

Đại Học Đà Nẵng - Trường Đại học Bách Khoa
Khoa Điện - Nhóm Chuyên môn Điện Công Nghiệp

Giáo trình MÁY ĐIỆN 1

Biên soạn: **Bùi Tấn Lợi**

Phần III **MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ**

Chương 12

ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

12.1. KHÁI NIỆM CHUNG

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

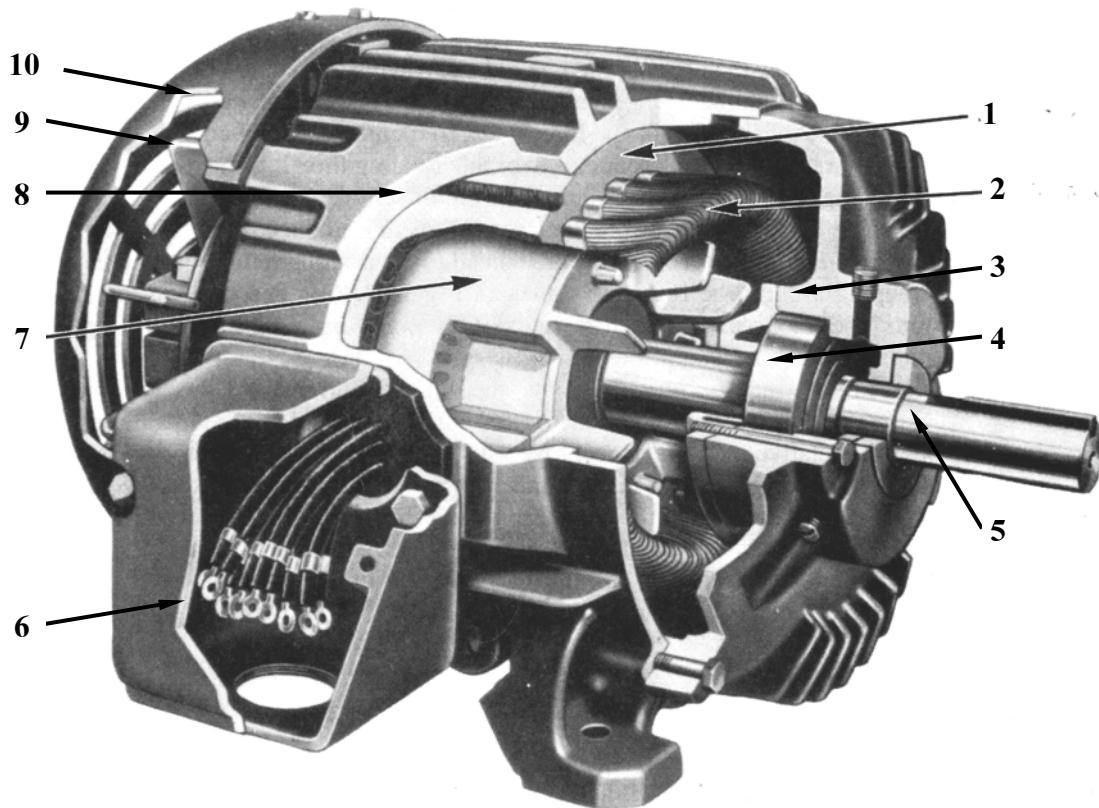
Máy phát điện không đồng bộ ít dùng vì có đặc tính làm việc không tốt, nên trong chương này ta chủ yếu là xét động cơ không đồng bộ. Động cơ không đồng bộ được sử dụng nhiều trong sản xuất và trong sinh hoạt vì chế tạo đơn giản, giá thành rẻ, độ tin cậy cao, vận hành đơn giản, hiệu suất cao và gần như không bảo trì. Gần đây do kỹ thuật điện tử phát triển, nên động cơ không đồng bộ đã đáp ứng được yêu cầu điều chỉnh tốc độ vì vậy động cơ càng sử dụng rộng rãi hơn. Dây công suất của nó rất rộng từ vài watt đến hàng ngàn kilowatt. Hầu hết là động cơ ba pha, có một số động cơ công suất nhỏ là một pha.

