

SỞ LAO ĐỘNG VÀ THƯƠNG BINH XÃ HỘI TP HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG TRUNG CẤP SÀI GÒN



GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC/MÔ ĐUN: MÁY ĐIỆN

NGÀNH/NGHỀ: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP VÀ DÂN DỤNG

TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

*Ban hành kèm theo Quyết định số: /QĐ-TCAC. ngày tháng năm 2 của
Hiệu trưởng Trường Trung cấp Sài Gòn*

Thành phố Hồ Chí Minh, năm 2021

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

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

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

LỜI GIỚI THIỆU

Môn học “Máy điện” là một trong những môn học thực hành được biên soạn dựa trên chương trình khung và chương trình chi tiết do trường Trung cấp Sài Gòn ban hành dành cho hệ trung cấp ngành điện công nghiệp và dân dụng.

Giáo trình được biên soạn làm tài liệu học tập, giảng dạy nên giáo trình đã được xây dựng ở mức độ đơn giản và dễ hiểu, trong mỗi bài đều có các bài tập áp dụng để học sinh sinh viên thực hành, luyện tập kỹ năng nghề.

Khi biên soạn, tác giả đã dựa trên kinh nghiệm giảng dạy, tham khảo đồng nghiệp và tham khảo ở nhiều giáo trình hiện đang lưu hành để phù hợp với nội dung chương trình đào tạo, phù hợp với mục tiêu đào tạo và các nội dung thực hành được biên soạn gắn với yêu cầu thực tế.

Giáo trình cũng là tài liệu học tập, giảng dạy và tham khảo tốt cho các ngành thuộc lĩnh vực điện dân dụng, vận hành nhà máy thủy điện và các ngành gần với ngành điện công nghiệp. Trong quá trình sử dụng giáo trình, tùy theo yêu cầu cũng như khoa học và công nghệ phát triển có thể điều chỉnh thời gian và bổ sung cập nhật các kiến thức mới cho phù hợp. Trong giáo trình, chúng tôi có đề ra nội dung thực tập của từng bài để người học củng cố và áp dụng kiến thức lý thuyết đã học phù hợp với kỹ năng.

Trong quá trình biên soạn giáo trình, không tránh khỏi thiếu sót, tác giả rất mong sự đóng góp ý kiến của bạn đọc, để ngày một hoàn thiện hơn.

MỤC LỤC

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN.....	II
LỜI GIỚI THIỆU.....	III
MỤC LỤC.....	IV
GIÁO TRÌNH MÔN HỌC.....	1
1. VỊ TRÍ, TÍNH CHẤT, Ý NGHĨA VÀ VAI TRÒ CỦA MÔN HỌC.....	1
2. MỤC TIÊU CỦA MÔN ĐƠN.....	1
BÀI MỞ ĐẦU: KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY ĐIỆN.....	5
1. MỤC TIÊU.....	5
2. NỘI DUNG BÀI.....	5
<i>2.1. Các định luật điện từ dùng trong máy điện.....</i>	<i>5</i>
<i>2.2. Định nghĩa và phân loại máy điện.....</i>	<i>9</i>
<i>2.3. Nguyên lý máy phát điện và động cơ điện.....</i>	<i>11</i>
<i>2.4. Sơ lược về các vật liệu chế tạo máy điện.....</i>	<i>13</i>
<i>2.5. Phát nóng và làm mát máy điện.....</i>	<i>15</i>
BÀI 1: MÁY BIẾN ÁP 15.....	16
1. MỤC TIÊU CỦA BÀI.....	16
2. NỘI DUNG BÀI.....	16
<i>2.1. Khái niệm chung.....</i>	<i>16</i>
<i>2.2. Cấu tạo của máy biến áp.....</i>	<i>17</i>
<i>2.3. Các đại lượng định mức của máy biến áp.....</i>	<i>24</i>
<i>2.4. Nguyên lý làm việc của máy biến áp.....</i>	<i>24</i>
<i>2.5. Mô hình toán và sơ đồ thay thế của máy biến áp.....</i>	<i>26</i>
<i>2.6. Các chế độ làm việc của máy biến áp.....</i>	<i>30</i>
<i>2.7. Máy biến áp ba pha.....</i>	<i>39</i>
<i>2.8. Sự làm việc song song của máy biến áp.....</i>	<i>40</i>
<i>2.9. Các máy biến áp đặc biệt.....</i>	<i>41</i>
<i>2.10. Quấn máy biến áp 1 pha cỡ nhỏ.....</i>	<i>46</i>
BÀI 2: MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ.....	52
1. MỤC TIÊU CỦA BÀI.....	52
2. NỘI DUNG BÀI.....	52
<i>2.1. Khái niệm chung về máy điện không đồng bộ.....</i>	<i>52</i>

2.2. Cấu tạo của máy điện không đồng bộ ba pha.....	54
2.3 Khe hở.....	55
2.3. Từ trường của máy điện không đồng bộ.....	56
2.4. Nguyên lý làm việc cơ bản của máy điện không đồng bộ.....	56
2.5. Mô hình toán và sơ đồ thay thế của động cơ điện không đồng bộ.....	58
2.6. Biểu đồ năng lượng và hiệu suất của động cơ không đồng bộ.....	64
2.7. Mô men quay của động cơ không đồng bộ ba pha.....	65
2.8. Mở máy động cơ không đồng bộ ba pha.....	68
2.9. Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ.....	72
2.10. Động cơ không đồng bộ một pha.....	74
2.11. Sơ đồ dây quấn động cơ không đồng bộ.....	78
2.12. Dấu dây, vận hành động cơ.....	87
2.13. Tháo lắp, bảo dưỡng động cơ.....	92
2.14. Quấn lại bộ dây stato động cơ không đồng bộ.....	95
BÀI 3: MÁY PHÁT ĐIỆN ĐỒNG BỘ.....	102
1. MỤC TIÊU CỦA BÀI.....	102
2. NỘI DUNG BÀI.....	102
2.1. Định nghĩa và công dụng.....	102
2.2. Cấu tạo của máy điện đồng bộ.....	103
2.3. Nguyên lý làm việc của máy phát điện đồng bộ.....	104
2.4. Phản ứng phản ứng trong máy phát điện đồng bộ.....	105
2.5. Các đường đặc tính của máy phát điện đồng bộ.....	106
2.6. Sự làm việc song song của máy phát điện đồng bộ.....	109
2.7. Động cơ và máy bù đồng bộ.....	111
2.8 Sửa chữa, quấn lại bộ dây máy phát đồng bộ.....	112
BÀI 4: MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU.....	122
1. MỤC TIÊU CỦA BÀI.....	122
2. NỘI DUNG BÀI.....	122
2.1. Đại cương về máy điện một chiều.....	122
2.2. Cấu tạo của máy điện một chiều.....	122
2.3. Nguyên lý làm việc cơ bản của máy điện một chiều.....	125
2.4. Từ trường và sức điện động của máy điện một chiều.....	127
2.5. Công suất điện từ và mô-men điện từ của máy điện một chiều.....	128

2.6. Tia lửa điện trên cổ góp và biện pháp khắc phục.....	129
2.7. Máy phát điện một chiều.....	131
2.8. Động cơ điện một chiều.....	133
2.9. Dây quấn phân ứng máy điện một chiều.....	136
2.10 Sửa chữa, quấn lại dây quấn máy điện một chiều.....	138
2.11. Kiểm tra định kỳ.....	147
TÀI LIỆU CẦN THAM KHẢO.....	148

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

1. Tên môn đun: Điện công nghiệp và dân dụng

2. Mã môn đun: MĐ14

3. Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học:

3.1 Vị trí:

Mô đun này học sau các môn học An toàn lao động, Đo lường điện và cảm biến.

3.2 Tính chất:

Là mô đun chuyên môn nghề, thuộc mô đun đào tạo nghề.

3.3. Ý nghĩa và vai trò của mô đun: Trang bị kiến thức cơ bản về mạch điện, điện trường, cảm ứng điện từ, điện tích; là cơ sở để học và nghiên cứu các môn học chuyên môn khác.

4. Mục tiêu của môn đun:

4.1. Về kiến thức:

- + Trình bày được cấu tạo, phân tích nguyên lý của các loại máy điện
- + Mô tả - Vẽ được sơ đồ khai triển dây quấn máy điện

4.2. Về kỹ năng:

- + Tính toán được các thông số kỹ thuật trong máy điện.
- + Quấn lại được động cơ một pha, ba pha bị hỏng theo số liệu có sẵn.
- + Tính toán được quấn máy biến áp công suất nhỏ.

4.2. Về năng lực tự chủ và trách nhiệm

- + Chủ động lập kế hoạch, dự trù được vật tư, thiết bị.
- + Phát huy tính tích cực, chủ động, sáng tạo và tư duy khoa học trong công việc

5. Chương trình mô đun

5.1. Chương trình khung

Mã MH/ MĐ	Tên MH, MĐ	TS giờ/ số tín chỉ	Học trên lớp				Ghi chú
			TS	LT	TH, BT	KT ĐK	
I	Các môn học chung	12	255	94	148	13	
MH01	Chính trị	2	30	15	13	02	
MH02	Pháp luật	1	15	09	05	01	
MH03	Giáo dục thể chất	1	30	04	24	02	

MH04	Giáo dục quốc phòng và an ninh	2	45	21	21	03	
MH05	Tin học	2	45	15	29	01	
MH06	Ngoại ngữ	4	90	30	56	04	
II	Các môn học chuyên môn		1485	399	1034	52	
MH07	An toàn điện	02	30	28		02	
MH08	Lý thuyết mạch điện	04	60	58		02	
MH09	Đo lường điện và cảm biến	03	45	25	18	02	
MH10	Vật liệu điện	02	30	28		02	
MH11	Vẽ điện	02	30	15	13	02	
MH12	Khí cụ điện	02	45	20	23	02	
MH13	Kỹ thuật điện tử	03	60	30	27	03	
MH14	Máy điện	03	60	30	27	03	
MH15	Cung cấp điện	03	60	30	27	03	
MH16	Truyền động điện	02	45	20	22	03	
MH17	Trang bị điện	03	60	30	27	03	
MH18	Điều khiển lập trình PLC	03	60	20	38	02	
MH19	Điều khiển điện khí nén	02	45	20	23	02	
MH20	Điện tử công suất	02	45	30	12	03	
MH21	Điều khiển logic	02	30	15	13	02	
MH22	Thực hành điện cơ bản	05	240		236	04	
MH23	Thực hành sửa chữa điện	04	180		176	04	
MH24	Thực hành trang bị điện, điện tử căn bản	04	180		176	04	
MH25	Thực tập tập tốt nghiệp	04	180		176	04	
	Tổng cộng	67	1740				

5.2. Chương trình chi tiết mô đun

Nội dung tổng quát và phân bố thời gian :

Nội dung	Số tiết		Ghi chú
	LT	BT	
Mở đầu : Khái niệm chung về máy điện			
0.1 Định nghĩa và phân loại	4		
0.2 Các định luật cơ bản trong máy điện			
0.3 Tính toán mạch từ			
0.4 Các vật liệu chế tạo máy điện			
Chương 1 : Máy biến áp 15			
1.1 Khái niệm chung	4		
1.2 Cấu tạo máy biến áp			
1.3 Nguyên lý làm việc của máy biến áp			
1.4 Các phương trình của máy biến áp			

1.5 Mạch điện thay thế máy biến áp 1.6 Chế độ không tải của máy biến áp 1.7 Chế độ ngắn mạch của máy biến áp 1.8 Chế độ có tải của máy biến áp 1.9 Máy biến áp ba pha 1.10 Sự làm việc song song của máy biến áp 1.11 Các máy biến áp đặc biệt			
Chương 2 : Máy điện không đồng bộ 2.1. Khái niệm chung 2.2. Đại lượng định mức của động cơ không đồng bộ 2.3. Cấu tạo của động cơ không đồng bộ 2.4. Từ trường trong máy điện không đồng bộ 2.5. Mô hình tính toán của động cơ không đồng bộ 2.6. Sơ đồ thay thế của động cơ không đồng bộ 2.7. Công suất của động cơ không đồng bộ 2.8. Momen quay của động cơ không đồng bộ 2.9. Mở máy động cơ không đồng bộ ba pha 2.10. Điều chỉnh vận tốc động cơ không đồng bộ 2.11. Máy điện không đồng bộ 1 pha	6	5	Kiểm tra hệ số 1 Chương 1.2
Chương 3 : Máy phát điện đồng bộ 3.1 Định nghĩa và công dụng 3.2 Cấu tạo máy điện đồng bộ 3.3 Nguyên lý làm việc của máy phát điện đồng bộ 3.4 Phản ứng phần ứng của máy điện 3.5 Mô hình tính toán của máy phát điện đồng bộ 3.6 Công suất điện từ của máy phát điện đồng bộ cực lỗi 3.7 Đặc tính ngoài và đặc tính điều chỉnh 3.8 Sự làm việc song song của máy phát điện đồng bộ 3.9 Động cơ điện đồng bộ 3.10 Các máy phát điện đồng bộ có cấu tạo đặc biệt	8	5	Kiểm tra hệ số 2
Chương 4 : Máy điện một chiều 4.1 Cấu tạo máy phát điện 1 chiều 4.2 Nguyên lý làm việc của máy phát điện và động cơ điện 1 chiều 4.3 Từ trường và sức điện động của máy phát điện 1 chiều 4.4 Công suất điện từ, moment điện từ của máy phát điện 1 chiều 4.5 Tia lửa điện trên cổ góp và biện pháp khắc phục 4.6 Máy phát điện 1 chiều 4.7 Động cơ điện 1 chiều	8	10	
Chương 5 : Các chế độ làm việc và các dạng khác nhau của máy điện KĐB		10	Kiểm tra hệ số 2

6.1	Máy phát điện không đồng bộ			
6.2	Trạng thái hãm của máy điện KĐB			
6.3	Máy dịch pha			
6.4	Máy điều chỉnh cảm ứng			
6.5	Máy điện KĐB làm việc trong hệ tự đồng bộ			
6.6	Máy biến áp xoay			
6.7	Máy phát tốc			

* Ghi chú: Thời gian kiểm tra được tích hợp giữa lý thuyết với thực hành và được tính vào giờ thực hành.

Nội dung chi tiết

6. Điều kiện thực hiện mô đun:

- **6.1. Phòng học Lý thuyết/Thực hành:** Thực hiện giảng dạy tốt nhất ở nơi thực tập hoặc xưởng thực hành.

6.2. Trang thiết bị dạy học:

- Bảng, phấn bàn, ghế học tập;
- Các mô hình thực hành mạch một chiều, xoay chiều bao gồm:
 - + Bộ thí nghiệm về mạch điện DC;
 - + Bộ thí nghiệm về mạch điện AC 1 pha, 3 pha;
 - + Bộ thí nghiệm về điện trường và từ trường;
- Các loại máy đo (AC & DC): ampe kế, volt kế, ohm kế, watt kế, tần số kế, $\cos\phi$ kế, điện kế 1 pha, 3 pha, oscillocope...;
- Nguồn DC điều chỉnh được;
- Nguồn AC 1 pha, 3 pha điều chỉnh được.

6.3. Học liệu, dụng cụ, mô hình, phương tiện:

- Điện trở các loại – biến trở;
- Tụ điện các loại - tụ chỉnh;
- Cuộn cảm - cuộn chỉnh;
- Dây nối;
- Nam châm vĩnh cửu;
- Nam châm điện;
- Bo mạch (Project Board) cắm linh kiện;
- Giáo trình, tài liệu học tập.

7. Nội dung và phương pháp đánh giá:

7.1. Nội dung:

- Về kiến thức: Đánh giá bằng hình thức kiểm tra viết, trắc nghiệm theo các nội dung sau:

- + Bài kiểm tra 1: kiểm tra đầu vào: (45 phút): Đánh giá kết quả đạt được trong bài mạch điện một chiều;
- + Bài kiểm tra 2: kiểm tra viết; 45 phút. Đánh giá kết quả đạt được trong bài mạch điện xoay chiều;
- + Bài kiểm tra 3: kiểm tra viết; 45 phút. Đánh giá kết quả tiếp thu về bài từ trường và cảm ứng điện từ;

- Về kỹ năng: Đánh giá kỹ năng nhận ra bản chất mạch điện, tính toán các bài tập về dòng điện một chiều và xoay chiều.

- Năng lực tự chủ và trách nhiệm: Đánh giá phong cách học tập thể hiện ở: Tỉ mỉ, cẩn thận, chính xác, ngăn nắp trong công việc.

7.2. Phương pháp: Người học được đánh giá tích lũy mô đun như sau:

7.2.1. Cách đánh giá

- Áp dụng quy chế đào tạo Cao đẳng hệ chính quy ban hành kèm theo Thông tư số 09/2017/TT-LĐTBXH, ngày 13/3/2017 của Bộ trưởng Bộ Lao động – Thương binh và Xã hội.

- Hướng dẫn thực hiện quy chế đào tạo áp dụng tại Trường Cao đẳng nghề Tây Ninh như sau:

Điểm đánh giá	Trọng số
+ Điểm kiểm tra thường xuyên (Hệ số 1)	40%
+ Điểm kiểm tra định kỳ (Hệ số 2)	
+ Điểm thi kết thúc mô đun	60%

7.2.2. Phương pháp đánh giá

Phương pháp đánh giá	Phương pháp tổ chức	Hình thức kiểm tra	Chuẩn đầu ra đánh giá	Số cột	Thời điểm kiểm tra
Thường xuyên	Viết/ Thuyết trình	Tự luận/ Trắc nghiệm/ Báo cáo	A1, A2 B1, B2 C1, C2	1	Sau 14 giờ.

Định kỳ	Viết/ Thuyết trình/ Thực hành	Tự luận/ Trắc nghiệm/ Báo cáo/ Thực hành	A3, B3 A5, B3, C3	1	Sau 28 giờ
Kết thúc mô đun	Thực hành	Trắc nghiệm/ Thực hành	A1, A2, A3, A4, A5 B1, B2, B3 C1, C2, C3.	1	Sau 45 giờ

7.2.3. Cách tính điểm

- Điểm đánh giá thành phần và điểm thi kết thúc mô đun được chấm theo thang điểm 10 (từ 0 đến 10), làm tròn đến một chữ số thập phân.

- Điểm mô đun là tổng điểm của tất cả điểm đánh giá thành phần của mô đun nhân với trọng số tương ứng. Điểm mô đun theo thang điểm 10 làm tròn đến một chữ số thập phân.

8. Hướng dẫn thực hiện mô đun

8.1. Phạm vi, đối tượng áp dụng: Áp dụng cho người học nghề Điện tử công nghiệp trường Trung cấp Á Châu

8.2. Phương pháp giảng dạy, học tập mô đun

8.2.1. Đối với người dạy

* **Lý thuyết:** Áp dụng phương pháp dạy học tích cực bao gồm: thuyết trình ngắn, nêu vấn đề, hướng dẫn đọc tài liệu, bài tập, câu hỏi thảo luận, thao tác mẫu

* **Thực hành:** Chia người học thành nhóm nhỏ để thực hiện nội dung thực hành.

* **Hướng dẫn tự học:** Yêu cầu học viên nghiên cứu theo yêu cầu nội dung trong bài học, trình bày nội dung, thực hành trên mô hình.

8.2.2. Đối với người học:

Người học phải thực hiện các nhiệm vụ như sau:

- Nghiên cứu kỹ bài học tại nhà trước khi đến lớp. Các tài liệu tham khảo sẽ được cung cấp nguồn trước khi người học vào học mô đun này

- Tham dự tối thiểu 70% các buổi giảng. Nếu người học vắng >30% số tiết phải học lại mô đun mới được tham dự kì thi lần sau.

- Tự học và thảo luận nhóm: là một phương pháp học tập kết hợp giữa làm việc theo nhóm và làm việc cá nhân. Một nhóm gồm 4-5 người học sẽ được cung cấp chủ đề thảo luận trước khi học lý thuyết, thực hành. Mỗi người học sẽ chịu trách nhiệm về 1

hoặc một số nội dung trong chủ đề mà nhóm đã phân công để phát triển và hoàn thiện tốt nhất toàn bộ chủ đề thảo luận của nhóm.

- Tham dự đủ các bài kiểm tra thường xuyên, định kỳ.
- Tham dự thi kết thúc môn học.
- Chủ động tổ chức thực hiện giờ tự học.

9. Tài liệu tham khảo:

- [1]. *Giáo trình máy điện*, Vụ THCN & DN, Nxb. GD
- [2]. Nguyễn Văn Tuệ, *Kỹ thuật quấn dây máy điện*, Nxb. ĐHQG TPHCM, 2009
- [3]. Trần Khánh Hà, *Máy điện 1*, Nxb. KHKT
- [4]. Trần Khánh Hà, *Máy điện 2*, Nxb. KHKT

BÀI MỞ ĐẦU: KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY ĐIỆN

Giới thiệu:

Trong tự nhiên luôn có sự chuyển hoá năng lượng từ dạng này sang dạng khác. Điện năng cũng là một dạng năng lượng rất cần thiết trong sản xuất và giữ vai trò quyết định cho sự phát triển kinh tế trong lĩnh vực điện khí hoá, tự động hoá trong công nghiệp... Trong đó máy điện được sử dụng rộng rãi biến cơ năng thành điện năng và ngược lại.

Trong bài đầu tiên này chúng ta sẽ đi tìm hiểu về khái niệm chung cũng như các định luật điện từ dùng trong máy điện.

1. Mục tiêu:

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

2. Nội dung bài:

2.1. Các định luật điện từ dùng trong máy điện.

2.1.1. Lực điện từ.

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

$$F = B i l \quad (1-4)$$

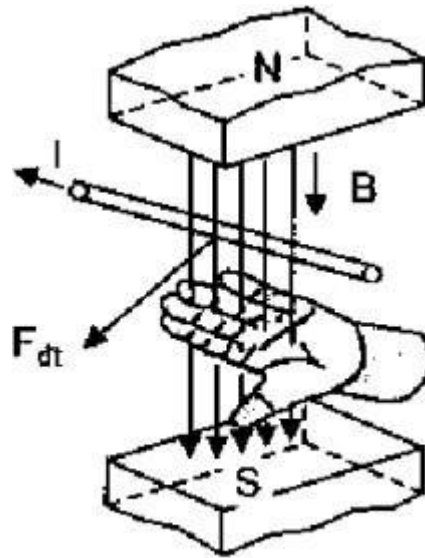
Trong đó: B - Cường độ từ cảm đo bằng T

i- Dòng điện đo bằng A

l- Chiều dài hiệu dụng thanh dẫn đo bằng m

F- Lực điện từ đo bằng N (Niuton)

Chiều lực điện từ xác định theo quy tắc bàn tay trái (hình 17-01-6).



Hình 15-00-6

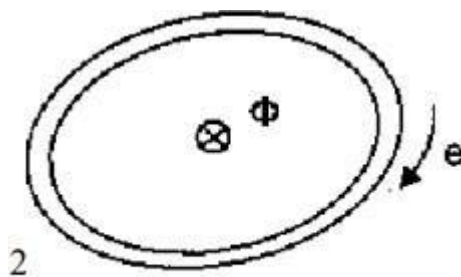
2.1.2. Hiện tượng cảm ứng điện từ.

2.1.2.1. Trường hợp từ thông Φ biến thiên xuyên qua vòng dây

Khi từ thông Φ biến thiên xuyên qua vòng dây dẫn, trong vòng dây sẽ cảm ứng sức điện động. Nếu chọn chiều sức điện động cảm ứng phù hợp với chiều quay của từ thông theo quy tắc vặn nút chai (hình 17-01-4), sức điện động cảm ứng trong một vòng dây, được viết theo công thức Masxscxoen như sau:

$$e = - \frac{d\Phi}{dt} \quad (1-1)$$

dt



Hình 15-00-4

Dấu $\otimes$ trên hình 17-01-4 chỉ chiều Φ đi từ độc giả vào trong giấy.

Nếu cuộn dây có w vòng, sức điện động cảm ứng của cuộn dây sẽ là:

$$e = - \frac{w d\Phi}{dt} = - \frac{d\Psi}{dt} \quad (1-2) \quad \text{---} \quad \text{---}$$

Trong đó

$\Psi = w\Phi$ gọi là từ thông móc vòng của cuộn dây. Trong các công thức (1-2), (1-2) từ thông đó bằng Wb (Webe), sức điện động đo bằng V.

2.1.2.1. Trường hợp thanh dẫn chuyển động trong từ trường.

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

$$e = Blv \quad (1-3)$$

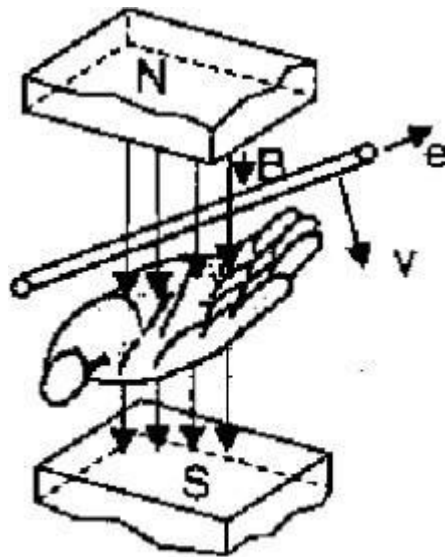
Trong đó:

B : Cường độ từ cảm đo bằng T (Tesla)

l : Chiều dài hiệu dụng của thanh dẫn (phần thanh dẫn nằm trong từ trường) đo bằng m

v : Tốc độ thanh dẫn đo bằng m/s.

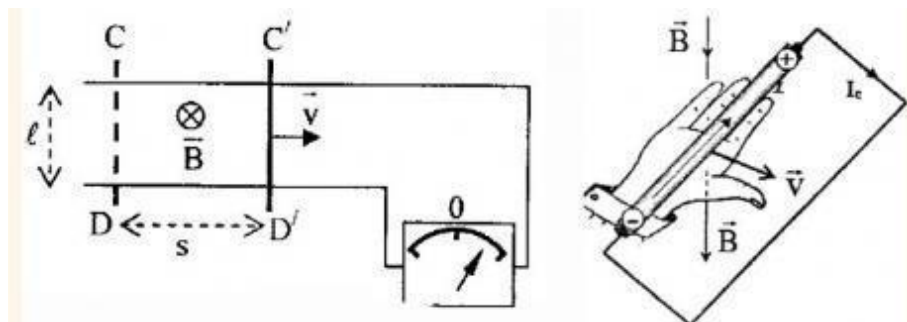
Chiều của sức điện động cảm ứng được xác định theo quy tắc bàn tay phải (hình 17-01-5)



Hình 15-00-5

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

Khi dây dẫn chuyển động cắt các đường sức từ thì trong đoạn dây đó xuất hiện suất điện động (đóng vai trò như nguồn điện). Suất điện động trong trường hợp này cũng gọi là suất điện động cảm ứng.



2.1.4. Tự cảm và hồ cảm.

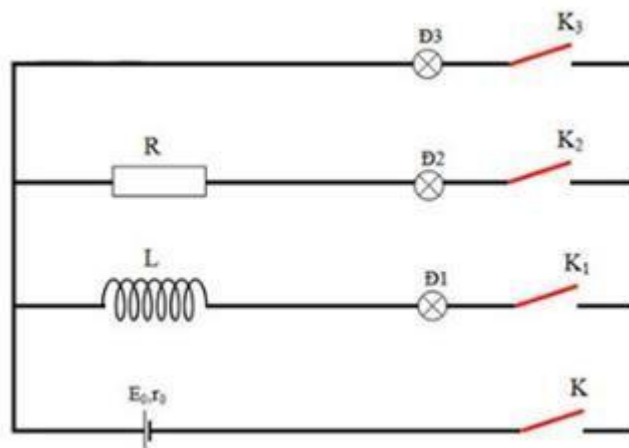
2.1.4.1. Tự cảm

Tự cảm là hiện tượng mà cảm ứng điện từ trong một mạch điện sẽ do chính sự biến đổi của dòng điện trong mạch đó gây ra.

Thí nghiệm: Khóa K_1 đóng, K_2 đóng, K_3 mở. Khi đóng khóa K , đèn 2 lập tức sáng lên còn đèn 1 thì lại sáng chậm hơn đèn 2.

Giải thích thí nghiệm: Khi tiến hành đóng khóa K , dòng điện qua ống dây tăng lên một cách đột ngột trong khoảng thời gian vô cùng ngắn (cường độ dòng điện tăng từ 0 -1) khiến cho từ trường qua ống dây này tăng lên $\Rightarrow$ từ thông qua cuộn dây tăng lên.

Trong khoảng thời gian mà từ thông đi qua cuộn dây biến thiên sinh ra một dòng điện cảm ứng theo định luật Len – xơ, dòng điện cảm ứng này có chiều chống lại sự tăng từ thông $\Rightarrow$ Làm giảm cường độ dòng điện chạy qua đèn 1, khiến cho đèn 1 sáng chậm hơn đèn 2.



2.1.4.2. Hồ cảm

Hiện tượng hồ cảm (độ tự cảm tương hỗ) là sự tương tác của một cuộn từ trường trên một cuộn dây khác khi nó tạo ra một điện áp trong cuộn dây liền kề.

Trong hướng dẫn trước, chúng ta đã thấy rằng một cuộn cảm tạo ra một emf cảm ứng bên trong chính nó là kết quả của từ trường thay đổi xung quanh các lượt của chính nó. Khi emf này được cảm ứng trong cùng một mạch trong đó dòng điện thay đổi, hiệu ứng này gọi là tự cảm ứng (L)

Tuy nhiên, khi emf được cảm ứng thành một cuộn liền kề nằm trong cùng một từ trường, emf được cho là được cảm ứng từ, cảm ứng hoặc bởi Hiện tượng hồ cảm, ký hiệu (M). Sau đó, khi hai hoặc nhiều cuộn dây được liên kết từ tính với nhau bằng một từ thông chung, chúng được cho là có tính chất của cuộn cảm tương hỗ.

Hiện tượng hồ cảm là hiện tượng hoạt động cơ bản của máy biến áp, động cơ, máy phát điện và bất kỳ thành phần điện nào khác tương tác với từ trường khác. Sau đó, chúng ta có thể định nghĩa cảm ứng tương hỗ là dòng điện chạy

trong một cuộn dây tạo ra một điện áp trong một cuộn dây liền kề.

Nhưng độ tự cảm tương hỗ cũng có thể là một điều tồi tệ vì độ tự cảm của dòng điện từ bộ lạc và bộ lọc rò rỉ từ cuộn dây có thể cản trở hoạt động của một thành phần lân cận khác bằng phương pháp cảm ứng điện từ, do đó có thể cần một số hình thức sàng lọc điện đối với điện thế mặt đất.

Hiện tượng hỗ cảm hình thành từ liên kết một cuộn dây này với một cuộn dây khác phụ thuộc rất nhiều vào vị trí tương đối của hai cuộn dây. Nếu một cuộn dây được đặt bên cạnh cuộn dây kia sao cho khoảng cách vật lý của chúng nhỏ, thì gần như toàn bộ từ thông do cuộn thứ nhất tạo ra sẽ tương tác với các cuộn dây của cuộn thứ hai tạo ra một emf tương đối lớn và do đó tạo ra một giá trị tự cảm tương hỗ lớn.

Tương tự, nếu hai cuộn dây cách xa nhau hoặc ở các góc khác nhau, lượng từ thông cảm ứng từ cuộn thứ nhất vào cuộn thứ hai sẽ yếu hơn tạo ra một emf cảm ứng nhỏ hơn nhiều và do đó giá trị hiện tượng hỗ cảm nhỏ hơn nhiều. Vì vậy, ảnh hưởng của hiện tượng hỗ cảm phụ thuộc rất nhiều vào vị trí hoặc khoảng cách tương đối, (S) của hai cuộn dây.

2.2. Định nghĩa và phân loại máy điện.

Mục tiêu:

- Định nghĩa được máy điện
- Hiểu được sơ đồ phân loại máy điện

2.2.1. Định nghĩa

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

Máy điện là máy thường gặp nhiều trong công nghiệp, giao thông vận tải, sản xuất và đời sống.

2.2.2. Phân loại

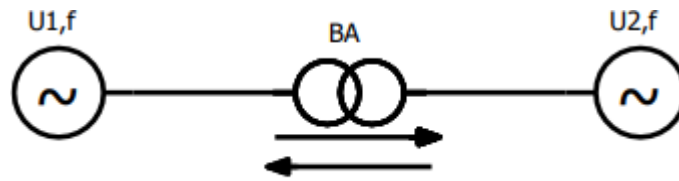
Máy điện có nhiều loại, và có nhiều cách phân loại khác nhau, ví dụ phân loại theo công suất, theo cấu tạo, theo chức năng, theo dòng điện (xoay chiều, một chiều), theo nguyên lý làm việc v.v... Trong giáo trình này ta phân loại dựa vào nguyên lý biến đổi năng lượng như sau:

2.2.2.1. Máy điện tĩnh

Máy điện tĩnh làm việc dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ do sự biến thiên từ thông giữa các cuộn dây không có chuyển động tương đối với nhau.

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

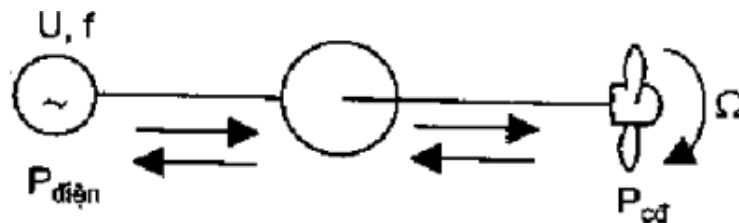
ngược, ví dụ máy biến áp biến đổi hệ thống điện có thông số U_1, f thành hệ thống điện có thông số U_2, f hoặc ngược lại biến đổi hệ thống điện U_2, f thành hệ thống điện có thông số U_1, f (Hình 1-1)



Hình 15-00-1

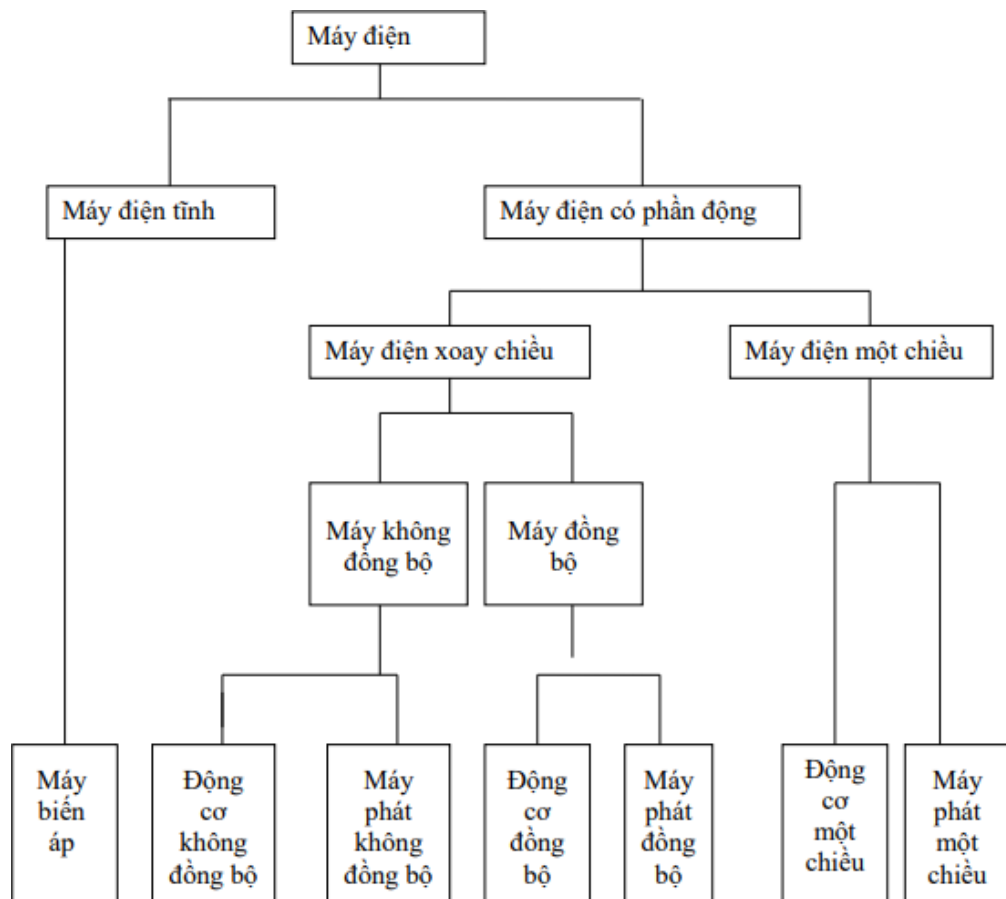
2.2.2.2. Máy điện có phần động (quay hoặc chuyển động thẳng)

Nguyên lý làm việc dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ, lực điện từ, do từ trường và dòng điện của các cuộn dây có chuyển động tương đối với nhau gây ra. Loại máy điện này thường dùng để biến đổi dạng năng lượng, ví dụ biến đổi điện năng thành cơ năng (động cơ điện) hoặc biến đổi cơ năng thành điện năng (máy phát điện). Quá trình biến đổi có tính thuận nghịch (hình MĐ-17-02) nghĩa là máy điện có thể làm việc ở chế độ máy phát điện hoặc động cơ điện.



Hình 15-00-2

Trên hình 15-00-3 vẽ sơ đồ phân loại các loại máy cơ điện cơ bản thường gặp.



Hình 15-00-3 Sơ đồ phân loại các máy điện

2.3. Nguyên lý máy phát điện và động cơ điện.

2.3.1. Nguyên lý máy phát điện và động cơ điện.

2.3.1.1. Máy phát điện

Nói một cách đơn giản máy phát điện là thiết bị tạo ra điện năng. Lượng điện năng này chúng ta có thể sử dụng trong việc sản xuất kinh doanh, hoặc các nhu cầu sinh hoạt hằng ngày.

Công dụng chính của máy phát điện là: phát điện, chỉnh lưu, hiệu chỉnh điện áp. Hiện nay, nhu cầu sử dụng điện nhiều, máy phát điện đóng vai trò vô cùng quan trọng trong việc dự phòng điện khi xảy ra các sự cố cúp điện, thiếu điện, quá tải...

Nguyên lý hoạt động của máy phát điện chính là dựa theo nguyên lý cảm ứng điện từ.

Có thể hiểu là khi hoạt động tác động khiến nam châm hay cuộn dây quay tròn. Nó sẽ làm tăng giảm luân phiên số đường sức từ nam châm đi qua tiết diện cuộn dây. Nếu hiện tượng tăng giảm ấy xảy ra thì dòng điện cảm ứng trong cuộn dây cũng xuất hiện. Đồng thời dòng điện ấy cũng luân phiên đổi chiều.

Ngoài nguyên tắc cảm ứng điện từ thì máy phát điện còn hoạt động dựa vào lực từ trường khi tác dụng lên dòng điện.

2.3.1.2. Động cơ điện

Động cơ điện là một thiết bị có nhiệm vụ chuyển đổi năng lượng điện thành năng lượng cơ. Bất kỳ thiết bị điện nào, từ lớn đến nhỏ đều cần sử dụng đến động cơ điện. Một số loại thiết bị sử dụng động cơ điện có thể thấy trong đời sống hàng ngày như: tủ lạnh, máy giặt, lò nướng đến máy móc sản xuất công nghiệp.

Nguyên lý hoạt động của động cơ điện

Nguyên lý làm việc của động cơ điện là tạo ra từ trường quay thông qua dòng điện xoay chiều nhiều pha. Vì vậy, để động cơ hoạt động được thì cần phải cung cấp nguồn điện xoay chiều cho stato của động cơ. Dòng điện qua các cuộn dây của stato sẽ tạo ra từ trường quay. Trong quá trình quay, từ trường sẽ quét qua các thanh của rôto, tạo ra sức điện động cảm ứng tạo ra dòng điện trong thanh. Vật dẫn mang dòng điện nằm trong từ trường nên tương tác với nhau, tạo ra lực điện từ. Các lực này sẽ tạo ra một mômen quay với trục rôto, làm cho rôto quay theo chiều của từ trường. Hầu hết các động cơ điện đều hoạt động dựa trên nguyên lý điện từ. Tuy nhiên, người ta vẫn sử dụng động cơ hoạt động theo nguyên lý khác như tác dụng lực tĩnh điện và hiệu điện thế.

