

KỸ THUẬT ĐIỆN

CHƯƠNG VII

ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

- Máy điện không đồng bộ: máy điện xoay chiều làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ, có tốc độ quay của rôto (n) khác với tốc độ của từ trường quay n_1 .
- Máy điện không đồng bộ có tính thuận nghịch, nghĩa là có thể làm việc ở chế độ động cơ điện, cũng như chế độ máy phát điện.
- Động cơ điện không đồng bộ, so với các loại động cơ khác có cấu tạo và vận hành không phức tạp, giá thành rẻ, làm việc tin cậy nên được sử dụng nhiều trong sản xuất và sinh hoạt
- Máy phát điện đồng bộ có đặc tính làm việc không tốt và tiêu tốn công suất phản kháng của lưới nên ít được dùng.
- Động cơ điện không đồng bộ có các loại: ba pha, hai pha và một pha. Công suất $> 600 \text{ W} \rightarrow$ ba pha, công suất $< 600 \text{ W} \rightarrow$ một pha (hai pha)

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

I. Cấu tạo máy điện không đồng bộ ba pha

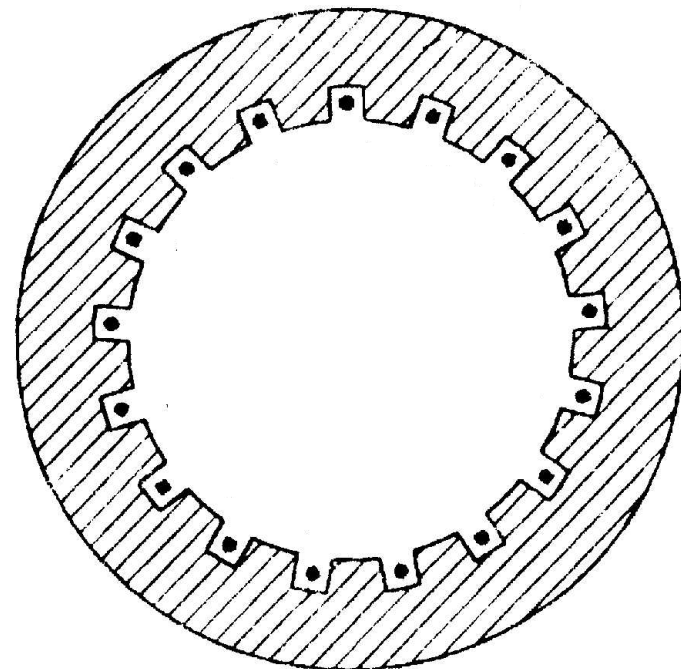
1.1. Stato (phần tĩnh)

a) Lõi thép:

Bộ phận dẫn từ của máy, có dạng hình trụ.

Vì từ trường đi qua lõi thép là từ trường quay nên để giảm tổn hao, lõi thép được làm bằng các lá thép kỹ thuật điện dày $0,35\text{mm} \div 0,5\text{mm}$ phủ sơn cách điện.

- Phía trong có xẻ rãnh để đặt dây quấn



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

b) Dây quấn:

Dây quấn stato làm bằng dây đồng, bọc cách điện, đặt trong các rãnh của lõi thép.

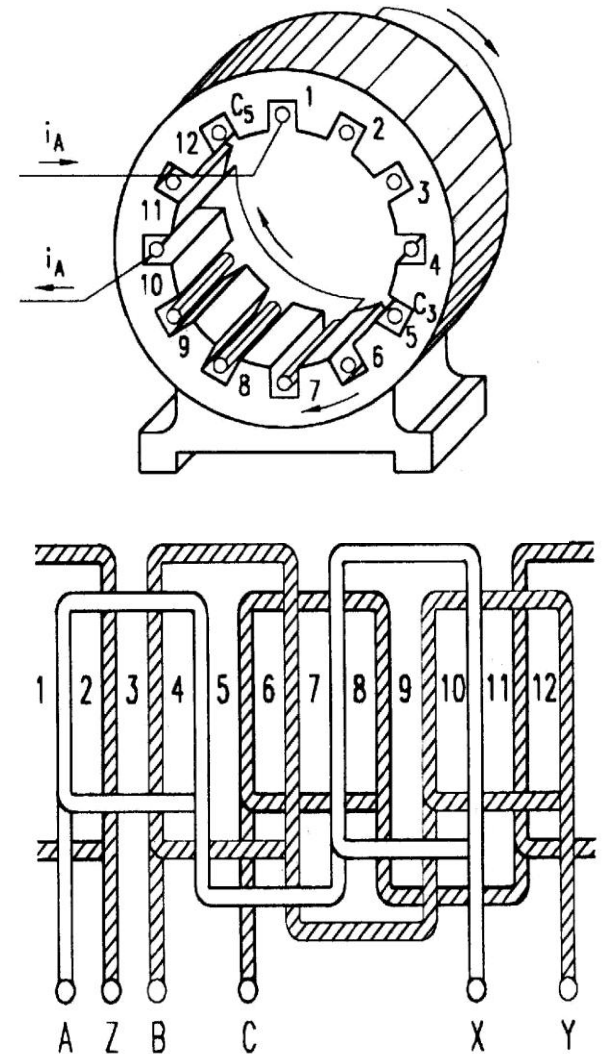
Sơ đồ khai triển dây quấn ba pha đặt trong 12 rãnh:

Dây quấn pha A trong các rãnh 1,4,7,10

Dây quấn pha B trong các rãnh 3, 6, 9, 12

Dây quấn pha C trong các rãnh 5,8,11,2

Dòng xoay chiều ba pha chạy trong ba pha dây quấn stato sẽ tạo ra từ trường quay



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

c) Vỏ máy:

- Giữ chặt lõi thép và cố định máy trên bệ.
- Được làm bằng nhôm hoặc gang.
- Hai đầu có nắp máy, trong nắp có ổ đỡ trục.
- Vỏ và nắp máy còn dùng để bảo vệ máy

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

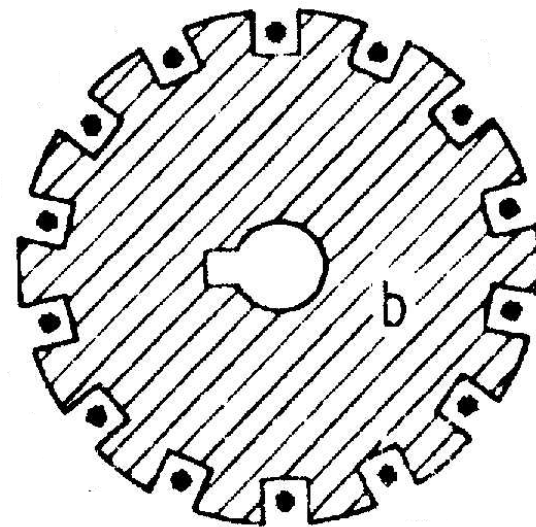
1.2. Rôto (phần quay)

a) Lõi thép:

Gồm các lá thép kỹ thuật điện giống stato, các lá thép này lấy từ phần ruột bên trong khi dập lá thép stato.

Mặt ngoài có xẻ rãnh đặt dây quấn rôto, ở giữa có lỗ để gắn với trục máy.

Trục máy được gắn với lõi thép rôto và làm bằng thép tốt



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

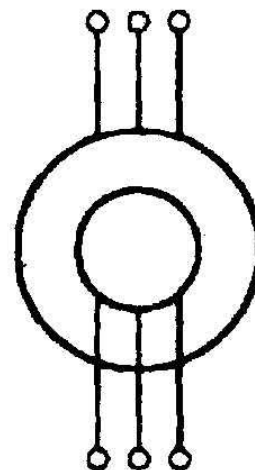
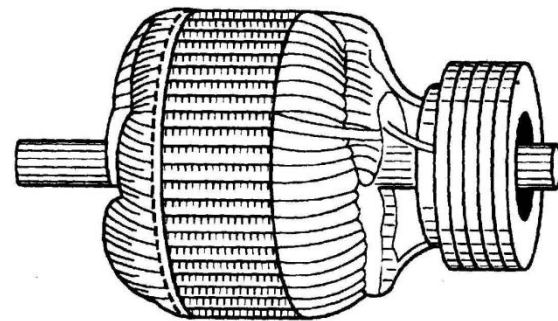
b) Dây quấn:

Dây quấn được đặt trong lõi thép rôto, và phân làm 2 loại chính: loại rôto kiểu lồng sóc và loại rôto kiểu dây quấn.

- **Rôto dây quấn:** Giống dây quấn stato.

Dây quấn ba pha của rôto đấu sao, ba đầu còn lại được nối với ba vành trượt làm bằng đồng gắn ở một đầu trục, cách điện với nhau và với trục.

Thông qua chổi than và vành trượt, có thể nối dây quấn rôto với điện trở phụ bên ngoài. Khi làm việc bình thường, dây quấn rôto được nối ngắn mạch



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Điều chỉnh điện trở phụ mạch điện rôto có thể cải thiện tính năng mở máy, điều chỉnh tốc độ hoặc cải thiện hệ số công suất của máy

Máy điện công suất trung bình trở lên, dây quấn rôto thường là kiểu dây quấn sóng hai lớp.

Máy điện cỡ nhỏ, thường dùng dây quấn đồng tâm một lớp

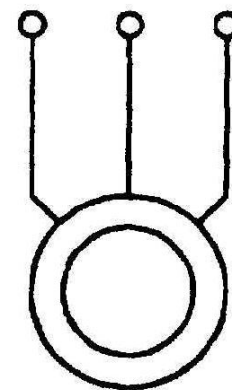
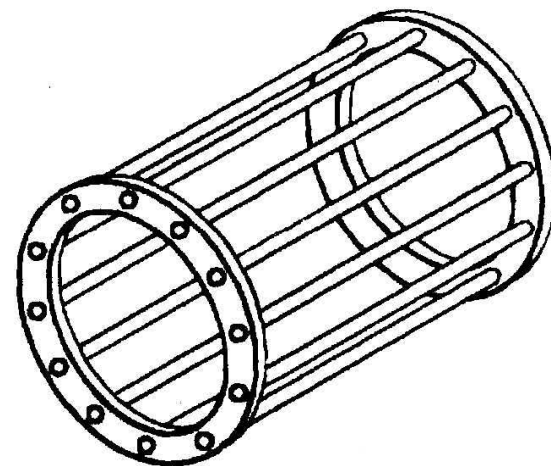
CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Rôto lồng sóc:

Rôto lồng sóc của các máy công suất lớn hơn 100kW là các thanh đồng đặt trong rãnh của lõi thép, hai đầu nối ngắn mạch bằng hai vòng đồng tạo thành lồng sóc.

Đối với động cơ công suất nhỏ, lồng sóc được chế tạo bằng cách đúc nhôm vào các rãnh lõi thép rôto, tạo thành thanh nhôm, hai đầu đúc vòng ngắn mạch và cánh làm mát.

Động cơ điện rôto lồng sóc gọi là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc và có ký hiệu như hình bên



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Các lượng định mức:

- P_{dm} (W, kW) : công suất định mức là công suất cơ định mức máy đưa ra ở đầu trục máy
- I_{dm} (A) : dòng điện dây định mức
- U_{dm} (V, kV) : điện áp dây định mức
- n_{dm} (vg/ph) : tốc độ định mức của rôto
- η_{dm} : hiệu suất định mức động cơ
- $\cos\varphi_{dm}$: hệ số công suất định mức
- f_{dm} (Hz) : tần số định mức
- Cách đấu dây động cơ Y hay Δ ...

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

II. Từ trường của máy điện không đồng bộ

2.1. Từ trường của dây quấn một pha

Từ trường của dây quấn một pha là từ trường có phương không đổi, song trị số và chiều biến đổi theo thời gian được gọi là từ trường đập mạch.

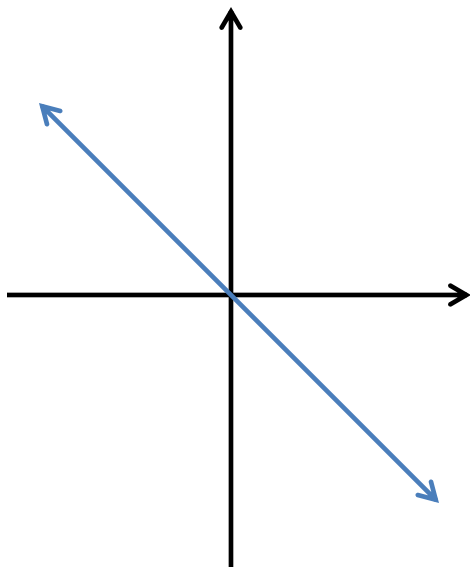
Khi cho dòng điện $i = I_{\max} \sin \omega t$ vào cuộn dây, Ký hiệu chiều dòng điện trong các cạnh cuộn dây đặt trong rãnh

Căn cứ vào chiều dòng điện, ta vẽ được chiều từ trường theo quy tắc vắn nút chai.

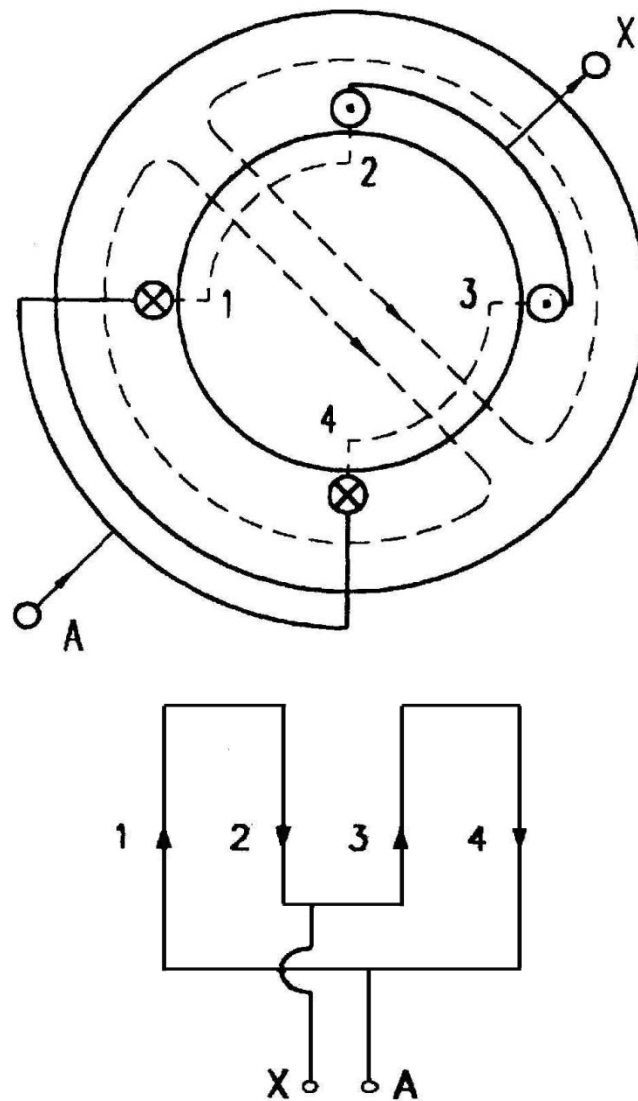
Đó là chiều ứng với một nửa chu kỳ của dòng i , ở nửa chu kỳ sau, chiều dòng điện và từ trường sẽ ngược lại

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Xét dây quấn một pha đặt
trong bốn rãnh của stato:
Số cực từ: 2

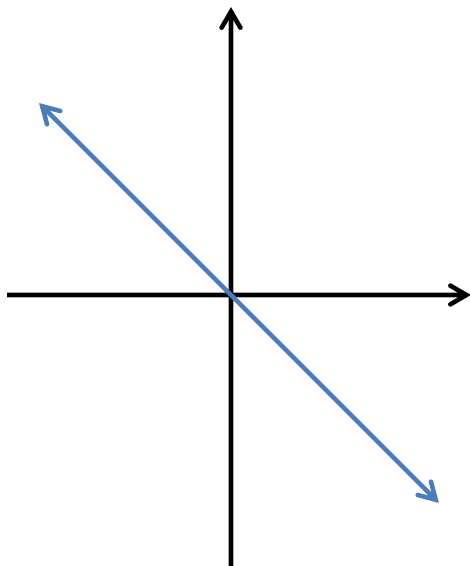


Phương của từ trường

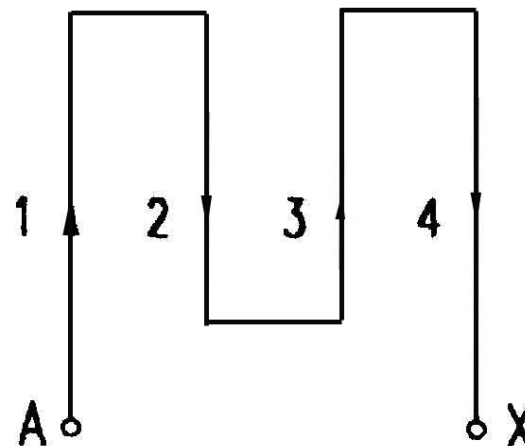
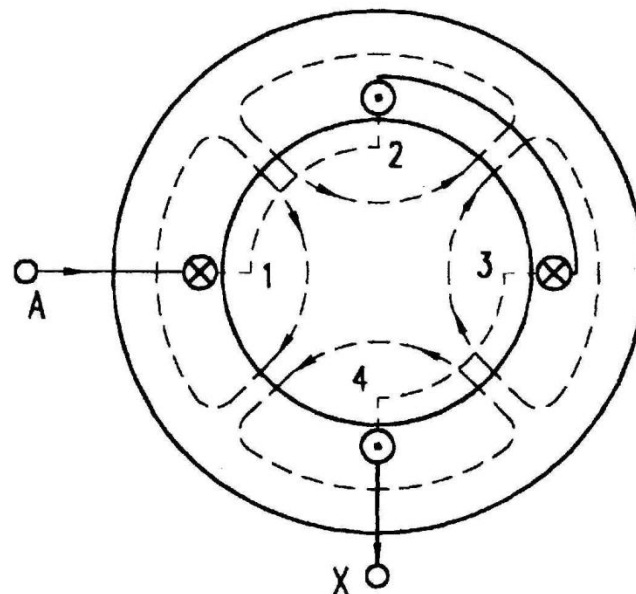


CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Xét dây quấn một pha đặt
trong bốn rãnh của stato:
Số cực từ: 4 (2 cặp cực:
1 và 2, 3 và 4)



Phương của từ trường



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

2.2. Từ trường dây quấn ba pha

Xét máy điện ba pha đơn giản có 6 rãnh, trong đó đặt ba dây quấn ba pha AX, BY, CZ và lệch nhau 120° điện trong không gian.

Cấp nguồn điện ba pha cho các dây quấn, trong dây quấn có dòng điện ba pha lệch pha nhau 120° .

