

CHƯƠNG 6

MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

§6.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Máy điện không đồng bộ là loại máy điện xoay chiều, làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ, có tốc độ quay của rotor là n (tốc độ của máy) khác với tốc độ quay của từ trường (n_1). Cũng như các máy điện quay khác, Máy điện không đồng bộ có tính thuận nghịch, nghĩa là có thể làm việc cả ở chế độ động cơ cũng như chế độ máy phát.

Máy phát điện không đồng bộ có đặc tính làm việc không tương đương máy phát điện đồng bộ, nên ít được sử dụng.

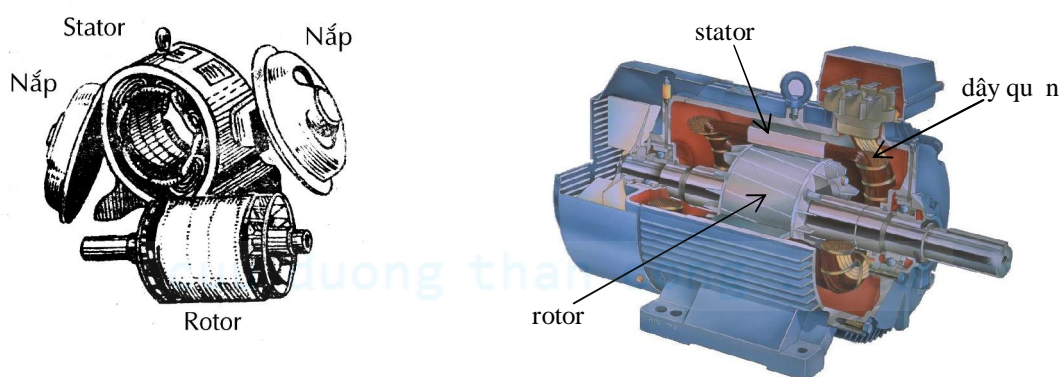
Máy điện không đồng bộ có cấu tạo và vận hành đơn giản, giá thành rẻ, làm việc tin cậy nên được sử dụng nhiều trong sản xuất và sinh hoạt.

Máy điện không đồng bộ có công suất lớn trên 600W thì là loại ba pha có ba dây quấn làm việc, tức các dây quấn lệch nhau trong không gian một góc 120° điện.

Các máy điện không đồng bộ công suất nhỏ dưới 600W thì là máy một pha hoặc hai pha. Máy hai pha có hai dây quấn làm việc, tức các dây quấn lệch nhau trong không gian một góc 90° điện.

§6.2. CẤU TẠO

Cấu tạo của máy điện không đồng bộ (hình 6-1) gồm hai bộ phận chính là stator và rotor; ngoài ra còn có vỏ máy, nắp máy, bộ gối đỡ.

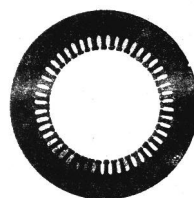
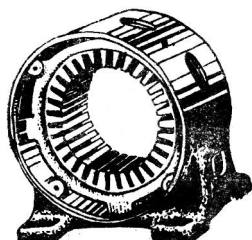


Hình 6-1



a) Phần tĩnh (Stator):

- Gồm 2 bộ phận chính là lõi thép và dây quấn stator.
- Lõi thép stator hình trụ do các lá thép kỹ thuật làm nên có d p rãnh bên trong ghép lại tạo thành các rãnh theo hình trụ c. Lõi thép được ép chặt vào trong vỏ máy.
- Dây quấn stator làm bằng dây đồng có bố cục cách điện.



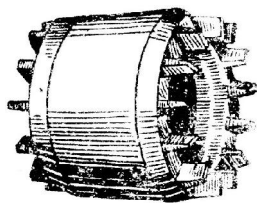
Kết cấu Stator không có dây quấn

Lá thép Stator

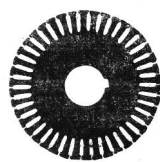
Hình 6-2

b) Phần quay (Rotor):

- Gồm lõi thép, dây quấn và trục máy.
- Lõi thép gồm các lá thép kỹ thuật làm nên có d p rãnh ghép lại tạo thành các rãnh theo hình trụ c, giữa có 1 trục c.
- Dây quấn rotor: có 2 kiểu rotor dây quấn và rotor lồng rãnh (còn gọi là rotor lồng sóc).