12.2. CẤU TẠO MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Cấu tạo của máy điện không đồng bộ được trình bày trên hình 7.1, gồm hai bộ phận chủ yếu là stator và rotor, ngoài ra còn có vỏ máy, nắp máy và trục máy. Trục làm bằng thép, trên đó gắn rotor, ổ bi và phía cuối trục có gắn một quạt gió để làm mát máy dọc trục.

12.2.1. Stator (phần tĩnh)

Stator gồm hai bộ phận chính là lõi thép và dây quấn, ngoài ra còn có vỏ máy và nắp máy.



Hình 13.1 Cấu tạo của động cơ điện không đồng bộ

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

1. Lõi thép

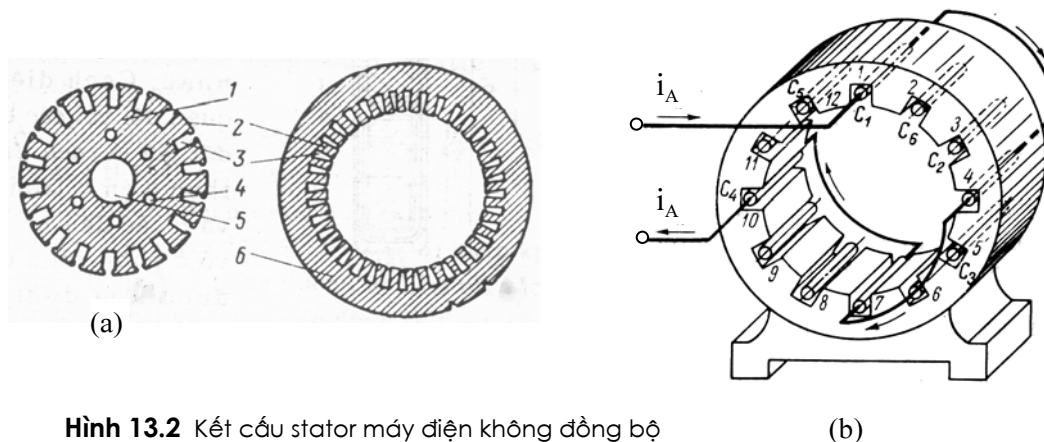
Lõi thép stator có dạng hình trụ (hình 13.2b), làm bằng các lá thép kỹ thuật điện, được dập rãnh bên trong (hình 13.2a) rồi ghép lại với nhau tạo thành các rãnh theo hướng trục. Lõi thép được ép vào trong vỏ máy.

2. Dây quấn stator

Dây quấn stator thường được làm bằng dây đồng có bọc cách điện và đặt trong các rãnh của lõi thép (xem lại chương 9). Dòng điện xoay chiều ba pha chạy trong dây quấn ba pha stator sẽ tạo nên từ trường quay (xem lại chương 12).

3. Vỏ máy

Vỏ máy gồm có thân và nắp, thường làm bằng gang (hình 13.1).

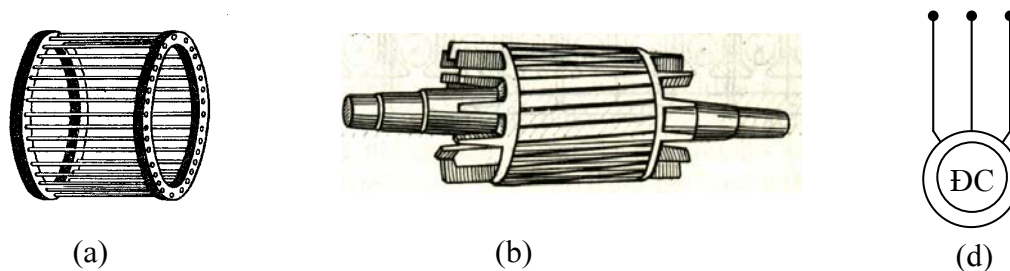


Hình 13.2 Kết cấu stator máy điện không đồng bộ

a) Lá thép stator; b) Lõi thép stator

12.2.2. Rotor (phần quay)

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



Hình 13.3 Cấu tạo rotor động cơ không đồng bộ.

a) Dây quấn rotor lồng sóc c) Lõi thép rotor d) Ký hiệu động cơ trên sơ đồ

1. Lõi thép

Lõi thép rotor gồm các lá thép kỹ thuật điện được lấy từ phần bên trong của lõi thép stator ghép lại, mặt ngoài dập rãnh (hình 13.2a) để đặt dây quấn, ở giữa có dập lỗ để lắp trục.