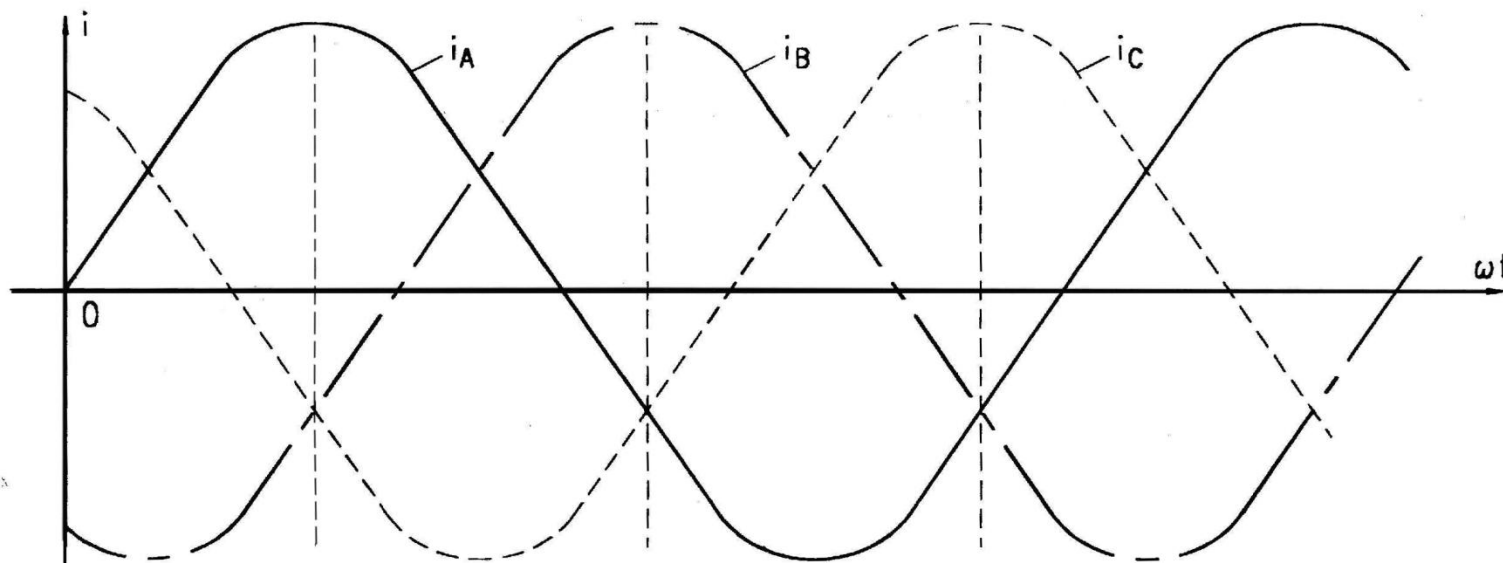
Các dây quấn pha tạo ra các từ trường pha Φ_A, Φ_B, Φ_C , tổng hợp lại tạo nên từ trường tổng của máy điện Φ .

Xét ba thời điểm: $\omega t = 90^\circ$

$$\omega t = 90^\circ + 120^\circ$$

$$\omega t = 90^\circ + 240^\circ$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

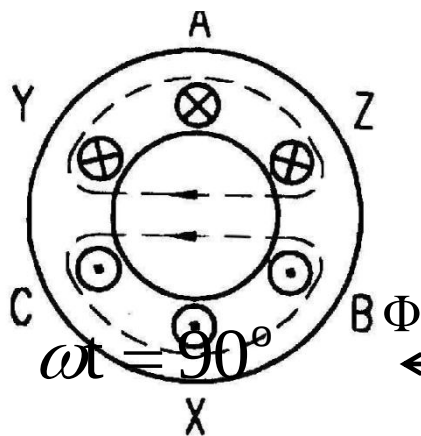


$$\omega t = 90^\circ \quad \omega t = 90^\circ + 120^\circ \quad \omega t = 90^\circ + 240^\circ$$

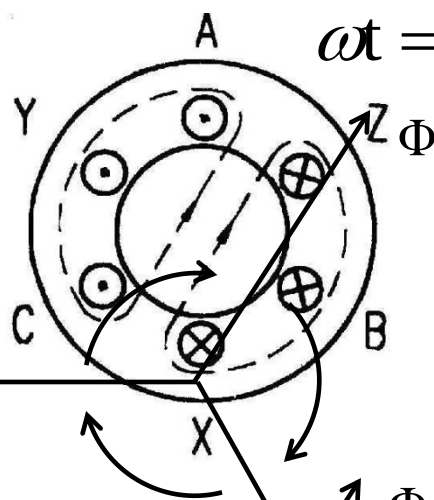
$i_A = I_m$	$i_A < 0$	$i_A < 0$
$i_B < 0$	$i_B = I_m$	$i_B < 0$
$i_C < 0$	$i_C < 0$	$i_C = I_m$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

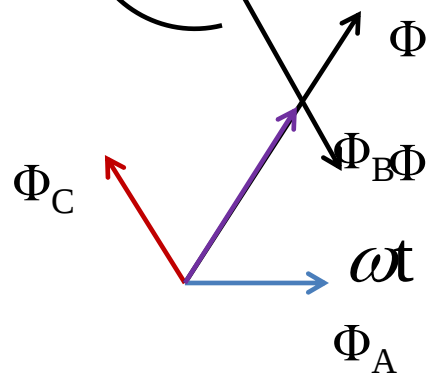
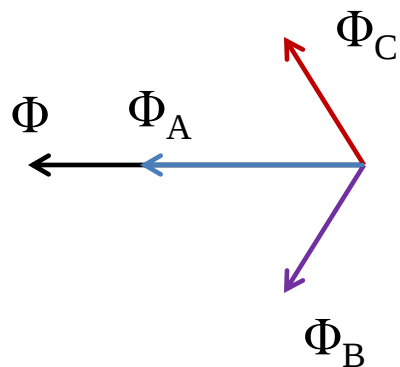
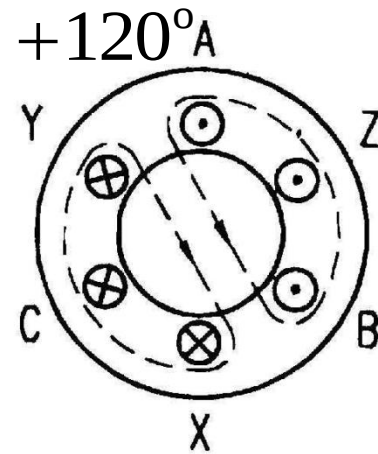
$$\omega t = 90^\circ$$



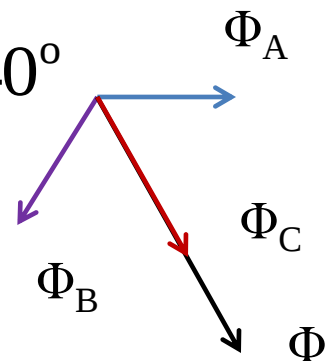
$$\omega t = 90^\circ + 120^\circ$$



$$\omega t = 90^\circ + 240^\circ$$



$$\omega t = 90^\circ + 240^\circ$$



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Đặc điểm của từ trường quay

- Tốc độ từ trường quay:

Tốc độ của từ trường quay phụ thuộc vào tần số dòng điện stato f (Hz) và số đôi cực của máy p .

Khi có một đôi cực, tốc độ quay của từ trường là $n_1 = f$ vòng/giây.
Khi từ trường có 2 đôi cực, dòng điện biến thiên một chu kỳ, từ trường quay được 1/2 vòng (từ cực N→S→N), do đó tốc độ từ trường quay là $f / 2$ vòng/giây.

Tổng quát, khi từ trường quay có p đôi cực, tốc độ từ trường quay:

$$n_1 = \frac{f}{p} \quad (\text{vòng/giây})$$

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

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

- Chiều quay của từ trường:

Chiều quay của từ trường phụ thuộc vào thứ tự pha của dòng điện. Muốn đổi chiều quay của từ trường, ta thay đổi thứ tự hai pha cho nhau

Nếu thứ tự pha lần lượt là $A \rightarrow B \rightarrow C$ một cách chu kỳ thì từ trường quay quay như đã xét ở trên.

Khi đổi pha A và B cho nhau, tức cho dòng i_B vào dây quấn AX, dòng i_A vào dây quấn BY, từ trường sẽ quay theo chiều từ $B \rightarrow A \rightarrow C$ tức ngược với chiều như đã xét

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

+ Biên độ của từ trường quay

Từ trường quay sinh ra từ thông xuyên qua mỗi dây quấn. Xét từ thông của từ trường xuyên qua dây quấn AX; ta thấy dây quấn pha B và C lệch với pha A một góc 120° và 240° .

Từ thông tổng xuyên qua dây quấn AX do dây quấn ba pha tạo ra:

$$\Phi = \Phi_A + \Phi_B \cos(-120^\circ) + \Phi_C \cos(120^\circ)$$

$$\Phi = \Phi_A - \frac{1}{2}(\Phi_B + \Phi_C)$$

Hệ thống dòng điện ba pha đối xứng

$$\Phi_A + \Phi_B + \Phi_C = 0 \rightarrow \Phi_A = -(\Phi_B + \Phi_C)$$

$$\Phi = \Phi_A - \frac{1}{2}(\Phi_B + \Phi_C) = \frac{3}{2}\Phi_A$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Dòng $i_A = I_{\max} \sin \omega t$, nên từ thông của dòng điện pha A:

$$\Phi_A = \Phi_{Am} \sin \omega t \quad \Rightarrow \quad \Phi = \frac{3}{2} \Phi_{Am} \sin \omega t$$

Từ thông của từ trường quay xuyên qua các dây quấn biến thiên hình sin và có biên độ bằng $3/2$ từ thông cực đại một pha

$$\Phi_m = \frac{3}{2} \Phi_{m,p}$$

Tổng quát, nếu máy có m pha:

$$\Phi_m = \frac{m}{2} \Phi_{m,p}$$

Kết luận:

Khi dây quấn đối xứng và dòng điện các pha đối xứng $\rightarrow$ từ trường quay tròn có biên độ không đổi và tốc độ không đổi.

Từ trường quay tròn sẽ cho đặc tính của máy tốt.

Khi không đối xứng, từ trường quay elíp có biên độ và tốc độ quay biến đổi

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

III. Nguyên lý làm việc của máy điện KĐB ba pha

3.1. Nguyên lý làm việc của động cơ điện KĐB ba pha

Cho dòng điện ba pha tần số f đi vào ba dây quấn stato của động cơ không đồng bộ, trong máy sẽ có từ trường quay p đôi cực quay với tốc độ $n_1 = 60.f / p$

Từ trường quay quét qua các thanh dẫn của dây quấn rôto, cảm ứng trong dây quấn sđđ.

Dây quấn rôto khép kín mạch (ngắn mạch) nên sđđ cảm ứng sẽ sinh ra dòng điện chạy trong các thanh dẫn rôto. Lực điện từ do từ trường quay của máy tác động vào dòng điện chạy trong thanh dẫn rôto, kéo rôto quay với tốc độ n cùng chiều với từ trường quay và $n < n_1$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

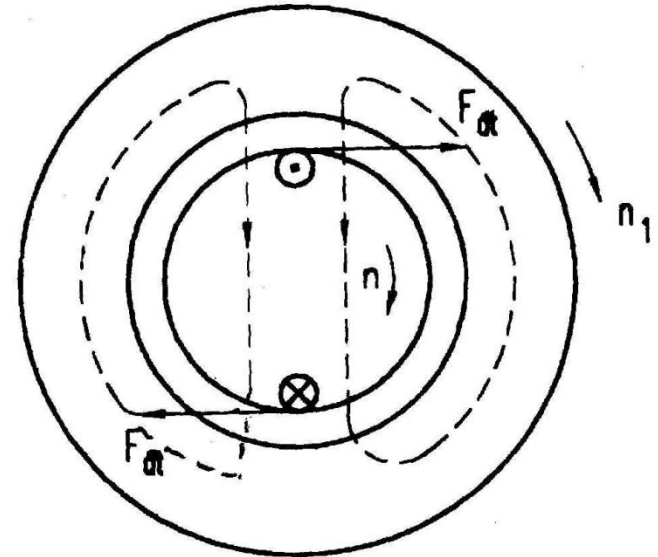
Từ trường quay tốc độ n_1 có chiều thuận kim đồng hồ.

Thanh dẫn chuyển động tương đối với từ trường tốc độ n_1 ngược chiều kim đồng hồ.

Theo qui tắc bàn tay phải, xác định chiều của sđđ trong các thanh dẫn (như biểu diễn trên hình).

Mạch rôto nối tắt, trong thanh dẫn có dòng điện trùng chiều với sđđ.

Theo qui tắc bàn tay trái, xác định chiều của lực điện từ, tác động vào thanh dẫn (như biểu diễn trên hình). Lực điện từ cùng chiều với chiều quay của từ trường, rôto quay theo từ trường với tốc độ n



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Tốc độ của rôto (n) luôn nhỏ hơn tốc độ từ trường quay (n_1).

Nếu tốc độ $n = n_1$ thì giữa các thanh dẫn rôto và từ trường quay n_1 không có sự chuyển động tương đối, do đó trong dây quấn rôto không có sđđ và dòng điện cảm ứng, lực điện từ bằng không

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

$$n_2 = n_1 - n$$

Hệ số trượt tốc độ ký hiệu s :

$$s = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_1 - n}{n_1}$$

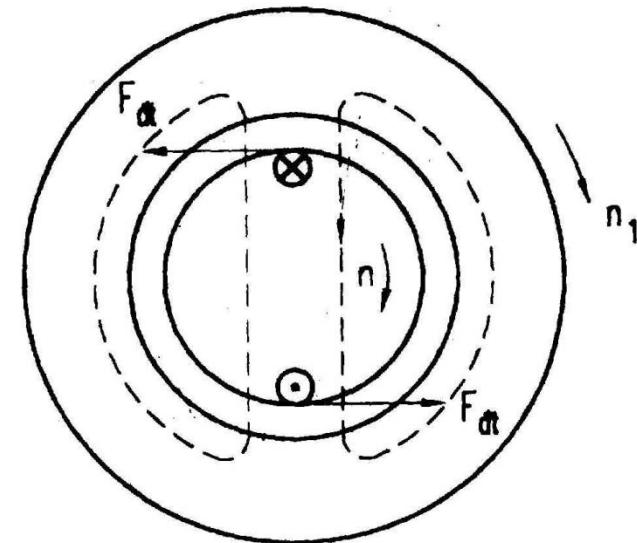
Tốc độ của rôto tính theo n_1 và s :

$$n = (1 - s)n_1 \qquad 0 < s < 1$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

3.2. Nguyên lý làm việc của máy phát điện KĐB ba pha

Nối dây quấn stato với lưới điện, dùng động cơ sơ cấp kéo rôto quay với tốc độ $n > n_1$ và cùng chiều n_1 , lúc này chiều của từ trường quay quét qua các thanh dẫn rôto sẽ ngược lại, sđđ và dòng điện rôto ngược chiều so với chế độ động cơ.



Chiều của lực điện từ tác dụng lên rôto sẽ ngược so với chiều quay của rôto, tạo ra mômen hãm cân bằng với mômen quay động cơ sơ cấp. Máy làm việc ổn định ở chế độ máy phát

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Hệ số trượt chế độ máy phát: $s = \frac{n_1 - n}{n_1} < 1$

Nhờ từ trường quay do nguồn điện của lưới tạo ra, 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 điện không đồng bộ công suất phản kháng Q , do đó làm cho hệ số công suất $\cos\varphi$ của lưới điện thấp đi.

Khi máy phát làm việc riêng lẻ (không có điện vào dây quấn stato lúc ban đầu) người ta phải dùng tụ nối ở đầu cực của máy để kích từ cho máy.

Đây chính là nhược điểm của máy phát điện KĐB, vì thế nó ít được dùng làm máy phát điện trong hệ thống cung cấp điện.

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

IV. Phương trình điện từ trong động cơ điện KĐB

4.1. Phương trình cân bằng điện trong dây quấn stato

Dây quấn stato của động cơ điện không đồng bộ tương tự như dây quấn sơ cấp của máy biến áp.

Lý luận tương tự như với máy biến áp, ta có phương trình cân bằng điện áp trong dây quấn stato

$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 \bar{Z}_1$$

U_1 – điện áp đặt lên một pha dây quấn stato

Z_1 – tổng trở (phức) 1 pha dây quấn stato

R_1 – điện trở 1 pha dây quấn stato

X_1 – điện kháng tản 1 pha dây quấn stato

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

$$X_1 = 2\pi.f.L_1$$

f - tần số dòng điện stato,

L_1 - điện cảm một pha dây quấn stato,

E_1 – sức điện động pha dây quấn stato

$$E_1 = 4,44.w_1.f.k_{dq1}.\Phi_m$$

w_1 - số vòng dây quấn pha stato

k_{dq1} - hệ số dây quấn một pha stato. Hệ số $k_{dq1} < 1$ nói lên sự giảm sức điện động của dây quấn stato do quấn rải trên các rãnh và bước quấn rút ngắn so với quấn tập trung như ở máy biến áp.

Φ_m - biên độ từ thông của từ trường quay

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

4.2. 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 nối ngắn mạch và chuyển động đối với từ trường quay tốc độ trượt: $n_2 = n_1 - n = sn_1$

Sức điện động và dòng điện trong dây quấn rôto có tần số f_2 :

$$f_2 = \frac{p.n_2}{60} = \frac{pn_1s}{60} = s.f$$

Tần số sđđ rôto khi quay và khi đứng yên lệch nhau hệ số s .

Khi rôto đứng yên, tần số sđđ dây quấn rôto bằng tần số sđđ dây quấn stato, trường hợp này giống như máy biến áp.

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

+ Khi rôto đứng yên $s = 1$, tần số sđđ và dòng điện rôto $f_2 = f$.
Sức điện động dây quấn rôto lúc đứng yên:

$$E_2 = 4,44.w_2 f.k_{dq2} \Phi_m$$

w_1 - số vòng dây quấn pha stato

k_{dq2} - hệ số dây quấn một pha stato. Hệ số $k_{dq1} < 1$.

Φ_m - biên độ từ thông của từ trường quay

+ Khi rôto quay $s < 1$, tần số sđđ và dòng điện rôto $f_2 = sf$.
Sức điện động dây quấn rôto lúc quay:

$$E_{2s} = 4,44.w_2 f_2 k_{dq2} \Phi_m = 4,44.w_2 s.f.k_{dq2} \Phi_m$$

+ So sánh sđđ rôto khi quay và đứng yên:

$$E_{2s} = s.E_2$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

+ Điện kháng tản dây quấn rôto khi quay và đứng yên:

$$X_{2s} = 2\pi.f_2.L_2 = 2\pi.sf.L_2 = s.X_2$$

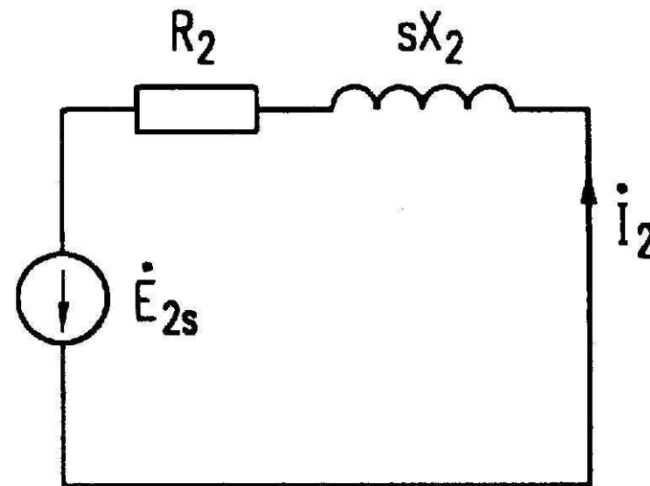
Tỉ số sđđ pha stato và rôto $\rightarrow$ hệ số qui đổi sđđ

$$k_e = \frac{E_1}{E_2} = \frac{w_1 k_{dq1}}{w_2 k_{dq2}}$$

Phương trình cân bằng điện lúc rôto quay (rôto coi như dây quấn thứ cấp nối ngắn mạch)

$$\dot{E}_{2s} = \dot{I}_2(R_2 + jX_{2s})$$

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



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

4.3. Phương trình cân bằng từ của động cơ KĐB

Khi động cơ làm việc, từ trường quay trong máy do cả hai dòng điện ở hai dây quấn stato và rôto sinh ra.

