một chiều và ý nghĩa của chúng?

4. Từ trường và sức điện động của máy điện một chiều.

Mục tiêu:

- *Hiểu từ trường của máy điện một chiều*
- *Biết tính sức điện động cảm ứng của máy điện một chiều*

Sức điện động cảm ứng trong dây quấn phần ứng.

Cho một dòng điện kích thích vào dây quấn kích thích thì trong khe hở sinh ra một từ thông Φ_δ . Khi phần ứng quay với một tốc độ nhất định nào đó thì trong dây quấn sẽ cảm ứng một suất điện động. Sức điện động đó là sức điện động của mạch nhánh song song và bằng tổng sức điện động cảm ứng của các thanh dẫn nối tiếp trong một mạch nhánh đó.

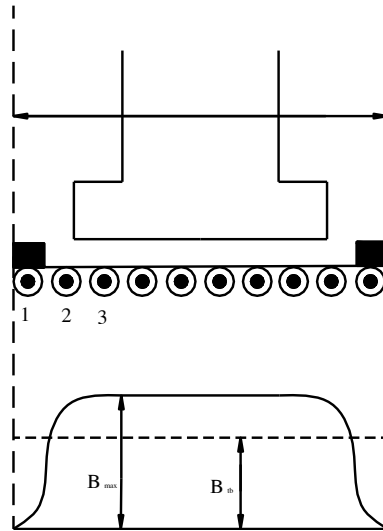
Sức điện động cảm ứng của một thanh dẫn: $e_x = B_{\delta x} \cdot l_\delta \cdot v$

Trong đó:

$B_{\delta x}$: Từ cảm nơi thanh dẫn x quét qua

l_δ : Chiều dài tác dụng của thanh dẫn

v : Tốc độ dài của thanh dẫn



Hình 18-05-9 Xác định s.đ.đ phần ứng

Nếu thanh dẫn của một mạch nhánh là $\frac{N}{2a}$ thì:

$$E_u = e_1 + e_2 + \dots + e_{N/2a} = \sum_{x=1}^{N/2a} e_x = (B_{\delta 1} + \dots) l_{\delta} v = \sum_{x=1}^{N/2a} B_{\delta x} l_{\delta} v$$

Nếu số thanh dẫn đủ lớn thì $\sum_{x=1}^{N/2a} B_{\delta x}$ bằng trị số trung bình B_{tb} nhân với tổng số thanh dẫn trong mạch nhánh:

$$\sum_{x=1}^{N/2a} B_{\delta x} = \frac{N}{2a} B_{tb} \text{ nên } E_u = \frac{N}{2a} B_{tb} l_{\delta} v = \frac{N}{2a} E_{tb}$$

$$v = \frac{\pi D}{60} n = 2p \frac{\pi D}{2p} \frac{n}{60} = \frac{2p \cdot \tau \cdot n}{60}$$

Với v là tốc độ dài của phần ứng.

Φ_{δ} : từ thông dưới mỗi cực từ trong khe hở không khí: $\Phi_{\delta} = B_{\delta} \cdot l_{\delta} \cdot \tau$.

$$\text{Từ đó: } E_u = \frac{N}{2a} B_{tb} l_{\delta} \cdot \frac{2p \cdot \tau \cdot n}{60} = \frac{pN}{60a} \Phi_{\delta} \cdot n$$

Trong đó: p : Số dư cực từ kích thích

N : Tổng số thanh dẫn của phần ứng

n : Tốc độ quay của phần ứng (vòng/phút)

a : Số đôi mạch nhánh song song

Đặt $C_E = \frac{pN}{60a}$: Hệ số kết cấu của máy điện.

Ta có: $E_u = C_E \cdot \Phi_{\delta} \cdot n$

5. Mô men và công suất điện từ.

Mục tiêu:

- Tính được mômen điện từ của máy điện một chiều
- Tính được công suất điện từ của máy điện một chiều

Khi máy điện làm việc, trong dây quấn phần ứng sẽ có dòng điện chạy qua. Tác dụng của từ trường lên dây dẫn có dòng điện sẽ sinh ra mô men điện từ trên trục máy. Theo định luật Faraday, lực từ tác dụng nên thanh dẫn mang dòng điện là: $f = B_{\delta} \cdot i_r \cdot l_{\delta}$

Trong đó

B_{δ} : Từ cảm nơi thanh dẫn quét qua

l_{δ} : Chiều dài tác dụng của thanh dẫn

i_r : dòng điện trong thanh dẫn (cũng là dòng điện trong một mạch nhánh song song).

Với $i_r = I_r/2a$

I_r : dòng điện phần ứng; N: tổng số thanh dẫn của phần ứng

D_r : đường kính ngoài của phần ứng

Thì mô men điện từ của máy điện một chiều là:

$$M_{dt} = f \cdot N \cdot D_r / 2 = B_{\delta} \cdot (I_r / 2a) \cdot l_{\delta} \cdot N \cdot D_r / 2$$

$$B_{\delta} = \frac{\Phi_{\delta}}{\tau \cdot l_{\delta}} \quad D_r = \frac{2p\tau}{\pi}$$

Thay vào công thức tính mô men điện từ ta được:

$$M_{dt} = \frac{pN}{2\pi a} \Phi_s \cdot I_r ; Nm$$

Trong đó:

Φ_{δ} tính bằng weber (wb)

I_r tính bằng ampe (A)

Nếu chia hai vế của biểu thức trên cho 9,81 thì M_{dt} tính bằng Kgm

$$\text{Đặt } C_E = \frac{pn}{60a} \text{ hệ số kết cấu máy}$$

$$\text{Ta có: } M_{dt} = C_M \cdot \Phi_{\delta} \cdot I_r$$

Công suất điện từ của máy điện một chiều:

$$P_{đt} = M_{đt} \cdot \omega \quad \text{với } \omega = 2\pi n/60$$

Với n tính bằng vòng/phút.

Thay vào biểu thức tính $P_{đt}$ ta có

$$P_{đt} = \frac{pN}{2\pi a} \Phi_s I_r \cdot 2\pi n/60$$

$$P_{đt} = E_r \cdot I_r$$

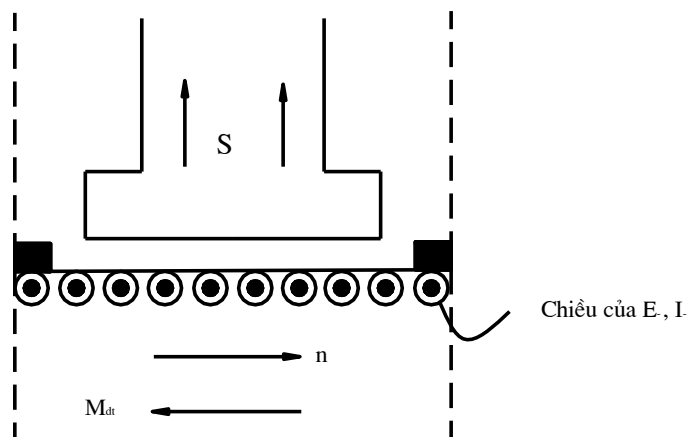
Trong đó:

E_r tính bằng Volt (V)

I_r tính bằng Ampe (A)

Máy điện một chiều có thể làm việc ở hai chế độ:

- Đối với máy phát điện: $M_{đt}$ ngược với chiều quay của máy nên khi máy cung cấp cho tải càng lớn thì công suất cơ cung cấp cho máy phải càng tăng vì $M_{đt}$ luôn có chiều ngược với chiều quay của phần ứng.



Hình 18-05-10 Xác định E_r và $M_{đt}$ trong động cơ một chiều

Chiều của E_r , I_r phụ thuộc vào chiều của Φ_δ và n , được xác định bằng qui tắc bàn tay phải. Chiều của $M_{đt}$ xác định bằng qui tắc bàn tay trái.

- Đối với động cơ điện khi cho dòng điện vào phần ứng thì dưới tác dụng của từ trường, trong dây quấn sẽ sinh ra một $M_{đt}$ kéo máy quay, vì vậy chiều quay của máy cùng chiều $M_{đt}$

6. Tổn hao trong máy điện một chiều.

Mục tiêu:

- *Biết các dạng tổn hao trong máy điện một chiều*
- *Biết tính các dạng tổn hao của máy điện một chiều*

a) Tổng hao cơ $p_{cơ}$

Bao gồm tổn hao ở ổ bi, ma sát giữa chổi than và vành góp, của không khí với cánh quạt,... Tổn hao này phụ thuộc chủ yếu vào tốc độ quay của máy, thông thường

$$p_{cơ} = 2-4\% P_{đm}$$

b) Tổng hao sắt p_{Fe}

Do trễ từ và dòng điện xoáy trong lõi thép gây nên. Được xác định bằng công thức:

$$P_{Fe} = k_{\delta} \cdot P(1/50) \cdot \left(\frac{f}{50}\right)^{\beta} \cdot B^2 \cdot G_c ; \text{ Watt/kg}$$

k_{δ} : hệ số kinh nghiệm xét đến sự tăng thêm tổn hao thép do gia công, lắp ghép lõi thép, từ thông phân bố không đều,... thường chọn $k_{\delta} = 3,6$

$p(1/50)$: suất tổn hao của thép khi $B = 1T, f = 50Hz$

f : tần số dòng điện; B : từ cảm tính toán ($1T = 10^4$ Gauss)

G_c : trọng lượng của sắt tính bằng kg.

β : số mũ thép hợp kim thấp $\beta = 1,5$; với thép hợp kim cao thì $\beta = 1,2-$

1,3.

Hai loại tổn hao trên khi không tải đã tồn tại nên gọi là tổn hao không tải

$$P_0 = P_{cơ} + P_{Fe}$$

Nó sinh ra mô men không tải mang tính chất hãm

$$M_0 = P_0/\omega$$

c) Tổng hao đồng p_{Cu}

- Tổn hao đồng trong mạch phản ứng $P_{Cu\ u}$ bao gồm tổn hao đồng trong dây quấn phản ứng $I_{ur}^2 \cdot r_{ur}$ cực từ phụ $I_{ur}^2 \cdot r_f$, tổn hao tiếp xúc giữa chổi than và vành góp P_{tx}

$$P_{tx} = 2\Delta U_{tx} \cdot I_{ur}$$

$$P_{Cu\ u} = I_{ur}^2 \cdot R_{ur}$$

$$R_{ur} = r_{ur} + r_f + r_{tx}$$

r_{ur} : điện trở phản ứng

r_f : điện trở của dây quấn cực từ phụ

r_{tx} : điện trở tiếp xúc của chổi than với vành góp

- Tổn hao đồng trong mạch kích từ $P_{Cu t}$

$$P_{Cu t} = U_t \cdot I_t$$

U_t : điện áp đặt trên mạch kích thích

I_t : dòng điện kích thích

d) Tổn hao phụ p_f : sinh ra trong thép cũng như ở trong đồng của máy điện.

Tổn hao phụ trong thép do từ trường phân bố không đều trên bề mặt phản ứng, ảnh hưởng của răng và rãnh làm xuất hiện từ trường đập mạch dọc trục.

Tổn hao phụ trong đồng: dòng điện phân bố không đều trên chổi than, khi đổi chiều, từ trường phân bố không đều trong rãnh làm cho trong dây quấn sinh ra dòng điện xoáy, tổn hao trong dây nối cân bằng,... thường trong máy điện một chiều lấy:

$$P_f = 1\% P_{dm} \text{ nếu máy không có dây quấn bù.}$$

$$= 0,5\% P_{dm} \text{ nếu máy có dây quấn bù}$$

Tổng tổn hao trong máy là:

$$\Sigma p = p_{cor} + p_{Fe} + p_{Cu r} + p_{Cu t} + p_f$$

Nếu gọi p_1 là công suất đưa vào máy

P_2 là công suất đưa ra của máy thì

$$P_1 = p_2 + \Sigma p$$

Hiệu suất của máy được tính theo phần trăm %

$$\eta\% = \frac{P_2}{P_1} 100 = \frac{P_2}{P_2 + \Sigma p} \cdot 100 = \frac{P_1 - \Sigma p}{P_1} \cdot 100 = \left(1 - \frac{\Sigma p}{P_1}\right) 100$$

Câu hỏi

1. Sđđ trong máy điện phụ thuộc vào những yếu tố gì?

2. Tự phân tích giản đồ năng lượng của máy phát và động cơ điện một chiều, từ đó dẫn ra các quan hệ về công suất, mô men, dòng điện và sđđ.

7. Các máy phát điện một chiều

Mục tiêu:

- *Biết được sơ đồ nguyên lý hoạt động của các loại máy phát điện một chiều*
- *Vẽ được các đặc tính cơ bản của các loại máy phát một chiều*

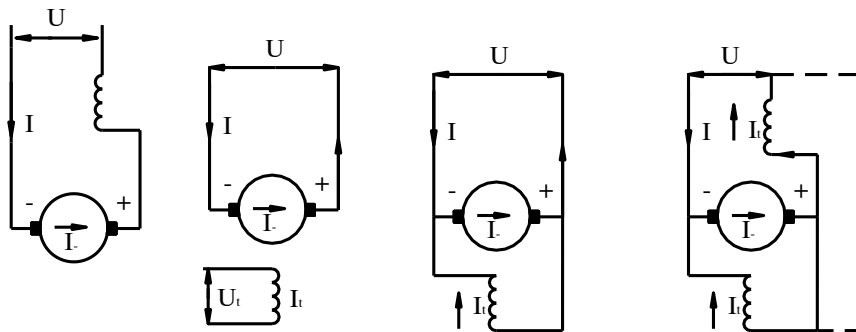
7.1 Đại cương.

Trên thực tế các trạm phát điện hiện đại chỉ phát ra điện năng xoay chiều 3 pha, phần lớn năng lượng đó được dùng dưới dạng điện xoay chiều trong công nghiệp, để thắp sáng và dùng cho các nhu cầu trong đời sống. Trong những trường hợp do điều kiện sản xuất bắt buộc phải dùng điện một chiều (xí nghiệp hóa học, công nghiệp luyện kim, giao thông vận tải,...) thì người ta thường biến điện xoay chiều thành điện một chiều nhờ các bộ chỉnh lưu hoặc chỉnh lưu kiểu máy điện, cách thứ hai là dùng máy phát điện một chiều để là nguồn điện một chiều.

Phân loại các máy phát điện một chiều theo phương pháp kích thích.

Chúng được chia thành:

- a) Máy phát điện một chiều kích thích độc lập
 - b) Máy phát điện một chiều tự kích.
- Máy phát điện một chiều kích thích độc lập gồm:



Hình 18-05-11 Sơ đồ nguyên lý MFĐ DC

+ Máy phát điện DC kích thích bằng điện từ: dùng nguồn DC, ắc qui,...

+ Máy phát điện một chiều kích thích bằng nam châm vĩnh cửu.

- Theo cách nối dây quấn kích thích, các máy phát điện một chiều tự kích được chia thành:

- + Máy phát điện một chiều kích thích song song
- + Máy phát điện một chiều kích thích nối tiếp

+ Máy phát điện một chiều kích thích hỗn hợp

7.2 Các đặc tính cơ bản của các MFĐDC

Bản chất của máy phát điện được phân tích nhờ những đặc tính quan hệ giữa 4 đại lượng cơ bản của máy:

- Điện áp đầu cực máy phát điện: U
- Dòng điện kích từ: I_t
- Dòng điện phản ứng: I_r
- Tốc độ quay: n

Trong đó $n = \text{const}$ còn lại 3 đại lượng tạo ra mối quan hệ chính và các đặc tính chính là:

a) Đặc tính phụ tải (đặc tính tải): $U = f(I_t)$ khi $I = I_{dm} = \text{const}$, $n = n_{dm} = \text{const}$. Khi $I = 0$ đặc tính phụ tải chuyển thành đặc tính không tải $U_0 = E_0 = f(I_t)$. Đặc tính này có ý nghĩa quan trọng trong việc đánh giá máy phát và để vẽ các đặc tính khác của máy phát điện.

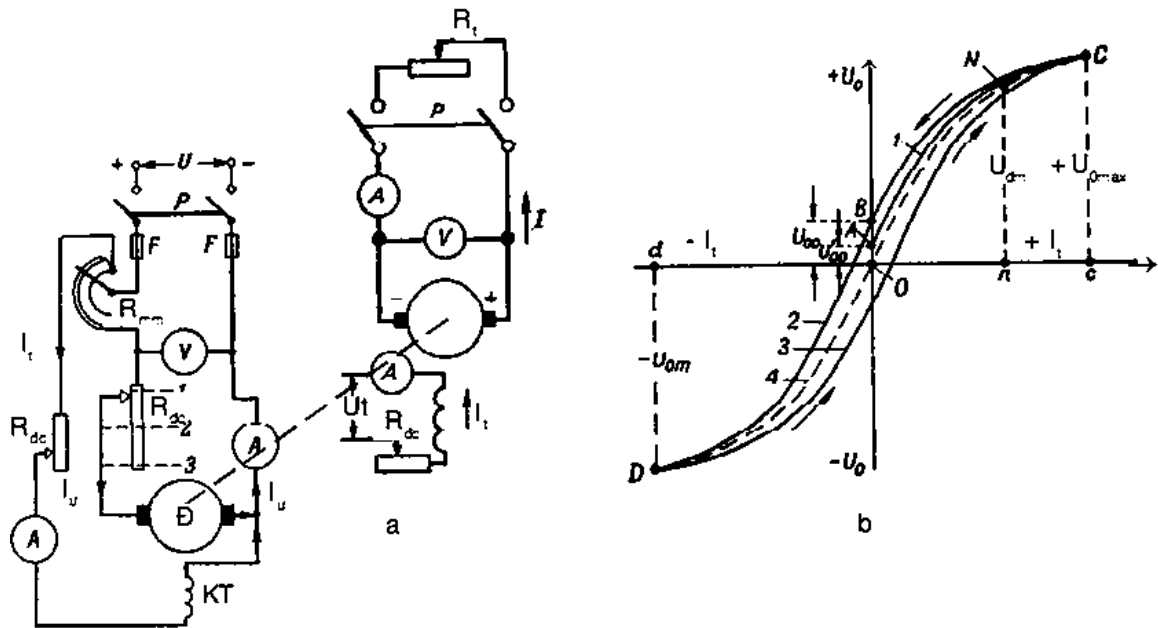
b) Đặc tính ngoài: $U = f(I)$ khi $R_{dc} = \text{const}$ ($I_t = \text{const}$)

c) Đặc tính điều chỉnh: $I_t = f(U)$ khi $U = \text{const}$. Trong trường hợp riêng khi $U = 0$, đặc tính điều chỉnh chuyển thành đặc tính ngắn mạch $I_t = f(I_n)$. Chúng ta hãy xét các đặc tính của máy phát điện theo phương pháp kích từ và coi đó là nhân tố chủ yếu để xác định các bản chất của các máy phát điện.

7.2.1 Các đặc tính của máy phát điện kích thích độc lập

a) Đặc tính không tải: $U_0 = f(I_t)$ khi $I = 0$ và $n = \text{const}$.

Sơ đồ lấy đặc tính đó trình bày trên hình 5.19a, đặc tính được biểu thị trên hình 5.19b. Vì trong máy thường có từ thông dư nên khi $I_t = 0$ trên cực của máy phát điện áp $U'_{00} = OA$ (H.5.19b), thường $U'_{00} = 2-3\% U_{dm}$. Khi biến đổi I_t từ $I_t = 0- (+I_{max}) = OC$ điện áp U sẽ tăng theo đường cong 1 đến $+U_{0max} = Cc$. Thường $U_{0max} = 1,1-1,25 U_{dm}$. Lúc không tải phản ứng của MFĐKTĐL chỉ nối với Voltmet nên: $U_0 = E_0 = C_E \cdot n \cdot \Phi = C'_E \cdot \Phi$



Hình 18-05-12 Sơ đồ lấy các đặc tính và đặc tính không tải của MFĐMCKTĐL

Nên quan hệ $U_0 = f(I_t)$ lặp lại quan hệ $\Phi = f(I_t)$ theo một thước tỉ lệ nhất định.

Bây giờ chúng ta hãy biến đổi I_t từ $+I_{\max} = OC - I_t = 0$ sau đó đổi nôi ngược chiều dòng điện trong mạch kích thích rồi tiếp tục đổi I_t từ $I_t = 0 - (-I_{\max}) = Od$ thì vẽ được đường cong thứ 2.

Lặp lại sự biến đổi của dòng điện theo thứ tự ngược lại từ $-I_{\max} = Od - (+I_{\max}) = OC$ thì ta vẽ được đường 3.

Đường cong 3 và 2 tạo thành chu trình từ trễ xác định tính chất thép của cực từ và gông từ. Vẽ đường 4 trung bình giữa các đường trên chúng ta được đặc tính không tải để tính toán.

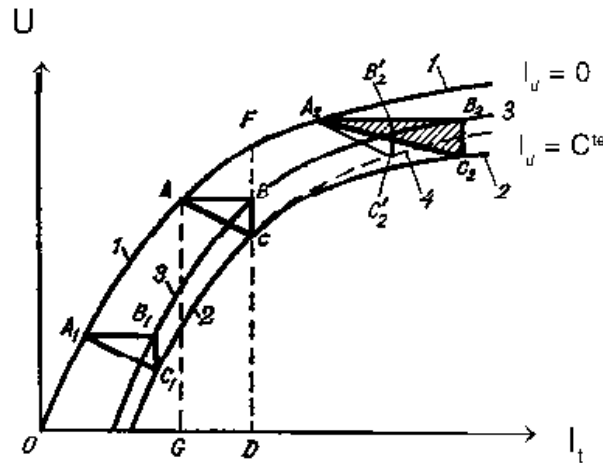
b) Các đặc tính phụ tải: $U = f(I_t)$ khi $I = \text{const}$, $n = \text{const}$.

Khi MF có dòng điện tải I thì điện áp trên đầu cực bị hạ thấp do:

- Điện áp rơi trên phản ứng $I_r R_r$.
- Phản ứng phản ứng ϵ .

Các đường 1, 2 trên hình 5.20 biểu thị các đặc tính không tải và phụ tải. Nếu cộng thêm điện áp rơi $I_r R_r$ vào đường cong phụ tải thì ta có đặc tính phụ tải trong.

$$U + I_r R_r = E_r = f(I_t).$$



Hình 18-05-13 Đặc tính phụ tải của MFĐKTDL

Khi $I = C^{te}$, $n = C^{te}$ là đường cong 3.

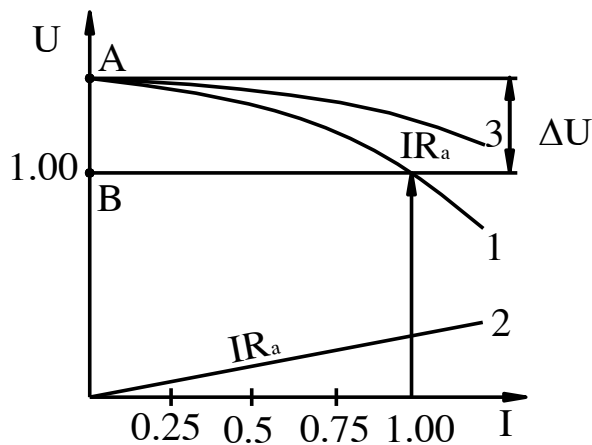
Đặc tính phụ tải cùng với đặc tính không tải cho phép thành lập Δ đặc tính của máy phát điện một chiều. Tam giác này một mặt cho phép đánh giá ảnh hưởng của điện áp rơi và phản ứng phần ứng đối với điện áp của máy phát điện một chiều, mặt khác có thể dùng để vẽ đặc tính ngoài và đặc tính điều chỉnh của máy phát điện một chiều.

c) Đặc tính ngoài: $U = f(I_t)$ khi $I = \text{const}$ ($R_{dc} = \text{const}$), $n = \text{const}$.

Đặc tính ngoài được lấy theo sơ đồ 5.19a lúc cầu dao P được đóng mạch. Điện áp U_t trên đầu cực kích thích được giả thiết là không lớn, do đó:

$$I_t = \frac{U_t}{R_t} = C^{te}$$

Để lấy đặc tính ngoài chúng ta quay MFĐ đến $n = n_{dm}$ và thiết lập dòng điện kích thích I_{tdm} sao cho $I = I_{dm} = 1$ và $U = U_{dm} = 1$ (hình 5.20)



Hình 18-05-14 Đặc tính ngoài của MFĐDCKTDL

Sau đó giảm dần phụ tải của MFĐ đến không tải. Điện áp của MFĐ tăng theo đường cong 1 vì phụ tải giảm điện áp rơi trên phần ứng $I_r R_r$ và phản ứng phần ứng giảm lúc không tải $U_0 = OA$, do đó:

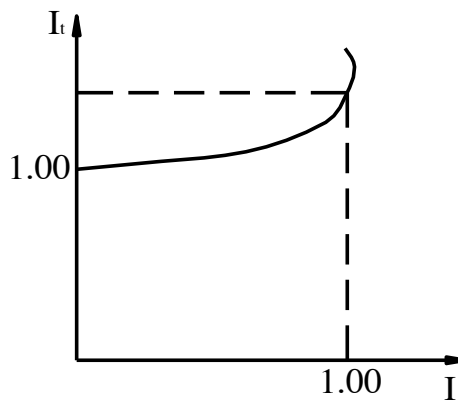
$$\Delta U\% = \frac{OA - OB}{OB} 100 = \frac{U_0 - U_{dm}}{U_{dm}} 100$$

Vì $R_r = C^{te}$ nên $I_r R_r = f(I_r)$ biểu diễn bằng đường thẳng 2.

Đường cong 3 là quan hệ của: $U + I_r R_r = E_U = f(I_r)$ gọi là đặc tính trong của máy phát điện.

d) Đặc tính điều chỉnh $I_t = f(I)$ khi $U = \text{const}$, $n = \text{const}$.

Vì khi $c = C^{te}$ thì U trên trục máy phát hạ thấp khi I tăng thì ngược lại (hình18-05-15). Nếu muốn $U = C^{te}$ thì phải tăng I_t khi I tăng và giảm I_t khi I giảm. Sơ đồ thí nghiệm như Hình 18-05-12a, cho máy phát làm việc và mang tải đến định mức $I = I_{dm}$, $U = U_{dm}$, $I_t = I_{dm}$ sau đó giảm dần tải nhưng giữ cho $n = C^{te}$ và điều chỉnh I_t để cho $U = U_{dm}$ lần lượt ghi trị số của I và I_t ta có dạng đặc tính điều chỉnh như hình18-05-15.



Hình 18-05-15

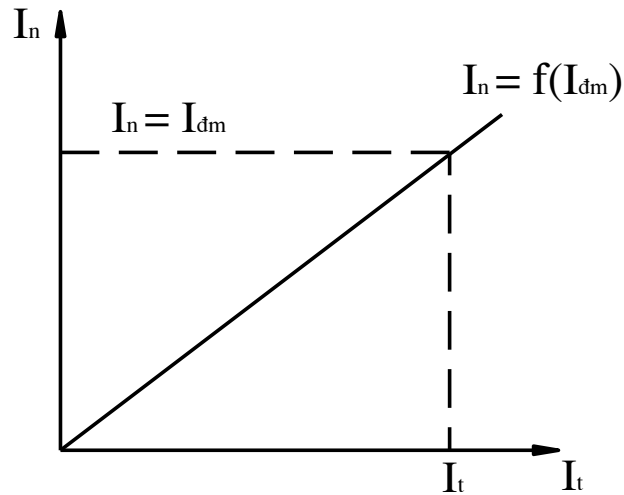
Đặc tính điều chỉnh cho ta biết cần điều chỉnh dòng điện kích thích thế nào để giữ cho mạch điện áp đầu ra của máy phát không đổi khi thay đổi tải. Đường biểu diễn đặc tính điều chỉnh trên Hình 18-05-16 cho thấy khi tải tăng cần phải tăng dòng điện kích thích sao cho bù được điện áp rơi trên I_r và ảnh hưởng của phản ứng phần ứng. Từ không tải ($U = U_{dm}$) tăng đến tải định mức ($I = I_{dm}$) thường phải tăng dòng điện kích thích lên từ 15-25%.

e) Đặc tính ngắn mạch $I_n = f(I_t)$ khi $U = 0$, $n = \text{const}$.

Nối ngắn mạch các chổi than qua ampe mét cho máy chạy với $n = C^{te}$, đo các trị số I_t và I_n tương ứng ta được đặc tính ngắn mạch. Khi ngắn mạch:

$$U = E_u - I_u R_u = 0$$

→ $E_u = I_u R_u$ do $R_u \ll$ và $R_u = C^{te}$ nên khi điều chỉnh $I_n = I_{dm}$ thì $E_u \ll$ và sđđ không vượt quá vài phần trăm của $U_{dm} \rightarrow I_t \ll \rightarrow$ mạch từ của máy không bão hòa → đặc tính ngắn mạch là một đường thẳng.



Hình 18-05-16 Đặc tính ngắn mạch

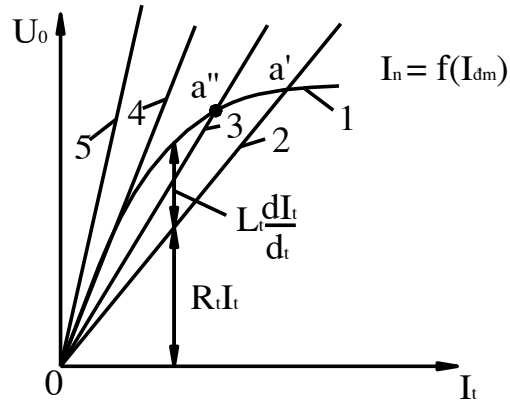
7.2.2. Các đặc tính của máy phát điện kích thích song song.

* Điều kiện và quá trình tự kích của máy.