2. Trục

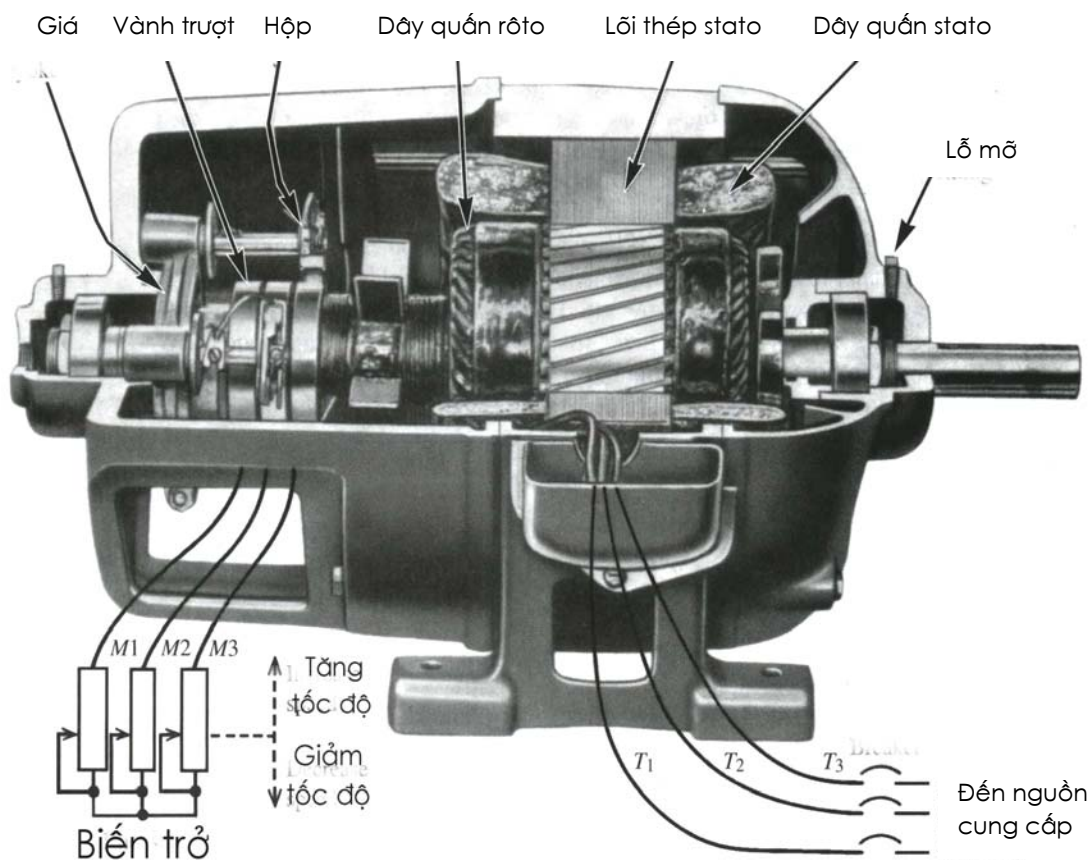
Trục của máy điện không đồng bộ làm bằng thép, trên đó gắn lõi thép rôto.

3. Dây quấn rotor

Dây quấn rotor của máy điện không đồng bộ có hai kiểu : rotor ngắn mạch còn gọi là rotor lồng sóc và rotor dây quấn.