- Dòng điện trong dây quấn stato sinh ra từ trường quay với tốc độ n_1 đối với stato.
- Dòng điện trong dây quấn rôto sinh ra từ trường quay rôto, quay với tốc độ n_2 so với một điểm trên rôto. Rôto quay so với stato tốc độ n
- Tốc độ của từ trường dây quấn rôto so với stato:

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

- Từ trường quay của stato và rôto có tốc độ bằng nhau → không có sự chuyển động tương đối với nhau.
- Từ trường tổng hợp của máy sẽ là từ trường quay với tốc độ n_1

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Nếu dùng động cơ sơ cấp kéo rôto quay với tốc độ n_1 , bằng tốc độ từ trường quay $\rightarrow$ không có sự chuyển động tương đối giữa rôto và từ trường $\rightarrow$ sđđ và dòng điện rôto $I_2 = 0$. Dòng điện stato I_0 . Động cơ ở chế độ không tải.

Stđ của mạch từ động cơ không tải: $m_1 w_1 k_{dq1} \dot{I}_0$

Khi động cơ quay với tốc độ $n < n_1 \rightarrow$ có sự chuyển động tương đối giữa rôto và từ trường $\rightarrow$ sđđ và dòng điện rôto $I_2 \neq 0$. Dòng điện stato I_1 .

Stđ của mạch từ động cơ: $m_1 w_1 k_{dq1} \dot{I}_1 + m_2 w_2 k_{dq2} \dot{I}_2$

Từ thông Φ_m lúc không tải và có tải là không đổi $\rightarrow$ phương trình cân bằng từ của động cơ KĐB:

$$m_1 w_1 k_{dq1} \dot{I}_0 = m_1 w_1 k_{dq1} \dot{I}_1 + m_2 w_2 k_{dq2} \dot{I}_2$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Chia hai vế của phương trình cho $m_1 w_1 k_{dq1}$

$$\dot{I}_0 = \dot{I}_1 + \frac{m_2 w_2 k_{dq2}}{m_1 w_1 k_{dq1}} \dot{I}_2$$

Hệ số qui đổi dòng điện $k_i = \frac{m_1 w_1 k_{dq1}}{m_2 w_2 k_{dq2}}$

Phương trình cân bằng từ của động cơ điện:

$$\dot{I}_0 = \dot{I}_1 + \frac{1}{k_i} \dot{I}_2 = \dot{I}_1 + \dot{I}_2'$$

$$\dot{I}_2' = \frac{1}{k_i} \dot{I}_2 \rightarrow \text{Dòng điện rôto qui đổi về stato}$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

V. Sơ đồ thay thế của động cơ điện KĐB

Từ phương trình điện lúc rôto quay với tần số dòng điện rôto $f_2 = sf$; chia 2 vế cho s :

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

Trong phương trình: các số E_2 và điện kháng X_2 – các đại lượng rôto đứng yên với tần số dòng điện f , bằng tần số dòng điện stato $\rightarrow$ qui đổi tần số về stato

Nhân cả hai vế với $k_e \cdot k_i / k_i$:

$$0 = k_e \dot{E}_2 - \frac{1}{k_i} \dot{I}_2 \left(k_e k_i \frac{R_2}{s} + j k_e k_i X_2 \right)$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Sức điện động rôto qui đổi về stato: $\dot{E}_2' = k_e \dot{E}_2$

Dòng điện rôto qui đổi về stato: $\dot{I}_2' = \frac{1}{k_i} \dot{I}_2$

Điện trở rôto qui đổi về stato: $R_2' = k_e k_i R_2$

Điện kháng rôto qui đổi về stato: $X_2' = k_e k_i X_2$

Phương trình cân bằng điện rôto qui đổi về stato:

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

E_1 và E_2' là điện áp rơi trên tổng trở từ hóa

$$\dot{E}_1 = \dot{E}_2' = -\dot{I}_0 (R_{th} + jX_{th})$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

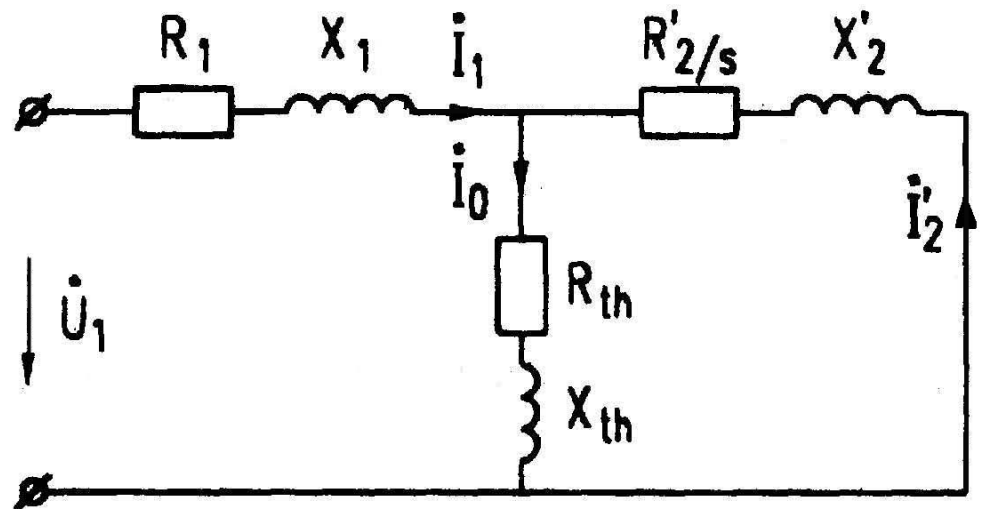
Hệ phương trình động cơ điện KĐB (rôto qui đổi về stato):

Hệ phương trình gồm 1 phương trình viết cho nút và 2 phương trình viết cho vòng.

Mạch điện thỏa mãn các phương trình gồm 3 nhánh, 2 nút.

Sơ đồ thay thế cho động cơ điện KĐB

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = \dot{I}_1(R_1 + jX_1) + \dot{I}_{th}(R_{th} + jX_{th}) \\ 0 = -\dot{I}_0(R_{th} + jX_{th}) - \dot{I}_2'(\frac{R_2'}{s} + jX_2') \\ \dot{I}_0 = \dot{I}_1 + \dot{I}_2' \end{cases}$$

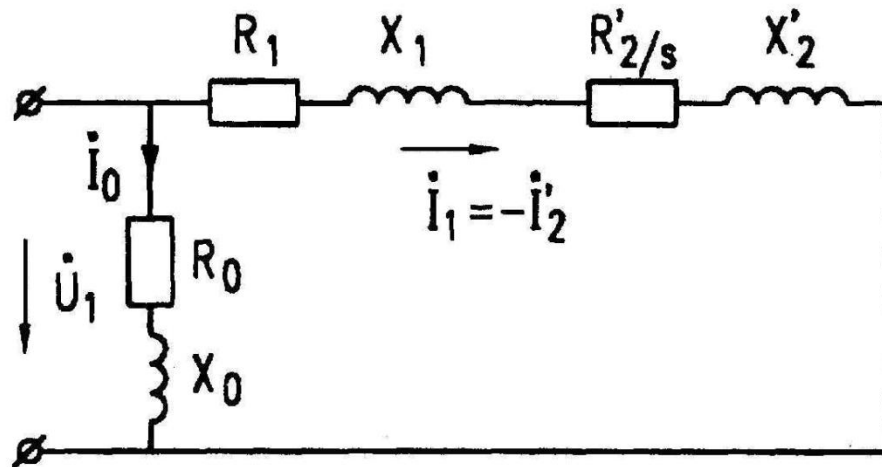


CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Sơ đồ thay thế đơn giản:

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

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



Thể hiện công suất cơ trên trục của động cơ, tương tự như công suất P_2 ở máy biến áp, trong sơ đồ thay thế thực hiện phép biến đổi:

$$\frac{R_2'}{s} = R_2' + \frac{1-s}{s} R_2'$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Đặc trưng cho công suất điện từ từ Stato $\rightarrow$ Rôto: $\frac{R_2'}{s}$

$$P_{dt} = m_1 I_2'^2 \frac{R_2'}{s} = m_2 I_2^2 \frac{R_2}{s}$$

Đặc trưng cho tổn hao đồng trong dây quấn Rôto: R_2'

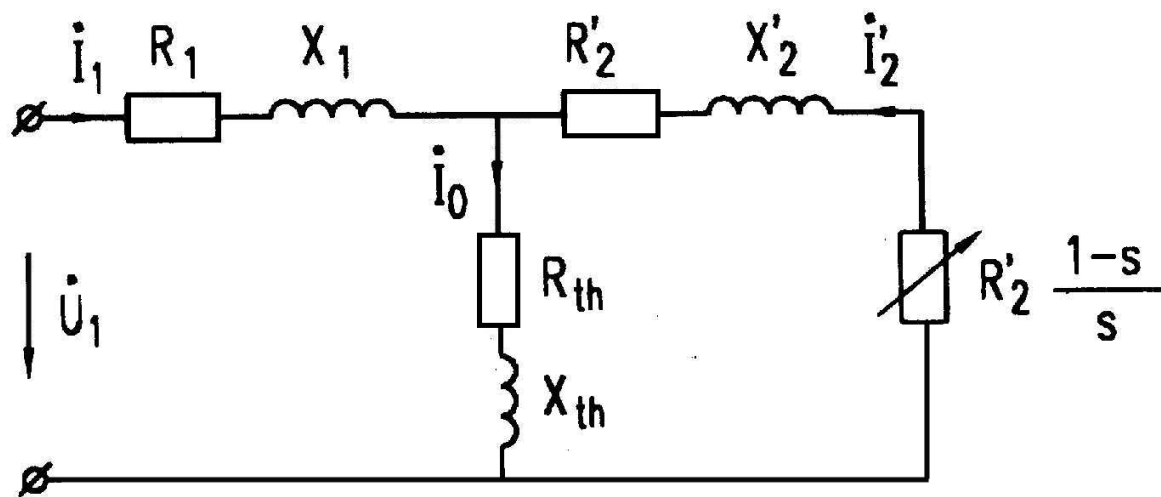
$$\Delta P_{đ2} = m_1 I_2'^2 R_2' = m_2 I_2^2 R_2$$

Đặc trưng cho công suất cơ trên trục máy: $\frac{1-s}{s} R_2'$

$$P_2 = m_1 I_2'^2 \frac{1-s}{s} R_2' = m_2 I_2^2 \frac{1-s}{s} R_2$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Sơ đồ thay thế động cơ không đồng bộ:



Biến trở $R'_2(1-s)/s$ đặc trưng cho công suất cơ đầu ra động cơ điện KĐB

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

VI. Tổn thất và hiệu suất của động cơ điện KĐB

Công suất P_1 cấp cho động cơ từ lưới điện:

$$P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1$$

Tổn hao đồng trong dây quấn Stato $\Delta P_{đ1}$:

$$\Delta P_{đ1} = m_1 I_1^2 R_1$$

Tổn hao sắt từ trong lõi thép Stato $\Delta P_{đ1}$:

$$\Delta P_{st} = m_1 I_0^2 R_{th}$$

Tổn hao trong lõi thép rôto không đáng kể vì tần số f_2 của dòng điện rôto nhỏ: $f_2 = 1 \div 3 \text{Hz}$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Công suất điện từ truyền sang Rôto $P_{đt}$:

$$P_{đt} = P_1 - \Delta P_{đ1} - \Delta P_{st}$$

$$P_{đt} = m_1 I_2'^2 \frac{R_2'}{s} = m_2 I_2^2 \frac{R_2}{s}$$

Tổn hao đồng trong dây quấn Rôto $\Delta P_{đ2}$:

$$\Delta P_{đ2} = m_1 I_2'^2 R_2' = m_2 I_2^2 R_2$$

Công suất cơ ở đầu ra P_{co} :

$$P_{co} = P_{đt} - \Delta P_{đ2} = m_1 I_2'^2 \frac{R_2'}{s} - m_1 I_2'^2 R_2' = m_1 I_2'^2 R_2' \frac{1-s}{s}$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

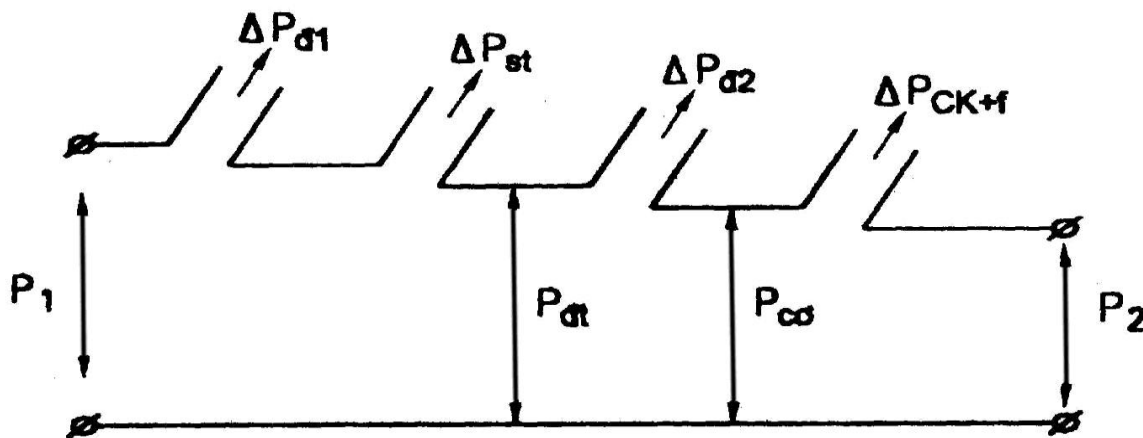
Ngoài các tổn hao trên trong động cơ còn tổn hao cơ (do ma sát) và tổn hao phụ (làm mát), công suất đầu ra P_2 :

$$P_2 = P_{co} - \Delta P_{ck} - \Delta P_f$$

Tổng tổn hao trong động cơ ΔP :

$$\Delta P = \Delta P_{st} + \Delta P_{đ1} + \Delta P_{đ2} + \Delta P_{ck} + \Delta P_f$$

Giản đồ năng lượng:



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Công suất đầu ra P_2 :

$$P_2 = P_1 - \sum \Delta P$$

Hiệu suất của động cơ:

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

Hiệu suất của động cơ không đồng bộ khoảng $0,75 \div 0,95$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

VII. Mômen quay của động cơ điện KĐB ba pha

Chế độ động cơ điện, mômen điện từ đóng vai trò mômen quay, được tính:

$$M = M_{đt} = \frac{P_{đt}}{\omega_1}$$

$$P_{đt} = 3I_2'^2 \frac{R_2}{s}$$

$$\omega_1 = \frac{\omega}{p}$$

$P_{đt}$ – công suất điện từ của động cơ

ω_1 – tốc độ góc của từ trường quay

ω – tốc độ góc của dòng điện Stato

p – số đôi cực từ

Lập biểu thức tính mômen điện từ ta dùng sơ đồ thay thế gần đúng của động cơ KĐB ba pha.

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Dòng điện thứ cấp:
$$I_2' = \frac{U_1}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + (X_1 + X_2')^2}}$$

Biểu thức mômen điện từ (mômen quay)

$$M = M_{dt} = \frac{3p \cdot U_1^2 R_2'}{s \cdot \omega \cdot \left(\left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + (X_1 + X_2')^2 \right)}$$

Đối với một động cơ nhất định, các thông số dây quấn, số cực không đổi. Giả thiết điện áp U_1 , tần số dòng điện không đổi ta thiết lập quan hệ $M = f(s)$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Đồ thị $M = f(s)$ khi $U_1 = \text{const}$, $f = \text{const} \rightarrow$ đường đặc tính cơ:

Xác định cực trị của hàm số $M=f(s)$,
lấy đạo hàm riêng

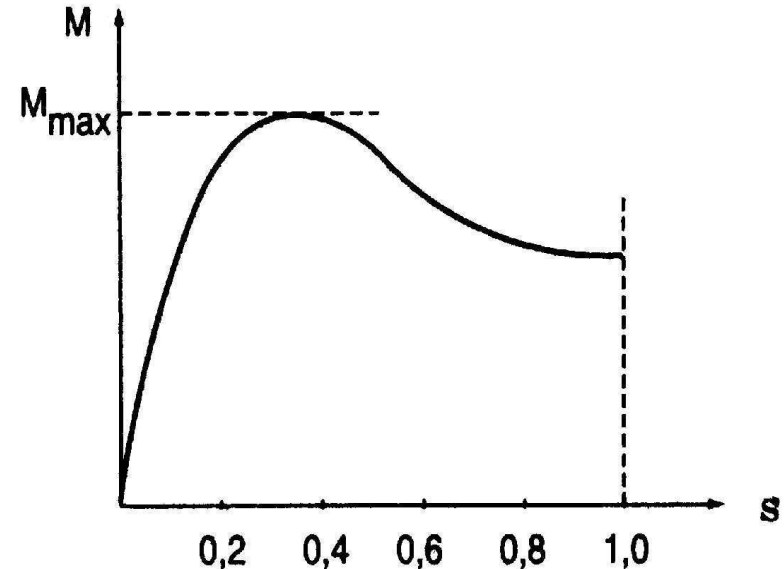
$$\frac{dM}{ds} = 0 \rightarrow s = s_{th}$$

Hệ số trượt tới hạn:

$$s_{th} = \frac{R'_2}{R_1 + X_1 + X'_2} \approx \frac{R'_2}{X_1 + X'_2}$$

Mô men cực đại:

$$M_{max} = \frac{3p U_1^2}{2\omega.(R_1 + \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X'_2)^2})} \approx \frac{3p U_1^2}{2\omega.(R_1 + X_1 + X'_2)}$$



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Khi mở máy hệ số trượt $s = 1$ ($n = 0$), biểu thức của mômen mở máy:

$$M_{mm} = \frac{3p.U_1^2 R'_2}{\omega \cdot [(R_1 + R'_2)^2 + (X_1 + X'_2)^2]}$$

Quan hệ giữa M , M_{max} và s_{th} có thể viết gần đúng như sau (công thức Klox):

$$\frac{M}{M_{max}} = \frac{2}{\frac{s}{s_{th}} + \frac{s_{th}}{s}}$$

Trong lí lịch máy thường cho biết các tỉ số: $\frac{M_{max}}{M_{đm}}; \frac{M_{mm}}{M_{đm}}; M_{đm}; s_{đm}$

Từ đó tính s_{th} , M theo hệ số trượt s

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

VIII. Đặc tính của động cơ điện KĐB ba pha

Đối với động cơ điện không đồng bộ, khi xét đến vấn đề truyền động (tốc độ, mômen quay), người ta thường chú ý nhiều đến đường đặc tính quan hệ giữa mômen quay với tốc độ quay rôto $M = f(n)$, gọi là đường đặc tính cơ:

Biểu thức của hàm $M = f(n)$ có thể suy ra từ biểu thức $M = f(s)$ khi thay tốc độ trượt bằng tốc độ quay $n = (1 - s) n_1$.