Rotor lồng sóc

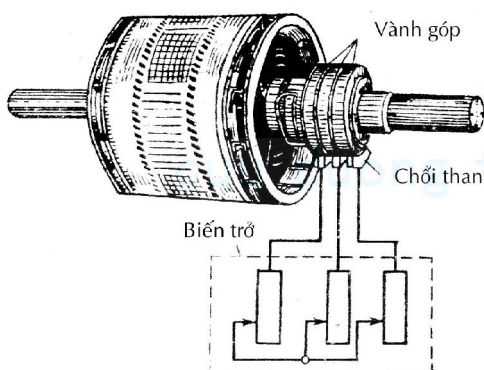


Lá thép của rotor dây quấn

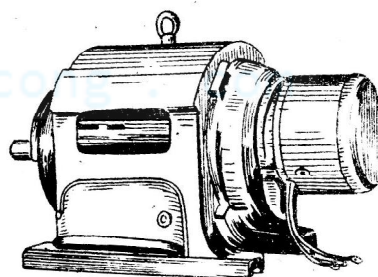
Hình 6-3

c) Các bộ phận chính :

- Vỏ máy thường chế tạo bằng nhôm hoặc bằng gang.
- Chổi than và vành trượt nối dây quấn rotor với lưới điện bên ngoài (đối với máy loại rotor dây quấn).

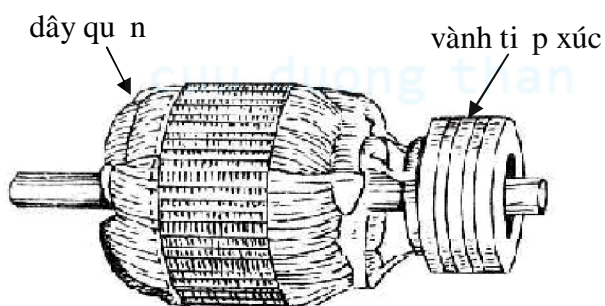


Cấu tạo Rotor dây quấn

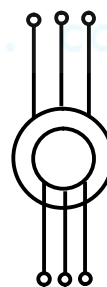


Hình dáng bên ngoài của động cơ K B

Hình 6-4



a)



b)

Hình 6-5. Rotor dây quấn và ký hiệu máy điện rotor dây quấn

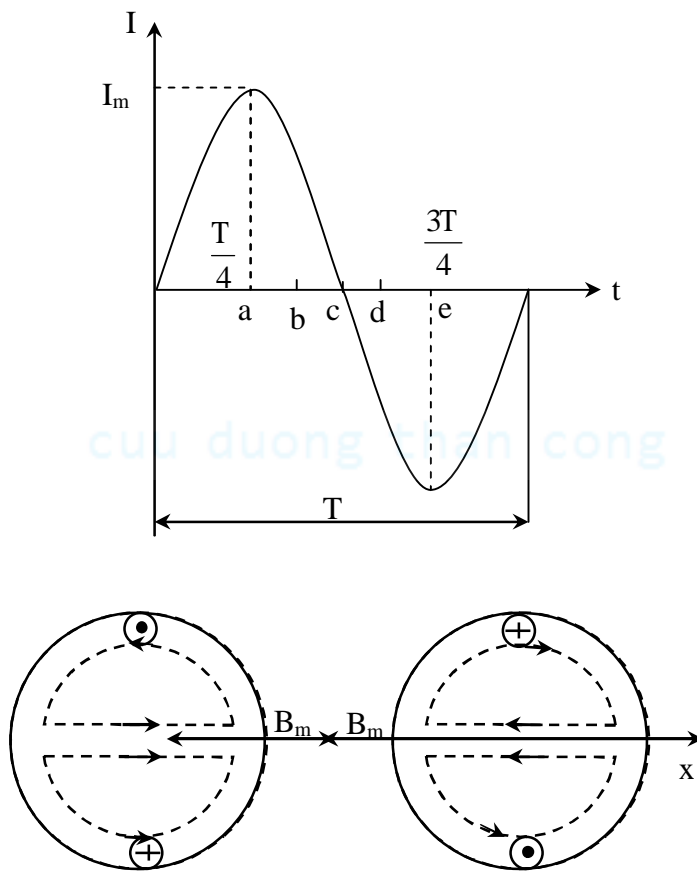
§6.3. TỪ TRƯỜNG QUAY

6.3.1. Sự tạo thành từ trường quay:

✓ Từ trường quay được tạo ra bởi dây quấn 1 pha:

Từ trường của dây quấn 1 pha có phân bố không đều, song trục và chiều biến đổi theo thời gian gọi là từ trường quay.

– Xét 1 máy điện có cuộn stator chỉ có 1 cuộn dây gồm 1 vòng dây đặt như hình vẽ.