Điều kiện:

Máy phát điện kích thích song song làm việc tự kích và không cần có nguồn điện bên ngoài để kích từ nên cần có các điều kiện sau:

- Máy phải có từ dư để khi quay có $\Phi_{dr} = 2-3\% \cdot F_{dm}$.
- Nối mạch kích thích đúng chiều để từ thông kích thích cùng chiều với Φ_{dr} .
- $R_t < R_{th}$
- $n = n_{dm}$



Hình 18-05-18 Điện áp xác lập của MFKTSS ứng với các điện trở khác nhau.

Quá trình tự kích

Khi quay máy phát điện đến n_{dm} do có Φ_{dur} trong dây quấn phần ứng sẽ cảm ứng được 1 s.đ.đ E_{ur} và trên cực máy thành lập được một điện áp $U_{dur} = 2-3\% \cdot U_{dm}$. Nếu nối kín mạch kích thích thì trong đó có dòng điện $I_t = U_{dur}/R_t$, R_t là điện trở của mạch kích thích. Kết quả là sinh ra s.t.đ $I_t w_t$. Nếu s.t.đ này sinh ra từ thông có cùng chiều với Φ_{dur} thì máy sẽ tăng kích từ, điện áp đầu cực sẽ tăng và cứ tiếp tục như vậy máy sẽ tự kích được.

Ta hãy giải thích giới hạn của quá trình tự kích (ta cho rằng máy phát điện làm việc không tải $I = 0$).

Khi tự kích phương trình s.đ.đ trong mạch kích từ có thể viết:

$$U_0 = I_t R_t + \frac{d(L_t I_t)}{d_t}$$

$$\text{Hay } U_0 - I_t R_t = L_t \frac{dI_t}{d_t}$$

Với U_0 : điện áp biến đổi trên đầu cực MFĐ và cũng là trên đầu mạch kích từ.

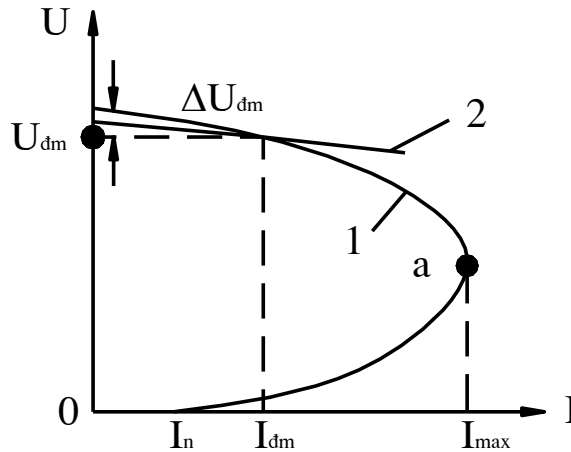
R_t : điện trở của mạch kích từ

L_t : điện cảm của mạch kích từ

Nếu $R_t = C^{te}$ thì điện áp rơi $I_t R_t$ biến đổi tỉ lệ thuận với I_t , đồ thị của nó được biểu thị bằng đường thẳng 2 và làm với trục ngang một góc

$$\text{tg } \alpha = \frac{I_t R_t}{I_t} = R_t$$

Cho nên mỗi giá trị của R_t thì có một đường thẳng tương ứng xác định bởi công thức trên. Trên Hình 18-05-18 đường cong 1 cho ta đặc tính không tải. Các đoạn thẳng giữa đường cong 1 và 2 là hiệu số $U_0 - I_t R_t = L_t \frac{dl_t}{dt}$ dùng để tăng cường quá trình tự kích. Quá trình đó kết thúc khi $U_0 - R_t I_t = 0$ nói khác đi các đường 1 và 2 cắt nhau.



Hình 18-05-18 Đặc tính ngoài của MFĐDCKT DL và MFDDCKTSS

Nếu chúng ta tăng R_t nghĩa là tăng góc a thì điểm M sẽ trượt trên đường đặc tính không tải về không. Với một điện trở nhất định gọi là R_{th} thì đường thẳng 2 sẽ tiếp xúc với đoạn đầu của đặc tính không tải (đường thẳng 4 trên hình 18-05-18). Trong các điều kiện đó máy không tự kích được.

* Đặc tính ngoài.

$$U = f(I) \text{ khi } R_t = \text{const}, n = \text{const}$$

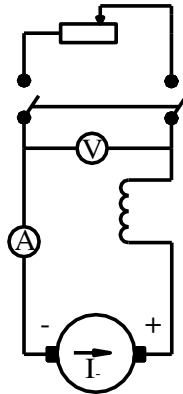
Khi KTĐL thì $I_t = U_t/R_t = \text{const}$ còn khi kích từ song song thì $I_t = U_t/R_t = U/R_t \approx U$.

Sau khi máy đã phát được điện áp việc thành lập đặc tính ngoài được tiến hành như máy phát điện kích thích độc lập.

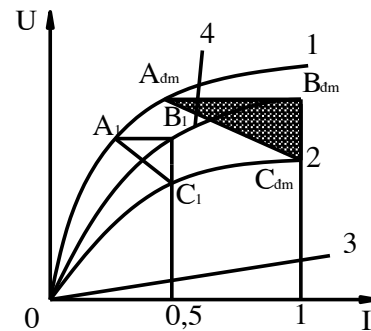
Đặc điểm đặc biệt ở MFĐ KTSS là dòng điện tải chỉ tăng đến một trị số nhất định $I = I_{th} = 2-2,5.I_{dm}$. Sau đó nếu tiếp tục giảm R_t của tải ở mạch ngoài thì I không tăng mà giảm nhanh đến trị số I_0 xác định bởi từ dư của máy.

7.2.3 Đặc tính của máy phát điện kích thích nối tiếp.

Trong máy phát điện kích thích nối tiếp: $I_t = I_r = I$ cho nên chỉ có thể lấy được các đặc tính không tải, đặc tính phụ tải, và đặc tính ngắn mạch. Theo sơ đồ KTĐL, các đặc tính có dạng như máy phát điện kích thích độc lập. Khi máy phát điện kích thích nối tiếp làm việc ở $n = C^{te}$ chỉ còn hai đại lượng biến đổi U và I nên phát điện này về thực chất có một đặc tính ngoài $U = f(I)$ khi $n = C^{te}$.



Hình 18-05-19 Sơ đồ MFĐCKTNT



Hình 18-05-20 Cách vẽ đặc tính ngoài MFĐCKTNT

Cách thành lập đặc tính ngoài theo đặc tính không tải và D đặc tính: đầu tiên vẽ ΔABC tương ứng với $I = I_{dm}$, $DABC$ đến vị trí $A_1B_1C_1$ sao cho A_1 nằm trên đặc tính không tải thì điểm C_1 sẽ nằm trên đặc tính ngoài. Thay đổi các cạnh của D tỉ lệ với I ta vẽ được đặc tính ngoài của máy.

7.2.4 Đặc tính của máy phát điện kích thích hỗn hợp.

Máy phát điện kích thích hỗn hợp có đồng thời hai dây quấn kích thích song song và nối tiếp cho nên nó tập hợp các tính chất của cả 2 loại máy này. Tùy theo cách nối, s.t.đ của hai dây quấn kích từ có thể cùng chiều hoặc ngược chiều nhau. Cách nối các dây quấn kích từ ngược chiều nhau thường được dùng trong các sơ đồ đặc biệt, thí dụ trong một số kiểu của máy phát hàn điện. Khi nối thuận hai dây quấn kích từ thì dây quấn song song đóng vai trò chính còn dây quấn nối tiếp đóng vai trò bù lại tác dụng của phản ứng phần ứng và điện áp rơi $I_r R_r$. Nhờ đó mà máy có khả năng điều chỉnh điện áp trong một phạm vi tải nhất định.

Các đặc tính:

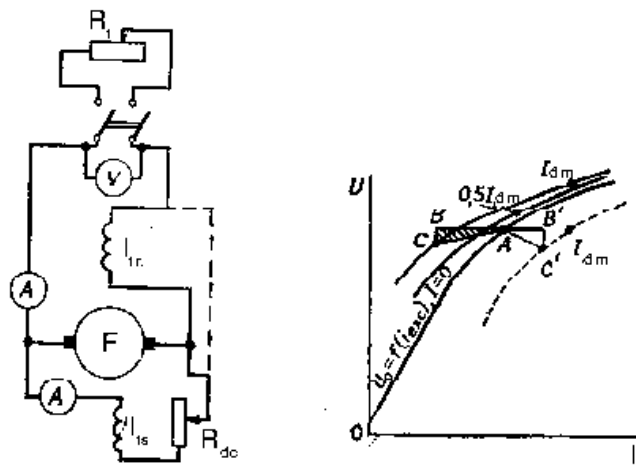
- Đặc tính không tải của máy phát điện kích thích hỗn hợp.

$U_0 = f(I_t)$ khi $I = 0$, $n = C^{te}$ giống máy phát điện kích thích song song vì trong trường hợp đó $I_{tn} = 0$.

- Đặc tính phụ tải của máy phát điện kích thích hỗn hợp:

$U = f(I_t)$ khi $I = C^{te}$, $n = C^{te}$ cũng có dạng như máy phát điện kích thích song song nhưng khi dây quấn nối tiếp đủ mạnh thì chúng có thể cao hơn các đặc tính không tải vì dây quấn nối tiếp làm từ hóa tỉ lệ với I_r nên tác dụng của dây quấn đó xem như phản ứng từ hóa của phần ứng (nghĩa là s.t.đ của nó sinh ra triệt tiêu được s.t.đ phản ứng phần ứng và còn thừa s.t.đ để trợ từ) nên cạnh AB sẽ nằm bên cạnh BC.

Nếu ta xét dịch ΔABC song song với bản thân nó sao cho đỉnh A trượt dọc đặc tính không tải thì đỉnh C vẽ thành đặc tính phụ tải như máy phát điện kích thích độc lập thay đổi các cạnh ΔABC tỉ lệ với I ta có thể vẽ được một loạt đặc tính phụ tải ví dụ $I = I_{dm}$ và $I = 0,5I_{dm}$.



Hình 18-05-21 Cách vẽ đặc tính phụ tải của máy phát điện kích từ hỗn hợp.

7.3 Máy phát điện một chiều làm việc song song.

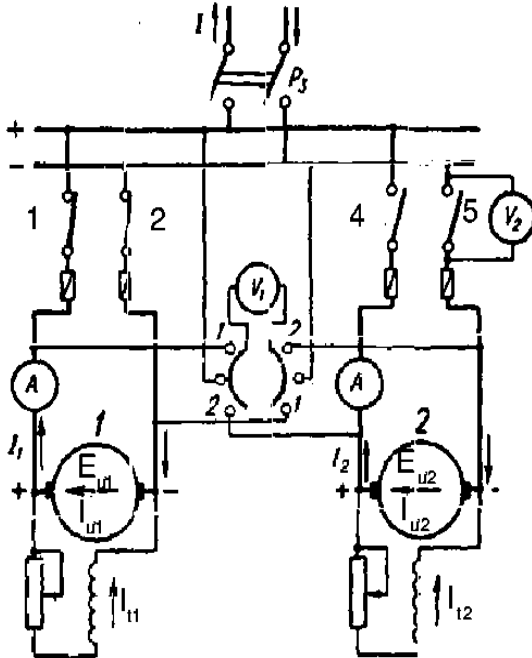
Trong thực tế nhằm đảm bảo an toàn cho cung cấp điện và sử dụng kinh tế nhất các máy phát thì hầu hết các nhà máy điện đều ghép các máy phát làm việc song song với nhau.

Sau đây ta xét các điều kiện cần thiết để ghép các máy phát điện làm việc song song và sự phân phối cũng như chuyển công suất giữa các máy.

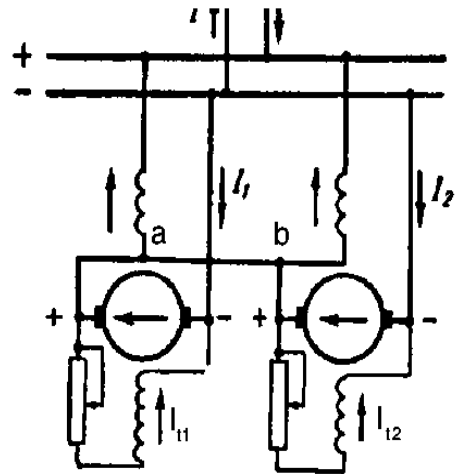
*** Điều kiện làm việc song song của các MFĐDC.**

Giả sử ta có hai MFĐ DC I và II, trong đó máy phát điện I đang làm việc với một phụ tải I nào đó và phát ra một điện áp u trên hai thanh đồng đầu. Muốn ghép MFĐII vào làm việc song song với MFĐI cần phải giữ đúng các điều kiện sau:

- 1) Cực tính của MFĐII phải cùng cực tính của thanh đồng đầu.
- 2) S.đ.đ của MFĐII trên thực tế phải bằng điện áp U .
- 3) Nếu MFĐ làm việc song song thuộc MFĐ KTHH thì cần có điều kiện thứ 3: nối dây cb giữa 2 điểm a và b như hình 5.32.



Hình 18-05-22 Sơ đồ ghép song song MFĐKTSS



Hình 18-05-23 Sơ đồ ghép song song MFĐKTHH

Giải thích các điều kiện trên:

Điều kiện 1: Cần phải đảm bảo chặt chẽ nếu không hai MFĐ sẽ bị nối nối tiếp với nhau gây nên tình trạng ngắn mạch của cả hai máy.

Điều kiện 2: Nếu không thỏa thì sau khi ghép vào máy II hoặc phải nhận tải đột ngột nên $E > u$ và làm cho lưới điện thay đổi hoặc làm việc theo chế độ động cơ $E < u$.

Điều kiện 3: Có thể được giải thích như sau, giả sử tốc độ quay của một trong các máy phát ví dụ máy phát I tăng thì n_1 tăng $\rightarrow E_{u1}$ tăng và chú ý

rằng dây quấn kích thích song song của máy phát I sinh ra Φ_1 còn dây quấn nối tiếp sinh ra Φ_2 và $\Phi_2 = C_2 I_1$ trong trường hợp đó:

$$I_{ur} = \frac{E_1 - u}{R_1} = \frac{C_e n(\Phi_1 + \Phi_2) - u}{R_1} = \frac{C_e n(\Phi_1 + C_2 I_1) - u}{R_1}$$

$$\text{Từ đó: } I_1 = \frac{n C_e \Phi_1 - u}{R_1 - n C_e C_2}$$

Vì vậy nên khi $E_{u1} = C_e \cdot n \cdot \Phi_1$ tăng $\rightarrow I_1$ tăng $\rightarrow \Phi_1$ tăng $\rightarrow E_{u1}$ tăng $\rightarrow I_1$ tăng. Cứ như vậy máy phát I sẽ dành lấy hết tải và bị quá tải và buộc máy phát II chuyển từ chế độ máy phát sang chế độ động cơ (với cách nối ngược các dây quấn song song và nối tiếp). Tải đột ngột tăng ở máy phát I làm tốc độ quay của động cơ sơ cấp nối với nó giảm do đó dẫn đến sự chuyển toàn bộ phụ tải sang máy phát II và máy phát I lại chuyển sang làm việc ở chế độ động cơ. Sau đó động cơ sơ cấp của máy phát I lại tăng tốc độ và nó lại nhận toàn bộ phụ tải... Như vậy có thể xuất hiện quá trình dao động chuyển đổi tuần hoàn dòng điện phụ tải từ máy này qua máy kia do đó các máy phát điện không thể làm việc ổn định được.

Khi có dây nối cân bằng, các dây quấn kích từ nối tiếp được nối song song. Do đó các dòng điện của chúng thay đổi theo cùng một tỉ lệ xác định bởi điện trở của các dây quấn đó. Nếu vì một lý do nào đó I_{u1} tăng $\rightarrow I_{u2}$ tăng theo cùng mức độ làm cho s.d.đ và dòng điện phụ tải của hai máy tăng đồng thời không có hiện tượng trên.

Cách ghép máy phát song song: quay máy phát II không kích từ đến n_{dm} và đóng cầu dao 4, nếu bỏ qua từ dư của máy thì V2 chỉ điện áp u . Bắt đầu kích từ máy II, nếu cực tính của máy không cùng với cực tính của thanh đồng đầu thì V2 chỉ điện áp $u + E_{uII}$, không thể đóng 5. Nếu cực tính của nó đúng cực tính của thanh đồng đầu thì V2 chỉ $u - E_{u2}$ và khi hiệu số này bằng không thì ta có thể đóng 5 để ghép máy II vào làm việc song song với máy I. Muốn cho máy II mang tải thì tăng kích từ.

* Phân phối và chuyển phụ tải.

Từ các phương trình s.d.đ cơ bản của máy phát điện một chiều ta có:

$$u = E_{uI} - I_{uI}R_{uI} = E_{uII} - I_{uII}R_{uII}$$

Nếu R_C là điện trở của mạch ngoài

$$u = (I_{uI} + I_{uII}) \cdot R_C$$

Giải các phương trình đó đối với I_{uI} và I_{uII} ta có:

$$I_{uI} = \frac{E_u(R_C + R_{uII}) - E_{uII}R_C}{R_C(R_{uI} + R_{uII}) + R_{uI}R_{uII}} \quad (1)$$

$$I_{uII} = \frac{E_{uII}(R_C + R_{uI}) - E_{uI}R_C}{R_C(R_{uI} + R_{uII}) + R_{uI}R_{uII}} \quad (2)$$

$$u = \frac{R_C(E_{uI}R_{uII} + E_{uII}R_{uI}) - E_{uI}R_C}{R_C(R_{uI} + R_{uII}) + R_{uI}R_{uII}} \quad (3)$$

Từ các công thức trên ta thấy nếu đã biết R_{uI} , R_{uII} , R_C thì sự phân phối dòng điện phụ tải giữa các MF phụ thuộc vào s.đ.đ E_{uI} và E_{uII} , nghĩa là vào tốc độ quay của các MF : n_I và n_{II} và từ thông tổng của chúng Φ_I , Φ_{II} ($E = C_e \cdot n \cdot \Phi$). Nếu chúng ta muốn phân phối lại phụ tải giữa các máy với $u = C^{te}$ thì phải đồng thời thay đổi tốc độ quay hoặc kích thích của hai MF theo chiều ngược nhau sao cho tổng số $E_{uI}R_{uII} + E_{uII}R_{uI}$ ở tử số của công thức (3) không đổi.

Nếu chúng ta muốn tách một trong các MF, ví dụ MF I thì phải giảm kích thích của nó và đồng thời tăng kích thích của MF II cho đến khi dòng điện II = 0.

Câu hỏi

1. Khi lấy đặc tính không tải, trong quá trình tăng điện áp có nên giảm dòng điện kích từ rồi tăng tiếp tục không? Tại sao?
2. Với một điện trở nhỏ hơn điện trở giới hạn $r_{t(th)}$ nếu $n < n_{dm}$ thì trong quá trình tự kích của máy phát điện kích thích song song, điện áp đầu cực máy phát sẽ ra sao? Trong trường hợp như thế nào máy sẽ không tự kích được?
3. Tìm các nguyên nhân khiến máy phát điện kích thích song song không thể tự kích và tạo ra được điện áp.

4. Nếu máy phát điện kích thích song song không tự kích thích được do mất từ dư thì phải giải quyết như thế nào để tạo ra được điện áp?

Thực hành : Các đặc tính cơ bản của máy phát điện một chiều kích từ độc lập

1) *Đặc tính không tải $E=f(i)$*

*** Mục tiêu:**

Sau khi học xong bài này người học có khả năng :

- Vẽ được sơ đồ nguyên lý và sơ đồ nối dây của hệ thống động cơ- máy phát một chiều kích từ độc lập
- Xây dựng được đặc tính không tải $E=f(i)$

*** Điều kiện cần cho bài học:**

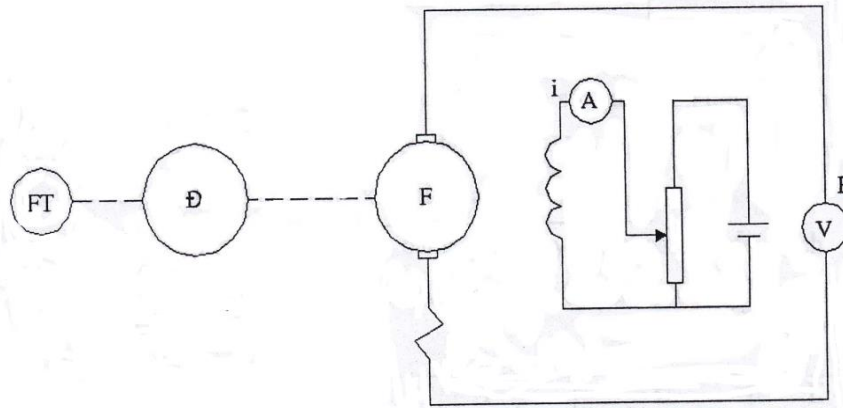
- Thiết bị
- + Động cơ một chiều ,động cơ ba pha xoay chiều
- + Máy phát một chiều
- + dây nối, biến trở
- Dụng cụ đo:
- + Ampe kế, Vôn kế

***Nội dung bài học**

- Nguyên tắc : + Máy phát điện vận hành khi không tải khi máy đã hình thành điện áp trên hai cực nhưng chưa cấp cho phụ tải

+ Nghiên cứu đặc tính không tải là nghiên cứu sự thay đổi của sức điện động khi dòng kích từ thay đổi, tốc độ quay giữ không đổi

- Sơ đồ nối dây



FT: Máy phát tốc

Đ: Động cơ sơ cấp kéo máy phát

F: Máy phát một chiều

A: đồng hồ ampe kế MA602 để thang 5A

V: đồng hồ vôn kế MX025A để thang 300V

- Cách thực hiện :

+ Quay máy phát đến tốc độ định mức bằng cách cho động cơ sơ cấp quay và giữ không thay đổi

+ Thay đổi dòng kích từ giá trị 0 đến giá trị lớn nhất ($= 1,5 i_{dm}$). Dòng điện kích từ định mức trong lý lịch của máy $i_{dm} = 0.8A$

+ Giảm dòng kích từ từ giá trị lớn nhất về giá trị 0, tương ứng với mỗi lần tăng giảm lấy các giá trị sức điện động ở hai đầu phần ứng

+ Trước khi bắt đầu đo thực hiện nhiều lần bằng điều chỉnh phân áp để tăng giảm dòng, mục đích là ổn định mạch từ của máy

+ Chú ý : khi đã đo không bao giờ làm ngược lại (luôn tăng dòng đến cực đại sau đó giảm về nhỏ nhất)

Bảng kết quả đo

Khi tăng dòng i

n	$n_{dm} = \text{const} = 1500 \text{vg/phút}$
i	$0 \rightarrow i_{max}$

E	
---	--

Khi giảm i

n	$n_{dm} = \text{const} = 1500 \text{v}/\text{phút}$
i	$i_{\max} \rightarrow 0$
E	

*** Yêu cầu**

- Vẽ hai đặc tính không tải $E=f(i)$

+ Khi tăng i

+ Khi giảm i

- Rút ra nhận xét

2) Đặc tính không tải $E=f(n)$

*** Mục tiêu:**

Sau khi học xong bài này người học có khả năng :

- Vẽ được sơ đồ nguyên lý và sơ đồ nối dây của hệ thống động cơ- máy phát một chiều kích từ độc lập

- Xây dựng được đặc tính không tải $E=f(n)$

*** Điều kiện cần cho bài học:**

- Thiết bị

+ Động cơ một chiều ,động cơ ba pha xoay chiều

+ Máy phát một chiều

+ dây nối, biến trở

- Dụng cụ đo:

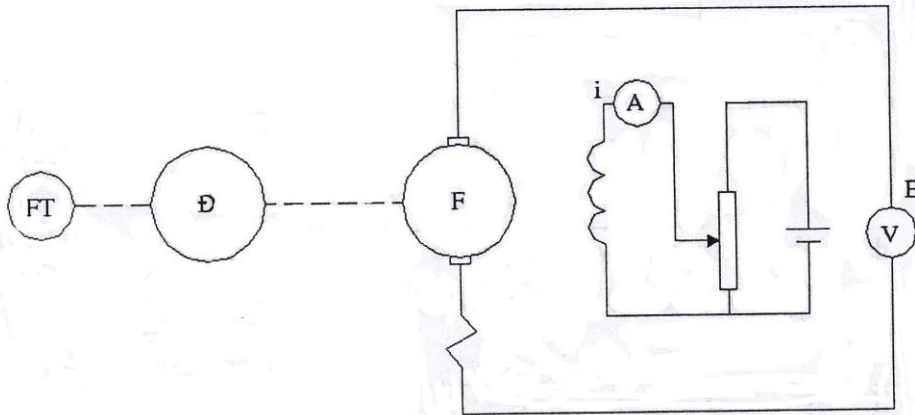
+ Ampe kế, Vôn kế

***Nội dung bài học**

- Nguyên tắc : + Máy phát điện vận hành khi không tải khi máy đã hình thành điện áp trên hai cực nhưng chưa cấp cho phụ tải

+ Nghiên cứu đặc tính không tải là nghiên cứu sự phụ thuộc của sức điện động vào tốc độ quay như thế nào khi dòng kích từ giữ nguyên không đổi

- Sơ đồ nối dây



FT: Máy phát tốc

Đ: Động cơ sơ cấp kéo máy phát

F: Máy phát một chiều

A: đồng hồ ampe kế MA602 để thang 5A

V: đồng hồ vôn kế MX025A để thang 300V

- Cách thực hiện :

+ Cấp nguồn cho cuộn kích từ và điều chỉnh sao cho $i = 0.5A$

+ Thay đổi tốc độ quay của máy phát bằng cách thay đổi tốc độ của động cơ sơ cấp

+ Mỗi giá trị của tốc độ lấy tương ứng giá trị sức điện động E trên hai cực đầu ra của phần ứng

Bảng kết quả đo

i	$i_{const} = 0.5A$
n	
E	

* **Yêu cầu**

- Vẽ hai đặc tính không tải $E = f(n)$

- Rút ra nhận xét

3) *Đặc tính tải $U = f(I)$ và đường cong sụt áp*

* **Mục tiêu:**

Sau khi học xong bài này người học có khả năng :

- Vẽ được sơ đồ nguyên lý và sơ đồ nối dây của hệ thống động cơ- máy phát một chiều kích từ độc lập và phụ tải R
- Xây dựng được đặc tính không tải $U=f(I)$
- Vẽ được đường cong sụt áp $E-U=f(I)$ và đường cong theo định luật Ôm

*** Điều kiện cần cho bài học:**

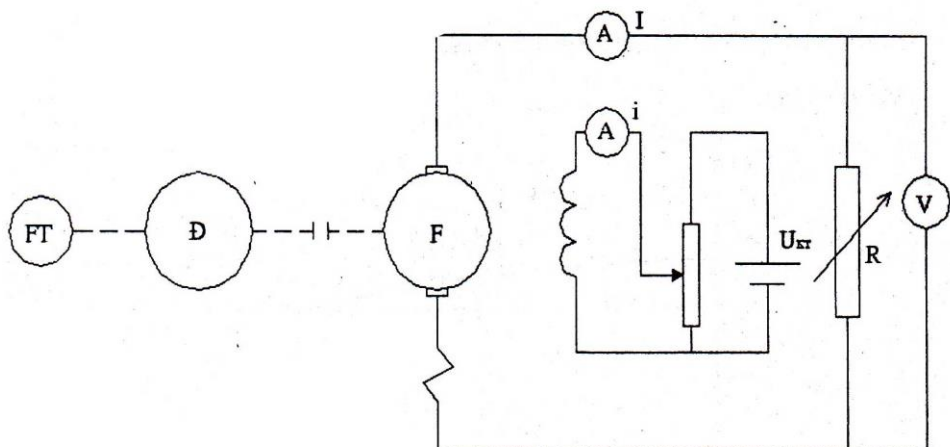
- Thiết bị
 - + Động cơ một chiều ,động cơ ba pha xoay chiều
 - + Máy phát một chiều
 - + dây nối, biến trở
 - + Phụ tải R
- Dụng cụ đo:
 - + Ampe kế, Vôn kế

***Nội dung bài học**

- Nguyên tắc : + Máy phát điện vận hành có tải khi máy đã hình thành điện áp trên hai cực cung cấp dòng điện cho phụ tải

+ Đặc tính tải nghiên cứu sự phụ thuộc của điện áp ở đầu ra của phân ứng vào dòng phụ tải khi tốc độ quay và dòng kích từ giữ nguyên không đổi

- Sơ đồ nối dây



FT: Máy phát tốc

Đ: Động cơ sơ cấp kéo máy phát

F: Máy phát một chiều

A: đồng hồ ampe kế MA602 để thang 5A

V: đồng hồ vôn kế MX025A để thang 300V

R: phụ tải điện R(có sơ đồ nối kèm theo)

- Cách thực hiện :

+ Khởi động máy phát điện điều chỉnh tất cả các tham số quay đến tốc độ định mức n_{dm} , điều chỉnh điện áp ở hai cực đến giá trị U_{dm} ứng với I_{dm} . Sau đó giữ không đổi dòng kích từ $i_{kt} = const$

+ Thay đổi dòng tải I bằng cách thay đổi các khoá chuyển mạch trên phụ tải R. Với mỗi giá trị phụ tải khác nhau ta lấy hai giá trị U và I tương ứng sau khi đã giữ $n = const$

Bảng kết quả đo

n	i	I	U	E-U

*** Yêu cầu**

- Vẽ hai đặc tính tải $U=f(I)$
- Vẽ đường cong suất áp toàn phần trong phần ứng $E-U=f(I)$
- Vẽ đường cong suất áp theo định luật Ôm $U= I.R_v$
- Rút ra nhận xét