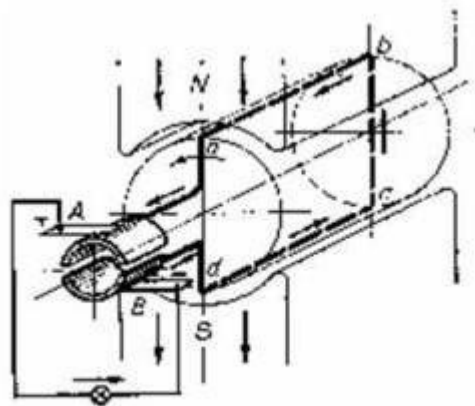
2.3.2. Tính thuận nghịch của máy điện

Mục tiêu:

- Hiểu được tính thuận nghịch của máy điện
- Phân tích được chế độ làm việc của máy phát điện và động cơ điện

Nguyên lý làm việc của các máy điện dựa trên cơ sở định luật cảm ứng điện từ. Sự biến đổi năng lượng trong máy điện được thực hiện thông qua từ trường. Để tạo được từ trường mạch và tập trung người ta dùng vật liệu sắt từ để làm mạch từ.

Ở các máy biến áp mạch từ là một lõi thép đứng yên, còn trong các máy điện quay mạch từ gồm hai lõi thép đồng trục: một quay và một đứng yên và cách nhau một khe hở. Theo tính chất thuận nghịch của định luật cảm ứng điện từ máy điện có thể làm việc ở chế độ máy phát điện hoặc động cơ điện.



Hình 15-00-9: Nguyên tắc cấu tạo và làm việc của máy phát điện

Đưa cơ năng vào phần quay của MĐ nó sẽ làm việc ở chế độ máy phát:

Máy gồm một khung dây abcd hai đầu nối với hai phiên góp, khung dây và phiên góp được quay quanh trục của nó với vận tốc không đổi trong từ trường của hai cực nam châm vĩnh cửu. Theo định luật cảm ứng điện từ trong thanh dẫn sẽ cảm ứng lên sức điện động: $e = B.l.v$ (V). (1-11)

Trong đó:

B: Từ cảm nơi thanh dẫn quét qua (T).

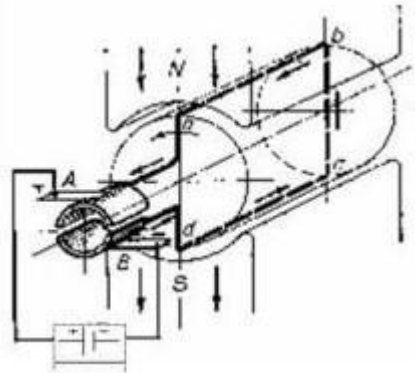
L: Chiều dài của thanh dẫn trong từ trường (m).

V: Tốc độ dài của thanh dẫn (m/s).

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. Máy làm việc ở chế độ máy phát điện biến cơ năng thành điện năng.

Máy làm việc ở chế độ động cơ điện:

Nếu ta cho dòng điện một chiều đi vào khung dây vào chổi than A và ra ở B. Dưới tác dụng của từ trường sẽ có lực điện từ $F = B.i.l$ tác dụng lên cạnh khung dây. Chiều của lực điện từ được xác định bằng qui tắc bàn tay trái, các lực F tạo thành mô men quay rotor với vận tốc v. Khi rotor quay cắt các đường sức từ sinh ra sức điện động E có chiều ngược với chiều dòng điện, máy đã biến điện năng thành cơ năng.



Hình 15-00-10 Nguyên tắc cấu tạo và làm việc của động cơ

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

Mục tiêu:

- Phân loại được các vật liệu chế tạo máy điện
- Hiểu được cấu tạo và cách lựa chọn vật liệu chế tạo máy điện

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

2.4.1. Vật liệu dẫn điện.

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

phốt pho. Để chế tạo dây quấn ta thường dùng đồng và thứ yếu hơn là nhôm.

Dây đồng và dây nhôm được chế tạo theo tiết diện tròn hoặc chữ nhật, có bọc cách điện khác nhau như sợi vải, sợi thủy tinh, giấy, nhựa hóa học, sơn êmay.

Với các máy điện công suất nhỏ và trung bình, điện áp dưới 700V thường dùng êmay vì lớp cách điện của dây mỏng, đạt độ bền yêu cầu. Đối với các bộ phận khác nhau như vành đổi chiều, lồng sóc hoặc vành trượt, ngoài đồng, nhôm, người ta còn dùng các hợp kim của đồng hoặc nhôm, hoặc có chỗ còn dùng cả thép để tăng độ bền cơ học và giảm kim loại màu.

2.4.2. Vật liệu dẫn từ.

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

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

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

2.4.3. Vật liệu cách điện.

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

Nếu tính năng chất cách điện cao thì lớp cách điện có thể mỏng và kích thước của máy giảm.

Chất cách điện của máy điện chủ yếu ở thể rắn, gồm 4 nhóm:

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

Chất cách điện tốt nhất là mica, song tương đối đắt nên chỉ dùng trong các máy điện có điện áp cao.

Thông thường dùng các vật liệu có sợi như giấy, vải, sợi v.v. Chúng có độ

bền cơ tốt, mềm, rẻ tiền nhưng dẫn nhiệt xấu, hút ẩm, cách điện kém. Do đó dây dẫn cách điện sợi phải được sấy tẩm để cải thiện tính năng của vật liệu cách điện.

Căn cứ vào độ bền nhiệt, vật liệu cách điện được chia ra nhiều loại: vật liệu cách điện cấp A gồm bông, tơ, giấy và các chất hữu cơ tương tự được tẩm dầu và cách điện dây dẫn bằng sợi êmay. Nhiệt độ cho phép của chúng khoảng 90°C - 105°C .

Vật liệu cách điện cấp B gồm các sản phẩm của mica, amiăng, sợi thủy tinh, nhiệt độ cho phép từ 105°C - 140°C . Vật liệu cách điện cấp E là trung gian giữa cấp A và B. Vật liệu cách điện cấp E và cấp H là vật liệu cách điện chịu nhiệt cao.

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

2.4.4. Vật liệu kết cấu.

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

2.5. Phát nóng và làm mát máy điện

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

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

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

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

Giới thiệu:

**B
À
I
1
:
M
Á
Y
B
I
É
N
Á
P**

**M
ã
b
à
i
:
0
1**

Để dẫn điện từ các trạm phát điện đến hộ tiêu thụ cần phải có đường dây tải điện, nếu khoảng cách giữa nơi sản xuất điện và hộ tiêu thụ lớn thì một vấn đề đặt ra cần được giải quyết là việc truyền tải điện năng đi xa làm sao cho kinh tế hơn.

Như ta đã biết, cùng một công suất truyền tải trên đường dây nếu điện áp được tăng cao thì dòng điện chạy trên đường dây sẽ giảm xuống. Như vậy có thể làm tiết diện dây nhỏ đi, do đó trọng lượng và chi phí sẽ giảm xuống đồng thời tổn hao năng lượng cũng giảm xuống. Do đó phải có thiết bị để tăng điện áp ở đầu đường dây lên và giảm điện áp ở các hộ tiêu thụ. Và các thiết bị như vậy được gọi là máy biến áp.

1. Mục tiêu của bài:

- Mô tả được cấu tạo, phân tích được nguyên lý làm việc của máy biến áp một pha và ba pha.
- Xác định được cực tính và đầu dây vận hành máy biến áp một pha, ba pha đúng kỹ thuật.
- Đầu máy biến áp vận hành song song các máy biến áp.
- Tính toán được các thông số của máy biến áp ở các trạng thái: không tải, có tải, ngắn mạch.
- Quản lại được máy biến áp một pha cỡ nhỏ

- Chọn lựa đúng máy biến áp phù hợp với mục đích sử dụng. Bảo dưỡng và sửa chữa máy biến áp theo yêu cầu.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy khoa học và sáng tạo.

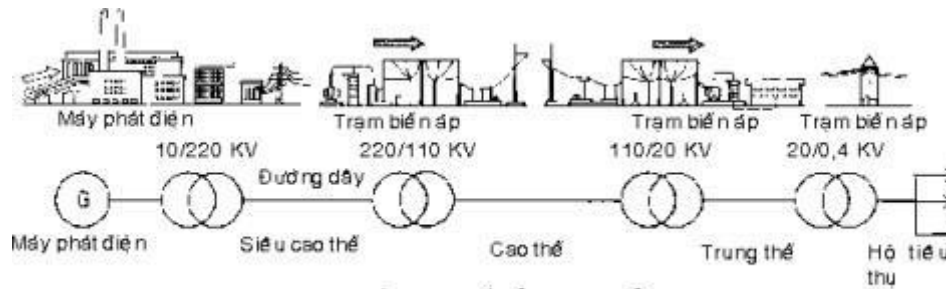
2.Nội dung bài:

2.1. Khái niệm chung.

Mục tiêu:

- Biết được chức năng của máy biến áp
- Định nghĩa được thế nào là máy biến áp

Để truyền tải và phân phối điện năng đi xa được phù hợp và kinh tế thì phải có những thiết bị để tăng và giảm áp ở đầu và cuối đường dây. Những thiết bị này gọi là máy biến áp (mba) (hình 15-01-1). Những mba dùng trong hệ thống điện lực gọi là mba điện lực hay mba công suất. Mba chỉ làm nhiệm vụ truyền tải và phân phối điện năng chứ không phải biến hoá năng lượng. Các loại mba như: mba điện lực, hàn điện, các mba dùng cho các thiết bị chỉnh lưu và đo lường...ngày nay, trong máy biến áp dây nhôm thay thế bằng đồng nhằm giảm kích thước và trọng lượng, tiết kiệm được đồng và giá thành rẻ hơn.



Hình 15-01-1 Sơ đồ mạng truyền tải đơn giản

Máy biến áp là thiết bị điện từ tĩnh làm việc trên nguyên lí cảm ứng điện từ, biến

đổi 1 hệ thống dòng điện xoay chiều ở điện áp này thành điện áp khác với tần số không đổi.

2.2. Cấu tạo của máy biến áp.

Mục tiêu:

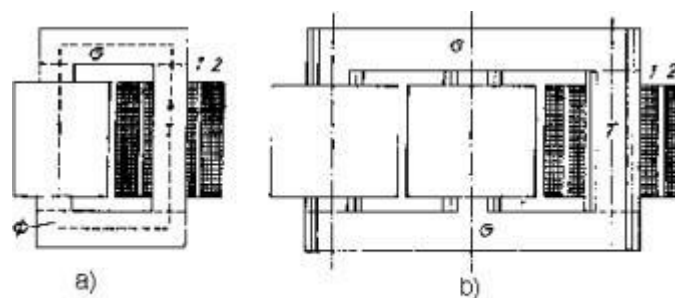
- Hiểu được cấu tạo của máy biến áp
- Hiểu được chức năng các bộ phận của máy biến áp

Máy biến áp có ba bộ phận chính: lõi thép, dây quấn và vỏ máy.

2.2.1. Lõi thép

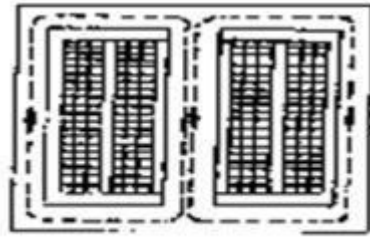
Lõi thép: dùng làm mạch dẫn từ, đồng thời làm khung để quấn dây quấn. theo hình dáng lõi thép người ta chia ra:

* Máy biến áp kiểu lõi hay kiểu trụ: Dây quấn bao quanh lõi thép. Loại này sử dụng rất thông dụng cho mba 1 pha và 3 pha có dung lượng nhỏ và trung bình.



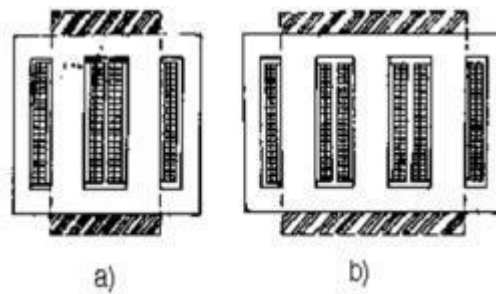
Hình 15-01-2 Mba kiểu lõi: a. một pha; b. ba pha

* Máy biến áp kiểu bọc: Mạch từ được phân mạch nhánh ra hai bên và bọc lấy một phần dây quấn. Loại này dùng trong lò luyện kim, các máy biến áp 1 pha công suất nhỏ dùng trong kĩ thuật vô tuyến điện, truyền thanh.



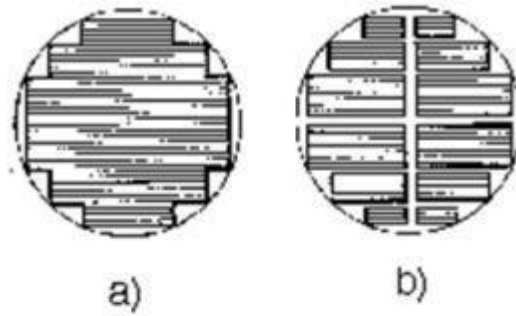
Hình15-01-3 Máy biến áp kiểu bọc

Ở các máy biến áp hiện đại, dung lượng mba này lớn và cực lớn (80 đến 100 MVA trên 1 pha), điện áp thật cao (từ 220 đến 400 KV) để giảm chiều cao của trụ thép và tiện lợi cho việc vận chuyển, mạch từ của mba kiểu trụ được phân nhánh sang hai bên nên mba hình dáng vừa kiểu bọc vừa kiểu trụ gọi là mba kiểu trụ bọc.

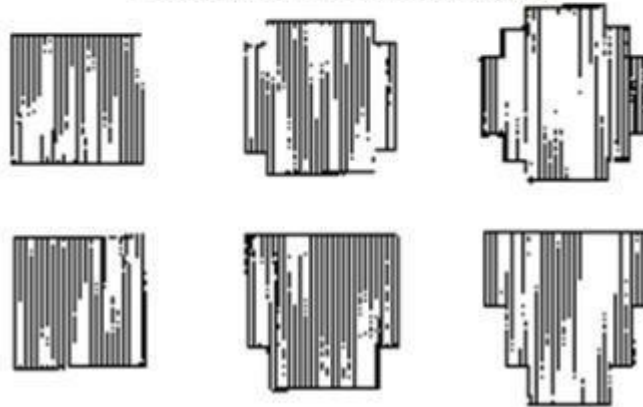


Hình 15-01-4 Máy biến áp kiểu trụ bọc: a. Một pha; b. Ba pha

(H15-01-4b) Trình bày kiểu mba trụ bọc 3 pha, trường hợp này có dây quấn ba pha nhưng có 5 trụ nên gọi là mba 3 pha 5 trụ. Lõi thép mba gồm: 2 phần (Hình 15-01-2) Phần trụ: kí hiệu chữ T. Phần gông: kí hiệu chữ G. Trụ là phần lõi thép có quấn dây quấn, gông là phần lõi thép nối các trụ lại với nhau thành mạch từ kín có dây quấn.



Hình 17-02-5 Tiết diện của trụ thép



Hình 15-01-6 Các dạng thiết diện của trụ thép

Do dây quấn thường quấn thành hình tròn nên tiết diện ngang của trụ thép có dạng hình gần tròn. (Hình 15-01-5). Gông từ vì không quấn dây nên để đơn giản trong việc chế tạo tiết diện ngang của gông có thể làm: hình vuông, hình chữ nhật, hình T. (Hình 15-01-6).

Hiện nay các mba điện lực, người ta dùng tiết diện gông từ hình bậc thang. Vì lí do an toàn, toàn bộ lõi thép được nối đất cùng với vỏ máy.

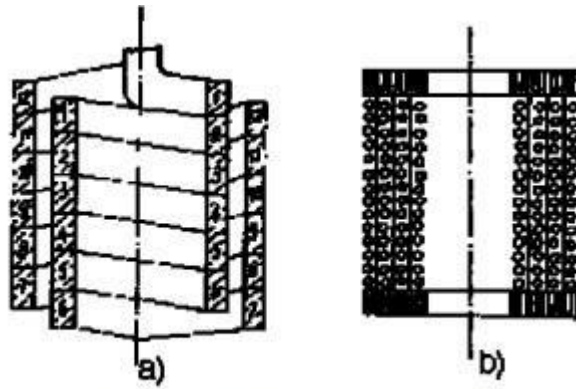
2.2.2. Dây quấn

Dây quấn là bộ phận dẫn điện của mba làm nhiệm vụ: thu năng lượng vào và truyền năng lượng ra. Chúng thường làm bằng Cu (đồng) hoặc Al (nhôm). Theo cách sắp xếp dây quấn cao áp và hạ áp chia làm hai loại: dây quấn đồng tâm và dây quấn xen kẽ.

2.2.2.1. Dây quấn đồng tâm:

Tiết diện ngang là những vòng tròn đồng tâm. Dây quấn HA (hạ áp) thường quấn phía trong gần trụ thép còn dây quấn CA (cao áp) quấn phía ngoài bọc lấy dây quấn HA. Với các dây quấn này có thể giảm bớt điều kiện cách điện của dây quấn CA, vì dây quấn HA được cách điện dây quấn CA và trụ.

Những kiểu dây quấn đồng tâm chính bao gồm:



Hình 15-01-7 Dây quấn hình trụ: a. Dây quấnбет hai lớp; b. Dây quấn tròn

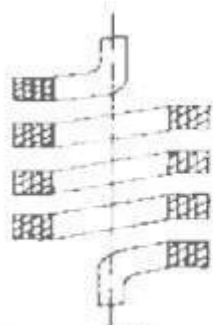
a. Dây quấn hình trụ:

Nếu tiết diện dây lớn thì dùng dâyбет và thường quấn thành 2 lớp (Hình 15-01-7a);

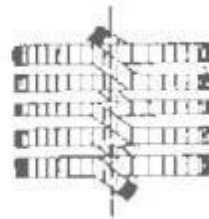
Nếu tiết diện dây nhỏ thì dùng dây tròn quấn thành nhiều lớp (Hình 15-01-7b).

Dây quấn hình trụ dây tròn thường làm dây quấn CA, điện áp 35 KV còn dây quấn hình trụбет chủ yếu làm dây quấn HA từ 6 KV trở xuống.

b. Dây quấn hình xoắn:



Hình 15-01-8 Dây quấn hình xoắn



Hình 15-01-9 Dây quấn hình xoắn ốc

Gồm nhiều dâyбет chập lại với nhau quấn theo đường xoắn ốc, giữa các vòng dây có rãnh hở (Hình 15-01-8). Kiểu này thường dùng cho dây quấn HA của mba dung lượng trung bình và lớn.

c. Dây quấn xoắn ốc liên tục:

Làm bằng dâyбет và khác với dây quấn hình xoắn ở chỗ, dây quấn này được quấn thành những bánh dây phẳng cách nhau bằng những rãnh hở. (Hình 17-02-9). Bằng cách hoán vị đặc biệt trong khi quấn dây, các bánh dây được nối tiếp một cách liên tục mà không cần mối hàn giữa chúng nên gọi là xoắn ốc liên tục.

Dây quấn này chủ yếu dùng cuộn CA, điện áp 35 KV trở lên và dung lượng lớn.

2.2.2.2. Dây quấn xen kẽ

Các dây quấn CA và HA lần lượt xen kẽ nhau dọc theo trụ thép (Hình 17-

02-10). Để cách điện dễ dàng, các bánh dây sắt gông thường thuộc dây quấn HA. Kiểu dây này thường dùng trong mba kiểu bọc. Vì chế tạo và cách điện khó khăn nên các mba kiểu trụ không dùng dây quấn xen kẽ.



H.15-01-10 Dây quấn xen kẽ

1. Dây quấn hạ áp

2. Dây quấn cao áp

2.2.3. Vỏ máy

2.2.3.1. Thùng mba

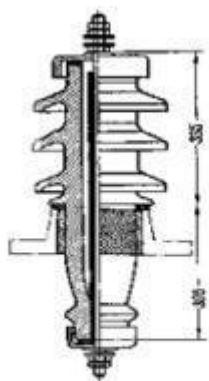
Làm bằng thép, hình bầu dục. Khi mba làm việc, một phần năng lượng, bị tiêu hao, thoát ra dưới dạng nhiệt đốt nóng lõi thép, dây quấn và các bộ phận khác làm nhiệt độ của chúng tăng lên. Do đó giữa mba và môi trường xung quanh có sự chênh lệch nhiệt độ. Giá trị nhiệt độ vượt quá mức qui định làm giảm tuổi thọ hoặc có thể gây ra sự cố cho mba.

Nếu mba vận hành với tải liên tục thì thời gian sử dụng từ (15 đến 20 năm) và nó không bị sự cố và làm lạnh bằng cách ngâm trong thùng dầu. Nhờ sự đối lưu trong dầu nhiệt từ các bộ phận bên trong truyền sang dầu rồi qua vách thùng ra môi trường xung quanh. Lớp dầu sát vách thùng nguội dần sẽ chuyển xuống phía dưới và lại tiếp tục làm nguội một cách tuần hoàn các bộ phận bên trong máy. Dầu còn làm nhiệm vụ tăng cường cách điện.

2.3.2.2. Nắp thùng

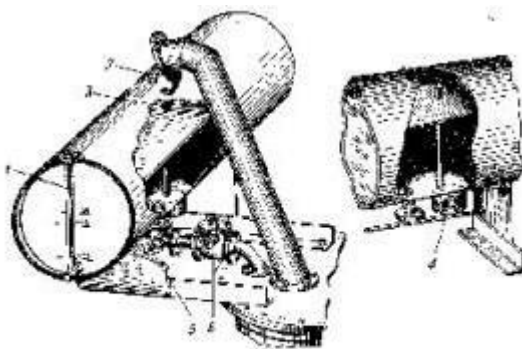
Dùng để đậy thùng và trên đó có đặt các chi tiết máy quan trọng như:

- Các sứ ra của dây quấn HA và CA: làm nhiệm vụ cách điện giữa dây dẫn với vỏ máy. Tùy theo điện áp mba người ta có sứ cách điện thường hoặc có dầu. Hình 17-02-11 vẽ một sứ dầu ra 35 KV chứa dầu. Điện áp càng cao thì kích thước và trọng lượng sứ càng lớn.



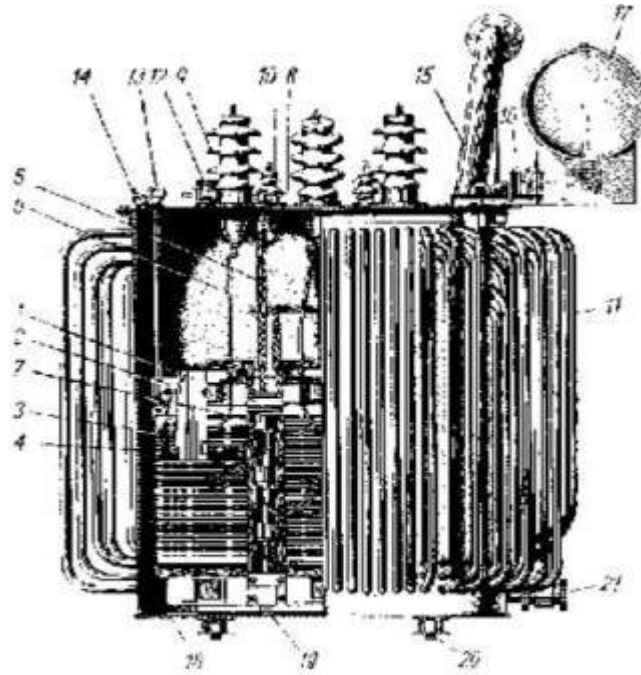
Hình 15-01-11 Sứ 35 kV chứa dầu

- Bình giãn dầu: là một thùng hình trụ bằng thép đặt trên nắp và nối với thùng bằng một ống dẫn dầu (Hình 15-01-12). Dầu trong thùng luôn đầy và duy trì ở mức nhất định và nó giãn nở tự do, ống chỉ mức dầu đặt bên cạnh bình giãn dầu dùng để theo dõi mức dầu ở trong.



Hình 15-01-12 Bình giãn dầu và ống bảo hiểm

- Ống bảo hiểm: làm bằng thép hình trụ nghiêng một đầu nối với nắp thùng, một đầu bịt bằng đĩa thủy tinh hoặc màng nhôm mỏng (Hình 15-01-13).



Hình 15-01-13 Máy biến áp dầu 3pha

Nếu áp suất trong thùng tăng lên đột ngột thì đĩa thủy tinh sẽ vỡ, dầu theo đó thoát ra ngoài bảo vệ mba.

1. Thép dẫn từ;
2. Má sắt ép gông.
3. Dây quấn điện áp thấp (HA).
4. Dây quấn cao áp (CA).
5. Ống dẫn dây ra của cao áp.
6. Ống dẫn dây ra của hạ áp.
7. Bộ chuyển mạch để điều khiển điện áp của dây quấn cao áp.
8. Bộ phận truyền động của bộ chuyển mạch;
9. Sứ ra của cao áp;
10. Sứ ra của hạ áp.
11. Thùng dầu kiểu ống;
12. Ống nhập dầu;
13. Quai để nâng ruột máy ra;
14. Mặt bích để nối với bơm chân không;
15. Ống có màng bảo hiểm;
16. Role hơi;
17. Bình giãn dầu;

18. Giá đỡ góc ở đáy thùng dầu;
19. Bulông dọc để bắt chặt má ép gông;
20. Bánh xe lăn;
21. Ống xả dầu.

2.3. Các đại lượng định mức của máy biến áp.

Mục tiêu:

- Biết được các đại lượng định mức của máy biến áp
- Hiểu chức năng của các đại lượng định mức

Các lượng định mức của máy biến áp do xưởng chế tạo máy biến áp quy định để cho máy có khả năng làm việc lâu dài và tốt nhất.

Ba đại lượng định mức cơ bản là:

2.3.1. Điện áp định mức

Điện áp sơ cấp định mức ký hiệu U_{1dm} , là điện áp đã quy định cho dây quấn sơ cấp. Điện áp thứ cấp định mức ký hiệu U_{2dm} , là điện áp giữa các cực của dây quấn thứ cấp, khi dây quấn thứ cấp hở mạch và điện áp đặt vào dây quấn sơ cấp là định mức. Người ta quy ước với máy biến áp một pha điện áp định mức là điện áp pha, với máy biến áp ba pha là điện áp dây. Đơn vị điện áp ghi trên máy thường là kV.

2.3.2. Dòng điện định mức

Dòng điện định mức là dòng điện đã quy định cho mỗi dây quấn của biến áp, ứng với công suất định mức và điện áp định mức. Đối với máy biến áp một pha dòng điện định mức là dòng điện pha. Đối với máy biến áp ba pha dòng điện định mức là dòng điện dây. Đơn vị dòng điện ghi trên máy thường là A. Dòng điện sơ cấp định mức ký hiệu I_{1dm} , dòng điện thứ cấp định mức ký hiệu I_{2dm} .

2.3.3. Công suất định mức

Công suất định mức của máy biến áp là công suất biểu kiến thứ cấp ở chế độ làm việc định mức. Công suất định mức ký hiệu là S_{dm} , đơn vị là kVA. Đối với máy biến áp một pha công suất định mức là:

$$S_{dm} = U_{1dm} I_{1dm} = U_{2dm} I_{2dm} \quad (2-1)$$

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

$$S_{dm} = 3 U_{1dm} I_{1dm} \sqrt{3} = \sqrt{3} U_{1dm} I_{1dm} \quad (2-2)$$

Ngoài ra trên biến áp còn ghi tần số, số pha, sơ đồ nối dây, điện áp ngắn mạch, chế độ làm việc v.v...

2.4. Nguyên lí làm việc của máy biến áp

Mục tiêu:

- Phân tích được nguyên lý làm việc của máy biến áp
- Biết công thức tính hệ số máy biến áp

Trên hình 17-02-14 vẽ sơ đồ nguyên lý của máy biến áp một pha có hai dây quấn W1 và W2. Khi ta nối dây quấn W1 vào nguồn điện xoay chiều có điện áp u_1 , sẽ có dòng điện sơ cấp i_1 chạy trong dây quấn sơ cấp W1. Dòng điện i_1 sinh ra từ thông Φ biến thiên chạy trong lõi thép, từ thông này móc vòng (xuyên qua) đồng thời với cả hai dây quấn sơ cấp W1 và thứ cấp W2, được gọi là từ thông chính.

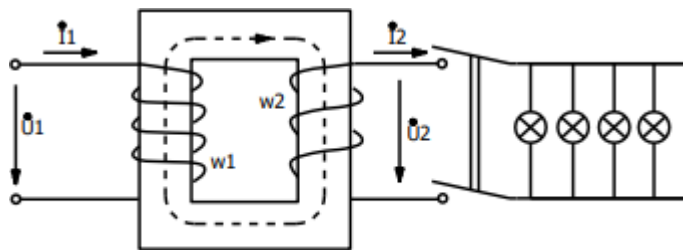
Theo quy luật cảm ứng điện từ, sự biến thiên của từ thông Φ làm cảm ứng vào dây quấn sơ cấp sức điện động là:

$$e = -W_1 \frac{d\Phi}{dt} \quad (2-3)$$

1

$\frac{1}{dt}$

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



Hình 15-01-14

$$e = -W_2 \frac{d\Phi}{dt} \quad (2-4)$$

2 $\frac{2}{dt}$

Trong đó W_1 , W_2 là số vòng của dây quấn sơ cấp và thứ cấp. Khi máy biến áp không tải, dây quấn thứ cấp hở mạch, dòng điện thứ cấp $I_2 = 0$, từ thông chính Φ trong lõi thép chỉ do dòng sơ cấp I_0 sinh ra.

Khi máy biến áp có tải, dây quấn thứ cấp nối với tải có tổng trở tải Z_1 , dưới tác động của sức điện động e_2 , có dòng điện thứ cấp i_2 cung cấp điện cho tải. Khi ấy từ thông chính Φ do đồng thời cả hai dòng sơ cấp i_1 và thứ cấp i_2 sinh ra.

Điện áp u_1 hình sin nên từ thông cũng biến thiên hình sin $\Phi = \Phi_{\max} \sin \omega t$

ta có:

$$e = -W$$

$$d \left(\Phi_{\max} \sin \omega t \right) = 4,44$$

$$\frac{fW \Phi}{\sqrt{}}$$

$$2 \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

$$\frac{d}{dt} E_1$$

$$\Phi_{\max}$$

$$2$$

$$2 \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

$$(2-5)$$

$$\sqrt{}$$

$$2$$

$$e = -W \frac{d \left(\Phi_{\max} \sin \omega t \right)}{dt} = 4,44 fW \Phi$$

$$2 \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

$$\frac{d}{dt} E_2$$

$$\Phi_{\max}$$

$$2$$

$$2 \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

$$($$

$$2$$

$$-$$

$$6$$

$$2)$$

$$\sqrt{}$$

Trong đó:

$$E_1 = 4,44 f W_1 \Phi_{\max} \quad (2-7)$$

(2-8)

$$E_2 = 4,44 f W_2 \Phi_{\max}$$

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

Nhìn công thức (2-5) và (2-6) ta thấy: sức điện động thứ cấp và sơ cấp có cùng tần số, nhưng trị số hiệu dụng khác nhau.

Nếu chia E_1 cho E_2 ta có:

$$k = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2} \quad (2-9)$$

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

k được gọi là hệ số biến áp.

Nếu bỏ qua điện trở dây quấn và từ thông tản ra ngoài không khí, có thể coi gần đúng $U_1 \approx E_1$, $U_2 \approx E_2$, ta có:

$$\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2} = k$$

$$\frac{U_2}{U_1} \approx \frac{E_2}{E_1} = \frac{W_2}{W_1}$$

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

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

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

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

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

$$U_2 I_2 \approx U_1 I_1$$

Hoặc

$$U_1 \approx I_2 \approx k$$

(2-10)

$$\frac{U_2}{U_1} \approx \frac{I_1}{I_2}$$

2.5. Mô hình toán và sơ đồ thay thế của máy biến áp.

Mục tiêu:

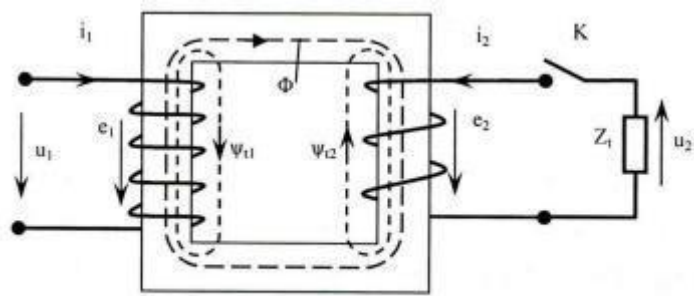
- Hiểu được phương trình cân bằng điện từ

- Hiểu và vẽ được sơ đồ thay thế máy biến áp

2.5.1. Phương trình cân bằng điện từ

Khi viết hệ phương trình, trước hết ta chọn chiều i_1 như hình 17-02-15 .

Theo quy tắc vắn nút chai, chiều Φ phù hợp với chiều i_1 , chiều e_1 , e_2 phù hợp với chiều Φ nghĩa là e_1 và i_1 trùng chiều. Chiều i_2 được chọn ngược với chiều e_2 , nghĩa là chiều i_2 không phù hợp với chiều Φ theo quy tắc trên.



Hình 15-01-15

Ngoài từ thông chính Φ chạy trong lõi thép như đã nói ở trên, trong máy biến áp còn có từ thông tản. Từ thông tản không chạy trong lõi thép mà chạy tản ra trong không khí, các vật liệu cách điện v.v... Từ thông tản khép mạch qua các vật liệu không sắt từ, có độ dẫn từ kém, do đó từ thông tản nhỏ rất nhiều so với từ thông chính. Từ thông tản chỉ móc vòng riêng rẽ với mỗi dây quấn. Từ thông tản móc vòng sơ cấp ký hiệu là

Ψ_{t1} - do dòng điện sơ cấp i_1 gây ra. Từ thông tản

móc vòng thứ cấp

Ψ_{t2}

do dòng điện thứ cấp i_2 gây ra. Ở chương 1 đã biết, từ

thông tản được đặc trưng bằng điện cảm tản.

Điện cảm tản dây quấn sơ cấp L_1 là:

$$L_1 = \frac{\Psi_{t1}}{i_1} \quad (2-11)$$

Điện cảm tản dây quấn thứ cấp L_2 là:

$$L_2 = \frac{\Psi_{t2}}{i_2} \quad (2-12)$$

2.5.2. Phương trình cân bằng điện sơ cấp

Chúng ta hãy xét mạch điện sơ cấp, gồm nguồn điện áp u_1 , sức điện động e_1 , điện trở dây quấn sơ cấp R_1 , điện cảm tản sơ cấp L_1 . Áp dụng định luật Kiêchốp 2 ta có phương trình cân bằng điện sơ cấp viết dưới dạng trị số tức thời là:

$$R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} = u_1 + e_1$$

Hoặc chuyển về ta có:

$$u = Ri + L \frac{di_1}{dt} - e \quad (2-13)$$

Nếu viết dưới dạng số phức, ta có phương trình cân bằng điện áp sơ cấp:

$$U = R_1 I_1 + jX_1 I_1 - E_1 = Z_1 I_1 - E_1$$

Trong đó tổng trở phức dây quấn sơ cấp là:

$$Z_1 = R_1 + jX_1 \quad (2-14)$$

$$Z_1 = R_1 + j\omega L_1 =$$

$$R_1 + jX_1$$

Và điện kháng tản phía sơ cấp $X_1 = \omega L_1$

2.5.3. Phương trình cân bằng điện thứ cấp

Mạch điện thứ cấp gồm sức điện động e_2 , điện trở dây quấn thứ cấp R_2 , điện cảm tản dây quấn thứ cấp L_2 , tổng Z_2 . Phương trình Kirchhoff 2 viết trở tải dưới dạng trị số tức thời là:

$$R_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} + u_2 = e_2 \quad (2-15)$$

Nếu viết dưới dạng số phức, ta có phương trình cân bằng điện áp thứ cấp:

$$U_2 = -R_2 I_2 + jX_2 I_2 + E_2 = -Z_2 I_2 + E_2 \quad (2-16)$$

Trong đó tổng trở phức phía thứ cấp:

$$Z_2 = R_2 + j\omega L_2 = R_2 + jX_2$$

Và điện kháng tản phía thứ cấp: $X_2 = \omega L_2$

Điện áp thứ cấp chính là điện áp đặt lên tải, do đó:

$$U_2 = Z_L I_2 \quad (2-17)$$

2.5.4. Phương trình cân bằng từ

Trong phương trình cân bằng điện sơ cấp $U_1 = Z_1 I_1 - E_1$, thành phần điện áp $Z_1 I_1$ thường rất nhỏ, vì thế lấy gần đúng về mặt trị số hiệu dụng $U_1 \approx E_1$. Vì điện áp lưới đặt vào phía sơ cấp U_1 không đổi, nên sức điện động E_1 không đổi và từ thông chính $\Phi_{\max}$ sẽ không đổi. Với chế độ không đổi, từ thông chính chỉ do

sức từ động của dây quấn sơ cấp ($i_0 w_1$) sinh ra, còn chế độ có tải, từ thông chính do sức từ động của cả hai dây quấn sơ cấp và thứ sinh ra. Sức từ động lúc có tải là $(i_1 w_1 + i_2 w_2)$. Vì $\Phi_{\max}$ không đổi, nên sức từ động không tải bằng sức từ động

có tải, do đó ta có phương trình cân bằng từ viết dưới dạng tức thời: $i_0 w_1 = i_1 w_1 + i_2 w_2$. Chia 2 về cho w_1 , ta có:

$$i_0 = i_1 + i_2 \frac{w_2}{w_1} = i_1 + \frac{i_2}{k} = i_1 + i_2' \quad \text{hoặc } i_0 = i_1 - i_2'$$

$$= i_1 + i_2'$$

$$\frac{0}{1} \\ 1$$

$$w_1$$

$$1$$

$$w_1$$

$$1$$

$$k$$

$$1$$

$$2$$

$$1$$

$$0$$

$$2$$

Trong đó: $k=w_1/w_2$ là hệ số máy biến áp

i_0 là dòng điện phía sơ cấp khi máy biến áp ở chế độ không tải

$i_2 = i_2/k$ là dòng điện thứ cấp đã quy đổi về phía sơ cấp

Vậy phương trình cân bằng từ dạng số phức là:

$$I_1 = I_0 + (-I_2)$$

Phương trình cân bằng từ cho thấy rõ quan hệ giữa mạch điện sơ cấp và thứ cấp

Kết luận: Mô hình toán của máy biến áp dưới dạng số phức là:

$$\begin{cases} U_1 = Z_1 I_1 - E_1 \\ U_2 = -Z_2 I_2 + E_2 \end{cases} \quad (2.18)$$
$$I_1 = I_0 - I_2$$

0 2

2.5.5. Sơ đồ thay thế của máy biến áp

Từ mô hình toán ta sẽ xây dựng mô hình mạch điện gọi là sơ đồ thay thế như hình 2.19a, phản ánh đầy đủ quá trình năng lượng trong máy, thuận lợi cho việc phân tích, nghiên cứu máy biến áp.

