

31

ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

Động cơ điện xoay chiều có hiệu suất cao hơn các động cơ điện một chiều. Một ưu điểm lớn của dòng điện xoay chiều là tạo ra được từ trường quay dùng trong các động cơ điện xoay chiều. Vậy từ trường quay là gì? Tại sao loại động cơ điện xoay chiều xét trong bài này được gọi là động cơ không đồng bộ?

1. Nguyên tắc hoạt động của động cơ không đồng bộ

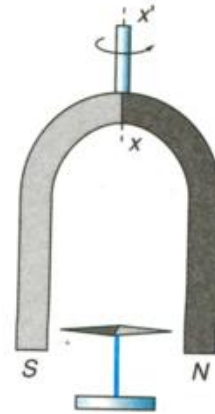
a) Từ trường quay. Sự quay đồng bộ

Khi một nam châm quay quanh một trục, từ trường do nam châm gây ra có các đường sức từ quay trong không gian. Đó là một từ trường quay. Nếu đặt giữa hai cực của một nam châm hình chữ U một kim nam châm (Hình 31.1) và quay đều nam châm chữ U thì kim nam châm quay theo với cùng tốc độ góc. Ta nói kim nam châm quay đồng bộ với từ trường.

b) Sự quay không đồng bộ

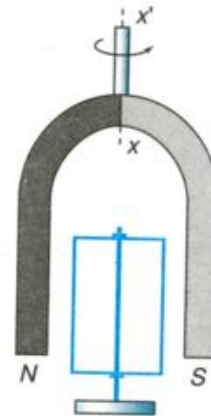
Thay kim nam châm bằng một khung dây dẫn kín. Khung này có thể quay quanh trục xx' trùng với trục quay của nam châm (Hình 31.2). Nếu quay đều nam châm ta thấy khung dây quay theo cùng chiều, đến một lúc nào đó khung dây cũng quay đều nhưng với tốc độ góc nhỏ hơn tốc độ góc của nam châm. Do khung dây và từ trường quay với các tốc độ góc khác nhau, nên ta nói chúng quay không đồng bộ với nhau.

Sự quay không đồng bộ trong thí nghiệm trên được giải thích như sau. Từ trường quay làm từ thông qua khung dây biến thiên, trong khung dây xuất hiện một dòng điện cảm ứng. Cũng chính từ trường quay này tác dụng lên dòng điện trong khung dây một momen lực làm khung dây quay.



Hình 31.1 Thí nghiệm về sự quay đồng bộ.

Quay đều nam châm quanh trục xx' , kim nam châm quay theo với cùng tốc độ góc.



Hình 31.2 Thí nghiệm về sự quay không đồng bộ.

Quay đều nam châm quanh trục xx' , khung dây dẫn kín quay theo với tốc độ góc nhỏ hơn tốc độ góc của nam châm.

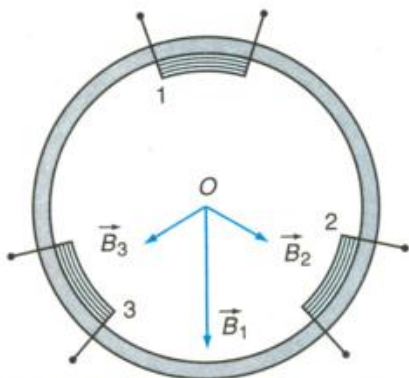
C1 Nếu tăng momen cản đặt vào khung dây thì tốc độ quay của khung dây thay đổi thế nào ?

Theo định luật Len-xơ, khung dây quay theo chiều quay của từ trường để làm giảm tốc độ biến thiên của từ thông qua khung.

Tốc độ góc của khung dây luôn nhỏ hơn tốc độ góc của từ trường.