3) Đặc tính điều chỉnh $I=f(i)$

*** Mục tiêu:**

Sau khi học xong bài này người học có khả năng :

- Vẽ được sơ đồ nguyên lý và sơ đồ nối dây của hệ thống động cơ- máy phát một chiều kích từ độc lập và phụ tải R

- Xây dựng được đặc tính không tải $I=f(i)$

*** Điều kiện cần cho bài học:**

- Thiết bị

+ Động cơ một chiều ,động cơ ba pha xoay chiều

+ Máy phát một chiều

+ dây nối, biến trở

+ Phụ tải R

- Dụng cụ đo:

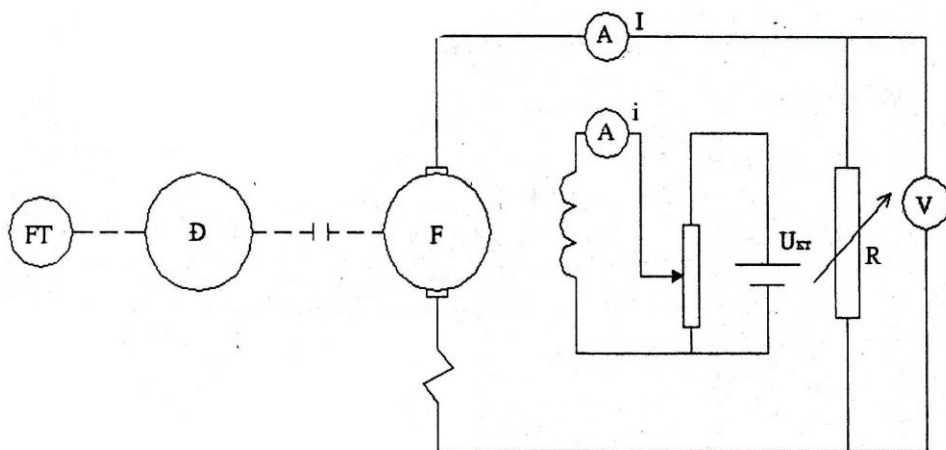
+ Ampe kế, Vôn kế

***Nội dung bài học**

- Nguyên tắc : + Các phụ tải điện cần phải có điện áp không thay đổi khi phụ tải tăng lên phải tăng dòng kích từ tức là tăng sức điện động E để bù trừ phần tăng lên của sụt áp

+ Đường cong điều chỉnh cũng là một đặc tính tải biểu diễn sự biến thiên của dòng kích từ cần thiết để duy trì điện áp không đổi phụ thuộc vào dòng tải I, tốc độ giữ không đổi

- Sơ đồ nối dây



FT: Máy phát tốc

Đ: Động cơ sơ cấp kéo máy phát

F: Máy phát một chiều

A: đồng hồ ampe kế MA602 để thang 5A

V: đồng hồ vôn kế MX025A để thang 300V

R: phụ tải điện R(có sơ đồ nối kèm theo)

- Cách thực hiện :

+ Khởi động máy phát điện quay đến tốc độ định mức n_{dm} giữ không thay đổi, điều chỉnh dòng kích từ sao cho $U=U_{dm}$

+ Tăng dòng tải I từ 0 đến 15A bằng cách thay đổi các khoá chuyển mạch trên phụ tải R. Khi tăng phụ tải làm tăng sụt áp trên máy phát . Muốn giữ cho U không đổi phải thay đổi dòng kích từ. Mỗi giá trị của I lấy tương ứng một giá trị của i

Bảng kết quả đo

n	$n=const$
U	$U=220V=const$
I	
i	

* Yêu cầu

- Vẽ hai đặc tính tải $I=f(i)$

- Rút ra nhận xét

8. Động cơ điện một chiều

Mục tiêu:

- *Biết các loại động cơ điện một chiều*

- *Biết các cách mở máy động cơ điện một chiều*

- *So sánh ưu nhược điểm của các cách mở máy động cơ điện một chiều*

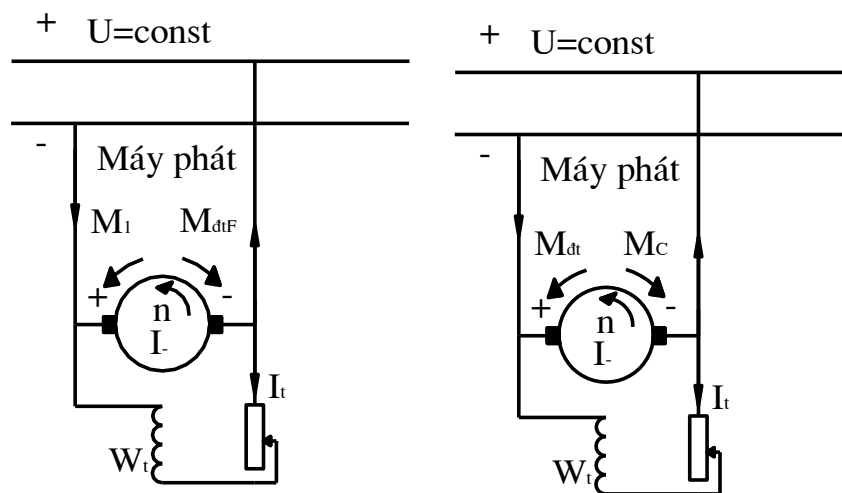
8.1 Đại cương.

Động cơ điện một chiều được dùng rất phổ biến trong công nghiệp, giao thông vận tải và nói chung ở các thiết bị cần điều chỉnh các tốc độ quay liên tục trong một phạm vi rộng rãi.

*** Nguyên tắc nghịch đảo của các máy điện.**

Giả sử máy đang làm việc ở chế độ máy phát trên lưới điện có $U = \text{const}$ và sinh ra M_{dt} là mô men hãm đối với mô men quay M_1 của động cơ sơ cấp kéo máy phát. Lúc đó, dòng điện phần ứng của máy phát: $I_r = (E_r - U)/R_r$.

Nếu giảm Φ hoặc n của máy phát thì s.đ.đ của nó sẽ giảm. Khi giảm một cách thích đáng với $E_r < U$. Lúc đó I_r sẽ đổi dấu và có chiều ngược với chiều ban đầu (h5.36b). Nhưng vì $U = \text{const}$ nên chiều của I_t trong dây quấn kích thích hay là tên của các cực từ chính sẽ không đổi. Như vậy M_{dt} sẽ đổi dấu và máy chuyển sang làm việc ở chế độ động cơ. Tách động cơ sơ cấp kéo máy phát điện ra ta có động cơ điện một chiều. Trong quá trình chuyển đổi như vậy, trên trục máy có 2 động cơ : động cơ sơ cấp và động cơ điện một chiều có thể gây ra hư hỏng cho bộ máy. Cho nên trong sơ đồ của các máy phát điện khi làm việc song song đều có khí cụ điện điều tự động tắt máy phát điện ra khỏi lưới điện khi dòng điện của máy phát điện đổi chiều.

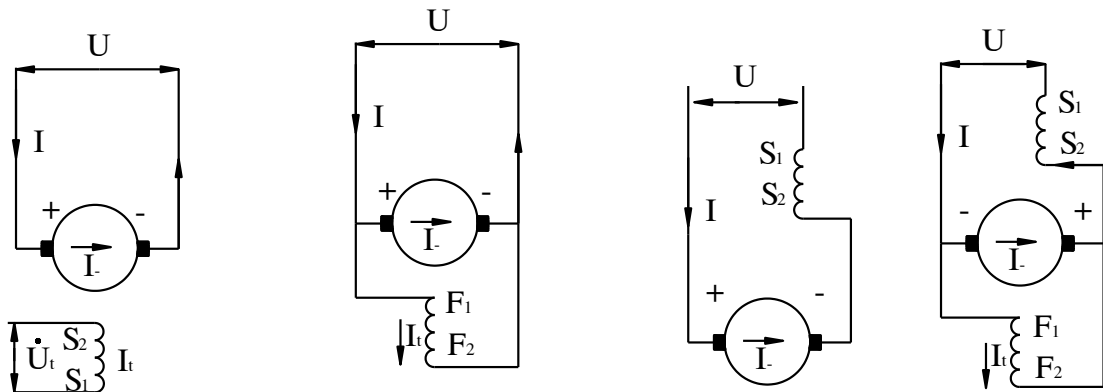


Hình 18-05-24 Chuyển đổi MĐKTSS từ chế độ MF sang chế độ ĐC

* Phân loại các động cơ điện một chiều.

Cũng như máy phát điện, động cơ điện một chiều được phân loại theo cách kích thích thành các động cơ điện một chiều kích thích độc lập, kích thích song song, kích thích nối tiếp và kích thích hỗn hợp. Cần chú ý rằng ở động cơ điện một chiều kích thích độc lập $I_r = I$; ở động cơ điện một chiều kích thích

song song và hỗn hợp $I = I_r + I_t$; ở động cơ điện kích thích nối tiếp $I = I_r = I_t$. Sơ đồ nối dây của chúng tương tự như máy phát được trình bày ở hình 5.37.



Hình 18-05-25 Sơ đồ nguyên lý các động cơ điện 1 chiều.

8.2 Mở máy động cơ điện một chiều.

Quá trình mở máy là quá trình đưa tốc độ động cơ điện từ $n = 0$ đến tốc độ $n = n_{dm}$.

- Yêu cầu khi mở máy.
- Dòng điện mở máy (I_{mm}) phải được hạn chế đến mức thấp nhất
- Moment mở máy (M_{mm}) phải đủ lớn.
- Thời gian mở máy nhỏ
- Biện pháp và thiết bị mở máy phải đơn giản vận hành chắc chắn.

Từ các yêu cầu trên chúng ta có các phương pháp mở máy sau đây:

- Mở máy trực tiếp ($U = U_{dm}$).
- Mở máy bằng biến trở.
- Mở máy bằng điện áp thấp đặt vào phần ứng ($U < U_{dm}$).

Trong tất cả mọi trường hợp khi mở máy bao giờ cũng phải bảo đảm từ thông $\Phi = \Phi_{dm}$ nghĩa là biến trở mạch kích từ R_{dc} phải ở trị số nhỏ nhất để sau khi đóng điện, động cơ được kích thích tối đa và lớn nhất. Phải đảm bảo không để đứt mạch kích thích vì trong trường hợp đó $\Phi = 0$, $M = 0$ động cơ không quay được và do đó sức phản điện động $E_r = 0 \rightarrow I_r = U/R_r$ rất lớn làm cháy dây quấn và vành góp.

Muốn đổi chiều quay của động cơ có thể dùng một trong hai phương pháp hoặc đổi chiều dòng điện phần ứng I_r hoặc đổi chiều dòng điện kích thích

I_t . Thông thường trên thực tế chỉ đổi chiều I_r vì dây quấn kích từ có nhiều vòng dây nên hệ số tự cảm L_t rất lớn và sự thay đổi I_t dẫn đến sự thay đổi s.đ.đ tự cảm rất lớn gây ra điện áp đánh thủng cách điện của dây quấn.

*** Mở máy trực tiếp.**

Phương pháp này được thực hiện bằng cách đóng thẳng động cơ vào nguồn điện với điện áp định mức. Như vậy, ngay lúc khởi động rotor chưa quay $n = 0$ nên $E_r = 0$ và:

$$I_r = I_{mn} \frac{U_{đm} - E_u}{R_u} = \frac{U_{đm}}{R_u}$$

Trong thực tế $R_{r*} = 0,22-0,1 = I_{đm} \cdot R_{đm} / I_{đm} = I_{mm*} = 50-10$

Dòng điện mở máy quá lớn làm hư hỏng ổ góp, xung lực trên trục làm hư hỏng máy. Nên phương pháp này chỉ áp dụng đối với những động cơ công suất nhỏ khoảng vài trăm watt trở xuống vì cỡ công suất này máy có R_r lớn. Do đó, khi mở máy $I_r = I_{mm} \leq (4-6)I_{đm}$.

*** Mở máy nhờ biến trở.**

Để tránh nguy hiểm cho động cơ người ta phải giảm dòng điện mở máy I_{mm} bằng cách nối biến trở mở máy R_{mm} với phần ứng. Dòng điện của phần ứng động cơ được tính theo biểu thức:

$$I_r = \frac{U_{đm} - E}{R + \sum R_{mmi}}$$

Trong đó:

i: chỉ thứ bậc của các bậc điện trở. Trước khi mở máy phải để R_{mmax} , $R_{đcmin}$. Gạt tay gạt T về vị trí I ta có dòng điện mở máy I_{mm1} bằng:

$$I_{mm1} = \frac{U_{đm} - E}{R + \sum R_{mm}}$$

Vì khi mở máy $n = 0$ nên $E_r = C_e \cdot \Phi_\delta \cdot n$. Do dây quấn kích thích được nối trực tiếp với nguồn nên $\Phi = \Phi_{đm}$. Nếu mô men do động cơ sinh ra lớn hơn mô men cản trên trục $M_D > M_C$ thì n tăng $\rightarrow E_r$ tăng $\rightarrow I_r$ giảm $\rightarrow M$ giảm. Khi $I_r = I_{mm2} = (1,1-1,3)I_{đm}$ ta gạt tay gạt T đến vị trí 2 vì một bậc điện trở bị loại trừ nên I_r tăng đến I_{mm1} : I_r tăng $\rightarrow M$ tăng $\rightarrow n$ tăng $\rightarrow E_r$ tăng $\rightarrow I_r$ tăng $\rightarrow M$

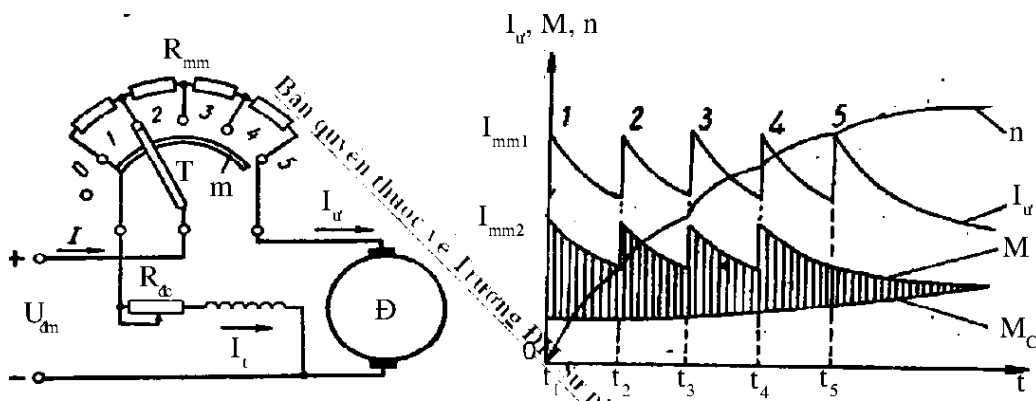
giảm. Khi I_u giảm đến I_{mm2} ta gạt T đến vị trí 3 và lần lượt đến vị trí 4, 5. Quá trình trên cứ lặp lại cho đến khi $n_D = n_{dm}$ thì R_{mm} cũng bị loại trừ khỏi mạch phản ứng. Nếu R_{mm} bị hết mà n_D chưa bằng n_{dm} thì điều chỉnh R_{dc} . Muốn dừng máy ta kéo tay gạt T về vị trí ban đầu số 0, tốc độ máy chậm lại chậm lại, và cắt nguồn điện đưa vào động cơ. Giới hạn trên của dòng điện mở máy I_{mm1} được chọn sao cho thỏa mãn điều kiện đổi chiều dòng điện (tia lửa) trên các chổi than. Giới hạn dưới của dòng điện I_{mm2} được chọn sao cho thỏa mãn điều kiện:

$$M_{dl} = M_D - M_C = J \cdot \frac{d\omega}{dt} > 0$$

J: mô men quán tính của khối quay.

ω : tốc độ góc của rotor.

Thường chọn $I_{mm1} = (1,5-1,75)I_{dm}$, $I_{mm2} = (1,1-1,3)I_{dm}$



Hình 18-05-26 Các quan hệ I_u , M, n theo thời gian khi mở máy động cơ.

* Mở máy bằng điện áp thấp.

Trong các thiết bị công suất lớn, biến trở mở máy rất cồng kềnh và đưa lại năng lượng tổn hao lớn, nhất là khi phải mở máy luôn. Nên trong một số thiết bị người ta dùng mở máy không biến trở bằng cách hạ điện áp đặt vào động cơ lúc mở máy.

Dùng tổ máy phát – động cơ (Hệ thống WARD – LEONARD nguồn điện áp có thể điều chỉnh được của máy phát cung cấp cho phần ứng của động cơ, trong khi đó mạch kích thích của máy phát và động cơ phải được đặt dưới một điện áp độc lập khác. Phương pháp này chỉ áp dụng cho ĐCĐKTĐL. Thường được kết hợp với điều chỉnh n.

Sơ đồ nối dây của hệ thống Ward – Leonard thay đổi điện áp để điều khiển một ĐCĐKTĐL. Hệ thống máy phát – động cơ gồm 3 bộ phận: Máy kích từ nhỏ, động cơ sơ cấp, máy phát điện DC điều khiển.

Thực hành mở máy động cơ điện một chiều kích từ song song

* Mục tiêu:

Sau khi học xong bài này người học có khả năng :

- Vẽ được sơ đồ nguyên lý và sơ đồ nối dây của động cơ một chiều kích từ song song
- Biết cách vận hành động cơ điện một chiều kích từ song song

* Điều kiện cần cho bài học:

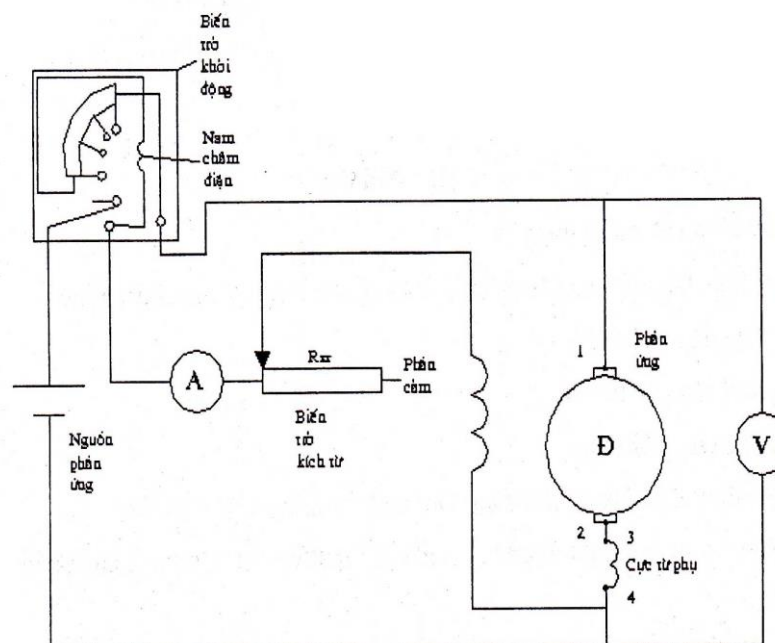
- Thiết bị
- + Động cơ một chiều .
- + Dây nối, biến trở kích từ, biến trở mở máy

- Dụng cụ đo:

- + Ampe kế, Vôn kế

* Nội dung bài học

- Sơ đồ nối dây



Cuộn dây 1-2: cuộn phần ứng

Cuộn dây 3-4: cuộn cực từ phụ

A: đồng hồ ampe kế MA602 để thang 5A

V: đồng hồ vôn kế MX025A để thang 300V

- Cách thực hiện :

+ Mở máy:

- . Bước 1: Đặt biến trở mở máy ở vị trí ngưng (vị trí có điện trở lớn nhất)
- . Bước 2: Đóng nguồn điện áp phản ứng điều chỉnh đến giá trị định mức 220V
- . Bước 3: Đưa biến trở mở máy từ vị trí lớn nhất về nhỏ nhất để dòng kích từ và tốc độ quay đạt giá trị định mức.

+ Dừng động cơ :

. Cắt nguồn cung cấp kiểm tra lại vị trí con trượt của biến trở mở máy ở vị trí mạch phản ứng bị ngắt. Chúng ta chú ý đến cuộn dây phản kích từ phải luôn mắc song song với phản ứng làm thành mạch chống hiện tượng tự cảm gây nguy hiểm cho cách điện cử động cơ.

*** Yêu cầu**

- Mở máy và dừng máy đúng quy trình.

8.3 Đặc tính của động cơ điện một chiều.

Tùy theo cách kích từ động cơ điện một chiều có những tính năng khác nhau biểu diễn bằng các đường đặc tính làm việc, đặc tính cơ khác nhau. Đặc tính quan trọng nhất là đặc tính cơ biểu thị quan hệ giữa tốc độ quay và mô men: $n = f(M)$.

*** Đặc tính cơ và điều chỉnh tốc độ của động cơ điện một chiều.**

Đặc tính cơ

Từ biểu thức: $E_{tr} = C_e \Phi_{\delta} \cdot n$

$$\rightarrow n = \frac{E}{C_e \Phi_{\delta}} = \frac{U - I R}{C_e \Phi_{\delta}} = \frac{U}{C_e \Phi_{\delta}} - \frac{R}{C_e \Phi_{\delta}} I \quad (4)$$

$$\text{Với: } C_e = \frac{pN}{60a}; \quad R_{tr} = R_b + R_{ct} + R_f$$

Trong đó

R_r là điện trở phần ứng

R_b là điện trở dây quấn bù

R_{ct} là điện trở tiếp xúc của chổi than với vành góp

R_f là điện trở dây quấn cực từ phụ

Phương trình (4) được gọi là phương trình đặc tính tốc độ của động cơ $n = f(I_r)$

Vì $M = C_M \Phi_\delta I_r$

$$\text{Nên: } n = \frac{U}{C_e \Phi_\delta} - \frac{R}{C_e \Phi_\delta^2} M \quad (5)$$

Phương trình (5) gọi là phương trình đặc tính cơ của động cơ: $n = f(M)$.

Từ (4) và (5) ta thấy khi phụ tải đặt trên trục động cơ bằng 0, trường hợp lý tưởng

$$I_r = 0 \text{ hoặc } M = 0 \text{ thì } n = \frac{U}{C_e \Phi_\delta} = n_0: \text{ tốc độ không tải lý tưởng.}$$

$$\text{Tại } n = 0 \text{ ta có: } I_r = \frac{U}{R} = I_n$$

$$M = C_M \Phi_\delta \frac{U}{R} = C_M \Phi_\delta I_n = M_n$$

$$\text{Đặt: } \frac{R}{C_e \Phi_\delta} = \text{tg } \alpha' \quad \text{và} \quad \frac{R}{C_e \Phi_\delta^2} = \text{tg } \alpha$$

Và

Là hệ số góc đặc tính tốc độ và đặc tính cơ:

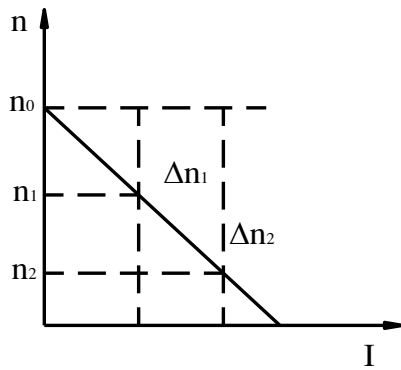
$$\frac{R}{C_e \Phi_\delta} I = \Delta n' \quad \text{và} \quad \frac{R}{C_e \Phi_\delta^2} M$$

Độ sụt tốc độ của đặc tính tốc độ và đặc tính cơ tại một giá trị dòng điện và mô men nhất định.

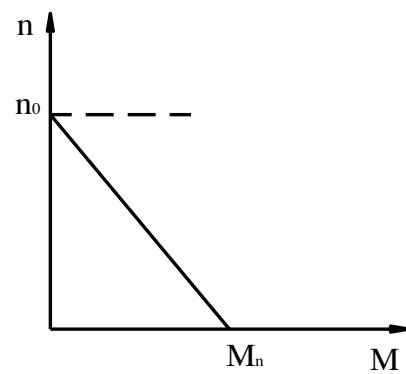
Đặc tính cơ và đặc tính tốc độ của động cơ có độ dốc không đổi còn độ sụt tốc độ biến đổi theo dòng điện và mô men.

$$n = n_0 - \Delta n$$

$$\Delta n = n_0 - n$$



Hình 18-05-27 Đặc tính cơ của Động cơ một chiều kích từ độc lập



Hình 18-05-28 Đặc tính cơ của động cơ kích từ độc lập

Trong truyền động điện một vấn đề tương đối quan trọng được đặt ra là phải có sự phối hợp tốt đặc tính cơ của động cơ điện và động cơ của phụ tải hoặc máy công tác. Thí dụ: tốc độ của hệ thống phải không đổi hay thay đổi nhiều khi mô men tải thay đổi và để thỏa mãn các yêu cầu đó cần phải dùng các loại động cơ điện khác nhau có đặc tính cơ thích hợp. Sự phối hợp của các đặc tính cơ của động cơ điện và của tải còn phải đảm bảo được tính ổn định trong chế độ làm việc xác lập cũng như trong quá trình quá độ. Để nghiên cứu điều kiện làm việc ổn định của hệ thống truyền động ta xét đặc tính cơ $M_d = f(n)$ của động cơ và $M_c = f(n)$ của tải. Giả sử tốc độ động cơ từ n_{A1} thì động cơ tạo ra một mômen động

$$\text{lực dương: } M_{dI} = M_D - M_C = J \cdot \frac{d\omega}{dt} > 0$$

Trong đó:

$$J = \frac{GD^2}{4g} : \text{Mô men quán tính của khối quay đã quy đổi về trục động}$$

cơ.

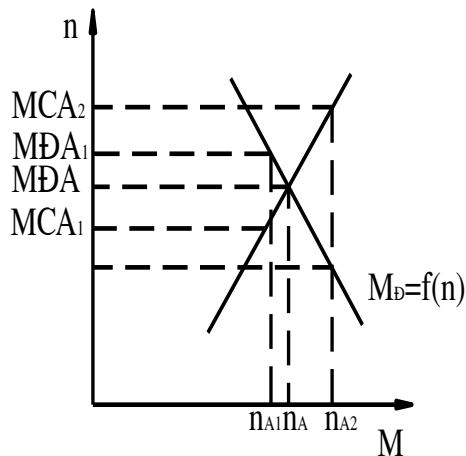
D: Đường kính của khối quay.

g: Gia tốc trọng trường, $g = 10\text{m/s}^2$.

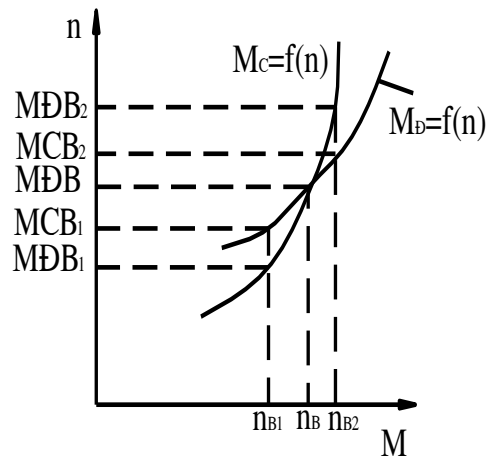
Mô men động lực dương làm cho tốc độ quay tăng lên n_A .

Ngược lại, giả sử tốc độ động cơ từ n_A tăng lên n_{A2} thì động cơ sinh ra $M_{dI} = M_D - M_C < 0$ làm cho tốc độ giảm xuống n_A . Do đó điểm A là điểm

làm việc ổn định. Điều kiện làm việc của động cơ: $\frac{dM_D}{dn} < \frac{dM_C}{dn}$



Hình 18-05-29 Chế độ làm việc ổn định của động cơ điện một chiều



Hình 18-05-30 Chế độ làm việc không ổn định của động cơ điện một chiều

Giả sử tốc độ động cơ từ n_B giảm xuống đến n_{B1} thì động cơ tạo ra một mô men động lực âm $M_{dl} = M_D - M_C < 0$ làm cho tốc độ giảm tiếp xuống $n < n_{B1}$ cho đến khi $n = 0$. Giả sử tốc độ động cơ từ n_B tăng lên n_{B2} thì làm cho tốc độ động cơ tăng nhanh hơn nữa.

Do đó, điểm B là điểm làm việc không ổn định. Ta có điều kiện làm việc không ổn định của động cơ như sau: $\frac{dM_D}{dn} > \frac{dM_C}{dn}$

a) Điều chỉnh tốc độ động cơ

Dựa vào các biểu thức (4) và (5) ta thấy rằng để thay đổi từ thông Φ_δ , điện áp đặt vào phần ứng U và điện trở phụ trên mạch phần ứng.

-Thay đổi từ thông Φ_δ : khi máy làm việc bình thường $\Phi_\delta = \Phi_{\delta_{dm}}$ ứng với dòng điện kích từ (I_{tdm}) phương pháp này chỉ giảm chứ không tăng Φ_δ được vì không cho phép điện áp đặt vào dây quấn kích từ vượt quá giá trị định mức. Khi giảm thì $n > n_{dm}$ tức là điều chỉnh tốc độ n trong vùng trên của n_{dm} và giới hạn điều chỉnh tốc độ được hạn chế bởi các điều kiện cơ khí và đổi chiều của máy.

-Thay đổi điện áp U : Phương pháp này chỉ cho phép thay đổi được tốc độ dưới tốc độ định mức. Phương pháp này không gây nên tổn hao phụ nhưng đòi hỏi phải có nguồn điện áp riêng điều chỉnh được.