Nhân phương trình cân bằng điện áp thứ cấp và phương trình điện áp thứ cấp với tỉ số biến áp k .

$$k.U_2 = -k.Z_2 I_2 + k.E_2 = k.E_2 - k^2 Z_1 I_2 \quad (2.19)$$

$$U_2 = -Z_2 I_2 + E_2 = E_2 - k^2 Z_1 I_2 \quad (2.20)$$

$$U_2 = -Z_2 I_2 + E_2 = E_2 - k^2 Z_1 I_2$$

$$Z_2 = k^2 Z_1$$

$$E_2 = k E_1$$

Đặt: $E_2 = k E_1$ và $U_2 = k U_1$

$$Z_2 = k^2 Z_1; R_2 = k^2 R_1; X_2 = k^2 X_1$$

$$Z_2 = k^2 Z_1; R_2 = k^2 R_1; X_2 = k^2 X_1$$

$$I_2 = I_1/k$$

Khi đó sẽ trở thành

$$U_2 = E_2 - Z_2 I_2 \quad (2.21)$$

Đây là các phương trình cân bằng điện phía thứ cấp đã quy đổi về sơ cấp, trong đó các thông số, đại lượng có mang dấu phẩy phía trên được biểu diễn là các thông số phía sơ cấp đã được quy đổi về sơ cấp.

Công thức quy đổi các đại lượng phía thứ cấp nêu trên cần thỏa mãn điều kiện quy đổi là bảo toàn năng lượng. Điều kiện đó đã được đảm bảo trong quá trình biến đổi ở trên. Thật vậy, công suất trên các phần tử trước và sau khi quy đổi bằng nhau, ví dụ:

$$I_1' E_1' = I_2' k E_2 = I_2 E_2 = I_1 E_1$$

Bây giờ xét phương trình

$$U_1 = Z_1 I_1 - E_1 \quad (2.22)$$

Trong đó $Z_1 I_1$ là thành phần điện áp trên tổng trở dây quấn sơ cấp Z_1 và

thành phần $(-E_1)$ là điện áp trên tổng trở Z_{th} đặc trưng cho từ thông chính Φ và tổn hao sắt từ. Vì từ thông chính Φ do dòng không tải i_0 sinh ra nên ta có thể viết:

Trong đó $Z_1 \cdot I_1$ là thành phần điện áp trên tổng trở dây quấn sơ cấp Z_1 và thành phần $(-E_1)$ là điện áp trên tổng trở Z_{th} đặc trưng cho từ thông chính Φ và tổn hao sức từ. Vì từ thông chính Φ do dòng không tải i_0 sinh ra nên ta có thể viết:

$$(-E_1) = (R_{th} + jX_{th})I_0 = Z_{th} \cdot I_0$$

Trong đó: $Z_{th} = R_{th} + jX_{th}$ gọi là tổng trở từ hóa đặc trưng cho mạch từ;

R_{th} là điện trở từ hóa đặc trưng cho tổn hao sắt từ ($\Delta P_{st} = R_{th} \cdot I_0^2$);

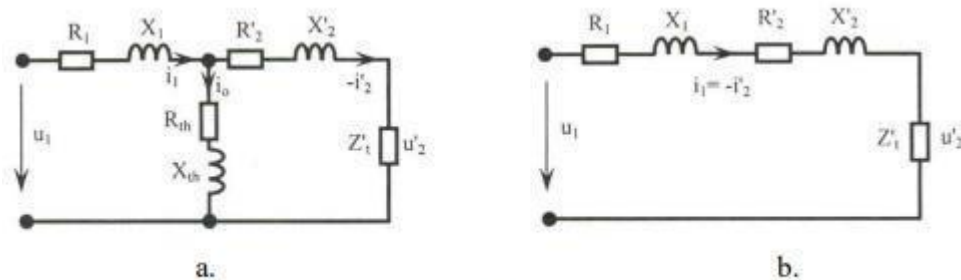
X_{th} là cảm kháng từ hóa đặc trưng cho từ thông chính Φ

Thay giá trị $(-E_1)$ vào hệ phương trình mô hình toán, ta có:

$$\begin{cases} U_1 = Z_1 \cdot I_1 - Z_{th} \cdot I_0 \\ -Z_{th} \cdot I_0 = -Z_2 \cdot I_2 - Z' \cdot I' \end{cases} \quad (2.25)$$

$$I = I' = I_0$$

Hệ phương trình chính là hai phương trình Kirchhoff 2 và một phương trình Kirchhoff 1 viết cho mạch điện, trong đó nhánh có $Z_{th} = R_{th} + jX_{th}$ được gọi là nhánh từ hóa.



Hình 15-01-16

Thông thường, tổng trở từ hóa $Z_{th} = R_{th} + jX_{th}$ rất lớn, dòng rất nhỏ, do đó có thể bỏ nhánh từ hóa và ta có sơ đồ thay thế đơn giản như hình 2.19b. Sơ đồ thay thế đơn giản được dùng nhiều trong việc tính toán gần đúng các đặc tính của máy biến áp.

2.6. Các chế độ làm việc của máy biến áp.

Mục tiêu:

- Biết được các chế độ làm việc của máy biến áp
- Viết được các phương trình và vẽ sơ đồ thay thế máy biến áp trong các chế độ
- Biết cách tính các thông số của máy biến áp trong các chế độ

2.6.1. Chế độ không tải.

Chế độ không tải là chế độ mà phía thứ cấp hở mạch, phía sơ cấp đặt vào điện áp.

2.6.1.1. Phương trình và sơ đồ thay thế của máy biến áp không tải

Khi không tải $I_2 = 0$ ta có:

$$U_1 = I_0 Z_1 - E_1$$

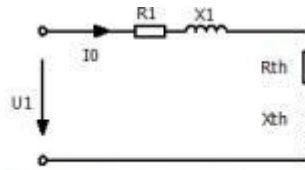
(2-26)

Hoặc

$$U_1 = I_0 (Z_1 + Z_{th}) = I_0 Z_0$$

$Z_0 = Z_1 + Z_{th}$ là tổng trở máy biến áp không tải

Sơ đồ thay thế của máy biến áp không tải vẽ trên hình 15-01-17



Hình 15-01-17 Sơ đồ máy biến áp không tải

Như vậy, hệ phương trình của máy biến áp không tải là:

$$\begin{cases} U_1 = Z_1 I_0 - E_1 = I_0 (R_1 + jX_1) - E_1 \\ U_2 = E_2 \\ I = I_0 \end{cases} \quad (2.7)$$

2.6.1.2. Các đặc điểm ở chế độ không tải

- Dòng điện không tải

$$I_0 = \frac{U_1}{Z_0} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R)^2 + (X_1 + X)^2}}$$

Tổng trở z_0 thường rất lớn vì thế dòng điện không tải nhỏ bằng 3% + 10% dòng điện định mức.

- Công suất không tải

Ở chế độ không tải công suất đưa ra phía thứ cấp bằng không, song máy vẫn tiêu thụ công suất P_0 , công suất P_0 gồm công suất tổn hao sắt từ ΔP_{r1} trong lõi thép và công suất tổn hao trên điện trở dây quấn sơ cấp ΔP_{r1} . Vì dòng điện không tải nhỏ cho nên có thể bỏ qua công suất tổn hao trên điện trở và coi gần đúng:

$$P_0 \approx \Delta P_{st} \quad (2-28)$$

- Hệ số công suất không tải

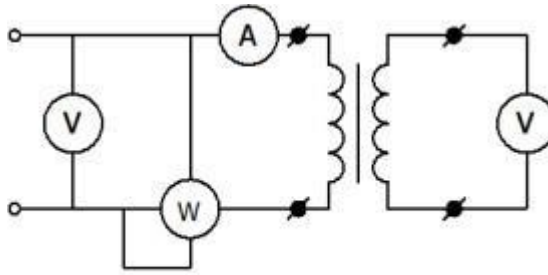
Công suất phản kháng không tải Q_0 rất lớn so với công suất tác dụng không tải P_0 . Hệ số công suất lúc không tải thấp.

$$\cos\phi_0 = \frac{R_0}{\sqrt{R^2 + X^2}} = \frac{P}{\sqrt{P_{\phi_0}^2 + Q^2}} = 0,1 + 0,3$$

Từ những đặc điểm trên ta nhận thấy rằng không nên để máy ở tình trạng không tải hoặc non tải.

6.1.1.3. Thí nghiệm không tải của máy biến áp

Để xác định hệ số biến áp k, tổn hao sắt từ và các thông số của máy ở chế độ không tải, ta tiến hành thí nghiệm không tải. Sơ đồ thí nghiệm không tải vẽ trên hình 17-02-18.



Hình 15-01-18 Sơ đồ thí nghiệm không tải

Đặt điện áp định mức vào dây quấn sơ cấp, thứ cấp hở mạch, các dụng cụ đo cho ta các số liệu sau:

Oátmét chỉ công suất không tải $P_0 \approx \Delta P_{st}$

Ampemét cho ta dòng điện không tải I_0

Các vônmet cho giá trị U_1, U_{20} .

Từ đó ta tính được:

- **Hệ số biến áp k.**

$$k = \frac{W_1}{W_2} = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_1}{U_2}$$

$$W_2 \quad E_2 \quad U_2$$

- **Dòng điện không tải phần trăm.**

$$I_0 \% = \frac{I_0}{I_{1dm}} \times 100\% = 3\% + 10\%$$

I_{1dm}

là dòng điện định mức sơ cấp.

- **Điện trở không tải**

$$R_0 = \frac{P_0}{I_0^2}$$

$$(2-29) \overline{I^2}$$

$$R_0 = R_1 + R_{th}$$

Vì rằng: $R_{th} \gg R_1$ nên lấy gần đúng

$$R_{th} \approx R_0 \quad (2-30)$$

- **Tổng trở không tải.**

$$Z_0 = \frac{U_{1dm}}{I_0} \quad (2-31) \quad \text{—}$$

I_0

Cũng như trên tổng trở từ hóa lấy gần đúng là:

$$Z_{th} \approx Z_0$$

(2-32)

- Điện kháng không tải $X_0 =$ (2 – 33)

Điện kháng từ hóa lấy gần đúng là

$$X_{th} \approx X_0 \quad (2-34)$$

- Hệ số công suất không tải

$$\cos \phi_0 = \frac{P_0}{U_{dm} \cdot I_0} = 0,1 + 0,3 \quad (2-35)$$

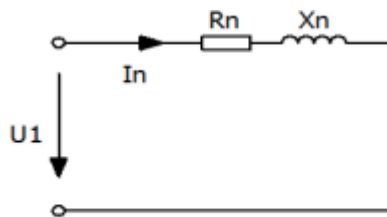
$$U_{dm} \cdot I_0$$

2.6.2. Chế độ ngắn mạch

Chế độ ngắn mạch là chế độ mà phía thứ cấp bị nối tắt lại, sơ cấp vẫn đặt vào điện áp định mức. Trong vận hành, do nhiều nguyên nhân làm máy biến áp bị ngắn mạch như hai dây dẫn điện ở phía thứ cấp chạm vào nhau, rơi xuống đất hoặc nối với nhau bằng một dây tổng trở rất nhỏ. Đây là tình trạng sự cố!

2.6.2.1. Phương trình và sơ đồ thay thế của máy biến áp ngắn mạch.

Sơ đồ thay thế của máy biến áp ngắn mạch vẽ trên hình 17-02-19. Vì tổng trở z'_2 rất nhỏ so với z_{th} , nên coi gần đúng có thể bỏ nhánh từ hoá. Dòng điện sơ cấp là dòng điện ngắn mạch I_n .



Hình 15-01-19 Sơ đồ thay thế máy biến áp ngắn mạch

Phương trình cân bằng điện là:

$$\frac{U}{Z} = I (Z_1 + Z'_2) = I \quad (2-36)$$

$$1 \quad n \quad 2 \quad n \quad n$$

Trong đó

$$\overline{Z} = (R_1 + R'_2) + j(X_1 + X'_2) = R + jX = z e^{j\phi_n}$$

là

$$R_n \approx R_1 + R'_2$$

điện

$$z_n = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

n

khá

ng

ngắ	g
n	trở
mạ	ngắ
ch	n
má	mạ
y	ch
biế	má
n	y
áp	biế
là	n
tổn	áp

Z_n là tổng trở phức ngắn mạch máy biến áp

2.6.2.2. Các đặc điểm ở chế độ ngắn mạch

- Dòng điện ngắn mạch.

Từ phương trình trên ta có dòng điện ngắn mạch.

$$I = \frac{U}{Z} \quad (2-37)$$

ⁿ

Vì tổng trở ngắn mạch rất nhỏ cho nên dòng điện ngắn mạch thường lớn bằng 10 ÷ 25 lần dòng điện định mức, nguy hiểm đối với máy biến áp và ảnh hưởng đến các tải dùng điện.

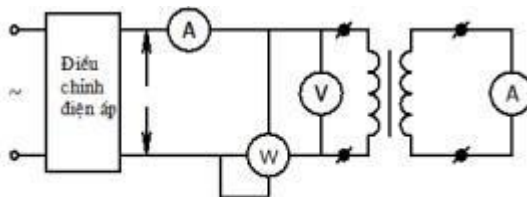
- Lúc ngắn mạch điện áp thứ cấp $U_2 = 0$ do đó điện áp ngắn mạch U_n là điện áp rơi trên tổng trở dây quấn.

Từ các nhận xét trên, khi sử dụng máy biến áp cần tránh tình trạng ngắn mạch.

2.6.2.3. Thí nghiệm ngắn mạch máy biến áp

Để xác định tổn hao trên điện trở dây quấn và xác định các thông số sơ cấp và thứ cấp, ta tiến hành thí nghiệm ngắn mạch.

Sơ đồ thí nghiệm ngắn mạch vẽ trên hình 17-02-20



Hình 15-01-20 Sơ đồ thí nghiệm ngắn mạch máy biến áp

Dây quấn thứ cấp nối ngắn mạch. Dây quấn sơ cấp nối với nguồn qua bộ điều chỉnh điện áp. Nhờ bộ điều chỉnh điện áp ta có thể điều chỉnh điện áp đặt vào dây quấn sơ cấp bằng U_n sao cho dòng điện trong các dây quấn bằng định mức. U_n gọi là điện áp ngắn mạch, thường được tính theo phần trăm của điện áp sơ cấp định mức.

$$U_n \% = \frac{U_n}{U_{1dm}} \cdot 100\% = 3 \div 10\% \quad (2-38)$$

Vì điện áp ngắn mạch nhỏ, từ thông Φ sẽ nhỏ, có thể bỏ qua tổn hao sắt từ. Công suất đo được trong thí nghiệm ngắn mạch P_n chính là tổn hao trong điện trở 2 dây quấn. Từ đó ta tính được các thông số dây quấn trong sơ đồ thay thế.

- Tổng trở ngắn mạch.

$$Z = \frac{U_n}{I_{1dm}} \quad (2-39)$$

- Điện trở ngắn mạch.

$$R_n = \frac{P_n}{I_{1dm}^2} \quad (2-40)$$

- Điện kháng ngắn mạch

$$X_n = \sqrt{Z^2 - R_n^2}$$

(2-41)

Để tính các thông số dây qquasn của máy biến áp, thường dùng các công thức gần đúng sau:

$$R_1 \approx R'_2 \approx \frac{R_{11}}{2} \quad (2-42)$$

$$X_1 \approx X'_2 \approx \frac{X_{11}}{2} \quad (2-43)$$

Biết hệ số biến áp, tính được thông số thứ cấp chưa quy đổi

$$R_2 = \frac{R'_2}{k^2} \quad (2-44)$$

$$X_2 = \frac{X'_2}{k^2} \quad (2-45)$$

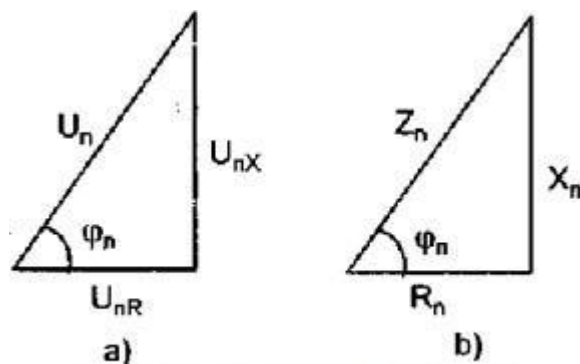
- Điện áp ngắn mạch tác dụng phần trăm

$$U_{nR} \% = \frac{R_n I_{1dm}}{U_{1dm}} 100\% = U_n \% \cos \phi_n \quad (2-46)$$

- Điện áp ngắn mạch phản kháng phần trăm

$$X_{nR} \% = \frac{X_n I_{1dm}}{U_{1dm}} 100\% = U_n \% \sin \phi_n \quad (2-47)$$

Hình 17-02-21a là tam giác điện áp ngắn mạch, hình 17-02-21b là tam giác tổng trở ngắn mạch.



Hình 15-01-21 Tam giác điện áp ngắn mạch

2.6.3. Chế độ có tải.

Chế độ có tải là chế độ trong đó dây quấn sơ cấp nối vào nguồn điện áp định mức, dây quấn thứ cấp nối với tải. Để đánh giá mức độ tải, người ta đưa ra hệ số tải k_t .

$$k = \frac{I_2}{I_1} \approx \frac{I_1}{I_1} \quad (2-48)$$

$$k_t > 1 \text{ quá tải}$$

2dm

$k_t = 1$ tải định mức $k_t < 1$

non tải

Ở chế độ tải, phương trình cân bằng điện và từ đã xét. Các thông số của sơ đồ thay thế được xác định bằng các thí nghiệm không tải và ngắn mạch

Dưới đây ta dựa vào hệ phương trình và sơ đồ thay thế để nghiên cứu một số đặc tính làm việc lúc có tải.

2.6.3.1. Độ biến thiên điện áp thứ cấp theo tải. Đường đặc tính ngoài

- Độ biến thiên điện áp thứ cấp.

Máy biến áp có tải, sự thay đổi tải gây nên sự thay đổi điện áp thứ cấp U_2 . Khi điện áp sơ cấp định mức, độ biến thiên điện áp thứ cấp phần trăm tính như sau:

$$\Delta U_2 \% = \frac{U_{2dm} - U_2}{U_{2dm}} 100\% \quad (2-49)$$

U

$2dm$

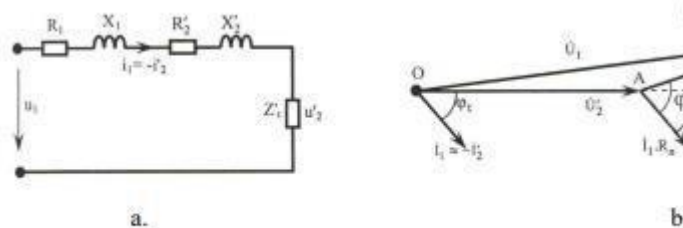
ta có:

Nhân tử và mẫu với hệ số $k = \frac{W_1}{W_2}$

W_2

$$\Delta U_2 \% = \frac{kU_{2dm} - kU_2}{kU_{2dm}} = \frac{U_{1dm} - U_1}{U_{1dm}} 100\% \quad (2-50)$$

Đồ thị vectơ của máy biến áp có tải (hình 17-02-22a) ứng với sơ đồ thay thế đơn giản vẽ trên hình 17-02-22b



Hình 15-01-22

Để tính ΔU_2 ta chiếu U_1 lên U'_2 . Theo đồ thị thấy rằng, góc lệch pha giữa U_1 và U'_2 không lớn, có thể coi gần đúng.

$$U_{1dm} = OB \approx OC$$

$$\begin{aligned} U_{1dm} - U'_2 &\approx AC = AB \cos(\varphi_n - \varphi_t) = \\ &= AB \cos \varphi_n \cos \varphi_t + AB \sin \varphi_n \sin \varphi_t = \\ &= I_1 Z_n \cos \varphi_n \cos \varphi_t + I_1 Z_n \sin \varphi_n \sin \varphi_t \end{aligned}$$

φ_n là góc của tổng trở ngắn mạch (Đ 6-7).

φ_t là góc lệch pha giữa điện áp U_2 và dòng điện I_2 , chính là góc của tổng trở tải.

$$\varphi_t = \arctg \frac{X_t}{R_t}$$

$$\begin{aligned}
\text{Vậy } \Delta U_2\% &= \frac{I_1 Z_n \cos \varphi_n \cos \varphi_t + I_1 Z_n \sin \varphi_n \sin \varphi_t}{U_{1dm}} 100\% = \\
&= k_t \left(\frac{I_{1dm} Z_n \cos \varphi_n \cos \varphi_t + I_{1dm} Z_n \sin \varphi_n \sin \varphi_t}{U_{1dm}} \right) 100\% = \\
&= k_t (U_{nR}\% \cos \varphi_t + U_{nX}\% \sin \varphi_t) \quad (2-51)
\end{aligned}$$

Trong đó: $k_t = \frac{I_1}{I_{1dm}}$ hệ số tải

$$U_{nR}\% = \frac{I_{1dm} Z_n \cos \varphi_n}{U_{1dm}} 100\% = U_n\% \cos \varphi_n \quad (2-52)$$

$$U_{nX}\% = \frac{I_{1dm} Z_n \sin \varphi_n}{U_{1dm}} 100\% = U_n\% \sin \varphi_n \quad (2-53)$$

Trên hình 6-14a vẽ $\Delta U_2\%$ ứng với các loại tải khi $\cos \varphi_t = \text{const}$.

- Đường đặc tính ngoài.

Đường đặc tính ngoài của máy biến áp biểu diễn quan hệ $U_2 = f(I_2)$,

khi $U_1 = U_{1dm}$ và $\cos \varphi_t = \text{const}$

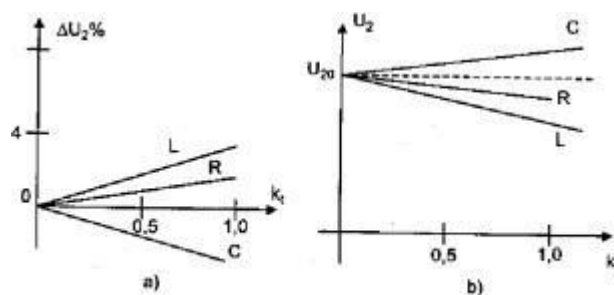
Điện áp thứ cấp U_2 là

$$U_2 = U_{2dm} - \Delta U_2 = U_{2dm} \left(1 - \frac{\Delta U_2\%}{100} \right) \quad (2-54)$$

Dựa vào công thức ta vẽ đường đặc tính ngoài.

Từ đồ thị ta thấy, khi tải dung, I_2 tăng thì U_2 tăng. Khi tải cảm hoặc trở, I_2 tăng thì U_2 giảm (tải cảm U_2 giảm nhiều hơn).

Để điều chỉnh U_2 đạt được giá trị mong muốn, ta thay đổi số vòng dây trong khoảng $\pm 5\%$ (thường thay đổi số vòng dây cuộn cao áp).



Hình 15-01-23

2.6.3.2. Tổn hao và hiệu suất máy biến áp.

Khi máy biến áp làm việc có các tổn hao sau:

- Tổn hao trên điện trở dây quấn sơ cấp và thứ cấp gọi là tổn hao đồng ΔP_d . Tổn hao đồng phụ thuộc vào dòng điện tải.

$$\Delta P_d = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 = I_1^2 (R_1 + R_2) = I_1^2 R_n = k_t^2 I_{dm}^2 R_n \quad (2-55)$$

$$\Delta P_d = k_t^2 P_n \quad (2-56)$$

Trong đó P_n là công suất đo được trong thí nghiệm ngắn mạch.

- Tổn hao sắt từ ΔP_{st} trong lõi thép, do dòng điện xoáy và từ trễ gây ra. Tổn hao sắt từ không phụ thuộc tải mà phụ thuộc vào từ thông chính, nghĩa là phụ thuộc vào điện áp. Tổn hao sắt từ bằng công suất đo được khi thí nghiệm không tải.

Hiệu suất máy biến áp là:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P_{st} + \Delta P_d} = \frac{k_t S_{dm} \cos \varphi_1}{k_t S_{dm} \cos \varphi_1 + P_0 + k_t^2 P_n} \quad (2-58)$$

Trong đó P_2 là công suất tác dụng ở đầu ra (tải tiêu thụ)

$$P_2 = S_2 \cos \varphi_1 = k_t S_{dm} \cos \varphi_1$$

$$k_t = \frac{I_2}{I_{2dm}} \approx \frac{S_2}{S_{dm}}$$

Nếu $\cos \varphi_1$ không đổi, hiệu suất cực đại khi:

$$\frac{\partial \eta}{\partial k_t} = 0$$

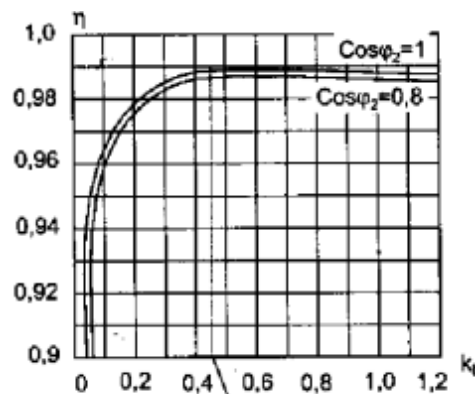
Sau khi tính, ta có hiệu suất cực đại khi tổn hao đồng bằng tổn hao sắt từ $k_t^2 P_n = P_0$.

Hệ số tải ứng với hiệu suất cực đại là:

$$k_t = \sqrt{\frac{P_0}{P_n}} \quad (2-59)$$

Đối với máy biến áp công suất trung bình và lớn, hiệu suất cực đại khi hệ số tải $k_t = 0,5 \div 0,7$.

Đường đặc tính hiệu suất vẽ trên hình 15-01-24



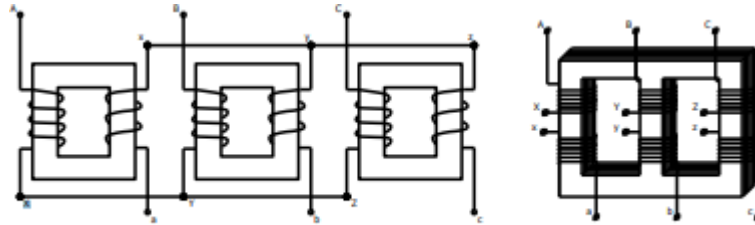
Hình 15-01-24

2.7. Máy biến áp ba pha.

Mục tiêu:

- Biết được cấu tạo của máy biến áp 3 pha
- Các cách đấu dây của máy biến áp 3 pha

Để biến đổi điện áp của hệ thống dòng điện ba pha, ta có thể dùng 3 máy biến áp một pha, hoặc dùng máy biến áp ba pha. Về cấu tạo, lõi thép của máy biến áp ba pha gồm 3 trụ như hình 17-02-25. Dây quấn sơ cấp ký hiệu bằng các chữ in hoa: Pha A ký hiệu là AX, pha B là BY, pha C là CZ. Dây quấn thứ cấp ký hiệu bằng các chữ thường: pha a là ax, pha b là by, pha c là cz. Dây quấn sơ cấp và thứ cấp có thể nối hình sao hoặc hình tam giác. Nếu sơ cấp nối hình tam giác, thứ cấp nối hình sao ta ký hiệu là Δ/Y . Nếu sơ cấp nối hình sao, thứ cấp nối hình sao có dây trung tính ta ký hiệu là Y/Y_0 .

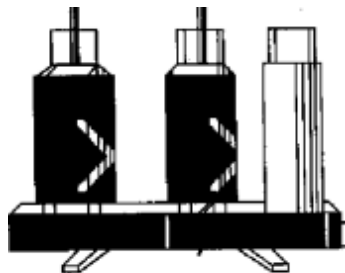


Hình 15-01-25 Máy biến áp 3 pha 3 trụ

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

$$\frac{U_{p1}}{U_{p2}} = \frac{W_1}{W_2} \quad (2-60)$$

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



Hình 15-01-26

Khi nối Δ/Y (hình 17-02-27a), ta có $U_{d1} = U_{p1}$ còn thứ cấp nối hình sao $U_{d2} = \sqrt{3} U_{p2}$. Vậy tỷ số điện áp đây là:

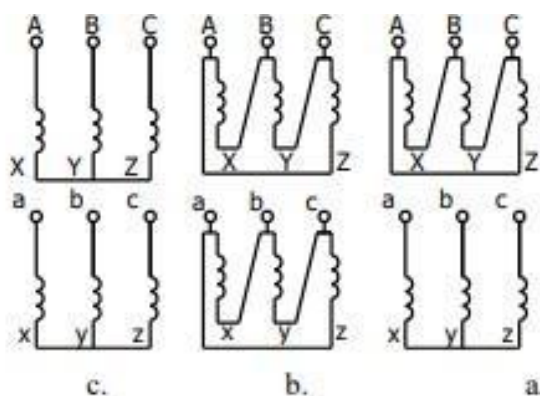
$$\frac{U_{d1}}{U_{d2}} = \frac{U_{p1}}{\sqrt{3} U_{p2}} = \frac{W_1}{\sqrt{3} W_2} \quad (2-61)$$

Khi nối Δ/Δ (hình 17-02-27b), sơ cấp $U_{d1} = U_{p1}$ và thứ cấp $U_{d2} = U_{p2}$ cho nên:

$$\frac{U_{d1}}{U_{d2}} = \frac{U_{p1}}{U_{p2}} = \frac{W_1}{W_2} \quad (2-62)$$

Khi nối Y/Y (hình 17-02-27c).

$$\frac{U_{d1}}{U_{d2}} = \frac{\sqrt{3} U_{p1}}{\sqrt{3} U_{p2}} = \frac{W_1}{W_2} \quad (2-63)$$



Hình 15-01-27

Khi nối Y/Δ thì sơ cấp $U_{d1} = \sqrt{3} U_{p1}$ và thứ cấp $U_{d2} = U_{p2}$ cho nên:

$$\frac{U_{d1}}{U_{d2}} = \frac{\sqrt{3} U_{p1}}{U_{p2}} = \sqrt{3} \frac{W_1}{W_2} \quad (2-64)$$

2.8. Sự làm việc song song của máy biến áp.

Mục tiêu:

- Hiểu được mục đích của sự làm việc song song máy biến áp
- Biết được các điều kiện để các máy biến áp làm việc song song với nhau Ở 1 trạm biến áp tăng hoặc giảm áp thường đặt 2, 3 hay nhiều máy biến

áp làm việc song song (hình 17-02-29) phụ thuộc vào công suất của trạm nhằm bảo đảm:

- Dự trữ về cung cấp năng lượng cho nơi tiêu thụ trong trường hợp sự cố và cần thiết sửa chữa máy biến áp.
- Giảm tổn thất năng lượng trong thời kì tải nhỏ của trạm bằng các cắt 1 số máy biến áp làm việc song song đi.

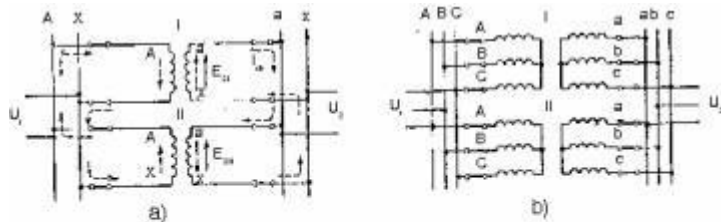
Những máy biến áp làm việc song song trong điều kiện có lợi nhất nếu

thỏa mãn các điều kiện sau :

- Cùng tổ nối dây.
- Điện áp định mức sơ cấp và thứ cấp bằng nhau hoặc hệ số MBA k bằng nhau:

$$U_{1I} = U_{1II} = \dots = U_{1n} \text{ và } U_{2I} = U_{2II} = \dots = U_{2n} \text{ hoặc } k_I = k_{II} = \dots = k_n.$$

- Điện áp ngắn mạch bằng nhau : $U_{nI} = U_{nII} = \dots = U_{nn}$.



Hình 15-01-28 Các máy biến áp làm việc song song

a. Máy biến áp 1 pha

b. Máy biến áp 3 pha

Trong thực tế chỉ có điều kiện 1 phải tuân thủ một cách tuyệt đối. Các điều kiện 2, 3 được thực hiện với một mức độ sai khác nhất định được qui định trong 1 giới hạn cho phép.

2.9. Các máy biến áp đặc biệt.

Mục tiêu:

- Hiểu được cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các máy biến áp đặc biệt
- Biết sử dụng các máy biến áp đặc biệt trong thực tế
- So sánh được điểm giống và khác nhau giữa máy biến áp điện lực và các máy biến áp đặc biệt.

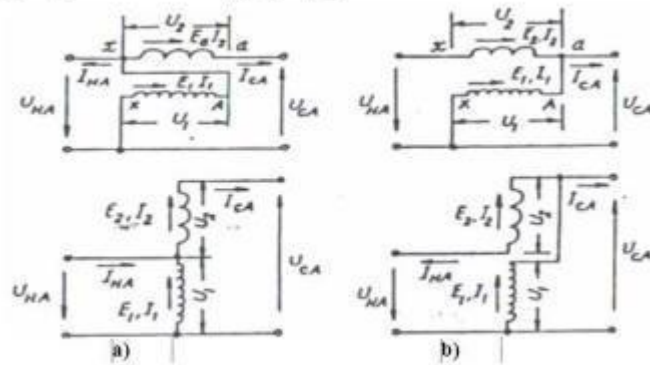
2.9.1. Máy biến áp tự ngẫu

Trong nhiều trường hợp điện áp của các lưới điện sơ cấp và thứ cấp khác nhau không nhiều, nghĩa là tỉ số biến áp nhỏ, để kinh tế hơn về chế tạo và vận hành người ta dùng mba tự ngẫu thay cho mba hai dây quấn.

Máy biến áp tự ngẫu khác mba hai dây quấn ở chỗ dây quấn thứ cấp là 1 bộ phận của dây quấn sơ cấp, nên ngoài sự liên hệ qua hồ cảm các dây quấn sơ cấp và thứ cấp còn liên hệ trực tiếp với nhau về điện. Dây quấn sơ cấp của mba tự ngẫu được nối song song với lưới điện còn dây quấn thứ cấp được nối nối tiếp với lưới điện. Hình 17-02-32 trình bày 2 kiểu nối dây của mba tự ngẫu trong đó:

- a) Ứng với chiều sđđ E1, E2 thuận nhau

b) Ứng với chiều sdđ E_1, E_2 ngược nhau.



Hình 15-01-32 Sơ đồ máy biến áp 1 pha a) Nối thuận b) Nối ngược

Với cách nối dây như vậy, công suất truyền tải qua mba tự ngẫu gồm hai phần, một phần qua từ trường của lõi thép và 1 phần truyền dẫn trực tiếp. Ta hãy so sánh dung lượng thiết kế S_{tk} với dung lượng truyền tải S_{tt} của mba tự ngẫu.

Giống như đối với mba 2 dây quấn, dung lượng thiết kế mba tự ngẫu tức là dung lượng truyền qua từ trường bằng:

$$S_{tk} = E_1 \cdot I_1 = E_2 \cdot I_2$$

Và tỉ số biến đổi mba tự ngẫu: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{I_1}{I_2} = k$

Trên thực tế, lúc vận hành dung lượng truyền tải của mba tự ngẫu bằng:

$$S_{tt} = U_{CA} I_{CA} = U_{HA} I_{HA}$$

và tỉ số biến đổi điện áp của lưới điện: $\frac{I_{CA}}{U_{HA}} = \frac{I_{HA}}{U_{CA}} = k'$

Theo hình 17-02-33a ta có:

$$\frac{S_{tk}}{S_{tt}} = \frac{E_2 I_2}{U_A I_{CA}} = \frac{(U_{CA} - U_{HA}) I_{CA}}{U_{CA} I_{CA}} = 1 - \frac{1}{k'}$$

Đối với hình 17-02-32b: ứng với các trị số k' khác nhau của hai kiểu nối dây mba tự ngẫu. Kiểu nối dây ưu việt hơn vì có cùng trị số k' tỉ số

$$S_{tk} \text{ nhỏ hơn}$$

$$S_{tt}$$

$$\frac{S_{tk}}{S_{tt}} = \frac{E_2 I_2}{U_{CA} I_{CA}} = \frac{(U_{CA} - U_{HA}) I_{HA}}{U_{CA} I_{CA}} = k' - 1$$

Bảng * Cho biết trị số S_{tk}

của ứng với các trị số k' khác nhau của hai kiểu

$$S_{tt}$$

nối dây mba tự ngẫu ở hình 17-02-32. Kiểu nối dây hình 17-02-32a ưu việt hơn

vì có cùng trị số k' tỉ số

S_{tk} nhỏ hơn, do đó thực tế dùng nhiều hơn.

Nếu k' càng

S_{tt}

gần bằng 1 thì càng có lợi. Thông thường thì mba tự ngẫu có $k' < 2,5$ và dùng để nối liên lạc các lưới điện có điện áp khác nhau không nhiều: 110, 150, 220, 330, 5000 kV.

Bảng 2.9.1.

k'	$\frac{S_{tk}}{S_{tt}}$	
	Sơ đồ nối thuận	Sơ đồ nối ngược
1,00	0	0
1,25	0,20	0,25
1,50	0,33	0,50
1,75	0,43	0,75
2,00	0,50	1,00
2,50	0,60	1,50
3,00	0,67	2,00
5,00	0,80	4,00

Như vậy mba tự ngẫu kinh tế hơn so với mba 2 dây quấn về mặt chế tạo. Trong vận hành, tổn hao trong mba tự ngẫu cũng nhỏ hơn, vì nếu lấy tỉ số giữa tổn hao p với dung lượng truyền tải.

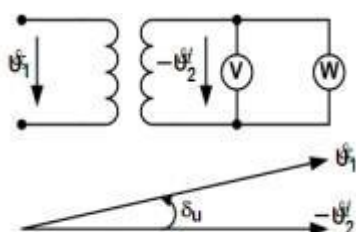
Cũng tương tự như vậy điện áp ngắn mạch của mba tự ngẫu giảm còn với điện áp ngắn mạch của mba 2 dây quấn, do đó độ thay đổi điện áp U hay điện áp rơi trong mba tự ngẫu cũng nhỏ hơn. Điện áp ngắn mạch của mba tự ngẫu nhỏ hơn nên dòng ngắn mạch của nó sẽ tăng lên tương ứng.

Ngoài ứng dụng trong hệ thống điện lực để truyền tải điện năng, mba tự ngẫu còn được dùng để mở máy động cơ điện không đồng bộ. Mba tự ngẫu cũng còn được dùng rộng rãi trong phòng thí nghiệm để thay đổi liên tục điện áp.

Trong trường hợp này, số vòng dây thứ cấp được thay đổi bằng cách dùng chổi than tiếp xúc trượt với dây quấn.

2.9.2. Máy biến áp đo lường

Máy biến áp đo lường gồm hai loại: Máy biến điện áp và máy biến dòng điện dùng để biến đổi điện áp cao hoặc dòng điện lớn thành những lượng nhỏ đo bằng dụng cụ đo tiêu chuẩn (1 ÷ 100 V hoặc 1 ÷ 5 A) hoặc dùng trong mạch bảo vệ. Máy biến điện áp được chế tạo với công suất 25 ÷ 1000 VA và máy biến dòng điện với công suất 5 ÷ 100 VA.



Hình 15-01-33 Sơ đồ nối dây và đồ thị véc tơ máy BU

Máy biến điện áp có dây quấn sơ cấp nối song song với lưới điện và dây quấn thứ cấp nối với vônmet, hoặc với cuộn dây song song của oátmet, hoặc cuộn dây role bảo vệ (hình 15-01-33). Tổng trở Z của những dụng cụ này rất lớn nên máy biến điện áp làm việc ở trạng thái gần như không tải, điện áp rơi

trong máy nhỏ, do đó sai số về trị số điện áp bằng:

$$\Delta u\% = \frac{\frac{\omega_1}{\omega_2} U_2 - U_1}{U_1} 100$$

và sai số góc δ_u giữa $\dot{U}_1$ và $-\dot{U}_2$ (H2.56) đều nhỏ.