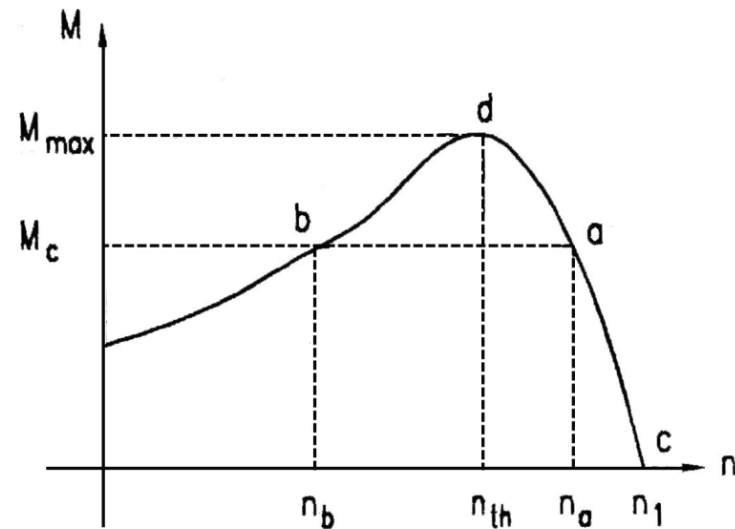
CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

a) Đặc tính cơ $M = f(n)$ khi $U = \text{const}$, $f = \text{const}$, $R_2 = \text{const}$

Giả sử động cơ làm việc ổn định với một mômen tải M_c nào đó, theo sự cân bằng về mômen, trên đường đặc tính cơ, động cơ có thể làm việc ở 2 điểm a và b

Tại điểm a: mômen M_c tăng $\rightarrow$ tốc độ động cơ giảm, theo đường đặc tính $\rightarrow M$ của động cơ tăng $\rightarrow$ cân bằng M_c . Động cơ làm việc ổn định ở tình trạng cân bằng mới.

Tại điểm b: mômen M_c tăng $\rightarrow$ tốc độ động cơ giảm, theo đường đặc tính $\rightarrow M$ của động cơ giảm càng nhỏ hơn M_c . Động cơ không thể xác lập được tình trạng cân bằng mới và phải ngừng quay.

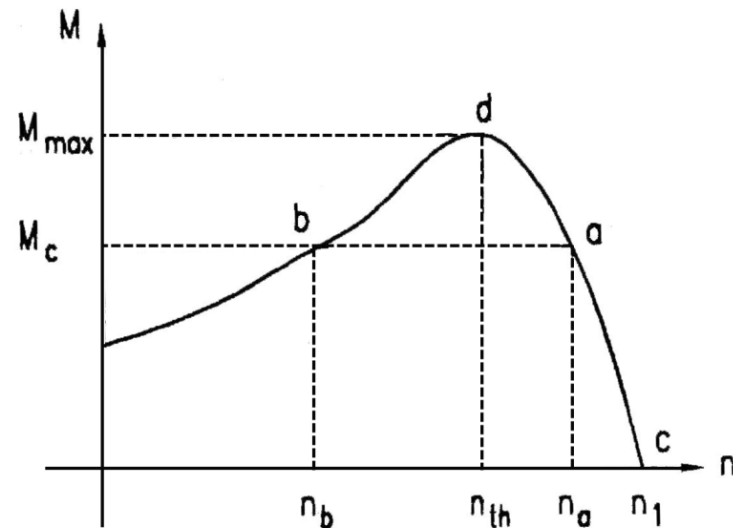


CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Động cơ chỉ làm việc ổn định trong đoạn dc trên đường đặc tính cơ $M = f(n)$, ứng với:

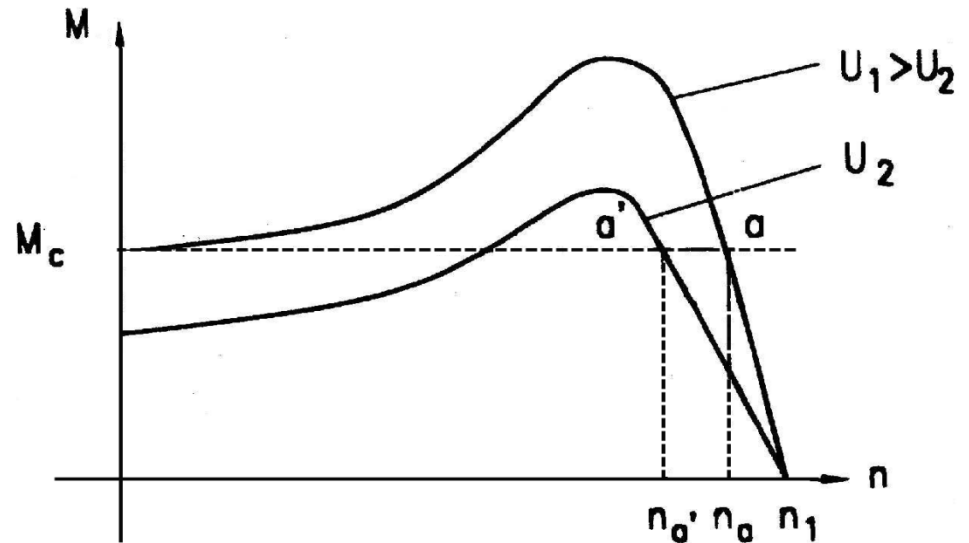
$$\frac{dM}{dn} < 0$$

Đoạn này đặc tính cơ rất cứng, nghĩa là khi thay đổi phụ tải, tốc độ quay của động cơ thay đổi rất



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

b) Đặc tính cơ $M = f(n)$ khi thay đổi điện áp U_1



Mômen tỉ lệ với bình phương điện áp, nếu điện áp đặt vào động cơ thay đổi, mômen động cơ thay đổi rất nhiều.

Vùng làm việc ổn định của động cơ giảm đi và tốc độ quay của động cơ cũng giảm đi khi điện áp giảm

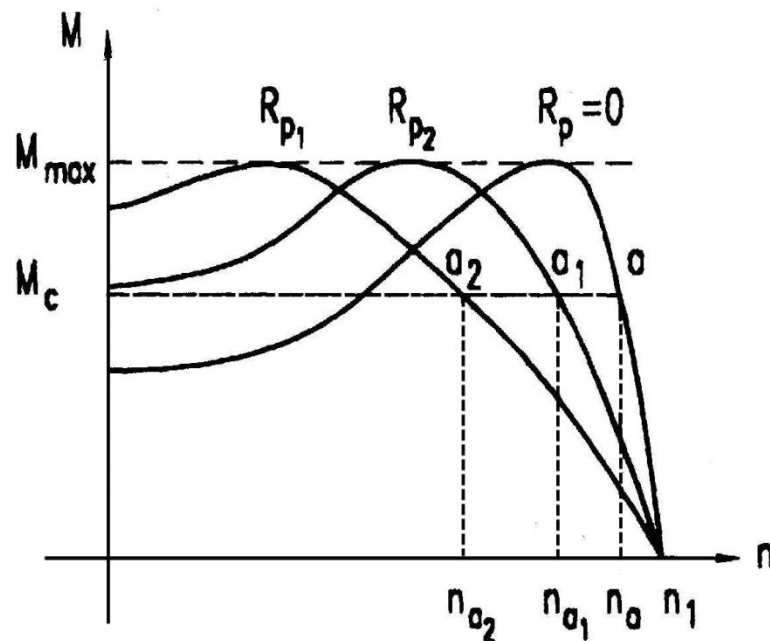
CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

c) Đường đặc tính cơ khi thay đổi điện trở rôto

Khi thay đổi điện trở rôto (bằng cách thêm điện trở phụ), s_{th} thay đổi nhưng M_{max} không đổi.

Tính chất này được sử dụng để điều chỉnh tốc độ và mở máy động cơ rôto dây quấn.

Từ hình vẽ ta thấy khi tăng điện trở mạch rôto, mômen mở máy tăng, vùng làm việc ổn định của động cơ tăng, tốc độ giới hạn n_{th} giảm, tốc độ quay của động cơ giảm



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

IX. Các đặc tính làm việc của động cơ điện KĐB

Chế độ làm việc định mức, động cơ KĐB có các đại lượng định mức:

- Công suất cơ hữu ích trên trục định mức $P_{đm}$
- Điện áp dây định mức $U_{đm}$
- Dòng điện dây định mức $I_{đm}$
- Tốc độ quay định mức $n_{đm}$
- Hệ số công suất định mức $\cos\varphi_{đm}$
- Hiệu suất định mức $\eta_{đm}$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Các đại lượng định mức không thể cho biết đầy đủ các đặc tính khi tải khác định mức. Với các mức độ tải khác nhau, tính toán chế độ làm việc của động cơ tương đối phức tạp, vì thế cần biết những đặc tính làm việc của động cơ không đồng bộ.

Các đặc tính làm việc bao gồm:

- Tốc độ quay rôto: $n = f(P_2)$
- Hệ số công suất: $\cos\varphi = f(P_2)$
- Hiệu suất động cơ: $\eta = f(P_2)$
- Mômen quay động cơ: $M = f(P_2)$
- Dòng điện stato: $I_1 = f(P_2)$

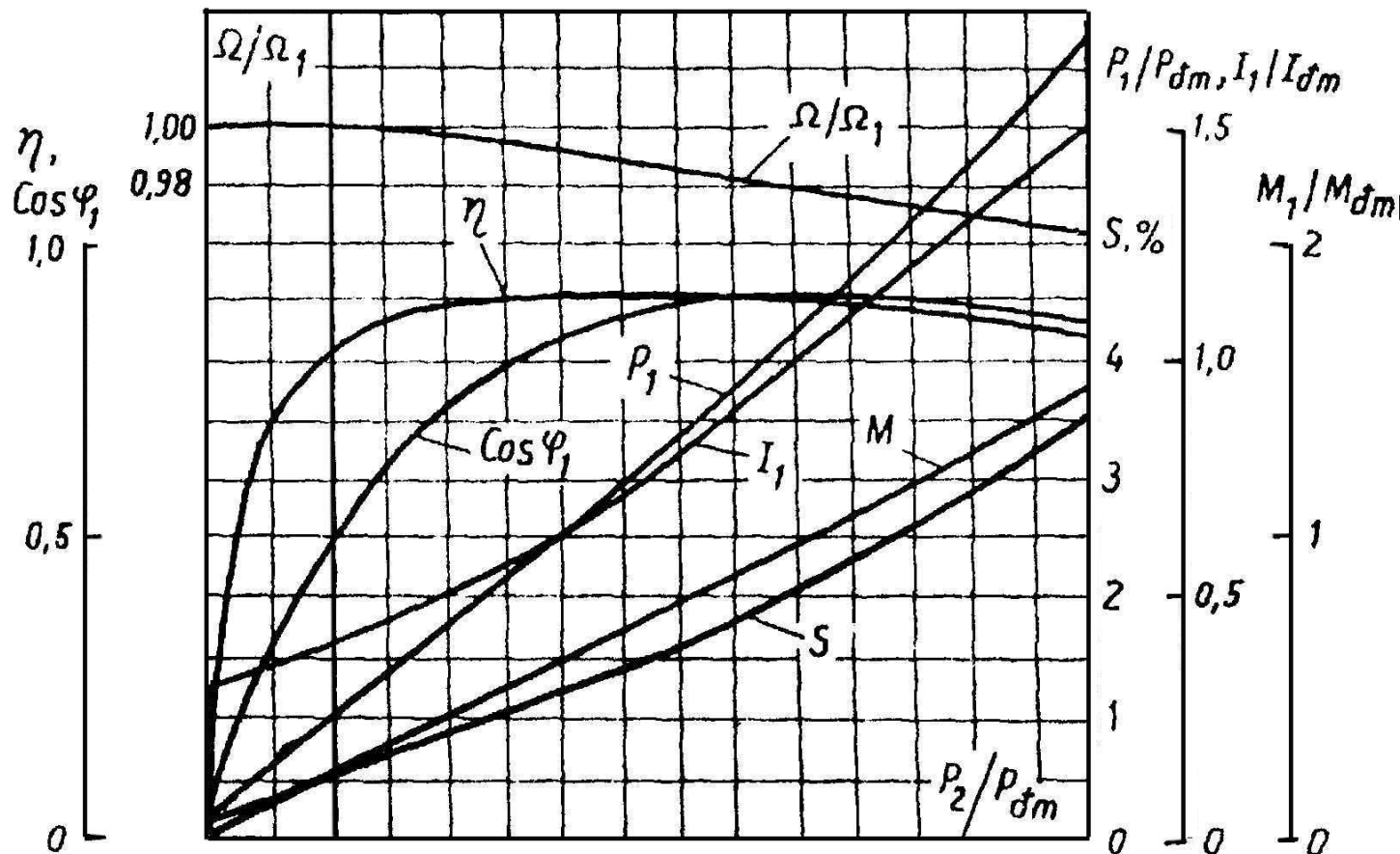
Với công suất cơ hữu ích trên trục P_2 , khi điện áp U_1 và tần số f ở stato không đổi.

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Các đặc tính làm việc cùng thể hiện trên một đồ thị:

Trục ox $\rightarrow$ mức độ mang tải $k_t = P_2/P_{đm}$

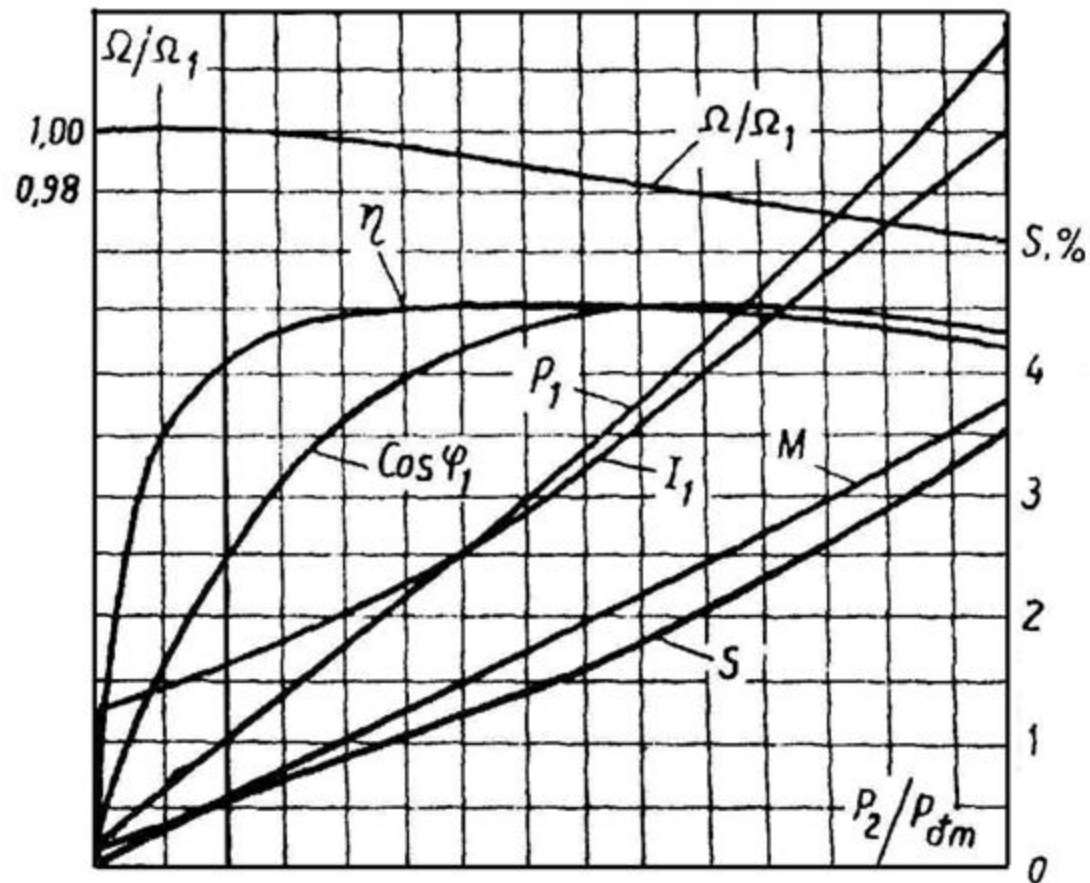
Trục oy $\rightarrow \eta, \cos\varphi, \omega/\omega_1, s, P_1/P_{đm}, I_1/I_{đm}, M/M_{đm}$



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

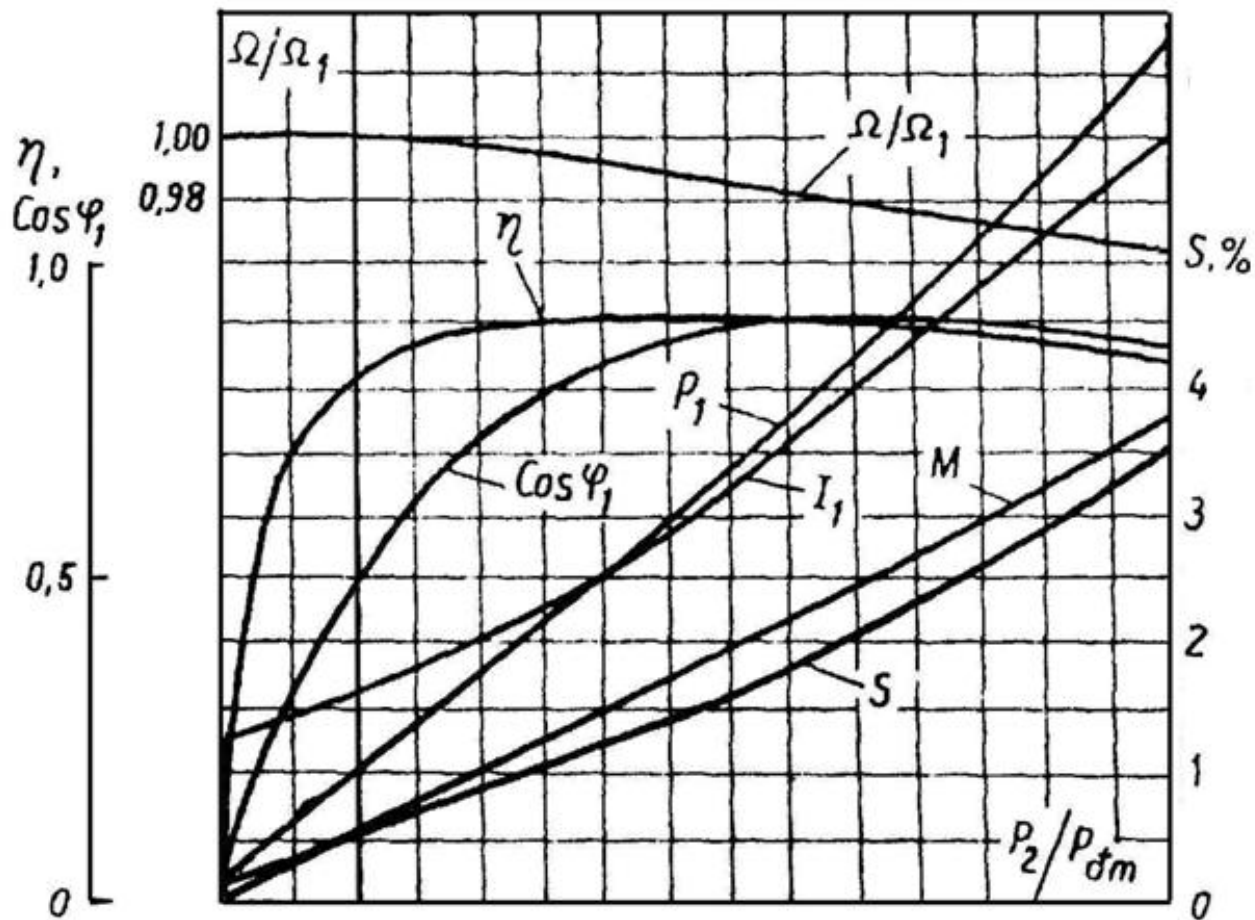
Các đặc tính của động cơ KĐB ba pha:

- Đặc tính tốc độ: $n = f(P_2)$



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

2. Đặc tính hiệu suất $\eta = f(P_2)$, hệ số công suất $\cos\varphi_1 = f(P_2)$



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

X. Mở máy động cơ KĐB ba pha

Mômen mở máy của động cơ KĐB ba pha là mômen tại thời điểm tốc độ $n = 0$.