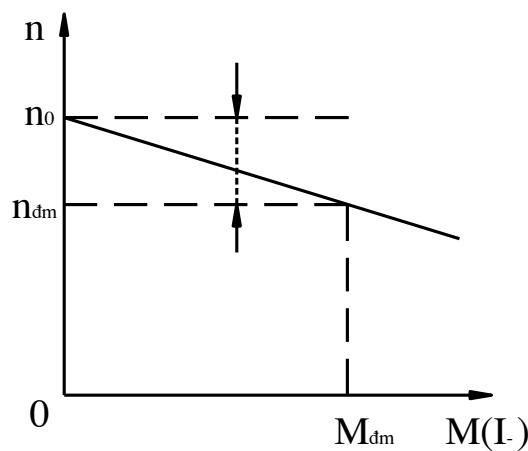
-Thay đổi điện trở phụ trên mạch phản ứng R_f : khi thêm R_f độ dốc đường đặc tính cơ động cơ tăng lên làm tốc độ động cơ giảm xuống.

Ưu điểm: thiết bị điều chỉnh đơn giản làm việc chắc chắn.

Khuyết điểm: gây tổn hao trên điện trở phụ.

Sau đây ta sẽ xét đặc tính cơ và phương pháp điều chỉnh tốc độ của từng loại động cơ điện một chiều.

A .Động cơ điện một chiều kích thích song song (KTSS) hoặc động cơ điện một chiều kích thích độc lập (KTĐL) :



Hình 18-05-31 Họ đặc tính cơ của động cơ kích từ độc lập

a) Đặc tính cơ :

$$n = f(M) \text{ KHI } u = \text{const}, I_t = \text{const}$$

Khi M hoặc I_r biến thiên $\Phi_\delta = \text{const}$ nếu bỏ qua ảnh hưởng của phản ứng phản ứng , ta có thể viết phương trình đặc tính cơ:

$$n = n_0 - \frac{R}{C_e \Phi_\delta^2} M$$

$$n = n_0 - \frac{R}{k} M$$

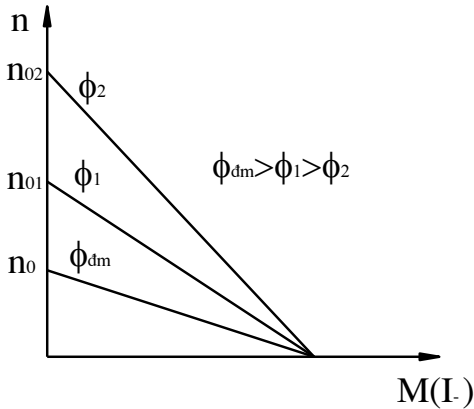
Đặc tính cơ là một đường thẳng như đã biết. Đường đặc tính cơ ứng với $R_f = 0$ gọi là đường đặc tính cơ tự nhiên. Đặc tính cơ của động cơ điện rất cứng, tốc độ thay đổi ít khi M , I_r thay đổi nên động cơ thường được sử dụng trong các trường hợp $n = \text{const}$ khi thay đổi phụ tải, như máy cắt gọt kim loại, quạt....

b. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi từ thông

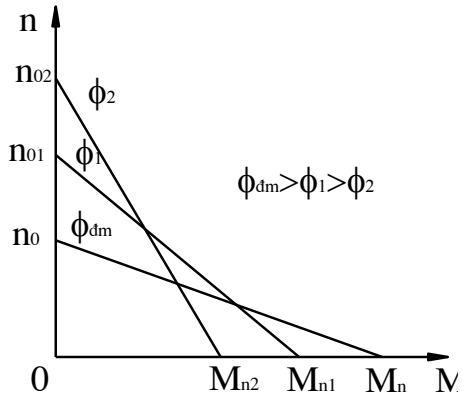
Khi thay đổi từ thông Φ_δ ($\Phi_\delta < \Phi_{dm}$) thì đặc tính cơ và đặc tính tốc độ sẽ biến thiên theo những quy luật khác nhau.

$$\text{Từ: } n = \frac{U}{C_e \Phi_\delta} - \frac{R}{C_e \Phi_\delta} I = n_0 - \frac{R}{C_e \Phi_\delta} I$$

$$\text{Đối với họ đặc tính cơ, từ: } n = n_0 - \frac{R}{C_e C_M \Phi_\delta^2} M$$



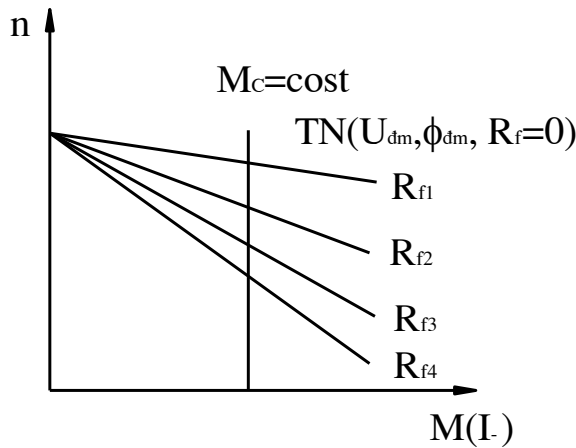
Hình 18-05-32 Đặc tính cơ khi thay đổi Φ



Hình 18-05-33 Đặc tính cơ khi thay đổi Φ

Ta thấy Φ_δ giảm thì n_0 tăng và $\text{tg}\alpha = \frac{R}{C_e C_M \Phi_\delta^2}$ tăng nhanh còn $M_n = C_M \cdot \Phi_\delta \cdot I_n$ giảm dần.

b) Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện trở phụ R_f trên mạch phản ứng U_{dm} , Φ_{dm} , $M_C = C^{te}$.



Hình 18-05-34 Đặc tính cơ khi thay đổi điện trở phụ

$$\text{Từ: } n = \frac{U}{C_e \Phi_\delta} - \frac{R}{C_e C_M \Phi_\delta^2} M$$

Với $R = R_U + R_f$ khi R_f biến thiên thì $n = \frac{U}{C_e \Phi_\delta} = C^{te}$ còn $t\alpha =$ biến

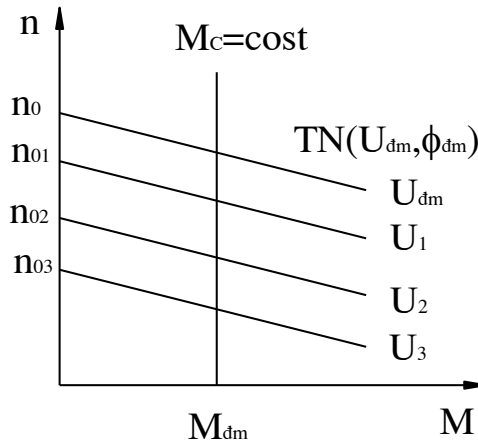
đổi bậc nhất.

Vậy khi R_f thay đổi ta có họ đặc tính cơ thay đổi đi qua điểm n_0 và độ dốc tăng dần (mềm dần) khi R_f tăng.

c) Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp U đặt vào phần ứng (Φ_{dm})

Khi thay đổi điện áp ($U < U_{dm}$), n_0 thay đổi tỉ lệ thuận với U , còn $t\alpha =$

$$\frac{R}{k} = \text{const.}$$



Hình 18-05-35 Đặc tính cơ khi thay đổi điện áp phần ứng.

Ta có một họ đặc tính cơ song song nhau và thấp dần khi U giảm dần.

B. Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp (ĐCĐMCKTNT)

a) Phương trình đặc tính cơ

Trong ĐCĐMCKTNT $I_u = I_t = I$ cho nên khi M_C biến thiên thì I_u biến thiên, I_t biến thiên (từ trường của động cơ, Φ biến thiên).

Theo đặc tính của mạch từ thì quan hệ $\Phi = f(I_t)$ là tuyến tính khi mạch từ chưa bão hòa. Trong động cơ điện kích thích nối tiếp khi $M_C = 0-3.M_{cđm}$ thì mạch từ của chúng làm việc trên một loạt chế độ khác nhau từ chưa bão hòa, bão hòa cho đến bão hòa sâu. Nếu giả thiết mạch từ chưa bão hòa: $\Phi \approx I_t$, $\Phi \approx k_\Phi I_t$, $k_\Phi = C^{te}$ trong vùng $I < 0,8I_{dm}$. Dựa vào phương trình đặc tính tốc độ

động cơ điện một chiều nói chung thì phương trình đặc tính tốc độ của ĐCĐKTNT có dạng:

$$n = \frac{U}{C_e k_\Phi I} - \frac{R}{C_e k_\Phi I} I$$

$$\text{Đặt: } A = \frac{U}{C_e k_\Phi I} \quad \text{và} \quad B = \frac{R}{C_e k_\Phi I}$$

$$\text{Thì: } n = \frac{A}{I} - B \quad (6)$$

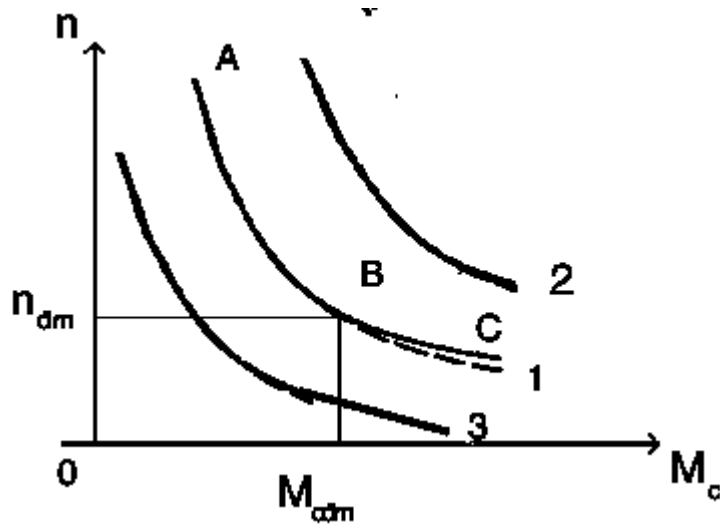
$$\text{Muôn có phương trình đặc tính cơ chỉ cần thay: } I_r = \frac{M}{C_M \Phi} = \frac{M}{C_M k_\Phi I}$$

$$\text{Từ đó ta có: } I_r = \sqrt{\frac{M}{C_M \Phi}} = \frac{\sqrt{M}}{\sqrt{C_M \Phi}}$$

$$\text{Thế } I_r \text{ vào (1) và đặt } A = \sqrt{C_M \Phi} = C = C^{\text{te}}$$

$$\text{Ta có phương trình đặc tính cơ: } n = \frac{C}{\sqrt{M}} - B \quad (7)$$

Từ (6) và (7) ta thấy đặc tính tốc độ và đặc tính cơ của ĐCĐMCKTNT có dạng hyperbol với điều kiện mạch từ chưa bão hòa.



Hình 18-05-36 Đặc tính cơ của động cơ kích từ nối tiếp

Trong thực tế, các ĐCĐMCKTNT được chế tạo làm việc với mạch từ bão hòa khi $M_c > M_{cđm}$. Nghĩa là khi $M_c > M_{cđm}$ thì đặc tính cơ và đặc tính tốc độ tuân theo qui luật hyperbol. Còn khi $M_c < M_{cđm}$ thì M_c tăng Φ hầu như không đổi có đoạn đặc tính gần như đường thẳng.

AB: hyperbol BC: đường thẳng.

b) Điều chỉnh tốc độ

b1) Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi từ thông

Nếu dòng điện kích thích lúc đầu là $I_{ur1} = I_{t1}$ thì sau khi nối: $I_{t2} = k.I_{ur1}$

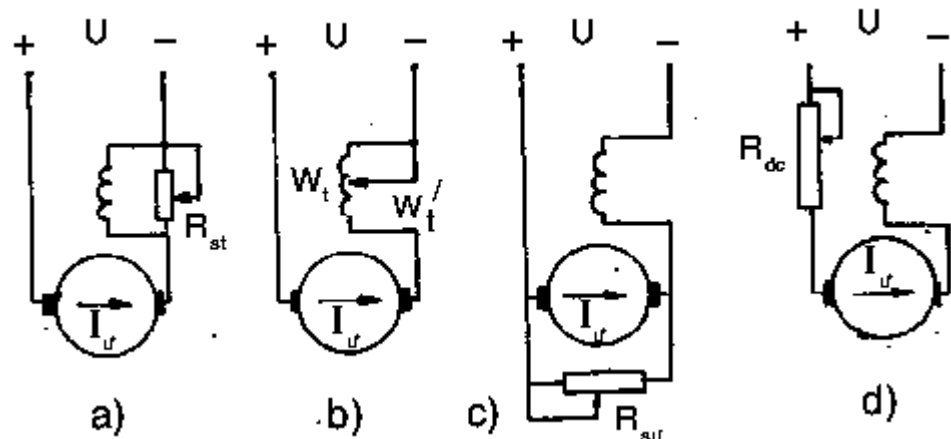
với k là hệ số hiệu chỉnh:

$$k = \frac{R_{st}}{R_t + R_{st}}$$

$$k = \frac{W'_t}{W_t} < 1$$

Trong đó: w'_t số dây quấn kích thích sau khi nối theo b.

Như vậy $\Phi_2 = k.k_\phi.I_{ur1}$ nên $\Phi_\delta < \Phi_{\delta dm}$, n tăng (đặc tính cơ 2). Trường hợp c: mắc như vậy thì tổng trở giảm, $I = I_t$ tăng, n giảm ứng với đường đặc tính cơ 3.



Hình 18-05-37 sơ đồ điều chỉnh tốc độ động cơ kích từ nối tiếp

b2) Thêm R_f vào mạch phản ứng:

Lúc mạch từ bão hòa coi $\Phi_D = C^{te}$ giống như động cơ điện kích từ song song.

Lúc mạch từ không bão hòa từ thông tỉ lệ với I_{ur} . Đối với hệ thống có quán tính cơ đủ lớn, ta có thể viết phỏng chừng phương trình s.đ.đ đối với thời gian D_t ngay sau khi đặt thêm R_f và dưới dạng:

$$n = \frac{U - RI}{C_e \Phi}$$

$$C'_E = C_E \Phi$$

$$U = C'_E \cdot n \cdot I'_r (R_D + R_f)$$

$$C'_E \cdot n \cdot I'_r = C_E \cdot k_\Phi \cdot I'_r \cdot n.$$

Từ đó ta có dòng điện phần ứng sau khi đặt R_f là:

$$I'_r = \frac{U}{C'_E \cdot n + (R_D + R_f)}$$

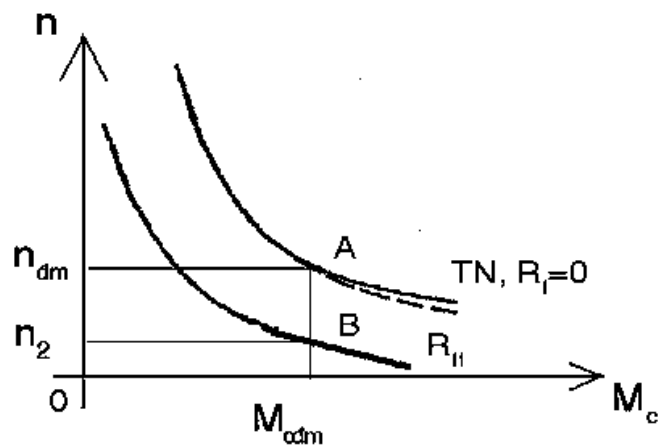
Dòng điện phần ứng trước khi đặt biến trở:

$$I_r = \frac{U}{C'_E \cdot n + R_D}$$

$$\text{Ta lập được tỉ số: } I'_r = I_r = \frac{C'_E \cdot n + R_D}{C'_E \cdot n + (R_D + R_f)}$$

Khi đặt điện trở vào làm dòng điện phần ứng giảm, mô men giảm nếu $M_c = C^{te}$ thì $M_{dl} = M_D - M_C < 0$ làm tốc độ quay giảm, sức điện động giảm, dòng điện phần ứng tăng đến trị số ban đầu và làm ổn định ở $n_2 < n_{dm}$.

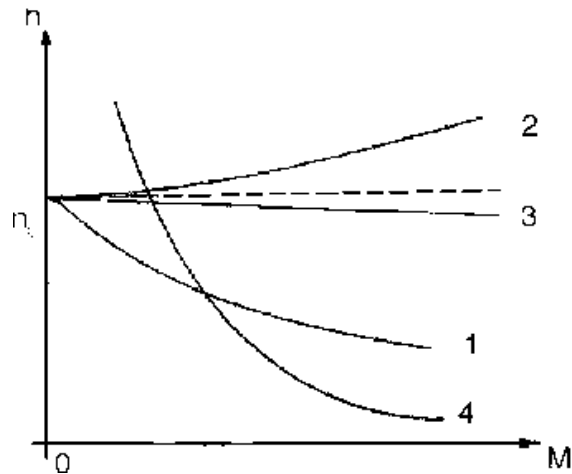
$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U - I (R_D + R_f)}{U - R I}$$



Hình 18-05-38 tính cơ của động cơ kích từ nối tiếp khi thay đổi tốc độ

b3) Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện áp.

Chỉ có thể điều chỉnh được các tốc độ $n < n_{dm}$. Được thực hiện bằng cách đổi nối song song thành nối tiếp hai động cơ. Hiệu suất cao không gây tổn hao phụ.



Hình 18-05-39 tính cơ của ĐCKTHH so với các ĐC khác

C. Động cơ điện một chiều kích từ hỗn hợp (ĐCĐMCKKTHH)

Đặc tính cơ của ĐCĐMCKKTHH bù là đặc tính trung gian giữa đặc tính cơ của ĐCĐMCKKTSS và ĐCĐMCKKTNT.

Tốc độ của ĐCĐMCKKTHH được điều chỉnh như ĐCĐMCKKTSS hoặc ĐCĐMCKKTNT. Động cơ điện loại này thường được sử dụng trong các trường hợp M_{nm} lớn, n biến thiên trong một phạm vi rộng.

Đặc tính cơ của động cơ điện:

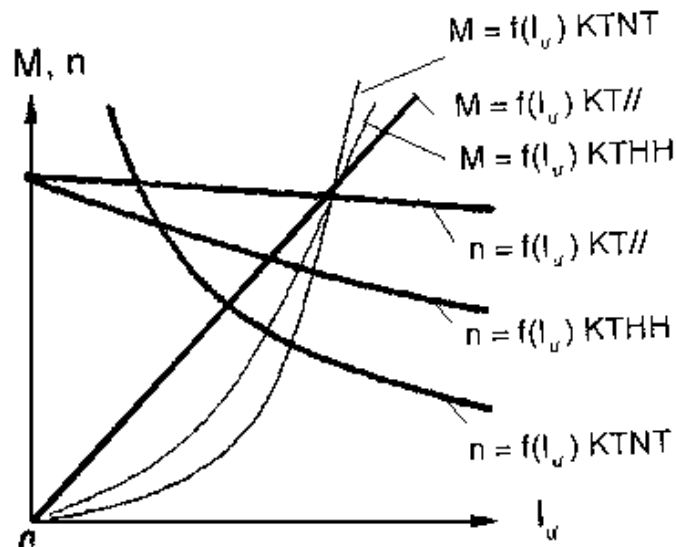
Đường 1: ứng với hỗn hợp bù (nối thuận)

Đường 2: Hỗn hợp ngược (nối ngược)

Đường 3: Kích thích song song.

Đường 4: Kích thích nối tiếp.

*** Đặc tính làm việc của động cơ điện một chiều.**



Hình 18-05-40 tính cơ của ĐCKTHH so với các ĐC khác.

Đặc tính làm việc của ĐCĐMC biểu thị quan hệ n , M , η theo dòng điện: $n = f(I_u)$, $M = f(I_u)$, $\eta = f(I_u)$ khi $U = U_{đm} = C^{te}$.

a. Đặc tính tốc độ:

$$n = f(I_u) \text{ khi } U = C^{te}$$

$$n = \frac{U}{C_E \Phi_\delta} - \frac{R}{C_E \Phi_\delta} I$$

Về căn bản đặc tính tốc độ $n = f(I_u)$ tương tự như đặc tính cơ đã biết.

b. Đặc tính mô men $M = f(I_u)$ khi $U = C^{te}$.

$$\text{Biểu thị quan hệ: } M = C_M \cdot \Phi_\delta \cdot I_u$$

ở động cơ điện kích thích song song: khi $U = C^{te}$ thì $\Phi = C^{te}$ quan hệ

$M = f(I_u)$ là đường thẳng.

Ở ĐCĐMCKKTNT: khi $\Phi \approx I_u$ thì $M \approx I_u^2$ đường cong có dạng parabol.

Ở ĐCĐMCKKTHH: đường đặc tính mô men là đường trung gian của ĐCĐMCKTSS và KTNT.

c. Đặc tính hiệu suất $\eta = f(I_u)$ khi $U = C^{te}$, $I_t = C^{te}$

Từ công thức:

$$\eta\% = \left(1 - \frac{\sum P}{P_1}\right) 100 = \left(1 - \frac{\sum P}{U(I + I_t)}\right) 100 = \left(1 - \frac{P_0 + P_{Cu} + I^2 R + P_{tx} + P_t}{U(I + I_t)}\right) 100$$

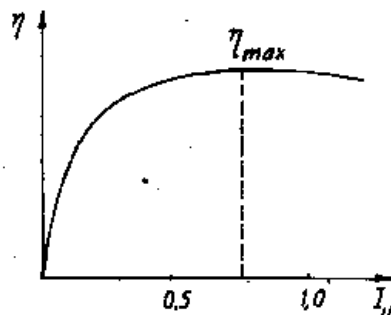
Trong đó:

P_0 : tổn hao không tải (tổn hao cơ P_{c0} , tổn hao thép P_{Fe} , tổn hao phụ P_f).

$P_t = U_t I_t$ tổn hao trên mạch kích từ.

$I_u^2 \cdot R_u$ tổn hao đồng trên dây quấn phần ứng.

$P_{tx} = \Delta U_{tx} \cdot I_u$ tổn hao do tiếp xúc giữa vành góp và chổi than.



Hình 18-05-41 Tính hiệu suất của động cơ điện một chiều

Vì rằng ở các điều kiện ta đang xét $n = C^{te}$, $I_t = C^{te}$, $F = C^{te}$ nên có thể coi như $P_0 + P_t = C^{te}$. Điện trở R_u được tính ở nhiệt độ $t^0 = 75^0C$ cho nên $I_u^2 \cdot R_u \approx I_u^2$. Đối với các chổi than $\Delta U_{tx} = 2V$ do đó $\Delta U_{tx} \cdot I_u$ tỉ lệ với I_u . Bỏ qua dòng I_t ở mẫu số công thức (6). Lấy đạo hàm bậc nhất $d\eta/dI_u$ và cho nó bằng không thì điều kiện để hiệu suất của động cơ điện kích từ song song là cực đại được viết dưới dạng:

$$P_0 + P_{Cu t} = I_u^2 \cdot R_u$$

Nghĩa là hiệu suất của động cơ điện đạt tới trị số cực đại η_{max} của nó ở phụ tải mà các tổn hao không đổi bằng với tổn hao biến đổi theo bình phương của dòng điện I_u . Ở một phụ tải nhất định phân phối của tổn hao như vậy ta sẽ có hiệu suất cực đại. Trên hình vẽ ta có trị số η_{max} khi $P_2 \approx 0,75P_{dm}$.

Thông thường đối với các động cơ công suất nhỏ $\eta = 75-85\%$. Đối với các động cơ công suất trung bình và lớn $\eta = 85-95\%$.

Thực hành đặc tính không tải của động cơ điện một chiều kích từ song song

* Mục tiêu:

Sau khi học xong bài này người học có khả năng :

- Vẽ được sơ đồ nguyên lý và sơ đồ nối dây của động cơ một chiều kích từ song song

- Xây dựng được đặc tính không tải $n=f(i)$ của động cơ điện một chiều kích từ song song

* Điều kiện cần cho bài học:

- Thiết bị

+ Động cơ một chiều .

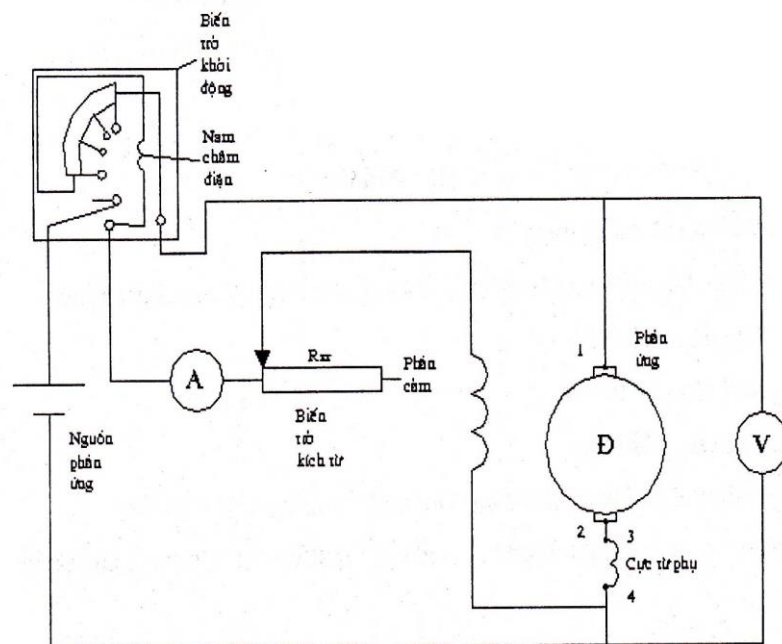
+ Dây nối, biến trở kích từ, biến trở mở máy

- Dụng cụ đo:

+ Ampe kế, Vôn kế, đồng hồ đo tốc

* Nội dung bài học

- Sơ đồ nối dây



Cuộn dây 1-2: cuộn phân ứng

Cuộn dây 3-4: cuộn cực từ phụ

A: đồng hồ ampe kế MA602 để thang 5A

V: đồng hồ vôn kế MX025A để thang 300V

- Cách thực hiện :

+ Đặt vấn đề: động cơ vận hành không tải tức là trên trục động cơ không nối đến một cơ cấu hoan\ực một máy công tải nào.

Đặc tính không tải cho biết khả năng điều chỉnh tốc độ quay động cơ

Bước 1: Khởi động động cơ, điều chỉnh điện áp đến giá trị định mức $U = 220V$

Bước 2: Thay đổi từ thông phần cảm tức là thay đổi dòng kích từ nhờ biến trở kích từ. Lấy ra giá trị tương ứng của tốc độ quay n

Chú ý: Chọn điện áp của biến trở kích từ gần đúng bằng 2 lần điện trở phần cảm để tốc độ không vượt quá giá trị tốc độ lật của động cơ

Không được cắt mạch phần cảm khi phần ứng vẫn còn điện áp, gây nguy hiểm cho động cơ

Lập bảng số liệu

U	U =const = 220V					
i						
n						

* Yêu cầu

- Vẽ đặc tính không tải $n=f(i)$.

- Rút ra nhận xét

Câu hỏi

1. Phân loại động cơ điện một chiều
2. Điều kiện làm việc ổn định của động cơ điện. So sánh các loại động cơ điện về phương diện này.
3. So sánh các đặc tính tốc độ và đặc tính cơ của động cơ điện một chiều.
4. Hiện tượng gì xảy ra khi mở máy động cơ điện kích thích song song trong trường hợp mạch kích từ bị đứt. Cũng như vậy trong trường hợp điện trở điều chỉnh trên mạch kích thích R_{dc} quá lớn.

5. Các phương pháp mở máy và điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều các loại.

9. Dây quấn phần ứng máy điện một chiều.

9.1. Khái niệm về dây quấn phần ứng máy điện một chiều.

a. Dây quấn xếp.

* Dây quấn xếp đơn

Dây quấn xếp đơn có đặc điểm là đầu và cuối phần tử nối với hai phiến góp nằm cạnh nhau và đầu mỗi phần tử kế tiếp nối với cuối phần tử trước. Cuối của phần tử sau cùng nối với đầu của phần tử thứ nhất tạo thành dây quấn khép kín.

Tùy theo giá trị ta phân biệt các dây quấn với bước đủ, với bước ngắn hay bước dài. Ở loại thứ nhất $\xi = 0$ và $y_1 = u_{nt}$, ở loại thứ hai giá trị ξ được trừ đi ($y_1 > u_{nt}$), ở loại thứ ba giá trị ξ được cộng vào ($y_1 > u_{nt}$). Dây quấn bước ngắn hay được dùng (dấu trừ trong công thức tính bước y_1) vì nó có chiều dài phần đầu nối ngắn và với một bước hơi ngắn nào đó sẽ có ảnh hưởng tốt đến đôi chiều quay của máy.

Dây quấn xếp bắt chéo (trái) có được khi bước tổng hợp là âm $y = y_1 - y_2 = -1$ (bước thứ hai lớn hơn bước thứ nhất). Ở trường hợp này chiều di chuyển từ một cạnh sang cạnh kia của cuộn dây theo sơ đồ dây quấn ngược với chiều di chuyển trên vành góp (Do đó dây quấn xếp như vậy còn được gọi là dây quấn ngược. Khi bước tổng hợp dương ta có dây quấn xếp không bắt chéo hay quấn xuôi (phải). Dây quấn không bắt chéo được sử dụng nhiều vì đơn giản, chế tạo dùng ít đồng. Ở dây quấn xếp đơn số cọc chổi trên giá chổi luôn bằng số cực.

* Dây quấn xếp phức tạp

Dây quấn xếp phức tạp được dùng để tăng số nhánh song song của dây quấn phần ứng và được đặc trưng bởi bội số m xác định số dây quấn xếp đơn tạo thành nó.

Phổ biến nhất là các dây quấn xếp phức tạp có bội số bằng hai và hiếm hơn bằng ba. Khi số phiến góp chẵn và $y_k = m = 2$ ta được dây quấn hai mạch kín.

Trong các máy với dây quấn xếp phức tạp chổi điện phải phủ lên không ít hơn m bước góp, nghĩa là có bao nhiêu dây quấn đơn thì phải phủ bấy nhiêu phiên góp. Ở trường hợp đó các dây quấn xếp đơn được nối song song.

b. Dây quấn sóng.

