

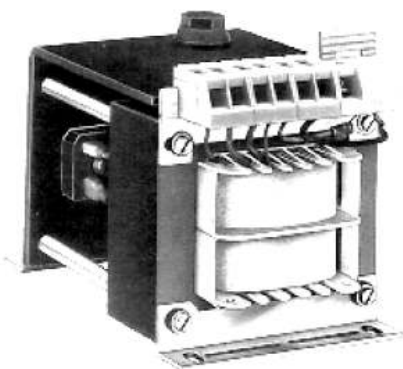
Chương 3

Máy điện

3.1 Máy biến áp

3.1.1 Khái niệm

Máy biến áp là một thiết bị điện từ tĩnh làm việc trên nguyên lý cảm ứng điện từ để biến đổi điện áp của mạng điện xoay chiều nhưng vẫn giữ nguyên tần số.



Hình 3.1: Máy biến áp 1 pha công suất nhỏ



Hình 3.2: Máy biến áp điện lực 3 pha



Hình 3.3: Máy biến áp điện lực 1 pha

Phía nối với nguồn gọi là sơ cấp, các đại lượng liên quan đến sơ cấp được ký hiệu số 1, phía nối với tải được gọi là thứ cấp, các đại lượng liên quan đến thứ cấp được ký hiệu số 2.

Nếu $U_1 > U_2$: Máy biến áp giảm áp

$U_1 < U_2$: Máy biến áp tăng áp

3.1.2. Phân loại máy biến áp:

Căn cứ vào công dụng ta có thể phân máy biến áp như sau:

Máy biến áp điện lực: dùng trong hệ thống truyền tải và phân phối điện năng (tăng áp tại đầu nguồn và hạ áp tại nơi tiêu thụ).

Máy biến áp công suất nhỏ: thường được sử dụng trong dân dụng và công nghiệp. Ví dụ như: máy biến áp chuyên đổi điện áp 220/110V, 380/220V, 220/24V, 220/12V,...

Máy biến áp đo lường: được sử dụng trong các hệ thống đo lường.

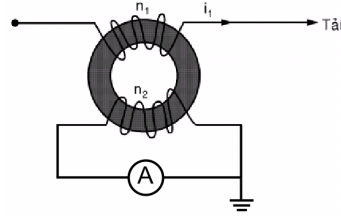
Có 2 loại biến áp đo lường :

Máy biến điện áp (BU, VT) dùng để hạ thấp điện áp cao xuống điện áp thấp thích hợp cho các đồng hồ đo lường.

Máy biến dòng điện (BI, CT): dùng để biến dòng điện có công suất lớn xuống trị số dòng điện nhỏ phù hợp với các thiết bị đo lường.



Hình 3.4: Máy biến áp đo lường VT



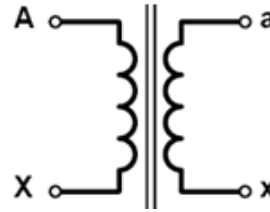
Hình 3.5: Máy biến dòng điện CT

Căn cứ vào mối quan hệ điện từ giữa sơ cấp và thứ cấp, ta có thể phân loại máy biến áp như sau:

Máy biến áp cách ly: Là loại máy biến áp mà cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp là hai cuộn dây độc lập.



(a) Máy biến áp cách ly



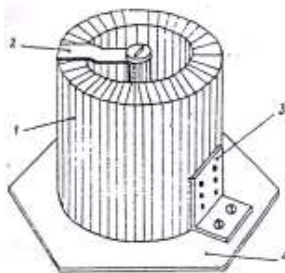
(b) Ký hiệu máy biến áp cách ly

Hình 3.6: Máy biến áp cách ly

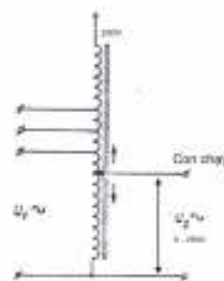
Máy biến áp tự ngẫu (tự biến thế):

Là loại máy biến áp mà cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp dùng chung một cuộn dây.

VD: Trong phòng thí nghiệm người ta dùng máy biến áp tự ngẫu hình xuyên điều chỉnh được để biến đổi điện áp 220V sang các trị số điện áp thay đổi từ 0 – 250V gọi là **VARIAC**.



(a) Máy biến áp tự ngẫu



(b) Mạch điện máy biến áp tự ngẫu (Variac)

Hình 3.7: Máy biến áp tự ngẫu

Ngoài ra còn có 1 số loại máy biến áp đặc biệt như máy biến áp hàn, lò nung, máy biến áp xung ...

3.1.3. Các thông số định mức của máy biến áp:

Điện áp định mức U_{dm} :

Điện áp sơ cấp định mức U_{1dm} là trị số điện áp hoạt động định mức của dây quấn sơ cấp máy biến áp.

Điện áp thứ cấp định mức U_{2dm} là điện áp của dây quấn thứ cấp khi máy biến áp tải định mức và điện áp đặt vào sơ cấp là định mức..

Dòng điện định mức I_{dm} :

Dòng điện sơ cấp định mức I_{1dm} , dòng điện thứ cấp định mức I_{2dm}

là dòng điện quy định cho dây quấn sơ cấp, thứ cấp ứng với công suất định mức và điện áp định mức.

Công suất định mức S_{dm} :

Là công suất biểu kiến định mức, đơn vị tính là VA hay kVA. Nếu công suất tải $S > S_{dm} \rightarrow$ trạng thái làm việc quá tải. Nếu công suất tải $S < S_{dm} \rightarrow$ trạng thái làm việc non tải

Ghi chú: Đối với máy biến áp một pha: Điện áp định mức là điện áp pha. Dòng điện định mức là dòng điện pha (bỏ qua tổn hao đồng và tổn hao sắt từ).

$$S_{dm} = U_{2dm} \cdot I_{2dm} = U_{1dm} \cdot I_{1dm} \tag{3.1}$$

Đối với máy biến áp ba pha: Điện áp định mức là điện áp dây. Dòng điện định mức là dòng điện dây.

$$S_{dm} = \sqrt{3} U_{2dm} \cdot I_{2dm} = \sqrt{3} U_{1dm} \cdot I_{1dm} \tag{3.2}$$

Các đại lượng khác: Tần số định mức f_{dm} , số pha, sơ đồ nối dây, điện áp ngắn mạch %, chế độ làm việc ...

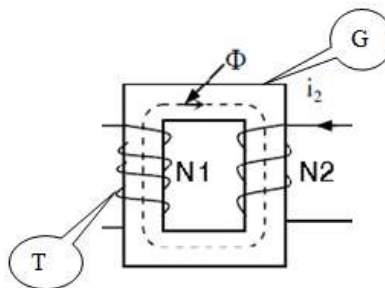
3.1.4. Cấu tạo – nguyên lý làm việc của máy biến áp

Cấu tạo: (máy biến áp cách ly)

Máy biến áp một pha đơn giản gồm:

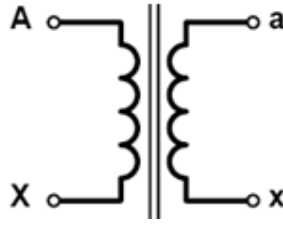
Một lõi thép được ghép bằng nhiều lá thép kỹ thuật điện, bề dày mỗi lá thép từ 0,3 -> 0,5mm. Giữa các lá thép có phủ một lớp sơn cách điện để giảm dòng điện xoáy (dòng Foucault). Các lá thép được ghép thành khối tạo thành mạch kín đoạn mạch từ có quấn dây gọi là trụ từ. Phần nối các trụ từ thành mạch kín gọi là gông từ.

Hai cuộn dây quấn quanh lõi thép, cuộn nối vào nguồn điện gọi là cuộn sơ cấp, cuộn nối với phụ tải gọi là cuộn thứ cấp.



Hình 3.8: Cấu tạo máy biến áp

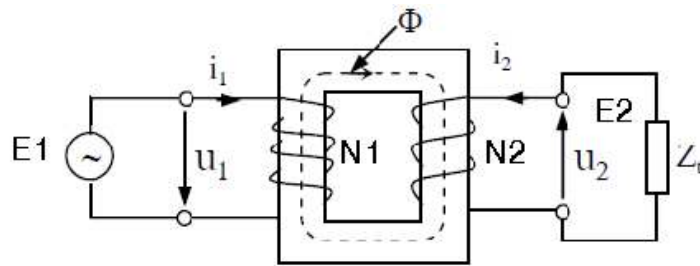
N1: Dây quấn sơ cấp, N2: Dây quấn thứ cấp, T: Trụ từ, G: Gông từ, Φ: Từ thông móc vòng



Hình 3.9: Ký hiệu máy biến áp một pha

Nguyên lý làm việc của máy biến áp:

Khi nối cuộn sơ cấp vào nguồn điện xoay chiều có điện áp U_1 , dòng điện I_1 chạy trong cuộn sơ cấp sẽ sinh ra trong lõi thép một từ trường biến thiên. Do mạch từ khép kín nên từ trường này móc vòng sang cuộn thứ cấp sinh ra 1 sức điện động xoay chiều E_2 , và đồng thời cũng sinh ra bên cuộn sơ cấp một sức điện động E_1 .



Hình 3.10: Nguyên lý làm việc của máy biến áp

E_2 : là điện áp thứ cấp khi không tải.

U_2 : là điện áp thứ cấp khi có tải.

Nếu bỏ qua tổn hao đồng trên cuộn dây thứ cấp thì $U_2 = E_2$

Tỉ số biến áp:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = k \tag{3.3}$$

U_1 : điện áp ở hai đầu cuộn sơ cấp

N_1 : số vòng dây ở hai đầu cuộn sơ cấp

U_2 : điện áp ở hai đầu cuộn thứ cấp

N_2 : số vòng dây ở hai đầu cuộn thứ cấp

k : Tỉ số biến áp

Khi $N_1 > N_2 \rightarrow U_1 > U_2 \rightarrow k > 1$: máy biến áp giảm áp.

Khi $N_2 > N_1 \rightarrow U_2 > U_1 \rightarrow k < 1$: máy biến áp tăng áp

Ví dụ 1: Hãy xác định hệ số biến áp và số vòng dây của cuộn thứ cấp N_2 , biết rằng điện áp thứ cấp $U_2=24V$, điện áp sơ cấp $U_1=220V$ và số vòng dây của cuộn sơ cấp là 880 vòng.

Lời giải:

Hệ số máy biến áp : $k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{24} = 9,17$

Số vòng dây quấn thứ cấp:

$$k = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow N_2 = \frac{N_1}{k} = \frac{880}{9,17} = 96 \text{ (vòng)}$$

Ví dụ 2: Trên nắp của máy biến áp xách tay dùng cho đèn 24V có ghi các số liệu sau đây: 100VA; 220V/24V. Hãy xác định hệ số máy biến áp, trị số dòng điện sơ cấp và thứ cấp khi tải định mức?