Tùy theo mức độ sai số, máy biến điện áp có các cấp chính xác 0,5 ; 1 ; 3, nghĩa là $\Delta u\%$ tương ứng bằng $\pm 0,5\%$; $\pm 1\%$; $\pm 3\%$ và δ_u tương ứng bằng $\pm 20'$; $\pm 40'$ (đối với cấp ba không có qui định tiêu chuẩn về δ_u).

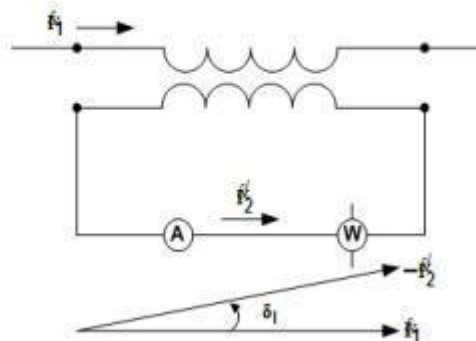
Khi sử dụng máy biến điện áp chú ý không được nối tắt mạch thứ cấp vì vậy sẽ tương đương với mạch sơ cấp nghĩa là gây sự cố ngắn mạch ở lưới điện.

Máy biến dòng điện có dây quấn sơ cấp gồm ít vòng dây và nối nối tiếp với mạch cần đo dòng điện, còn dây quấn thứ cấp gồm nhiều vòng được nối với amperemét hoặc với các cuộn dây nối tiếp với oatmét hay role bảo vệ

Tổng trở Z của những dụng cụ này rất nhỏ và trạng thái làm việc của máy biến dòng điện là trạng thái ngắn mạch, lõi thép không bão hoà.

$$\Delta i\% = \frac{\frac{\omega_1}{\omega_2} I_2 - I_1}{I_1} 100$$

và sai số về góc δ_i (Hình 15-01-34) cũng sẽ nhỏ đi.

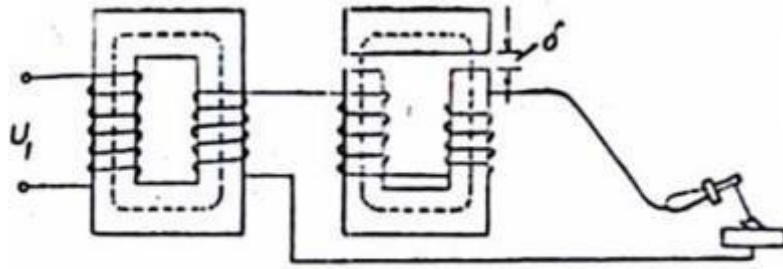


H 15-01-34 Sơ đồ nối dây và đồ thị vector của máy BI

Khi sử dụng chú ý không được để dây quấn thứ cấp hở mạch vì như vậy dòng điện từ hoá rất lớn ($I_0 = I_1$), lõi thép bão hoà nghiêm trọng ($\Phi = 1,4 \div 1,8 \text{ Wb}$) sẽ nóng lên làm cháy dây quấn. Khi bão hoà, từ thông ban đầu sẽ sinh ra sđđ nhọn đầu, do đó ở đầu dây quấn thứ cấp có thể xuất hiện điện áp cao hàng nghìn vôn, không an toàn cho người sử dụng.

2.9.3 Máy biến áp hàn

Máy biến áp hàn được chia thành nhiều loại có cấu tạo và đặc tính khác nhau tùy theo phương pháp hàn (hồ quang, hàn điện...). Ta chỉ xét mba hàn hồ quang (Hình 17-02-35).



Hình 15-01-35 Máy biến áp hồ quang làm việc có cuộn kháng

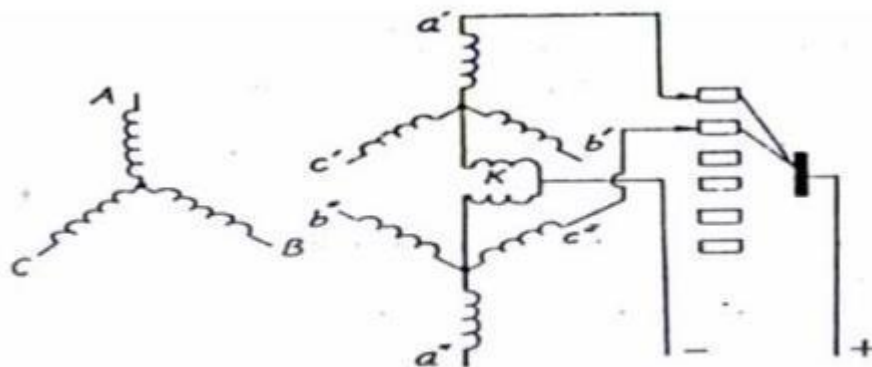
Các máy biến áp hàn hồ quang được chế tạo sao cho có đặc tính ngoài $U_2 = f(I_2)$ rất dốc để hạn chế được dòng điện ngắn mạch và đảm bảo hồ quang được ổn định.

Muốn điều chỉnh dòng điện hàn cần phải có thêm một cuộn cảm phụ có điện kháng thay đổi được bằng cách thay đổi khe hở δ của lõi thép của cuộn cảm.

Mba hàn hồ quang thường có điện áp không tải bằng $60 \div 75$ V và điện áp ở tải định mức bằng 30 V. Công suất của mba hàn vào khoảng 20 kVA và nếu dùng cho hàn tự động thì có thể lên tới hàng 100 kVA.

2.9.4 Máy biến áp chỉnh lưu

Mba chỉnh lưu có đặc điểm là tải của các pha không đồng thời mà luân phiên nhau theo sự làm việc của các dương cực của các bộ chỉnh lưu thủy ngân bán dẫn đặt ở thứ cấp của mba. Như vậy mba luôn luôn làm việc trong tình trạng không đối xứng, do đó phải chọn sơ đồ nối dây sao cho đảm bảo được điều kiện từ hoá bình thường của các trụ thép và giảm nhỏ được sự đập mạch của điện áp và dòng điện chỉnh lưu. Muốn vậy phải tăng số pha của dây quấn thứ cấp (chọn số pha bằng 6) và ở phía thứ cấp có đặt thêm cuộn cảm cân bằng K giữa các điểm trung tính của các pha thuận ($a'b'c'$) và 3 pha ngược ($a''b''c''$). Tác dụng của cuộn cảm K là làm cân bằng điện áp trong mạch của 2 pha có góc lệch 60° làm việc song song.



Hình 15-01-36 Sơ đồ máy biến áp chỉnh lưu

Khi dây quấn thứ cấp làm việc song song với nhau, bộ chỉnh lưu 6 pha

làm việc tương tự như bộ chỉnh lưu 3 pha và mỗi dương cực làm việc không phải trong thời gian một phần sáu mà trong 1 phần ba chu kì.

2.10. Quấn máy biến áp 1 pha cỡ nhỏ

2.10.1. Tính toán số liệu dây quấn máy biến áp một pha.

a. Lấy số liệu dây quấn máy biến áp.

Điện áp định mức phía sơ cấp U_1 (V).

Điện áp định mức phía thứ cấp U_2 (V)

Tiết diện dây quấn cuộn sơ cấp S_1

Tiết diện dây quấn cuộn sơ thứ cấp S_1

Số vòng dây quấn cuộn sơ cấp W_1

Số vòng dây quấn cuộn sơ cấp W_2

Dòng điện định mức phía thứ cấp I_2 [V]

Trường hợp nếu không biết rõ giá trị I_2 , ta cần xác định được công suất biểu kiến phía thứ cấp S_2

$$S_2 = U_2 \cdot I_2 \text{ [VA]}$$

Tần số f nguồn điện.

Chế độ làm việc ngắn hạn hay dài hạn.

b. Tháo lõi thép máy biến áp.

Quan sát tìm vị trí bulông, ốc vít, liên kết các phần trong máy điện .

Quan sát, lựa chọn phương tiện kĩ thuật sao cho phù hợp để tháo động cơ (cây vặn vít, khóa, tube ống,.. kích cỡ phù hợp).

Tháo động cơ phải thực hiện trình tự sau: (tháo từ ngoài vào trong)

Chuẩn bị sẵn sàng các dụng cụ cần thiết và thùng để đựng các bộ phận tháo.

Đánh dấu trên nắp máy và thân máy bằng đục sắt (đập nhẹ) để thuận tiện cho việc lắp ráp sau này.

Tháo nắp bảo vệ quạt gió.

Tháo các ốc bắt nắp động cơ.

Dùng hai cây vặn vít lớn đồng thời bẩy nắp máy ra khỏi thân stato.

Nếu một bên nắp máy đó được tháo ra khỏi stato, thì có thể đập nhẹ hoặc ấn vào trục (bằng búa nhựa) để lấy phần nắp máy còn lại ra khỏi stato.

Lấy phần quay (trục, rôto) cùng với nắp máy còn lại ra khỏi stato.

Lấy các phần được tháo đựng vào thùng.

c. Tháo lõi thép máy biến áp.

Bước 1 : Tách rời các bộ phận động cơ giữ lại phần cần quấn dây

Bước 2 : Quan sát động cơ bị cháy hỏng tìm nguyên nhân để khắc phục

lần sau

Bước 3 : Quan sát động cơ bị cháy hỏng đếm $Z = 16$ rãnh, số bôi dây trong một tổ $q = 1$ Số tổ bôi dây trong một pha, bước quấn dây = đủ, đầu nối tiếp.

d. Tính toán số liệu dây quấn máy biến áp một pha mất mẫu. Bước 1: xác định các số hiệu cần thiết.

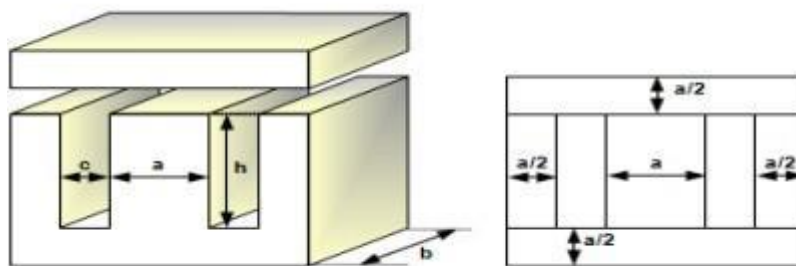
Điện áp vào và điện áp ra.

Dòng điện ngõ ra: I_2

Tần số của dòng điện

Suy ra công suất máy biến áp

$$S_2 = U_2 I_2 \quad (\text{VA})$$



Hình 15-01-37

$$A_t = 1,423 K_{hd} \frac{\sqrt{S_2}}{B}$$

A_t : là tiết diện tính toán (m)

S_2 : công suất ngõ ra (kva)

B : mật độ từ ng (T)

Chọn $B = (1 \rightarrow 1,2\text{T})$

K_{hd} : hệ số hình dáng của lõi thép

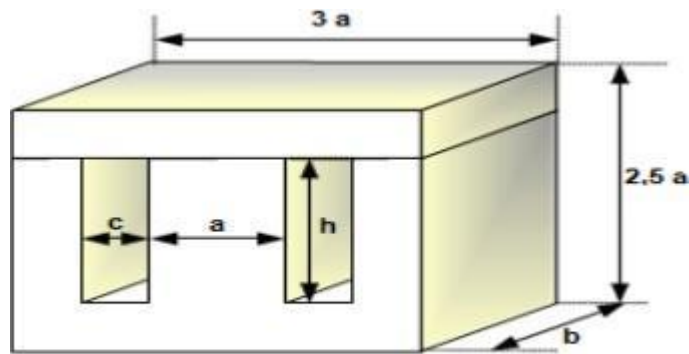
☐ Lõi EI: $H_{sd} = 1 \rightarrow 1,2\text{T}$

☐ Lõi UI: $H_{sd} = 0,75 \rightarrow 0,85$

Ngoài ra ta có thể tính

$$A_t = a.b$$

Đơn vị a, b là (cm)



Hình 15-01-38

Bước 2: Khối lượng của lõi thép

$$W_{\text{thép}} = 7,8.2.a.b(a + c + h)$$

Trong đó: $W_{\text{thép}}$: (kg)

A, b, c, h : (dm)

Bước 3: xác định số vòng tạo ra 1 vôn

$$n_v = \frac{1}{4,44.f.\beta.A_t}$$

n_v vòng/l vôn

f tần số (Hz)

β từ thông (T)

A_t thể tích (m^3)

Nếu chọn $\beta = 1T$

Bước 4: Xác định số vòng cuộn sơ cấp và số vòng cuộn thứ cấp.

☐ Số vòng cuộn sơ cấp.

$$W_1 = n_v.U_1$$

☐ Số vòng cuộn thứ cấp.

$$W_2 = n_v.U_2.C_n$$

C_n hệ số điều chỉnh độ sụt áp khi mang tải ngõ ra.

$C_n = (1,05 \rightarrow 1.1)$ ứng với công suất từ 70VA $\rightarrow$ 100KVA

Bước 5: Xác định dòng điện sơ cấp.

$$\eta = \frac{S_2}{S_1}$$

Thường chọn hiệu suất từ (0,85 -> 0,95)

$$\Rightarrow S_1 = \frac{S_2}{\eta}$$

$$S_1 = U_1 \cdot I_1$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{S_1}{U_1}$$

Bước 6: Xác định tiết diện dây quấn sơ cấp và thứ cấp.

- ☐ Tiết diện dây quấn sơ cấp
- ☐ Tiết diện dây quấn thứ cấp

$$d_2 = 1,128 \sqrt{\frac{I_2}{J}}$$

J: mật độ cho phép dòng điện chạy qua 1mm² tiết diện dây dẫn

$$J = (3 \rightarrow 5)$$

Diện tích

$$S_c = \frac{\pi \cdot d_c^2}{4}$$

d : đường kính

s : tiết diện

Vì đường kính dây lớn khó thi công thường thì $d > 1,4\text{mm}$ thì ta thay thế đường kính dây lớn bằng 2 hay nhiều sợi dây khác có đường kính nhỏ hơn tuy nhiên phải đảm bảo tổng tiết diện của dây thay thế phải bằng tiết diện dây lớn cần thay thế.

$$S_c = \frac{\pi \cdot d_c^2}{4}$$

$$S_m = 2 \frac{\pi d_m^2}{4}$$

$$\text{Mà } S_c = S_m$$

$$\frac{\pi.d_c^2}{4} = 2 \frac{\pi d_m^2}{4}$$

$$d_m = \sqrt{\frac{d_c^2}{2}}$$

Gọi d_c là đường kính dây lớn cần thay thế

d_m là đường kính dây nhỏ cần thay thế

Nếu thay thế 1 sợi bằng 2 sợi.

$$d_m = \sqrt{\frac{d_c^2}{2}}$$

Nếu thay thế 1 sợi bằng m sợi.

$$d_m = \sqrt{\frac{d_c^2}{m}}$$

Thay bằng 2 dây khác tiết diện

$$S_c = \frac{\pi.d_c^2}{4}$$

$$S_m = 2 \frac{\pi}{4} 2(d_{m1}^2 + d_{m2}^2)$$

$$\frac{\pi.d_c^2}{4} = \frac{\pi}{4} (d_{m1}^2 + d_{m2}^2)$$

$$d_{m2} = \sqrt{d_c^2 - d_{m1}^2}$$

Bước 7: Tính hệ số lấp đầy (k_{ld})

Hệ số lấp đầy cho biết bề dày cuộn dây chiếm chỗ bao nhiêu trong cửa sổ của lõi thép

$$K_{ld} = \frac{BD}{C} = 0,6 + 0,7; \text{ Tối đa là } 0,8$$

BD: Bề dày cuộn dây

C: Bề rộng cửa sổ $c = 2/a$

+ Tính bề dày cuộn dây

- Cuộn sơ cấp có bề dày BD1 được tính từ số vòng quấn n_+ .
- Cuộn thứ cấp có bề dày BD2 được tính từ số vòng quấn n_2 .
- Bề dày cả cuộn dây $BD = BD1 + BD2 + (1 - 2)\text{mm}$.

* Số vòng dây quấn cho 1 lớp:

$$n_{vl} = \frac{h_K}{d'}$$

Trong đó:

h_K : Chiều dài h của khuôn quấn

d' : Đường kính dây kể cả cách điện

* Số lớp dây quấn:

$$n_L = \frac{n}{n_{vl}}$$

Trong đó:

$$\frac{V}{L}$$

n : Số vòng dây của từng cuộn (sơ hoặc thứ cấp)

n_{VL} : Số vòng dây quấn cho 1 lớp

Bề dày cuộn dây sơ cấp hoặc thứ cấp

$$BD_{1(2)} = n_{L1(2)} \cdot d_i$$

+ Tính khối lượng dây quấn (W)

$$W = W_1 + W_2$$

Với: W_1 ; W_2 là khối lượng của cuộn sơ cấp và thứ cấp.

Khối lượng của từng cuộn dây được tính theo biểu thức.

$$W_{1(2)} = (1,2 + 1,3) \cdot 8,9 \cdot L_{TB} \cdot n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 10^{-4}$$

Trong đó:

L_{TB} : Là chiều dài trung bình của một vòng dây (tính bằng dm).

n : Số vòng quấn của cuộn sơ cấp hoặc thứ cấp.

d : Đường kính dây quấn ở cuộn sơ cấp hoặc thứ cấp (tính bằng mm²).

W : Là khối lượng (tính bằng Kg).

BÀI 2: MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Giới thiệu:

Mã bài: 02

Máy điện không đồng bộ có ứng dụng rất rộng rãi trong sinh hoạt cũng như thực tế sản xuất. Đặc biệt là đối với động cơ điện có rất nhiều ưu điểm như kết cấu đơn giản, vận hành an toàn, giá thành rẻ... Và để tìm hiểu được về các kiến thức cơ bản có liên quan đến máy điện không đồng bộ thì chúng ta cùng nghiên cứu sang bài số 3.

1. Mục tiêu của bài:

- Mô tả được cấu tạo, nguyên lý làm việc động cơ không đồng bộ
- Tính toán được các thông số của động cơ
- Vẽ được sơ đồ tải bộ dây
- Bảo dưỡng và sửa chữa được những hư hỏng thông thường của máy điện không đồng bộ đảm bảo máy hoạt động tốt theo đúng tiêu chuẩn về điện.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy khoa học và sáng tạo.

2. Nội dung bài:

2.1. Khái niệm chung về máy điện không đồng bộ.

Mục tiêu:

- Khái niệm được thế nào là máy điện không đồng bộ
- Biết cách phân loại máy điện không đồng bộ
- Hiểu được các đại lượng cơ bản của máy điện không đồng bộ
- Biết được công dụng của máy điện không đồng bộ

2.1.1. Khái niệm

Máy điện không đồng bộ là máy điện xoay chiều, làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ, có tốc độ quay rotor n (tốc độ quay của máy) khác với tốc độ quay của từ trường. Máy điện không đồng bộ có tính thuận nghịch, nghĩa là nó có thể làm việc ở chế độ động cơ điện hoặc chế độ máy phát điện.

2.1.2. Phân loại

Khi phân loại máy điện không đồng bộ, có thể căn cứ theo:

- Theo kết cấu của vỏ, có thể chia làm các loại: kiểu hở, kiểu bảo vệ, kiểu kín, kiểu chống nổ, kiểu chống rung.....vv.
- Theo kết cấu của rotor chia làm hai loại: kiểu rotor dây quấn và kiểu rotor lồng sóc.
- Theo số pha: kiểu một pha, hai pha, ba pha.

2.1.3. Các đại lượng định mức

Máy điện không đồng bộ có các đại lượng định mức đặc trưng cho điều kiện kỹ thuật của máy. Các trị số này do nhà máy thiết kế, chế tạo qui định và được ghi trên nhãn máy. Máy điện không đồng bộ chủ yếu làm việc ở chế độ động cơ nên trên nhãn máy chỉ ghi các trị số làm việc của chế độ động cơ ứng với tải định mức.

-Công suất định mức ở đầu trục (công suất đầu ra) P_{dm} (kW, W) hoặc H_p , $1C_v = 736$ W (theo tiêu chuẩn Pháp); $1kW = 1,358$ C.v. $1H_p = 746$ W (theo tiêu chuẩn Anh)

-Dòng điện định mức I_{dm} (A)

-Điện áp dây định mức U_{dm} (V)

-Kiểu đấu sao hay tam giác

-Tốc độ quay định mức n_{dm}

-Hiệu suất định mức η_{dm}

-Hệ số công suất định mức $\cos\phi_{dm}$

Công suất định mức mà động cơ điện tiêu thụ:

$$P_{tdm} = \frac{P_{dm}}{\eta_{dm}} = \sqrt{3}U_{dm}I_{dm}\cos\phi_{dm}$$

$$P_{dm} = \sqrt{3}U_{dm}I_{dm}\cos\phi_{dm}\eta_{dm}$$

Mômen định mức ở đầu trục:

$$M_{dm} = \frac{P_{dm}}{\omega} \frac{1}{9,81} = 0,975 \frac{P_{dm}(W)}{n_{dm}(vg/ph)} (KGM)$$

2.1.4. Công dụng của máy điện không đồng bộ

Máy điện không đồng bộ là loại máy điện xoay chiều chủ yếu dùng làm động cơ điện. Do kết cấu đơn giản, làm việc chắc chắn, hiệu suất cao, giá thành hạ nên động cơ không đồng bộ là loại máy được sử dụng rộng rãi nhất trong các ngành kinh tế quốc dân. Trong công nghiệp thường dùng máy điện không đồng bộ làm nguồn động lực cho máy cán thép loại vừa và nhỏ, động lực cho các máy công cụ... Trong hầm mỏ dùng làm máy tời hay quạt gió. Trong nông nghiệp dùng làm máy bơm hay máy gia công nông sản phẩm. Trong đời sống hàng ngày máy điện không đồng bộ cũng dần dần chiếm một vị trí quan trọng: quạt gió, động cơ tủ lạnh... Tóm lại phạm vi ứng dụng của máy điện không đồng bộ ngày càng rộng rãi.

Tuy vậy máy điện không đồng bộ có những nhược điểm sau: $\cos$ của máy thường không cao lắm, đặc tính điều chỉnh tốc độ không tốt nên ứng dụng của nó có phần bị hạn chế.

2.2. Cấu tạo của máy điện không đồng bộ ba pha.

Mục tiêu:

- Hiểu được cấu tạo của máy điện không đồng bộ ba pha
- Vẽ sơ đồ cấu tạo của máy điện không đồng bộ ba pha

2.2.1. Stator (phần tĩnh)

Stator gồm có: Lõi thép, dây quấn và vỏ máy

- Lõi thép stator (mạch từ) chế tạo từ các lá thép kỹ thuật điện (thép silic) hình tròn được đập rãnh phía trong theo hướng tâm, sau đó ghép cách điện với nhau tạo thành hình trụ rỗng với các rãnh đặt dây quấn. Lõi thép được ép vào trong vỏ máy.

- Dây quấn: Dây quấn của stator được đặt vào các rãnh của lõi thép và cách điện tốt đối với rãnh.

- Vỏ máy: Để cố định lõi sắt và dây quấn không dùng làm mạch dẫn từ. Thường làm bằng gang hay thép tấm hàn lại.

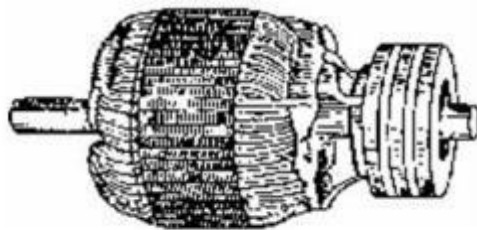
2.2.2. Rotor (phần quay)

Gồm có lõi thép, dây quấn

- Lõi thép: dùng thép kỹ thuật điện như stator, lõi sắt được ép lên trục quay, phía ngoài có xẻ rãnh để đặt dây quấn

- Dây quấn: Có hai loại:

Loại rotor kiểu dây quấn: Là rotor có dây quấn giống như dây quấn của stator. Dây quấn 3 pha của rotor thường được đấu hình sao, còn ba đầu kia nối với ba vành trượt đặt cố định ở một đầu trục và thông qua chổi than đấu với mạch điện bên ngoài. Khi máy làm việc bình thường dây quấn rotor được nối ngắn mạch.



Hình 15-02-1 Rotor dây quấn của động cơ không đồng bộ

Loại rotor kiểu lồng sóc: Cấu tạo của loại dây quấn này khác với dây quấn stator. Trong mỗi rãnh của stator đặt vào thanh dẫn bằng đồng hoặc bằng nhôm dài ra khỏi lõi sắt và được nối tắt ở hai đầu bằng hai vành ngắn mạch bằng đồng hoặc bằng nhôm mà người ta thường quen gọi là lồng sóc.

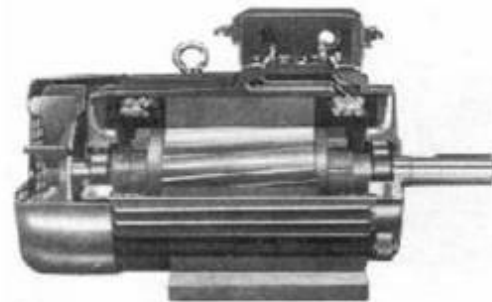


Hình 15-02-2 Rotor lồng sóc động cơ điện không đồng bộ

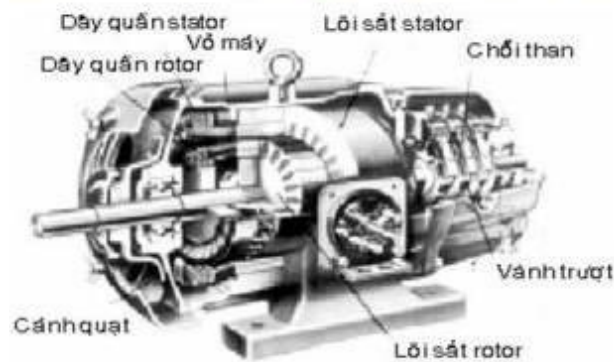
2.3 Khe hở

Khe hở trong máy điện không đồng bộ rất nhỏ (từ 0,2 đến 1 mm trong máy điện cỡ nhỏ và vừa), càng nhỏ càng tốt để hạn chế dòng từ hóa lấy từ lưới điện vào.

Kết cấu của động cơ điện không đồng bộ rotor lồng sóc và rotor dây quấn được trình bày trên hình 15-02-3 và hình 15-02-4



Hình 15-02-3 Động cơ điện KĐB rotor lồng sóc



Hình 15-02-4 Động cơ điện K ĐB rotor dây quấn

2.3. Từ trường của máy điện không đồng bộ

bộ. Mục tiêu:

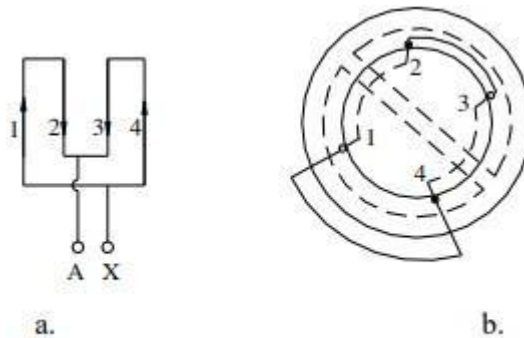
- Phân loại được các loại từ trường của máy điện không đồng bộ
- Hiểu được đặc điểm các loại từ trường của máy điện không đồng bộ

2.3.1. Từ trường đập mạch của dây quấn một pha

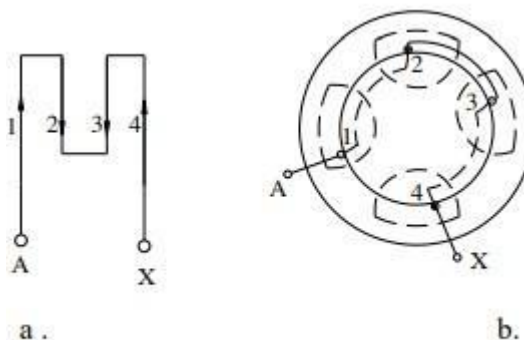
Từ trường của dây quấn một pha là từ trường có phương không đổi, song tri số và chiều biến đổi theo thời gian, được gọi là từ trường đập mạch. Gọi p là số đôi cực, ta có thể cấu tạo dây quấn để tạo ra từ trường một, hai hoặc p đôi cực.

Để đơn giản ta hãy xét dây quấn một pha đặt trong 4 rãnh của stato. Dòng điện trong dây quấn là dòng điện một pha $i = I_{\max} \sin \omega t$ (hình 17-03-5 và 17-03-6). Trên hình vẽ, chiều dòng điện trong thanh 1 đi từ 1 đến 1' được kí hiệu $\otimes$ ở rãnh 1 (hình 17-03 5b) hoặc thanh 2 đi từ 2' đến 2 được kí hiệu $\otimes$ ở rãnh 2.

Cũng ký hiệu tương tự đối với các thanh còn lại. Căn cứ vào chiều dòng điện ta vẽ được chiều từ trường theo quy tắc vắn nút chai. Dây quấn hình 3-6a tạo thành từ trường một đôi cực: $p = 1$ (hình 17-03-5b). Dây quấn hình 3-6a tạo nên từ trường hai đôi cực $p = 2$ (hình 17-03-6b).



Hình 15-02-5



Hình 15-02-6

2.4. Nguyên lý làm việc cơ bản của máy điện không đồng bộ.

Mục tiêu:

- Phân tích được nguyên lý làm việc của động cơ điện không đồng bộ

- Phân tích được nguyên lý làm việc của máy phát điện không đồng bộ

2.4.1. Nguyên lý làm việc của động cơ điện không đồng bộ

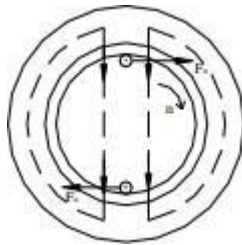
Khi ta cho dòng điện ba pha tần số f vào ba dây quấn Stato, sẽ tạo ra từ trường quay p đôi cực, quay với tốc độ là n_1 . Từ trường quay cắt các

$$n_1 = 60f$$

p

thanh dây dẫn của dây quấn rôto, cảm ứng các sức điện động. Vì dây quấn rôto nối ngắn mạch, nên sức điện động cảm ứng sẽ sinh ra dòng điện trong các thanh dẫn rôto. Lực tác dụng tương hỗ giữa từ trường quay của máy với thanh dẫn mang dòng điện rôto, kéo rôto quay cùng chiều quay từ trường với tốc độ n .

Để minh họa, trong hình 17-03-9 vẽ từ trường quay tốc độ n_1 , chiều sức điện động và các lực điện từ F_{dt} .



Hình 15-02-9 Từ trường quay tốc độ n_1

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

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

Tốc độ n của máy nhỏ hơn tốc độ từ trường quay n_1 vì nếu tốc độ bằng nhau thì không có sự chuyển động tương đối, trong dây quấn rôto không có sđđ và dòng điện cảm ứng, lực điện từ bằng không.

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

$$n_2 = n_1 - n \quad (3-6)$$

Hệ số trượt của tốc độ là:

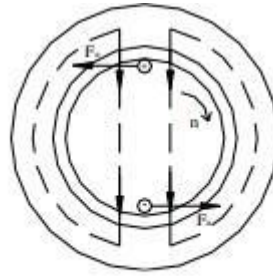
$$s = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_1 - n}{n_1} \quad (3-7)$$

$$n_1 \quad n_1$$

2.4.2. Nguyên lý làm việc cơ bản của máy điện không đồng bộ.

Nếu bây giờ Stato vẫn nối với lưới điện, nhưng trục rôto không nối với tải, mà nối với một động cơ sơ cấp. Dùng động cơ sơ cấp kéo rôto quay cùng chiều với n_1 và với tốc độ n lớn hơn tốc độ từ trường quay n_1 . Lúc này, chiều dòng điện rôto I_2 ngược lại với chế độ động cơ và lực điện từ đổi chiều. Lực

điện từ tác dụng lên rôto ngược với chiều quay, gây ra mômen hãm cân bằng với mômen quay động cơ sơ cấp (hình 17-03-10).



Hình 15-02-10 Từ trường quay tốc độ $n > n_1$

Máy điện làm việc ở chế độ máy phát. Hệ số trượt là:

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} < 0 \quad (3-8)$$

0

n

1

Nhờ từ trường quay, cơ năng động cơ sơ cấp đưa vào rôto được biến thành điện năng ở Stato. Để tạo ra từ trường quay, lưới điện phải cung cấp cho máy phát không đồng bộ công suất phản kháng Q , vì thế làm cho hệ số công suất $\cos\phi$ của lưới điện thấp đi. Nếu khi máy phát làm việc riêng lẻ, ta phải dùng tụ điện nối đầu cực máy để kích từ cho máy.

Đó nhược điểm của máy phát không đồng bộ, vì thế ít khi dùng máy phát điện không đồng bộ.

2.5. Mô hình toán và sơ đồ thay thế của động cơ điện không đồng bộ.

Mục tiêu:

- Hiểu và viết được phương trình cân bằng điện từ
- Hiểu và vẽ được sơ đồ thay thế của động cơ điện không đồng bộ

2.5.1. Phương trình cân bằng điện từ

2.5.1.1 Phương trình cân bằng điện dây quấn stato

Dây quấn stato của động cơ điện tương tự như dây quấn sơ cấp của máy biến áp, ta có phương trình cân bằng điện áp là :

$$Z_1 = R_1 + jX_1$$

$$U_1 = I_1 Z_1 -$$

$$E_1$$

Trong đó

là tổng trở dây quấn Stato (3-9)

R_1 là điện trở dây quấn Stato

$$X_1 = 2\pi fL_1$$

là điện kháng tản dây quấn Stato, đặc trưng cho từ thông tản Stato

f - tần số dòng điện Stato

E_1 : Sức điện động pha Stato do từ thông của từ trường sinh ra có trị số là:

$$E_1 = 4,44fW_1k_{gq1}\Phi_{\max} \quad (3-10)$$

W_1 , k_{gq1} thứ tự là số vòng dây và hệ số dây quấn của một pha Stato. Hệ số dây quấn $k_{gq1} < 1$, nói lên sự giảm sức điện động của dây quấn do quấn rải trên các rãnh và bước rút ngắn, so với quấn tập trung như máy biến áp.

$\Phi_{\max}$ - Biên độ từ thông của từ trường quay

2.5.2. Phương trình cân bằng điện ở dây quấn rôto

Dây quấn rôto được coi như dây quấn thứ cấp máy biến áp, song ở động cơ, dây quấn rôto chuyển động đối với từ trường quay tốc độ trượt $n_2 = n_1 - n = s n_1$. Như vậy sức điện động và dòng điện trong dây quấn rôto có tần số là:

$$f_2 = \frac{pn_2}{60} = \frac{spn_1}{60} = sf \quad (3-11)$$

Tần số dòng điện rôto lúc quay bằng hệ số trượt nhân với tần số dòng điện Stato f . Lúc rôto đứng yên tần số dòng điện rôto là f .

Sức điện động pha dây quấn Stato lúc quay là:

$$\begin{aligned} E_{2s} &= 4,44f_2W_2k_{gq2}\Phi_{\max} \\ &= 4,44sfW_2k_{gq2}\Phi_{\max} \end{aligned} \quad (3-12)$$

W_2 , k_{gq2} thứ tự là số vòng dây quấn của dây quấn rôto. Hệ số $k_{gq2} < 1$ nói lên sự giảm sức điện động do dây quấn rôto trải trên các rãnh và bước rút ngắn.

Khi rôto đứng yên $s = 1$, tần số $f_2 = f$. Sức điện động dây quấn rôto lúc không quay là:

$$E_2 = 4,44fW_2k_{gq2}\Phi_{\max} \quad (3-13)$$

So sánh (7-13) và (7-12b) ta thấy

$$E_{2s} = sE_2 \quad (3-14)$$

Sức điện pha rôto lúc quay E_{2s} bằng sức điện động pha rôto lúc không quay nhân với hệ số trượt s .

Cũng tương tự như vậy điện kháng tản dây quấn rôto lúc quay là:

$$X_{2s} = 2\pi f_2 L_2 = s \cdot 2\pi f L_2 = sX_2 \quad (3-15)$$

Trong đó L_2 là điện cảm tản pha dây quấn rôto, $X_2 = 2\pi f L_2$ là điện kháng tản rôto lúc không quay. Điện kháng tản rôto lúc quay bằng điện kháng tản rôto lúc không quay nhân với hệ số trượt s .

Từ (3-13) và (3-10) ta có tỷ số sdđ pha stato và rôto là:

$$k_e = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1 k_{gq1}}{W_2 k_{gq2}} \quad (3-16)$$

k_e gọi là hệ số quy đổi sức điện động.

Chọn chiều E_{2s} , I_2 như hình 15-02-11. Vì dây quấn rôto ngắn mạch nên phương trình cân bằng điện lúc rôto quay là:

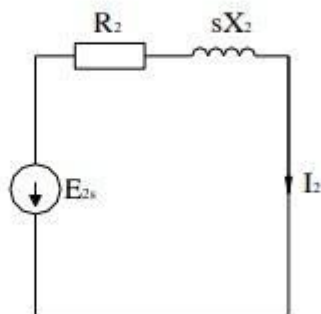
$$-E_{2s} = I_2(R_2 + jX_{2s}) \quad (3-17a)$$

Hoặc

$$0 = -E_{2s} - I_2(R_2 + jX_{2s})$$

$$(3-17b)$$

$$I_2 = \frac{sE_2}{\sqrt{R_2^2 + (sX_2)^2}} \quad (3-18)$$



Hình 15-02-11

2.5.3. Phương trình cân bằng từ của động cơ không đồng bộ

Khi động cơ làm việc, từ trường quay trong máy do đồng thời dòng điện của cả hai dây quấn sinh ra. Dòng điện trong dây quấn stato sinh ra từ trường quay Stato quay tốc độ n_1 đối với Stato. Dòng điện trong dây quấn rôto sinh ra từ trường quay rôto, quay đối với rôto tốc độ:

$$n_2 = \frac{60f_2}{p} = \frac{s60f}{p} = sn_1$$

Vì rôto quay đối với stato tốc độ n , cho nên từ trường rôto sẽ quay đối với stato tốc độ là:

$$n_2 + n = sn_1 + n = sn_1 + n_1(1 - s) = n_1$$

Như vậy từ trường quay Stato và từ trường quay rôto không chuyển động tương đối nhau. Từ trường tổng hợp của máy sẽ là từ trường quay với tốc độ n_1 .

Cũng lý luận như ở máy biến áp, từ thông $\Phi_{\max}$ có trị số hầu như không đổi ứng với chế độ không tải và có tải. Do đó ta có thể viết được phương trình cân bằng từ của động cơ:

$$m_1 w_1 k_{gp1} I_1 - m_2 w_2 k_{gp2} I_2 = m_1 w_1 k_{gp1} I_0$$

Trong đó:

I_0 là dòng điện Stato lúc không tải.

I_1, I_2 là dòng điện Stato và rôto khi động cơ kéo tải.

m_1, m_2 là số pha của dây quấn Stato và rôto

Các hệ số $m_1 w_1 k_{gp1}, m_2 w_2 k_{gp2}$ nói lên từ trường quay do đồng thời m_1 pha Stato và m_2 pha rôto sinh ra và có xét đến số vòng dây, cấu tạo các dây quấn.

Dấu trừ trước I_2 vì ta chọn chiều I_2 không phù hợp với chiều từ thông theo quy tắc vắn nút chai.

Chia hai vế cho $m_1 w_1 k_{gp1}$ và đặt:

$$\frac{I_2}{\frac{m_1 w_1 k_{gp1}}{m_2 w_2 k_{gp2}}} = \frac{\dot{I}_2}{k_i} = \dot{I}_2' \quad (3-19)$$

$$I_1 = I_0 + I_2' \text{ là dòng điện rôto quy đổi về Stato, hệ số } k_i = \frac{m_1 w_1 k_{gp1}}{m_2 w_2 k_{gp2}} \quad (3-20)$$

gọi là hệ số quy đổi dòng điện.