Trong dây quấn sóng các phiên góp nối với hai đầu của một phần tử được đặt cách nhau hai bước cực. Dây quấn sóng cũng có thể bắt chéo hoặc không bắt chéo. Dây quấn không bắt chéo hình thành khi các chiều đi vòng quanh phần ứng và quanh vành góp là khác nhau và do đó là dây quấn ngược. Trong dây quấn song, quấn xuôi các đầu dây của phần tử bắt chéo nhau. Để dẫn dòng điện ra ở dây quấn song, chỉ cần hai bộ chổi điện bố trí trên hai cọc chổi bằng số cực chính của máy. Ở dây quấn song, đầu máy tương đối lớn vì có nhiều phần tử nối tiếp nhau.

Như công thức xác định bước tổng hợp, dây quấn sóng, không thể thực hiện được với các giá trị bất kỳ của K và p . Thí dụ để bước $y = y_k$ biểu thị được bằng số nguyên khi số đôi cực là chẵn thì số phiên góp phải là lẻ. Nếu nó cũng chẵn thì sẽ còn lại một phần tử tự do (không nối với vành góp), ta có dây quấn phần tử "chết". Dây quấn như vậy dùng để thống nhất hóa số rãnh lõi thép phần ứng. Nếu phải sử dụng vành góp có số phiên không cho phép có được bước y_k là số nguyên (thí dụ $2p = 4$, $Z = 42$, $u_r = 2$ và $K = 84$) người ta dùng dây quấn sóng khép kín nhân tạo. Bước tổng hợp và bước trên vành góp của dây quấn đó có hai giá trị. Giá trị thứ hai $y' = y'_k$ được tính với giả thiết số phiên góp và phần tử tăng thêm một đơn vị (thêm một đơn vị vào số K trong công thức). Bước thứ hai của dây quấn sóng khép kín nhân tạo cũng có hai giá trị, vì nó bằng hiệu $y_2 = y - y_1$. Khi thực hiện dây quấn bắt đầu từ phiên góp 1 ở đó có dây đảo ngược nối vào, các bước trên vành góp y_k và k_k lần lượt xen kẽ nhau. Sau khi đi vòng toàn bộ dây quấn cuối của phần tử (cuối cùng) được nối vào phiên 1 nhờ dây đảo ngược nói trên.

c. Dây quấn sóng phức tạp

Giống như dây quấn xếp phức tạp, dây quấn sóng phức tạp được đặc trưng bởi bội số m , bằng số dây quấn sóng đơn tạo thành dây quấn sóng phức

tạp đó. Mỗi vòng quanh phần ứng dây quấn sóng phức tạp kết thúc ở phiến góp không nằm cạnh phiến xuất phát như ở dây quấn sóng đơn mà cách m bước góp. Dây quấn sóng nhiều mạch kín được hình thành khi bước y_k và số đôi mạch nhánh $a = m$ có ước số chung lớn nhất t . Khi đó dây quấn sẽ gồm có t mạch kín, khi $t = 1$ ta có dây quấn một mạch kín. Dây quấn hai mạch kín ($t = 2$) là phổ biến nhất. Nó được dùng trong các máy nhiều cực, điện áp nâng cao. Cũng như đối với dây quấn xếp phức tạp, ở dây quấn sóng phức tạp chổi điện phải phủ không dưới m phiến góp.

9.2. Quấn lại dây quấn phần ứng.

a. Tháo và vệ sinh.

- + Tháo từ ngoài vào trong: vỏ nhựa dưới đáy, chổi than, công tắc nguồn và điều chỉnh tốc độ, vỏ nhựa ở thân máy, rô to, stato, các bánh răng giảm tốc độ.
- + Tách rời các bộ phận động cơ giữ lại phần cần quấn dây.
- + Dùng mỏ hàn, máy hút thiếc tháo mối hàn đầu bôi dây với các phiến góp.
- + Tháo dây quấn hỏng ra khỏi rãnh rôto.
- + Quan sát cấu tạo các chi tiết: chổi than, rôto, stato, công tắc, ổ bạc, dây quấn, cổ góp điện.
- + Quan sát động cơ bị cháy hỏng tìm nguyên nhân để khắc phục lần sau
- + Làm vệ sinh các phiến góp lõi thép phải quan sát bên trong rãnh vệ sinh sạch cách điện cũ, các lớp verni khô bị cháy còn sót lại bằng dao cạo hoặc rửa tròn, dùng khí nén thổi sạch.

b. Khảo sát và vẽ lại sơ đồ dây quấn.

Đầu tiên, muốn dựng sơ đồ khai triển dây quấn xếp, ta cần chú ý đến một số công thức và định nghĩa dùng trong dây quấn xếp như sau:

* Các công thức dựng cho dây quấn xếp.

Gọi: z : số rãnh thực của rôto.

z_0 : Số rãnh phân tử (rãnh nguyên tố) của rôto.

k : Tổng số phiến góp.

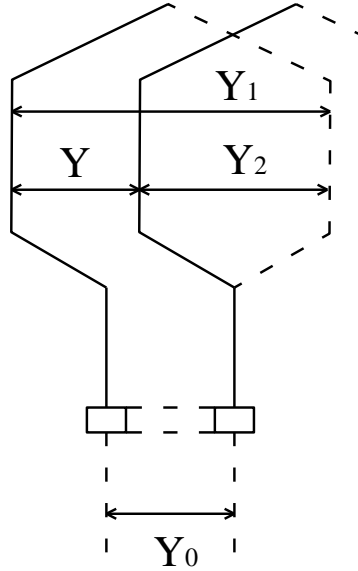
u : Số đôi cạnh tác dụng trong một rãnh.

+ Bước thứ nhất của bôi dây (ký hiệu là y_1).

y_1 là khoảng cách giữa 2 cạnh tác dụng của cùng một bồi dây.

Ta có: $y_1 = \frac{z_0}{2p} \pm b$ số nguyên tố.

b: hệ số điều chỉnh để y_1 là bước đủ, bước dài hay bước ngắn.



Hình 18-05-42

+ Bước thứ hai của bồi dây (ký hiệu là y_2).

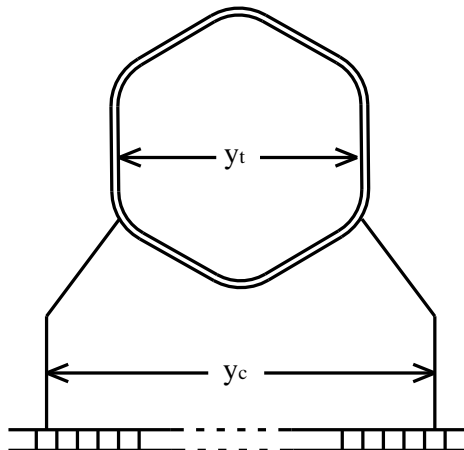
y_2 là khoảng cách giữa hai cạnh tác dụng thứ hai của bồi trước với cạnh tác dụng thứ nhất của bồi sau kế tiếp.

+ Bước tổng hợp của bồi dây (ký hiệu là y).

y là khoảng cách (tính theo đơn vị đo là rãnh) giữa hai cạnh tác dụng cùng loại của hai bồi dây liên tiếp nhau trong phép quân.

Ta có: $y_2 = y - y_1$.

+ Bước phiên góp (ký hiệu y_c)



Hình 18-05-43

Nếu dây quấn xếp loại phức tạp (quấn tích hay quấn bội, ví dụ xếp đôi hay xếp ba, ...)

$$y_c = \pm m \text{ với } m = 2, 3, 4, \dots$$

Trong tính toán dây quấn xếp, y_c , bằng y .

Trong công thức tính y_0 , nếu chọn y_c dương ta có sơ đồ quấn xếp tiến, nếu chọn y_c âm ta có sơ đồ dây quấn xếp lùi.

+ Số mạch nhánh song song của bộ dây quấn rôto.

Gọi a là số mạch nhánh song song của bộ dây quấn rôto, ta có công thức xác định a như sau; $A = m(2p)$

Chú ý:

- Khi vẽ sơ đồ quấn dây, ta chú ý liên hệ với y_c với bề rộng chổi than.

Nếu $y_c = \pm 1$, bề rộng chổi than bằng bề rộng của một phiến góp.

Nếu $y_c = \pm m$, bề rộng chổi than bằng bề rộng của m phiến góp.

- Trong các công thức, khi sử dụng chú ý thứ tự các dấu + và – để dùng cho thích hợp với nhau.

* Trình tự dựng sơ đồ khai triển.

Để thành lập sơ đồ khai triển cho dây quấn rôto của động cơ vạn năng, ta tiến hành các bước sau:

Bước 1: Thu thập các số liệu cần thiết.

Bước 2. Xác định các bước y_1, y_2, y của bội dây.

Xác định bước phiến góp y_c .

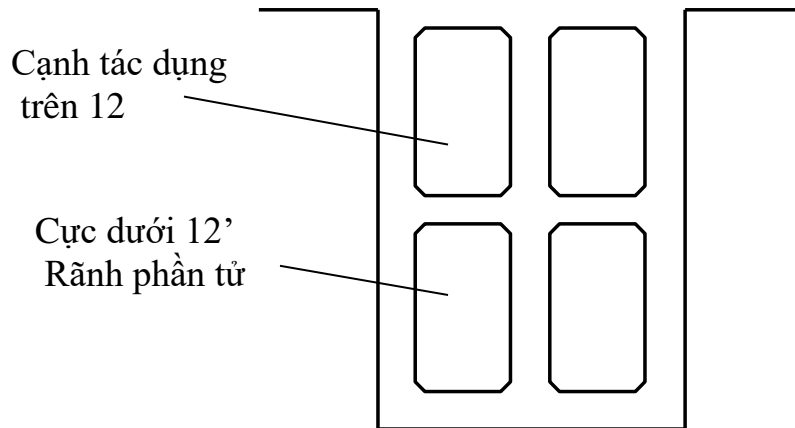
Suy ra số mạch nhánh song song của bộ dây quấn.

Bước 3: Lập bảng xác định cách đấu nối tiếp các cạnh tác dụng của bồi dây trong các mạch nhánh.

Phương pháp thực hiện như sau:

- Đánh số thứ tự cho các rãnh của rôto (kể cả các rãnh phân tử).
- Trong rãnh có thể có một cặp cạnh tác dụng, số thứ tự của cặp cạnh tác dụng giống số thứ tự của rãnh phân tử mang cặp cạnh tác dụng đó.

Vì trong rãnh có hai cạnh tác dụng, số thứ tự cạnh tác dụng trên ghi bình thường, số thứ tự cạnh tác dụng dưới mang thêm dấu phẩy (xem hình 10.3).

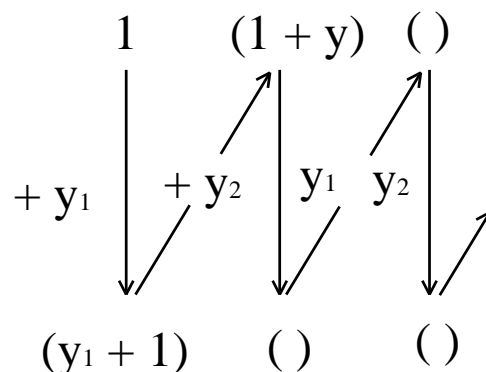


Hình 18-05-44

Hình 10.3 . Phương pháp đánh số thứ tự cho cạnh tác dụng trong rãnh.

- Bảng xác định cách quấn dây thành lập theo hai dòng, biểu diễn cho cạnh tác dụng trên và dưới. Bắt đầu từ cạnh tác dụng 1 ta lập bảng, bảng sẽ ngừng lập khi tất cả các cạnh tác dụng xuất hiện đủ trên bảng (bảng lập đúng khi không có cạnh tác dụng nào xuất hiện hai lần trên bảng) và tiến hành của bảng tạo thành một vũng kín.

- Bảng xác định cách quấn dây (bảng mẫu) được mô tả như sau:



Hình 18-05-45

Chú ý: Nếu trong quá trình lập bảng, số thứ tự tìm được là 0, số âm hay số dương có giá trị số lớn hơn giá trị của tổng số rãnh, ta phải tìm số thứ tự tương đương. Qui tắc như sau:

Nếu số thứ tự là số âm hay số 0

Số thứ tự tương đương = số hiện có + z (hay lớn hơn z_e , nếu trường hợp dây quấn xếp loại phức tạp).

Số thứ tự tương đương = số hiện có - z

Ví dụ 1: Thành lập qui trình vẽ sơ đồ dây quấn xếp cho rôto của động cơ vạn năng có số liệu thu nhận được như sau:

- Số cực là 2.
- Số phiên góp là 12.
- Số rãnh là 12.
- Dây quấn xếp đơn hai lớp, loại quấn xếp tiến, bôi dây có bước ngắn.

Bước 1: Theo giả thiết, ta có: $z = 12$, $k = 12$, $2p = 2$.

$$\text{Vậy } \frac{k}{z} = u = \frac{12}{12} = 1$$

Số rãnh phần tử $z_e = uz = 1.12 = 12$.

Dây quấn sẽ dựng là loại xếp hai lớp đơn giản, loại tiến, bôi dây bước ngắn.

Bước 2: Bước thứ nhất của bôi dây

$$y_1 = \frac{z_0}{2p} - b = \frac{12}{12 - b}, y_1 = 6 - b$$

Chọn $b = 1$ ta có $y_1 = 6 - 1 = 5$

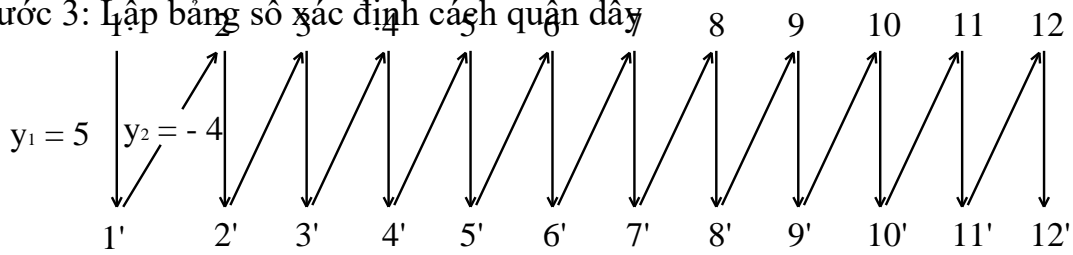
(Ta dựng dấu trừ vì bôi dây bước ngắn, $b = 1$ chứng tỏ bước bôi dây ngắn hơn bước đủ một rãnh).

Vì dây quấn xếp loại đơn giản và tiến, nên $y_c = 1$.

Bước tổng hợp $y = y_c = 1$

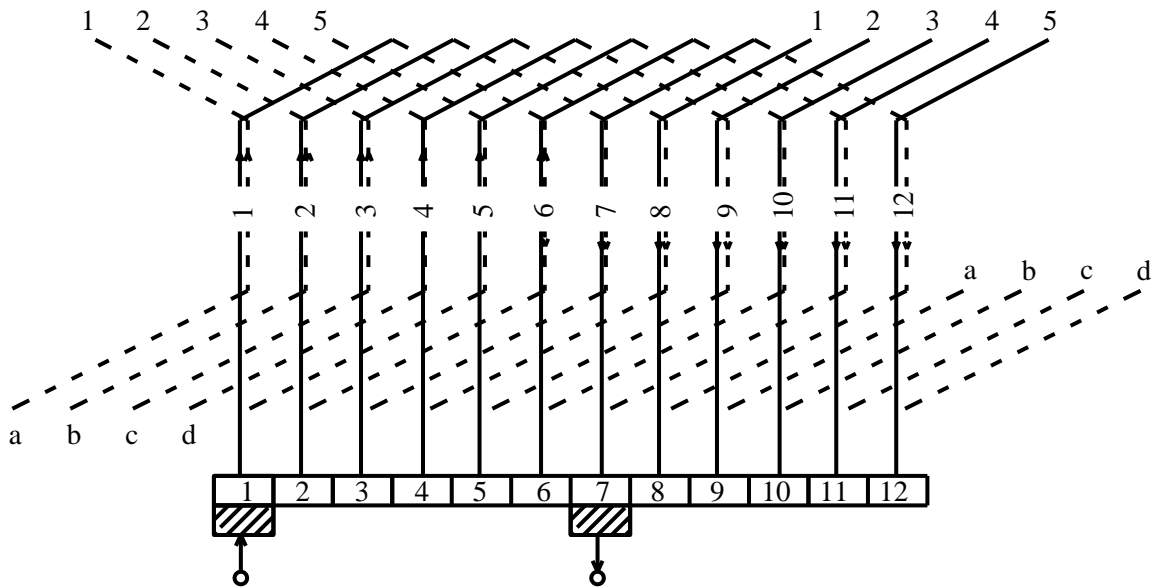
Bước thứ hai của bồi dây $y_2 = y = y_1 = 1 - 5 = -4$

Bước 3: Lập bảng số xác định cách quấn dây



Hình 18-05-46

Bước 4: Vẽ sơ đồ khai triển dây quấn rôto.



Hình 18-05-47

c. Thu thập các số liệu cần thiết.

- Số rãnh thực z của rôto.
- Số cực $2p$.
- Số phiên góp k .
- Cách đấu đầu ra lên phiên góp, đấu trực tiếp, lệch trái, lệch phải hay lệch vào giữa.
- Bề rộng chổi than so tương đối với bề rộng phiên góp.
- Vị trí đặt chổi than so với cực từ stato và trục rôto.
- Xác định tỷ số: $u = \frac{k}{z}$
- Định số rãnh phần tử $z_0 = uz$ (do đó, ta luôn luôn có: $z_0 = uz = k$).

- Xác định các bước y_1, y_2, y của bồi dây.
- Xác định bước phiên góp y_c .

Suy ra số mạch nhánh song song của bộ dây quấn.

- Xác định kiểu quấn.

d. Lót cách điện ở rãnh.

+ Yêu cầu giấy cách điện

- Bề dày phụ hợp : $0,1 \div 0,2$ mm
- Giấy cách điện phải có cường độ cách điện cao, chịu nhiệt độ cao, ít hút ẩm thấm nước

+ Cách lót

- Phải đảm bảo chiều cao cách điện = h
- Phải đảm bảo chiều dài cách điện

$$l = l_{\text{rãnh}} + l_{\text{ngoài rãnh}}$$

$$l_{\text{ngoài rãnh}} = 10 \div 15 \text{ mm}$$

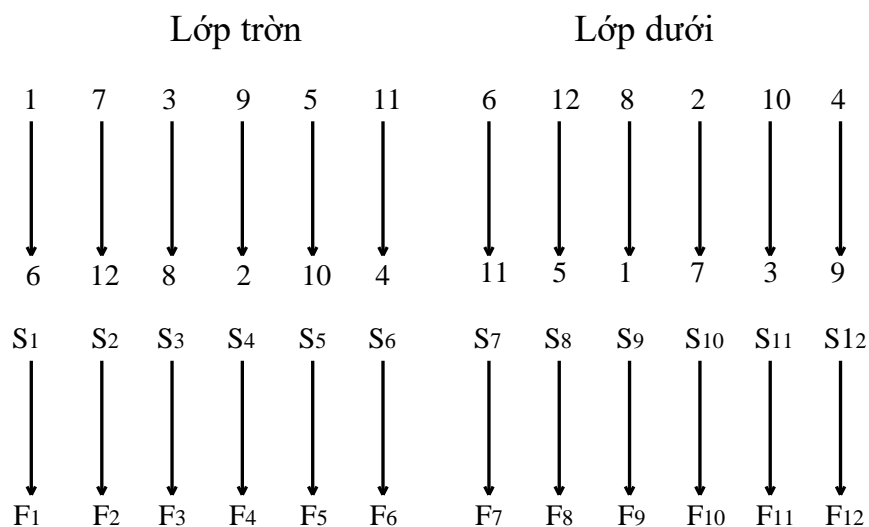
Giấy cách điện được gấp mép hai đầu.

Trong quá trình lót cách điện rãnh dung thanh tre đẩy cách điện ép sát vách rãnh

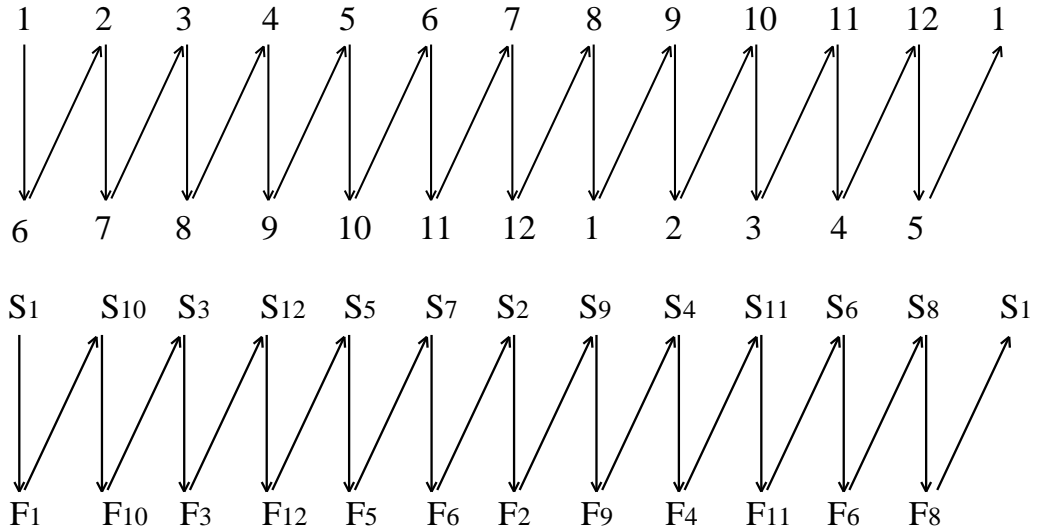
e. Quấn dây.

+ Ghi lại bồi dây theo ký hiệu đầu ra và vào của lõi quấn thực tế.

(Ký hiệu S: đầu vào, ký hiệu F: đầu ra)



+ Từ bảng số quy đổi cách ghi của lõi quấn thực tế, ta áp dụng cách đổi này để ghi lại cho bảng số trong sơ đồ khai triển.

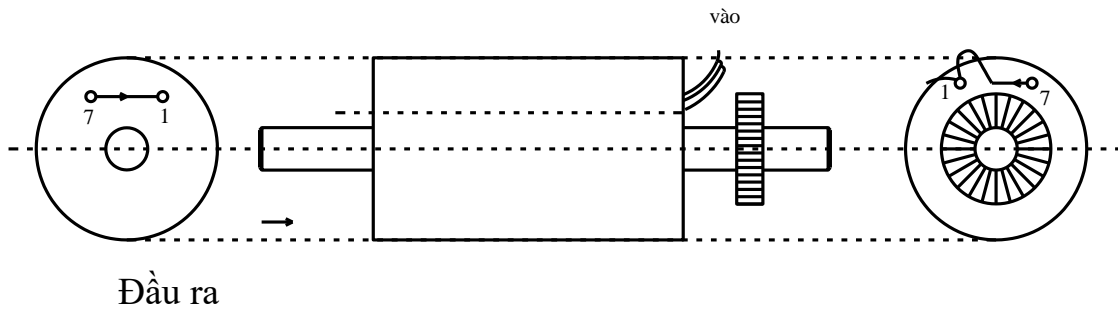


Từ sơ đồ quy đổi này ta thấy rằng để đưa ra phiên góp 2 ta phải đầu đầu F_1 với S_{10} để ra phiên góp 3 ta phải đầu đầu F_{10} với S_3

Từ giản đồ quy đổi của giản đồ bằng số dựng vẽ sơ đồ khai triển dây quấn, ta rút ra cách đấu các đầu cuối bôi dây lên phiên góp như sau đây. (trường hợp đầu ra phiên góp thẳng trực tiếp).

Phiên góp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Đầu ra	F_8	F_1	F_{10}	F_3	F_{12}	F_5	F_7	F_2	F_9	F_4	F_{11}	F_6
Đầu vào	S_1	S_{10}	S_3	S_{12}	S_5	S_7	S_2	S_9	S_4	S_{11}	S_6	S_8

+ Khi bắt đầu quấn bôi dây, đầu vào của bôi dây nằm cùng phía cổ góp (so với thân của rôto).

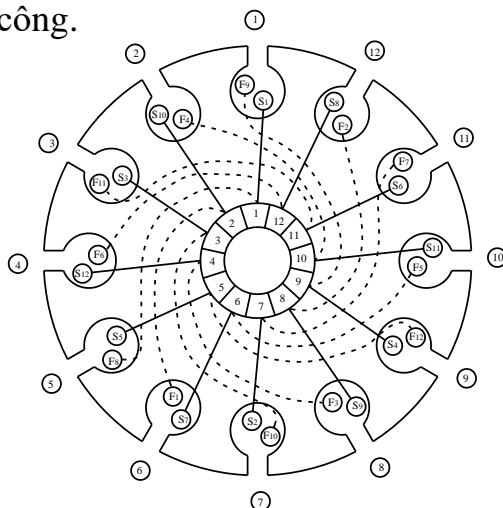


Hình 18-05-48

Sau đó bắt quấn theo chiều kim đồng hồ, quấn sát vào đáy rãnh, dùng thanh siết ép cho dây sát đáy rãnh, lót cách điện giữa hai lớp dây trong cùng một rãnh.

Chú ý: Trong quá trình quấn không để dây chồng chéo lên nhau và luôn giữ cho dây có độ căng vừa phải.

+ Sơ đồ quấn dây hoàn công.



Hình 18-05-49

f. Hàn nối các bin dây.

- Quan sát sự phù hợp các số đánh dấu và đầu dây ra so với sơ đồ trải, sơ đồ đầu dây.

- Đặt thang đo VOM về vị trí Rx1 rồi chỉnh kim chỉ thị về 0.

- Đặt 2 que đo VOM vào từng cặp đầu cuộn dây quấn để kiểm tra sự liên mạch, kiểm tra cách điện với lõi thép rôto.

- Ướm thử các đầu dây nối theo sơ đồ đầu dây để định các vị trí hàn nối dây với phiến giúp cho phù hợp.

- Cạo lớp êmay cách điện bằng dao con và giấy nhám ở các vị trí đầu nối hàn.

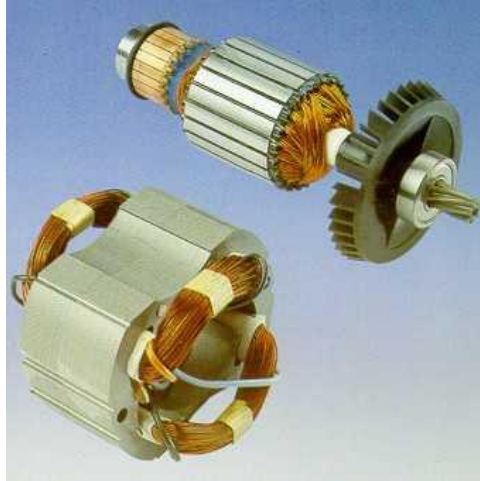
- Hàn các đầu dây ra của cuộn dây vào các phiến góp.

- Yêu cầu mỗi hàn phải chắc chắn tiếp xúc tốt để điện trở tiếp xúc nhỏ, khi có dòng điện chạy qua không làm nóng nhả mối hàn, sau khi hàn phải tẩy sạch mối hàn rồi quét một lớp sơn cách điện.

- Xếp gọn các đầu nối cho thẩm mỹ rồi đai gọn, chắc chắn bằng sợi cotton.

9.3. Quấn lại dây quấn kích từ.

a. Tháo và vệ sinh.



Hình 18-05-50

- + Dùng mỏ hàn, máy hút thiếc tháo mối hàn đầu bôi dây.
- + Tháo dây quấn hỏng ra khỏi rãnh stato.
- + Quan sát cuộn dây bị cháy hỏng tìm nguyên nhân để khắc phục lần sau.
- + Làm vệ sinh lõi thép phải quan sát bên trong rãnh vệ sinh sạch cách điện cũ , các lớp verni khô bị cháy cũn sót lại bằng dao cạo hoặc rửa tròn, dùng khí nén thổi sạch.

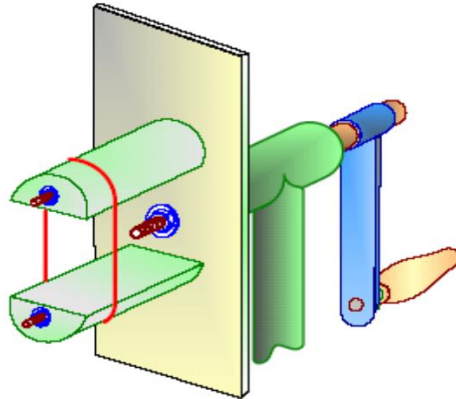
b. Thu thập các số liệu cần thiết.

- Xác định vật liệu quấn bôi dây.
- Xác định số vòng dây quấn bằng cách đếm từng vòng dây của bôi dây.
- Xác định đường kính dây quấn, cạo sạch lớp men cách điện của dây quấn dùng panme đo đường kính dây quấn.

c. Quấn các bôi dây

- Dùng một khuôn gỗ lắp vào bàn quấn dây bằng ốp khuôn hai đầu rồi quấn đúng kích cỡ dây theo nguyên bản của máy.

Chú ý: Khi quấn dây phải luôn luôn thẳng và xếp thành lượt từ trong ra ngoài thật đều. khi quấn đủ số vòng dây chánh gập đầu dây lại tiếp tục quấn luôn cuộn dây cùng tốc độ và phải quấn cùng chiều với cuộn dây chính.