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

Dòng điện pha mở máy:
$$I_{p.mm} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R'_2)^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$$

Dòng điện mở máy lớn bằng $5 \div 7$ lần dòng điện định mức.

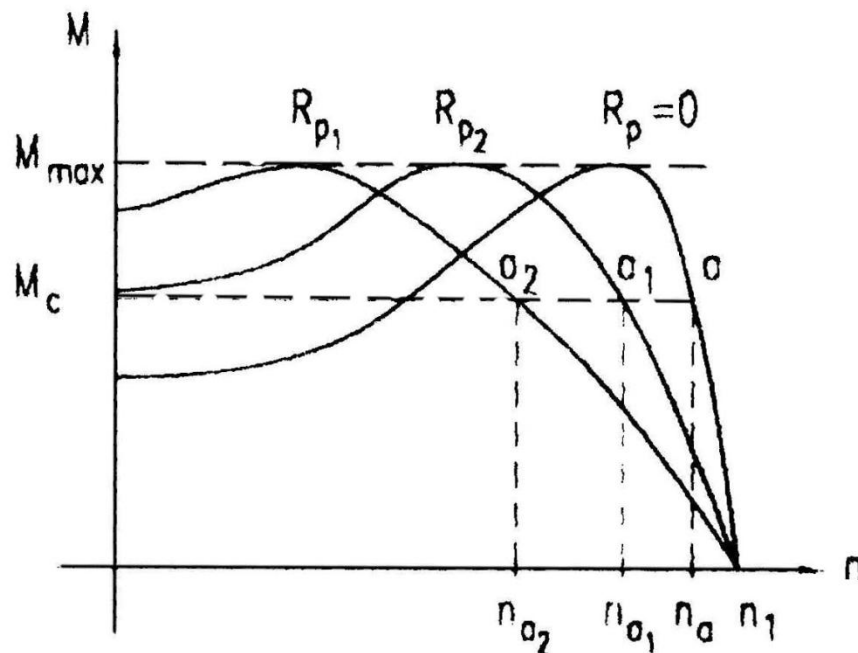
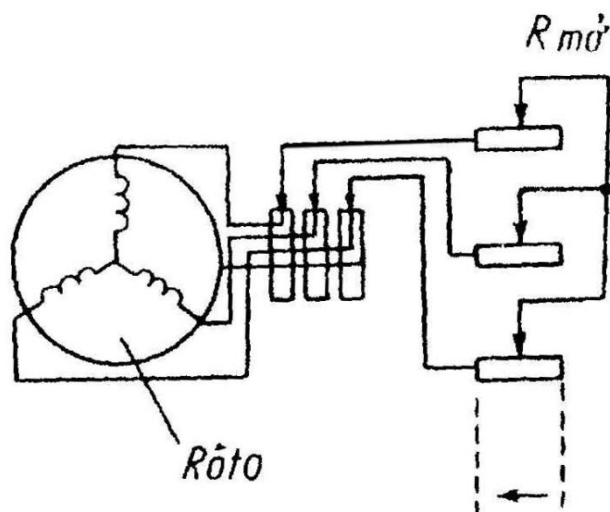
Đối với lưới điện công suất nhỏ sẽ làm cho điện áp mạng điện sụt xuống, ảnh hưởng đến sự làm việc của các thiết bị khác.

Vì thế ta cần có các biện pháp giảm dòng điện mở máy

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

1. Mở máy động cơ rôto dây quấn

Để giảm dòng điện và tăng mômen mở máy, dây quấn rôto được nối với biến trở mở máy. Đầu tiên để biến trở lớn nhất, sau đó giảm dần đến không. Đường đặc tính mômen ứng với các giá trị $R_{mở}$



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Có được mômen mở máy bằng mômen cực đại ($M_{mm} = M_{max}$, hệ số trượt tới hạn $s_{th} = 1$ ($n = 0$))

$$s_{th} = \frac{R'_2 + R'_{mm}}{X_1 + X'_2} = 1$$

$$R_{mm} = \frac{1}{k_e k_i} (X_1 + X'_2 - R'_2)$$

Dòng điện mở máy:

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

Nhờ có R_{mm} mômen mở máy tăng, dòng điện mở máy giảm, đó là ưu điểm lớn của động cơ rôto dây quấn

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

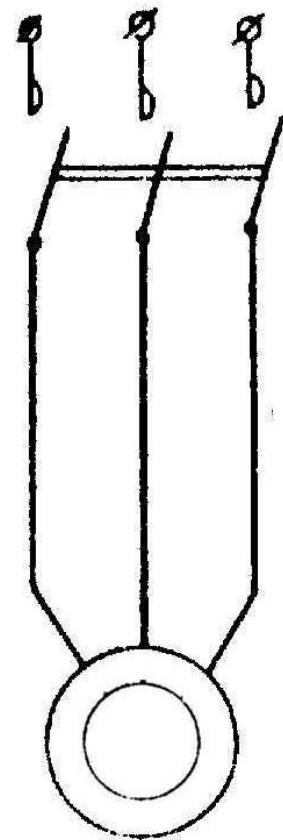
2. Mở máy động cơ lồng sóc

a) Mở máy trực tiếp.

Đây là phương pháp đơn giản nhất, chỉ việc đóng trực tiếp động cơ điện vào lưới điện.

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.

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



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

b) Giảm điện áp stato khi mở máy

Khi mở máy, giảm điện áp đặt vào động cơ, để giảm dòng điện mở máy. Khi động cơ hoạt động bình thường cấp điện áp định mức.

Điện áp giảm $\rightarrow$ dòng điện giảm

Điện áp giảm $\rightarrow$ mômen giảm

Khuyết điểm của phương pháp này là mômen mở máy giảm rất nhiều, vì thế nó chỉ sử dụng được đối với trường hợp không yêu cầu mômen mở máy lớn.

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Dùng điện kháng nối tiếp vào mạch stato

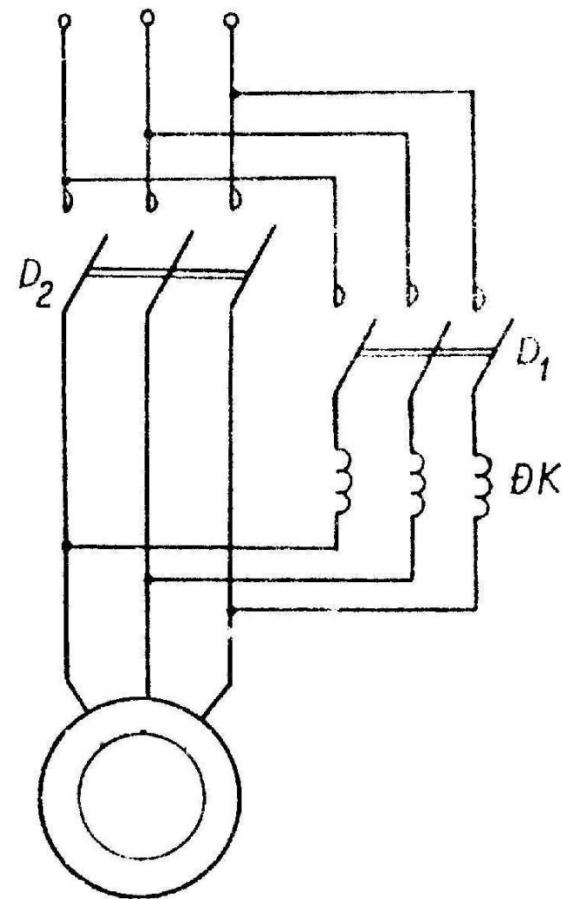
Điện áp mạng điện đặt vào động cơ qua điện kháng Đ.K.

Lúc mở máy, cầu dao D_2 mở, D_1 đóng.

Khi động cơ đã quay ổn định thì đóng cầu dao D_2 , mở cầu dao D_1 .

Do 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 momen tỷ lệ với bình phương điện áp)



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Dùng máy biến áp tự ngẫu

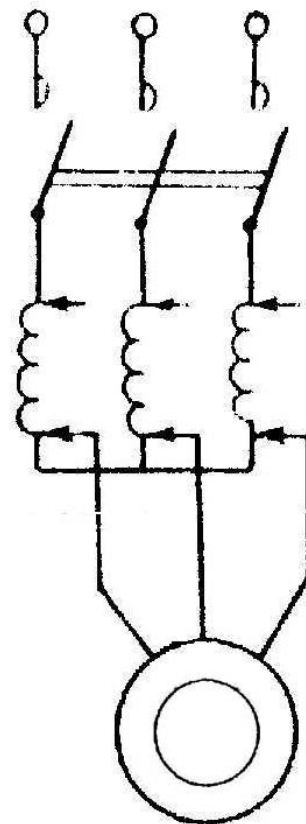
Điện áp mạng điện đặt vào sơ cấp máy biến áp tự ngẫu, thứ cấp đưa vào động cơ.

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 và dòng điện khi mở máy

$$U_{đc} = \frac{U_1}{k} \qquad I_{mm} = \frac{U_{đc}}{Z_n} = \frac{U_1}{k \cdot Z_n}$$



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Dòng điện I_1 lưới điện cung cấp cho động cơ lúc có máy biến áp tự ngẫu chính là dòng điện sơ cấp của máy tự biến áp:

$$I_1 = \frac{I_{dc}}{k} = \frac{U_1}{k^2 \cdot Z_n}$$

Khi mở máy trực tiếp, dòng điện I_1 :

$$I_1 = \frac{U_1}{Z_n}$$

Khi có máy tự biến áp, dòng điện của lưới điện giảm đi k^2 lần.

Đây là một ưu điểm so với dùng điện kháng (dòng điện giảm k lần).

Phương pháp được dùng nhiều đối với động cơ công suất lớn.

Điện áp đặt vào động cơ giảm k lần, nên mômen sẽ giảm k^2 lần

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

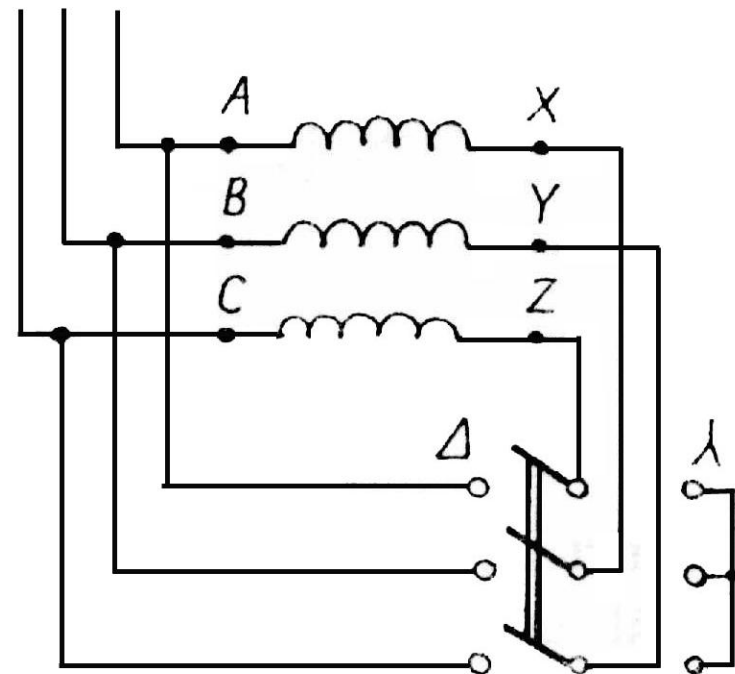
- Phương pháp đổi nối sao – tam giác

Phương pháp này chỉ dùng được với những 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

Sau khi mở máy ta nối lại thành hình tam giác như đúng quy định của máy.

Trên hình khi mở máy ta đóng cầu dao sang phía Y, mở máy xong đóng sang phía Δ



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Dòng điện dây khi nối hình tam giác

$$I_{d.\Delta} = \frac{\sqrt{3}.U_1}{Z_n}$$

Dòng điện dây khi nối hình sao

$$I_{d.Y} = \frac{U_1}{\sqrt{3}.Z_n}$$

Mở máy kiểu đổi nối sao tam giác dòng điện dây giảm đi 3 lần, mômen giảm 3 lần

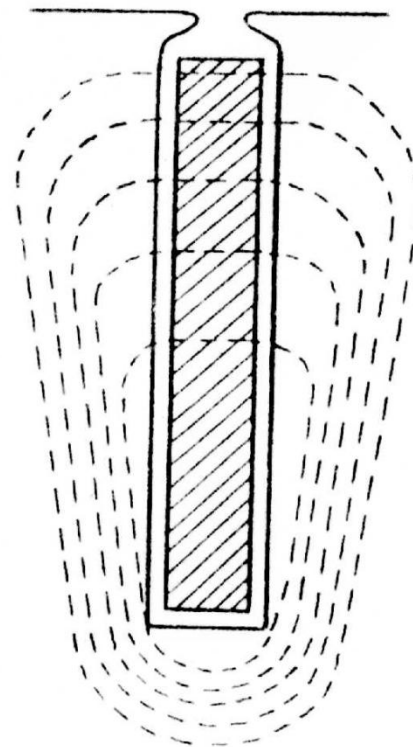
CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

10.3. Động cơ điện lồng sóc có đặc tính mở máy tốt

a) Động cơ điện lồng sóc rãnh sâu

Loại động cơ này, rãnh rôto hẹp và sâu (chiều sâu bằng $10 \div 12$ lần chiều rộng rãnh).

Khi có dòng điện cảm ứng trong thanh dẫn rôto, từ thông tản rôto Φ_{t2} phân bố như trên hình bên. Từ thông tản móc vòng với đoạn dưới thanh dẫn nhiều hơn đoạn trên

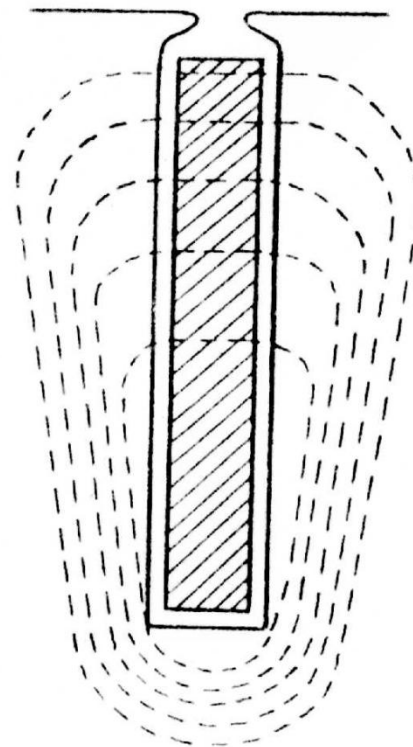


CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Khi rôto chưa quay, dòng điện rôto có tần số lớn bằng tần số stato f . Điện kháng tản rôto sẽ lớn hơn điện trở, và có tác dụng quyết định đến sự phân bố dòng điện rôto.

Lúc mở máy điện kháng tản phía dưới lớn, dòng điện tập trung phía trên thanh dẫn gần miệng rãnh. Do sự phân bố dòng điện tập trung nhiều ở phía miệng rãnh, tiết diện dẫn điện của thanh coi như bị nhỏ đi, điện trở rôto R_2 tăng lên sẽ làm tăng mômen mở máy.

Khi mở máy xong, tần số dòng điện rôto nhỏ, tác dụng trên bị yếu đi, điện trở rôto giảm xuống như bình thường



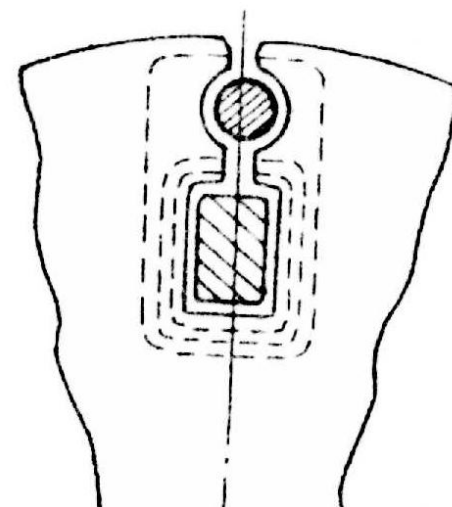
CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

b) Động cơ điện lồng sóc kép

Rôto của động cơ có hai lồng sóc , các thanh dẫn của lồng sóc ngoài (còn gọi là lồng sóc mở máy) có tiết diện nhỏ và điện trở suất lớn. Lồng sóc trong có tiết diện lớn điện trở nhỏ.

Như ở trên, khi mở máy dòng điện tập trung ở lồng sóc ngoài có điện trở R_2 lớn, mômen mở máy lớn. Khi làm việc bình thường, dòng điện lại phân bố đều ở cả hai lồng sóc, điện trở R_2 nhỏ xuống.

Động cơ điện rãnh sâu và lồng sóc kép có đặc tính mở máy tốt, nhưng vì từ thông tản lớn, nên $\cos\varphi$ thấp hơn động cơ lồng sóc thông thường



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

XI. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện KĐB

Tốc độ của động cơ điện không đồng bộ

$$n = n_1(1-s) = \frac{60.f}{p}(1-s)$$

Động cơ rôto lồng sóc:

Cách điều chỉnh: thay đổi tần số dòng điện stato, đổi nối dây quấn stato để thay đổi số đôi cực từ p của từ trường, 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.

Động cơ điện 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

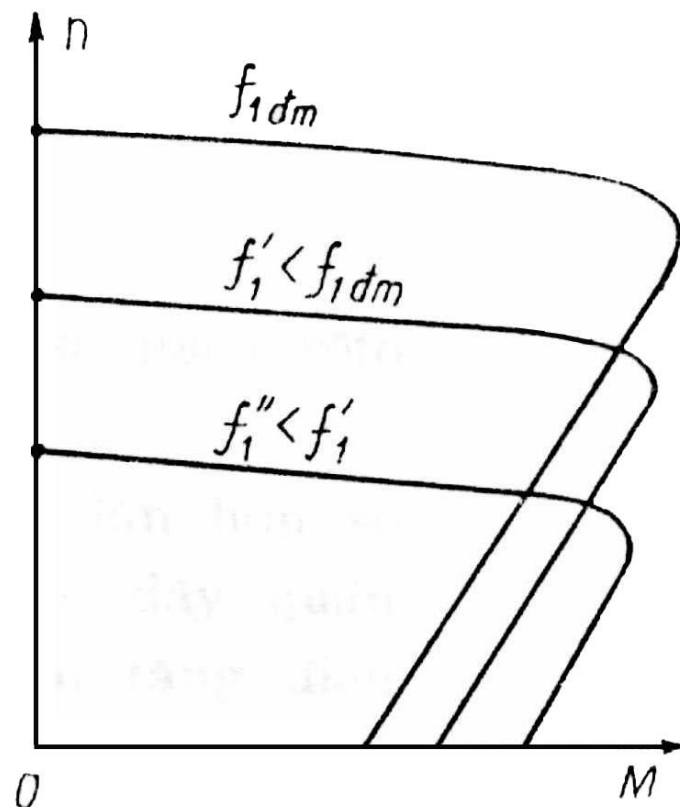
CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

11.1. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi tần số

Dùng biến tần thay đổi tần số f của dòng điện stato.

Điều chỉnh đồng thời tần số và điện áp, giữ cho tỷ số giữa điện áp U_1 và tần số f không đổi (do từ thông $\Phi_{\max}$ tỷ lệ thuận với tỷ số U_1/f , và để giữ cho từ thông $\Phi_{\max}$ không đổi, để mạch từ máy ở tình trạng định mức).