2.5.4. Sơ đồ thay thế của động cơ điện không đồng bộ

Để thuận tiện cho việc nghiên cứu và tính toán, từ hệ phương trình cân bằng điện và từ của động cơ, ta tìm cách thành lập một sơ đồ điện, gọi là sơ đồ thay thế động cơ điện.

Theo (3-9), (3-11b), (3-19) hệ phương trình của động cơ điện là:

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_1 (R_1 + jX_1) - \dot{E}_1 \quad (3-21)$$

$$0 = -s \dot{E}_2 - \dot{I}_2 (R_2 + jsX_2) \quad (3-22)$$

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_0 + \dot{I}_2' \quad (3-23)$$

Chia (3-22) cho s ta có:

$$0 = -\dot{E}_2 - \dot{I}_2 \left(\frac{R_2}{s} + jX_2 \right) \quad (3-24)$$

Các thông số E_2, X_2 trong (3-24) là sđđ rôto, điện kháng rôto lúc không quay, ứng với tần số dòng điện rôto bằng f .

Phương trình (3-22) là phương trình mạch điện rôto lúc quay, trong đó

dòng điện I_2 có tần số $f_2 = sf$.

Nhân phương trình (3-24) với k_e , chia và nhân với k_i ta có:

$$0 = -k_e \dot{E}_2 - \frac{\dot{I}_2}{k_i} \left(\frac{R_2}{s} k_e k_i + jX_2 k_e k_i \right) \quad (3-25)$$

trong đó k_e , k_i là hệ số quy đổi sức điện động (3-16) và hệ số quy đổi dòng điện (3-20).

Gọi $E'_2 = k_e E_2 = E_1$ là dòng điện rôto quy đổi về Stato.

Trong biểu thức ki cho thấy, ngoài quy đổi dây quấn còn quy đổi số pha rôto m_2 về bằng số pha Stato m_1 .

$R'_2 = R_2 k_e k_i$ là điện trở dây quấn rôto quy đổi về Stato

$X'_2 = X_2 k_e k_i$ là điện kháng dây quấn rôto quy đổi về stato

$k_e k_i = k_z$ là hệ số quy đổi tổng trở.

Phương trình (3-25) trở thành:

$$0 = -E'_2 - \dot{I}_2 \left(\frac{R'_2}{s} + jX'_2 \right) \quad (3-26)$$

Giống như máy biến áp, $-E_1$ và $-E'_2$ là điện áp rơi trên tổng trở từ hóa:

$$-E_1 = -E'_2 = \dot{I}_0 (R_{th} + jX_{th}) \quad (3-27)$$

Cuối cùng ta có hệ phương trình động cơ điện như sau:

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_1 (R_1 + jX_1) + \dot{I}_0 (R_{th} + jX_{th}) \quad (3-28)$$

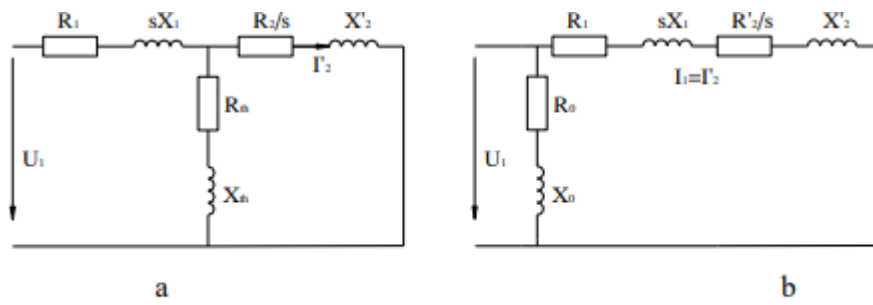
$$0 = \dot{I}_0 (R_{th} + jX_{th}) - \dot{I}_2 \left(\frac{R'_2}{s} + jX'_2 \right) \quad (3-29)$$

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_0 + \dot{I}'_2 \quad (3-30)$$

Hệ phương trình (3-28), (3-29), (3-30) là hệ phương trình Kiêchốp cho mạch điện hình 17-03-12a. Mạch điện hình 17-03-12a là sơ đồ thay thế động cơ điện không đồng bộ. Để thuận tiện cho việc tính toán, sơ đồ 17-03-12a được xem gần đúng tương đương với sơ đồ 17-03-12b. Sơ đồ 17-03-12b được sử dụng nhiều trong tính toán động cơ điện không đồng bộ, trong đó:

$$R_0 = R_1 + R_{th}$$

$$X_0 = X_1 + X_{th}$$



Hình 15-02-12 Sơ đồ thay thế động cơ

Ngoài ra nếu làm phép biến đổi đơn giản

$$\frac{R_2'}{s} = R_2' + \frac{R_2'(1-s)}{s} \quad (3-31)$$

$\frac{R_2'}{s}$ đặc trưng cho công suất điện từ

$$P_{dt} = m_1 I_2'^2 \frac{R_2'}{s} = m_2 I_2'^2 \frac{R_2'}{s} \quad (3-32)$$

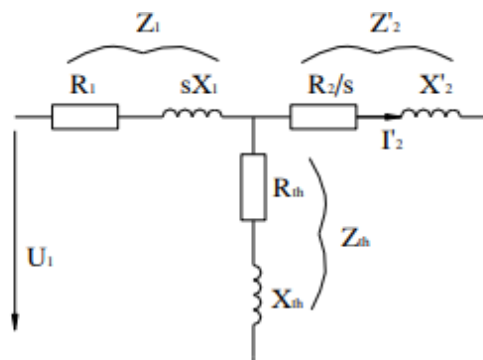
R_2' Đặc trưng cho tổn hao đồng trong rôto

$$P_{d2} = m_1 I_2'^2 R_2' = m_2 I_2'^2 R_2' \quad (3-33)$$

$\frac{R_2'(1-s)}{s}$ đặc trưng cho công suất cơ trên trục

$$P_{co} = m_1 I_2'^2 R_2' \frac{1-s}{s} = m_2 I_2'^2 R_2' \frac{1-s}{s} \quad (3-34)$$

Sơ đồ thay thế động cơ không đồng bộ có thể vẽ như hình 17-03-13



Hình 15-02-13 Sơ đồ thay thế động cơ đơn giản

2.6. Biểu đồ năng lượng và hiệu suất của động cơ không đồng bộ.

Mục tiêu:

- Biết được các loại công suất của động cơ điện không đồng bộ
- Hiểu được công thức tính các loại công suất của động cơ điện KĐB
- Vẽ được biểu đồ năng lượng
- Biết tính hiệu suất của động cơ điện

KĐB Động cơ lấy năng lượng

Động cơ lấy năng lượng $P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \phi_1$ từ lưới. Một phần nhỏ công suất biến thành tổn hao đồng của dây quấn Stato $\Delta P_{d1} = m_1 I_1^2 R_1$ và tổn hao sắt

stator $\Delta P_{st} = m_1 I_1^2 R_{th}$ còn lại phần lớn công suất chuyển thành công suất điện từ Pđt truyền qua rotor, như vậy:

$$P = P_{dt} - \Delta P_{d1} - \Delta P_{st} = m_1 I_2^2 R_2$$

Vì trong rotor có dòng điện, nên có tổn hao đồng dây quấn rotor $\Delta P_{d2} = m_2 I_2^2 R_2$, do đó công suất của động cơ điện bằng:

$$P_c = P_{dt} - \Delta P_{d2} = m_1 I_2^2 \left(\frac{1-s}{s} \right) R_2'$$

Vì máy quay có tổn hao cơ ΔP_c và tổn hao phụ ΔP_f nên công suất đưa ra đầu trục động cơ sẽ là:

$$P_2 = P_c - (\Delta P_c + \Delta P_f) = P_c - \Delta P_{cf}$$

Như vậy, tổng tổn hao trong động cơ điện bằng:

$$\Delta P = \Delta P_{d1} + \Delta P_{st} + \Delta P_{d2} + \Delta P_{cf}$$

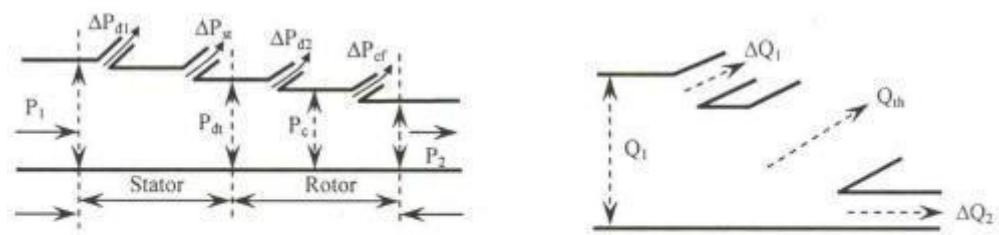
Và công suất đưa ra đầu trục:

$$P_2 = P_1 - \Delta P$$

Hiệu suất của động cơ:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = 1 - \frac{\Delta P}{P_1}$$

Giản đồ năng lượng của động cơ không đồng bộ như hình 17-03-14



Hình 15-02-14 Giảm đồ năng lượng của động cơ KĐB

Về công suất phản kháng, động cơ không đồng bộ lấy từ lưới vào một công suất bằng:

$$Q_1 = m_1 U_1 I_1 \sin \varphi_1$$

Một phần công suất này sinh ra từ trường tản trong mạch stator ΔQ_1 và rotor ΔQ_2 :

$$\Delta Q_1 = m_1 I_1^2 X_1 \text{ và } \Delta Q_2 = m_1 I_2^2 X_2'$$

Như vậy, giảm đồ công suất phản kháng của động cơ điện được minh họa trên hình 17-3-14 với

$$Q_1 = Q_{th} + \Delta Q_1 + \Delta Q_2$$

Do trong máy điện không đồng bộ khe hở lớn hơn trong máy biến áp nên dòng điện từ hóa I_0 trong máy điện không đồng bộ lớn hơn dòng điện từ hóa trong máy biến áp.

Công suất phản kháng Q và dòng điện không tải I_0 tương đối lớn dẫn đến hệ số công suất $\cos \phi$ tương đối thấp. Thông thường, động cơ không đồng bộ có

$\cos \phi = 0,7 \div 0,85$; khi không tải $\cos \phi$ rất thấp thường là $\cos \phi_0 = 0,1 \div 0,2$.

2.7. Mô men quay của động cơ không đồng bộ ba pha.

Mục tiêu:

- Hiểu được đặc điểm của mômen quay của động cơ KĐB
- Biết tính mômen quay của động cơ KĐB

Ở chế độ động cơ điện, mômen điện từ đóng vai trò mômen quay, được tính là:

$$M = M_{dt} = \frac{P_{dt}}{\omega_1} \quad (3-35)$$

ω_1

P_{dt} là công suất điện từ được tính theo (3-32)

$$P_{dt} = EI_2'^2 \omega_1^2 R \quad (3-36)$$

ω_1 là tần số góc của trường từ quay:

$$\omega = \frac{\omega}{p} \quad (3-37)$$

$$1 \quad p$$

ω là tần số góc của dòng điện

stato p là số đôi cực từ.

Dựa vào sơ đồ gần đúng (3-12b), dòng điện I'_2 được tính là:

$$I'_2 = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + \frac{R'_2}{s})^2 + (X_1 + X_2)^2}} \quad (3-38)$$

Thay (3-38), (3-37), (3-36) vào (3-35) cuối cùng ta có:

$$M = \frac{3pU_1^2 R'_2}{s \omega \left[(R_1 + \frac{R'_2}{s})^2 + (X_1 + X_2)^2 \right]} \quad (3-39)$$

Trên hình (17-03-15a) vẽ quan hệ mômen theo hệ số trượt
 $M = f(s)$

Nếu thay

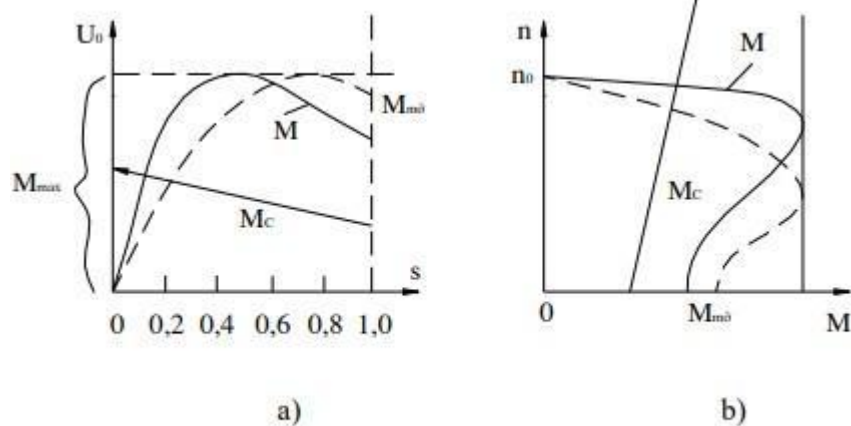
$s = \frac{n_1 - n}{n_1}$ ta sẽ có quan hệ $n = f(M)$, đó là

đường đặc tính cơ của động

 n

cơ không đồng bộ (hình 17- 03- 15b)

Động cơ sẽ làm việc ở điểm mômen quay bằng mômen cản M_e



Các đặc điểm của mômen quay động cơ không đồng bộ:

a, Mômen tỷ lệ với bình phương điện áp, nếu điện áp đặt vào động cơ thay đổi, mômen động cơ thay đổi rất nhiều. Trên hình 17-03-15a vẽ đường $M = f(s)$ với các điện áp khác nhau $U'_1 < U_1$.

b, Mômen có trị số cực đại $M_{\max}$ ứng với giá trị tới hạn s_{th} làm cho đạo hàm $\frac{\partial M}{\partial s} = 0$. Sau khi đạo hàm ta tính được trị số s_{th} và $M_{\max}$ là:

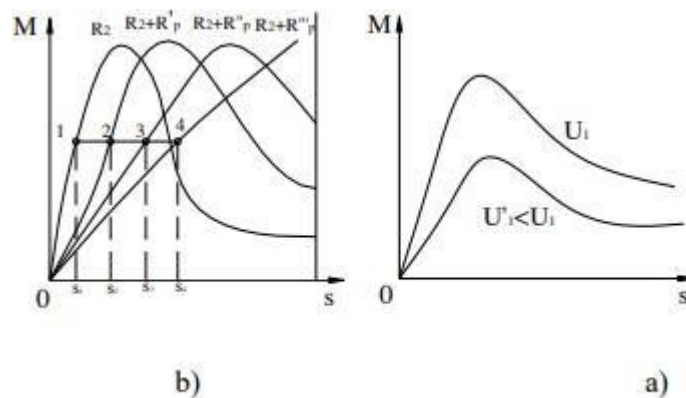
$$s_{th} = \frac{R'_2}{R_1 + X_1 + X'_2} = \frac{R'_2}{X_1 + X'_2} \quad (3-40)$$

$$M_{\max} = \frac{3pU_1^2}{2\omega \left[R_1 + \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X'_2)^2} \right]}$$

Vì R_1 rất nhỏ cho nên bỏ qua.

$$\approx \frac{3pU_1^2}{2\omega(R_1 + X_1 + X'_2)} \quad (3-41)$$

Hệ số trượt tới hạn s_{th} tỷ lệ thuận với điện trở rôto, còn $M_{\max}$ không phụ thuộc vào điện trở rôto, khi cho thêm điện trở phụ R_p vào rôto, đường đặc tính $M = f(s)$ thay đổi như hình 17-03-16b. Tính chất này được sử dụng để điều chỉnh tốc độ và mở máy động cơ rôto dây quấn.



Hình 15-02-16

Quan hệ giữa M , $M_{\max}$ và s_{th} có thể viết gần đúng như sau:

$$M = \frac{2M_{\max}}{\frac{s}{s_{th}} + \frac{s_{th}}{s}} \quad (3-42)$$

Thay $a=1$ vào biểu thức (7-39), mômen mở máy động cơ là:

$$M_{mo} = \frac{3pU_1^2 R'_2}{\omega \left[(R_1 + R'_2)^2 + (X_1 + X'_2)^2 \right]} \quad (3-43)$$

Đối với động cơ lồng sóc thường cho các tỷ số sau:

$$\frac{M_{mo}}{M_{dm}} = 1,1 \div 1,7; \frac{M_{max}}{M_{dm}} = 1,6 \div 2,5$$

2.8. Mở máy động cơ không đồng bộ ba pha.

Mục tiêu:

- Biết các cách mở máy động cơ KĐB
- Biết được ưu nhược điểm của các cách mở máy động cơ KĐB

Động cơ không đồng bộ ba pha có mômen mở máy. Để mở máy được, mômen mở máy động cơ phải lớn hơn mômen cản của tải lúc mở máy, đồng thời mômen động cơ phải đủ lớn để thời gian mở máy trong phạm vi cho phép.

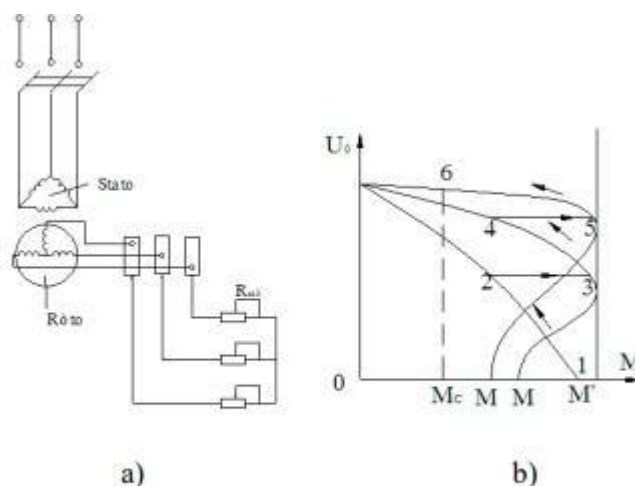
Khi mở máy hệ số trượt $s = 1$, theo sơ đồ thay thế gần đúng, dòng điện pha lúc mở máy:

$$I_{pmo} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R'_2)^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$$

Dòng điện mở máy lớn bằng $5 \div 7$ lần dòng điện định mức. Đối với lưới điện công suất nhỏ sẽ làm cho điện áp mạng điện tụt xuống, ảnh hưởng đến sự làm việc của các thiết bị khác. Vì thế ta cần có các biện pháp mở máy.

2.8.1. Mở máy động cơ rôto dây quấn

Khi mở máy, dây quấn rôto được nối với biến trở mở máy (hình 17-03-17a). Đầu tiên để biến trở lớn nhất, sau đó giảm dần đến không. Đường đặc tính mômen ứng với các giá trị $R_{mở}$ trên hình 17-03-17b.



Hình 15-02-17 Sơ đồ mở máy động cơ rotor dây quấn

Muốn mômen mở máy cực đại, hệ số trượt tới hạn phải bằng 1:

$$s_{th} = \frac{R'_2 + R'_{m0}}{X_1 + X'_2} = 1 \quad (3-44)$$

Từ đó xác định được điện trở R_{m0} cần thiết

Khi có R_{m0} dòng điện pha mở máy là:

$$I_{pm0} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R'_2 + R'_{m0})^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$$

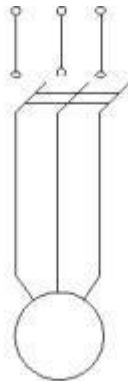
Nhờ có R_{m0} dòng điện mở máy giảm xuống.

Như vậy, có R_{m0} mômen mở máy tăng, dòng điện mở máy giảm, đó là ưu điểm lớn của động cơ rôto dây quấn.

2.8.2. Mở máy động cơ lồng sóc

2.8.2.1 Mở máy trực tiếp

Đây là phương pháp đơn giản nhất, chỉ việc đóng trực tiếp động cơ điện vào lưới điện. (hình 17-03-18). Khuyết điểm của phương pháp này là dòng điện mở máy lớn, làm tụt điện áp mạng điện rất nhiều, nếu quán tính của máy lớn, thời gian mở máy sẽ rất lâu, có thể làm chảy cầu chì bảo vệ. Vì thế phương pháp này dùng được khi công suất mạng điện (hoặc nguồn điện) lớn hơn công suất động cơ rất nhiều, việc mở máy sẽ rất nhanh và đơn giản.



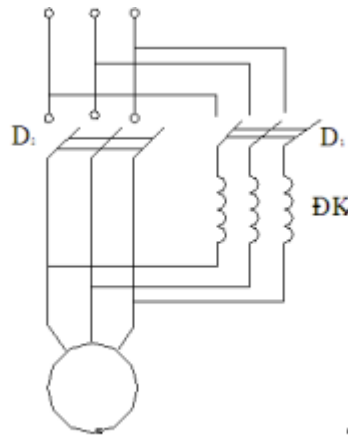
Hình 15-02-18 Mở máy trực tiếp

2.8.2.2. Giảm điện áp stato khi mở máy

Khi ta mở máy ta giảm điện áp đặt vào động cơ để giảm dòng điện mở máy. Khuyết điểm của phương pháp này là mômen mở máy giảm đi rất nhiều, vì thế nó chỉ sử dụng được đối với trường hợp không yêu cầu mômen mở máy lớn. Có các biện pháp giảm điện áp như sau:

- Dùng điện kháng nối tiếp vào mạch stato.

Điện áp mạng điện đặt vào động cơ qua điện kháng ĐK (hình 17-03-19). Lúc mở máy, cầu dao D2 mở, cầu dao D1 đóng. Khi động cơ đã quay ổn định thì đóng cầu dao 2 để ngắn mạch điện kháng. Nhờ có điện áp rơi trên điện kháng, điện áp trực tiếp đặt vào động cơ giảm đi k lần. dòng điện sẽ giảm đi k lần, song mômen giảm đi k^2 lần (vì mômen tỷ lệ với bình phương điện áp).



Hình 15-02-19 Mở máy dùng điện trở kháng

- Dùng máy tự biến áp.

Điện áp mạng điện đặt vào sơ cấp máy tự biến áp (hình 17-03-20). Điện áp thứ cấp máy tự biến áp đưa vào động cơ. Thay đổi vị trí con chạy để cho lúc mở máy điện áp đặt vào động cơ nhỏ, sau đó dần dần tăng lên bằng định mức.

Gọi k là hệ số biến áp của máy tự biến áp; U_1 là điện áp pha lưới điện; z_n là tổng trở động cơ lúc mở máy. Điện áp pha đặt vào động cơ lúc mở máy. Điện áp pha đặt vào động cơ khi mở máy là:

$$U_{dc} = \frac{U_1}{k}$$

Dòng điện chạy vào động cơ lúc có máy tự biến áp:

$$I_{dc} = \frac{U_{dc}}{z_n} = \frac{U_1}{kz_n}$$

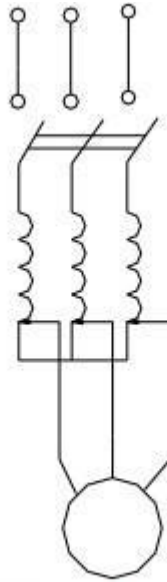
Dòng điện I_1 lưới điện cung cấp cho động cơ lúc có máy tự biến áp là (dòng điện sơ cấp của máy tự biến áp)

$$I_1 = \frac{I_{dc}}{k} = \frac{U_1}{k^2 z_n} \quad (3-45)$$

Khi mở máy trực tiếp dòng điện I_1 bằng:

$$I_1 = \frac{U_1}{z_n} \quad (3-46)$$

So sánh (3-45) và (3-46) ta thấy, lúc có máy tự biến áp, dòng điện của lưới điện giảm đi k^2 lần. Đây là một ưu điểm so với phương pháp dùng điện kháng (dòng điện chỉ giảm k lần). Vì thế phương pháp dùng máy tự biến áp được dùng nhiều đối với động cơ công suất lớn. Điện áp đặt vào động cơ giảm k lần, nên mômen giảm k^2 lần.

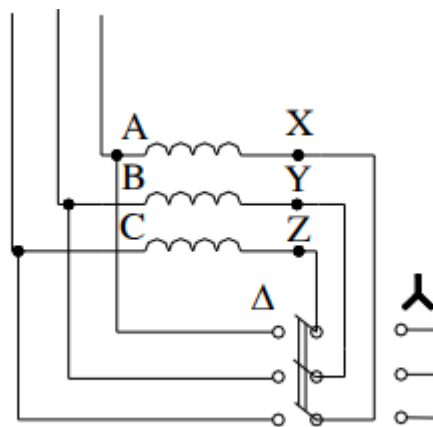


Hình 15-02-20 Mờ máy dùng máy tự biến áp

- Phương pháp đổi nối sao – tam giác.

Phương pháp này chỉ dùng được với động cơ khi làm việc bình thường dây quấn stato nối hình tam giác.

Khi mở máy ta nối hình sao để điện áp đặt vào mỗi pha giảm $\sqrt{3}$ lần. Sau khi mở máy ta đổi nối thành hình tam giác theo đúng quy định của máy. Trên hình 17-03-21 khi mở máy ta đóng cầu dao sang phía Y, mở máy xong đóng sang phía Δ .



Hình 15-02-21 Mờ máy dùng phương pháp đổi nối sao-tam giác

Dòng điện dây khi nối hình tam giác:

$$I_{d\Delta} = \frac{\sqrt{3}U_1}{z_n} \quad (3-47)$$

Dòng điện dây khi nối hình sao là:

$$I_{dY} = \frac{U_1}{\sqrt{3}z_n} \quad (3-48)$$

So sánh (3-47) và (3-48) ta thấy lúc mở máy kiểu đổi nối sao – tam giác

dòng điện dây mạng điện giảm đi 3 lần. Cũng như trên, phương pháp này mômen giảm đi 3 lần.

Qua việc nghiên cứu các phương pháp, chúng ta đều thấy mômen mở máy giảm xuống nhiều. Để khắc phục điều này, người ta đã chế tạo loại động cơ lồng sóc kép và loại rãnh sâu có đặc tính mở máy tốt.

2.9. Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ.

Mục tiêu:

- Biết các cách điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB
- Vẽ được đặc tính cơ khi điều chỉnh tốc độ
- Biết được ưu nhược điểm của các cách điều chỉnh tốc độ động cơ

KĐB Tốc độ của động cơ điện không đồng bộ là:

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

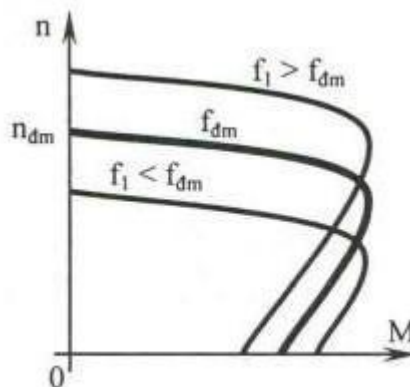
Nhìn vào biểu thức ấy ta thấy:

Với động cơ điện không đồng bộ rôto lồng sóc có thể điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi tần số dòng điện stato, bằng cách đổi nối dây quấn stato để thay đổi số đôi cực p của từ trường, hoặc thay đổi điện áp đặt vào stato để thay đổi hệ số trượt s . Tất cả các phương pháp đều thực hiện ở phía stato. Đối với động cơ rôto dây quấn thường điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở rôto để thay đổi hệ số trượt s , việc điều chỉnh thực hiện ở phía rôto.

2.9.1. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi tần số

Việc thay đổi tần số f của dòng điện stato thực hiện bằng bộ biến đổi tần số.

Như đã biết ở biểu thức (17-3-10) từ thông $\Phi_{\max}$ tỷ lệ thuận với tỷ số U_1/f , khi thay đổi tần số người ta mong muốn giữ cho từ thông $\Phi_{\max}$ không đổi, để mạch từ máy ở tình trạng định mức. Muốn vậy phải điều chỉnh đồng thời tần số và điện áp, giữ cho tỷ số giữa điện áp U_1 và tần số f không đổi.



Hình 15-02-22 Điều chỉnh tốc độ bằng tần số

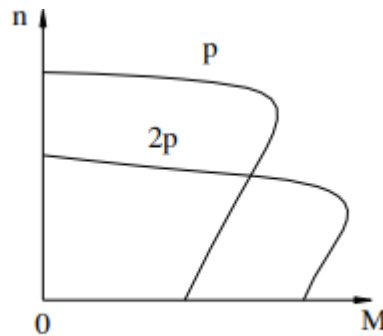
Hình 17-03-22 vẽ họ đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ khi điều

chỉnh tốc độ bằng thay đổi tần số với tỷ số U_1/f không đổi.

2.9.2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi số đôi cực

Số đôi cực của từ trường quay phụ thuộc vào cấu tạo dây quấn. Động cơ không đồng bộ có cấu tạo dây quấn để thay đổi đôi cực từ được gọi là động cơ không đồng bộ nhiều cấp tốc độ. Phương pháp này chỉ sử dụng cho loại động cơ rôto lồng sóc.

Mặc dù điều chỉnh tốc độ động cơ nhảy cấp, nhưng có ưu điểm là giữ nguyên độ cứng của đặc tính cơ (hình 17-03-24), động cơ nhiều cấp tốc độ được sử dụng rộng rãi trong các máy luyện kim, máy tàu thủy v.v...

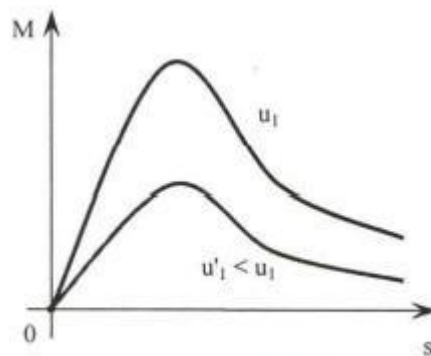


Hình 15-02-23 Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi đôi cực

2.9.3. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp cung cấp cho stator

Phương pháp này chỉ thực hiện việc giảm điện áp. Khi giảm điện áp đường đặc tính

$M = f(s)$ sẽ thay đổi hình 17-03-24 do đó hệ số trượt thay đổi, tốc độ động cơ thay đổi.



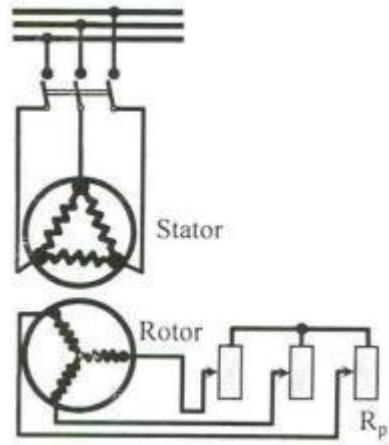
Hình 15-02-24

2.9.4. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở mạch rôto của động cơ rôto dây quấn.

Thay đổi điện trở dây quấn rôto, mắc biến trở ba pha vào mạch rôto như (hình 17-03-25).

Biến trở điều chỉnh tốc độ phải làm việc lâu dài nên có kích thước lớn hơn so với biến trở mở máy.

Nếu mômen cản không đổi, dòng rôto không đổi, khi tăng điện trở để giảm tốc độ, sẽ tăng tổn hao công suất trong biến trở, do đó phương pháp này không kinh tế. Tuy nhiên phương pháp đơn giản, điều chỉnh trơn và khoảng điều chỉnh tương đối rộng, được sử dụng điều chỉnh tốc độ quay của động cơ công suất cỡ trung bình.



Hình 15-02-25

Nhìn chung khả năng điều chỉnh tốc độ của động cơ không đồng bộ bị hạn chế. Đây là một nhược điểm của động cơ không đồng bộ.

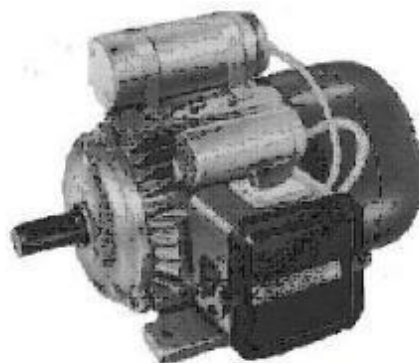
2.10. Động cơ không đồng bộ một pha.

Mục tiêu:

- Hiểu cấu tạo của động cơ KĐB một pha
- Phân tích được nguyên lý hoạt động của động cơ KĐB một pha
- Biết được các cách mở máy động cơ KĐB một pha
- Biết được các loại động cơ KĐB một pha

2.10.1. Khái quát

Động cơ không đồng bộ một pha thường được dùng trong các dụng cụ sinh hoạt và công nghiệp, công suất từ vài watt đến khoảng vài nghìn watt và nối vào lưới điện xoay chiều một pha.

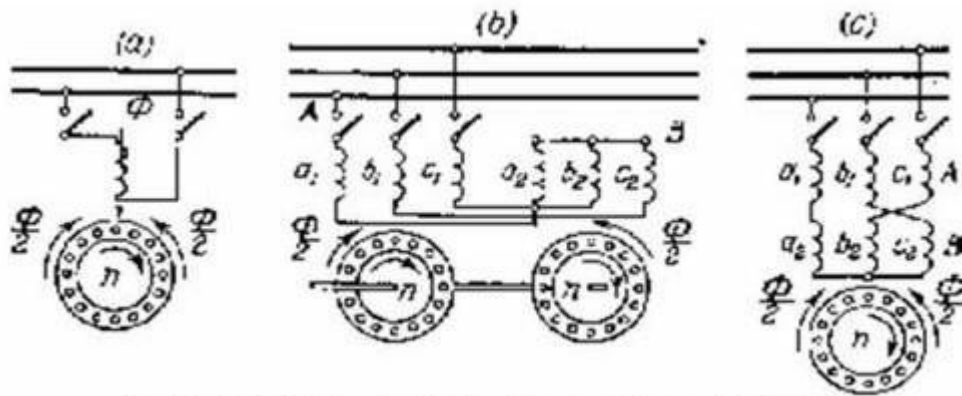


Hình 15-02-26 Động cơ K ĐB 1 pha

Do nguyên lý mở máy khác nhau và yêu cầu tính năng khác nhau mà xuất hiện những kết cấu khác nhau, nhưng nói chung vẫn có kết cấu cơ bản giống như động cơ điện ba pha, chỉ khác là trên stator có hai dây quấn: Dây quấn chính hay dây quấn làm việc và dây quấn phụ hay dây quấn mở máy. Rotor thường là lồng sóc. Dây quấn chính được nối vào lưới điện trong suốt quá trình làm việc, còn dây quấn phụ thường chỉ nối vào khi mở máy. Trong quá trình mở máy, khi tốc độ đạt đến 75 đến 80% tốc độ đồng bộ thì dùng ngắt điện kiểu ly tâm cắt dây quấn phụ ra khỏi lưới. Có loại động cơ sau khi mở máy, dây quấn phụ vẫn nối vào lưới. Đó là động cơ điện một pha kiểu điện dung (hay còn gọi là động cơ điện hai pha).

2.10.1.1. Nguyên lý làm việc

Đầu tiên, ta xét chế độ làm việc của động cơ điện một pha khi dây quấn mở máy đã ngắt ra khỏi lưới. Dây quấn làm việc nối với điện áp một pha, dòng điện trong dây quấn sẽ sinh ra từ trường đập mạch Φ . Từ trường này có thể phân tích thành hai từ trường quay Φ_A và Φ_B có chiều ngược nhau, có $n_A = n_B$ và biên độ bằng 1/2 biên độ từ trường đập mạch (hình 3.27a).



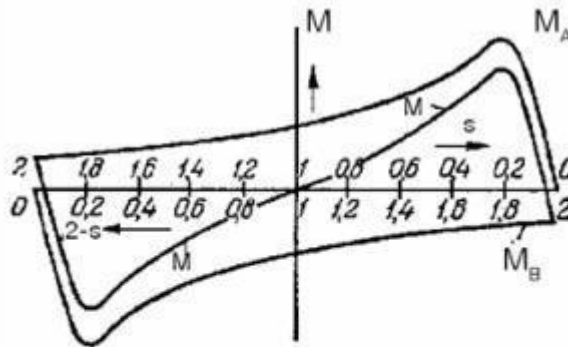
Hình 15-02-27 Nguyên lý làm việc của động cơ KĐB 1pha

Như vậy, có thể xem động cơ điện một pha tương đương như 2 động cơ điện ba pha giống nhau có rotor đặt trên cùng một trục và dây quấn stator nối nối tiếp nhau sao cho từ trường của chúng sinh ra trong không gian theo chiều ngược nhau (hình 15-02-27b). Đến lượt chúng lại tương đương một động cơ điện ba pha có hai dây quấn nối nối tiếp nhau tạo ra Φ_A và Φ_B (hình 15-02-27c). Trong động cơ điện một pha cũng như trong hai mô hình của chúng, từ trường quay thuận và nghịch tác dụng với dòng điện rotor do chúng sinh ra tạo thành hai moment M_A và M_B . Khi động cơ đứng yên ($s = 1$) thì $M_A = M_B$ và ngược chiều nhau, do đó moment tổng $M = M_A + M_B = 0$. Động cơ không quay được ngay cả khi không có MC trên trục.

Nếu quay rotor của động cơ điện theo một chiều nào đó (ví dụ quay theo chiều quay của từ trường dây quấn A như hình 15-02-27b) với tốc độ n thì tần số của s.d.đ, dòng điện cảm ứng ở rotor do từ trường quay thuận Φ_A sinh ra sẽ là:

$$f_{2A} = \frac{p(n_1 + n)}{60} = \frac{pn_1(n_1 - n)}{60n_1} = sf_1$$

Còn đối với từ trường quay ngược Φ_B thì tần số ấy là:



Hình 15-02-28 Đặc tính $M = f(s)$ của động cơ điện KĐB 1 pha

$$f_{2B} = \frac{p(n_1 + n)}{60} = \frac{pn_1}{60} \left[\frac{2n_1 - (n_1 - n)}{n_1} \right] = (2 - s)f_1$$

Ở đây $(2 - s)$ là hệ số trượt của rotor đối với từ trường Φ_B . Cho rằng $M > 0$ khi chúng tác dụng theo chiều quay của từ trường Φ_A , ta sẽ có các dạng đường cong M_A và M_B như hình 17-03-28

Khi $s = 1$ thì $M = 0$, động cơ không thể bắt đầu quay được khi trên stator chỉ có một dây quấn và điều kiện làm việc của động cơ khi rotor quay theo chiều này hoặc chiều kia với tốc độ n đều giống nhau (vì đường đặc tính moment có tính chất đối xứng qua góc tọa độ).

2.10.1.2. Phương pháp mở máy và các loại động cơ điện một pha

* Các phương pháp mở máy

- Dùng dây quấn phụ:

Như chúng ta đã biết, nếu chỉ có dây quấn chính nối vào lưới điện thì từ trường trong dây quấn một pha là từ trường đập mạch, nên động cơ điện không đồng bộ một pha không thể tự mở máy được vì khi $s = 1$ thì $M = 0$.

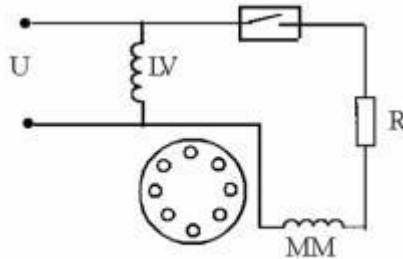
Muốn động cơ tự mở máy (khởi động) thì từ trường trong máy phải là từ trường quay hoặc ít nhất từ trường quay ngược phải yếu hơn so với từ trường quay thuận Φ_A , để tạo ra từ trường quay có thể dùng vòng ngắn mạch hoặc dây quấn phụ và phần tử mở máy. Dây quấn phụ đặt lệch pha so với dây quấn chính một góc 90° trong không gian trên mạch từ stator; phần tử mở máy dùng để tạo sự lệch pha về thời gian giữa dòng điện trong dây quấn chính và dây quấn phụ có thể là điện trở, cuộn dây hoặc tụ điện, tụ điện được dùng phổ biến vì dùng tụ động cơ có mô men mở máy lớn, hệ số công suất $\cos\phi$ cao và dòng điện mở máy tương đối nhỏ.

a. Dùng điện trở để mở máy:

Để làm cho I_{mm} lệch pha so với I_v người ta nối thêm một điện trở hay điện

cắm vào cuộn dây mở máy. Mmm của loại động cơ này tương đối nhỏ.