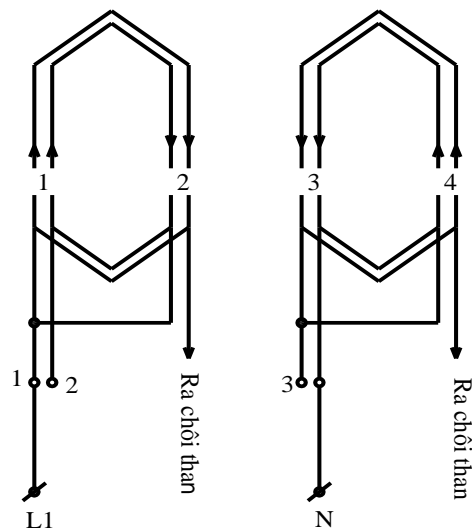


Hình 18-05-51

d. Lồng dây vào rãnh stato.

- Sơ đồ khai triển dây quấn.

Hình 18-05-52



- Vuốt thẳng 2 cạnh tác dụng của bồi dây.

- Bóp cong phần hai đầu bồi dây rồi lồng dây vào rãnh nếu có môi nổi ta để về phía để sau cùng nối dây dễ dàng.

- Xem chiều dây quấn trong bồi dây rồi chọn rãnh đúng sơ đồ để lắp các cạnh tác dụng.

- Bóp dẹp cạnh tác dụng bằng tay theo phương thẳng đứng với rãnh rồi đưa lần lượt từng sợi dây dẫn qua khe rãnh vào gọn trong lớp giấy cách điện đã lót.
 - Giữ cạnh tác dụng thẳng và song song rồi dùng đũa tre đó chuốt dẹp bằng tay phải trái dọc theo khe rãnh để đẩy từ từ từng dây dẫn vào rãnh chú ý không nên phủ lên cạnh tác dụng được theo khe rãnh.
 - Vuốt lại hai đầu dây của bó dây và cạnh tác dụng còn lại rồi đưa cạnh tác dụng còn lại vào đúng vị trí rãnh cần lắp theo sơ đồ.
 - Sửa lại đầu bó dây vừa lắp xong cho gọn và không gây ảnh hưởng đến việc lắp các bó dây còn lại.
 - Lắp bó dây còn lại theo thứ tự sơ đồ khai triển, sửa lại các bó dây cho gọn và thẩm mỹ.
- e. Lót cách điện đầu nối, hàn dây ra và đai phân đầu bộ dây.
- Quan sát sự phù hợp các số đánh dấu và đầu dây ra so với sơ đồ đầu dây.
 - Đặt thang đo VOM về vị trí Rx1 rồi chỉnh kim chỉ thị về 0.
 - Đặt 2 que đo VOM vào từng cặp đầu cuộn dây quấn để kiểm tra sự liên mạch, kiểm tra cách điện với lõi thép rôto.
 - Ướm thử các đầu dây nối theo sơ đồ đầu dây để định các vị trí nối dây với dây dẫn ra cho phù hợp.
 - Cắt các đầu dây ra của mỗi pha dây quấn chỉ để chừa các đoạn nối phù hợp bằng kim cắt dây.
 - Cạo lớp êmay cách điện bằng dao con và giấy nhám ở các vị trí đầu nối, rồi nối dây theo sơ đồ nối dây, bọc các mối nối bằng ống gen.
 - Khi hàn cần phải thực hiện ở ngoài dây quấn của động cơ, để mỏ hàn và chì hàn nhỏ giọt xuống không làm hỏng dây quấn, các mối đó hàn được bao phủ bằng gen cách điện.
 - Xếp gọn các đầu nối cho thẩm mỹ rồi đai gọn, chắc chắn bằng sợi cotton
- f. Chạy thử nghiệm.

- Lắp ráp stato và roto
- Kiểm tra cách điện, thông mạch cuộn dây kích từ.
- Kiểm tra cách điện, thông mạch các cuộn dây phần ứng,
- Kiểm tra chổi than .
- Chạy thử : Đóng điện cho động cơ chạy không tải với $U = U_{đm}$, cần theo dõi
 - + Tiếng kêu của động cơ
 - + Tốc độ quay của động cơ
 - + Hiện tượng đánh lửa dưới chổi than.

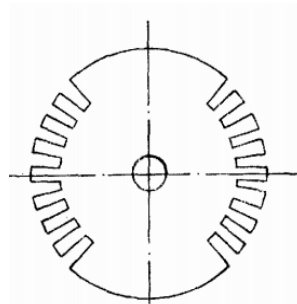
BÀI 2. MÁY PHÁT ĐIỆN XOAY CHIỀU MỘT PHA

Mục tiêu:

- + **Kiến thức:** Hiểu cấu tạo, phân tích được nguyên lý làm việc của máy phát điện xoay chiều 1 pha.
- + **Kỹ năng:** Sử dụng thành thạo các loại dụng cụ để kiểm tra, đấu dây và vận hành máy phát điện xoay chiều 1 pha đảm bảo kỹ thuật và an toàn
- + **Thái độ:** Chủ động trong luyện tập, có ý thức tích cực trong hoạt động nhóm và có thói quen lao động nghề nghiệp.

1. Cấu tạo máy phát điện xoay chiều một pha

Cấu tạo máy điện đồng bộ gồm hai bộ phận chính là Stato và rôto. Trên Hình 18-04-1 vẽ mặt cắt ngang trục máy bao gồm: lá thép Stato; dây quấn Stato; dây quấn rôto.



Hình 18-04-1 Mặt cắt ngang trục máy

* Stato

Stato của máy phát điện xoay chiều một pha, giống như stato của động điện không đồng bộ, gồm hai bộ phận chính là lõi thép stato và dây quấn 1 pha stato. Dây quấn stato gọi là dây quấn phần ứng.

* Rôto

Rô to máy phát điện xoay chiều một pha có các cực từ và dây quấn kích từ. Có hai loại: rôto cực ần và rôto cực lồi. Rôto cực lồi dùng ở các máy có tốc

độ chậm, có nhiều đôi cực. Rôto cực ảm thường dùng ở các máy có tốc độ cao 3000 vg/ph, có một đôi cực.

Để có sức điện động hình sin, từ trường của cực từ rôto phải phân bố hình sin dọc theo khe hở không khí giữa stato và rôto, ở đỉnh các cực từ có từ cảm cực đại. Đối với rôto cực ảm, dây quấn kích từ được đặt trong các rãnh. Đối với rôto cực lõi dây quấn kích từ quấn xung quanh thân cực từ.

Hai đầu của dây quấn kích từ đi luồn vào trong trục và nối với 2 vòng trượt đặt ở đầu trục, thông qua hai chổi điện để nối với nguồn kích từ (Hình 18-04-2)

Hình 18-04-2

2. Nguyên lý làm việc của máy phát điện xoay chiều một pha

Cho dòng điện kích từ (dòng điện không đổi) vào dây quấn kích từ sẽ tạo nên từ trường rôto. Khi quay rôto bằng động cơ sơ cấp, từ trường của rôto sẽ cắt dây quấn phản ứng stato và cảm ứng sức điện động xoay chiều hình sin, có trị số hiệu dụng là:

$$E_0 = 4,44.f.W_1.k_{dq}.\Phi_0 \quad (4-1)$$

Trong đó: E_0 , W_1 , k_{dq} , Φ_0 : sức điện động pha, số vòng dây một pha, hệ số dây quấn, từ thông cực từ rôto.

Nếu rôto có P đôi cực, khi rôto quay được một vòng, sức điện động phản ứng sẽ biến thiên P chu kỳ. Do đó nếu tốc độ quay rôto là n (v/s), tần số f của sức điện động sẽ là:

$$f_1 = P.n \quad (\text{Hz}) \quad (4-2)$$

Nếu tốc độ rôto tính bằng v/ph thì:

$$f_1 = \frac{P.n}{60} \quad (\text{Hz}) \quad (4-3)$$

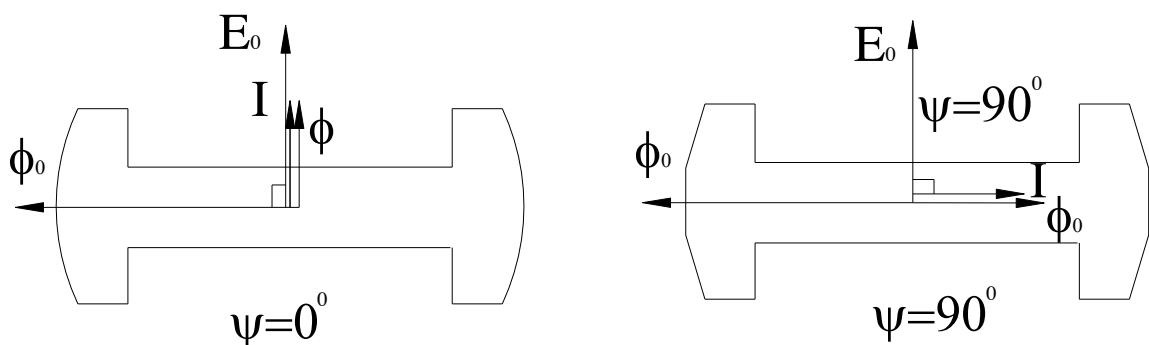
Khi dây quấn stato nối với tải, trong các dây quấn sẽ có dòng điện 1 pha.

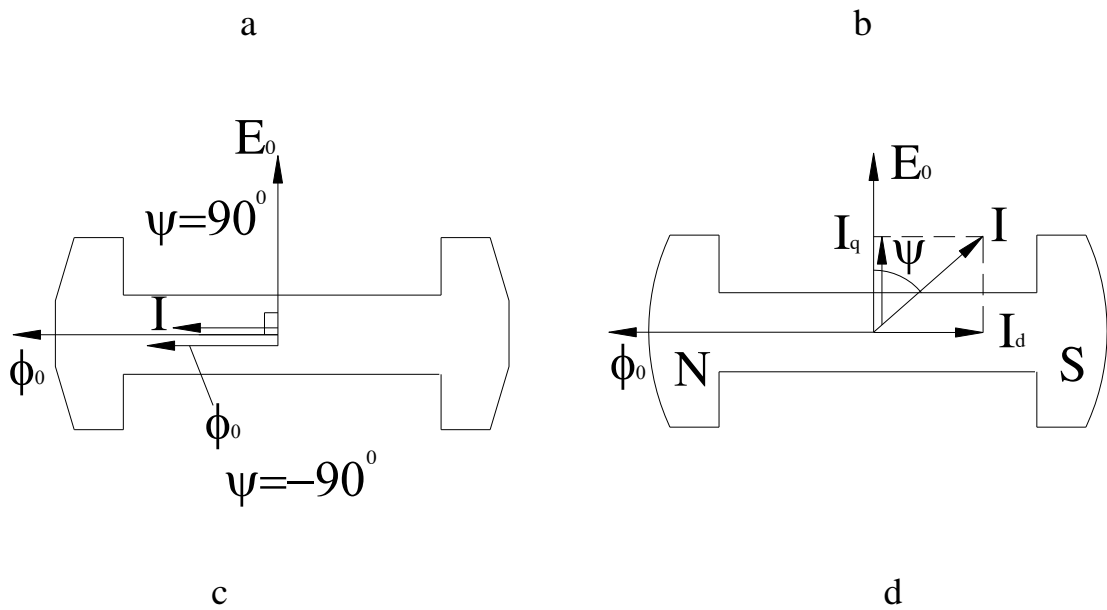
3. Phản ứng phần ứng của máy phát điện xoay chiều một pha

Khi máy phát điện làm việc, từ trường của cực từ rôto Φ_0 cắt dây quấn stato cảm ứng ra sức điện động E_0 chậm pha so với từ thông Φ_0 góc 90° . Dây quấn stato nối với tải sẽ quay tạo nên dòng điện I cung cấp cho tải. Dòng điện I trong dây quấn stato tạo nên từ trường quay gọi là từ trường phản ứng Φ quay đồng bộ với từ trường của cực từ Φ_0 . Góc lệch pha giữa E_0 và I do tính chất của tải quyết định.

Trường hợp tải thuần trở (hình 4.3a) góc lệch pha $\varphi=0$, E_0 và I cùng pha. Dòng điện I sinh ra từ trường phản ứng Φ cùng pha với dòng điện. Tác dụng của từ trường phản ứng Φ lên từ trường cực từ Φ_0 theo hướng ngang trục, làm méo từ trường cực từ, ta gọi là phản ứng phần ngang trục.

Trường hợp tải thuần cảm (Hình 18-04-3b) góc lệch pha $\varphi=90^\circ$, dòng điện I sinh ra từ trường phản ứng Φ ngược chiều với Φ_0 ta gọi là phản ứng phần dọc trục khử từ, có tác dụng làm giảm từ trường tổng.





Hình 18-04-3 Phản ứng phần ứng của máy điện đồng bộ

Trường hợp tải thuần dung $\varphi = -90^\circ$ (Hình 18-04-3c) dòng điện sinh ra từ trường phần ứng Φ cùng chiều với Φ_0 , ta gọi là phản ứng phần ứng dọc trục trợ từ, có tác dụng làm tăng từ trường tổng. Trường hợp tải bất kỳ (Hình 18-04-3d) ta phân tích dòng điện I làm 2 thành phần: Thành phần dọc trục $I_d = I \sin \varphi$ và thành phần ngang trục $I_q = I \cos \varphi$, dòng điện I sinh ra từ trường phần ứng vừa có tính chất ngang trục vừa có tính chất dọc trục trợ từ hoặc khử từ tùy theo tính chất của tải có tính chất điện cảm hoặc có tính chất điện dung.

4. Sửa chữa quấn lại cuộn dây máy phát điện xoay chiều một pha

4.1. Quấn lại dây quấn stato.

a. Xác định các số liệu ban đầu.

- $Z_1 = 36$
- $2p = 4$
- Dây quấn đồng khuôn 1 lớp.
- Đường kính dây quấn
- Vật liệu làm dây quấn (đồng), số vòng dây quấn 1 bối dây.

b. Tính toán số liệu.

- Tính toán bước cực $\tau = \frac{Z}{2.p} = 9 \text{ k/c} = 10 \text{ rãnh}$

- Tính q bình thường $q_{bt} = \frac{Z}{2.p.m} = 3$

- Tính bước quấn dây y : $y = \tau = 10$ rãnh

- Tính số bội dây trong pha

$n_{1pha} = p = 2$ (tổ bội)

Chọn tổ bội dây đầu pha : $A-B-C = 2q = 6$ k/c = 7 rãnh

c. Sơ đồ dây quấn.

Hình 18-04-13

Lập bảng dự trù nguyên vật liệu.

STT	Tên vật liệu	Đơn vị	Số lượng	Quy cách	Ghi chỳ
1	Dây điện từ (e may)	Kg	1,2	0,6mm	Nhật bản
2	Giấy cách điện	m ²	0,2	Sơn dầu	Nhật bản.
3	Băng vải	Cuộn	1	Sợi bụn	Việt Nam
4	Băng dính	Cuộn	0.5	Cách điện	Việt Nam
5	Ống ghen	M	1.5	2-4mm	Việt Nam
6	Sơn cách điện	Kg	0.2	Sơn dầu	Việt Nam

Lót cách điện ở rãnh stato động cơ.

+ Yêu cầu giấy cách điện

- Bề dày phự hợp : $0,3 \div 0,8$ mm

- Giấy cách điện phải có cường độ cách điện cao, chịu nhiệt độ cao, ít hút ẩm thấm nước

+ Cách lót

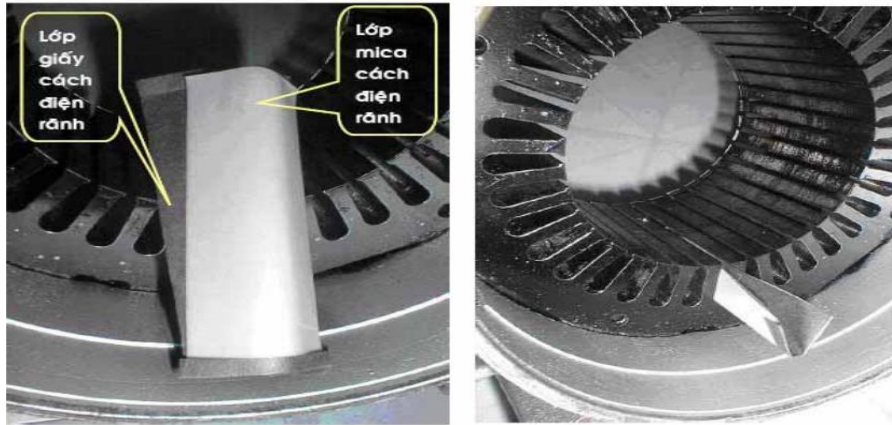
- Phải đảm bảo chiều cao cách điện = h

- Phải đảm bảo chiều dài cách điện

$$l = l_{\text{rãnh}} + l_{\text{ngoài rãnh}}$$

$$l_{\text{ngoài rãnh}} = 10 \div 15 \text{ mm}$$

Giấy cách điện rãnh được gấp mí hai đầu.



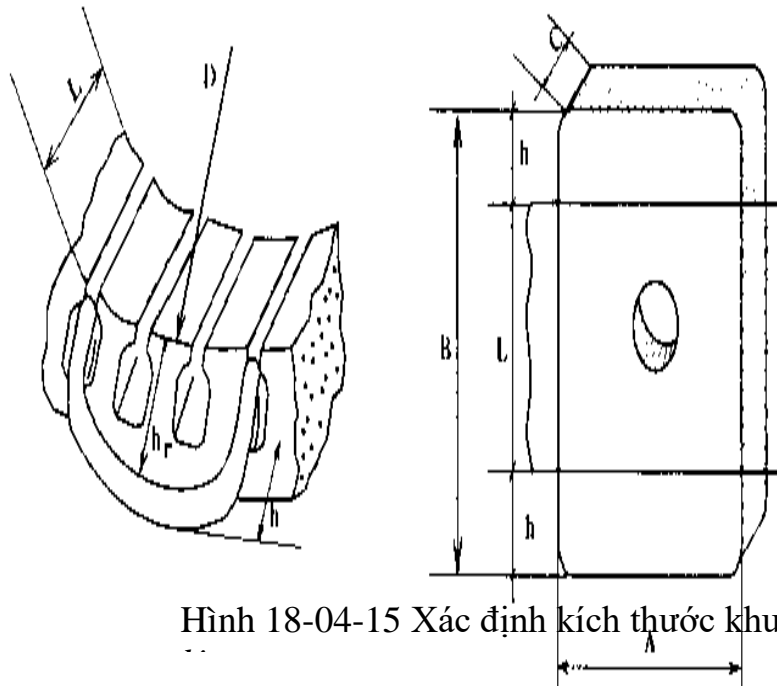
Hình 18-04-14

Trong quá trình lót cách điện rãnh dùng thanh tre đẩy cách điện ép sát vách rãnh

d. Quán các bồi dây

+ Khuôn quán.

Lấy mẫu khuôn cuộn dây cần phải chú ý đến bề cao chứa đầu cuộn dây ở 2 phía, tránh sự cân cuộn dây dễ gây chạm vỏ và khó lắp ráp sau này. Cách đo và



Hình 18-04-15 Xác định kích thước khuôn quán

thực hiện:

Hoặc áp dụng công thức tính:

$$\text{Chiều dài cạnh không tác dụng của khuôn quán. } A = \frac{3,14 \cdot (D - h_r)}{2p} \cdot \frac{y}{\tau}$$

Chiều dài cạnh tác dụng của khuôn quấn. $B = L + 2h$

Chiều dày cạnh khuôn quấn. $C = 2/3h_r$

Trong đó:

D: đường kính của stato

h_r : chiều cao rãnh

2p: số từ cực

Y: bước quấn dây

u: bước từ cực

h: bề cao đầu cuộn dây (10 ÷ 15mm)

+ Trong quá trình quấn (hay đánh) các bó dây của một pha dây quấn, dùng khuôn quấn dây có dạng nửa hình trụ. Khoảng cách của hai tâm của khuôn dây quấn phải được định sao cho thoả mãn chu vi khuôn theo tính toán bài học trước (hay số liệu bó dây cũ)

Các nhóm bó dây của một pha được quấn dính liền nhau, không cắt rời từng nhóm, khoảng cách giữa các nhóm phải được lót gen cách điện.

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

Khi bắt đầu quấn một pha dây quấn, chúng ta cắt và luồn gen cách điện vào dây quấn.

Trong quá trình thực hành, để thi công nhanh chúng ta cần đánh số thứ tự nhóm các pha dây quấn theo thứ tự lồng dây. Các số thứ tự của các nhóm

e. Lồng dây vào rãnh stato.

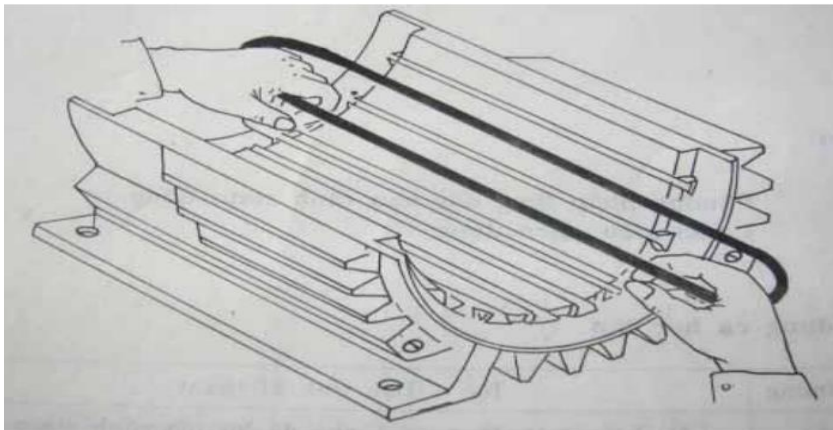
- Lập bảng thứ tự lồng dây.

TT	Rãnh lồng trước	Rãnh lồng sau	Ghi chỳ
1	Lồng rãnh 10 - 12	Rãnh chò 1 - 3	
2	Lồng rãnh 14	Rãnh chò 5	
3	Lồng rãnh 16 - 18	Rãnh chò 7 Lồng rãnh 9	
4	Lồng rãnh 20	Lồng rãnh 11	

5	Lồng rãnh 22 - 24	Lồng rãnh 13 - 15	
6	Lồng rãnh 26	Lồng rãnh 18	
7	Lồng rãnh 28 - 30	Lồng rãnh 19- 21	
8	Lồng rãnh 32	Lồng rãnh 23	
9	Lồng rãnh 34 - 36	Lồng rãnh 25 - 27	
10	Lồng rãnh 2	Lồng rãnh 29	
11	Lồng rãnh 4- 6	Lồng rãnh 31 - 33	
12	Lồng rãnh 8	Lồng rãnh 36	
		Lồng rãnh 1- 3 - 5 -7	

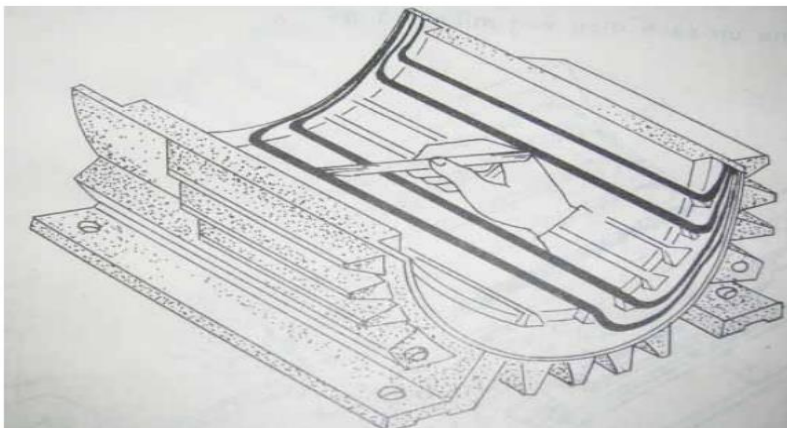
- Các bước lồng dây vào rãnh.

+ Hạ từng vòng dây của cuộn dây vào rãnh stato



Hình 18-04-16

+ Dùng dao tre trải dây trong rãnh stato để dây nằm trong rãnh được thẳng sóng không bị chùng chéo .



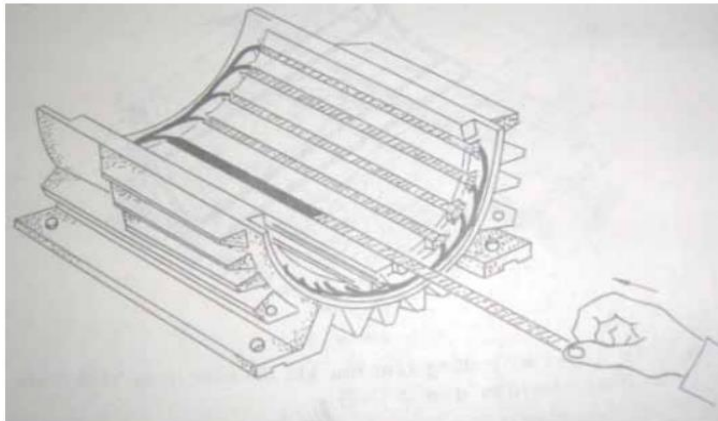
Hình 18-04-18

+ Sau khi đã hạ xong 2 cuộn dây y_1 và y_2 (hạ xong một nhóm): Cách 2 rãnh (cách 1 nhóm) ta hạ nhóm tiếp theo, lần lượt hạ xong cuộn dây thứ nhất (y_1) ta hạ đến cuộn dây thứ 2 (y_2)

Tương tự như trên hạ từng vòng dây của cuộn dây vào rãnh stato

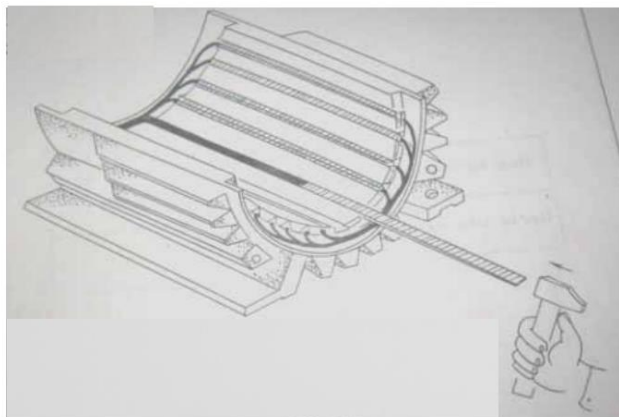
Cứ như vậy cách 1 nhóm ta hạ nhóm tiếp theo cho đến hết

+ Lót bìa úp cách điện vào miệng rãnh. ấn tịnh tiến bìa úp theo chiều mũi tên vào kín miệng rãnh



Hình 18-04-18

+ Đóng nêm tre: Dùng búa đóng theo chiều mũi tên



Hình 18-04-19

f. Lót cách điện đầu nối, hàn dây ra và đai phân đầu bộ dây

Trong phần này ta cần thực hiện theo các bước sau:

Quan sát sự phù hợp các số đánh dấu và đầu dây ra so với sơ đồ trái, sơ đồ đầu dây.

Đặt thang đo VOM về vị trí Rx1 rồi chỉnh kim chỉ thị về 0.

Đặt 2 que đo VOM vào từng cặp đầu cuộn dây quấn mỗi pha để kiểm tra sự liên mạch của pha. Nếu giá trị R vào khoảng vài ôm đến vài chục ôm là cuộn dây liên mạch.

Ướm thử các đầu dây nối theo sơ đồ đầu dây để định các vị trí nối dây với dây dẫn ra cho phù hợp.

Cắt các đầu dây ra của mỗi pha dây quấn chỉ để chừa các đoạn nối phù hợp bằng kìm cắt dây.

Xỏ các ống gen vào các dây cần nối.

Cạo lớp êmay cách điện bằng dao con và giấy nhám ở các vị trí đầu nối, rồi nối dây theo sơ đồ nối dây.

Bọc các mối nối bằng ống gen.

Xếp gọn các đầu nối cho thẩm mỹ rồi đai gọn, chắc chắn bằng sợi cotton.

Hàn các mối nối của các nhóm bôi dây.

Khi hàn cần phải thực hiện ở ngoài dây quấn của động cơ, để mở hàn và chì hàn nhỏ giọt xuống không làm hỏng dây quấn.

Các mối đó hàn được bao phủ bằng gen cách điện

Đầu đầu của các nhóm bôi dây trong cùng một pha được nối với nhau và các đầu ra của các pha và các đầu cuối các pha được nối ra ngoài để thuận tiện cho việc đấu dây, vị trí hàn được che phủ bằng gen cách điện, gen cách điện cần phải đưa lên ở mỗi phía điểm hàn khoảng 20 mm để tránh chập chập.

4.2 Quấn lại dây quấn kích từ

a. Xác định số liệu ban đầu.

- Số rãnh thực z của rôto.
- Số cực $2p$.
- Số phiến góp k .
- Cách đấu đầu ra lên phiến góp, đấu trực tiếp, lệch trái, lệch phải hay lệch vào giữa.
- Bề rộng chổi than so tương đối với bề rộng phiến góp.
- Vị trí đặt chổi than so với cực từ stato và trục rôto.
- Xác định tỷ số: $u = \frac{k}{z}$
- Định số rãnh phần tử $z_0 = uz$ (do đó, ta luôn luôn có: $z_0 = uz = k$).
- Xác định các bước y_1, y_2, y của bối dây.
- Xác định bước phiến góp y_c .

b. Tính toán số liệu.

Thay thế cỡ dây để quấn máy điện

Khi không có dây đúng kích cỡ thì cách giải quyết tốt nhất là dùng 2 – 3 dây nhỏ để quấn song song với nhau hoặc vẫn quấn bằng một sợi dây đơn nhưng stato được nối song song thành 2 – 3 nhánh (phần cảm phải có các bin, ở các nhánh bằng nhau). Trường hợp máy đã quấn song song (hoặc có hai nhánh song song) thì dùng dây to hơn nhưng đấu nối tiếp (tất nhiên dây to này phải lọt được qua khe xuống rãnh).