Họ đường đặc tính động cơ khi thay đổi tần số f và U_1 sao cho tỷ số U_1/f không đổi.



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

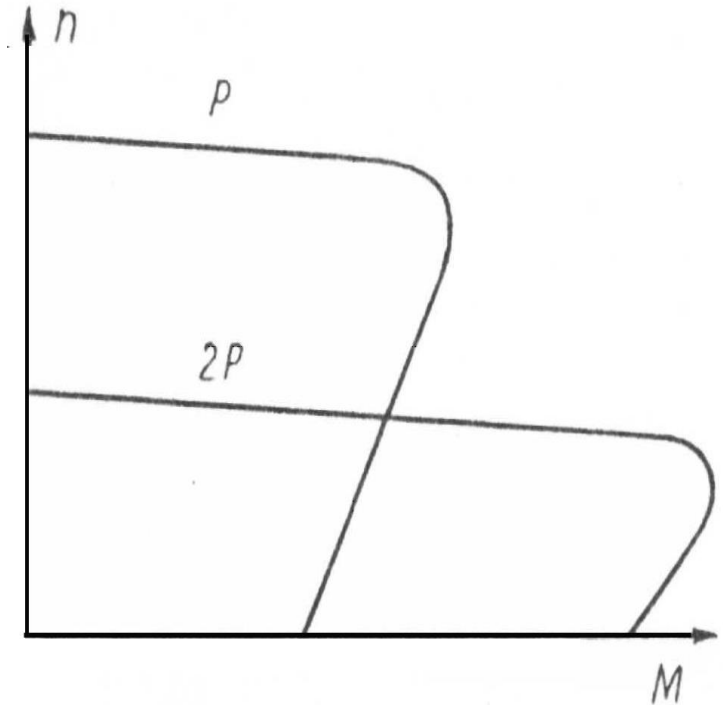
11.2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi số đôi cực

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 số đôi cực từ được gọi là động cơ không đồng bộ nhiều cấp tốc độ.

Phương pháp này chỉ sử dụng cho loại rôto lồng sóc.

Mặc dù điều chỉnh tốc độ nhảy cấp, nhưng có ưu điểm là giữ nguyên độ cứng của đặc tính cơ.



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

11.3. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện áp stato

Phương pháp này chỉ được thực hiện bằng việc giảm điện áp. Khi giảm điện áp đường đặc tính $M=f(n)$ sẽ thay đổi.

Nhược điểm:

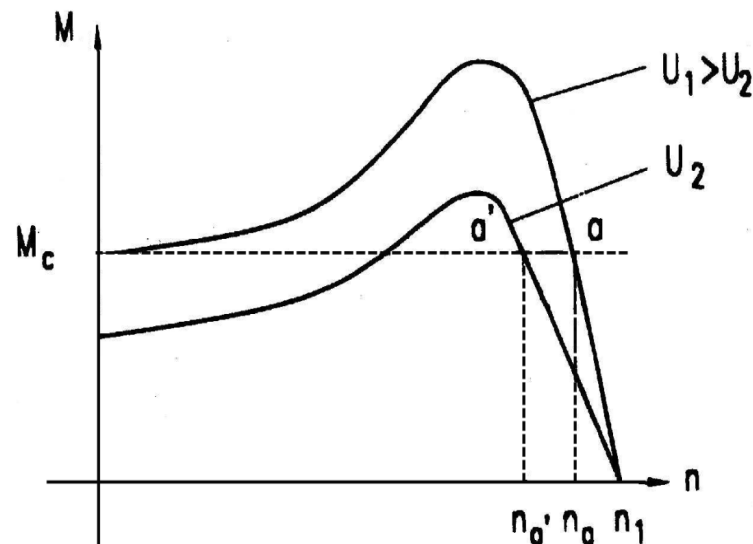
Giảm khả năng quá tải

Dải điều chỉnh tốc độ hẹp

Tăng tổn hao ở dây quấn rôto

$$\Delta P_{\text{đr}} = sP_{\text{đt}} = sM\omega_1.$$

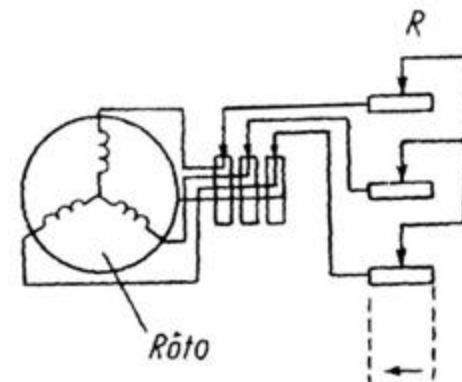
Việc điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện áp chủ yếu với các động cơ công suất nhỏ có hệ số trượt tới hạn s_{th} lớn



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

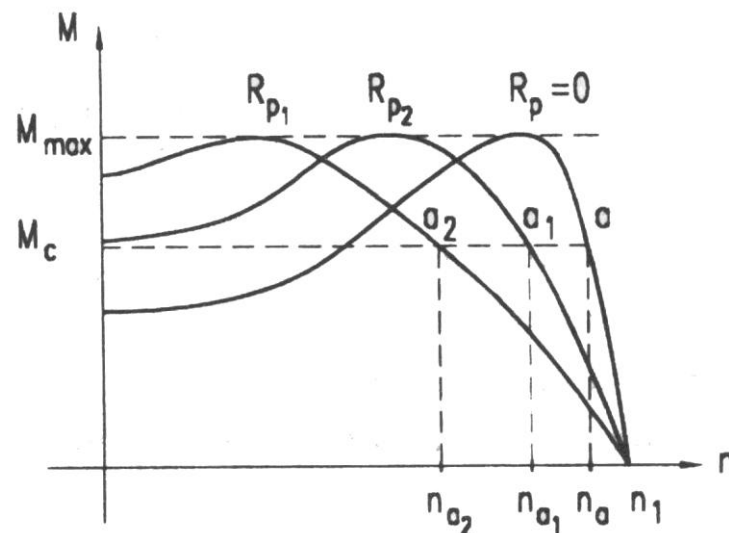
11.4. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện trở mạch rôto

Thay đổi điện trở dây quấn rôto, bằng cách mắc biến trở ba pha vào mạch rôto như hình



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

Họ đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ rôto dây quấn khi có biến trở điều chỉnh tốc độ vẽ trên hình



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

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.

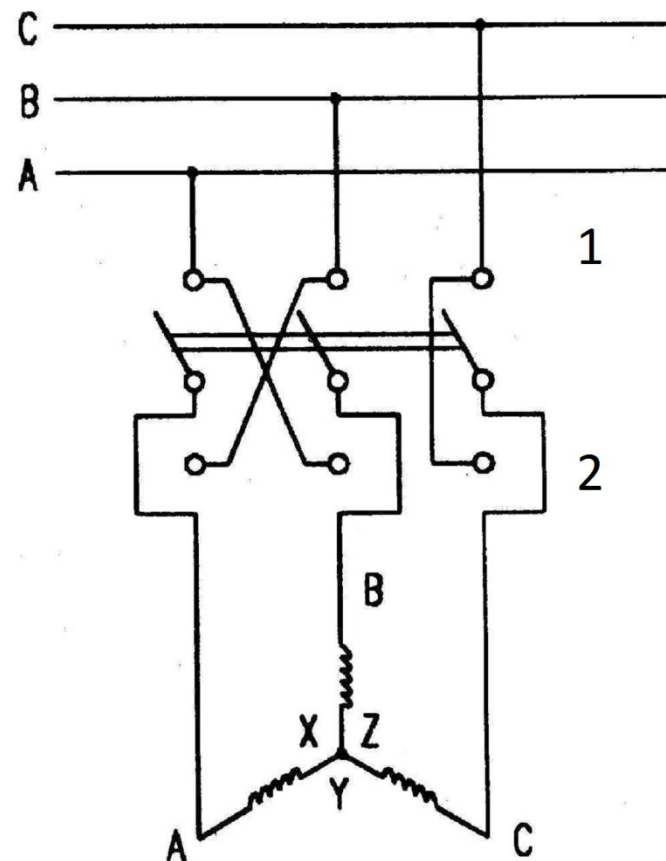
Tuy nhiên phương pháp đơn giản, điều chỉnh trơn và khoảng điều chỉnh tương đối rộng, được sử dụng điều chỉnh tốc độ quay của động cơ công suất cỡ trung bình

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

XII. Hãm động cơ điện không đồng bộ

12.1. Phương pháp hãm đổi thứ tự pha

Khi động cơ đang làm việc, rôto quay cùng chiều từ trường quay. Khi cắt điện khỏi động cơ, muốn động cơ dừng một cách nhanh chóng ta đóng cầu dao về phía khác để đổi thứ tự hai trong ba pha điện vào động cơ



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Do quán tính, khi ngắt điện khỏi 1, rôto vẫn quay theo chiều cũ, trong lúc đóng D về phía 2, từ trường quay do đổi thứ tự hai trong ba pha đã quay ngược lại.

Kết quả mômen điện từ sinh ra ngược với chiều quay của rôto có tác dụng hãm nhanh chóng và bằng phẳng tốc độ quay của động cơ.

Khi rôto ngừng quay, phải ngắt ngay điện vào động cơ nếu không động cơ sẽ quay theo chiều ngược lại.

Trong quá trình hãm, dòng điện rất lớn vì thế phải có biện pháp khắc phục như giảm điện áp hoặc tăng điện trở vào mạch rôto

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

12.2. Phương pháp hãm đổi thành máy phát điện

Khi động cơ làm việc kéo phụ tải, vì một lý do nào đó phụ tải tăng tốc (ví dụ lúc đầu xe điện xuống dốc, cầu trục thả hàng) rôto quay cùng chiều nhưng tốc độ lớn hơn tốc độ từ trường quay, lúc đó động cơ làm việc như máy phát điện trả năng lượng cho lưới điện đồng thời sinh ra mômen hãm hãm động cơ lại.

Để tạo ra cách hãm này, ta đổi nối dây quấn stato làm tăng số đôi cực từ p , lúc đó tốc độ rôto sẽ lớn hơn tốc độ từ trường quay, tạo mômen hãm hãm động cơ và năng lượng trả cho lưới.

Ví dụ: Giả sử động cơ làm việc với hệ số trượt $s = 0,03$ và có $p = 1$, lúc này tốc độ từ trường quay $n_1 = 3000 \text{ vg/ph}$ (nếu $f = 50 \text{ Hz}$), và tốc độ rôto

$$n = n_1(1-s) = 3000(1-0,03) = 2910 \text{ vg/ph.}$$

Khi đổi dây nối cho $p = 2$, ta có $n_1 = 1500 \text{ vg/ph} < n$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

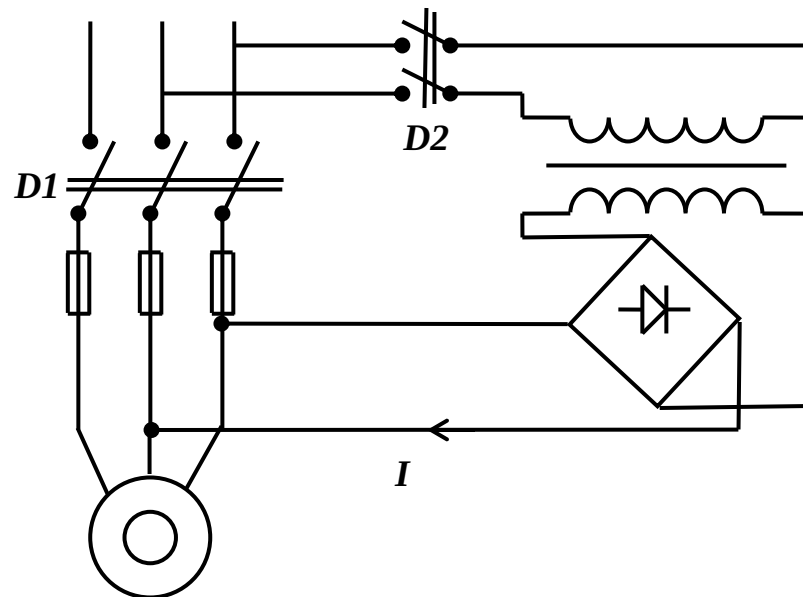
12.3. Phương pháp hãm động năng

Khi dừng động cơ, ngắt cầu dao D_1 và đóng cầu dao D_2 .

Dòng điện một chiều từ chỉnh lưu đi vào dây quấn stato tạo thành từ trường một chiều.

Do quán tính, rôto vẫn quay trong từ trường này, trong dây quấn rôto cảm ứng nên sức điện động và dòng điện.

Tác dụng giảm từ trường stato với dòng cảm ứng trong dây quấn rôto tạo nên mômen điện từ ngược chiều với chiều quay rôto, làm cho rôto nhanh chóng dừng lại



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

XIII. Động cơ điện không đồng bộ một pha

13.1. Cấu tạo và nguyên lí làm việc

a. Cấu tạo động cơ KĐB một pha

Động cơ KĐ một pha có kết cấu cơ bản giống nhau như động cơ điện ba pha: Stato (lõi thép, dây quấn) và Rôto (lõi thép, dây quấn).

Điểm khác biệt là Stato động cơ một pha có hai dây quấn : dây quấn chính (hay dây quấn làm việc) và dây quấn phụ (hay dây quấn mở máy).

Rôto cũng có hai loại : rôto dây quấn và rôto lồng sóc, nhưng thường là rôto lồng sóc

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

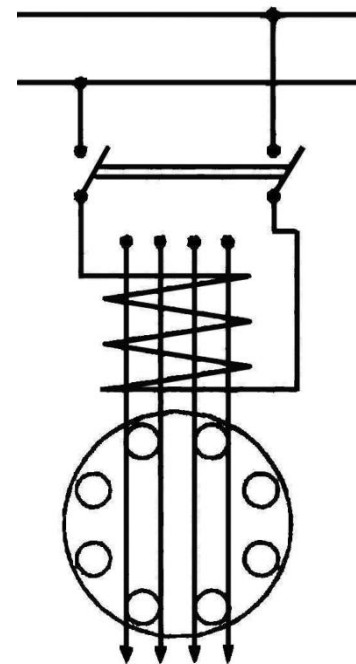
b) Nguyên lí làm việc

Cấp điện một pha cho dây quấn Stator, dòng dây quấn stato sẽ sinh ra từ trường đập mạch B.

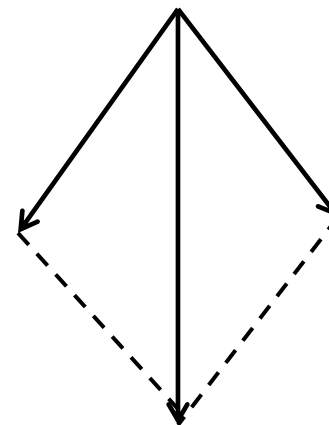
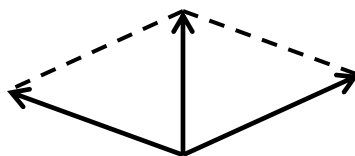
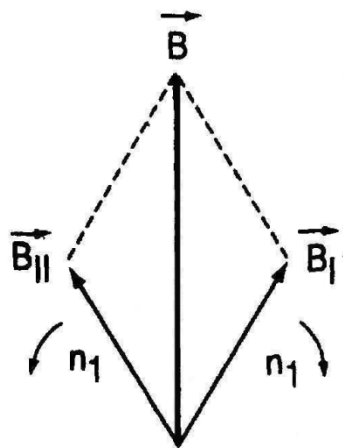
Phân tích B thành hai từ trường quay B_I và B_{II} , quay ngược chiều nhau, cùng tốc độ n_1 và biên độ bằng nửa biên độ từ trường đập mạch

$$B_{I.m} = B_{II.m} = \frac{1}{2} B_m$$

$$\vec{B}_I + \vec{B}_{II} = \vec{B}$$



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ



Trên đồ thị véc tơ: khi từ trường B biến thiên được $\frac{1}{2}$ chu kỳ thì $B_{\perp}$ và $B_{||}$ quay được $\frac{1}{2}$ vòng với chiều tương ứng. Tốc độ quay của $B_{\perp}$ và $B_{||}$ bằng tốc độ từ trường đập mạch B

$$n_1 = \frac{60.f}{p}$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Từ trường B_1 có chiều quay thuận $\rightarrow$ từ trường thuận

Từ trường B_{11} có chiều quay ngược $\rightarrow$ từ trường ngược

Các từ trường B_1 và B_{11} tác động và thanh dẫn Rôto tạo nên các mô men quay thuận, ngược M_1 , M_{11} tương ứng.

Nếu tốc độ của Rôto là n (vòng/phút):

Hệ số trượt đối với từ trường thuận M_1 :

$$s_{th} = \frac{n_1 - n}{n_1} = s$$

Hệ số trượt đối với từ trường ngược M_{11} :

$$s_{ng} = \frac{n_1 + n}{n_1} = \frac{n_1 + n_1(1 - s_{th})}{n_1} = 2 - s_{th} = 2 - s$$

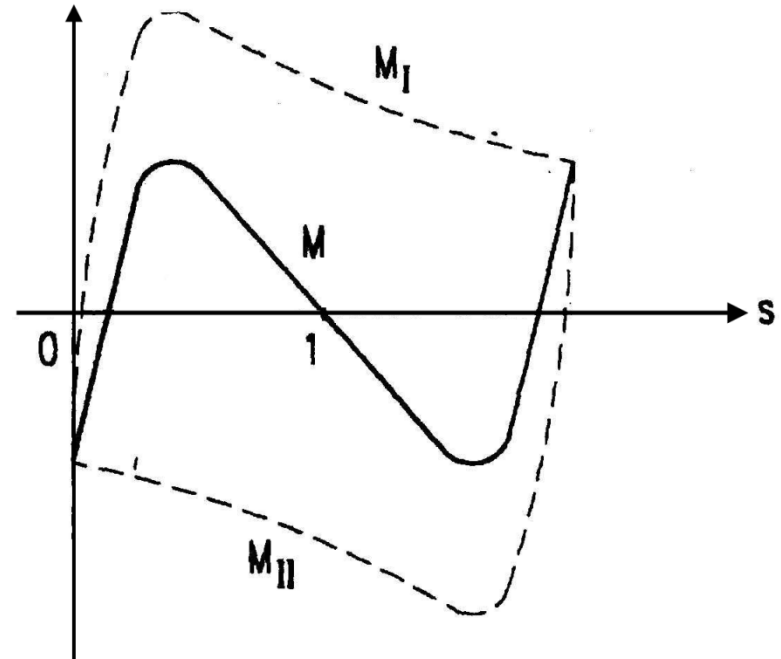
CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Mômen quay của động cơ là tổng đại số của hai mômen M_I và M_{II} .

Từ đường đặc tính mômen:

Khi mở máy, $s = s_{th} = s_{ng} = 1$, các mômen $M_I = M_{II}$ nên $M_{mở} = 0$, động cơ không tự mở máy được.