Rotor lồng sóc (hình 13.3a) gồm các thanh đồng hoặc thanh nhôm đặt trong rãnh và bị ngắn mạch bởi hai vành ngắn mạch ở hai đầu. Với động cơ nhỏ, dây quấn rotor được đúc nguyên khối gồm thanh dẫn, vành ngắn mạch, cánh tản nhiệt và cánh quạt làm mát (hình 3.3b). Các động cơ công suất trên 100kW thanh dẫn làm bằng đồng được đặt vào các rãnh rotor và gắn chặt vào vành ngắn mạch.

Rotor dây quấn (hình 13.4) cũng quấn giống như dây quấn ba pha stator và có cùng số cực từ như dây quấn stator. Dây quấn kiểu này luôn luôn đấu sao (Y) và có ba đầu ra đấu vào ba vành trượt, gắn vào trục quay của rotor và cách điện với trục. Ba chổi than cố định và luôn tỳ trên vành trượt này để dẫn điện vào một biến trở cũng nối sao nằm ngoài động cơ để khởi động hoặc điều chỉnh tốc độ.



Hình 13.4 Cấu tạo máy điện không đồng bộ rôto dây quấn

12.3. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

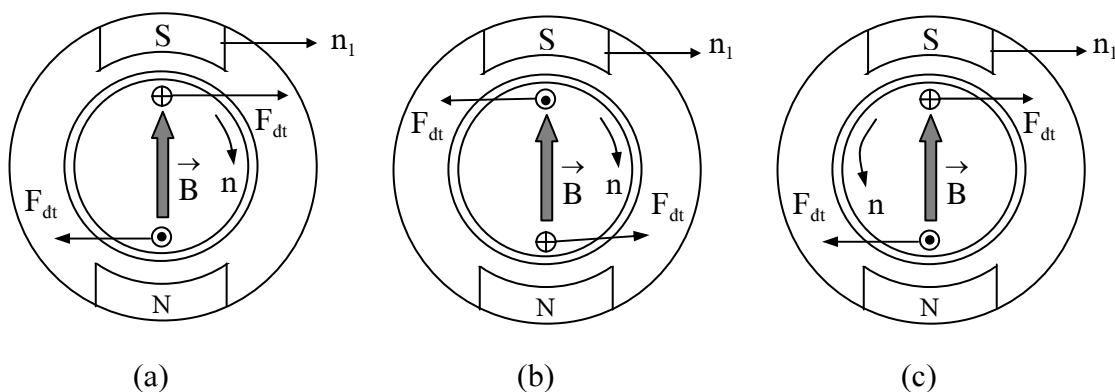
Khi có dòng điện ba pha chạy trong dây quấn stato thì trong khe hở không khí xuất hiện từ trường quay với tốc độ $n_1 = 60f_1/p$ (f_1 là tần số lưới điện; p là số đôi cực từ của máy; n_1 là tốc độ từ trường quay bậc một) Từ trường này quét qua dây quấn nhiều pha tự ngắn mạch đặt trên lõi sắt rôto, làm cảm ứng trong dây quấn rôto các sđđ E_2 . Do rôto kín mạch nên trong dây quấn rôto có dòng điện I_2 chạy qua. Từ thông do dòng điện này sinh ra hợp với từ thông của stato tạo thành từ thông tổng ở khe hở. Dòng điện trong dây quấn rôto tác dụng với từ thông khe hở sinh ra mômen. Tác dụng đó có quan hệ mật thiết với tốc độ quay n của rôto. Trong những phạm vi tốc độ khác nhau thì chế độ làm việc của máy cũng khác nhau. Sau đây ta sẽ nghiên cứu tác dụng của chúng trong ba phạm vi tốc độ.

Hệ số trượt s của máy :

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

Như vậy khi $n = n_1$ thì $s = 0$, còn $n = 0$ thì $s = 1$; khi $n > n_1$, $s < 0$ và khi rôto quay ngược chiều từ trường quay $n < 0$ thì $s > 1$.