Vấn đề cơ bản là tiết diện của dây sau khi thay đổi phải bằng với tiết diện dây cũ. Khi quấn song song các sợi phải quấn cùng một lúc lên khuôn để chúng có chiều dài bằng nhau.

Ví dụ: Máy phát điện có dây theo thiết kế dùng dây 0,5mm, nhưng trên thị trường chỉ có dây cỡ nhỏ. Vậy phải mua loại dây nào để thay thế?

Quấn hai dây song song, tính nhanh theo công thức:

$$d_m = 0,7 d_c \quad (3 - 1)$$

Quấn ba dây song song thì tính nhanh theo công thức:

$$d_m = 0,6 d_c$$

Vậy, nếu quấn hai dây song song thì mua cỡ dây (công thức 3 -1):

$$dm = 0,7 \times 0,5 = 0,35 \text{ mm.}$$

Tính trọng lượng dây quấn (chưa kể cách điện).

Khi đã chọn được cỡ dây, còn cần phải biết khối lượng dây quấn bao nhiêu để mua cho sát.

Có thể tính toán để tìm ra đáp số nhưng cách làm thực tế và đơn giản là căn cứ vào khuôn dây quấn. Đo khuôn để biết được chiều dài trung bình một vòng dây rồi từ đó nhân với tổng số vòng dây quấn của tất cả các cuộn dây để tìm chiều dài dây cần phải mua.

Dùng các công thức sau đây để tính trọng lượng dây.

$$\text{Trọng lượng dây đồng tròn: } G(\text{g/m}) = 7d^2 \quad (4 - 1)$$

$$\text{Trọng lượng dây đồng dẹt: } G(\text{g/m}) = 8,9 \times S \quad (4 - 2)$$

$$\text{Trọng lượng dây cáp đồng: } G(\text{g/m}) = 9,3 \times S \quad (4 - 3)$$

Trong đó:

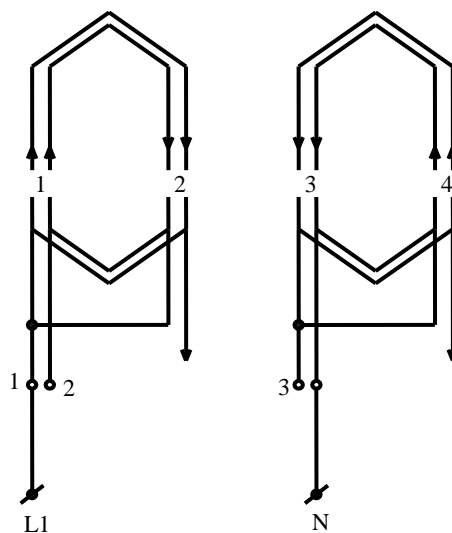
G: Trọng lượng 1 mét tính bằng gam.

d: Đường kính dây this bằng mm.

S: Tiết diện dây tính bằng mm².

c. Sơ đồ quấn dây.

Hình 18-04-20

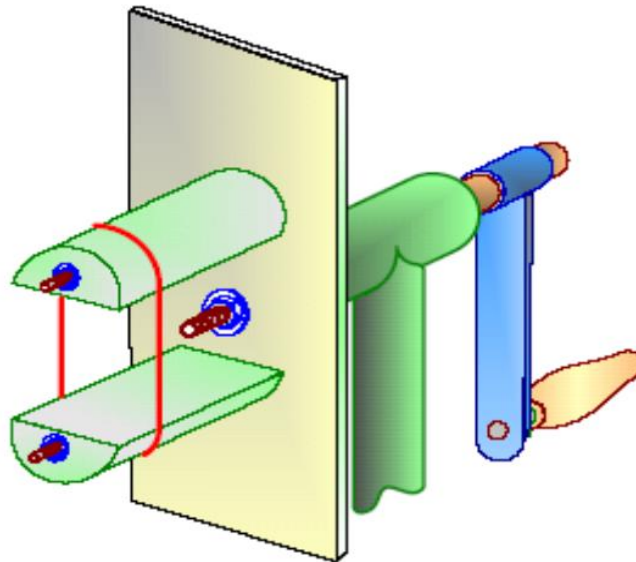


d. Quấn lại bộ dây.

+ Quấn các bồi dây

- Dùng một khuôn gỗ lắp vào bàn quấn dây bằng ốp khuôn hai đầu rồi quấn đúng kích cỡ dây theo nguyên bản của máy.

Chú ý: Khi quấn dây phải luôn luôn thẳng và xếp thành lượt từ trong ra ngoài thật đều. khi quấn đủ số vòng dây chánh gập đầu dây lại tiếp tục quấn luôn cuộn dây cùng tốc độ và phải quấn cùng chiều với cuộn dây chính.



+ Lồng các

- Vuốt thẳng của bôi dây.

bôi dây.

2 cạnh tác dụng

- Bóp cong phần hai đầu bôi dây rồi lồng dây vào rãnh nếu có mối nối ta để về phía để sau cùng nối dây dễ dàng.

- Xem chiều dây quấn trong bôi dây rồi chọn rãnh đúng sơ đồ để lắp các cạnh tác dụng.

- Bóp dẹp cạnh tác dụng bằng tay theo phương thẳng đứng với rãnh rồi đưa lần lượt từng sợi dây dẫn qua khe rãnh vào gọn trong lớp giấy cách điện đã lót.

- Giữ cạnh tác dụng thẳng và song song rồi dùng đũa tre đó chuốt dẹp bằng tay phải trái dọc theo khe rãnh để đẩy từ từ từng dây dẫn vào rãnh chú ý không nên phủ lên cạnh tác dụng được theo khe rãnh.

- Vuốt lại hai đầu dây của bôi dây và cạnh tác dụng còn lại rồi đưa cạnh tác dụng còn lại vào đúng vị trí rãnh cần lắp theo sơ đồ.

- Sửa lại đầu bôi dây vừa lắp xong cho gọn và không gây ảnh hưởng đến việc lắp các bôi dây còn lại.

- Lắp bôi dây còn lại theo thứ tự sơ đồ khai triển, sửa lại các bôi dây cho gọn và thẩm mỹ.

e. Thử nghiệm.

- Lắp ráp stato và roto.

- Lắp giáp các bộ phận của máy.

- Kiểm tra cách điện, thông mạch cuộn dây kích từ.

- Kiểm tra cách điện, thông mạch các cuộn dây phần ứng,

- Kiểm tra chổi than .

- Chạy thử :

+ Kiểm tra tần số dòng điện ra.

+ Kiểm tra điện áp ra.

+ Tốc độ quay của động cơ

+ Hiện tượng đánh lửa dưới chổi than.

Trong nền sản xuất hiện đại máy điện một chiều vẫn luôn luôn chiếm một vị trí rất quan trọng bởi nhiều ưu điểm của nó

Sau khi học xong bài này người học có khả năng:

- Phân tích được cấu tạo, nguyên lý, quan hệ điện từ, các phản ứng phần ứng xảy ra trong máy điện một chiều.

- Trình bày quá trình đổi chiều dòng điện trong dây quấn phần ứng, các nguyên nhân gây ra tia lửa và biện pháp cải thiện đổi chiều.

- Trình bày các phương pháp mở máy, đảo chiều quay, điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều.

- Vẽ và phân tích đúng sơ đồ dây quấn phần ứng máy điện một chiều.

- Quấn động cơ điện một chiều theo các thông số kỹ thuật

- Bảo dưỡng và sửa chữa được những hư hỏng thông thường của máy điện một chiều.

BÀI 3

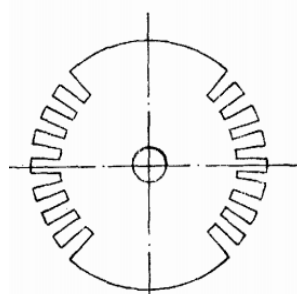
MÁY PHÁT ĐIỆN XOAY CHIỀU 3 PHA

Mục tiêu:

- + **Kiến thức:** Hiểu cấu tạo, phân tích được nguyên lý làm việc của máy phát điện xoay chiều 3 pha.
- + **Kỹ năng:** Sử dụng thành thạo các loại dụng cụ để kiểm tra, đấu dây và vận hành máy phát điện xoay chiều 3 pha đảm bảo kỹ thuật và an toàn
- + **Thái độ:** Chủ động trong luyện tập, có ý thức tích cực trong hoạt động nhóm và có thói quen lao động nghề nghiệp.

1. Cấu tạo máy phát điện xoay chiều 3 pha

Cấu tạo máy phát điện xoay chiều 3 pha gồm hai bộ phận chính là Stato và rôto. Trên Hình 18-04-1 vẽ mặt cắt ngang trục máy bao gồm: lá thép Stato; dây quấn Stato; dây quấn rôto.



Hình 18-04-1 Mặt cắt ngang trục máy

* Stato

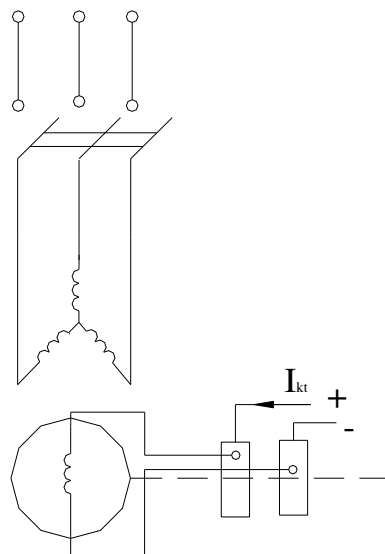
Stato của máy phát điện xoay chiều 3 pha đồng bộ, giống như stato của động cơ điện không đồng bộ, gồm hai bộ phận chính là lõi thép stato và dây quấn ba pha stato. Dây quấn stato gọi là dây quấn phân ứng.

* Rôto

Rô to máy phát điện xoay chiều 3 pha có các cực từ và dây quấn kích từ. Có hai loại: rôto cực ỏn và rôto cực lồi. Rôto cực lồi dùng ở các máy có tốc độ chậm, có nhiều đôi cực. Rôto cực ỏn thường dùng ở các máy có tốc độ cao 3000 vg/ph, có một đôi cực.

Để có sức điện động hình sin, từ trường của cực từ rôto phải phân bố hình sin dọc theo khe hở không khí giữa stato và rôto, ở đỉnh các cực từ có từ cảm cực đại. Đối với rôto cực ỏn, dây quấn kích từ được đặt trong các rãnh. Đối với rôto cực lồi dây quấn kích từ quấn xung quanh thân cực từ.

Hai đầu của dây quấn kích từ đi luôn vào trong trục và nối với 2 vòng trượt đặt ở đầu trục, thông qua hai chỏ điện để nối với nguồn kích từ (Hình 18-04-2)



Hình 18-04-2

2. Nguyên lý làm việc của máy phát điện xoay chiều 3 pha

Cho dòng điện kích từ (dòng điện không đổi) vào dây quấn kích từ sẽ tạo nên từ trường rôto. Khi quay rôto bằng động cơ sơ cấp, từ trường của rôto sẽ cắt dây quấn phần ứng stato và cảm ứng sức điện động xoay chiều hình sin, có trị số hiệu dụng là:

$$E_0 = 4,44 \cdot f \cdot W_1 \cdot k_{dq} \cdot \Phi_0 \quad (4-1)$$

Trong đó: E_0 , W_1 , k_{dq} , Φ_0 : sức điện động pha, số vòng dây một pha, hệ số dây quấn, từ thông cực từ rôto.

Nếu rôto có P đôi cực, khi rôto quay được một vòng, sức điện động phần ứng sẽ biến thiên P chu kỳ. Do đó nếu tốc độ quay rôto là n (v/s), tần số f của sức điện động sẽ là:

$$f_1 = P \cdot n \quad (\text{Hz}) \quad (4-2)$$

Nếu tốc độ rôto tính bằng v/ph thì:

$$f_1 = \frac{P \cdot n}{60} \quad (\text{Hz}) \quad (4-3)$$

Dây quấn ba pha stato có trục lệch nhau trong không gian một góc 120° điện, cho nên sức điện động các pha lệch nhau góc pha 120° .

Khi dây quấn stato nối với tải, trong các dây quấn sẽ có dòng điện ba pha. Giống như ở máy điện không đồng bộ, dòng điện ba pha trong 3 dây quấn sẽ tạo nên từ trường quay, với tốc độ là $n_1 = \frac{60f_1}{P}$, đúng bằng tốc độ n của rôto. Do đó kiểu máy điện này được gọi là máy điện đồng bộ.

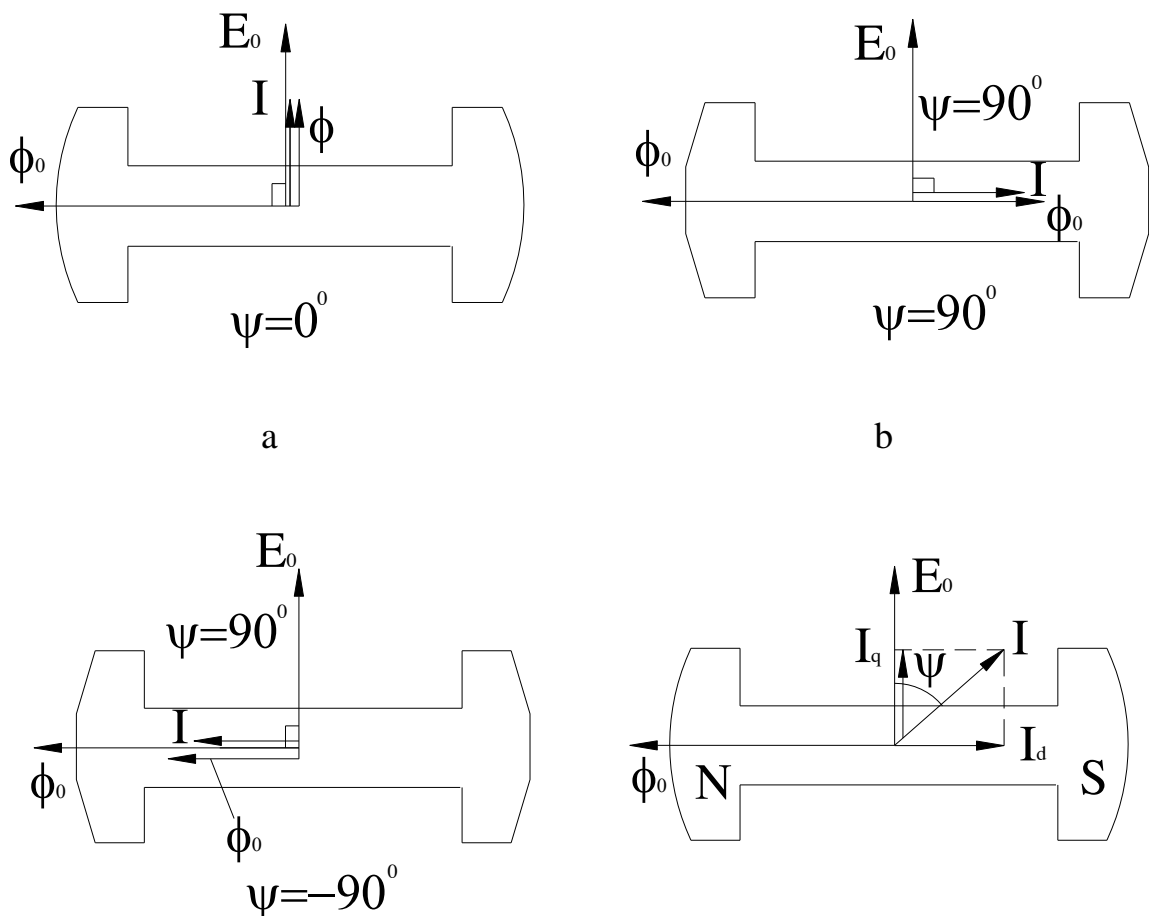
3. Phản ứng phần ứng của máy điện xoay chiều 3 pha

Khi máy phát điện làm việc, từ trường của cực từ rôto Φ_0 cắt dây quấn stato cảm ứng ra sức điện động E_0 chậm pha so với từ thông Φ_0 góc 90° . Dây

quần stato nối với tải sẽ quay tạo nên dòng điện I cung cấp cho tải. Dòng điện I trong dây quần stato tạo nên từ trường quay gọi là từ trường phản ứng Φ quay đồng bộ với từ trường của cực từ Φ_0 . Góc lệch pha giữa E_0 và I do tính chất của tải quyết định.

Trường hợp tải thuần trở (hình 4.3a) góc lệch pha $\varphi=0$, E_0 và I cùng pha. Dòng điện I sinh ra từ trường phản ứng Φ cùng pha với dòng điện. Tác dụng của từ trường phản ứng Φ lên từ trường cực từ Φ_0 theo hướng ngang trục, làm méo từ trường cực từ, ta gọi là phản ứng phân ngang trục.

Trường hợp tải thuần cảm (Hình 18-04-3b) góc lệch pha $\varphi=90^\circ$, dòng điện I sinh ra từ trường phản ứng Φ ngược chiều với Φ_0 ta gọi là phản ứng phân dọc trục khử từ, có tác dụng làm giảm từ trường tổng.



c

d

Hình 18-04-3 Phản ứng phần ứng của máy điện đồng bộ

Trường hợp tải thuần dung $\varphi = -90^\circ$ (Hình 18-04-3c) dòng điện sinh ra từ trường phần ứng Φ cùng chiều với Φ_0 , ta gọi là phản ứng phần ứng dọc trục trợ từ, có tác dụng làm tăng từ trường tổng. Trường hợp tải bất kỳ (Hình 18-04-3d) ta phân tích dòng điện I làm 2 thành phần: Thành phần dọc trục $I_d = I \sin\varphi$ và thành phần ngang trục $I_q = I \cos\varphi$, dòng điện I sinh ra từ trường phần ứng vừa có tính chất ngang trục vừa có tính chất dọc trục trợ từ hoặc khử từ tùy theo tính chất của tải có tính chất điện cảm hoặc có tính chất điện dung.

4. Sự làm việc song song của máy phát điện xoay chiều 3 pha

4.1 Điều kiện làm việc song song

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 phải bằng điện áp của lưới điện và trùng pha nhau.
- Tần số của máy phát phải 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 rối 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 không 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 vào lưới và cuối cùng sẽ đóng dây quấn kích từ vào nguồn điện kích từ, máy sẽ làm việc đồng bộ.

4.2 Các phương pháp hoà đồng bộ chính xác

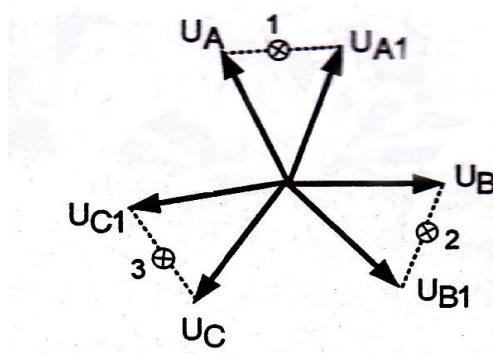
Dùng bộ hoà đồng bộ kiểu ánh sáng đèn và bộ hoà đồng bộ kiểu điện từ (cột đồng bộ)

a) Hoà đồng bộ kiểu ánh sáng

Ta có thể hoà đồng bộ kiểu ánh sáng bằng hai phương pháp: phương pháp đèn tối (máy phát điện II) và phương pháp ánh sáng quay (máy phát điện III)

- Phương pháp đèn tối

Sơ đồ hoà đồng bộ bằng phương pháp này được thể hiện trên Hình 18-04-8



Hình 18-04-8

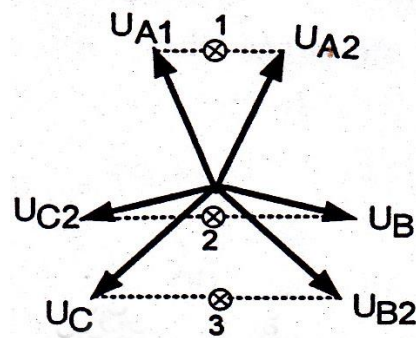
Quay máy phát II đến $n = n_1$. Điều chỉnh sao cho $U_{FII} = U_L$. Khi U_{FII} trùng pha và cùng thứ tự pha với U_L thì không có điện áp đặt lên các đèn nên chúng sẽ tối. Nếu tần số máy phát và lưới không bằng nhau thì các vectơ điện áp lưới và máy

phát sẽ quay với các tốc độ góc khác nhau, góc lệch pha α giữa chúng sẽ thay đổi từ 0 đến 180° , điện áp đặt lên các đèn sẽ thay đổi từ 0 đến hai lần điện áp pha và đèn sẽ lần lượt sáng tối, sự sai khác về điện áp giữa máy phát và lưới càng lớn thì các đèn sáng tối càng nhanh. Khi đèn tối tương đối lâu khoảng 3 đến 5 giây thì người ta đóng máy phát điện vào lưới. Để đóng máy chính xác hơn người ta mắc thêm một vônmet chỉ không (có điểm không ở giữa thang đo)

- Phương pháp ánh sáng đèn quay

Ta nối 3 đèn ở ba vị trí : (A-A₂), (B-C₂), (C-B₂)

Đồ thị véc tơ điện áp như Hình 18-04-9.



Hình 18-04-9 Đồ thị véc tơ điện áp

Nếu ở vị trí như hình 11 thì đèn 1 tối mờ, đèn 2 sáng nhiều, đèn 3 sáng vừa. Ở vị trí A-A₂ thì đèn 1 tắt đèn 2 và 3 sáng bằng nhau kết hợp với vônmet chỉ không có thể đóng máy hoà đồng bộ

Nếu $n' > n$ thì đèn một sáng dần lên đèn 2 sáng nhiều lên đèn 3 sáng yếu đi

Vậy nếu :

$n' > n$ ánh sáng quay từ 1-2-3

$n' < n$ ánh sáng quay từ 1-3-2

$n' = n$ đèn 1 tắt

Do đó nhìn chiều quay của đèn có thể biết được cần phải tăng hay giảm tốc độ của máy phát sắp ghép với lưới để gần đến vận tốc đồng bộ

b) Hoà đồng bộ kiểu điện từ

Cột đồng bộ dùng ba đồng hồ để kiểm tra điều kiện hoà đồng bộ

- Hai vôn met để kiểm tra điện áp U_L và U_F

- Hai hec met để kiểm tra tần số f_L và f_F định hoà đồng bộ. Khi $f_L = f_F$ và kim quay chậm thì thời điểm đóng cầu dao là lúc kim trùng với đường thẳng đứng và hướng lên trên .

Thực hành: Hoà đồng bộ

1. Mục đích:

- Giúp sinh viên củng cố lí thuyết hoà đồng bộ máy phát điện đồng bộ.
- Rèn luyện kĩ năng thực hành hoà đồng bộ chính xác.

2. Thực hành:

Để tiến hành thí nghiệm cần các thiết bị sau

- | | |
|-----------------------------------|----------|
| • Động cơ điện DC kích từ hỗn hợp | 004.030 |
| • Máy phát điện đồng bộ | 004.021 |
| • Bộ hoà đồng bộ | 004.022a |
| • Bộ kích từ máy phát | 004.022b |

Sơ đồ hoà đồng bộ như hình 4.20

Hoà đồng bộ máy phát - động cơ. (máy điện đồng bộ)

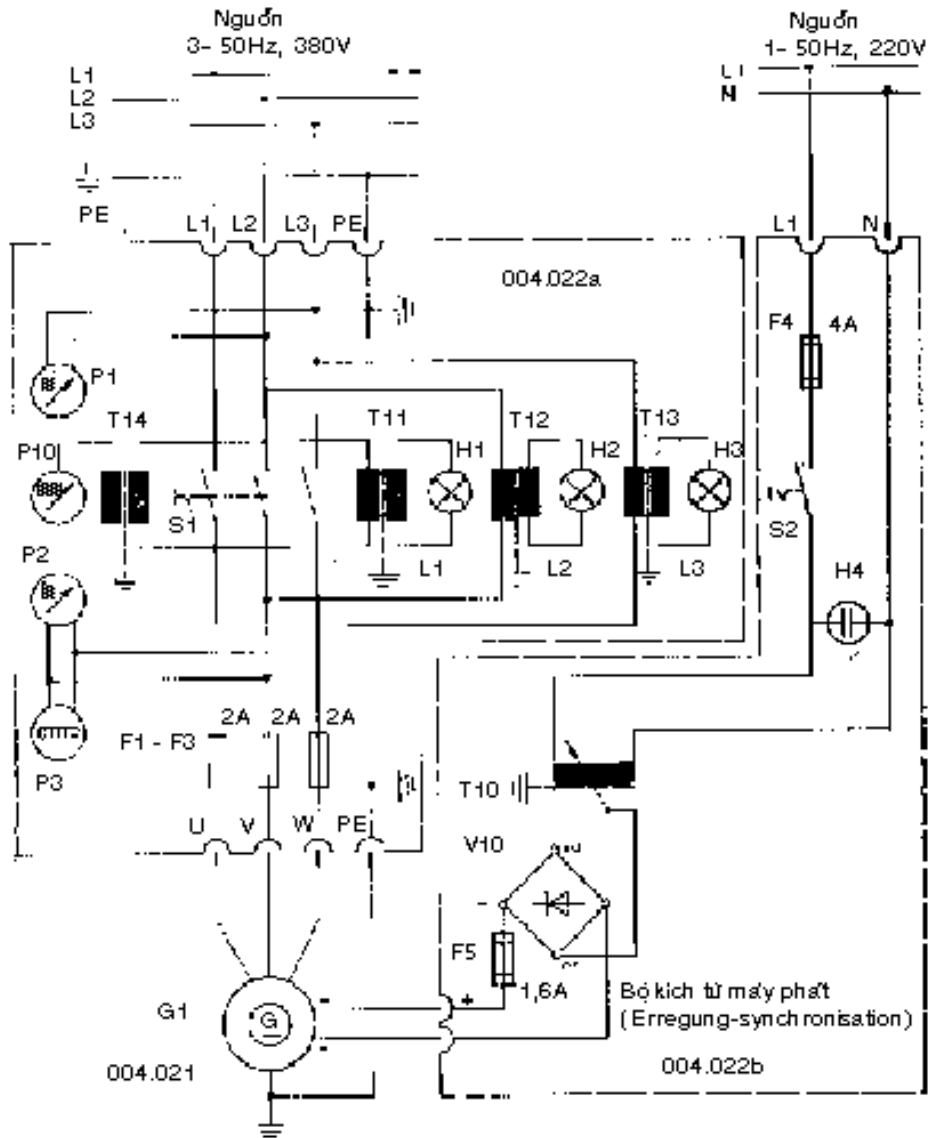
Nối các đầu ra của máy phát điện đồng bộ với lưới (qua bộ đồng bộ: UVW Motor - Generator - Eingang 3x380V). Các đầu kích từ F_1 và F_2 (+ và -) nối với hai đầu + và - của bộ kích từ máy phát (Erregung - Synchrongenerator). Dây trung tính N của máy (màu xanh) nối với N của công tắc chống giật (FI).

Dây bảo vệ PE nối với chấu PE của máy phát và bộ đồng bộ (Synchronisaton - Einschub). Điện áp cung cấp của bộ kích từ 230V.

Phần bên trái của bộ đồng bộ (Netzeingang 380V) nối với công tắc chống giật qua L_1 , L_2 , L_3 . Mắc đồng hồ đo dòng điện kích từ ở dây nối + của bộ kích từ và cọc F_1 của máy phát điện. Đo dòng điện "sinh ra" mắc nối tiếp ampekê vào một trong 3 dây U, V hoặc W nối giữa máy phát và bộ đồng bộ (phía phải ngõ vào của máy phát). Điện áp, tần số của máy phát được hiển thị trên bộ đồng bộ. Động cơ sơ cấp kéo máy phát phù hợp nhất là động cơ điện một chiều kích từ song song, chỉ có từ trường kích từ song song mới có khả năng điều chỉnh tinh được tốc độ của máy. Hợp lý hơn lên mắc thêm máy đo cos-phi và Wattkê đo công suất giữa bộ đồng bộ và máy phát điện.

Thao tác hoà đồng bộ

Nối bộ đồng bộ với nguồn 380V (UVW, Netzeingang 380V), Điện áp nguồn có hiển thị trên thang đo I của voltkê hai kim. Sự dao động nằm khoảng từ 370V đến 420V. Công tắc trên bộ kích từ để ở vị trí 0, chạy động cơ điện một chiều kích từ song song đến khoảng 1650 vòng/phút. Kích từ cho máy phát qua biến áp, điện áp kích từ khoảng 110-115V. Điều chỉnh điện áp bằng thay đổi kích từ. Điều chỉnh tần số bằng thay đổi từ trường của động cơ điện một chiều kích thích song song qua điện trở kích từ để có tần số 50Hz. Khi nào kim của voltkê chỉ không dao động ở hướng 0 và cùng thời gian đó 3 đèn đều tối thì đóng mạch hoà đồng bộ bằng công tắc xoay đỏ. Máy phát điện đồng bộ đã làm việc song song với lưới. Bây giờ máy điện một chiều phải truyền động "nhanh hơn" cũng như "mạnh hơn".