Nếu tác động vào rôto theo chiều nào đó tức là làm cho $s \neq 1$ lúc đó động cơ có mômen $M \neq 0$, sẽ tiếp tục quay theo chiều đó



Do có từ trường ngược nên M_{max} , η , hệ số $\cos\phi$ của động cơ KĐB một pha nhỏ hơn động cơ điện ba pha cùng công suất

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

13.2. Mở máy động cơ KĐB một pha

a) Dùng dây quấn phụ mở máy

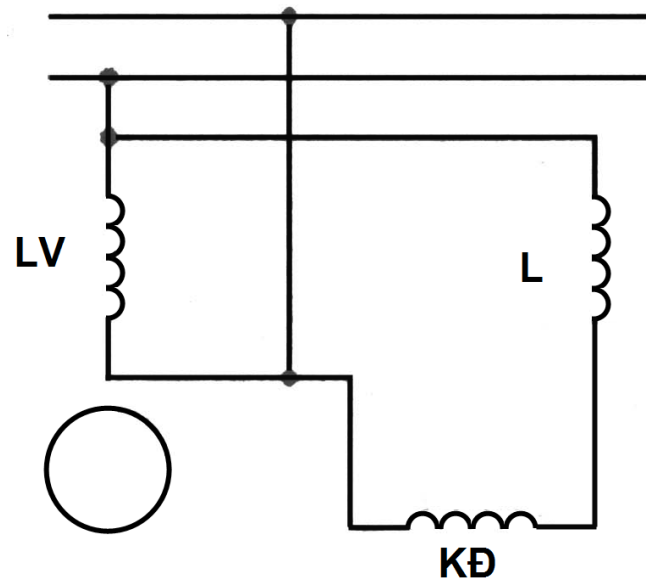
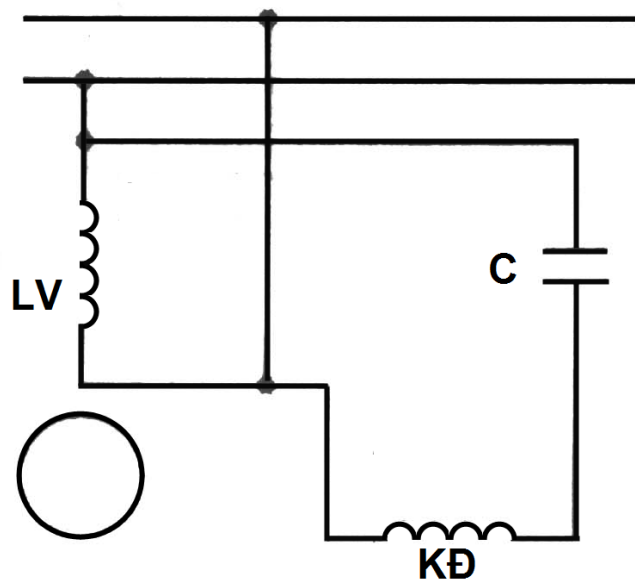
Dây quấn phụ thiết kế có loại chỉ để mở máy (mở máy xong ngắt ra khỏi lưới điện), có loại làm việc lâu dài.

Dây quấn phụ có tác dụng tạo ra từ trường, phối hợp với từ trường dây quấn chính tạo thành từ trường quay sinh ra mômen mở máy ban đầu.

Dây quấn phụ phải đặt trong một số rãnh của stato sao cho sinh ra từ thông lệch với từ thông chính một góc 90° không gian, và dòng điện trong dây quấn phụ lệch pha với dòng điện trong dây quấn chính một góc 90°

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

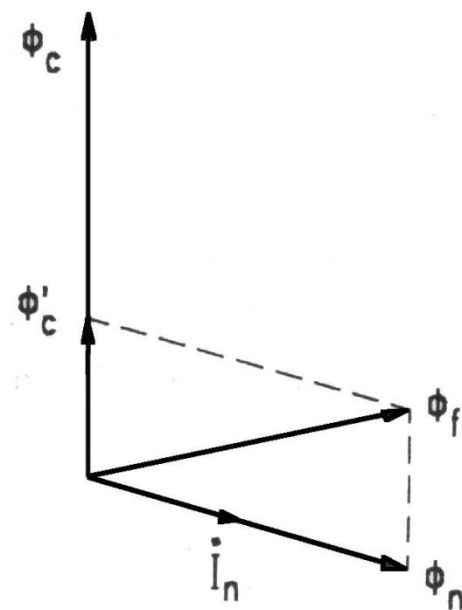
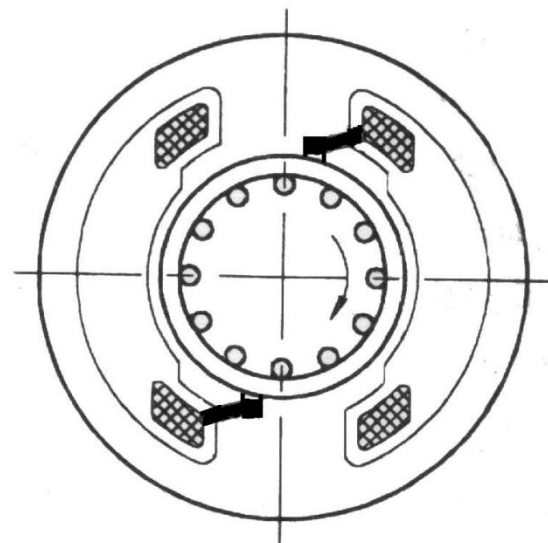
Tạo ra sự lệch pha giữa hai dòng điện trong hai dây quấn, bằng cách mắc nối tiếp dây quấn phụ với tụ điện C (động cơ một pha kiểu điện dung) hay điện cảm L (động cơ một pha kiểu điện cảm). Thực tế thường dùng động cơ một pha kiểu điện dung.



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

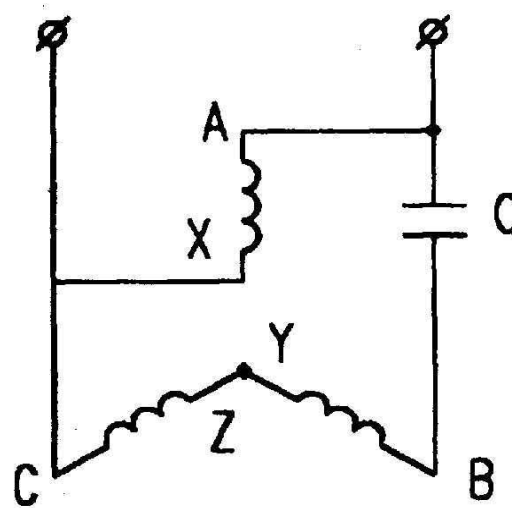
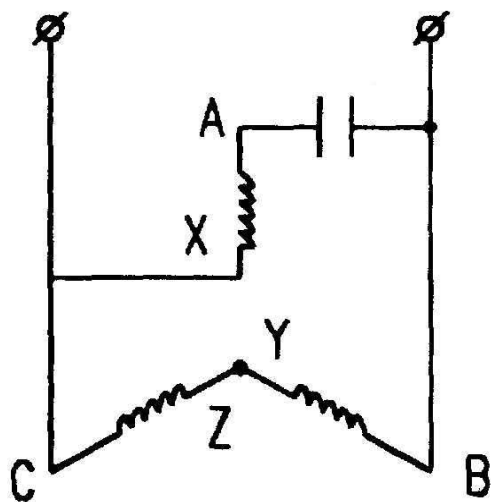
b) Dùng vòng ngắn mạch ở cực từ

- Áp dụng cho động cơ công suất nhỏ, mở máy không tải hoặc tải nhẹ.
- Cực từ được chẻ ra 1/3 và cho vào đó một vòng ngắn mạch
- Khi đặt điện áp một pha vào dây quấn, sẽ có từ trường đập mạch chính là Φ_c . Một phần của từ trường này là Φ_c' xuyên qua vòng ngắn mạch, trong vòng này sẽ sinh ra một từ thông Φ_n . Từ thông Φ_n tác dụng với Φ_c' để sinh ra từ thông phụ Φ_f đi qua vòng ngắn mạch



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Ngoài ra, trong thực tế, khi không có nguồn điện ba pha ta có thể đấu lại động cơ ba pha để nối vào lưới điện một pha, khi chọn trị số điện dung C phù hợp, có thể đạt 70- 80% công suất của động cơ ba pha trước khi đấu lại



CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

XIV. Các ví dụ

Ví dụ 1

Một động cơ điện không đồng bộ ba pha

$P_{đm} = 7,5 \text{ kW}$; $220/380 \text{ V} - \Delta/Y$; $f = 50 \text{ Hz}$; $p = 2$; $\cos \varphi_{đm} = 0,88$;
 $\eta_{đm} = 0,88$.

Tổn hao sắt từ $\Delta P_{st} = 220 \text{ W}$; tổn hao cơ và phụ $\Delta P_{cf} = 124,5 \text{ W}$;
điện trở dây quấn stato $R_1 = 0,69 \Omega$.

Tính dòng điện định mức $I_{1đm}$, công suất tác dụng P_1 , công suất phản kháng Q_1 , tốc độ quay n , mômen điện từ.

Biết động cơ mắc vào lưới điện có $U_{đm} = 380 \text{ V}$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Bài giải:

Dòng điện định mức stato $I_{1đm}$

$$I_{1đm} = \frac{P_{đm}}{\sqrt{3}.U_{1đm}\eta_{đm}\cos\varphi_{đm}} = \frac{7500}{\sqrt{3}.380.0,88.0,88} = 14,7A$$

Công suất tác dụng P_1 động cơ tiêu thụ

$$P_1 = \frac{P_{đm}}{\eta_{đm}} = \frac{7500}{0,88} = 8522$$

$$P_1 = \sqrt{3}.U_{1đm}I_{1đm}\cos\varphi_{đm} = \sqrt{3}.380.14,7.0,88 = 8522$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Công suất phản kháng Q_1 động cơ tiêu thụ

$$Q_1 = \sqrt{3}.U_{1đm}I_{1đm} \sin \varphi_{đm} = \sqrt{3}.380.14,7.0,47 = 4595$$

$$Q_1 = P_1 \tan \varphi_{đm} = 8522.0,54 = 4595$$

Tổn hao đồng dây quấn stato

$$\Delta P_{đ1} = 3.I_{1đm,p}^2 R_1 = 3.14,7^2.0,69 = 447$$

Công suất điện từ $P_{đt}$:

$$P_{đt} = P_1 - \Delta P_{st} - \Delta P_{đ1} = 8522 - 220 - 447 = 7855$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Tổn hao đồng dây quấn Rôto

$$\Delta P_{đ2} = P_{đt} - \Delta P_{c.f} - P_2 = 7855 - 124,5 - 7500 = 230,5$$

Hệ số trượt định mức

$$s_{đm} = \frac{\Delta P_{đ2}}{P_{đt}} = \frac{230,5}{7855} = 0,029$$

Tốc độ vòng từ trường quay

$$n_1 = \frac{60.f}{p} = \frac{60.50}{2} = 1500 \text{ (vòng / phút)}$$

$$\omega_1 = 2\pi.f = 314 \text{ (rad / s)}$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Tốc độ động cơ :

$$n_{đm} = n_1(1 - s_{đm}) = 1500(1 - 0,029) = 1456$$

Mô men điện từ:

$$M_{đt} = \frac{P_{đt}}{\omega_1} = \frac{7855}{314} = 50 \text{ (N.m)}$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Ví dụ 2

Một động cơ điện không đồng bộ ba pha dây quấn stato nối hình tam giác; điện áp lưới 220V ; 50Hz. Số liệu động cơ : $p = 2$; $I_1 = 21$ A ; $\cos\varphi_1 = 0,82$; $\eta = 0,837$; $s = 0,053$.

Tính tốc độ động cơ, công suất điện động cơ tiêu thụ P_1 , tổng các tổn hao, công suất cơ hữu ích P_2 , mômen quay M động cơ

Bài giải

Tốc độ của động cơ:

$$\omega = \omega_1(1-s) = \frac{2\pi.f}{p}(1-s) = 148,68 \text{ (rad / s)}$$

$$n = n_1(1-s) = \frac{60.f}{p}(1-s) = 1420 \text{ (vòng / phút)}$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Công suất điện động cơ tiêu thụ

$$P_1 = \sqrt{3}.U_1 I_1 \cos \varphi_1 = \sqrt{3}.220.21.0,82 = 6561$$

Công suất cơ hữu ích

$$P_2 = \eta.P_1 = 0,837.6561 = 5491$$

Tổng tổn hao công suất

$$\Delta P = P_1 - P_2 = 6561 - 5491 = 1070$$

Mô men quay động cơ

$$M = \frac{P_2}{\omega} = \frac{5491}{148,68} = 36,9 \text{ (N.m)}$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Ví dụ 3

Động cơ điện không đồng bộ ba pha rôto lồng sóc : $P_{đm} = 14$ kW, tốc độ định mức $n_{đm} = 1450$ vg/ph, hiệu suất định mức $\eta_{đm} = 0,885$, hệ số công suất định mức $\cos\varphi_{đm} = 0,88$; Y/ Δ - 380/220 V ; tỷ số dòng điện mở máy $I_{mm}/I_{đm} = 5,5$; mômen mở máy $M_{mm}/M_{đm} = 1,3$; mômen cực đại $M_{max}/M_{đm} = 2$. Điện áp mạng điện $U_d = 380$ V.

Tính :

- a) Công suất tác dụng và phản kháng động cơ tiêu thụ ở chế độ định mức.
- b) Dòng điện, hệ số trượt và mômen định mức
- c) Dòng điện mở máy, mômen mở máy, mômen cực đại

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Bài giải

a) Công suất động cơ tiêu thụ:

$$P_1 = \frac{P_{\text{đm}}}{\eta} = \frac{14}{0,885} = 15,82 \text{ (kW)}$$

$$Q_1 = P_1 \tan \varphi = 15,82 \cdot 0,54 = 8,54 \text{ (kVAr)}$$

a) Dòng điện, hệ số trượt định mức:

$$I_{1\text{đm}} = \frac{P_{\text{đm}}}{\sqrt{3} \cdot U_{1\text{đm}} \eta \cos \varphi_{\text{đm}}} = \frac{7500}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,885 \cdot 0,88} = 27,3 \text{ A}$$

$$s_{\text{đm}} = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{1500 - 1450}{1500} = 0,033$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Mômen định mức

$$M_{đm} = 9550 \frac{P_{đm}}{n_{đm}} = 9550 \frac{14}{1450} = 92,2 \text{ (N.m)}$$

Mômen mở máy

$$M_{mm} = 1,3.M_{đm} = 1,3.92,2 = 119,8 \text{ (N.m)}$$

Mômen cực đại

$$M_{max} = 2.M_{đm} = 2.92,2 = 184,4 \text{ (N.m)}$$

Dòng điện mở máy

$$I_{mm} = 5,5.I_{đm} = 5,5.27,3 = 150,15 \text{ (N.m)}$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Ví dụ 4

Động cơ điện không đồng bộ ba pha, rôto dây quấn, $R_1 = 0,46\Omega$; $X_1 = 2,24\Omega$; $k_{dq1} = 0,932$; $w_1 = 192$ vòng, $R_2 = 0,02\Omega$; $X_2 = 0,08\Omega$; $k_{dq2} = 0,955$; $w_2 = 36$ vòng. Dây quấn stato đấu tam giác, mạng điện có $U_d = 220$ V , $f = 50$ Hz, số pha của động cơ $m_1 = m_2 = 3$.

Tính hệ số quy đổi sức điện động k_e , hệ số quy đổi dòng điện k_i điện trở mở máy mắc vào mạch rôto để mômen mở máy cực đại.

Tính dòng điện stato và rôto khi có biến trở mở máy và khi mở máy trực tiếp.

Bài giải

Hệ số quy đổi sức điện động

$$k_e = \frac{w_1 k_{dq1}}{w_2 k_{dq2}} = \frac{192.0,932}{36.0,955} = 5,2$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Hệ số quy đổi dòng điện

$$k_i = \frac{m_1 w_1 k_{dq1}}{m_2 w_2 k_{dq2}} = \frac{3.192.0,932}{3.36.0,955} = 5,2$$

Điện trở, điện kháng rôto quy đổi về stato

$$R'_2 = k_i k_e R_2 = 5,2.5,2.0,02 = 0,54$$

$$X'_2 = k_i k_e X_2 = 5,2.5,2.0,08 = 2,16$$

Để mômen mở máy cực đại

$$s_{th} = \frac{R'_2 + R'_f}{X'_2 + X_1} \rightarrow R'_f = s_{th} (X'_2 + X_1) - R'_2 = 3,88$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Điện trở phụ chưa quy đổi

$$R_f = \frac{1}{k_e k_i} R_f' = \frac{1}{5,2^2} 3,88 = 0,1436$$

Dòng điện pha Stato khi mở máy bằng điện trở phụ ở mạch Rôto

$$I_{mm.p} = \frac{U_{1p}}{\sqrt{(R_1 + R_2' + R_f')^2 + (X_1 + X_2')^2}}$$
$$I_{mm.p} = \frac{220}{\sqrt{(0,46 + 0,54 + 3,88)^2 + (2,24 + 2,16)^2}} = 33,75A$$

Dòng điện dây Stato khi mở máy:

$$I_{mm} = \sqrt{3}.I_{mm.p} = \sqrt{3}.33,75 = 58A$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Dòng điện rôto khi mở máy (rôto đầu sao)

$$I_2 = k_i I_1 = k_i I_{\text{mm.p}} = 5,2.33,75 = 174\text{A}$$

Nếu mở máy trực tiếp thì dòng điện mở máy:

$$I_{\text{mm}} = \sqrt{3} \frac{U_{1p}}{\sqrt{(R_1 + R_2')^2 + (X_1 + X_2')^2}}$$

$$I_{\text{mm}} = \sqrt{3} \frac{220}{\sqrt{(0,46 + 0,54)^2 + (2,24 + 2,16)^2}} = 84\text{A}$$

Dùng điện trở mắc vào mạch rôto, dòng điện mở máy giảm đi:

$$\frac{84}{58} = 1,46$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Ví dụ 5:

Một động cơ điện không đồng bộ ba pha có số liệu như ở ví dụ 3 .
Điện áp mạng điện $U = 380 \text{ V}$. Tính toán các phương pháp mở máy sau :

a) Dùng biến áp tự ngẫu để giảm dòng điện mở máy 2,25 lần thì hệ số biến áp phải là bao nhiêu? Tính mômen cản tối đa để động cơ có thể mở máy được trong trường hợp này.

b) Nếu dùng cuộn điện cảm nối vào phía stato để điện áp vào dây quấn giảm đi 10%. Tính dòng điện mở máy và mômen mở máy. Xác định mômen cản M_c lúc mở máy để động cơ có thể mở máy được bằng phương pháp này

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Số liệu tính toán được từ ví dụ 3:

$$I_{đm} = 27,3A; I_{mm} = 150A; M_{đm} = 92,2Nm; M_{mm} = 119,8Nm;$$

$$M_{max} = 184,4Nm$$

Bài giải:

Để dòng điện mở máy giảm đi 2,25 lần thì hệ số biến áp k_{ba}

$$k_{ba} = \sqrt{2,25} = 1,5$$

Dòng điện mở máy dùng biến áp tự ngẫu:

$$I_{mm.ba} = \frac{I_{mm}}{k_{ba}^2} = \frac{150}{2,25} = 66,75A$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Mômen mở máy khi dùng biến áp tự ngẫu

$$M_{\text{mm.ba}} = \frac{M_{\text{mm}}}{k_{\text{ba}}^2} = \frac{119,8}{2,25} = 53,24 \text{ Nm}$$

Để động cơ có thể mở máy khi $k_{\text{ba}} = 1,5$ thì mômen cản lực mở máy $M_c < 53,24 \text{ Nm}$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

b) Khi dùng cuộn điện cảm, điện áp đặt vào dây quấn động cơ sẽ bằng $0,9U_{dm}$ do đó dòng điện mở máy:

$$I_{mm.đk} = 0,9I_{mm} = 0,9.150 = 135A$$

Mômen mở máy khi dùng điện kháng

$$M_{mm.đk} = 0,9^2 M_{mm} = 0,9^2.119,8 = 97,03Nm$$

Để động cơ có thể mở máy được, trong trường hợp này thì mômen cản lúc mở máy $M_c < 97,03 Nm$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Ví dụ 6:

Một động cơ không đồng bộ ba pha rôto dây quấn $R_2 = 0,0278 \Omega$, tốc độ định mức $n_{dm} = 970$ vg/ph, hiệu suất định mức $\eta_{dm} = 0,885$.
Tính điện trở phụ mắc vào mạch rôto để tốc độ động cơ là 700 vg/ph.
Cho biết mômen cản của tải không phụ thuộc tốc độ.