Thật vậy, nếu tốc độ góc của khung dây tăng đến giá trị bằng tốc độ góc của từ trường thì từ thông qua khung không biến thiên nữa, dòng điện cảm ứng không còn, momen lực từ bằng 0, momen cản làm khung quay chậm lại. Lúc đó lại có dòng cảm ứng và có momen lực từ. Momen này chỉ tồn tại khi có chuyển động tương đối giữa nam châm và khung dây, nó thay đổi cho tới khi có giá trị bằng momen cản thì khung dây quay đều với tốc độ góc nhỏ hơn tốc độ góc của từ trường.

Như vậy, nhờ có hiện tượng cảm ứng điện từ và tác dụng của từ trường quay mà khung dây quay và sinh công cơ học. Động cơ hoạt động dựa theo nguyên tắc nói trên gọi là *động cơ không đồng bộ* (động cơ cảm ứng).



Hình 31.3 Sự tạo thành từ trường quay bằng dòng điện ba pha.

Cảm ứng từ do ba cuộn dây gây tại tâm O tỉ lệ với các cường độ dòng điện qua mỗi cuộn nên có biểu thức :

$$B_1 = B_0 \cos \omega t$$

$$B_2 = B_0 \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right)$$

$$B_3 = B_0 \cos \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right)$$

Dùng các biểu thức trên, người ta

2. Tạo ra từ trường quay bằng dòng điện ba pha

Từ trường quay có thể được tạo ra bằng dòng điện ba pha như sau : Mắc ba cuộn dây giống nhau với mạng điện ba pha, bố trí mỗi cuộn lệch nhau $\frac{1}{3}$ vòng tròn (Hình 31.3).

Trong ba cuộn dây có ba dòng điện cùng biên độ, cùng tần số nhưng lệch pha nhau $\frac{2\pi}{3}$. Mỗi cuộn dây đều gây ở vùng xung quanh trục O một từ trường mà cảm ứng từ có phương nằm dọc theo trục cuộn dây và biến đổi tuần hoàn với cùng tần số ω nhưng lệch pha nhau $\frac{2\pi}{3}$. Có thể chứng minh được vectơ cảm ứng từ \vec{B} của từ trường tổng hợp có độ lớn không đổi và quay trong mặt phẳng song song với ba trục cuộn dây với tốc độ góc bằng ω .

3. Cấu tạo và hoạt động của động cơ không đồng bộ ba pha

Động cơ không đồng bộ ba pha có hai bộ phận chính :

– Stato có ba cuộn dây giống nhau quấn trên ba lõi sắt bố trí lệch nhau $\frac{1}{3}$ vòng tròn.

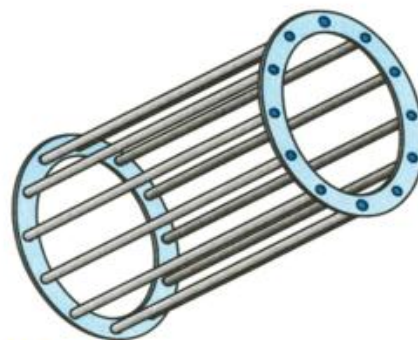
– Rôto là một hình trụ tạo bởi nhiều lá thép mỏng ghép cách điện với nhau. Trong các rãnh xẻ ở mặt ngoài rôto có đặt các thanh kim loại. Hai đầu mỗi thanh được nối vào các vành kim loại tạo thành một chiếc lồng (Hình 31.4). Lồng này cách điện với lõi thép và có tác dụng như nhiều khung dây đồng trục đặt lệch nhau. Rôto nói trên được gọi là *rôto lồng sóc*.

Khi mắc các cuộn dây ở stato với nguồn điện ba pha, từ trường quay tạo thành có tốc độ góc bằng tần số góc của dòng điện. Từ trường quay tác dụng lên dòng điện cảm ứng trong các khung dây ở rôto các momen lực làm rôto quay với tốc độ nhỏ hơn tốc độ quay của từ trường. Chuyển động quay của rôto được sử dụng để làm quay các máy khác.