Máy phát điện: 3 ~ 50 Hz, 380 V, 250W, 1500 vòng/phút

Kích từ: Đến 200V - 1,5A

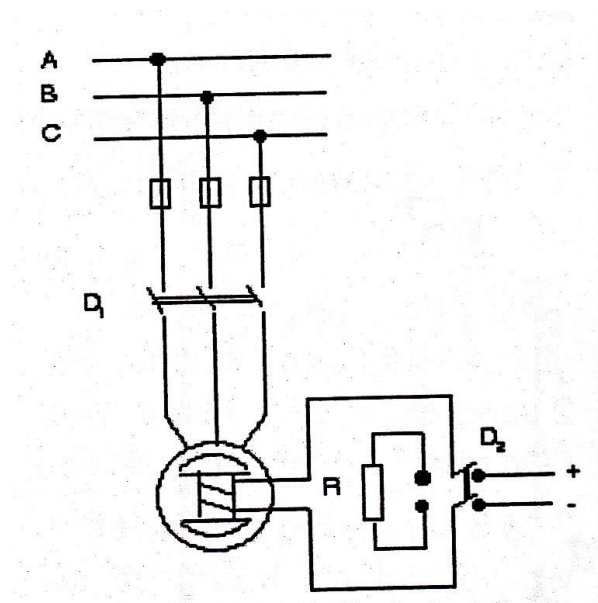
Mạch hòa đồng bộ máy phát điện đồng bộ 3 pha với lưới điện

4.3 Phương pháp tự đồng bộ

Thường chỉ sử dụng với các máy phát điện công suất nhỏ có thể đóng vào lưới theo phương pháp tự đồng bộ sau: Nối mạch kích từ qua một điện trở để tránh dòng điện cảm ứng ở dây quấn rô to lớn, cầu dao D_2 đóng về phía điện trở

Quay roto đến gần tốc độ đồng bộ, đóng D_1 để nối máy phát vào lưới điện khi chưa có kích từ, máy sẽ làm việc đồng bộ, Tuyệt đối không được đóng stato của máy phát điện vào lưới theo phương pháp tự đồng bộ khi mạch kích từ hở mạch vì lúc ấy trong cuộn dây kích từ sẽ cảm ứng ra một suất điện động lớn có thể làm hỏng cách điện.

Phương pháp tự đồng bộ cho phép hoà đồng bộ nhanh chóng khi cần xử lý khẩn cấp tuy nhiên khuyết điểm là dòng điện đóng cầu dao khá lớn



Hình 18-04-11 Phương pháp tự đồng bộ

5. Sửa chữa quấn lại cuộn dây máy phát điện đồng bộ.

5.1. Quấn lại dây quấn stato.

a. Xác định các số liệu ban đầu.

- $m = 3$
- $Z_1 = 36$
- $2p = 4$
- Dây quấn đồng khuôn 1 lớp.
- Đường kính dây quấn
- Vật liệu làm dây quấn (đồng), số vòng dây quấn 1 bội dây.

b. Tính toán số liệu.

- Tính toán bước cực $\tau = \frac{Z}{2.p} = 9 \text{ k/c} = 10 \text{ rãnh}$

- Tính q bình thường $q_{bt} = \frac{Z}{2.p.m} = 3$

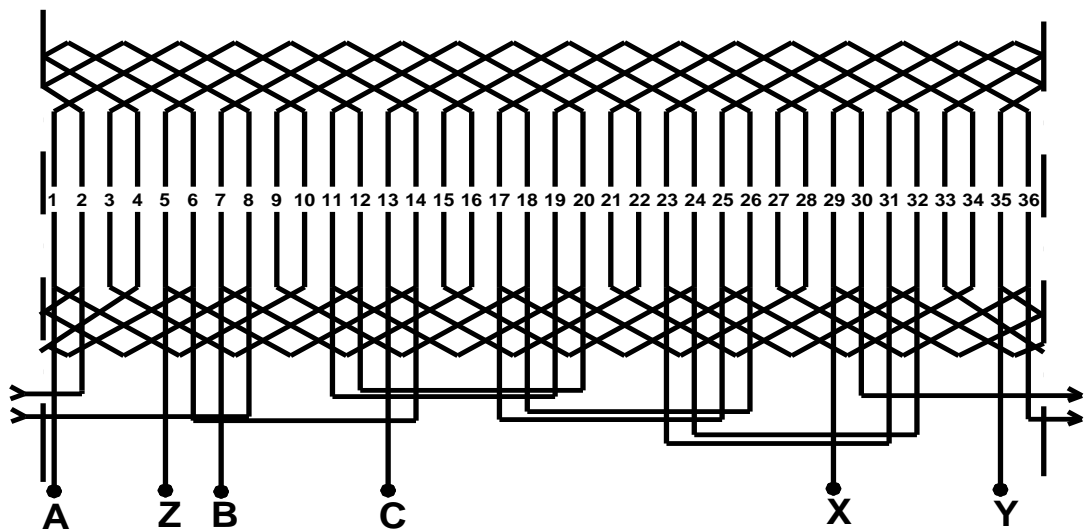
- Tính bước quấn dây $y : y = \tau = 10 \text{ rãnh}$

- Tính số bội dây trong pha

$n_{1\text{pha}} = p = 2$ (tổ bội)

Chọn tổ bội dây đầu pha : A-B-C = $2q = 6 \text{ k/c} = 7 \text{ rãnh}$

c. Sơ đồ dây quấn.



Hình 18-04-13

Lập bảng dự trữ nguyên vật liệu.

STT	Tên vật liệu	Đơn vị	Số lượng	Quy cách	Ghi chỳ
1	Dây điện từ (e may)	Kg	1,2	0,6mm	Nhật bản
2	Giấy cách điện	m ²	0,2	Sơn dầu	Nhật bản.
3	Băng vải	Cuộn	1	Sợi bụn	Việt Nam
4	Băng dính	Cuộn	0.5	Cách điện	Việt Nam
5	Ống ghen	M	1.5	2-4mm	Việt Nam
6	Sơn cách điện	Kg	0.2	Sơn dầu	Việt Nam

Lót cách điện ở rãnh stato động cơ.

+ Yêu cầu giấy cách điện

- Bề dày phụ hợp : $0,3 \div 0,8 \text{ mm}$

- Giấy cách điện phải có cường độ cách điện cao, chịu nhiệt độ cao, ít hút ẩm thấm nước

+ Cách lót

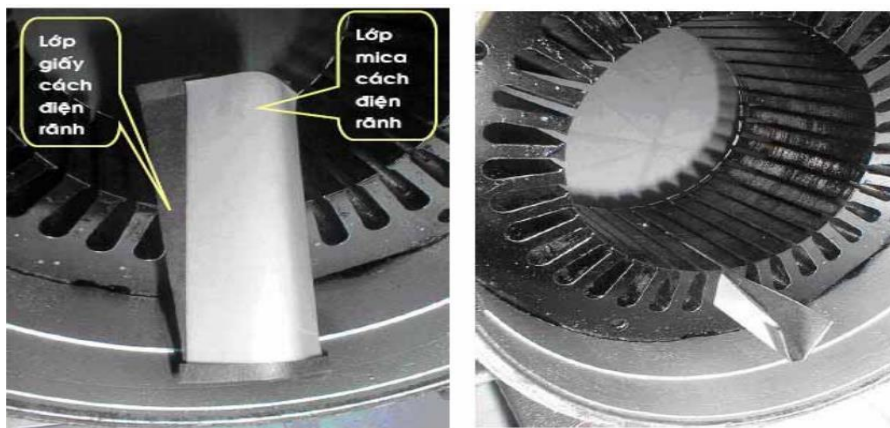
- Phải đảm bảo chiều cao cách điện = h

- Phải đảm bảo chiều dài cách điện

$$l = l_{\text{rãnh}} + l_{\text{ngoài rãnh}}$$

$$l_{\text{ngoài rãnh}} = 10 \div 15 \text{ mm}$$

Giấy cách điện rãnh được gấp mí hai đầu.



Hình 18-04-14

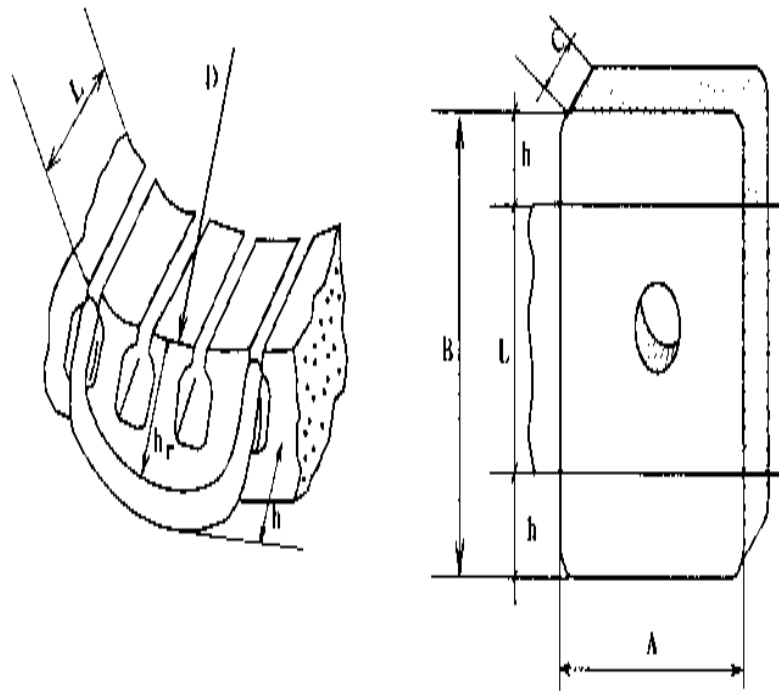
Trong quá trình lót cách điện rãnh dùng thanh tre đẩy cách điện ép sát vách rãnh

d. Quấn các bồi dây

+ Khuôn quấn.

Lấy mẫu khuôn cuộn dây cần phải chú ý đến bề cao chứa đầu cuộn dây ở 2 phía, tránh sự cân cuộn dây để gây chạm vỏ và khó lắp ráp sau này.

Cách đo và thực hiện:



Hình 18-04-15 Xác định kích thước khuôn quấn

Hoặc áp dụng công thức tính:

Chiều dài cạnh không tác dụng của khuôn quấn. $A = \frac{3,14 \cdot (D - h_r)}{2p} \cdot \frac{y}{\tau}$

Chiều dài cạnh tác dụng của khuôn quấn. $B = L + 2h$

Chiều dày cạnh khuôn quấn. $C = 2/3h_r$

Trong đó:

D: đường kính của stato

h_r : chiều cao rãnh

2p: số từ cực

Y: bước quấn dây

τ : bước từ cực

h: bề cao đầu cuộn dây (10 ÷ 15mm)

+ Trong quá trình quấn (hay đánh) các bó dây của một pha dây quấn, dùng khuôn quấn dây có dạng nửa hình trụ. Khoảng cách của hai tâm của khuôn dây

quần phải được định sao cho thoả mãn chu vi khuôn theo tính toán bài học trước (hay số liệu bồi dây cũ)

Các nhóm bồi dây của một pha được quần dính liền nhau, không cắt rời từng nhóm, khoảng cách giữa các nhóm phải được lót gen cách điện.

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

Khi bắt đầu quần một pha dây quần, chúng ta cắt và luồn gen cách điện vào dây quần.

Trong quá trình thực hành, để thi công nhanh chúng ta cần đánh số thứ tự nhóm các pha dây quần theo thứ tự lồng dây. Các số thứ tự của các nhóm

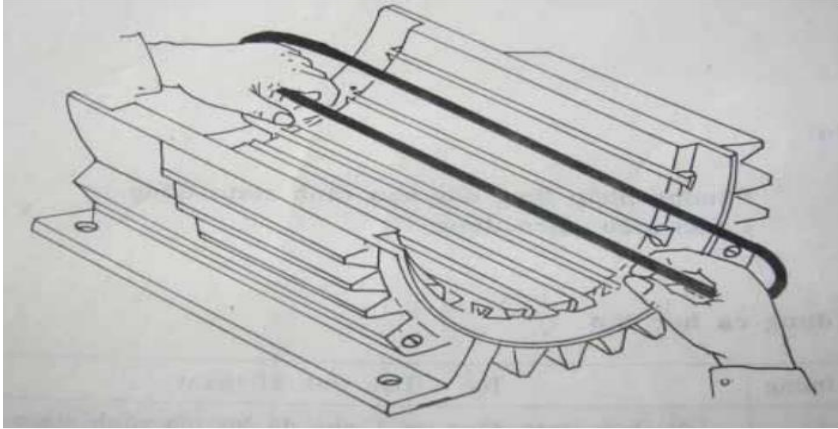
e. Lồng dây vào rãnh stato.

- Lập bảng thứ tự lồng dây.

TT	Rãnh lồng trước	Rãnh lồng sau	Ghi chỳ
1	Lồng rãnh 10 - 12	Rãnh chò 1 - 3	
2	Lồng rãnh 14	Rãnh chò 5	
3	Lồng rãnh 16 - 18	Rãnh chò 7 Lồng rãnh 9	
4	Lồng rãnh 20	Lồng rãnh 11	
5	Lồng rãnh 22 - 24	Lồng rãnh 13 - 15	
6	Lồng rãnh 26	Lồng rãnh 18	
7	Lồng rãnh 28 - 30	Lồng rãnh 19- 21	
8	Lồng rãnh 32	Lồng rãnh 23	
9	Lồng rãnh 34 - 36	Lồng rãnh 25 - 27	
10	Lồng rãnh 2	Lồng rãnh 29	
11	Lồng rãnh 4- 6	Lồng rãnh 31 - 33	
12	Lồng rãnh 8	Lồng rãnh 36	
		Lồng rãnh 1- 3 - 5 -7	

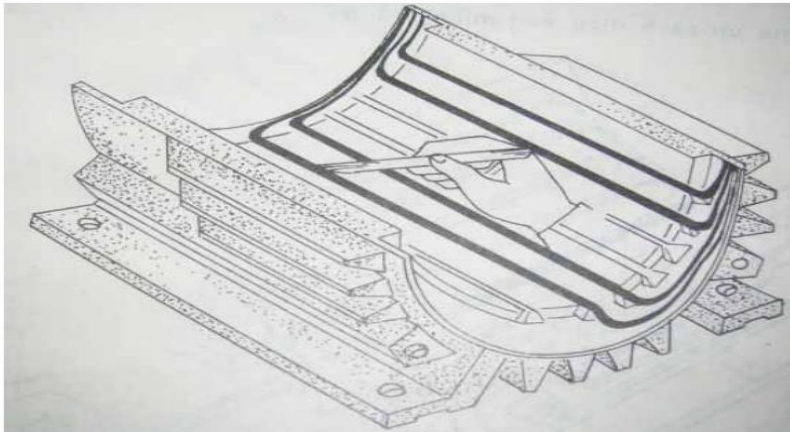
- Các bước lồng dây vào rãnh.

+ Hạ từng vòng dây của cuộn dây vào rãnh stato



Hình 18-04-16

+ Dùng dao tre trái dây trong rãnh stato để dây nằm trong rãnh được thẳng sóng không bị chùng chéo .



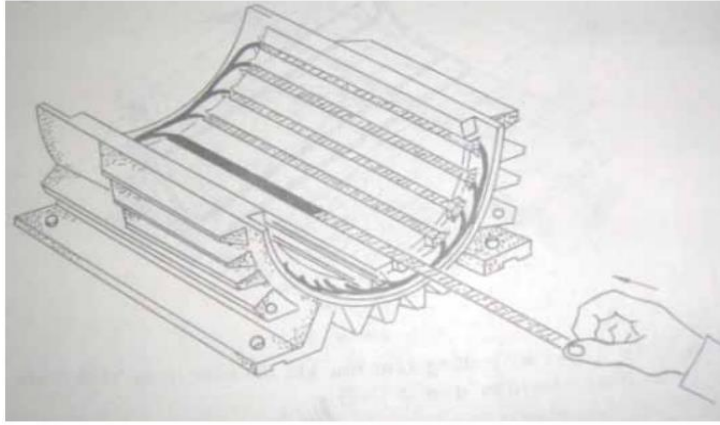
Hình 18-04-18

+ Sau khi đã hạ xong 2 cuộn dây y_1 và y_2 (hạ xong một nhóm): Cách 2 rãnh (cách 1 nhóm) ta hạ nhóm tiếp theo, lần lượt hạ xong cuộn dây thứ nhất (y_1) ta hạ đến cuộn dây thứ 2 (y_2)

Tương tự như trên hạ từng vòng dây của cuộn dây vào rãnh stato

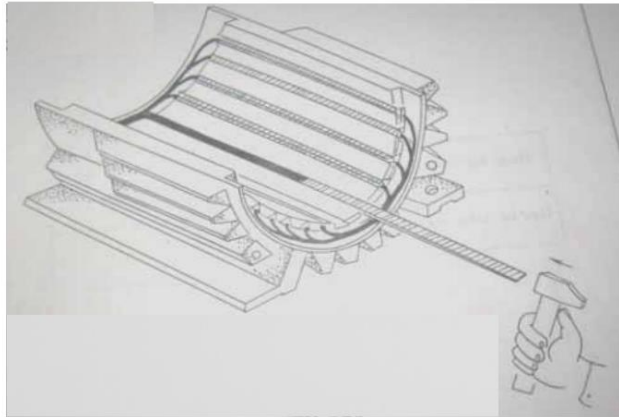
Cứ như vậy cách 1 nhóm ta hạ nhóm tiếp theo cho đến hết

+ Lót bìa úp cách điện vào miệng rãnh. ấn tình tiến bìa úp theo chiều mũi tên vào kín miệng rãnh



Hình 18-04-18

+ Đóng nệm tre: Dùng búa đóng theo chiều mũi tên



Hình 18-04-19

f. Lót cách điện đầu nối, hàn dây ra và đai phân đầu bộ dây

Trong phần này ta cần thực hiện theo các bước sau:

Quan sát sự phù hợp các số đánh dấu và đầu dây ra so với sơ đồ trái, sơ đồ đầu dây.

Đặt thang đo VOM về vị trí Rx1 rồi chỉnh kim chỉ thị về 0.

Đặt 2 que đo VOM vào từng cặp đầu cuộn dây quấn mỗi pha để kiểm tra sự liên mạch của pha. Nếu giá trị R vào khoảng vài ôm đến vài chục ôm là cuộn dây liên mạch.

Ướm thử các đầu dây nối theo sơ đồ đầu dây để định các vị trí nối dây với dây dẫn ra cho phù hợp.

Cắt các đầu dây ra của mỗi pha dây quấn chỉ để chừa các đoạn nối phù hợp bằng kìm cắt dây.

Xỏ các ống gen vào các dây cần nối.

Cạo lớp êmay cách điện bằng dao con và giấy nhám ở các vị trí đầu nối, rồi nối dây theo sơ đồ nối dây.

Bọc các mối nối bằng ống gen.

Xếp gọn các đầu nối cho thẩm mỹ rồi đai gọn, chắc chắn bằng sợi cotton.

Hàn các mối nối của các nhóm bôi dây.

Khi hàn cần phải thực hiện ở ngoài dây quấn của động cơ, để mở hàn và chì hàn nhỏ giọt xuống không làm hỏng dây quấn.

Các mối đó hàn được bao phủ bằng gen cách điện

Đầu đầu của các nhóm bôi dây trong cùng một pha được nối với nhau và các đầu ra của các pha và các đầu cuối các pha được nối ra ngoài để thuận tiện cho việc đấu dây, vị trí hàn được che phủ bằng gen cách điện, gen cách điện cần phải đưa lên ở mỗi phía điểm hàn khoảng 20 mm để tránh chập chập.

5.2 Quấn lại dây quấn kích từ

a. Xác định số liệu ban đầu.

- Số rãnh thực z của rôto.
- Số cực $2p$.
- Số phiên góp k .
- Cách đầu đầu ra lên phiên góp, đầu trực tiếp, lệch trái, lệch phải hay lệch vào giữa.
- Bề rộng chổi than so tương đối với bề rộng phiên góp.
- Vị trí đặt chổi than so với cực từ stato và trục rôto.
- Xác định tỷ số: $u = \frac{k}{z}$
- Định số rãnh phần tử $z_0 = uz$ (do đó, ta luôn luôn có: $z_0 = uz = k$).
- Xác định các bước y_1, y_2, y của bôi dây.

- Xác định bước xoắn y_c .

b. Tính toán số liệu.

Thay thế cỡ dây để quấn máy điện

Khi không có dây đúng kích cỡ thì cách giải quyết tốt nhất là dùng 2 – 3 dây nhỏ để quấn song song với nhau hoặc vẫn quấn bằng một sợi dây đơn nhưng stato được nối song song thành 2 – 3 nhánh (phần cảm phải có các bin, ở các nhánh bằng nhau). Trường hợp máy đã quấn song song (hoặc có hai nhánh song song) thì dùng dây to hơn nhưng đầu nối tiếp (tất nhiên dây to này phải lọt được qua khe xuống rãnh).

Vấn đề cơ bản là tiết diện của dây sau khi thay đổi phải bằng với tiết diện dây cũ. Khi quấn song song các sợi phải quấn cùng một lúc lên khuôn để chúng có chiều dài bằng nhau.

Ví dụ: Máy phát điện có dây theo thiết kế dùng dây 0,5mm, nhưng trên thị trường chỉ có dây cỡ nhỏ. Vậy phải mua loại dây nào để thay thế?

Quấn hai dây song song, tính nhanh theo công thức:

$$d_m = 0,7 d_c \quad (3 - 1)$$

Quấn ba dây song song thì tính nhanh theo công thức:

$$d_m = 0,6 d_c$$

Vậy, nếu quấn hai dây song song thì mua cỡ dây (công thức 3 -1):

$$d_m = 0,7 \times 0,5 = 0,35 \text{ mm.}$$

Tính trọng lượng dây quấn (chưa kể cách điện).

Khi đã chọn được cỡ dây, còn cần phải biết khối lượng dây quấn bao nhiêu để mua cho sát.

Có thể tính toán để tìm ra đáp số nhưng cách làm thực tế và đơn giản là căn cứ vào khuôn dây quấn. Đo khuôn để biết được chiều dài trung bình một vòng dây rồi từ đó nhân với tổng số vòng dây quấn của tất cả các cuộn dây để tìm chiều dài dây cần phải mua.

Dùng các công thức sau đây để tính trọng lượng dây.

$$\text{Trọng lượng dây đồng tròn: } G(\text{g/m}) = 7d^2 \quad (4 - 1)$$

$$\text{Trọng lượng dây đồng dẹt: } G(\text{g/m}) = 8,9 \times S \quad (4 - 2)$$

Trọng lượng dây cáp đồng: $G(\text{g/m}) = 9,3 \times S \quad (4 - 3)$

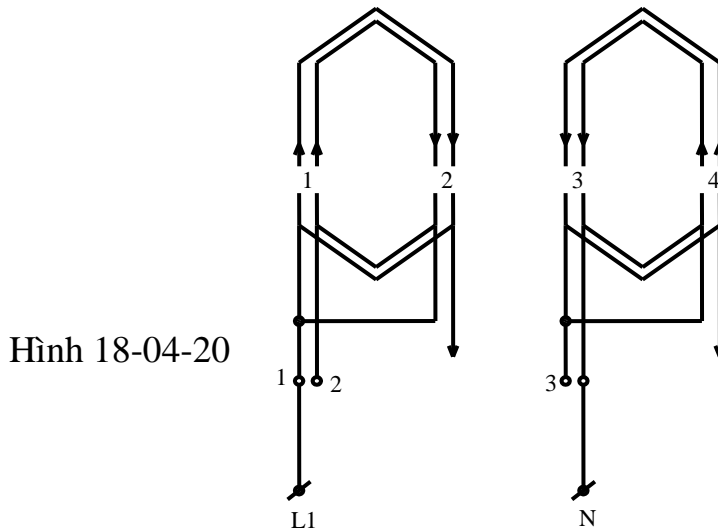
Trong đó:

G: Trọng lượng 1 mét tính bằng gam.

d: Đường kính dây this bằng mm.

S: Tiết diện dây tính bằng mm^2 .

c. Sơ đồ quấn dây.

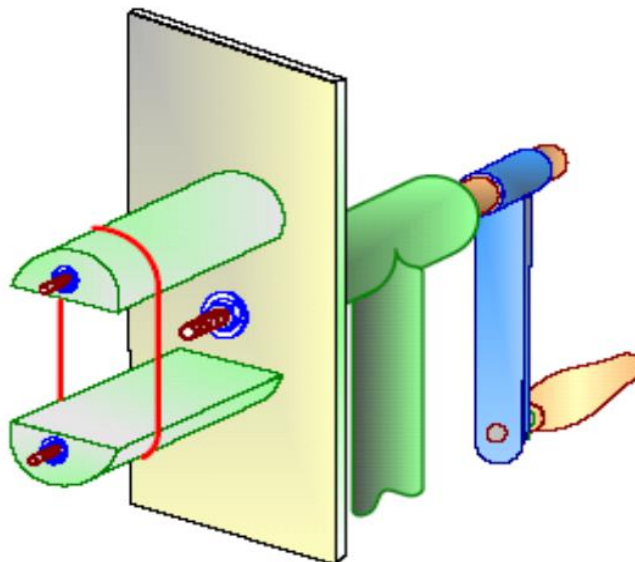


d. Quấn lại bộ dây.

+ Quấn các bó dây

- Dùng một khuôn gỗ lắp vào bàn quấn dây bằng ốp khuôn hai đầu rồi quấn đúng kích cỡ dây theo nguyên bản của máy.

Chỳ ý: Khi quấn dây phải luôn luôn thẳng và xếp thành lượt từ trong ra ngoài thật đều. khi quấn đủ số vòng dây chánh gập đầu dây lại tiếp tục quấn luôn cuộn dây cùng tốc độ và phải quấn cùng chiều với cuộn dây chính.



+ Lòng các bó dây.

- Vuốt thẳng 2 cạnh tác dụng của bó dây.

- Bóp cong phần hai đầu bó dây rồi lồng dây vào rãnh nếu có mối nối ta để về phía để sau cùng nối dây dễ dàng.

- Xem chiều dây quấn trong bó dây rồi chọn rãnh đúng sơ đồ để lắp các cạnh tác dụng.

- Bóp dẹp cạnh tác dụng bằng tay theo phương thẳng đứng với rãnh rồi đưa lần lượt từng sợi dây dẫn qua khe rãnh vào gọn trong lớp giấy cách điện đã lót.

- Giữ cạnh tác dụng thẳng và song song rồi dùng đũa tre đó chuốt dẹp bằng tay phải trái dọc theo khe rãnh để đẩy từ từ từng dây dẫn vào rãnh chú ý không nên phủ lên cạnh tác dụng được theo khe rãnh.

- Vuốt lại hai đầu dây của bó dây và cạnh tác dụng còn lại rồi đưa cạnh tác dụng còn lại vào đúng vị trí rãnh cần lắp theo sơ đồ.

- Sửa lại đầu bó dây vừa lắp xong cho gọn và không gây ảnh hưởng đến việc lắp các bó dây còn lại.

- Lắp bó dây còn lại theo thứ tự sơ đồ khai triển, sửa lại các bó dây cho gọn và thẩm mỹ.

e. Thử nghiệm.

- Lắp ráp stato và roto.

- Lắp giáp các bộ phận của máy.

- Kiểm tra cách điện, thông mạch cuộn dây kích từ.

- Kiểm tra cách điện, thông mạch các cuộn dây phản ứng,

- Kiểm tra chổi than .

- Chạy thử :

+ Kiểm tra tần số dòng điện ra.

+ Kiểm tra điện áp ra.

+ Tốc độ quay của động cơ

+ Hiện tượng đánh lửa dưới chổi than.

Trong nền sản xuất hiện đại máy điện một chiều vẫn luôn luôn chiếm một vị trí rất quan trọng bởi nhiều ưu điểm của nó

Sau khi học xong bài này người học có khả năng:

- Phân tích được cấu tạo, nguyên lý, quan hệ điện từ, các phản ứng phân ứng xảy ra trong máy điện một chiều.
- Trình bày quá trình đổi chiều dòng điện trong dây quấn phân ứng, các nguyên nhân gây ra tia lửa và biện pháp cải thiện đổi chiều.
- Trình bày các phương pháp mở máy, đảo chiều quay, điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều.
- Vẽ và phân tích đúng sơ đồ dây quấn phân ứng máy điện một chiều.
- Quấn động cơ điện một chiều theo các thông số kỹ thuật
- Bảo dưỡng và sửa chữa được những hư hỏng thông thường của máy điện một chiều.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]- Nguyễn Đức Sĩ, *Công nghệ chế tạo Máy điện và Máy biến áp*, NXB Giáo dục 1995.
- [2]- Vũ Gia Hanh, Trần Khánh Hà, Phan Tử Thụ, Nguyễn Văn Sáu, *Máy điện 1*, NXB Khoa học và Kỹ thuật 2001.
- [3]- Vũ Gia Hanh, Trần Khánh Hà, Phan Tử Thụ, Nguyễn Văn Sáu, *Máy điện 2*, NXB Khoa học và Kỹ thuật 2001.
- [4]- Châu Ngọc Thạch, *Hướng dẫn sử dụng và sửa chữa Máy biến áp, Động cơ điện, Máy phát điện công suất nhỏ*, NXB Giáo dục 1994.
- [5]- Nguyễn Xuân Phú, Nguyễn Công Hiền, *Tính toán cung cấp và lựa chọn thiết bị, khí cụ điện*, NXB Giáo dục 1998.
- [6]- Đặng Văn Đào, Lê Văn Doanh, *Kỹ thuật điện*, NXB Khoa học và Kỹ thuật 1999.
- [7]- Nguyễn Trọng Thắng, Nguyễn Thế Kiệt, *Tính toán sửa chữa các loại Máy điện quay và Máy biến áp - tập 1, 2*, NXB Giáo dục 1993.
- [8]- Nguyễn Trọng Thắng, Nguyễn Thế Kiệt *Công nghệ chế tạo và tính toán sửa chữa Máy điện - tập 3*, , NXB Giáo dục 1993.
- [9]- Minh Trí, *Kỹ thuật quấn dây*, NXB Đà Nẵng 2000.
- [10]- Nguyễn Xuân Phú, Tô Đăng, *Quấn dây sử dụng và Sửa chữa Động cơ điện xoay chiều thông dụng*, NXB Khoa học và Kỹ thuật 1989.