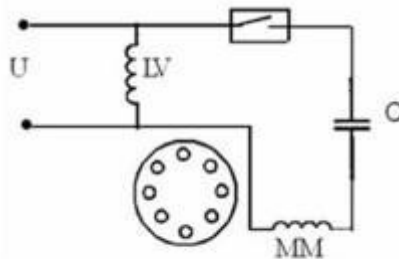
Trong thực tế chỉ cần tính toán sao cho bản thân dây quấn phụ có điện trở tương đối lớn là được (dùng bởi dây chập ngược) không cần nối thêm điện trở ngoài.



Hình 15-02-29 Mở máy bằng điện trở

b. Dùng tụ điện mở máy:

Nối tụ điện vào dây quấn mở máy ta được kết quả tốt hơn. Có thể chọn trị số tụ điện sao cho khi $s = 1$ thì I_{mm} lệch pha so với I_{lv} 90° và dòng điện của các dây quấn đó có trị số sao cho từ trường do chúng sinh ra bằng nhau. Như vậy khi khởi động động cơ sẽ cho một từ trường quay tròn.

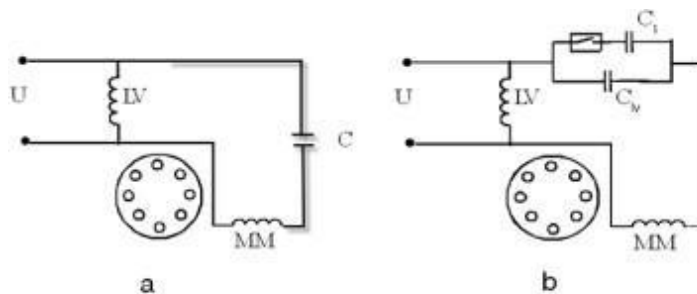


Hình 15-02-30 Mở máy bằng điện dung

c. Động cơ điện một pha kiểu điện dung:

Ta có thể để nguyên dây quấn mở máy có tụ điện nối vào lưới điện khi động cơ đã làm việc. Nhờ vậy động cơ điện được coi như động cơ điện hai pha.

Loại này có đặc tính làm việc tốt, năng lực quá tải lớn, hệ số công suất của máy được cải thiện. Nhưng trị số điện dung có lợi nhất cho mở máy lại thường quá lớn đối với chế độ làm việc, vì thế trong một số trường hợp khi mở máy kết thúc phải cắt bớt trị số của tụ điện ra bằng công tắc ly tâm.

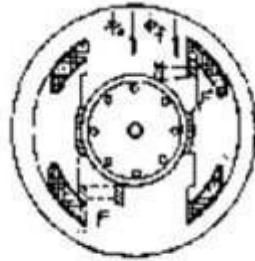


Hình 15-02-31 Động cơ điện một pha kiểu điện dung

- Dùng vòng ngắn mạch:

Vòng ngắn mạch F đóng vai trò cuộn dây phụ F quãng 1/3 cực từ. Khi đặt một điện áp vào cuộn dây chính để mở máy, dây quấn sẽ sinh ra một từ trường đập mạch Φ_c . Một phần của Φ_c là Φ'_c sẽ đi qua F và sinh ra I_n trong F ($I_n = \Phi_n$), nếu bỏ qua tổn hao trong vòng ngắn mạch thì Φ_n sẽ trùng phương với I_n .

Φ_n tác dụng với Φ'_c sinh ra $\Phi''_f = \Phi''_n + \Phi''_c$ lệch pha so với phân từ thông còn lại $\Phi_c = \Phi'_c$. Do đó, sẽ sinh ra một từ trường gần giống từ trường quay và cho



Hình 15-02-32 Động cơ điện một pha có vòng ngắn mạch

một moment mở máy đáng kể.

* Phân loại

Động cơ điện một pha có thể phân làm các loại sau:

- Động cơ điện một pha có vòng ngắn mạch
- Động cơ điện một pha mở máy bằng điện trở
- Động cơ điện một pha mở máy bằng điện dung
- Động cơ điện một pha kiểu điện dung:
 - + Có điện dung làm việc
 - + Có điện dung làm việc và mở máy

2.11. Sơ đồ dây quấn động cơ không đồng bộ.

2.11.1. Sơ đồ dây quấn động cơ không đồng bộ ba pha.

a. Khái niệm chung về dây quấn.

* Nhiệm vụ.

+ Số pha (số cuộn dây) : m

m_1 số pha cuộn dây STATO $m_1=3$

m_2 số pha cuộn dây ROTO

$m_2 = Z_2$ (roto lồng sóc)

$m_2 = 3$ (roto dây quấn)

+ số rãnh : Z

Z_1 : số rãnh lõi thép STATO

Z_2 : số rãnh lõi thép ROTO

+ số cực từ : $2p$. Số đôi cực p

Mỗi động cơ cuộn dây STATO hoặc ROTO có đôi cực nhất định và số cực nhất định

+ Bước cực τ

* Các yêu cầu kỹ thuật.

Các yêu cầu cơ bản về bộ dây máy điện xoay chiều 3 pha ta đặt 3 bộ dây giống nhau lệch nhau 120° trong không gian, đặc trưng cho 3 pha mỗi pha có 2 đầu ra.

Ba bộ dây được cách điện với nhau và cách điện với lõi

thép Tổng trở bằng nhau $R_A=R_B=R_C$

$$X_A=X_B=X_C.$$

* Phân loại dây quấn.

Dây quấn máy điện có 2 kiểu cuộn dây : kiểu quấn xếp và kiểu quấn sóng.

+ Dây quấn kiểu xếp

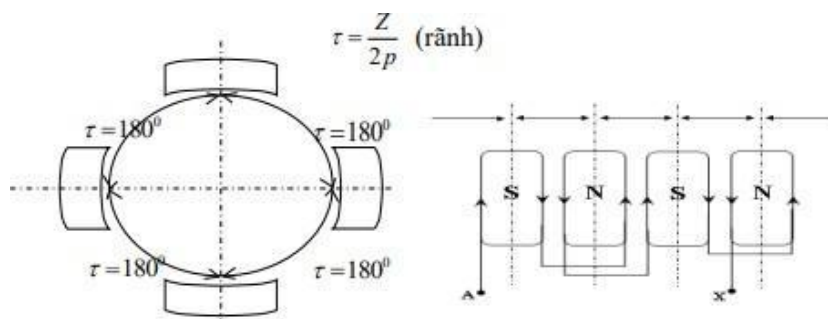
- Dây quấn xếp đơn
- Dây quấn xếp đơn đồng khuôn
- Dây quấn xếp đơn đồng tâm
- Dây quấn xếp kép

+ Dây quấn kiểu sóng.

b. Những cơ sở để vẽ sơ đồ dây quấn.

* Từ cực

Được hình thành bởi một bó dây hay nhóm bó dây sau cho khi dòng điện đi qua sẽ tạo được các từ cực N, S xen kẽ tiếp nhau trong cùng các nhóm bó dây của 1 pha, số lượng từ cực N, S luôn là số chẵn.



Hình 15-02-35 Từ cực và cách đấu dây tạo từ

Ví dụ: Động cơ tốc độ 1500 vòng / phút có tổng số rãnh trên stato $Z= 36$ rãnh.
Bước từ cực bằng:

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

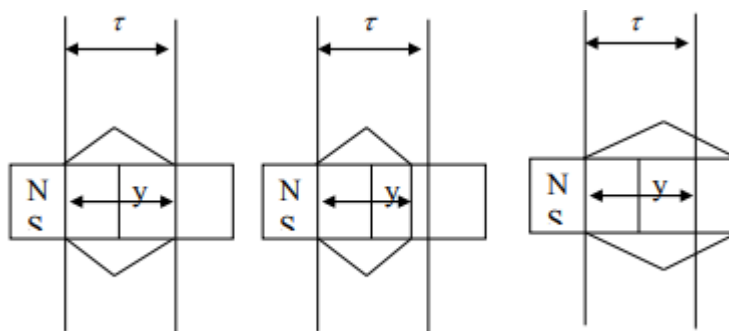
* Bồi dây

Là tập hợp nhiều vòng dây, được quấn nối tiếp với nhau và được bố trí trên stato với hình dạng đã định trước, thì đoạn nằm trong rãnh được gọi là cạnh tác dụng, còn phần ở ngoài rãnh là đầu nối của hai cạnh tác dụng.

Bước bồi dây là khoảng cách giữa 2 cạnh tác dụng và phần đầu nối đó được bố trí trên stato và được tính theo đơn vị rãnh.

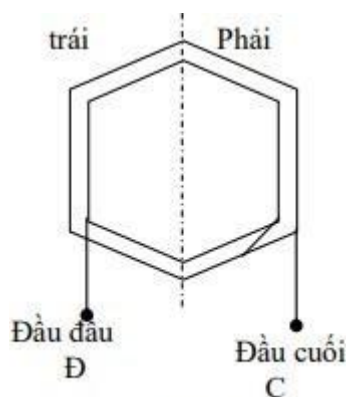
So sánh bước bồi dây với bước từ cực ta có:

- Bước đủ: $y = \tau$
- Bước ngắn: $y < \tau$
- Bước dài: $y > \tau$



Hình 15-02-36 Bước bồi dây đủ. Bước bồi dây ngắn.

Trong khi thực hành, khi xây dựng sơ đồ dây quấn ta phải qui ước khi nhìn vào hình vẽ của bồi dây(hay nhóm bồi dây) đầu nằm ở phía trái là đầu “đầu” đầu cũn lại nằm ở phía phải là đầu “cuối”.

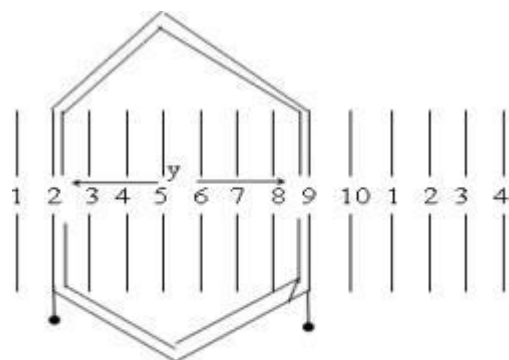


Hình 17-03-37

* Cạnh dây

Là các cạnh tác dụng của bồi dây được lồng vào rãnh. Mỗi bồi dây có hai cạnh tác dụng khi cho dòng điện đi vào ở một đầu bồi dây và đi ra ở đầu còn lại, bước chuyển dịch dòng điện qua hai cạnh tác dụng của bồi dây lúc đó ngược

chiều nhau.



Hình 2.4: Bước búi dây
Bước búi dây $y = 2 - 10$
(Hay $y = 10 - 2 = 8$ rãnh)

Như vậy, khi bố trí trên sơ đồ hai cạnh tác dụng của cùng một búi dây phải bố trí trên hai khoảng cực từ lân cận khác nhau.

Bước búi dây (bước dây quấn), là khoảng cách giữa hai cạnh tác dụng của cùng một búi dây.

Nếu trên sơ đồ ta có đánh số thứ tự cho từng rãnh stato thì khoảng cách y có thể tính bằng hiệu số giữa hai số thứ tự của 2 rãnh đang chứa 2 cạnh tác dụng của búi dây đó.

Vậy cạnh tác dụng thứ nhất được lồng vào rãnh 2 thì cách 8 rãnh sẽ lồng rãnh còn lại.

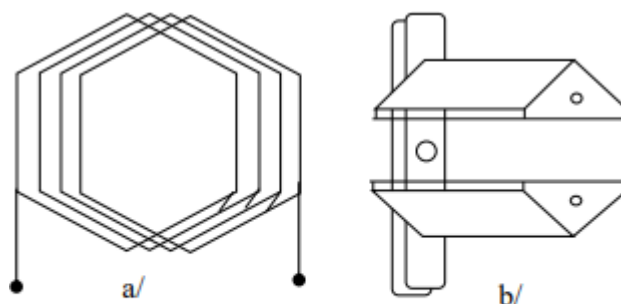
Đầu nối búi dây là phân liên kết hai cạnh tác dụng của búi dây, tùy theo cách liên kết đầu nối ta có thể đổi được dạng dây quấn, nhưng không thay đổi vị trí rãnh đó.

* Nhóm búi dây

+ Nhóm búi dây quấn đồng khuôn.

Nhóm búi dây này có bước từ cực các búi dây điều bằng nhau nên chúng có cùng một khuôn định hình, các búi dây trong nhóm này cũng được nối tiếp với nhau cùng chiều và được bố trí trên stato ở các rãnh kế cận để tạo thành các từ cực xen kẽ nhau.

Thông thường các búi dây trong nhóm búi dây đồng khuôn điều là bước ngắn nên ít tốn dây và được bố trí gọn các đầu của các búi dây. Tuy nhiên, để đạt yêu cầu thì việc lắp các bộ dây quấn ở dạng này phải khó khăn hơn, tốn thời gian nhiều hơn so với dạng dây quấn đồng tâm.



Hình 15-02-38 Nhóm bồi dây đồng khuôn
a/ Nhóm bồi dây đồng khuôn
b/ Khuôn định hình nhóm

+ Nhóm bồi dây đồng tâm.

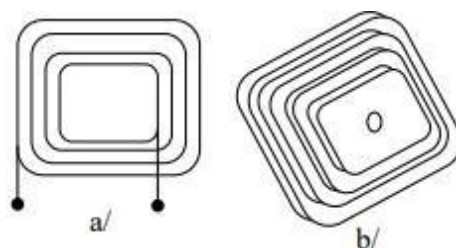
Nhóm bồi dây đồng tâm được hình thành bởi nhiều bồi dây có bước bồi dây khác nhau và được mắc nối tiếp nhau theo cùng một chiều quấn. Các cạnh dây của mỗi bồi chiếm các rãnh kế cận nhau để tạo thành cực. Để tạo thành nhóm bồi dây đồng tâm, người ta quấn liên tiếp dây dẫn theo cùng một chiều quấn lên trên một bộ khuôn có kích thước khác nhau và đặt đồng tâm trên cùng một trục quấn.

* Cuộn dây.

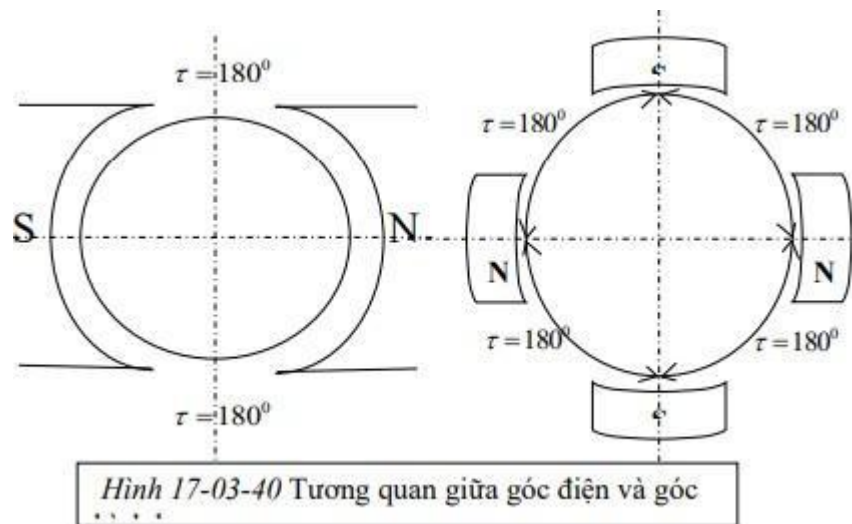
Cuộn dây (còn gọi là 1 pha) là tập hợp nhiều nhóm bồi dây được đấu lại với nhau và thông qua các cách đấu dây để hình thành các từ cực N, S xen kẽ nhau trong cùng một pha (các từ cực luôn là số chẵn).

* Góc điện.

Góc điện là đại lượng được tính theo thời gian, có đơn vị tính là độ điện, khác với độ hình học.



Hình 15-02-39 Nhóm bồi dây
đồng tâm
a/. nhóm bồi dây



Trong thực hành, để bố trí các nhóm bồi dây trên stato ở vị trí chính xác trên mỗi khoảng của các bước từ cực trong cùng một pha hoặc hai pha kế tiếp nhau trên một bộ dây quấn nhất định trước hết ta tính góc lệch pha giữa hai rãnh liên tiếp (tính theo góc điện) hoặc góc lệch pha giữa hai pha kế tiếp nhau (tính theo đơn vị rãnh).

$$\alpha_d = \frac{p \cdot 360^\circ}{Z} \quad (\text{góc điện})$$

Góc lệch pha giữa hai rãnh kế tiếp nhau tính theo độ hình học.

$$\alpha_{hk} = \frac{360^\circ}{Z} \quad (\text{góc hình học})$$

Góc lệch pha giữa hai pha liên tiếp nhau tính theo đơn vị rãnh.

$$\alpha = \frac{0^\circ}{\alpha_d} \quad (\text{rãnh})$$

0° : góc lệch pha tính theo góc điện.

α : Khoảng cách lệch pha giữa hai pha tính theo số rãnh.

VD: Động cơ có hai từ cực $\tau = 180^\circ$ điện hay tương ứng với 180° hình học.

Nếu động cơ có 4 từ cực thì bước từ cực $\tau = 180^\circ$ điện chỉ tương ứng với 90° hình học.

Tương ứng nếu động cơ có càng nhiều từ cực thì bước từ cực được tính theo độ hình học càng ít đi.

* Góc lệch pha.

+ Góc độ điện và góc độ hình học.

Giả sử STATO có số rãnh là Z , có số đôi cực $p = 1$, khi cho dòng xoay chiều 3 pha vào 3 cuộn dây STATO sinh ra từ trường quay n_1 .

n_1 quay 1 vòng xung quanh lõi thép STATO thực hiện được 1 chu kỳ

tương ứng 1 góc 360^0 điện = 360^0 không gian (độ hình học) mà dưới 1 đôi cực cuộn dây pha A, B, C đặt lệch nhau 1 góc 120^0 trong không gian = 120^0 điện về

thời gian.

Như vậy dưới đôi cực của tổ bối dây đầu pha A, pha B, pha C, lệch nhau 1 góc 120° điện thì trong không gian chúng ta lệch nhau góc 60° hình học.

□ Tổng quát các tổ bối dây đầu các pha A, B, C đặt lệch nhau 1 góc 120° điện

□ Thì chúng lệch nhau 1 góc 120° hình học.

+ Xác định tổ bối dây đầu các pha theo độ hình học.

Cách 1 :

A, B, C lệch nhau 1 góc 120° điện.

$$120^\circ = \frac{2T}{3} = \frac{2}{3} \cdot \frac{Z}{3p} = \frac{Z}{3p} = \frac{Z}{mp} = 2q$$

Kết luận Các tổ bối dây đầu của các pha lệch nhau 1 góc 120° điện dưới một đôi

cực thì thực tế chúng lệch nhau 1 khoảng cách $2q$.

Cách 2 : Gọi α° là góc độ điện 2 rãnh kề nhau.

$$\alpha^\circ = \frac{360^\circ \cdot p}{Z}$$

Mà các tổ bối dây đầu các pha lệch nhau 120° điện thì thực tế trong không gian chúng lệch nhau 1 khoảng cách n_z

$$n_z = \frac{120}{\alpha^\circ}$$

Ví dụ : Hãy xác định tổ bối dây đầu của các pha A, B, C của động cơ có $Z = 24$, $2p = 4$, $m = 3$ đặt ở những rãnh nào để chúng lệch nhau 120° điện.

Giải

$$q = \frac{Z}{2 \cdot p \cdot m} = \frac{24}{4 \cdot 3} = 2$$

Cách 1: Giả sử tổ bối dây đầu của pha A đặt vào rãnh 1 thì tổ bối dây đầu pha A đặt vào rãnh 1 thì tổ bối dây đầu pha B đặt vào rãnh $1+2q=5$ và tổ bối dây đầu pha C đặt rãnh $5+2q=9$

c. Phân loại dây quấn.

Dây quấn máy điện có 2 kiểu cuốn dây : kiểu quấn xếp và kiểu quấn sóng.

* Dây quấn kiểu xếp.

- Các cuộn dây quấn xếp xen kẽ nhau lần lượt với nhau.

Tiết diện dây hình tròn, số vòng dây trong một rãnh có nhiều vòng dây.

- Dây quấn kiểu xếp được thực hiện ở tất cả các máy có công suất nhỏ hoặc lớn.

Dây quấn kiểu xếp được chia làm 2 loại dây quấn xếp đơn và kép.

+ Dây quấn xếp đơn.

Là dây quấn mà trong một rãnh lõi thép chỉ đặt một cạnh của bối dây. mỗi rãnh có một bối dây, tùy theo kích thước các bối dây trong một tổ mà người ta chia ra thành 2 loại :

- Dây quấn xếp đơn đồng
khuôn. Kích thước khuôn cuốn
bằng nhau.

Kích thước bối dây trong một tổ bối dây bằng nhau.

Bước dây quấn như nhau.

- Dây quấn xếp đơn
đồng tâm. Khuôn cuốn khác
nhau.

Kích thước các bối dây trong một tổ là khác nhau.

Bước quấn dây khác nhau theo một thứ tự bối nhỏ kém bối lớn 2 rãnh.

Chú ý : 1 động cơ có thể quấn đồng tâm hoặc đồng khuôn nhưng phải đảm bảo số vòng dây trong cuộn ,rãnh và đường kính dây không đổi.

+ Dây quấn xếp kép:

Là một rãnh có đặt 2 cạnh tác 2 bối dây nếu một bối dây có cạnh thứ nhất nằm trên rãnh này thì cạnh kia ở dưới rãnh khác được quy ước cách nằm lớp trên là nét liền, cạnh nằm phía dưới là nét đứt.

Chú ý : một động cơ có thể quấn đơn hoặc quấn kép đều được nhưng cần phải đảm bảo số vòng dây và đường kính trong một rãnh không đổi.

+ Dây quấn kiểu súng.

Quấn dải trên bề mặt ROTO từng vòng một cho đến hết số rãnh.

Tiết diện dây hình chữ nhật, một bối dây chỉ có một vòng, chỉ thực hiện quấn ở lõi thép ROTO của các máy điện có công suất lớn.

d. Phương pháp vẽ sơ đồ dây quấn động cơ không đồng bộ xoay chiều 3 pha một lớp q là số nguyên.

Bước 1: Các thông số cần thiết.

2P là số đôi cực.

P : là số đôi cực.

Z : tổng số rãnh Stator.

Kiểu quấn.

Bước 2: Các thông số cơ bản.

Bước cục từ.

$$\tau = \frac{Z}{2p} \quad (\text{rãnh})$$

Góc lệch điện

$$\alpha_d = \frac{180^\circ}{\tau}$$

Số rãnh phân bố mỗi pha trên một cực từ.

$$q = \frac{\tau}{m} \quad (m: \text{là số pha})$$

Khoảng cách đầu vào 2 pha liên tiếp.

$$ABC = \frac{120^\circ}{\alpha_d} \quad (\text{rãnh})$$

2.11.2. Sơ đồ dây quấn động cơ không đồng bộ một pha.

Khái quát:

Động cơ một pha dùng tụ khởi động thường có 2 cuộn dây đặt lệch nhau 90° một cuộn gọi là cuộn chạy có tiết diện dây lớn quấn ít vòng, một cuộn gọi là cuộn đề có đường kính dây nhỏ hơn nhưng số vòng quấn thường nhiều hơn cuộn chạy.

=> Rđ > Rc . dây quấn thường được quấn theo kiểu đồng tâm phân tán.

Ví dụ 1: cho một động cơ một pha có Z = 24, 2p = 2. hãy tính toán vẽ sơ đồ trải dạng dây quấn đồng tâm phân tán.

Giải

Bước cực từ

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{24}{2} = 12 \quad (\text{rãnh})$$

Số rãnh phân bố pha chính và pha phụ

Gọi Q_A là tổng số rãnh pha chính.

Gọi Q_B là tổng số rãnh pha phụ.

Qa số rãnh phân bố pha chính trên một cực từ.

Nếu phân bố: Q_A = Q_B khi τ là bội số của 2

Nếu phân bố: Q_A = 2Q_B khi τ là bội số của 3

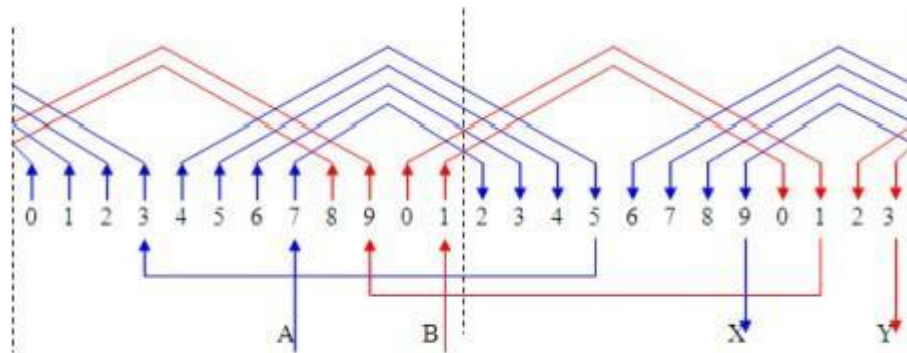
Nếu phân bố: Q_A = 3Q_B khi τ là bội số của 4

Chọn Q_A = 2Q_B => q_A = 2 q_B

$$q_a = \frac{2}{3} \tau = \frac{2}{3} 12 = 8 \quad (\text{rãnh})$$

$$q_b = \frac{1}{3} \tau = \frac{1}{3} 12 = 4 \quad (\text{rãnh})$$

Vẽ sơ đồ trải.



Hình 15-02-43

2.12. Dấu dây, vận hành động cơ

2.12.1. Kiểm tra quy ước các dây đầu, dây cuối

a. Ý nghĩa các số liệu ghi trên nhãn máy

Thông thường trên tất cả các động cơ điện điều có ghi các thông số cơ bản sau;

Cô

ng

suấ

t

địn

h

mứ

c

P_{dm}

(K

W)

hoặ

c

(H

P)

Điện

n

áp
 dây
 địn
 h
 mứ
 c
 U_{dm}
 (V)
 D
 ò
 n
 g
 đ
 i
 ệ
 n
 d
 â
 y
 đ
 i
 n
 h
 m
 ứ
 c
 I
 đ
 m
 (
 A
)
 T
 à

n
 s
 ố
 d
 ò
 n
 g
 đ
 i
 ệ
 n
 f
 (
 H
 z
)
 T
 ố
 c
 đ
 ộ
 q
 u
 a
 y
 r
 ô
 t
 o
 n
 đ
 m
 (
 v

ò
n
g
/
p
h
ú
t
)
H
ệ
s
ố
c

ô
n
g
s
u
ấ
t
c
o
s
φ

Loại động cơ 3 pha hoặc 1 PHA

b. Kiểm tra chạm vỏ.

Đối với động cơ ba pha ta lần lượt kiểm tra từng pha một bằng bóng đèn hoặc đồng hồ vạn năng.

Tháo rời các đầu nối tách ra từng pha.

Kiểm tra bằng đồng hồ vạn năng: Để thang đo điện trở (X1k hoặc X10k)

Đề một đầu que đo vào một đầu dây của một pha và một đầu que đo chạm chạm vỏ động cơ (làm vệ sinh để tiếp điện tốt). Lần lượt kiểm tra từng pha nếu pha nào đó khi đo đồng hồ chỉ một giá trị điện trở nào đó thì pha đó chạm vỏ.

3. Kiểm tra chạm pha.

Tháo rời các đầu nối tách ra thành từng pha riêng biệt

Kiểm tra bằng đồng hồ vạn năng: Để đồng hồ ở thang đo điện trở (X1k hoặc X10k).

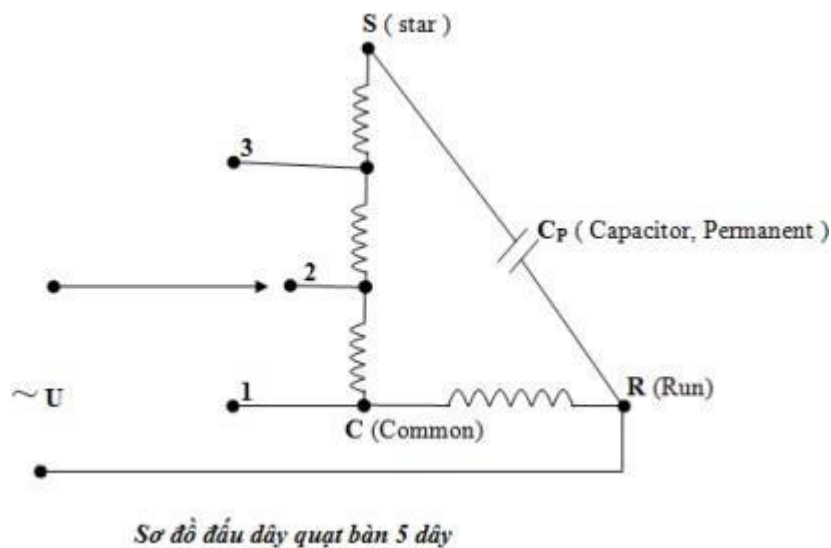
Kiểm tra lần lượt từng pha. Một đầu que ở pha A que đo còn lại ở pha B hoặc C, nếu kim đồng hồ chỉ một giá trị nào đó có nghĩa là pha A đó chạm với pha B hoặc pha C.

Kiểm tra 2 pha còn lại tương tự.

2.12.2. Đấu động cơ vào lưới điện.

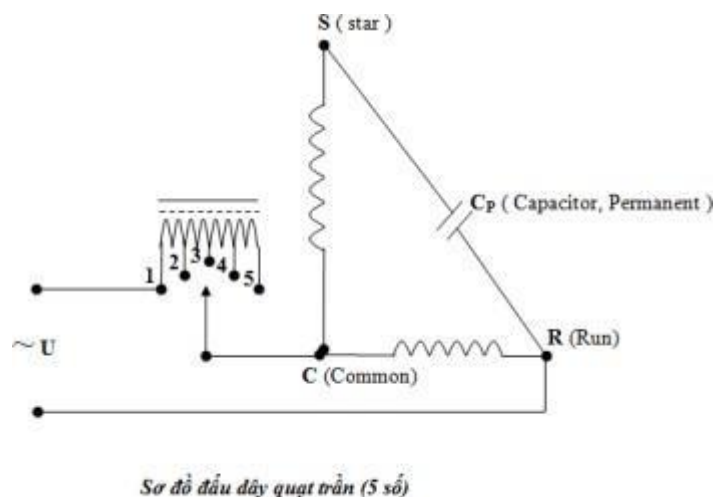
A. Đấu động cơ một pha vào lưới điện.

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



Hình 15-23-45

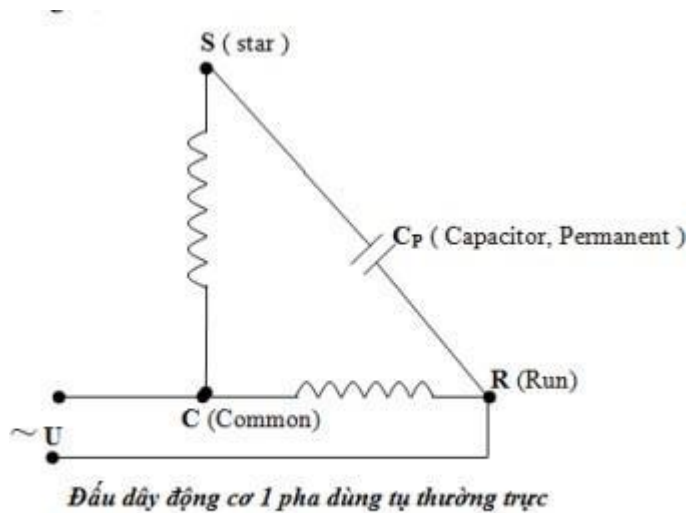
b. Sơ đồ quạt trần dùng tụ khởi động (5 số).



Hình 15-02-46

Sơ đồ đấu dây động cơ 1 pha:

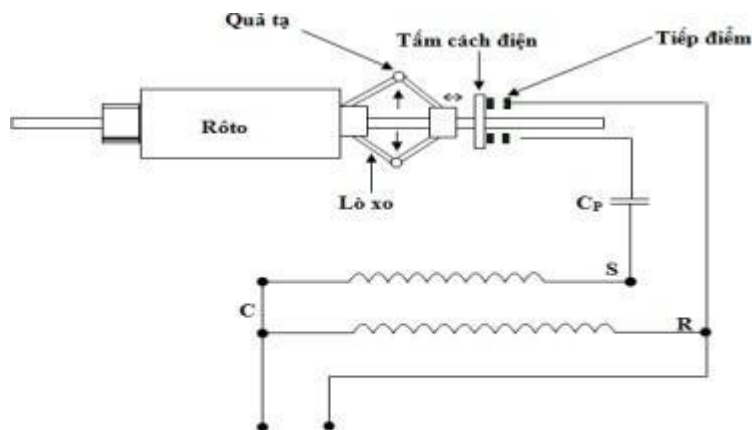
+ Dùng tụ thường trực:



Hình 15-02-47

+ Dùng tụ thường trực và tụ khởi động:

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



Ngắt điện ly tâm trong động cơ điện (công tắc ly tâm)

Hình 15-02-48

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

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

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

Nhiệm vụ 1: Phải đóng mạch điện cho điện đi vào động cơ, cuộn dây khởi

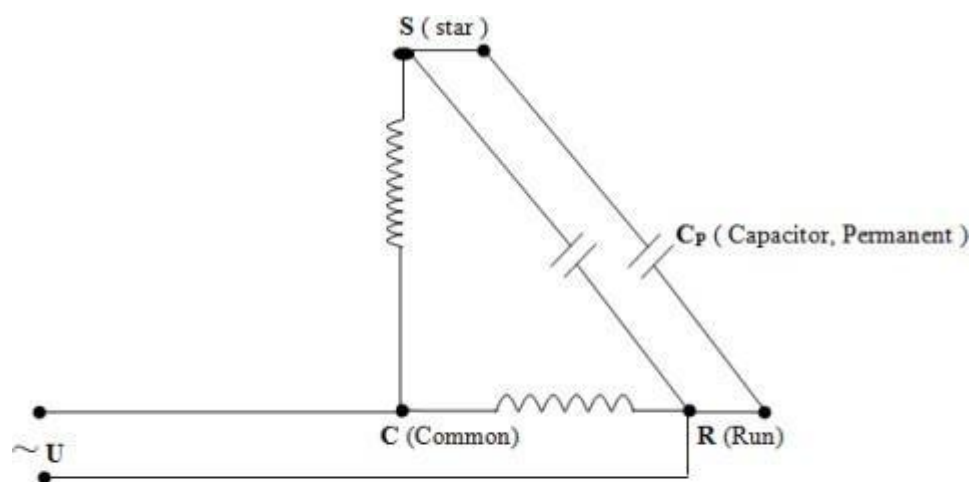
động làm cho động cơ khởi sự quay, khi mạch điện đóng kín, 2 vít bạch kim phải nằm sát lại với nhau khi động cơ chưa quay.

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

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

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

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



Sơ đồ đấu dây động cơ 1 pha dùng 2 tụ song song

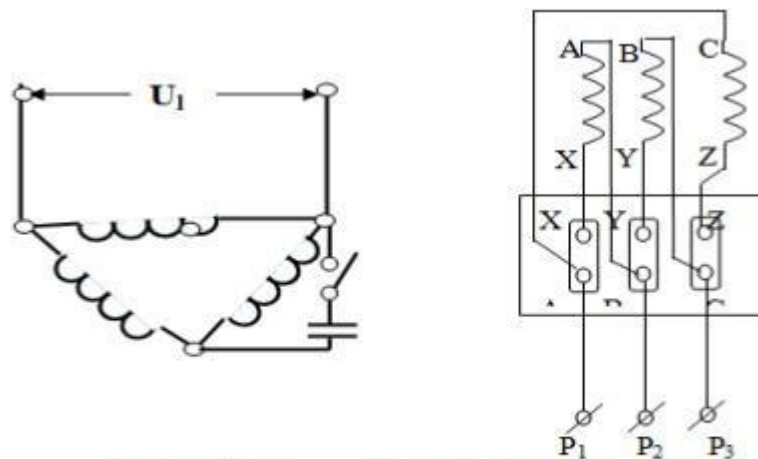
Hình 15-02-49

B. Đấu động cơ một pha vào lưới điện.

a. Cách đấu dây động cơ 3 pha có 6 đầu dây:

+ Trường hợp đấu tam giác (Δ).

Khi trên máy của động cơ 3 pha có ghi điện áp định mức 2 cấp 220V/380V và động cơ được lắp đặt sử dụng với mạng điện 110V/220V 3 pha, thì động cơ được đấu dây tam giác cho phù hợp với điện áp thấp.

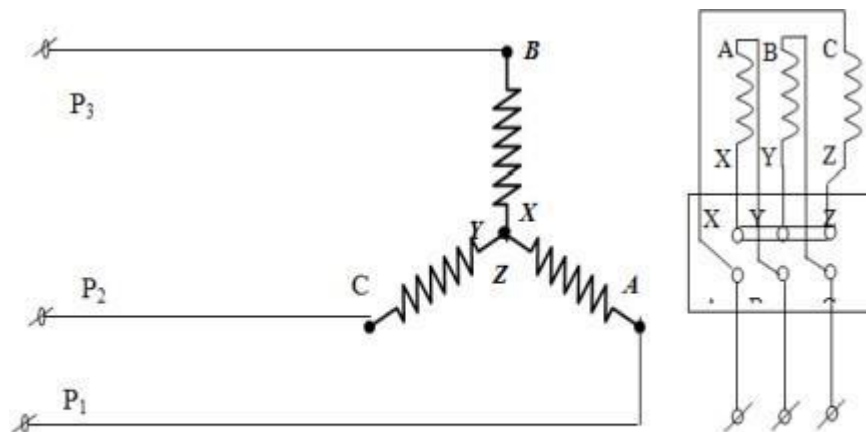


Cách mắc động cơ 3 pha bằng phương pháp đấu tam giác

Hình 15-02-50

+ Trường hợp đấu sao (Y)

Nếu động cơ 3 pha trên được lắp đặt sử dụng với mạng điện 220V/380V 3 pha thì động cơ được đấu dây theo cách đấu sao mới phù hợp với điện áp cao của mạng điện.



Cách mắc động cơ 3 pha bằng phương pháp đấu sao

Hình 15-02-51

Lưu ý:

Động cơ ghi 127V/220V chỉ đấu sao và sử dụng với điện áp thấp 220V-3 pha.

2.12. 3. Kiểm tra thông số, dòng điện, tốc độ

a. Kiểm tra phần cơ

Kiểm tra bản thân động cơ

Kiểm tra nền móng bộ máy

Kiểm tra truyền động giữa động cơ và máy sản xuất

b. Kiểm tra phần điện

+ Động cơ vận hành lần đầu

- + Kiểm tra thông mạch các pha
- + Kiểm tra chạm chập
- Cuộn dây với vỏ
- Cuộn dây với cuộn dây
- + Kiểm tra cách đấu dây động cơ
- + Kiểm tra tiếp xúc cổ góp và chổi than hoặc vành góp và chổi than nếu

củ

- + Kiểm tra điện trở cách điện
- Điện trở cách điện giữa cuộn dây với vỏ
- Điện trở cách điện giữa cuộn dây với cuộn dây
- Điện trở $R_{cd} \geq 0,5 \text{ M}\Omega$ (động cơ hạ áp $U < 500 \text{ V}$)
- Kiểm tra dây nối đất và dây nối trung tính
- + Kiểm tra các thiết bị đóng cắt bảo vệ các thiết bị đo lường
- + Kiểm tra điện áp nguồn $U_{AB} = U_{BC} = U_{CA}$ hoặc $U_{A0} = U_{B0} = U_{C0} = U_{dm}$

(sai số $\pm 2,5\%$)

- Tránh trường hợp điện áp nguồn chênh lệch nhau quá lớn hoặc mất điện 1 pha $\Rightarrow$ động cơ chạy 2 pha, dòng 2 pha còn lại tăng

c. Kiểm tra hoạt động có tải.