Công suất tiêu thụ của động cơ điện ba pha bằng công suất tiêu thụ của ba cuộn dây ở stato cộng lại. Hiệu suất của động cơ được xác định bằng tỉ số giữa công suất cơ học \mathcal{P}_i mà động cơ sinh ra và công suất tiêu thụ \mathcal{P} của động cơ :

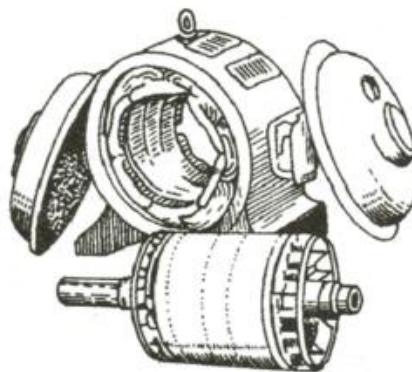
$$H = \frac{\mathcal{P}_i}{\mathcal{P}} \quad (31.1)$$

chứng minh được cảm ứng từ tổng hợp $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$ có độ lớn là $1,5B_0$ và quay đều với tốc độ góc ω .



Hình 31.4 Lồng kim loại của một rôto lồng sóc.

C2 Tại sao rôto có lõi thép hình trụ lại được tạo bởi nhiều lá thép mỏng ghép cách điện với nhau và với lồng kim loại ?



Hình 31.5 Các bộ phận của một động cơ không đồng bộ ba pha.

? CÂU HỎI

1. Mô tả thiết bị tạo ra từ trường quay bằng dòng điện ba pha.
2. Nêu cấu tạo và hoạt động của động cơ không đồng bộ ba pha.

1. Chọn phát biểu đúng.
 - A. Chỉ có dòng điện ba pha mới tạo được từ trường quay.
 - B. Rôto của động cơ không đồng bộ quay với tốc độ góc của từ trường quay.
 - C. Từ trường quay trong động cơ không đồng bộ luôn thay đổi cả về hướng và trị số.
 - D. Tốc độ góc của động cơ không đồng bộ phụ thuộc vào tốc độ quay của từ trường và momen cản.
2. Phát biểu nào sau đây về động cơ không đồng bộ ba pha là **sai** ?
 - A. Hai bộ phận chính của động cơ là rôto và stato.
 - B. Bộ phận tạo ra từ trường quay là stato.
 - C. Nguyên tắc hoạt động của động cơ chỉ dựa trên tương tác từ giữa nam châm và dòng điện.
 - D. Có thể chế tạo động cơ không đồng bộ ba pha với công suất lớn.
3. Một động cơ điện xoay chiều tiêu thụ công suất 1,5 kW và có hiệu suất 80%. Tính công cơ học do động cơ sinh ra trong 30 phút.
4. Một động cơ không đồng bộ ba pha mắc theo kiểu hình sao vào mạch điện ba pha có điện áp pha là 220 V. Công suất điện của động cơ là 5,7 kW ; hệ số công suất của động cơ là 0,85. Tính cường độ dòng điện chạy qua mỗi cuộn dây của động cơ.

Em có biết ?

Từ trường quay còn có thể được tạo ra nhờ mạng điện một pha, để làm quay rôto của các động cơ không đồng bộ một pha. Stato của loại động cơ này có hai cuộn dây giống nhau, đặt vuông góc với nhau, một cuộn dây nối trực tiếp với mạng điện, cuộn dây kia được nối với mạng điện qua một tụ điện. Với cách bố trí đó, từ trường do hai cuộn dây tạo ra có phương vuông góc với nhau và biến thiên lệch pha nhau 90° , từ trường tổng hợp là một từ trường quay. Loại động cơ này có công suất nhỏ và thường dùng trong các dụng cụ gia đình như quạt điện, bơm điện...

Các động cơ có công suất lớn trong công nghiệp thường là các động cơ không đồng bộ ba pha.