Lời giải:

Từ thông số nhận ta có:

$$S_{dm} = 100\text{VA}; U_{1dm} = 220\text{V}; U_{2dm} = 24\text{V}$$

Hệ số máy biến áp:

$$k = \frac{U_{1dm}}{U_{2dm}} = \frac{220}{24} = 9,16$$

Dòng điện sơ cấp khi tải định mức:

$$I_{1dm} = \frac{S_{dm}}{U_{1dm}} = \frac{100}{220} = 0,454 \text{ (A)}$$

Dòng điện thứ cấp khi tải định mức:

$$I_{2dm} = \frac{S_{dm}}{U_{2dm}} = \frac{100}{24} = 4,17 \text{ (A)}$$

3.1.5. Máy biến áp 3 pha

Cấu tạo - Nguyên lý làm việc của máy biến áp

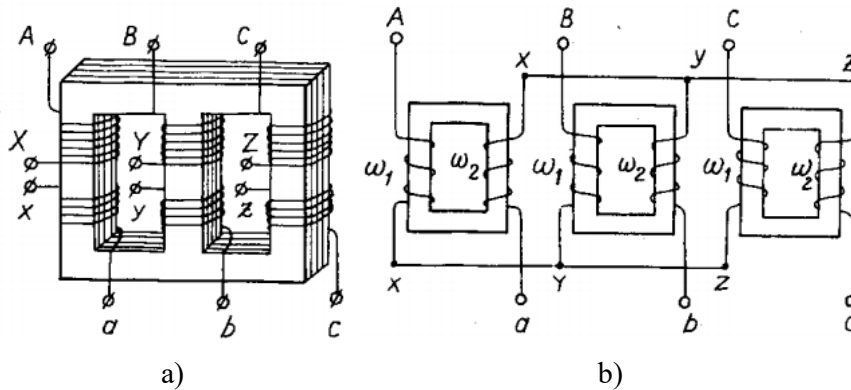
Mạch từ:

1 - Máy biến áp ba pha mạch từ riêng: gồm ba máy biến áp một pha thông số giống nhau (Điện áp, tần số, thứ tự pha, % điện áp ngắn mạch).

2 - Máy biến áp ba pha mạch từ chung: Dây quấn ba pha được bố trí trên cùng lõi thép 3 trụ.

Dây quấn sơ cấp của máy biến áp ba pha được ký hiệu lần lượt là AX, BY, CZ.

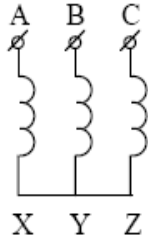
Dây quấn thứ cấp của máy biến áp ba pha được ký hiệu lần lượt là ax, by, cz.



Hình 3.11: a) Máy biến áp ba pha mạch từ chung; b) Tổ máy biến áp 3 pha mạch từ riêng

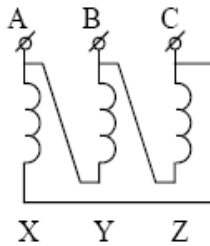
❖ Kiểu đấu dây quấn ở sơ cấp và thứ cấp.

- Kiểu đấu Y: Đấu ba điểm cuối lại với nhau



Hình 3.12: Đấu Y dây quấn sơ cấp

- Kiểu đấu Δ : Điểm đầu pha này nối với điểm cuối của pha kia.



Hình 3.13: Đấu Δ dây quấn sơ cấp

Có bốn kiểu đấu dây cơ bản:

- Sơ cấp đấu tam giác, thứ cấp đấu tam giác (Δ/Δ), sử dụng cho điện áp trung thế như trong các nhà máy sản xuất vật liệu xây dựng, cán thép, luyện kim,...
- Sơ cấp đấu tam giác, thứ cấp đấu sao (Δ/Y), sử dụng phổ biến trong công nghiệp và thương mại.
- Sơ cấp đấu sao, thứ cấp đấu tam giác (Y/Δ), sử dụng cho giảm áp.
- Sơ cấp đấu sao, thứ cấp đấu sao (Y/Y), rất ít được sử dụng vì vấn đề điều hoà và cân bằng.

Nguyên lý làm việc của máy biến áp 3 pha

Giống như máy biến áp một pha.

Hệ số biến áp của máy biến áp ba pha là tỉ số giữa điện áp dây sơ cấp và thứ cấp.

$$k_d = \frac{U_{d1}}{U_{d2}} \quad (3.4)$$

Trong đó: U_{d1} là điện áp dây phía sơ cấp, U_{d2} là điện áp dây phía thứ cấp

3.1.6. Máy biến áp đặc biệt

Máy biến áp tự ngẫu (tự biến áp – biến áp tự động – auto transformer): là loại máy biến áp mà cuộn sơ cấp và thứ cấp có cuộn dây dùng chung.

* **Đặc điểm của máy biến áp tự ngẫu:**

Ưu điểm:

Tiết kiệm được vật liệu, giảm nhỏ được kích thước và trọng lượng, giá thành rẻ hơn so với máy biến áp thông thường.

Khuyết điểm:

Có mối liên hệ trực tiếp về điện giữa mạch sơ cấp kèm an toàn cho người sử dụng (có thể bị điện giật)

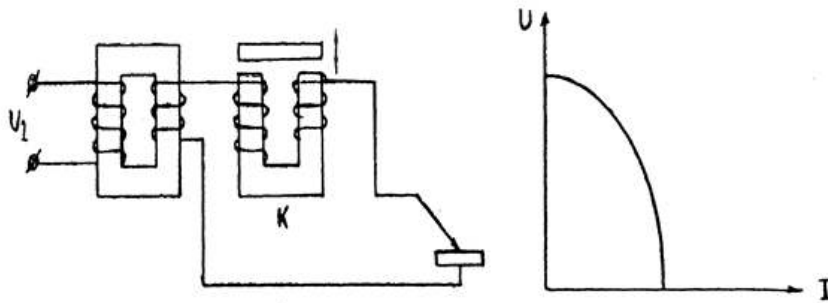
Máy biến áp tự ngẫu sử dụng trong phòng thí nghiệm có thể thay đổi trị số U_2 bằng cách thay đổi con trượt để điều chỉnh số vòng dây làm thay đổi điện áp.

Sử dụng: Dùng để khởi động động cơ không đồng bộ 3 pha, dùng trong phòng thí nghiệm

Máy biến áp hàn:

Máy biến áp hàn là loại máy biến áp đặc biệt dùng để hàn bằng phương pháp hồ quang điện. Người ta chế tạo máy biến áp hàn có điện kháng rất lớn và thêm cuộn điện kháng ngoài để cho dòng điện hàn không vượt quá 2 đến 3 lần dòng điện định mức. Vì vậy, đường đặc tính ngoài của máy biến áp hàn như hình 3.14.

Cuộn dây sơ cấp được nối với nguồn điện, cuộn thứ cấp một đầu được nối với cuộn điện kháng và que hàn, đầu kia nối với kim loại hàn.



Hình 3.14: Sơ đồ nguyên lý và đặc tuyến của biến áp hàn

Nguyên lý hoạt động:

- Máy biến áp hàn hoạt động ở chế độ ngắn mạch ngắn hạn. Khi dí que hàn có dòng điện lớn chạy qua chỗ tiếp xúc. Khi nhấc que hàn cách tấm kim loại một khoảng nhỏ. vì cường độ điện trường lớn làm ion hóa chất khí, sinh ra hồ quang điện tỏa nhiệt lớn làm nóng chảy que hàn.
- Vì vậy đường đặc tính ngoài của biến áp hàn rất dốc phù hợp với yêu cầu hàn điện là duy trì được hồ quang cháy liên tục và ổn định.
- Muốn có đủ tia lửa hàn, máy biến áp hàn cần duy trì điện áp thứ cấp lúc không tải từ 60V đến 70V
- Càng giảm khe hở của cuộn điện kháng đi, tổng trở mạch thứ cấp tăng, dòng điện hàn giảm và ngược lại.
- Khe hở không khí của lõi thép. Chế độ định mức của máy biến áp hàn thường 60-65V.

Máy biến áp xung:



Hình 3.15: Biến áp xung

Biến áp xung: là biến áp hoạt động ở tần số cao khoảng vài chục KHz như biến áp trong các bộ nguồn xung, biến áp cao áp. Lõi biến áp xung làm bằng ferit, do hoạt động ở tần số cao nên biến áp xung cho công suất rất lớn, so với biến áp nguồn thông thường có cùng trọng lượng thì biến áp xung có thể cho công suất lớn hơn gấp hàng chục lần.

Biến áp xung biến đổi điện áp xung hay cường độ xung. Số vòng dây của biến áp xung thường ít. Lõi của biến áp xung là ferit hay hợp kim pemeloïd trong khi lõi của biến áp thường là thép silic. Biến áp xung cộng các tín hiệu xung, biến đổi cực tính của các xung và lọc bỏ thành phần một chiều của dòng điện. Biến áp xung làm tăng biên độ điện áp hoặc dòng mà vẫn duy trì được dạng xung ban đầu, không bị méo. Độ dài xung (ở các máy điều khiển tự động) vào khoảng $0.1 \mu s$, ngắn hơn chu kỳ của điện lưới hàng triệu lần, nghĩa là tần số lớn gấp hàng triệu lần, đến MHz.

Ứng dụng của biến áp xung: Sử dụng cho Nguồn Switching được tạo bởi xung PWM bất đối xứng (sử dụng IC 3842, 3845...) thì sẽ chỉ đạt bằng 70-80% so với nếu sử dụng cho Nguồn Switching được tạo bởi Xung PWM đối xứng (sử dụng IC TL494).

3.2. Máy điện không đồng bộ

3.2.1. Khái niệm

Máy điện không đồng bộ là máy điện xoay chiều, làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ, có tốc độ của rotor n khác với tốc độ từ trường quay n_1 . Máy điện không đồng bộ có thể làm việc ở hai chế độ động cơ hoặc máy phát. Do đó máy điện không đồng bộ có tính thuận nghịch.

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 (động cơ kéo băng tải, động cơ trong các máy nâng vận chuyển, động cơ trộn sản phẩm...) và trong sinh hoạt (quạt, bơm nước, máy giặt...) vì chế tạo đơn giản, giá thành rẻ, độ tin cậy cao, vận hành đơn giản, hiệu suất cao. 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. Dải 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.



Hình 3.16: Máy điện không đồng bộ ba pha

Tốc độ của động cơ không đồng bộ nhỏ hơn tốc độ của từ trường quay

Ví dụ: Động cơ không đồng bộ 3 pha có thông số: 4 cực, 50Hz thì tốc độ từ trường là $n_1 = 1500$ vòng/phút, tốc độ quay định mức của rotor khoảng là $n = 1450$ vòng/phút.