đổi.

- Cho động cơ làm việc với phụ tải cơ học, khi vận hành có tải cần theo

+ tiếng kêu

+

d

ò

n

g

đ

i

ệ

n

k	≈
h	
ô	I
n	0
g	c
t	≤
ả	
i	[
c	I
á	0
c	]
p	s
h	a
a	i
A	s
,	ố
B	±
,	5
C	%
I	[I ₀] dòng điện không tải cho phép chạy
0	không tải
A	
≈	$I_0 = (30 \div 40 \%)$
I	I_{1dm}
0	+ Theo dõi sự làm việc của các thiết bị
B	đóng cắt, bảo vệ, đo lường

- Thời gian chạy không tải từ 5 ÷ 10 phút nếu máy làm việc bình thường cho phép vào vận hành có tải.

+ Kiểm tra tốc độ động cơ.

2.13. Tháo lắp, bảo dưỡng động cơ

2.13.1. Trình tự tháo động cơ.

+ Chuẩn bị dụng cụ:

+ Quy trình tháo động cơ.

- + Làm sạch động cơ.
- + Kiểm tra tổng quát tình trạng động cơ.
- + Ráp động cơ.
- + Kiểm tra hoàn tất.

2.13.2. Chuẩn bị dụng cụ:

- + Động cơ điện
- + Vam , búa nguội, nê-mi đồng
- + Mỡ chịu nhiệt, sơn cách điện,
- + Đồng hồ vạn năng, Mê-ga-ôm-mét.
- + Dụng cụ cầm tay nghề điện.

2.13.3. Quy trình tháo động cơ.

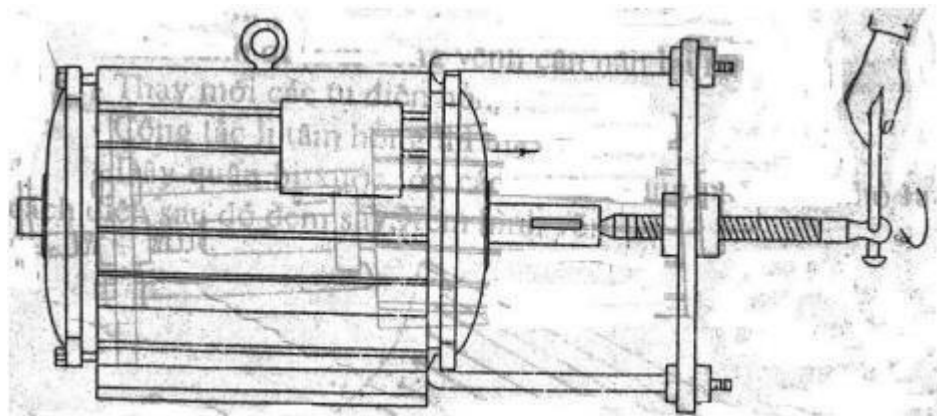
a. Tháo nắp bảo vệ cách quạt.

Khi tháo ta dùng nê-mi bằng gỗ để gõ vào tay cánh quạt hoặc dùng vam cào nhằm tránh làm vỡ hoặc gãy.

Tháo buli, trục động cơ, dùng vam cào để tháo. Khi gá vam cào phải đặt cân đối các chân gá, khi xiết vam phải xiết từ từ.

b. Tháo nắp trước động cơ:

- + Tháo buli liên kết giữa nắp và thân.
- + Tháo nắp chắn mỡ đầu trục.
- + Dùng vam cào để tháo.



Hình 15-02-52

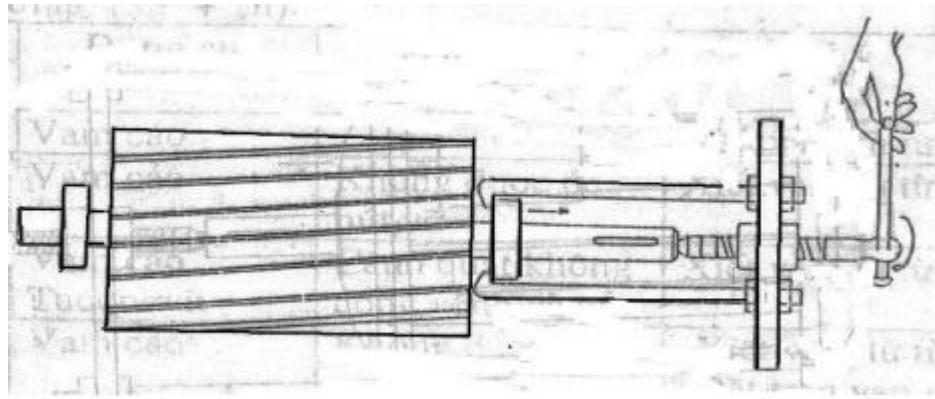
c. Tháo rô-tô, dùng vam cào ép đẩy rô-tô ra ngoài bằng cách xiết vam từ từ. Nếu rô-tô dây quấn thì phải tháo chổi than ra trước.

d. Tháo nắp sau.

Dùng búa và nê-mi đồng để tháo.

Chú ý nê-mi đều theo các góc để tránh rạn nứt vỡ.

e. Tháo các vòng bi ra khỏi trục, dùng văm để tháo các vòng bi khỏi trục. nếu tháo nhiều máy cùng một lúc thì phải để riêng biệt các vòng bi tránh nhầm lẫn.



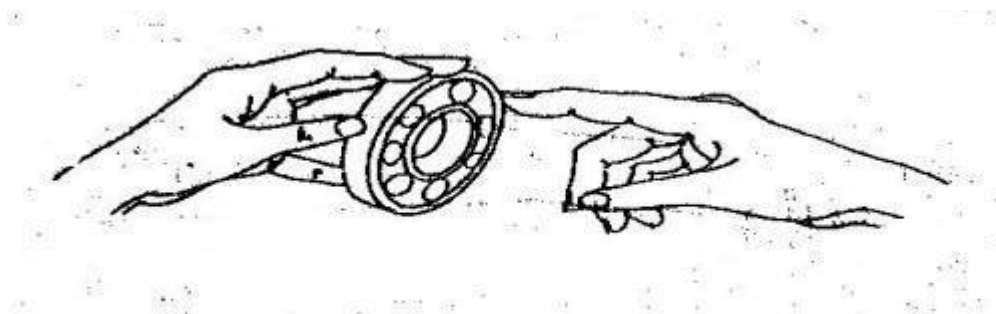
Hình 15-02-53

2.13.3.1. Làm sạch động cơ.

- + Dùng giẻ khô lau sạch bụi bẩn, dầu mỡ ở stato, rôto.
- + Dùng giẻ khô lau sạch bụi bẩn, mặt bích trước, sau, dầu mỡ ở ổ đỡ bi.
- + Lấy dầu giữa sạch bụi và mỡ bẩn ở vòng bi trước và sau.
- + Dùng giấy giáp đánh sạch các vết rỉ do chạm chập, cháy nổ.

2.13.3.2. Kiểm tra tổng quát tình trạng động cơ.

- + Quan sát vỏ máy có bị dạn nứt, vỡ, xước sơn tĩnh điện không.
- + Kiểm tra rôto:
 - Kiểm tra vòng ngắn mạch có bị dạn nứt không.
 - Dùng rônha kiểm tra thanh dẫn rôto.
 - Dùng thước cặp kiểm tra đường kính ngoài rôto, đo chiều dài rôto.
- + Kiểm tra văng bi (bạc đạn), các vòng bi kém chất lượng thì thay, nếu khô mỡ thì tra mỡ chịu nhiệt như hình vẽ.



Hình 15-02-54

Đối với động cơ loại dây quấn cần phải kiểm tra chổi than, nếu rỉ phải dùng giấy, còn chổi than mòn quá mức phải thay thế, lò so yếu đàn hồi cũng phải thay. Cổ góp mòn nhiều phải tiện láng sau đó đánh nhẵn bằng giấy nhám.

- + Kiểm tra dây quấn stato:

- Kiểm tra thông mạch cho từng cuộn dây, tách điểm nối chung, dùng đồng hồ vạn năng hoặc megômmet đo thông mạch các cuộn dây.
- Kiểm tra chạm chập giữa các cuộn dây bằng đồng hồ vạn năng.
- Kiểm tra chạm mát giữa các cuộn dây với vỏ máy
- Kiểm tra chạm chập trong cùng một pha

2.13.3.3. Kiểm tra tổng quát tình trạng động cơ.

+ Lắp vòng bi, đặt mặt phẳng vòng bi vuông góc với tâm trục rôto, dùng mêm đồng kết hợp với búa đóng cho đều.

+ Lắp ráp động cơ thì làm ngược lại với quy trình tháo (các chi tiết nào tháo sau thì lắp trước).

+ Lắp xong động cơ rôto phải quay trơn nhẹ nhàng.

+ Đầu dây vào hộp đấu đúng quy định.

2.13.3.4. Kiểm tra hoàn tất.

+ Đo điện trở các cuộn dây ghi kết quả so sánh với thông số nhà máy.

+ Đo điện trở cách điện giữa các cuộn dây với nhau, giữa các cuộn dây với vỏ máy.

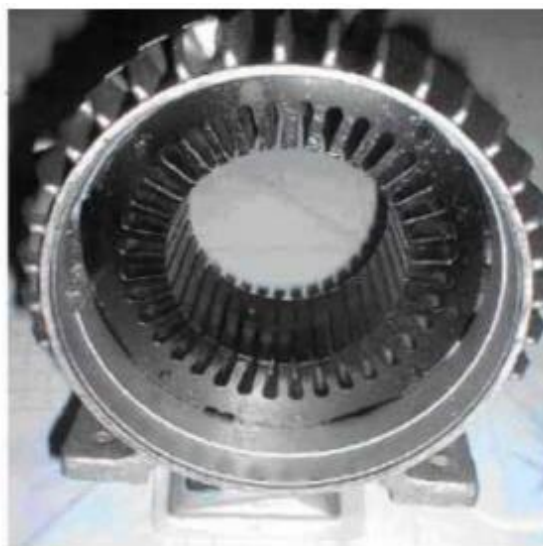
2.14. Quấn lại bộ dây stato động cơ không đồng bộ

2.14.1. Tháo và vệ sinh động cơ.

+ Tách rời các bộ phận động cơ giữ lại phần cần quấn dây

+ Quan sát động cơ 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 còn sót lại bằng dao cạo hoặc rửa tròn, dùng khí nén thổi sạch.



Hình 15-02-55

2.14.2. Khảo sát và vẽ lại sơ đồ dây

quấn. 2.14.2.1. Xác định các số liệu ban đầu

- $m = 3$
- $Z_1 = 36$
- $2_p = 4$
- Dây quấn đồng tâm 1 lớp.
- Đường kính dây quấn (0,6mm).
- Vật liệu làm dây quấn (đồng).
- số vòng dây quấn 1 bối dây.

2.14.2.2. 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 : $y = \tau = 10 \text{ rãnh}$

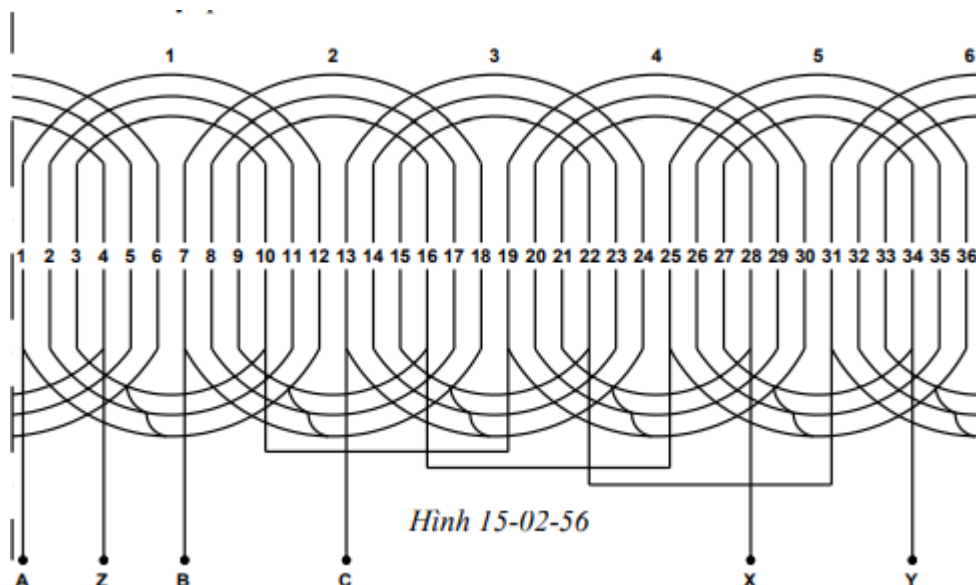
- Tính số bối dây trong pha

$n_{\text{pha}} = p = 2 \text{ (tổ bối)}$

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

* Sơ đồ dây quấn.

2.14.2.3. Sơ đồ dây quấn



Hình 15-02-56

Lập bảng dự trữ nguyên vật liệu.

STT	Tên vật liệu	Đơn vị	Số lượng	Quy cách	Ghi chú
-----	--------------	--------	----------	----------	---------

1	Dây điện từ (e	Kg	1,2	0,6mm	Nhật Bản
---	----------------	----	-----	-------	----------

	may)				
2	Giấy cách điện	m ²	0,2	Sơn dầu	Nhật Bản
3	Băng vải	Cuộn	1	Sợi bông	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

2.14.3. Thi công quấn dây

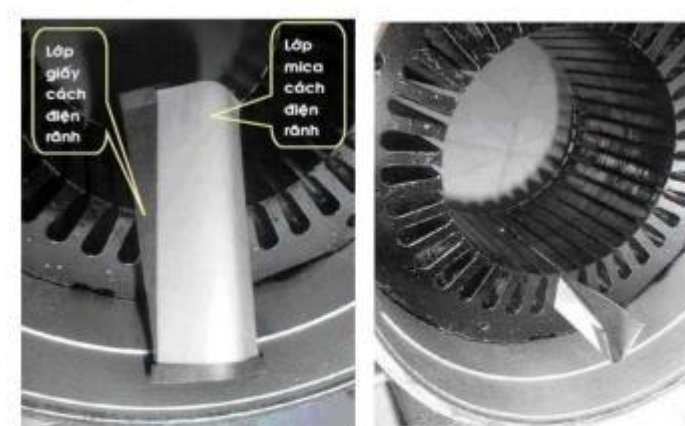
2.14.3.1. Lót cách điện rãnh stato động cơ.

+ Yêu cầu giấy cách điện

- Bề dày phù 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 cách điện.



Hình 15-02-57

- 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.

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

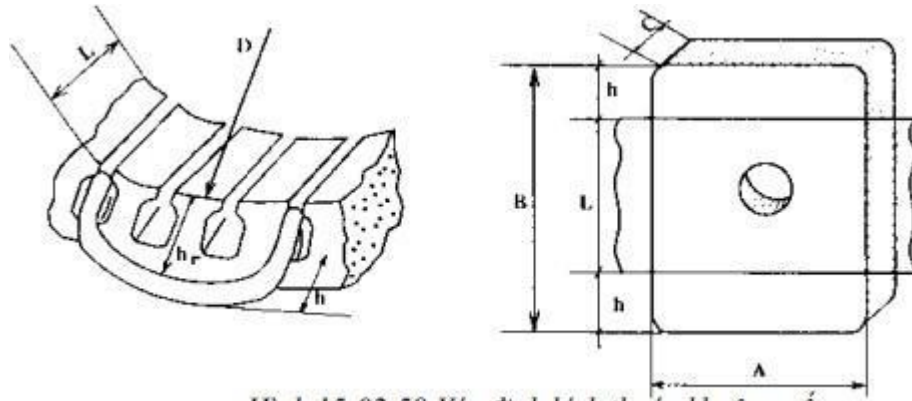
2.14.3.2. *Quấn các búi dây.*

+ Khuôn quấn.

Lấy mẫu khuôn cuộn dây cần phải chú ý đến bề cao chứa đầu cuộn dây ở

2 phía, tránh sự cản cuộn dây dễ gây chạm vỏ và khó lắp ráp sau này.

Cách đo và thực hiện:



Hình 15-02-58 Xác định kích thước khuôn quấn

Hoặc áp dụng công thức tính:

$$A = 3,14.(D - h_r) \cdot y$$

Chiều dài cạnh không tác dụng của
khuôn quấn.

$$2p \quad \tau$$

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

τ : bước quấn dây

y : bước từ cực

h : bề dày cuộn dây (10 ÷ 15mm)

+ Trong quá trình quấn các bồi 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 bồi dây cũ)

Các nhóm bồi 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 bồi dây chúng ta dùng dây cột hai cạnh của bồi dây rồi mới quấn tiếp bồi 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

2.14.3.3. Lòng dây vào rãnh stato.

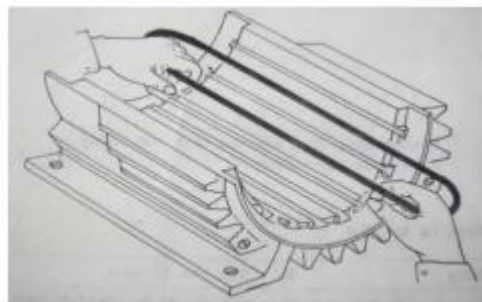
- Lập bảng thứ tự lồng dây.

STT	Rãnh lồng trước	Rãnh lồng sau	Ghi chú
1	Lồng rãnh 10 – 11 -12	Rãnh chò 3 – 2 – 1	
2	Lồng rãnh 16 – 17 – 18	Lồng rãnh 9 – 8 – 7	
3	Lồng rãnh 22 – 23 – 24	Lồng rãnh 15 – 14 – 13	
4	Lồng rãnh 28 – 29 – 30	Lồng rãnh 21 – 20 – 19	
5	Lồng rãnh 34 – 35 – 36	Lồng rãnh 27 – 26 – 25	
6	Lồng rãnh 4 – 5 – 6	Lồng rãnh 33 – 32 – 31	
		Lồng 3 cạnh chò 3 – 2 – 1	

- Các bước lồng dây vào rãnh.

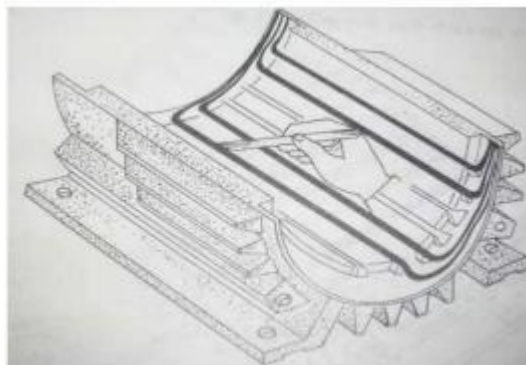
+ Hạ cuộn dây có bước dây quấn nhỏ nhất (y1) vào trước

Hạ từng vòng dây của cuộn dây vào rãnh stato



Hình 15-02-59

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



Hình 15-02-60

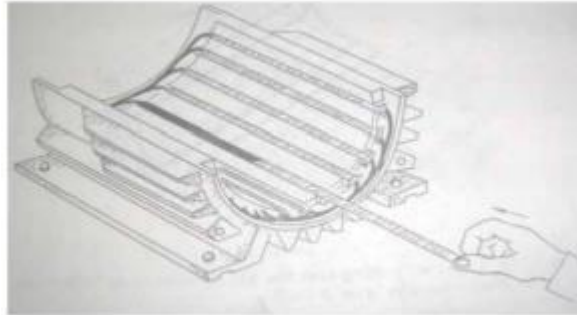
+ Sau khi đã hạ xong 2 cuộn dây y1 và y2 (hạ xong một nhóm): Cách 2 rãnh (cách 1 nhóm) ta hạ nhóm tiếp theo, lần lượt hạ xong cuộn dây thứ nhất

(y1) ta hạ đến cuộn dây thứ 2 (y2)

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

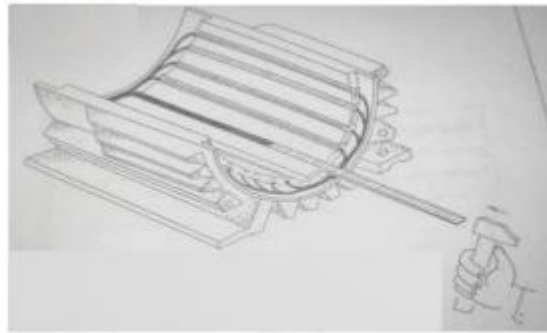
Cứ như vậy cách 1 nhóm ta hạ nhóm tiếp theo cho đến hết

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



Hình 15-02-61

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



Hình 15-02-62

2.14.3.4. Lót cách điện đầu nối, hàn dây ra và đai phần 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.

Uớrm 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.

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 bởi 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 bởi 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 chạm chập.

2.14.4. Lắp ráp và vận

hành thử. Lắp ráp STATO

và ROTO Kiểm tra cuộn

dây

Kiểm tra thông mạch các pha kết hợp đo điện trở các pha A, B, C ($R_A \approx$

$R_B \approx R_C$)

Kiểm tra chạm chập các pha

- Kiểm tra chạm chập cuộn dây với cuộn dây

- Kiểm tra chạm chập cuộn dây với

vỏ Kiểm tra cách đấu dây

- Chạy thử : Đóng điện cho động cơ chạy không tải với $U = U_{dm}$, cần theo dõi

+ Tiếng kêu của động cơ

+ Tốc độ quay của động cơ

Kiểm tra dòng không

tải các pha sao cho I_{0A}

$\approx I_{0B} \approx I_{0C} \approx I_0$ $I_0 = (30 \div$

40) % I_{1dm}

Nếu 1 pha nào đó có dòng bằng không chứng tỏ pha đó bị đứt. Tránh tình

trạng dòng điện các pha chênh lệch nhau quá lớn.

Thời gian chạy không tải từ 2h ÷ 4h nếu động cơ làm việc bình thường thì cho phép động cơ vào sơn tẩm và sấy khô.

Giới thiệu:

**BÀI 3:
MÁY
ĐIỆN
ĐỒNG
BỘ**

**Mã
bài: 03**

Máy phát điện đồng bộ là nguồn điện chính của lưới điện quốc gia. Động cơ đồng bộ được sử dụng cho truyền động công suất lớn. Do vậy máy điện đồng bộ đóng vai trò rất quan trọng.

1. Mục tiêu của bài:

- Phân tích được cấu tạo, nguyên lý, các phản ứng phản ứng xảy ra trong máy phát điện đồng bộ.
- Điều chỉnh được điện áp máy phát đúng phương pháp đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật.
- Vận dụng được các phương pháp hòa đồng bộ máy phát điện đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật và an toàn.
- Bảo dưỡng và sửa chữa được những hư hỏng thông thường của máy điện đồng bộ theo tiêu chuẩn kỹ thuật.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy khoa học và sáng tạo.

2. Nội dung bài :

2.1. Định nghĩa và công dụng.

Mục tiêu:

- Biết định nghĩa máy điện đồng bộ
- Biết công dụng của máy điện đồng bộ

*** Định nghĩa**

Những máy điện xoay chiều có tốc độ quay rôto n bằng tốc độ quay của từ trường n_1 gọi là máy điện đồng bộ. Ở chế độ xác lập máy điện đồng bộ có tốc độ quay rôto luôn không đổi khi tải thay đổi.

*** Công dụng**

Máy phát điện đồng bộ là nguồn điện chính của các lưới điện công nghiệp, trong đó động cơ cấp là các tuabin hơi, hoặc tuabin nước. Công suất của mỗi máy phát có thể đạt đến 500MW hoặc lớn hơn và chúng thường làm việc song song. Ở các lưới điện công suất nhỏ, máy phát điện đồng bộ được kéo bởi các động cơ diesel hoặc các tuabin khí, có thể làm việc đơn lẻ hoặc hai ba máy làm việc song song.

Động cơ đồng bộ được sử dụng khi truyền động công suất lớn, có thể đạt đến vài chục MW. Trong công nghiệp luyện kim, khai thác mỏ, thiết bị lạnh

động cơ đồng bộ được sử dụng để truyền động các máy bơm, nén khí, quạt gió v.v... với tốc độ không đổi. Động cơ đồng bộ công suất nhỏ được sử dụng trong các thiết bị như đồng hồ điện, dụng cụ tự ghi, thiết bị lập chương trình, thiết bị

điện sinh hoạt v.v...

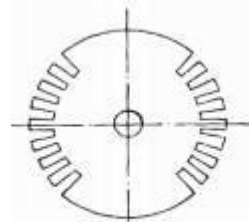
Trong hệ thống điện, máy bù đồng bộ làm việc phát công suất phản kháng cho lưới điện để bù hệ số công suất và ổn định điện áp.

2.2. Cấu tạo của máy điện đồng bộ.

Mục tiêu:

- Hiểu cấu tạo máy điện đồng bộ
- Vẽ được sơ đồ cấu tạo của máy điện đồng bộ

Cấu tạo máy điện đồng bộ gồm hai bộ phận chính là Stato và rôto. Trên hình 17-04-1 vẽ mặt cắt ngang trục máy bao gồm: lá thép Stato; dây quấn Stato; dây quấn rôto.



Hình 15-03-1 Mặt cắt ngang trục máy

* Stato

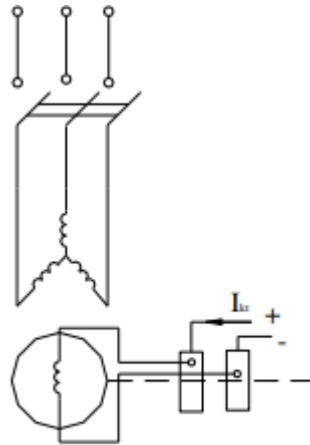
Stato của máy điện đồng bộ, giống như stato của máy điện không đồng bộ, gồm hai bộ phận chính là lõi thép stato và dây quấn ba pha stato. Dây quấn stato gọi là dây quấn phản ứng.

* Rôto

Rô to máy điện đồng bộ có các cực từ và dây quấn kích từ. Có hai loại: rôto cực ẩn và rôto cực lồi. Rôto cực lồi dùng ở các máy có tốc độ chậm, có nhiều đôi cực. Rôto cực ẩn 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 ẩn, 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 chổi điện để nối với nguồn kích từ (hình 17-04 - 2)



Hình 15-03-2

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

Mục tiêu:

- Phân tích được nguyên lý làm việc của máy phát điện đồng bộ
- Hiểu được điểm khác nhau về nguyên lý làm việc của máy điện đồng bộ và máy điện KĐB

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:

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

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 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:

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

Nếu tốc độ rôto tính bằng v/ph thì:

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

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 $n = \frac{P \cdot f_1}{60}$ đúng bằng tốc độ n của rôto. Do đó

kiểu máy điện này được gọi là máy điện đồng bộ.

2.4. Phản ứng phản ứng trong máy phát điện đồng bộ.

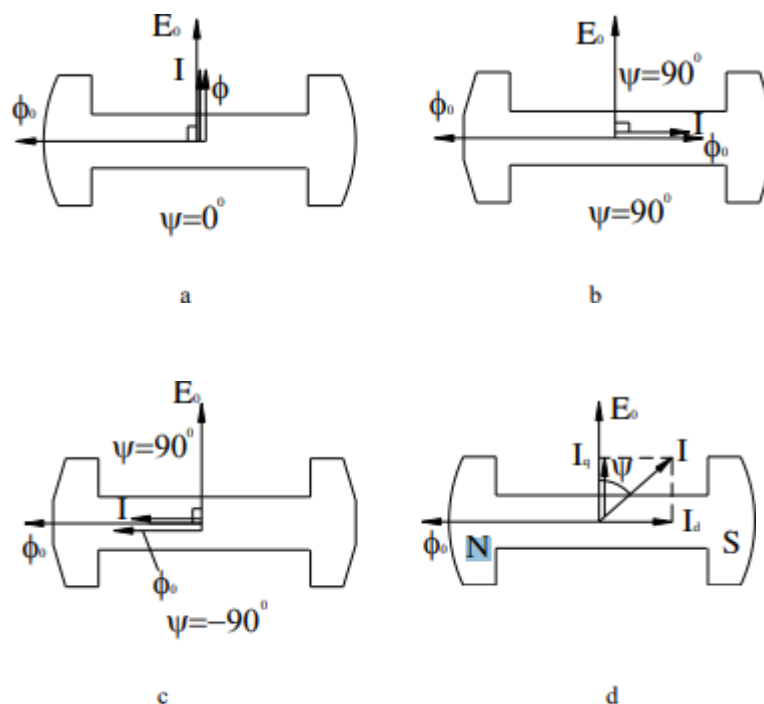
Mục tiêu:

- Hiểu được phản ứng phản ứng của máy điện đồng bộ
- Vẽ sơ đồ phản ứng phản ứng với các tải khác nhau

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 phản ngang trục.

Trường hợp tải thuần cảm (hình 17-04-3b) 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 phản dọc trục khử từ, có tác dụng làm giảm từ trường tổng.



Hình 15-03-3 Phản ứng phản ứng của máy điện đồng bộ

Trường hợp tải thuần dung $\varphi = -90^\circ$ (hình 17-04-3c) dòng điện sinh ra từ trường phản ứng Φ cùng chiều với Φ_0 , ta gọi là phản ứng phản dọc trục trợ từ, có tác dụng làm tăng từ trường tổng. Trường hợp tải bất kỳ (hình 17-04-3d) 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 phản 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.

2.5. Các đường đặc tính của máy phát điện đồng bộ.

Mục tiêu:

- Hiểu được các đặc tính của máy phát điện đồng bộ
- Vẽ được các đường đặc tính ngoài, đặc tính điều chỉnh của máy phát điện đồng bộ

2.5.1. Đặc tính ngoài của máy phát điện đồng bộ

Đặc tính ngoài của máy phát là quan hệ điện áp U trên cực máy phát và dòng điện tải I khi tính chất tải không đổi ($\cos \varphi = \text{const}$), tần số và dòng điện kích từ máy phát không đổi. Từ phương trình cân bằng điện áp:

$$U = E_0 - jI_d X_d - jI_q X_q \quad (4-4)$$

Ta vẽ đồ thị vectơ máy phát ứng với các loại tải khác nhau. Ta thấy khi tải tăng, đối với tải cảm và trở, điện áp giảm (tải cảm điện áp giảm nhiều hơn), đối với tải dung điện áp tăng. Bằng đồ thị, ta thấy rằng, điện áp máy phát phụ thuộc vào dòng điện và đặc tính của tải.

Hình 17-04-4a vẽ đặc tính ngoài của máy phát khi $I_{kt} = \text{const}$ ($E_0 = \text{const}$) và $\cos \varphi$ không đổi, với các hệ số công suất khác nhau. Khi tải có tính chất cảm phản ứng phần ứng dọc trục khử từ làm từ thông tổng giảm do đặc tính ngoài dốc hơn tải điện trở. Để giữ điện áp U bằng định mức, phải thay đổi E_0 bằng cách điều chỉnh dòng điện kích từ. Đường đặc tính ngoài ứng với điều chỉnh kích từ vẽ trên hình 17-04-4b.

Độ biến thiên điện áp đầu cực của máy phát khi làm việc định mức so với khi không tải xác định như sau:

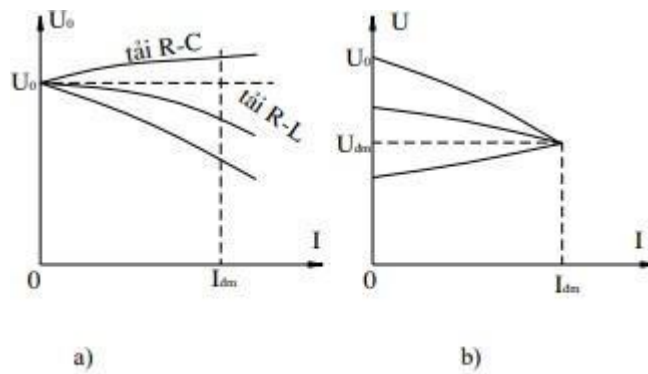
$$\Delta U \% = \frac{U_0 - U_{dm}}{U_0} 100\% = \frac{E_0 - U_{dm}}{E_0} 100\% \quad (4-5)$$

$$E_0 - U_{dm} 100\%$$

$$U_{dm}$$

$$U_{dm}$$

Độ biến thiên điện áp $\Delta U\%$ của máy phát đồng bộ có thể đạt đến vài chục phần trăm vì điện kháng đồng bộ X_{db} khá lớn.

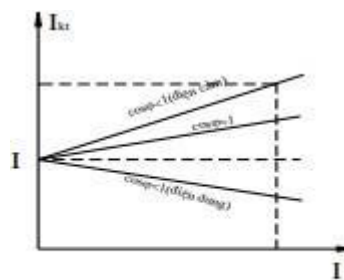


Hình 15-03-4

2.5.2 Đặc tính điều chỉnh

Đường đặc tính điều chỉnh là quan hệ giữa dòng điện kích từ và dòng điện tải khi điện áp U không đổi bằng định mức. Hình 17-04-5 vẽ đặc tính điều chỉnh của máy phát đồng bộ với các hệ số công suất khác nhau.

Phần lớn các máy phát điện đồng bộ có bộ tự động điều chỉnh dòng kích từ giữ cho điện áp không đổi.



Hình 15-03-5 Đặc tính điều chỉnh

a) Điều chỉnh công suất tác dụng P của máy phát điện đồng bộ

+ Trường hợp máy phát điện làm việc trong hệ thống công suất vô cùng lớn

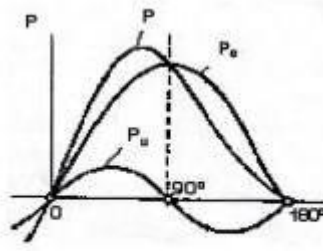
Ở trường hợp này U và f là không đổi nên nếu giữ dòng điện kích thích không đổi thì

E là hằng số theo
biểu thức

$$P = \frac{E}{2} \left(\frac{1}{\sin \theta} - 1 \right) \sin 2\theta$$

$$x_d \quad 1 \quad \overline{x_q} \quad \overline{x_d}$$

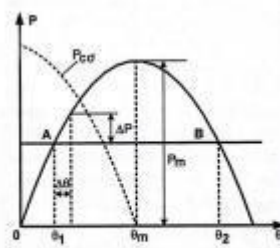
P là hằng số của góc và đường biểu diễn của nó trên hình 17-04-6



Hình 15-03-6 Đường biểu diễn công suất

Ở chế độ làm việc xác lập công suất tác dụng P của máy ứng với góc θ nhất định phải cân bằng với công suất cơ trên trục làm quay máy phát điện.

Đường biểu diễn công suất cơ của động cơ sơ cấp được biểu thị bằng đường thẳng song song với trục ngang và cắt đặc tính góc ở điểm A trên hình 17-04-7.



Hình 15-03-7

Như vậy muốn điều chỉnh công suất tác dụng P thì phải thay đổi góc θ nghĩa là dịch chuyển giao điểm A bằng cách thay đổi công suất cơ trên trục máy.

+ Trường hợp máy phát điện công suất tương tự làm việc song song

Ở trường hợp này với điều kiện tải của lưới điện không đổi, khi tăng công suất tác dụng của một máy mà không giảm công suất tác dụng tương ứng của máy kia thì tần số của lưới điện sẽ thay đổi cho đến khi có sự cân bằng mới và khiến cho hộ dùng điện phải làm việc trong điều kiện tần số khác định mức.

Vì vậy để giữ cho $f = \text{const}$ khi tăng công suất tác dụng của một máy thì phải giảm công suất của máy kia. Chính cũng bằng cách đó mà có thể thay đổi sự phân phối công suất tác dụng giữa hai máy.

b) Điều chỉnh công suất phản kháng của máy phát điện đồng bộ

Ta xét việc điều chỉnh công suất phản kháng trong lưới điện vô cùng lớn ($U, f = \text{const}$) khi công suất tác dụng của máy được giữ không đổi.

Vì $P = mUI \cos \phi = \text{const}$, với điều kiện $U = \text{const}$ nên khi thay đổi Q của vector luôn nằm trên đường thẳng, thẳng góc với U . Với mỗi trị số của I sẽ có

một trị số của $\cos\phi$ và vẽ đồ thị vectơ sức điện động tương ứng sẽ xác định được độ lớn của vectơ E từ đó suy ra được dòng điện kích thích cần thiết để sinh ra E .

$$\frac{\underline{Q}}{P} \approx P_1 = \text{const}$$

$$P = m.E.U.\sin^{-}$$

$$X_d$$

Trong đó U, X_d không đổi nên mút của vectơ E luôn nằm trên đường thẳng 2 thẳng góc với OB . Kết quả phân tích cho thấy muốn điều chỉnh công suất phản kháng Q thì phải thay đổi dòng điện kích thích của máy phát điện.

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

Mục tiêu:

- Hiểu được các điều kiện để các máy phát điện đồng bộ làm việc song song
- Biết được các phương pháp hòa đồng bộ chính xác

2.6.1. 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.

2.6.2. Các phương pháp hoà đồng bộ chính xác

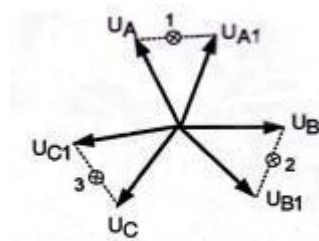
Dùng bộ hoà đồng bộ kiểu ánh sáng đèn và bộ hoà đồng bộ kiểu điện từ (cột đồng bộ)

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 17-04-8



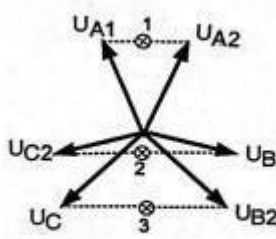
Hình 15-03-8

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 vector 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 15-03-9.



Hình 15-03-9 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.

2.7. Động cơ và máy bù đồng bộ.

Mục tiêu:

- Hiểu và phân tích nguyên lý cấu tạo và hoạt động của động cơ đồng bộ
- Hiểu cấu tạo và nguyên lý hoạt động của máy bù đồng bộ

2.7.1. Động cơ đồng bộ

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

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

Khi ta cho dòng điện ba pha i_A, i_B, i_C vào ba dây quấn stato, tương tự như động cơ điện không đồng bộ, dòng điện ba pha ở stato sẽ sinh ra từ trường quay với tốc độ $n_1 = 60f/p$. Ta hình dung từ trường quay stato như một nam châm quay tưởng tượng, vẽ bằng nét đứt trên hình 17-04-12. Khi cho dòng điện một chiều vào dây quấn rôto, rôto biến thành một nam châm điện.

Tác dụng tương hỗ giữa từ trường stato và từ trường rôto sẽ có lực tác dụng lên rôto. Khi từ trường stato quay với tốc độ n_1 , lực tác dụng ấy sẽ kéo rôto quay với tốc độ $n = n_1$. Ví dụ nếu tần số $f = 50$ héc, và số đôi cực $p = 1$, tốc độ rôto là

$$n = 60f \quad \text{---} \quad \frac{60 \cdot 50}{p} = 3000 \text{ v/p} \quad \text{---}$$

$p \qquad 1$

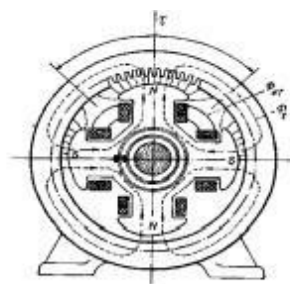
Nếu trục của rôto nối với một máy nào đó, thì động cơ điện sẽ kéo máy quay với tốc độ n không đổi.