Bài giải:

Mômen cản không đổi $\rightarrow$ mômen điện từ không đổi $\frac{R_2}{s} = \text{const}$

Hệ số trượt với tốc độ định mức

$$s_{dm} = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{1000 - 970}{1000} = 0,03$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Hệ số trượt với tốc độ $n = 700$ vg/ph

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{1000 - 700}{1000} = 0,3$$

Do đó:

$$\frac{R_2}{s_{đm}} = \frac{R_2 + R_f}{s}$$

$$\Rightarrow R_f = R_2 \left(\frac{s}{s_{đm}} - 1 \right) = 0,0278 \left(\frac{0,3}{0,03} - 1 \right) = 0,25$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Bài tập

Bài số 7.1

Điện áp đặt vào mỗi pha động cơ không đồng bộ ba pha $U = 380 \text{ V}$, tần số $f = 50\text{Hz}$, số đôi cực $p = 3$. Bỏ qua điện áp rơi trên dây quấn stato, hệ số biến đổi sđđ $k_e = 0,8$, tốc độ quay của rôto $n = 960\text{vg/ph}$. Xác định : hệ số trượt s ; tần số và sức điện động cảm ứng trong một pha rôto

Bài giải:

Tốc độ từ trường quay
$$n_1 = \frac{60.f}{p} = \frac{60.50}{3} = 1000(\text{vg / ph})$$

Hệ số trượt:
$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{1000 - 960}{1000} = 0,04$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Tần số sốđ Rôto:

$$f_2 = s.f = 0,04.50 = 2(\text{Hz})$$

Phương trình cân bằng điện Stato khi bỏ qua điện áp rơi trên dây quấn

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_1 \bar{Z}_1 - \dot{E}_1 \quad \Rightarrow \quad \dot{U}_1 = -\dot{E}_1$$

Giá trị hiệu dụng

$$U_1 = E_1 = 380V$$

Giá trị sốđ Rôto khi đứng yên:

$$E_2 = \frac{E_1}{k_e} = \frac{380}{0,8} = 475V$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Giá trị sđđ Rôto khi quay:

$$E_{2s} = sE_2 = 0,04.475 = 19V$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Bài số 7.2.

Điện áp dây trên các cực động cơ điện không đồng bộ là 2000(V), Dây quấn stato và rôto nối Y, biết $W_2 = 30$ vòng, $k_{dq2} = 0,957$; $k_{dq1} = 0,92$; từ thông $\Phi = 3,51 \cdot 10^{-2} \text{Wb}$, $f = 50 \text{Hz}$. Bỏ qua điện áp rơi trên dây quấn stato.

Xác định:

- a) Sđđ E_2 khi rôto đứng yên?
- b) Số vòng dây một pha dây quấn stato W_1

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Bài giải:

Sđđ Rôto khi đứng yên:

$$E_2 = 4,44.f.w_2.k_{dq2}.\Phi_m$$

$$E_2 = 4,44.50.30.0,957.3,51.10^{-2} = 224V$$

Phương trình cân bằng điện Stato khi bỏ qua điện áp rơi trên dây quấn

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_1 \bar{Z}_1 - \dot{E}_1 \quad \longrightarrow \quad \dot{U}_1 = -\dot{E}_1$$

Giá trị hiệu dụng sđđ pha Stato:

$$E_1 = U_{1p} = \frac{2000}{\sqrt{3}} = 1155V$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Số vòng dây của pha Stato:

$$E_1 = 4,44.f.w_1.k_{dq1}.\Phi_m$$

$$w_1 = \frac{E_1}{4,44.f.k_{dq1}.\Phi_m} = \frac{1155}{4,44.50.0,92.3,51.10^{-2}}$$

$$w_1 = 161(\text{vg})$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Bài số 7.3.

Một máy điện không đồng bộ ba pha 6 cực, $f = 50\text{Hz}$, sđđ cảm ứng trên mỗi pha rôto là 110V . Giả thiết tốc độ làm việc định mức $n_{\text{đm}} = 980 \text{ vg/ph}$. Rôto quay cùng chiều với từ trường quay. Hỏi:

- a) Máy làm việc ở trạng thái nào?
- b) Lúc đó sđđ E_{2s} là bao nhiêu?
- c) Nếu giữ chặt rôto lại và đo được $R_2 = 0,1\Omega$; $X_2 = 0,5\Omega$. Hỏi, chế độ làm việc định mức, dòng điện rôto I_2 bằng bao nhiêu?

Bài số 7.3.

Tốc độ từ trường quay
$$n_1 = \frac{60.f}{p} = 1000(\text{vg / ph})$$

Máy điện làm việc với tốc độ $n < n_1 \rightarrow$ Chế độ động cơ

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Hệ số trượt

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{1000 - 980}{1000} = 0,02$$

Sđđ Rôto khi quay

$$E_{2s} = s.E_2 = 0,02.110 = 2,2V$$

Phương trình cân bằng điện khi Rôto quay

$$0 = E_{2s} - I_2(R_2 + jsX_2)$$

Dòng điện Rôto khi quay

$$I_2 = \frac{E_{2s}}{R_2 + jsX_2} = \frac{2,2}{0,1 + 0,5.0,02} = 20A$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Bài số 7.4.

Động cơ điện không đồng bộ ba pha rôto dây quấn 4 cực. Trên nhãn ghi: $P_{đm} = 22\text{kW}$, $U_{đm} = 220/380\text{V}$, $n_{đm} = 1460\text{vg/ph}$, $\cos\varphi_{đm} = 0,88$; $\eta_{đm} = 0,889\%$.

- a) Tính dòng điện dây khi dây quấn stato nối sao và nối Δ .
- b) Hệ số trượt định mức $s_{đm}$

Bài giải

- a) Tính dòng điện dây khi dây quấn stato nối sao và nối Δ .

- Dây quấn stato nối Y $\rightarrow U_{đm} = 380\text{V}$

$$I_{1đm.Y} = \frac{P_{đm}}{\sqrt{3}.U_{đm}\eta_{đm}\cos\varphi_{đm}} = \frac{22.10^3}{\sqrt{3}.380.0,889.0,88} = 43\text{A}$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

- Dây quấn stato nối $\Delta \rightarrow U_{đm} = 220V$

$$I_{1đm.\Delta} = \frac{P_{đm}}{\sqrt{3}.U_{đm}\eta_{đm}\cos\varphi_{đm}} = \frac{22.10^3}{\sqrt{3}.220.0,889.0,88} = 74,5A$$

b) Hệ số trượt định mức $s_{đm}$

$$s_{đm} = \frac{n_1 - n_{đm}}{n_1} = \frac{1500 - 1460}{1500} = 0,0267$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Bài số 7.5.

Động cơ điện không đồng bộ ba pha, rôto dây quấn, số đôi cực $p = 2$, hệ số quy đổi sốđ $k_e = 2$, hệ số quy đổi dòng điện $k_i = 2$. Điện trở và điện kháng pha rôto lúc đứng yên $R_2 = 0,2\Omega$; $X_2 = 3,6\Omega$; $f = 50\text{Hz}$; Y/Δ -380/220V.

a) Động cơ nối vào lưới điện có $U_d = 380\text{V}$, xác định cách đấu dây động cơ.

b) Nếu coi sốđ pha stato bằng điện áp đặt vào, tổn hao đồng trong dây quấn stato bằng tổn hao đồng trong dây quấn rôto, tổn hao sắt từ $\Delta P_{st} = 145\text{W}$, tổn hao ma sát và phụ $\Delta P_{msf} = 145\text{W}$, hệ số trượt $s = 0,05$.

Tính dòng điện rôto, công suất cơ hữu ích P_2 , hiệu suất η của động cơ

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Bài giải:

a) Động cơ nối vào lưới điện có $U_d = 380V$ và dây quấn của động cơ $Y/\Delta - 380/220V \rightarrow$ Dây quấn động cơ nối Y

b) Tính dòng điện rôto, công suất cơ hữu ích P_2 , hiệu suất η

Sđđ pha Stato, E_1 (sđđ pha bằng điện áp đặt vào Stato)

$$E_1 = U_{1.p} = \frac{U_1}{\sqrt{3}} = 220V$$

Sđđ pha Rôto, E_2 khi đứng yên:

$$E_{2.p} = \frac{E_{1.p}}{k_e} = \frac{220}{2} = 110V$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Sđđ pha Rôto, E_{2s} khi quay với hệ số trượt $s = 0,05$:

$$E_{2s.p} = s.E_{2.p} = 0,05.110 = 5,5V$$

Dòng điện pha Rôto, I_2 khi quay với hệ số trượt $s = 0,05$:

$$I_2 = \frac{E_{2s.p}}{\sqrt{R_2^2 + (s.X_2)^2}} = \frac{5,5}{\sqrt{0,2^2 + (0,05.3,6)^2}} = 20,44A$$

Tổn hao đồng trong dây quấn stato $\Delta P_{đ1}$ bằng tổn hao đồng trong dây quấn rôto $\Delta P_{đ2}$:

$$\Delta P_{đ1} = \Delta P_{đ2} = 3.I_2^2 R_2 = 3.20,44^2.0,2 = 250W$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Công suất điện từ $P_{đt}$:

$$P_{đt} = \frac{\Delta P_{đ2}}{s} = \frac{250}{0,05} = 5000W$$

Công suất cơ hữu ích P_2 :

$$P_2 = P_{đt} - \Delta P_{đ2} - \Delta P_{cf} = 5000 - 250 - 145 = 4655W$$

Công suất đầu vào P_1 :

$$P_1 = P_{đt} + \Delta P_{đ1} + \Delta P_{st} = 5000 + 250 + 145 = 5345W$$

Hiệu suất của động cơ :

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{4655}{5345} = 0,87$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Bài số 7.6.

Một động cơ không đồng bộ ba pha $f = 60\text{Hz}$, tần số dòng điện rôto $f_2 = 3\text{Hz}$, số cực từ bằng 4. Công suất điện từ $P_{đt} = 120\text{kW}$; tổn hao đồng ở stato $\Delta P_{đ1} = 3\text{kW}$; tổn hao cơ và phụ $\Delta P_{cơf} = 2\text{kW}$; tổn hao sắt từ $\Delta P_{st} = 1,7\text{kW}$.

- a) tính hệ số trượt s , tốc độ động cơ n .
- b) Tính công suất điện động cơ tiêu thụ P_1 .
- c) Tính hiệu suất động cơ.

Bài giải:

a) Hệ số trượt s , tốc độ động cơ n :

$$s = \frac{f_2}{f} = \frac{3}{60} = 0,05$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Tốc độ động cơ n:

$$n = n_1(1-s) = \frac{60f}{p}(1-s) = \frac{60 \cdot 60}{3}(1-0,05) = 1140$$

Công suất điện động cơ tiêu thụ P_1 :

$$P_1 = P_{đt} + \Delta P_{đ1} + \Delta P_{st} = 120 + 3 + 1,7 = 124,7 \text{ kW}$$

Tổn hao đồng sơ Rôto $\Delta P_{đ2}$:

$$\Delta P_{đ2} = s \cdot P_{đt} = 0,05 \cdot 120 = 6 \text{ kW}$$

Công suất cơ đầu ra P_2 :

$$P_2 = P_{đt} - \Delta P_{đ2} + \Delta P_{cf} = 120 - 6 - 2 = 112 \text{ kW}$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Hiệu suất động cơ :

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{112}{124,7} = 0,898$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Bài số 7.7

Một động cơ điện không đồng bộ ba pha $P_{đm} = 45\text{kW}$; $f = 50\text{Hz}$; $Y/\Delta - 380/220\text{V}$; $I_{mm} / I_{đm} = 6$; $M_{mm} / M_{đm} = 2,7$; $\cos\varphi_{đm} = 0,86$; $\eta_{đm} = 0,91$; $n_{đm} = 1460\text{vg/ph}$. Động cơ làm việc với lưới điện $U_d = 380\text{V}$.

a) Tính $I_{đm'}$, $M_{đm'}$, $I_{mở'}$, $M_{mở'}$.

b) Để mở máy với tải có mômen cản ban đầu $M_c = 0,45M_{đm'}$, Người ta dùng biến áp tự ngẫu, có dòng $I_{mm.ba} = 100\text{A}$. Xác định hệ số biến áp k , và động cơ có thể mở máy được không?

c) Cũng với tải trên, dùng điện kháng mở máy với $I_{mm.ĐK} = 200\text{A}$. Xác định điện áp đặt lên động cơ lúc mở máy và động cơ có thể mở máy được không ?

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Bài giải:

a) Tính $I_{đm}$; $M_{đm}$; $I_{mở}$; $M_{mở}$.

Dòng điện định mức động cơ:

$$I_{đm} = \frac{P_{đm}}{\sqrt{3} \cdot U_{đm} \cos \varphi_{đm} \eta_{đm}} = \frac{45 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,86 \cdot 0,91} = 87,36 \text{ A}$$

Mô men định mức động cơ:

$$M_{đm} = 9550 \frac{P_{đm}}{n_{đm}} = \frac{45}{1460} = 294,35 \text{ N.m}$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Dòng điện và mômen mở máy động cơ:

$$I_{mm} = k_{mm.I} \cdot I_{đm} = 6.87,36 = 524A$$

$$M_{mm} = k_{mm.M} \cdot M_{đm} = 2,7.294,35 = 794,75N.m$$

b) Hệ số biến áp k_{ba} :

$$k_{ba} = \sqrt{\frac{I_{mm}}{I_{mm.ba}}} = \sqrt{\frac{524}{100}} = 2,29$$

Momen khi mở máy bằng biến áp:

$$M_{mm.ba} = \frac{M_{mm}}{k_{ba}^2} = \frac{2,7.M_{đm}}{2,29^2} = 0,515M_{đm}$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Momen mở máy $M_{mm} = 0,515M_{đm} > 0,45M_{đm} = M_c$ momen cản
→ Động cơ mở máy được

Hệ số giảm dòng khi mở máy bằng điện kháng:

$$k_{đk} = \frac{I_{mm}}{I_{mm.đk}} = \frac{524}{200} = 2,62$$

Điện áp đặt vào dây quấn Stato khi mở máy:

$$U_{mm} = \frac{U_{đm}}{k_{đk}} = \frac{380}{2,62} = 145V$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Momen mở máy khi dùng điện kháng:

$$M_{\text{mm.đk}} = \frac{U_{\text{mm}}}{k_{\text{đk}}^2} = \frac{2,7U_{\text{đm}}}{2,62^2} = 0,393M_{\text{đm}}$$

Momen mở máy $M_{\text{mm.đk}} = 0,393M_{\text{đm}} < 0,45M_{\text{đm}} = M_c$ momen cản $\rightarrow$ Động cơ không mở máy được

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Bài số 7.8

Một động cơ không đồng bộ ba pha đấu sao nối vào lưới $U_d = 380V$.
Biết $R_n = 0,122\Omega$; $X_n = 0,4\Omega$; $f = 50Hz$.

a) Tính dòng điện mở máy $I_{m\sigma}$

b) Dòng điện kháng mở máy $I_{mo\text{ĐK}} = 300A$. Tính điện cảm L của cuộn điện kháng mở máy.

Bài giải:

a) Dòng điện mở máy $I_{m\sigma}$

$$I_{mm} = \frac{U_p}{\sqrt{R_n^2 + X_n^2}} = \frac{220}{\sqrt{0,122^2 + 0,4^2}} = 526A$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

b) Điện cảm L của cuộn điện kháng mở máy

Hệ số giảm dòng khi dùng điện kháng mở máy

$$k_{đk} = \frac{I_{mm}}{I_{mm.đk}} = \frac{526}{300} = 1,753$$

Điện áp pha dây quấn Stato khi mở máy:

$$U_{mm.p} = \frac{U_{đm.p}}{k_{đk}} = \frac{220}{1,753} = 125,5V$$

Điện áp pha điện kháng:

$$U_{đk} = U_{đm.p} - U_{mm.p} = 220 - 125 = 95V$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Điện kháng một pha:

$$X_{đk} = \frac{U_{đk}}{I_{mm.đk}} = \frac{95}{300} = 0,316\Omega$$

Điện cảm một pha (tần số dòng điện 50Hz):

$$L_{đk} = \frac{X_{đk}}{2\pi.f} = \frac{0,316}{314} = 0,001(H)$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Bài số 7.9

Một động cơ không đồng bộ ba pha dây quấn

$$E_2 = 157V; p = 4; f = 50Hz; n_{đm} = 728 \text{ vg/ph}$$

$$R_2 = 0,105\Omega; X_2 = 0,525\Omega$$

Tính mômen điện từ của động cơ

Bài giải

Tốc độ từ trường quay:

$$n_1 = \frac{60.f}{p} = \frac{60.50}{4} = 750$$

Hệ số trượt định mức:

$$s_{đm} = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{750 - 728}{750} = 0,0293$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Sđđ Rôto khi quay:

$$E_{2s} = s_{đm} E_2 = 0,0293.157 = 4,6V$$

Điện kháng Rôto khi quay:

$$X_{2s} = s_{đm} X_2 = 0,0293.0,525 = 0,015\Omega$$

Dòng điện Rôto:

$$I_2 = \frac{E_{2s}}{\sqrt{R_2^2 + X_{2s}^2}} = \frac{4,6}{\sqrt{0,105^2 + 0,015^2}} = 43,37A$$

Tổn hao đồng dây quấn Rôto:

$$\Delta P_{đ2} = 3.I_2^2 R_2 = 3.43,37^2.0,105 = 592,5W$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Công suất điện từ $P_{đt}$:

$$P_{đt} = \frac{\Delta P_{đ2}}{s_{đm}} = \frac{592,5}{0,0293} = 20198W$$

Momen điện từ $M_{đt}$:

$$M_{đt} = \frac{P_{đt}}{\omega_1} = \frac{p \cdot P_{đt}}{2\pi \cdot f} = \frac{4 \cdot 20198}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 257,3N.m$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Bài số 7.10

Một động cơ điện không đồng bộ ba pha rôto lồng sóc dây quấn stato đầu tam giác, được cung cấp bởi nguồn điện ba pha có $U_{đm} = 220V$. Biết bội số mở máy $M_{mm} / M_{đm} = 1,2$

Có thể dùng phương pháp mở máy Y - Δ để mở máy động cơ khi tải bằng 25% và bằng 50% tải định mức

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Bài giải:

Khi dùng phương pháp mở máy Y - Δ : Dòng điện giảm đi 3 lần và Mômen giảm đi 3 lần

$$M_{\text{mm}.\Delta-Y} = \frac{1}{3} M_{\text{mm}} = \frac{1}{3} \cdot 1,2 \cdot M_{\text{đm}} = 0,4 \cdot M_{\text{đm}}$$

Khi tải bằng 50% định mức ($M_c = 0,5M_{\text{đm}}$)

$$M_c > M_{\text{mm}.\Delta-Y} \quad \rightarrow \text{Không mở máy được}$$

Khi tải bằng 25% định mức ($M_c = 0,25M_{\text{đm}}$)

$$M_c < M_{\text{mm}.\Delta-Y} \quad \rightarrow \text{Mở máy được}$$

CHƯƠNG VII : ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ