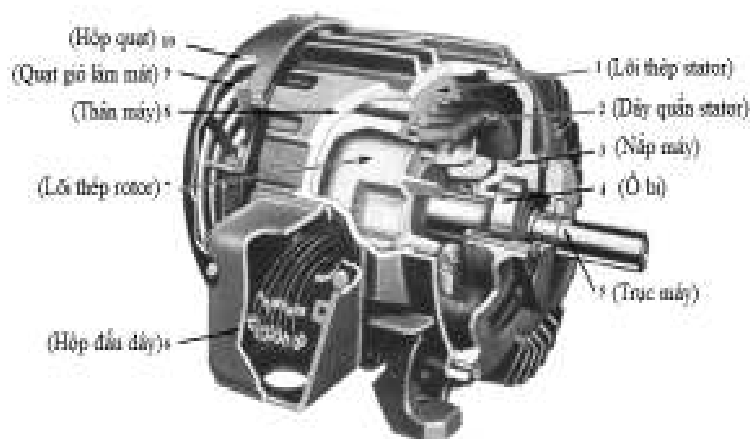
3.2.2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của động cơ không đồng bộ ba pha

3.2.2.1. Cấu tạo động cơ không đồng bộ ba pha

Cấu tạo của động cơ không đồng bộ gồm hai bộ phận chính là stator (phần tĩnh, phần đứng yên) và rotor (phần động, phần quay). Ngoài 2 bộ phận chính, còn có vỏ máy, nắp máy và trục máy.



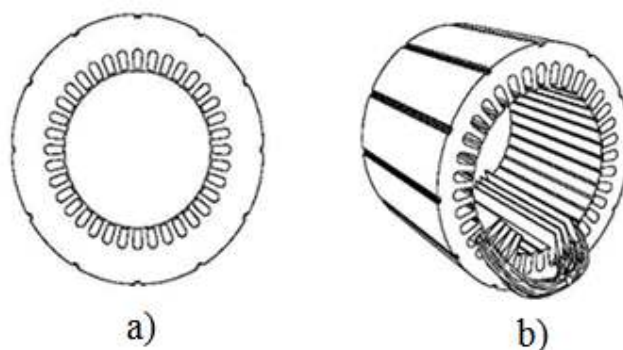
Hình 3.17: Cấu tạo của động cơ không đồng bộ ba pha



Hình 3.18: Cấu tạo của động cơ không đồng bộ ba pha

Stator (Phần tĩnh): stator gồm hai bộ phận chính là lõi thép và dây quấn.

Lõi thép stator: Lõi thép stator có dạng hình trụ, làm bằng các lá thép kỹ thuật điện (mỗi lá dày 0,35mm đến 0,5mm) được dập rãnh bên trong rồi ghép lại với nhau tạo thành các rãnh theo hướng trục. Lõi thép được ép vào trong vỏ máy.



Hình 3.19: Lá thép và lõi thép stator
a) Lá thép kỹ thuật. b) Lõi thép stator

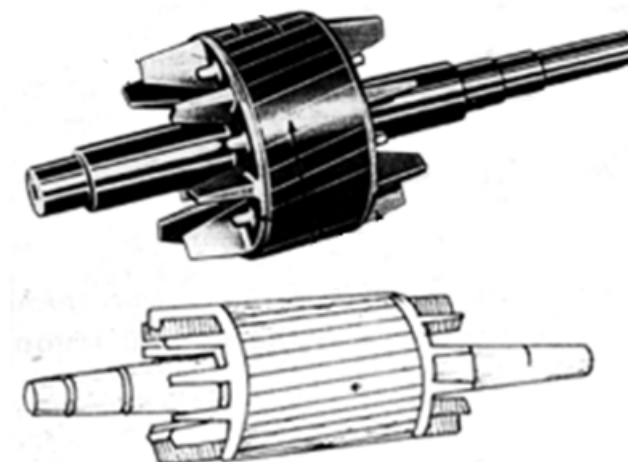
Dây quấn stator: Dây quấn stator thường được làm bằng dây đồng có bọc cách điện và đặt trong các rãnh của lõi thép.



Hình 3.20: Dây quấn stator

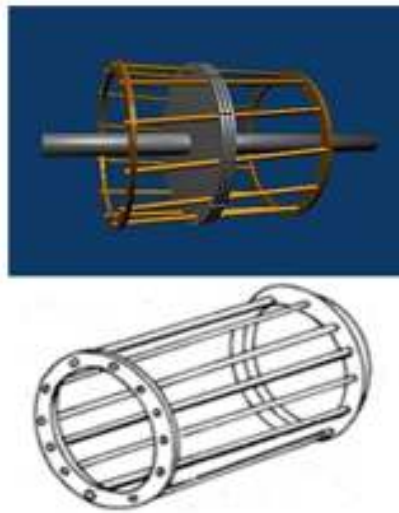
Rotor (phần quay): Rotor là phần quay được chia thành 2 loại: rotor lồng sóc (rotor ngắn mạch) và rotor dây quấn.

Rotor lồng sóc (rotor ngắn mạch): Kết cấu của rotor lồng sóc của động cơ công suất nhỏ và công suất lớn là khác nhau. 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.



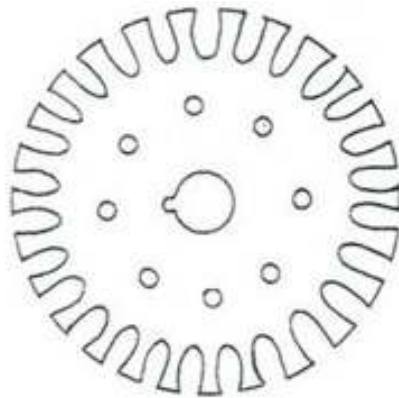
Hình 3.21: Rotor lồng sóc công suất nhỏ

Với 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.



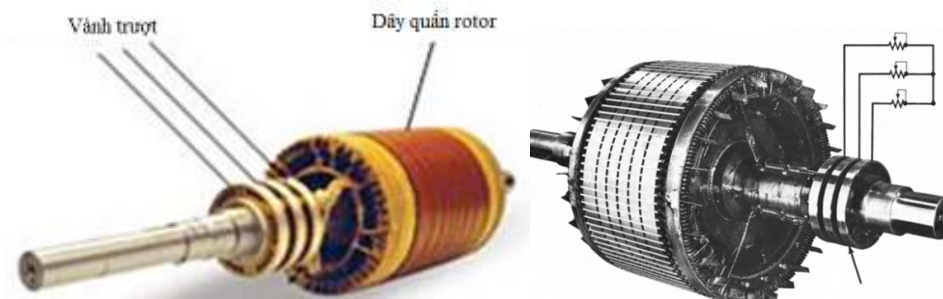
Hình 3.22: Rotor lồng sóc công suất lớn

Rotor dây quấn: gồm các lá thép kỹ thuật điện (mặt ngoài dập rãnh để đặt dây quấn) được ghép lại với nhau, ở giữa có dập lỗ để lắp trục.

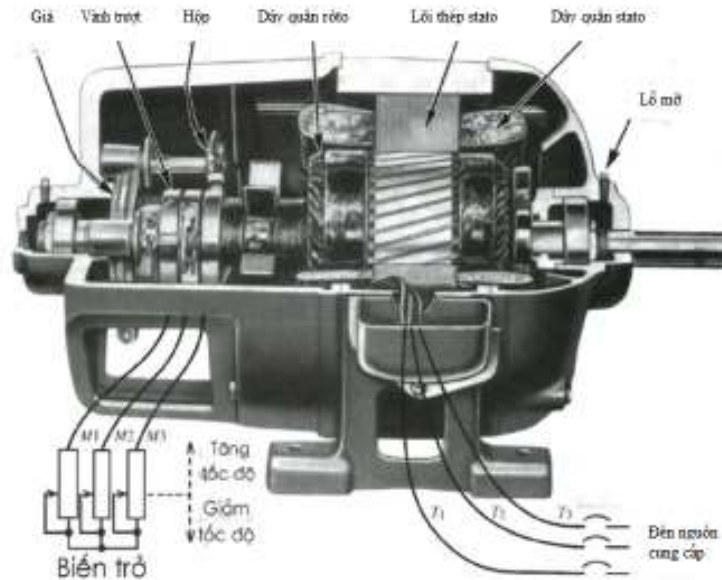


Hình 3.23: Lá thép rotor

Dây quấn rotor thường nối hình sao (Y), 3 đầu nối ra ngoài với 3 vòng tiếp xúc bằng đồng được đặt cố định trên trục và được cách điện với trục. Ba chổi than tỳ sát lên 3 vòng tiếp xúc để nối với biến trở, dùng để mở máy hoặc để điều chỉnh tốc độ.

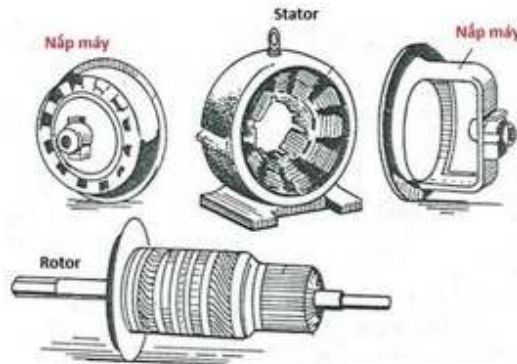


Hình 3.24: Rotor dây quấn



Hình 3.25: Cấu tạo máy điện không đồng bộ rotor dây quấn

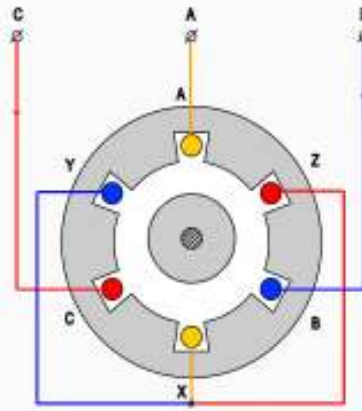
Nắp máy, vỏ máy, trục máy: vỏ máy làm bằng nhôm hoặc bằng gang, dùng để giữ chặt lõi thép và cố định máy trên bệ.



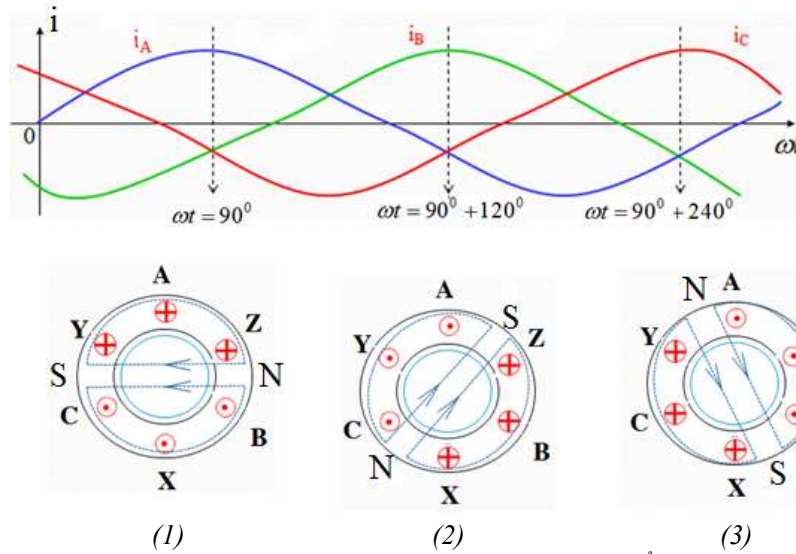
Hình 3.26: Nắp máy, vỏ máy và trục máy

3.2.2.2. Nguyên lý hoạt động của động cơ không đồng bộ ba pha

Cấp nguồn điện xoay chiều ba pha tần số f vào dây quấn stator, trong dây quấn stator sẽ có dòng điện, dòng điện chạy trong dây quấn stator sẽ tạo ra từ trường quay. Từ trường quay quét qua các thanh dẫn của dây quấn rotor, cảm ứng trên dây quấn rotor các sức điện động. Vì dây quấn rotor nối ngắn mạch, nên sức điện động cảm ứng sẽ sinh ra dòng điện trong các thanh dẫn rotor. Lực tác dụng tương hỗ giữa từ trường quay do dây quấn phía stator sinh ra với dòng điện cảm ứng ở rotor kéo rotor quay cùng chiều từ trường quay.



Hình 3.27: Cấp nguồn xoay chiều ba pha vào động cơ không đồng bộ ba pha



Hình 3.28: Từ trường quay ở ba thời điểm

Gọi n (vòng/phút) là tốc độ rotor, n_1 (vòng/phút) là tốc độ từ trường quay.

$$n_1 = \frac{60f}{p} \text{ (vòng/phút)} \quad (3.5)$$

Trong đó: p là số đôi cực, f là tần số

Tốc độ n của động cơ nhỏ hơn tốc độ từ trường quay n_1

Độ chênh lệch giữa tốc độ từ trường quay và tốc độ động cơ gọi là tốc độ trượt n_2 :

$$n_2 = n_1 - n \quad (3.6)$$

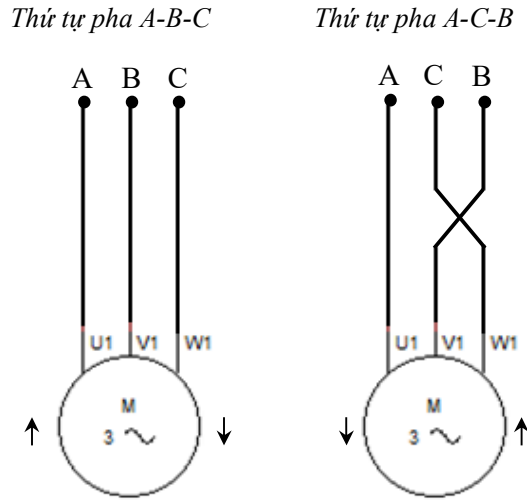
Hệ số trượt s của động cơ:

$$s = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_1 - n}{n_1} \quad (3.7)$$

Khi rotor đứng yên ($n = 0$), hệ số trượt $s = 1$; khi rotor quay định mức $s = 0,02 \div 0,06$. Tốc độ động cơ là:

$$n = n_1(1-s) = \frac{60f}{p}(1-s) \text{ (vòng/phút)} \quad (3.8)$$

Muốn đổi chiều quay của động cơ thì ta phải đảo chiều quay của từ trường bằng cách đổi thứ tự hai trong ba pha của nguồn cấp cho động cơ.



Hình 3.29: Đảo chiều quay động cơ không đồng bộ ba pha
a) Từ trường quay thuận. b) Từ trường quay ngược

Ví dụ 3.1: Cho động cơ điện không đồng bộ ba pha rotor lồng sóc có thông số: 4 cực, $f = 50\text{Hz}$.

- Xác định số đôi cực p
- Tính tốc độ từ trường quay n_1 khi động cơ được cấp nguồn có tần số 50 Hz.
- Tính tốc độ trượt n_2 khi động cơ quay với tốc độ 1480 vòng/phút.
- Tính hệ số trượt định mức s_{dm} khi tốc độ định mức của động cơ là 1450 vòng/phút.

Giải:

- Số đôi cực: $p = \frac{\text{sè cực}}{2} = \frac{4}{2} = 2$
- Tốc độ từ trường quay: $n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{2} = 1500$ (vòng/phút).
- Tốc độ trượt: $n_2 = n_1 - n = 1500 - 1480 = 20$ (vòng/phút).
- Hệ số trượt định mức: $s_{dm} = \frac{n_1 - n_{dm}}{n_1} = \frac{1500 - 1450}{1500} = 0,03$

3.2.3. Mở máy động cơ không đồng bộ ba pha

Quá trình mở máy tính từ lúc tốc độ bằng 0 đến lúc tốc độ đạt định mức. Động cơ không đồng bộ ba pha có nhược điểm là dòng điện mở máy lớn (gấp 4 đến 7 lần dòng định mức). Dòng điện mở máy lớn sẽ gây sụt áp trên lưới điện, ảnh hưởng tới thiết bị khác làm việc trong cùng lưới điện. Do đó cần có phương pháp mở máy để giảm dòng mở máy.

3.2.3.1. Mở máy trực tiếp

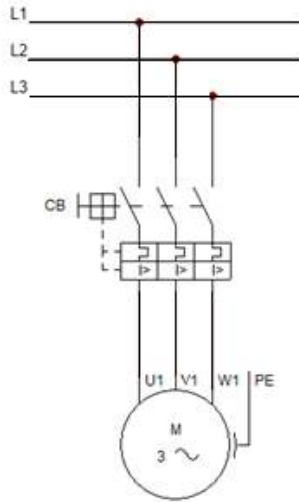
Phương pháp mở máy này thường dùng cho các động cơ có công suất nhỏ.

Phương pháp: cấp nguồn trực tiếp cho động cơ theo thông số định mức.

Ưu điểm:

- + Thiết bị khởi động đơn giản.
- + Mômen khởi động M_k lớn.
- + Thời gian khởi động t_k nhỏ.

Khuyết điểm: Dòng điện khởi động I_k lớn có thể gây ra hiện tượng sụt áp cục bộ làm ảnh hưởng đến các phụ tải khác.

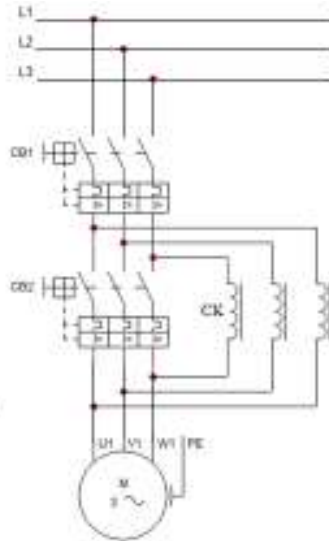


Hình 3.30: Phương pháp mở máy trực tiếp

3.2.3. 2. Hạ điện áp mở máy

Phương pháp 1: Dùng cuộn kháng nối với mạch điện stator

Khi khởi động: CB2 mở, CB1 đóng để nối dây quấn stator vào lưới điện thông qua cuộn kháng CK.



Hình 3.31: Mở máy bằng cuộn kháng

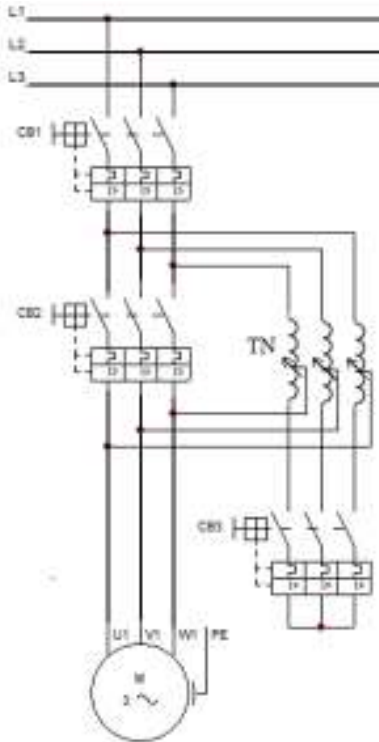
Khi động cơ quay ổn định, đóng CB2 để ngắn mạch cuộn kháng, khi đó dây quấn stator được nối trực tiếp vào lưới điện.

Gọi k là tỷ số của điện áp đặt vào động cơ khi không có cuộn kháng với điện áp đặt vào động cơ khi có cuộn kháng. Vậy khi dùng cuộn kháng để mở máy thì điện áp giảm k lần, dòng điện giảm k lần, mô men giảm k^2 lần.

Phương pháp 2: Dùng máy biến áp tự ngẫu

Trước khi khởi động: CB2 mở, CB3 đóng, thay đổi vị trí con trượt trên máy biến áp tự ngẫu TN để điện áp đưa vào động cơ khoảng $(0,6-0,8)U_{dm}$ của động cơ.

Khi khởi động: Đóng CB1 để nối nối dây quấn stator vào lưới điện thông qua máy biến áp tự ngẫu.



Hình 3.32: Mở máy bằng máy biến áp tự ngẫu

Khi động cơ quay ổn định: mở CB3, đóng CB2 để nối trực tiếp dây quấn stator vào lưới điện.

Gọi k_T là tỷ số biến áp của máy biến áp tự ngẫu ($k_T > 1$). Vậy khi dùng máy biến áp tự ngẫu để mở máy thì điện áp đặt vào động cơ giảm đi k_T lần, dòng điện giảm k_T^2 lần, mô men khởi động của động cơ bị giảm đi k_T^2 lần.

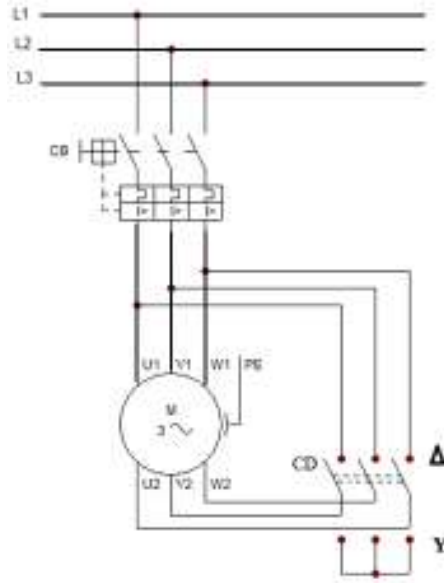
Phương pháp 3: Dùng phương pháp đổi nối sao (Y) sang tam giác (Δ)

Phương pháp này chỉ áp dụng với động cơ khi làm việc bình thường dây quấn stator nối tam giác.

Trước khi khởi động: chuyển cầu dao đảo CD về vị trí nối hình sao (Y).

Khi khởi động: Đóng CB để nối dây quấn stator vào nguồn điện.

Khi động cơ quay ổn định, ta chuyển cầu dao đảo CD sang vị trí nối hình tam giác (Δ).



Hình 3.33: Khởi động bằng cách đổi nối Y → Δ

Vậy khi dùng phương pháp đổi nối sao- tam giác thì điện áp đặt vào động cơ giảm $\sqrt{3}$ lần, dòng điện giảm 3 lần, mô men khởi động giảm 3 lần so với khởi động trực tiếp.

Ví dụ 3.2: Cho động cơ điện không đồng bộ ba pha rotor lồng sóc có thông số: $P_{dm} = 10 \text{ kW}$, $f_{dm} = 50\text{Hz}$, $\cos \varphi_{dm} = 0,8$, $\eta_{dm} = 0,9$, $n_{dm} = 2850$ vòng/phút, $2p = 2$, Δ/Y-380V/660V, động cơ

được cấp nguồn có điện áp dây 380V, $\frac{I_{mm}}{I_{dm}} = 5$; $\frac{M_{mm}}{M_{dm}} = 1,5$

- Tính dòng điện định mức của động cơ.
- Tính mômen định mức của động cơ.
- Tính hệ số trượt định mức.
- Mở máy bằng phương pháp biến áp tự ngẫu với $K_T = \sqrt{2}$. Tính mômen mở máy khi dùng máy biến áp tự ngẫu.
- Tính mô men mở máy khi dùng phương pháp đổi nối sao-tam giác.

Giải

- Dòng điện định mức của động cơ:

$$I_{dm} = \frac{P_{dm}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos \varphi_{dm} \cdot \eta_{dm}} = \frac{10.1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8 \cdot 0,9} \approx 21,1(\text{A})$$

- Mômen định mức của động cơ:

$$M_{dm} = 9,55 \frac{P_{dm}}{n_{dm}} = 9,55 \frac{10.1000}{2850} = 33,5(\text{Nm})$$

- Hệ số trượt định mức của động cơ:

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{1} = 3000(\text{vòng / phút})$$

$$s_{dm} = \frac{n_1 - n_{dm}}{n_1} = \frac{3000 - 2850}{3000} = 0,05$$

- Mômen mở máy khi dùng máy biến áp tự ngẫu:

$$M_{mmBA} = \frac{M_{mm}}{K_T^2} = \frac{1,5.M_{mm}}{(\sqrt{2})^2} = \frac{1,5.33,5}{2} = 25,1(N.m)$$

e) Mômen mở máy khi dùng phương pháp sao-tam giác:

$$M_{mmY/\Delta} = \frac{M_{mm}}{3} = \frac{1,5.M_{mm}}{3} = \frac{1,5.33,5}{3} = 16,75(N.m)$$

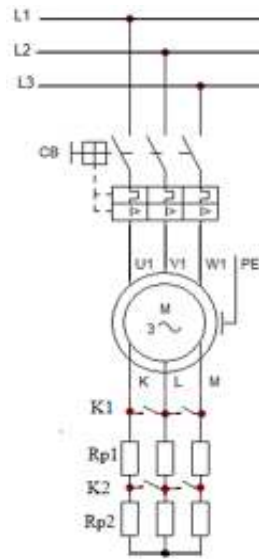
3.2.3. 3. Mở máy bằng cách thêm điện trở phụ vào rotor động cơ rotor dây quấn

Phương pháp này chỉ dùng cho những động cơ rotor dây quấn vì đặc điểm của loại động cơ này là có thể thêm điện trở phụ vào mạch rotor.

Khi khởi động: CB đóng, các Contactor K₁, K₂ mở thì điện trở R_{p1} và R_{p2} được nối vào dây quấn rotor.

Sau một thời gian định trước: Contactor K₁ đóng để loại điện trở R_{p1} ra khỏi dây quấn rotor.

Sau một thời gian tiếp theo: Contactor K₂ đóng để loại điện trở R_{p2} ra khỏi dây quấn rotor.



Hình 3.34: Khởi động bằng cách thêm điện trở phụ

Phương pháp này có ưu điểm là giảm dòng mở máy I_{mm} nhưng tăng mômen mở máy M_{mm}.

3.2.4. Điều chỉnh động cơ không đồng bộ ba pha

Tốc độ quay của động cơ không đồng bộ được xác định bằng biểu thức :

$$n = n_1(1-s) = \frac{60f}{p}(1-s) \quad (\text{vòng/phút}) \quad (3.9)$$

Vậy muốn thay đổi tốc độ động cơ không đồng bộ ta điều chỉnh 1 trong 3 yếu tố : s, f, p.

- Để thay đổi thông số s thì ta thay đổi điện áp đặt vào dây quấn stator.
- Để thay đổi thông số f thì ta dùng biến tần.
- Để thay đổi thông số p thì ta thay đổi cách đấu dây của dây quấn stator.

3.2.5. Động cơ không đồng bộ một pha

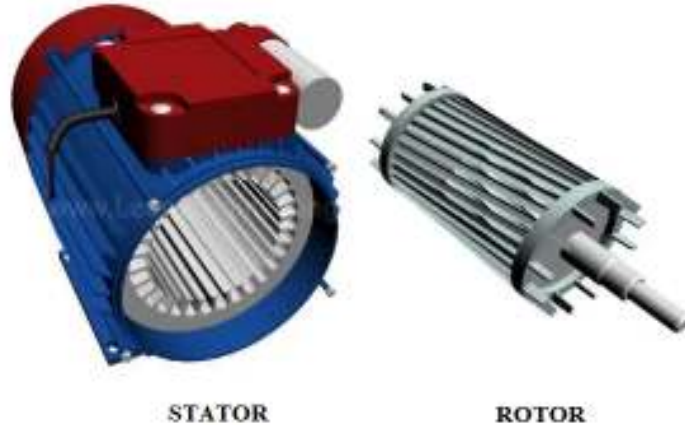
Động cơ điện không đồng bộ một pha được sử dụng rất rộng rãi trong dân dụng và công nghiệp như máy giặt, tủ lạnh, máy bơm nước, máy hút bụi, quạt, dụng cụ cầm tay...

So với động cơ không đồng bộ ba pha cùng kích thước thì công suất của động cơ không đồng bộ một pha chỉ bằng 40 – 50%.

Động cơ không đồng bộ một pha thường có công suất từ vài oát đến vài trăm oát ở cấp điện áp 110V hoặc 220V.

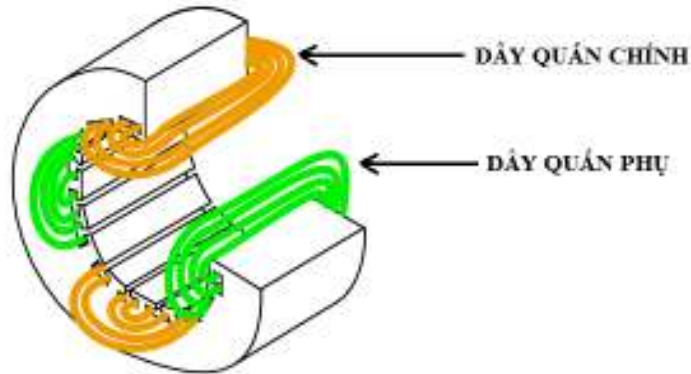
3.2.5.1. Cấu tạo của động cơ không đồng bộ một pha

Cấu tạo của động cơ không đồng bộ một pha tương tự như động cơ không đồng bộ ba pha, gồm có 2 phần chính là stator (phần đứng yên) và rotor (phần quay).



Hình 3.35: Cấu tạo của động cơ không đồng bộ một pha

Stator (phần đứng yên): Giống động cơ không đồng bộ ba pha, nhưng đặt trên đó hai dây quấn: dây quấn chính và dây quấn phụ. Hai dây quấn này đặt lệch nhau 90^0 điện và dòng điện chạy qua hai dây quấn lệch nhau về thời gian 90^0 hoặc gần 90^0 độ để tạo từ trường quay.

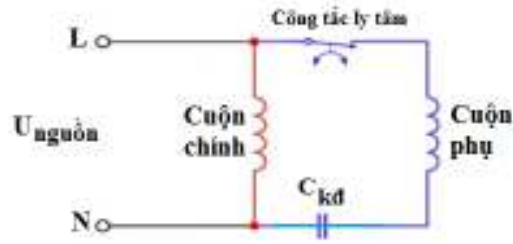


Hình 3.36: Bố trí dây quấn stator của động cơ không đồng bộ một pha

Dây quấn chính (dây quấn làm việc): nối với nguồn điện trong suốt quá trình làm việc của động cơ.

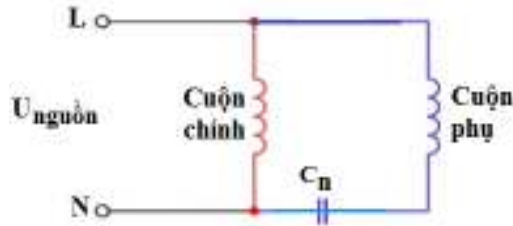
Dây quấn phụ (dây quấn mở máy) gồm 2 kiểu:

Kiểu 1: khi tốc độ đạt đến 75 – 80% tốc độ định mức thì bộ ngắt điện kiểu ly tâm sẽ ngắt dây quấn phụ ra khỏi nguồn điện.



Hình 3.37: Dây quấn phụ được ngắt ra khỏi nguồn điện nhờ công tắc ly tâm

Kiểu 2: dây quấn phụ được nối với nguồn điện trong suốt quá trình làm việc của động cơ.



Hình 3.38: Dây quấn phụ được nối với nguồn điện trong suốt quá trình làm việc của động cơ

Rotor: Rotor của động cơ không đồng bộ một pha là rotor lồng sóc tương tự như động cơ không đồng bộ ba pha.



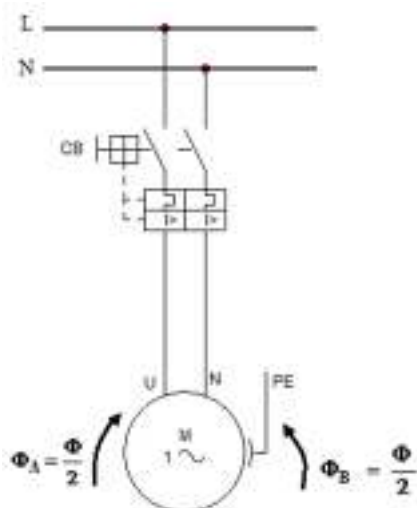
Hình 3.39: Rotor của động cơ không đồng bộ một pha

3.2.5.2. Nguyên lý hoạt động

Cấp nguồn điện xoay chiều một pha vào dây quấn chính thì trong dây quấn chính có dòng điện xoay chiều hình sin chạy qua. Dòng điện này tạo ra một từ trường có phương không đổi nhưng độ lớn thay đổi theo thời gian, gọi là từ trường đập mạch Φ . Từ trường Φ quét qua các thanh dẫn của dây quấn rotor, cảm ứng trên dây quấn rotor các sức điện động. Vì dây quấn rotor nối ngắn mạch, nên sức điện động cảm ứng sẽ sinh ra dòng điện trong các thanh dẫn rotor. Từ trường đập mạch này được phân tích thành hai từ trường quay ngược chiều nhau, có tốc độ bằng nhau và có biên độ bằng một nửa từ trường đập mạch.