Phương trình cân bằng điện áp là:

$$U = E_0 + IR + jIX_{db} \quad (4-15)$$

Khi bỏ qua điện trở dây quấn stato R ta có:

$$U = E_0 + jIX_{db} \quad (4-16)$$



Hình 15-03-12 Từ trường quay của stator

2.7.2. Máy bù đồng bộ

Máy bù đồng bộ thực chất là động cơ điện đồng bộ làm việc không tải với dòng điện kích từ được điều chỉnh để phát hoặc tiêu thụ công suất phản kháng do đó duy trì được điện áp quy định của lưới điện ở khu vực tập chung hộ điện. Chế độ làm việc bình thường của máy bù đồng bộ là chế độ kích thích phát công suất điện cảm vào lưới điện hay nói khác đi tiêu thụ công suất điện dung của lưới điện. Ở trường hợp này máy bù đồng bộ có tác dụng như một bộ tụ điện và được gọi là máy phát công suất phản kháng.

Khi tải của các hộ dùng điện giảm, điện áp của lưới tăng thì máy bù đồng bộ làm việc ở chế độ thiếu kích thích tiêu thụ công suất phản kháng của lưới điện và gây thêm điện áp rơi trên đường dây để duy trì điện áp khỏi tăng quá mức quy định. Việc điều chỉnh dòng điện kích thích để duy trì điện áp của lưới không đòi hỏi được tiến hành tự động. Máy bù đồng bộ tiêu thụ rất ít công suất tác dụng vì công suất đó chỉ dùng để bù vào các tổn hao trong nó.

Máy bù đồng bộ thường có cấu tạo theo kiểu cực lõi. Để dễ mở máy mặt cực được chế tạo bằng thép nguyên khối trên có đặt dây quấn mở máy. Trong trường hợp mở máy trực tiếp gặp khó khăn thì phải hạ điện áp mở máy hoặc dùng động cơ không đồng bộ rô to dây quấn để kéo máy bù đồng bộ đến tốc độ đồng bộ. Trục của máy bù đồng bộ có thể nhỏ vì không kéo tải cơ. Do mô men cản trên trục nhỏ nên yêu cầu làm việc ổn định với lưới điện không bức thiết. Do đó có thể thiết kế ch Xd lớn, khe hở nhỏ nên có thể giảm sức từ động và dây quấn kích từ khiến cho kích thích máy nhỏ hơn.

2.8 Sửa chữa, quấn lại bộ dây máy phát đồng bộ

2.8.1 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. 220

- Đường kính dây quấn

- Vật liệu làm dây quấn (đồng), số vòng dây quấn 1 bởi 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 xoắn dây $y : y = \tau = 10$ rãnh

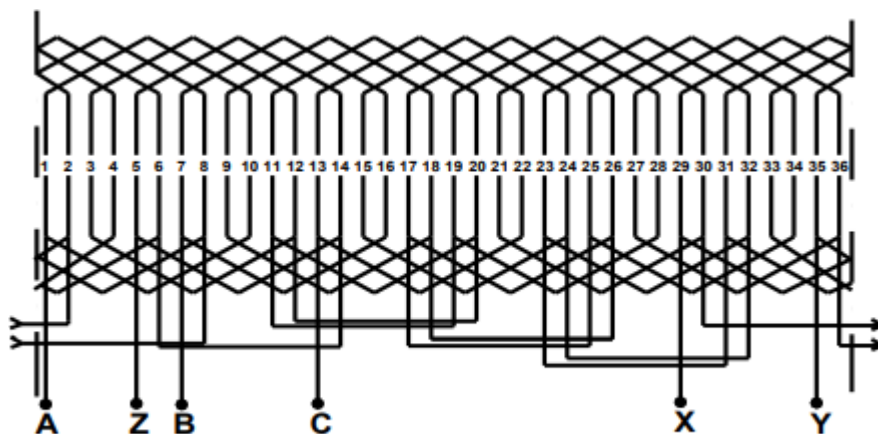
- Tính số bó dây

trong pha n pha $= p = 2$ (

tổ bó)

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

c. Sơ đồ dây quấn.



Hình 15-03-13

Lập bảng dự trữ nguyên vật liệu.

STT	Tên vật liệu	Đơn vị	Số lượng	Quy cách	Ghi chú
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 bưng	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

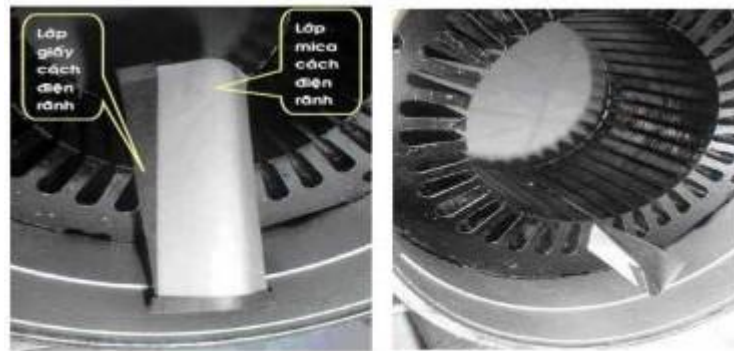
- Phải đảm bảo chiều cao cách điện = h

-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 15-03-14

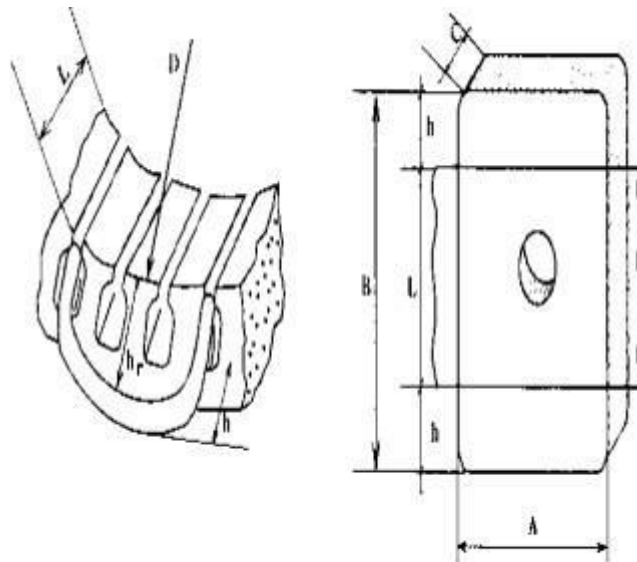
Trong quá trình lót cách điện rãnh dùng thanh tre đẩy cách điện ép sát vách rãnh

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 cản cuộn dây dễ gây chạm vỏ và khó lắp ráp sau này.

Cách đo và thực hiện:



Hình 15-03-15 Xác định kích thước khuôn quấn

Hoặc áp dụng công thức tính:

Chiều dài cạnh không tác dụng của khuôn quấn.

$$A = 3,14.(D - h_r) . y \qquad 2 p \qquad \tau$$

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

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

Trong đó:

D: đường kính của stato

hr: chiều cao rãnh

2p: số từ cực

Y: bước quấn dây

u: bước từ cực

h: bề cao đầu cuộn dây ($10 \div 15\text{mm}$)

+ Trong quá trình quấn (hay đánh) các bồi 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 bồi dây cũ)

Các nhóm bồi 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 bồi dây chúng ta dùng dây cột hai cạnh của bồi dây rồi mới quấn tiếp bồi 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.

STT	Rãnh lồng trước	Rãnh lồng sau	Chú ý
1	Lồng rãnh 10 – 12	Rãnh chờ 1 – 3	
2	Lồng rãnh 14	Rãnh chờ 5	
3	Lồng rãnh 16 – 18	Rãnh chờ 7 – 9	
4	Lồng rãnh 20	Lồng rãnh 11	
5	Lồng rãnh 22 – 24	Lồng rãnh 13 – 15	
6	Lồng rãnh 26	Lồng rãnh 17	
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	

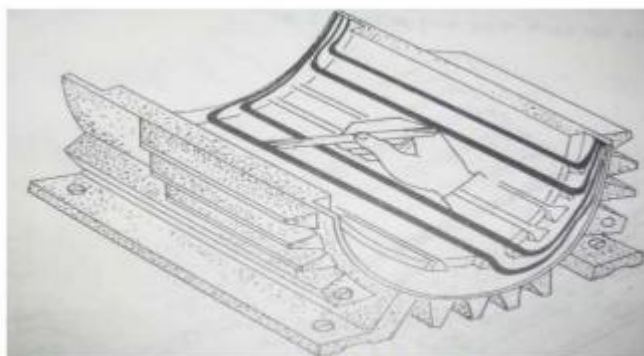
- Các bước lồng dây vào rãnh.

+ Hạ từng vòng dây của cuộn dây vào rãnh



Hình 15-03-16

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



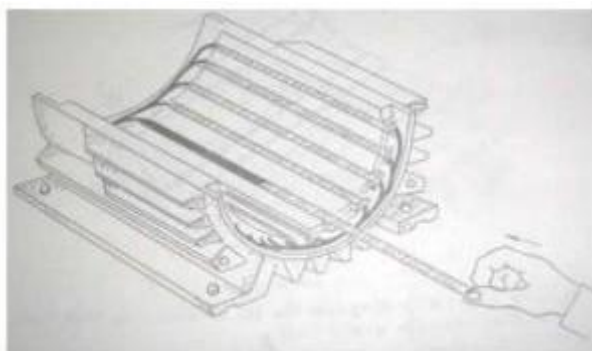
Hình 15-03-17

+ Sau khi đã hạ xong 2 cuộn dây y1 và y2 (hạ xong một nhóm): Cách 2 rãnh (cách 1 nhóm) ta hạ nhóm tiếp theo, lần lượt hạ xong cuộn dây thứ nhất (y1) ta hạ đến cuộn dây thứ 2 (y2)

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

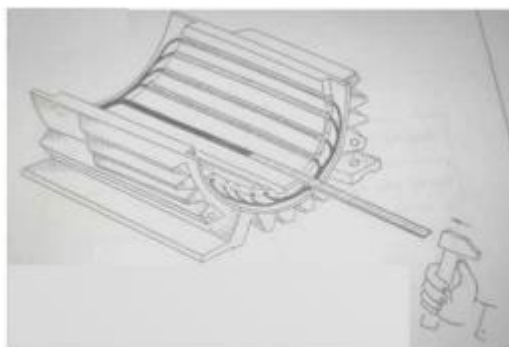
Cứ như vậy cách 1 nhóm ta hạ nhóm tiếp theo cho đến hết

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



Hình 15-03-18

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



Hình 15-03-19

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

Uớ m 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.

Xỏ các ống gen vào các dây cần nối.

Cạo lớp ê m ay 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 bồi dây.

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

Đầu đầu của các nhóm bồi 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.

2.8.2 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 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: $u = \frac{k}{\tau}$

τ

- 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 .

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?

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

$$dm = 0,7 \text{ dc } (3 - 1)$$

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

$$d_m = 0,6d_c$$

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.

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

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

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

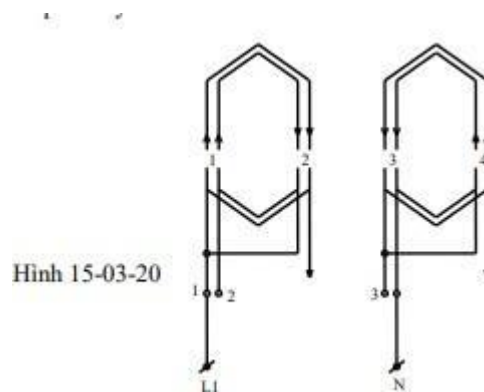
Trong đó:

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.

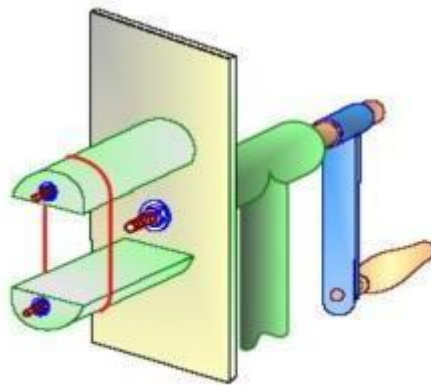


d. Quấn lại bộ dây.

+ Quấn các 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.



Hình 15-03-21

+ Lồng các bôi dây.

- Vuốt thẳng 2 cạnh tác dụng của bôi dây.
- 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 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.

Giới thiệu:

BÀI 4: MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

**Mã bài:
04**

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

1. Mục tiêu của bài:

- Phân tích được cấu tạo, nguyên lý, quan hệ điện từ, các phản ứng phản ứng xảy ra trong máy điện một chiều.
- Giải thích được các nguyên nhân gây ra tia lửa và biện pháp cải thiện đổi chiều.
- Trình bày được các phương pháp mở máy, đảo chiều quay, điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều.
- Vẽ và phân tích được đúng sơ đồ dây quấn phản ứng máy điện một chiều.
- Bảo dưỡng và sửa chữa được những hư hỏng thông thường của máy điện một chiều đảm bảo an toàn và vệ sinh công nghiệp
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy khoa học và sáng tạo.

2. Nội dung bài:

2.1. 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 cở góp phức tạp.

2.2. 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

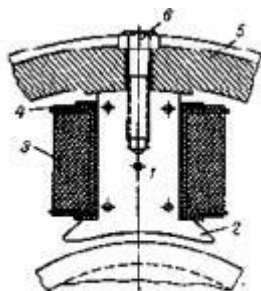
tĩnh và phần quay.

- 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 dày 0,5 đến 1mm ghép lại bằng đinh tán. Lõi mặt cực 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 15-04-1 Cực từ chính

+ Cực từ phụ

Được đặt giữa cực từ chính dùng để cải thiện đôi 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 15-04-2 Cực từ phụ

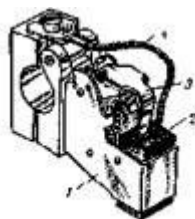
+ Vỏ máy (Gông từ)

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.

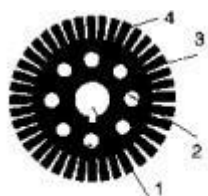


Hình 15-04-3 Cơ cấu chổi than

- Phần quay hay Rotor.

a) Lõi sắt phản ứng

Để 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 15-04-4 Lõi thép phản ứng

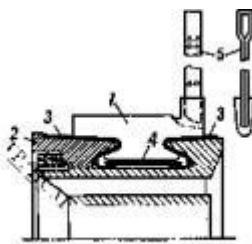
b) Dây quấn phản ứng

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 nêm để đè chặt và phải đai chặt các phần đầu nối dây quấn. Nêm có thể dùng tre gỗ hoặc ba kê lit.

c) Cổ góp

Dây quấn phản 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 17-05-8). 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 15-04-5 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 phản ứng, cổ góp, cánh quạt và ổ bi.

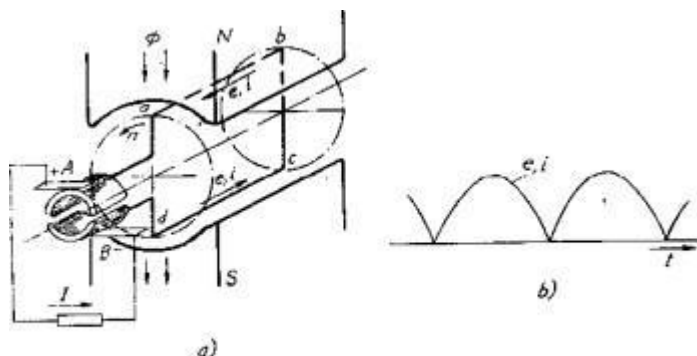
Trục máy thường được làm bằng thép các bon tốt.

2.3. 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).

2.3.1. Máy phát điện



Hình 15-04-6 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:

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

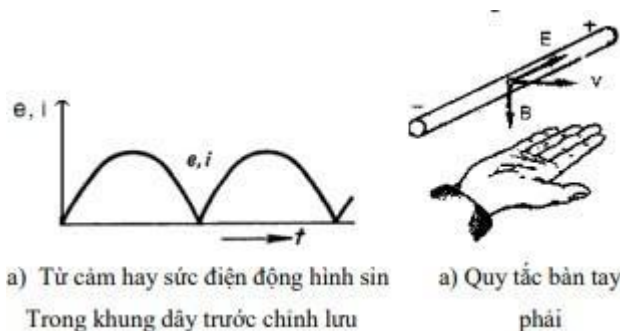
B: Từ cảm nơi thanh dẫn quét qua; T

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

V: Tốc độ dài của thanh dẫn; m/s

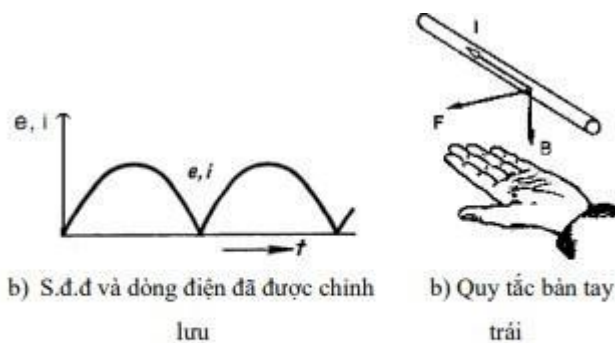
Chiều của sức điện động được xác định theo qui tắc bàn tay phải như vậy theo hình vẽ sức điện động của thanh dẫn cd nằm dưới cực S có chiều đi từ d đến c, còn thanh ab nằm dưới cực N có chiều đi từ b đến a. Nếu mạch ngoài khép kín qua tải thì sức điện động trong khung dây sẽ sinh ra ở mạch ngoài một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

2.3.2. 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 15-04-7 Các dạng sóng sức điện động

Hình 15-04-8 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?

2.4. 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 phản 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.

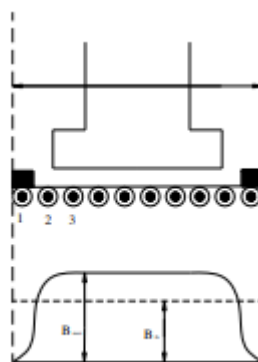
Sức điện động cảm ứng của một thanh dẫn: $e_x = B_{\delta x} \cdot l_\delta \cdot v$

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 15-04-9 Xác định s.d.đ phản ứng

Nếu thanh dẫn của một mạch nhánh là N thì:

$$2a$$

$$E_u = e_1 + e_2 + \dots + e_N / 2a = \int_{-N/2a}^{N/2a} e_x dx = \int_{-N/2a}^{N/2a} (B_\delta + \dots) l_\delta v dx = B_\delta l_\delta v$$

Trong đó: p : Số dư cực từ
kích thích N : Tổng số thanh dẫn của phần ứng

$x=1$

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

a: Số đôi mạch nhánh song song

$$\text{Đặt } C_E = \frac{pN}{60a}$$

: Hệ số kết cấu của máy điện.

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

2.5. Công suất điện từ và mô-men điện từ của máy điện một chiều

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: $f = B_\delta \cdot i_u \cdot l_\delta$

Trong đó

B_δ : Từ cảm nơi thanh dẫn quét qua

l_δ : Chiều dài tác dụng của thanh dẫn

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

Với $i_u = I_u / 2a$

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

D_u : đường kính ngoài của phần ứng

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

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

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

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

$$M_{dt} = \frac{pN}{2\pi a} \Phi_\delta \cdot I_u ; \text{ Nm}$$

Trong đó:

Φ_δ tính bằng weber (wb)

I_u tính bằng ampe (A)

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

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

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

Công suất điện từ của máy điện một chiều:

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

Với n tính bằng vòng/phút.

Thay vào biểu thức tính P_{dt} ta có:

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

$$P_{dt} = E_r \cdot I_r$$

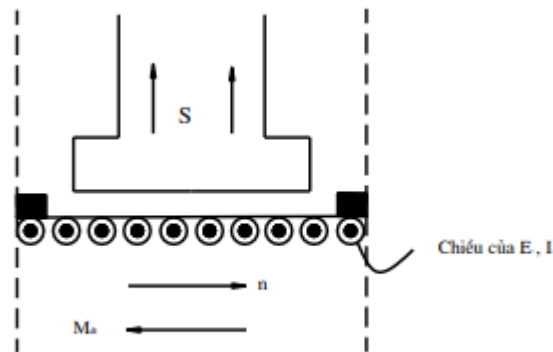
Trong đó:

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: Mđt 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_{dt} luôn có chiều ngược với chiều quay của phần ứng.



Hình 15-04-10 Xác định E_r và M_{dt} 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 Mđt 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 Mđt kéo máy quay, vì vậy chiều quay của máy cùng chiều M_{dt} .

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

Khi máy điện làm việc, quá trình đổi chiều thường gây ra tia lửa điện và cổ góp. Tia lửa điện có thể gây ra vành lửa xung quanh cổ góp, phá hỏng chổi điện và cổ góp, gây tổn hao năng lượng, ảnh hưởng xấu đến môi trường, gây nhiễu cho các thiết bị điện tử. Sự phát sinh tia lửa trên cổ góp do các nguyên nhân sau:

- Nguyên nhân cơ khí

Do cổ góp không tròn, không nhẵn, chổi than không đúng cách.

Do chổi than cố định không tốt hoặc lực lò xo không đủ để tì sát chổi than

vào cổ góp gây ra sự rung động của chổi than.

- Nguyên nhân điện tử

Khi roto quay, liên tiếp có phần tử dây quấn chuyển từ mạch nhám này sang mặt nhám khác. Người ta gọi các phần tử ấy là phần tử đổi chiều. Trong phần tử đổi chiều xuất hiện các suất điện động sau:

Sđđ tự cảm e_L do sự biến thiên dòng điện trong phần tử đổi chiều

Sđđ hồ cảm e_M do sự biến thiên dòng điện của các phần tử đổi chiều khác lân cận

Sđđ e_q do từ trường của phần ứng gây ra.

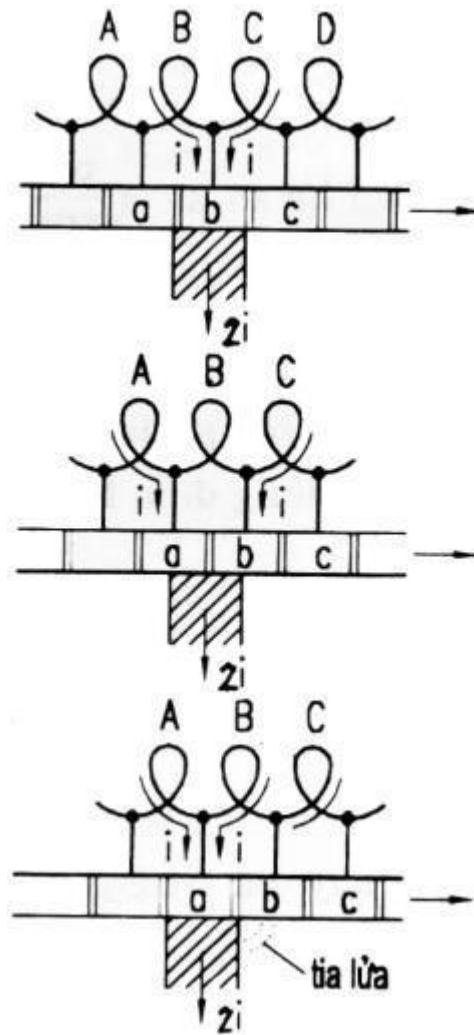
Ở thời điểm chổi điện ngắn mạch phần tử đổi chiều, các Sđđ trên sinh ra dòng điện I chạy quanh trong phần tử ấy, tích lũy năng lượng và phóng ra dưới dạng tia lửa khi vành góp chuyển động. Để khắc phục tia lửa điện bằng cách:

Loại trừ nguyên nhân cơ khí

Làm giảm trị số các Sđđ

trên

Dùng cực từ phụ và dây quấn bù để tạo nên trong phần tử đổi chiều các Sđđ nhằm bù (triệt tiêu) tổng 3 Sđđ e_L , e_M , e_q . Từ trường của dây quấn bù và cực từ phụ phải ngược chiều với từ trường phần ứng.



2.7. 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

2.7.1. 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.

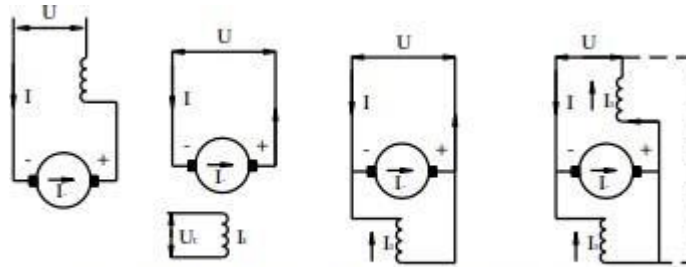
Phân loại các máy phát điện một chiều theo phương pháp kích thích.

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 15-04-11 Sơ đồ nguyên lý MFD 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

2.7.2. Các đặc tính cơ bản của các MFDDC

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 phần ứng: I_a

- 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 $I_t = f(I_a)$. 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.

2.8. 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

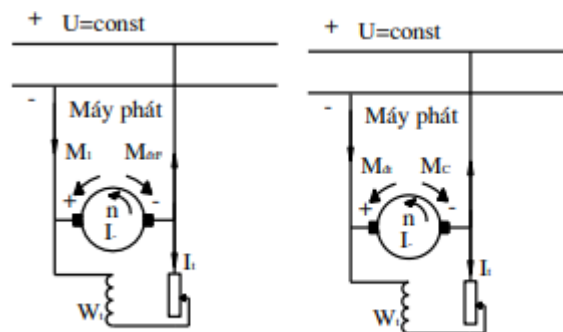
2.8.1. Đại cương.

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 phản ứng của máy phát: $I_r = (E_r - U)/R_r$.

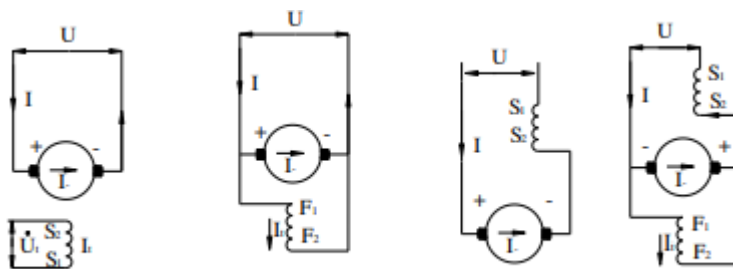
Nếu giảm Φ hoặc n của máy phát thì s.d.đ của nó sẽ giảm. Khi giảm một cách thích đáng với $E_r < U$. Lúc đó I_r sẽ đổi dấu và có chiều ngược với chiều ban đầu (h5.36b). Nhưng vì $U = \text{const}$ nên chiều của I_t trong dây quấn kích thích hay là tên của các cực từ chính sẽ không đổi. Như vậy M_{dt} 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 khi cụ điện đều tự động tắt máy phát điện ra khỏi lưới điện khi dòng điện của máy phát điện đổi chiều.



Hình 15-04-24 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 15-04-25 Sơ đồ nguyên lý các động cơ điện 1 chiều.

2.8.2. 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 $R_{đc}$ 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:

$$I = I_{mm} = \frac{U_{dm} - E_r}{R_a} = \frac{U_{dm}}{R_a}$$

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

Dòng điện mở máy quá lớn làm hư hỏng cổ 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

$$I_r = I_{mm} \leq (4-6)I_{dm}.$$

* 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:

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

Trong đó:

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

$$I_{mm1} = \frac{U_{dm} - E}{R + \sum R_{mmi}}$$

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 $\Phi = \Phi_{dm}$. 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.

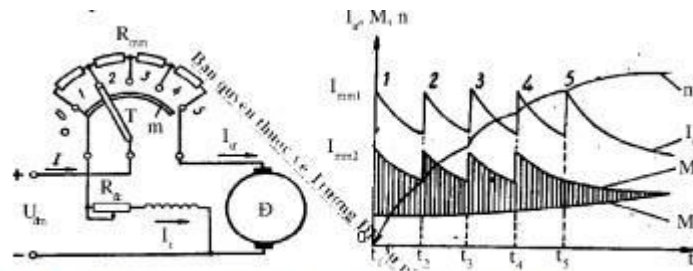
Khi $I_r = I_{mm2} = (1,1-1,3)I_{dm}$ ta gạt tay gạt T đến vị trí 2 vì một bậc điện trở bị loại trừ nên I_r tăng đến I_{mm1} : I_r tăng $\rightarrow M$ tăng $\rightarrow n$ tăng $\rightarrow E_r$ tăng $\rightarrow I_r$ tăng $\rightarrow M$ giảm. Khi I_r giảm đến I_{mm2} ta gạt T đến vị trí 3 và lần lượt 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 phần 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:

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

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 15-04-26 Các quan hệ I_r , M , n theo thời gian khi mở máy động cơ.

Hình 15-04-26 Các quan hệ I_r , 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.

2.9. 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 $y_1 = \text{unt}$, ở loại thứ hai giá trị ξ được trừ đi ($y_1 > \text{unt}$), ở loại thứ ba giá trị ξ được cộng vào ($y_1 > \text{unt}$). 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 đổi chiều quay của máy.

Dây quấn xếp bất 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 bất 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 pha g chẵn và $yk = m = 2$ 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 pha góp. Ở trường hợp đó các dây quấn xếp đơn được nối song song.

b. Dây quấn sóng.

Trong dây quấn sóng các pha 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 $y = yk$ biểu thị được bằng số nguyên khi số đôi cực là chẵn thì số pha 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 pha không cho phép có được bước yk là số nguyên (thí dụ $2p = 4$, $Z = 42$, $ur = 2$ 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 pha 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 pha góp 1 ở đó có dây đảo ngược nối vào, các bước trên vành góp yk và kk lần lượt xen kẽ nhau. Sau khi đi vòng toàn bộ dây quấn cuối của phần tử (cuối cùng) được nối vào pha 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 pha góp không nằm cạnh pha xuất phát như ở dây quấn sóng đơn mà cách m bước góp.

Dây quấn sóng nhiều mạch kín được hình thành khi bước yk 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.

2.10 Sửa chữa, quấn lại dây quấn máy điện một chiều

2.10.1 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.

góp.

+ Tách rời các bộ phận động cơ giữ lại phần cần quấn dây.

+ Dùng mỏ hàn, máy hút thiếc tháo mỗi hàn đầu bởi dây với các phiến

+ 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.

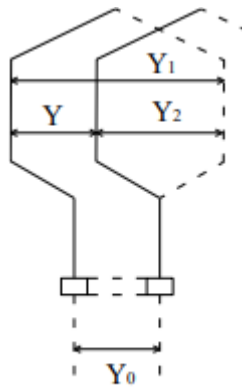
u : Số đôi cạnh tác dụng trong một rãnh.

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

y_1 là khoảng cách giữa 2 cạnh tác dụng của cùng một bố 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 15-04-42

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

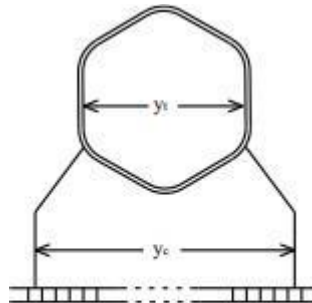
y_2 là khoảng cách giữa hai cạnh tác dụng thứ hai của bồi trước với cạnh tác dụng thứ nhất của bồi sau kế tiếp.

+ 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 quấn.

Ta có: $y_2 = y - y_1$.

+ Bước phiên góp (ký hiệu y_c)



Hình 15-04-43

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 yc với bề rộng chổi than. Nếu $yc = \pm 1$, bề rộng chổi than bằng bề rộng của một phiên gúp.

Nếu $yc = \pm m$, bề rộng chổi than bằng bề rộng của m phiên gúp.

- 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 thành các bước sau:

Bước 1: Thu thập các số liệu cần thiết.

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

Xác định bước phiên gúp yc .

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

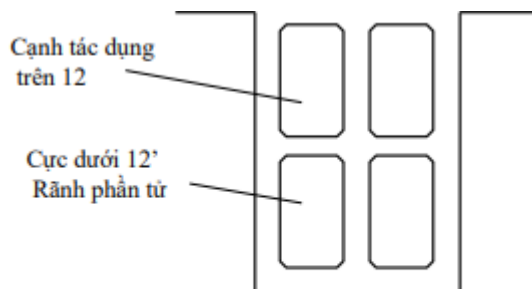
Bước 3: Lập bảng xác định cách đấu nối tiếp các cạnh tác dụng của bối dây trong các mạch nhánh.

Phương pháp thực hiện như sau:

- Đánh số thứ tự cho các rãnh của rôto (kể cả các rãnh phần 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 phần 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).

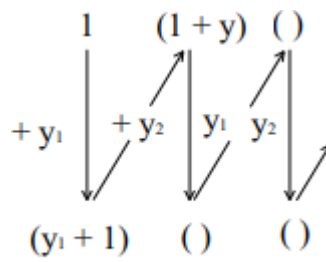


Hình 15-04-44

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 vùng kín.

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



Hình 15-04-45

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. Quy 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 ze, 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, bởi dây có bước

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

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

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

Bước 2: Bước thứ nhất của bởi dây

Chọn $b = 1$ ta có $y_1 = 6 - 1 = 5$

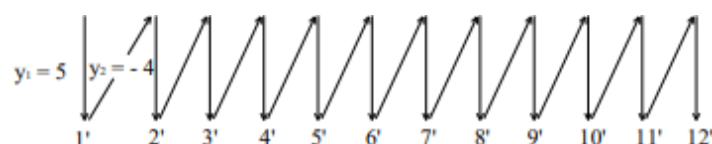
(Ta dựng dấu trừ vì bởi dây bước ngắn, $b = 1$ chứng tỏ bước bởi dây ngắn hơn bước đủ một rãnh).

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

Bước tổng hợp $y = y_c = 1$

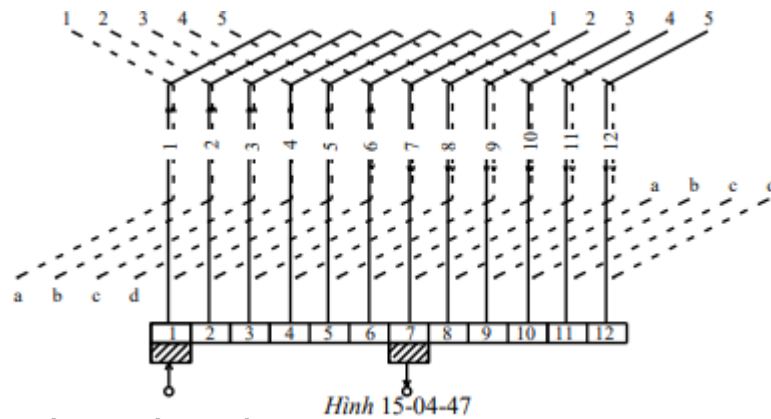
Bước thứ hai của bởi dây $y_2 = y = y_1 = 1 - 5 = -4$

Bước 3: Lập bảng số xác định cách quấn dây



Hình 15-04-46

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



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: $u = \frac{k}{z}$

z

- Định số rãnh phần tử $z_0 = u_z$ (do đó, ta luôn luôn có: $z_0 = u_z = k$).
- 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 : $0,1 \div 0,2 \text{ mm}$

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

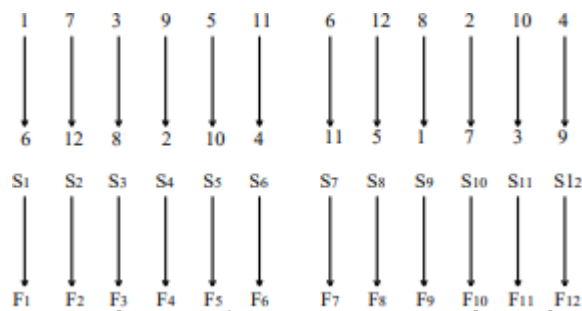
l ngoài rãnh = $10 \div 15$ mm

Giấy cách điện được gấp mép hai đầu.

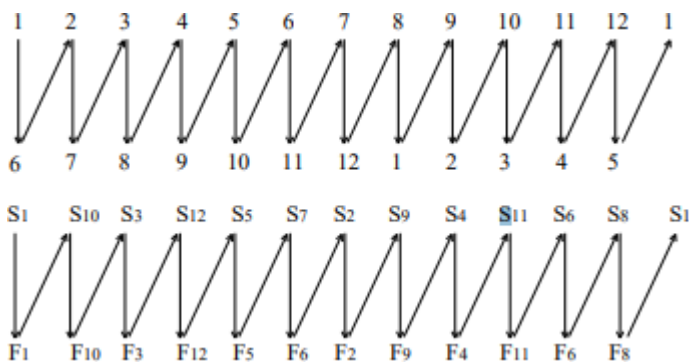
Trong quá trình lột cách điện rãnh dung thanh tre đẩy cách điện ép sát vách rãnh e. Quấn dây.

+ Ghi lại bối 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.

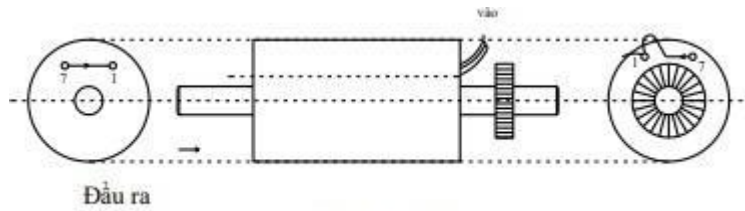


Từ sơ đồ quy đổi này ta thấy rằng để đưa ra phiên góp 2 ta phải đầu đầu F1 với S10 để ra phiên góp 3 ta phải đầu đầu F10 với S3

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

Phiến gúp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Đầu ra	F8	F1	F10	F3	F12	F5	F7	F2	F9	F4	F11	F6
Đầu vào	S1	S10	S3	S12	S5	S7	S2	S9	S4	S11	S6	S8

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

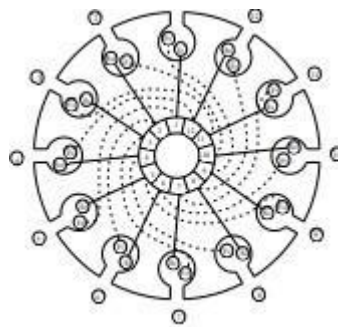


Hình 15-04-48

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 15-04-49

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.

2.10.2 Quấn lại dây quấn kích từ

a. Tháo và vệ sinh.



Hình 15-04-50

- + 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 sút lại bằng dao cạo hoặc rửa tròn, dùng khí nén thổi sạch.

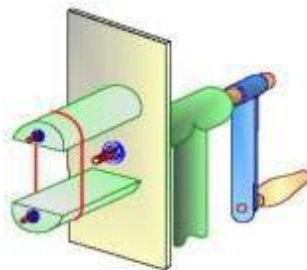
b. Thu thập các số liệu cần thiết

- 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 gấp đầu dây lại tiếp tục quấn luôn cuộn dây cùng tốc độ và phải quấn cùng chiều với cuộn dây chính.

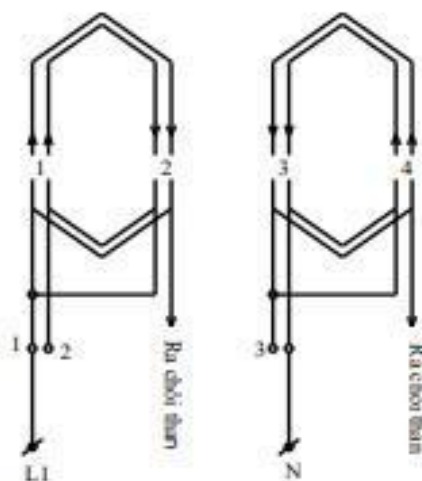


Hình 15-04-51

d. Lồng dây vào rãnh stato.

- Sơ đồ khai triển dây quấn.

Hình 15-04-52



- Vuốt thẳng 2 cạnh tác dụng của bối dây.

- Bóp cong phần hai đầu bối 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 bối 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 dũa 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 bối 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 bối dây vừa lắp xong cho gọn và không gây ảnh hưởng đến việc lắp các bối dây còn lại.

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

e. Lót cách điện đầu nối, hàn dây ra và đai phần 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 kìm 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.

2.11. Kiểm tra định kỳ

TÀI LIỆU CẦN 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.