1. Rôto quay cùng chiều từ trường quay nhưng có tốc độ $n < n_1$ ($0 < s < 1$)



Hình 13.5 Quá trình tạo moment của máy điện không đồng bộ

Giả thiết về chiều quay n_1 của từ trường khe hở Φ và của rôto n như hình 13.5a. Theo qui tắc bàn tay phải, xác định được chiều sđđ E_2 và I_2 ; theo qui tắc bàn tay trái, xác định được lực F và mômen M . Ta thấy F cùng chiều quay của rôto,

nghĩa là điện năng đưa tới stator, thông qua từ trường đã biến đổi thành cơ năng trên trục làm quay rôto theo chiều từ trường quay n_1 , như vậy máy làm việc ở chế độ động cơ điện.

2. Rôto quay cùng chiều từ trường quay nhưng có tốc độ $n > n_1$ ($s < 0$)

Dùng động cơ sơ cấp quay rôto của máy điện không đồng bộ vượt tốc độ đồng bộ $n > n_1$. Lúc đó chiều của từ trường quay quét qua dây quấn rôto sẽ ngược lại, sđđ và dòng điện trong dây quấn rôto cũng đổi chiều nên chiều của mômen M cũng ngược chiều của n_1 , nghĩa là ngược chiều của rôto, nên đó là mômen hãm (hình 13.5b). Như vậy máy đã biến cơ năng tác dụng lên trục động cơ điện, do động cơ sơ cấp kéo thành điện năng cung cấp cho lưới điện, nghĩa là máy điện làm việc ở chế độ máy phát điện.

3. Rôto quay ngược chiều từ trường quay tức tốc độ $n < 0$ ($s > 1$)

Vì nguyên nhân nào đó mà rôto của máy điện quay ngược chiều từ trường quay (hình 13.5c), lúc này chiều sđđ, dòng điện và mômen giống như ở chế độ động cơ điện. Vì mômen sinh ra ngược chiều quay với rôto nên có tác dụng hãm rôto lại. Trong trường hợp này, máy vừa lấy điện năng ở lưới điện vào, vừa lấy cơ năng từ động cơ sơ cấp. Chế độ làm việc như vậy gọi là chế độ hãm điện từ.

12.4. PHÂN LOẠI MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

1. Phân theo kết cấu vỏ máy.

- + Kiểu kín
- + Kiểu bảo vệ
- + kiểu hở

2. Phân theo số pha.

Ta có máy điện không đồng bộ

- + Một pha
- + Hai pha
- + Ba pha

3. Phân theo kiểu dây quấn rôto.

- + Máy điện không đồng bộ rôto lồng sóc.
- + Máy điện không đồng bộ rôto dây quấn.

12.5. CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐỊNH MỨC MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Cũng như tất cả các loại máy điện khác, máy điện không đồng bộ có các trị số 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. Vì máy điện không đồng bộ chủ yếu dùng làm động cơ điện nên trên nhãn máy ghi các trị số định mức của động cơ như sau :

1. Công suất định mức $P_{dm}(kW, W)$
2. Điện áp định mức $U_{dm} (V)$.
3. Dòng điện định mức $I_{dm} (A)$.
4. Tốc độ quay định mức $n_{dm} (vòng/phút)$.
5. Hiệu suất định mức $\eta_{dm} \%$.
6. Hệ số công suất định mức $\cos \varphi_{dm}$.

Đối với động cơ điện không đồng bộ, công suất định mức là công suất trên đầu trục động cơ. Còn động cơ ba pha, điện áp và dòng điện ghi trên nhãn máy là điện áp và dòng điện dây tương ứng với cách đấu hình sao (Y) hay đấu hình tam giác (Δ).

Từ các trị số định mức ghi trên nhãn, ta có thể tính được:

Công suất định mức mà động cơ tiêu thụ từ lưới điện :

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

Mômen quay định mức ở đầu trục :

$$M_{dm} = \frac{P_{dm} (W)}{\Omega_{dm}} = 9550 \frac{P_{dm} (kW)}{n_{dm}} \text{ N.m}$$

với $\Omega_{dm} = 2\pi n_{dm} / 60$ (rad/s) là tốc độ góc của rôto.