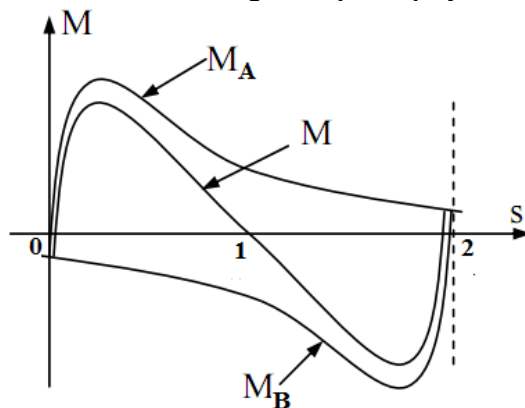
Gọi $\Phi_A = \frac{\Phi}{2}$ là từ trường quay thuận, tác dụng của từ trường quay thuận với dòng điện rotor tạo mô men quay thuận M_A .

Gọi $\Phi_B = \frac{\Phi}{2}$ là từ trường quay nghịch, tác dụng của từ trường quay ngược với dòng điện rotor tạo mô men quay ngược M_B .



Hình 3.40: Hai thành phần từ trường của động cơ không đồng bộ một pha

Khi rotor đứng yên thì hai mô men đó bằng nhau và ngược chiều nhau nên tổng mô men quay bằng không. Vì vậy khi cấp nguồn cho động cơ thì động cơ không thể tự quay được, khi đó nếu ta dùng tay quay rotor với tốc độ n thì động cơ tiếp tục quay.



Hình 3.41: Đường đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ một pha

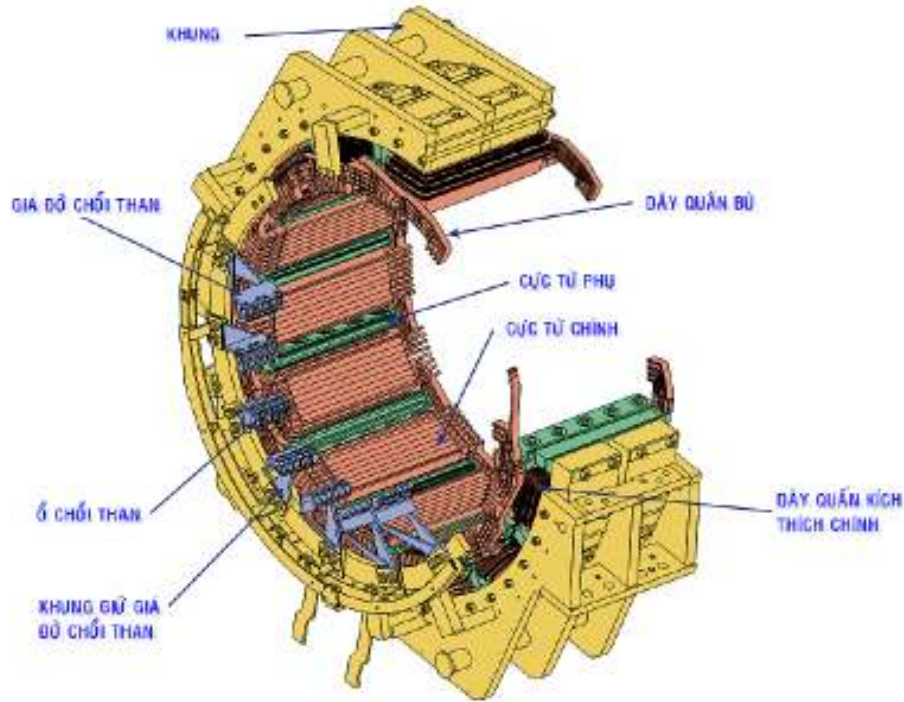
Vì vậy để rotor động cơ không đồng bộ một pha quay khi động cơ được cấp nguồn, ta phải có các biện pháp mở máy như dùng cuộn dây phụ, dùng tụ điện mở máy, tụ điện thường trực.

3.3. Máy điện một chiều

3.3.1. Cấu tạo máy điện một chiều

Cấu tạo máy điện một chiều gồm hai phần chính là phần tĩnh và phần quay

Phần tĩnh hay stator: đây là phần đứng yên của máy. Phần tĩnh gồm các bộ phận chính sau:



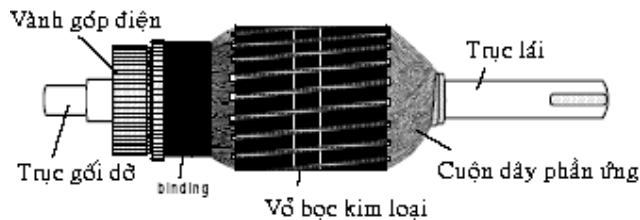
Hình 3.42: Cấu tạo stator

Cực từ chính: Là bộ phận sinh ra từ trường gồm có lõi sắt cực từ và dây quấn kích từ. Lõi sắt cực từ làm bằng những lá thép kỹ thuật điện hay thép cacbon ép lại và tán chặt. Trong các máy điện nhỏ có thể dùng thép khối. Cực từ được gắn chặt vào vỏ máy bằng các bulông. Dây quấn kích từ được quấn bằng dây điện từ và mỗi cuộn dây đều được bọc cách điện trước khi đặt trên các cực từ.

Cực từ phụ: Được đặt giữa các cực từ chính và dùng để cải thiện việc đổi chiều. Lõi thép cực từ phụ thường làm bằng thép khối và trên thân cực từ phụ có đặt các dây quấn giống như dây quấn cực từ chính. Cực từ phụ được gắn vào vỏ máy bằng các bu lông.

Gông từ: Dùng để làm mạch từ nối liền các cực từ, đồng thời làm vỏ máy. Trong các máy điện vừa và nhỏ thường dùng thép tấm dày uốn và hàn lại. Trong máy điện lớn dùng thép đúc.

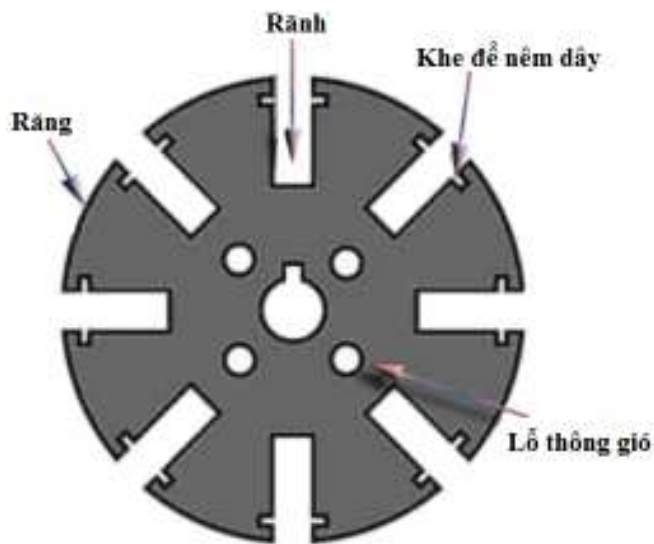
Phần quay hay Rotor:



Hình 3.43: Cấu tạo rotor

Phần quay gồm những bộ phận chính sau:

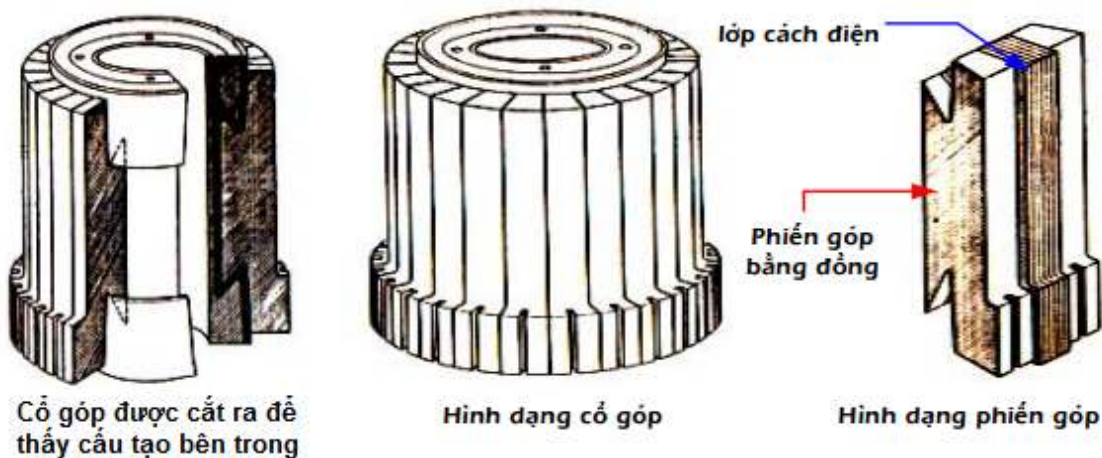
Lõi sắt phản ứng: Lõi sắt phản ứng dùng để dẫn từ. Thường dùng những tấm thép kỹ thuật điện (thép hợp kim silic) dày 0.5mm phủ cách điện mỏng ở 2 mặt rồi ép chặt lại để giảm dòng điện xoáy gây nên. Trên lá thép có dập rãnh để sau khi ép lại thì đặt dây quấn vào đó.



Hình 3.44: Lá thép rotor

Dây quấn phản ứng: Dây quấn phản ứng sinh ra sức điện động và có dòng điện chạy qua. Dây quấn phản ứng thường làm bằng dây đồng có cách điện. Dây quấn được cách điện cẩn thận với lõi thép. Để tránh khi quay dây bị văng ra do lực ly tâm, ở miệng rãnh có dùng nệm để chèn chặt hoặc phải đai dây quấn (nệm có thể bằng tre, gỗ, nhựa cứng...).

Cổ góp (vành góp hay vành đổi chiều): Dùng để đổi chiều dòng điện xoay chiều thành một chiều. Cổ góp gồm có nhiều phiến góp đồng có đuôi nhọn, cách điện nhau bằng lớp mica và hợp thành hình trụ tròn, hai đầu trụ tròn dùng 2 vành ốp hình chữ V ép chặt lại. Giữa vành ốp và trụ tròn cách điện bằng mica.



Hình 3.45: Cấu tạo cổ góp

3.3.2. Các đại lượng định mức của máy điện một chiều

- Công suất định mức P_{dm} (kW hay W). Đối với máy phát điện đó là công suất đưa ra ở đầu cực máy phát, còn đối với động cơ đó là công suất trên đầu trục động cơ
- Điện áp định mức U_{dm} (V)
- Dòng điện định mức I_{dm} (A)
- Tốc độ định mức n_{dm} (vòng/phút).
- Ngoài ra còn ghi kiểu máy, phương pháp kích từ, dòng điện kích từ....

3.3.3. Phân loại máy điện một chiều theo phương pháp kích từ

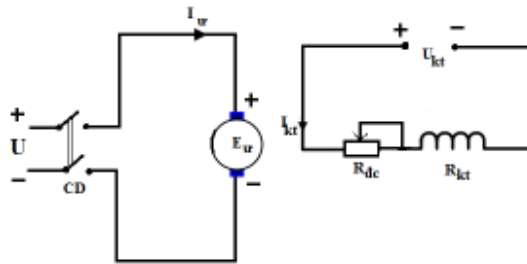
Ta xem máy điện một chiều gồm hai phần : mạch phần ứng và mạch kích từ. Tùy theo cách nối giữa mạch kích từ và mạch phần ứng người ta chia máy điện một chiều như sau:

- Máy điện một chiều kích từ độc lập
- Máy điện một chiều tự kích từ: gồm kích từ song song, kích từ nối tiếp và kích từ hỗn hợp.

Máy phát điện có thể tự cung cấp dòng điện kích từ gọi là máy phát điện một chiều tự kích từ .

Máy điện một chiều kích từ độc lập

Dây quấn kích từ được nối với nguồn điện một chiều riêng biệt U_{kt} không có liên quan tới mạch phần ứng. Từ thông của máy không phụ thuộc vào phụ tải .



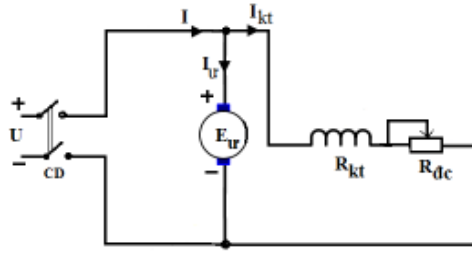
Hình 3.46: Động cơ một chiều kích từ độc lập

Máy điện một chiều kích từ song song (shunt) :

Mạch kích từ được mắc song song với mạch phần ứng. Điện áp trên mạch kích từ bằng điện áp trên cực: $U_{KT} = U$

Đại bộ phận dòng điện phần ứng I_u cung cấp cho phụ tải, còn một phần nhỏ được đưa vào mạch kích từ để tạo nên từ trường của máy: $I_u = I + I_{KT}$

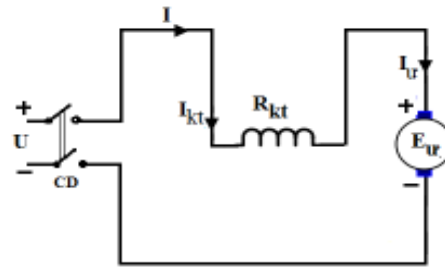
Từ thông chính của máy không phụ thuộc vào tình trạng phụ tải do đó điện áp của máy tương đối ổn định nên được sử dụng rộng rãi .



Hình 3.47: Động cơ một chiều kích từ song song

Máy điện một chiều kích từ nối tiếp (series)

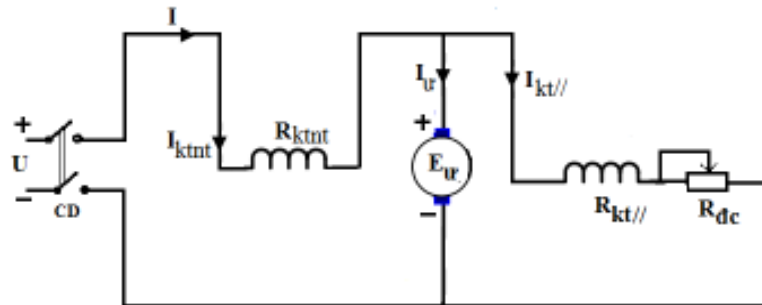
Dây quấn kích từ được mắc nối tiếp với dây quấn phần ứng. Vì tất cả dòng điện phần ứng đều chạy qua dây quấn kích thích nên nó phải có R nhỏ và dây quấn lớn. Từ trường chính của máy phụ thuộc vào phụ tải.



Hình 3.48: Động cơ một chiều kích từ nối tiếp

Máy điện một chiều kích từ hỗn hợp (Compound)

Trên các cực từ chính có quấn hai cuộn dây kích từ, một cuộn nối tiếp phần ứng, một cuộn nối song song phần ứng. Đối với máy phát điện kích từ hỗn hợp thông thường các cuộn dây kích từ song song và nối tiếp (nối thuận từ) nghĩa là từ thông của chúng cùng chiều với nhau.



Hình 3.49: Động cơ một chiều kích từ hỗn hợp

3.3.4. Sức điện động phần ứng và mômen điện từ của máy điện một chiều

Sức điện động của dây quấn phần ứng:

$$E_u = k_E n \Phi \tag{3.10}$$

Trong đó : $k_E = \frac{pN}{60a}$ là hằng số đối với mỗi máy.

N : Số dây dẫn của toàn bộ dây quấn ($N = 2W_b.Z$)

a : Số đôi mạch nhánh song song

n : Tốc độ quay phần ứng.

W_b : Số vòng mỗi bobin

Z : Tổng số rãnh phần ứng

Mômen điện từ

$$M_{dt} = \frac{pN}{2\pi a} \phi I_u = k_M \phi I_u \quad (3.11)$$

Trong đó: ϕ - từ thông dưới mỗi cực (wb)

$$k_M = \frac{pN}{2\pi a} - \text{là hệ số phụ thuộc vào kết cấu của máy điện.}$$

Công suất điện từ

Công suất ứng với mômen điện từ lấy vào (đối với máy phát) hay đưa ra (đối với động cơ) gọi là công suất điện từ và bằng:

$$P_{dt} = M_{dt} \omega \quad (3.12)$$

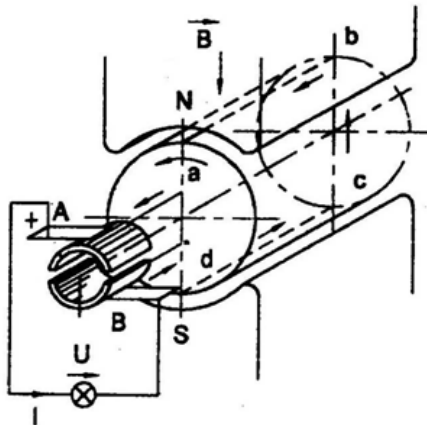
Trong đó: M_{dt} – mômen điện từ

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} - \text{tốc độ góc phần ứng (rad/s)}$$

$$P_{dt} = M_{dt} \omega = \frac{pN}{2\pi a} \phi I_u \frac{2\pi n}{60} = \frac{pN}{60a} \phi I_u n = E_u I_u \quad (3.13)$$

3.3.5. Nguyên lý làm việc máy phát điện một chiều

Xét nguyên lý hoạt động của máy phát điện 1 chiều đơn giản, trong đó dây quấn phần ứng chỉ có một phần tử nối với hai phiến góp đổi chiều.



Hình 3.50: Nguyên lý làm việc máy phát điện một chiều

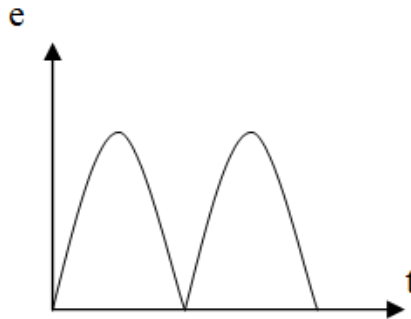
Dùng động cơ sơ cấp quay phần ứng, các thanh dẫn của dây quấn phần ứng cắt từ trường của cực từ, cảm ứng các sức điện động.

Chiều sức điện động xác định theo qui tắc bàn tay phải (đặt bàn tay phải sao cho từ trường đi vào lòng bàn tay, chiều quay phần ứng là chiều của ngón tay cái, thì chiều sđđ là chiều từ cổ tay đến ngón tay). Từ trường hướng từ cực N đến cực S, chiều quay của động cơ ngược chiều kim đồng hồ, ở thanh dẫn phía trên, sđđ có chiều từ b => a. ở thanh dẫn phía dưới có chiều từ d => c. Sđđ của phần tử bằng 2 lần sđđ của thanh dẫn. Nếu nối hai chổi điện A và B với tải, trên tải sẽ có dòng điện đi từ A => B. Điện áp của máy phát điện cực dương ở chổi A và âm ở chổi B.

Khi phần ứng quay nửa vòng, vị trí của phần tử thay đổi, ab ở cực S, thanh cd ở cực N, sức điện động của thanh dẫn đổi chiều. Nhờ chổi điện đứng yên, chổi A vẫn ở phía góp trên, chổi B nối với phía góp phía dưới tạo thành dòng điện mạch ngoài không đổi.

Ta có máy phát một chiều với cực dương A, cực âm chổi B.

Nếu máy chỉ có một phần tử, thì điện áp đầu cực là:



Hình 3.51: Dạng sóng điện áp khi phần ứng chỉ có một phần tử dây quấn

Phương trình cân bằng điện áp của máy phát một chiều

$$U = E_{\text{tr}} - R_{\text{tr}} \cdot I_{\text{tr}}$$

Trong đó, $R_{\text{tr}} \cdot I_{\text{tr}}$ là điện áp rơi trên phần ứng; R_{tr} là điện trở của dây quấn phần ứng; U là điện áp đầu cực máy phát; E_{tr} là sđđ phần ứng.

Chú ý: Ở chế độ máy phát, dòng điện phần ứng I_{tr} cùng chiều với sđđ phần ứng E_{tr} .

Ví dụ 3.1: Cho máy phát một chiều có $N = 480$ vòng, $\Phi = 0,0365\text{Wb}$, tốc độ rotor $n = 650$ vòng / phút. Tính sức điện động phần ứng.

Giải

Sức điện động phần ứng :

$$E_{\text{tr}} = k_E n \Phi$$

$$\left(\text{Với } k_E = \frac{pN}{60a} = \frac{3.480}{60.3} = 8 \right)$$

$$= 8 \times 650 \times 0,0365$$

$$E_{\text{tr}} = 189,8 \text{ V}$$

Ví dụ 3.2: Cho máy điện một chiều giống như trên có dòng điện phần ứng $I_{\text{tr}} = 50 \text{ A}$. Xác định mômen và công suất điện từ .

Giải

Mômen điện từ:

$$M_{dt} = k_M \cdot \Phi \cdot I_u$$

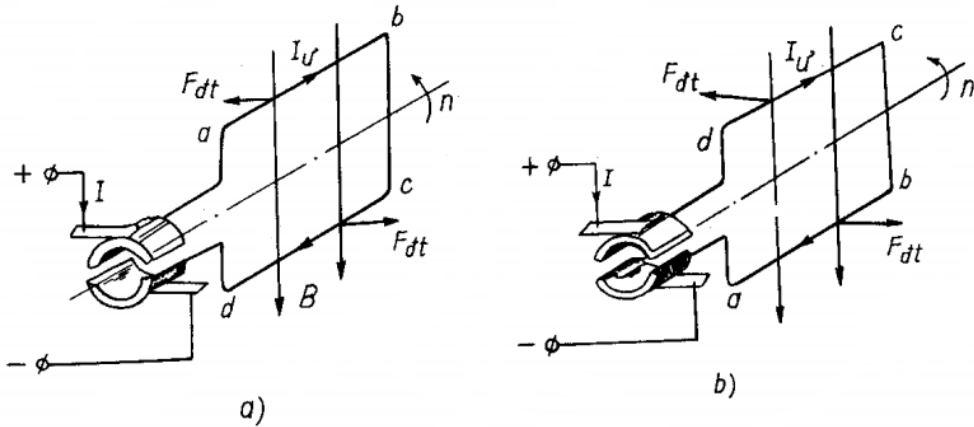
với $k_M = \frac{PN}{2\pi a} = \frac{3.480}{2\pi \cdot 3} = 76$

$$= 76 \times 0,0365 \times 50 = 138,7 \text{ Nm}$$

$$P_{dt} = E_u \cdot I_u = 189,8 \times 50 = 9490 \text{ W}$$

3.3.6. Nguyên lý động cơ điện một chiều

Đặt điện áp U vào chổi than A và B, trong dây quấn phần ứng có dòng điện I_u . Các thanh dẫn ab, cd có dòng điện nằm trong từ trường, sẽ chịu lực tác dụng lực điện từ F_{dt} làm cho rotor quay. Chiều lực điện từ xác định theo quy tắc bàn tay trái (đặt bàn tay trái sao cho các đường sức từ trường xuyên qua lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến ngón tay là chiều dòng điện, ngón cái choãi ra 90° chỉ chiều của lực từ tác dụng lên thanh dẫn).



Hình 3.52: Nguyên lý hoạt động của động cơ điện

Khi phần ứng quay được nửa vòng, vị trí các thanh dẫn ab, cd đổi chỗ cho nhau, do có phiến góp, đổi chiều dòng điện, giữ cho lực tác dụng không đổi, đảm bảo động cơ có chiều không đổi.

Khi động cơ quay, các thanh dẫn cắt từ trường, sẽ cảm ứng sức điện động E_u . Chiều sức điện động xác định theo quy tắc bàn tay phải. Ở chế độ động cơ điện chiều sức điện động E_u ngược chiều với dòng điện I_u , nên E_u còn gọi là sức phản điện.

Phương trình cân bằng điện áp sẽ là:

$$U = E_u + R_u I_u \tag{3.14}$$

Phương trình đặc tính cơ sẽ là:

$$n = \frac{U}{k_E} - \frac{r_u}{k_E k_M \Phi^2} M \tag{3.15}$$

Động cơ kích từ song song, độc lập: đường đặc tính cơ có dạng đường thẳng. Động cơ kích từ độc lập dễ điều chỉnh tốc độ hơn động cơ kích từ song song. Các kiểu động cơ này được dùng nhiều trong máy cắt gọt kim loại, các máy công cụ.

Đối với động cơ kích từ nối tiếp: đường đặc tính cơ có dạng hyperbol, dòng điện kích từ phụ thuộc vào tải, tải tăng tốc độ động cơ giảm. Động cơ kích từ nối tiếp thích hợp cho chế độ tải nặng nề, được sử dụng nhiều trong ngành giao thông vận tải (xe điện, tàu điện), trong cầu trục, cần trục ...

Đối với động cơ kích từ hỗn hợp: có tính chất của động cơ kích từ nối tiếp là khả năng quá tải rất lớn nhưng đặc tính cơ lại không quá mềm đảm bảo tốc độ động cơ không tăng quá lớn khi momen nhỏ thích hợp cho động cơ làm việc chế độ nặng như máy cán, máy nghiền, máy ép

3.3.7. Điều chỉnh tốc độ động cơ một chiều

Phương trình đặc tính cơ:

$$n = \frac{U}{k_E} - \frac{r_u}{k_E k_M \Phi^2} M \quad (3.16)$$

Để điều chỉnh tốc độ động cơ một chiều ta có thể:

- Thay đổi điện áp U đặt vào động cơ
- Thay đổi điện trở điều chỉnh vào mạch phản ứng.
- Thay đổi từ thông kích từ Φ bằng cách thay đổi dòng điện kích từ.

- Bài tập chương 3

3.1. Cho máy biến áp một pha có điện áp định mức $U_1/U_2 = 220/110$ V; $N_1 = 400$ vòng. Tính số vòng cuộn thứ cấp.

Đáp số: $N_2 = 200$ vòng.

3.2. Máy biến áp một pha, điện áp định mức $U_{1dm}/U_{2dm} = 35/10$ kV, công suất $S_{dm} = 6,667$ kVA. Xác định tỉ số biến áp, dòng điện sơ cấp và thứ cấp?

Đáp số: $k = 3,5; I_1 = 0,19A, I_2 = 0,67A.$

3.3. Một động cơ không đồng bộ ba pha rotor lồng sóc có thông số: $P_{dm} = 30$ kW, $\Delta/Y-380V/660V$, động cơ được cấp nguồn có điện áp dây $380V, \cos\varphi_{dm} = 0,84, n_{dm} = 1370$

vòng/phút, $f_{dm} = 50Hz, 2$ đôi cực. Biết $\frac{I_{mm}}{I_{dm}} = 5; \frac{M_{max}}{M_{dm}} = 2; \frac{M_{mm}}{M_{dm}} = 1,2$. Tính:

a) I_{dm}, I_{mm}, S_{dm}

b) M_{dm}, M_{mm}, M_{max} và tổng tổn hao khi động cơ làm việc ở chế độ định mức.

Đáp số:

a) $I_{dm} = 64,6A; I_{mm} = 323A, S_{dm} = 0,087$

b) $M_{dm} = 209,1N.m; M_{mm} = 250,9N.m; M_{max} = 418,2N.m; \Delta P = 5,7kW$

3.4. Một động cơ điện không đồng bộ ba pha có thông số: $P_{dm} = 45 \text{ kW}$; $f_{dm} = 50 \text{ Hz}$; Δ/Y - $220\text{V}/380\text{V}$; $\frac{I_{mm}}{I_{dm}} = 6$; $\frac{M_{mm}}{M_{dm}} = 1,7$; $\cos\varphi_{dm} = 0,86$; $\eta_{dm} = 0,91$; $n_{dm} = 1460$ vòng/ phút. Động cơ làm việc với lưới điện có điện áp dây 380V.

- Tính I_{dm} ; M_{dm} ; I_{mm} ; M_{mm}
- Dùng máy biến áp tự ngẫu để $I_{mmBA} = 100\text{A}$. Xác định tỷ số biến áp K_T .

Đáp số:

a) $I_{dm} = 87,4\text{A}$; $M_{dm} = 294,3\text{N.m}$; $I_{mm} = 524,4\text{A}$, $M_{mm} = 500,3\text{N.m}$.

b) $K_T = 2,28$.

3.5. Một động cơ ba pha không đồng bộ có công suất $P_{dm} = 5 \text{ kW}$, điện áp $U_{dm} = 380 \text{ V}$; tần số $f_{dm} = 50\text{Hz}$; $\cos\varphi_{dm} = 0,86$; hiệu suất $\eta_{dm} = 0,89$; $2p = 4$; tốc độ định mức của động cơ bằng 1420 vòng/phút.

- Tính cường độ dòng điện định mức của động cơ?
- Tính tốc độ từ trường quay?
- Tính hệ số trượt định mức?

Đáp số:

a) $I_{dm} = 9,93\text{A}$

b) $n_l = 1500$ vòng/ phút

c) $s_{dm} = 0,053$

3.6. Trên nhãn của một động cơ ba pha có ghi: $P_{dm} = 10 \text{ kW}$; Y/Δ - $380/220\text{V}$; $f_{dm} = 50\text{Hz}$; $\cos\varphi_{dm} = 0,8$; $\eta_{dm} = 0,85$; $2p = 4$. Động cơ được cấp nguồn bởi nguồn điện 3 pha cân bằng 220/380V.

- Giải thích ký hiệu Y/Δ - $380/220\text{V}$?
- Hãy cho biết cách đấu động cơ vào nguồn điện trên? Vẽ sơ đồ minh họa?
- Tính dòng điện định mức của động cơ?
- Tính tốc độ định mức của động cơ? Biết rằng $s_{dm} = 0,02$.

Đáp số:

a) Sinh viên tự trả lời

b) Sinh viên tự trả lời

c) $I_{dm} = 22,34$

d) $n_{dm} = 1470$ vòng/phút

3.7. Máy phát điện một chiều kích từ song song có công suất định mức $P_{dm} = 25 \text{ kW}$, điện áp định mức $U_{dm} = 115 \text{ V}$, điện trở dây quấn kích từ song song $R_{kt} = 12,5 \Omega$, $R_r = 0,02 \Omega$, số đôi mạch nhánh song song $a = 2$, số cực $2p = 4$, tổng số thanh dẫn $N = 300$, tốc độ quay $n = 1300$ vg/ph. Tính sức điện động E_r

Bài giải:

Dòng điện định mức chạy trong dây quấn stator:

$$I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = \frac{85 \times 10^3}{115} = 217,4 \text{ A}$$

Do kích từ song song nên điện áp kích từ chính bằng điện áp trên hai đầu cực máy phát nên dòng điện kích từ là:

$$I_{kt//} = \frac{U_{dm}}{R_{kt//}} = \frac{115}{12,5} = 9,2 \text{ A}$$

Vì máy phát kích từ song song nên ta có:

$$I_u = I_{kt//} + I_{dm} = 9,2 + 217,4 = 226,6 A$$

Sức điện động của máy phát:

$$E_u = U + I_u R_u = 115 + 226,6 \times 0,02 = 119,5V$$

3.8. Một máy phát điện một chiều kích từ song song có các số liệu định mức sau: $P_{dm} = 18kW$, $U_{dm} = 230V$, $n = 2000v/phút$, điện trở phần ứng $R_r = 0.04\Omega$, $R_{kt} = 115\Omega$. Tính :

- a) Dòng điện kích từ
- b) Dòng điện định mức
- c) Dòng điện phần ứng
- d) Sức điện động phần ứng
- e) Công suất điện từ

Bài giải:

Dòng điện kích từ:

$$I_{kt} = \frac{U_{dm}}{R_{kt}} = \frac{230}{115} = 2 A$$

Dòng điện định mức:

$$I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = \frac{18 \times 10^3}{230} = 78,2 A$$

Dòng điện phần ứng:

$$I_u = I_t + I_{kt} = 78,2 + 2 = 80,2 A$$

Sức điện động E_r :

$$E_u = 230 + 80,2 \times 0,04 = 233,2V$$

Công suất điện từ:

$$P_{dt} = 233,2 \times 80,2 = 18,7 kW$$

3.9. Cho động cơ một chiều kích từ độc lập với thông số: $U_{dm} = 220 V$; $P_{dm} = 10 kW$, $n_{dm} = 1000$ vòng/phút, $\eta = 0,9$, điện trở phần ứng $R_r = 0,2 \Omega$. Tính Môment định mức, dòng điện định mức?

Bài giải:

Môment định mức của động cơ:

$$M_{dm} = 9,55 \frac{P_{dm}}{n_{dm}} = 9,55 \frac{10 \times 10^3}{1000} = 9,55 Nm$$

Dòng điện định mức của động cơ:

$$I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{dm} \eta} = \frac{10 \times 10^3}{220 \times 0,9} = 50,5 A$$