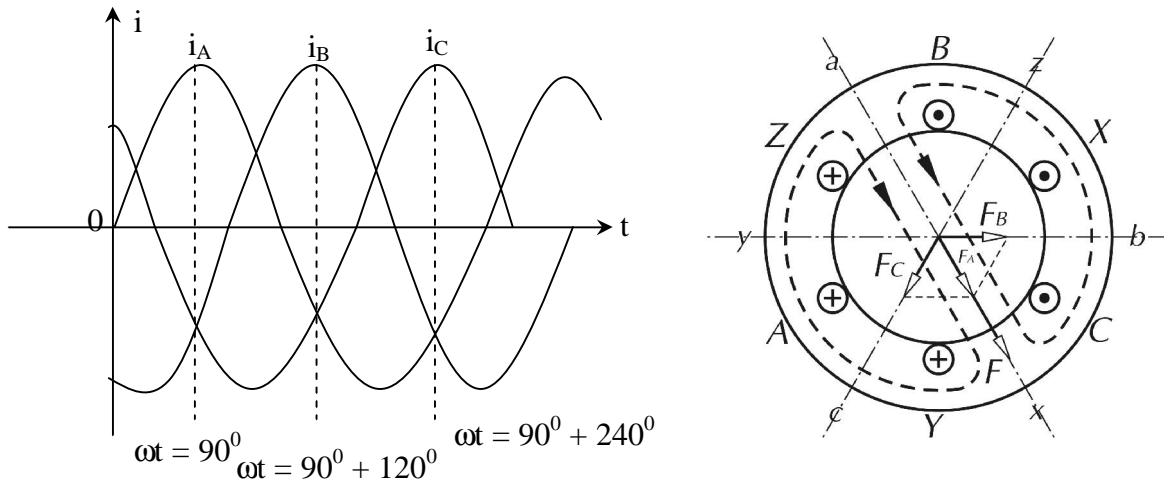
Hình 6-6: Sự hình thành từ trường quay trong dây quấn một pha

– Cho dòng điện sin đi qua cuộn dây. Trong $\frac{1}{2}$ chu kỳ, dòng điện tăng, vectơ từ trường B hướng theo trục Ox , lúc ngừng dòng điện B_m rồi từ B_m trở về 0. Ngay chu kỳ sau, dòng điện giảm, vectơ B hướng theo chiều ngược lại và lúc ngừng thay đổi ngược $\frac{1}{2}$ chu kỳ. Vectơ B có hướng không ngừng thay đổi vị trí gọi là từ trường quay.

✓ Từ trường quay của dây quấn 3 pha:

Dòng điện xoay chiều 3 pha có cùng tần số là tạo ra từ trường quay trong các máy điện.

– Xét một máy K.B. ba pha ba cực có 3 cuộn dây stator AX, BY, CZ đặt trong 6 rãnh. Trục của các dây quấn lệch nhau trong không gian 1 góc 120° điện.



Hình 6-7

- Giả thiết trong dây quấn 3 pha có dòng điện 3 pha lệch nhau 120° .

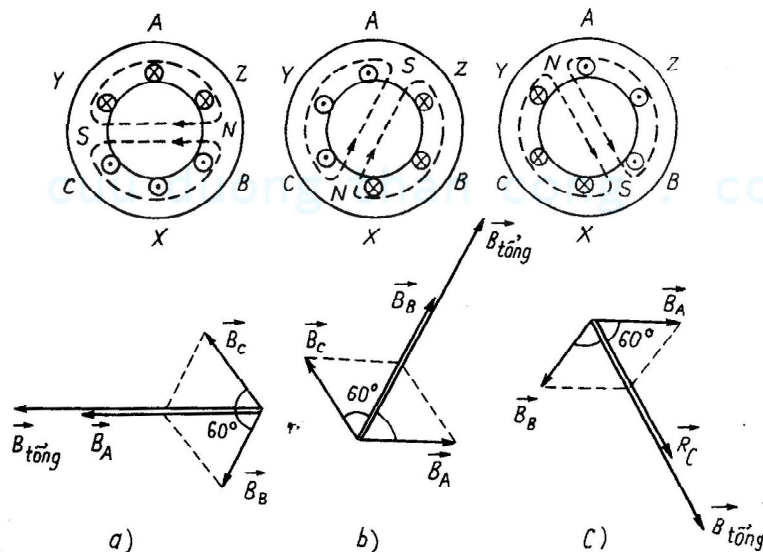
$$i_A = I_{\max} \cdot \sin \omega t$$

$$i_B = I_{\max} \cdot \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$i_C = I_{\max} \cdot \sin(\omega t - 240^\circ)$$

- Khi $\omega t = 90^\circ$, $i_A = I_{\max}$, i_B & $i_C < 0$ $\vec{B} \equiv \vec{B}_A$
- Khi $\omega t = 90^\circ + 120^\circ$, $i_B = I_{\max}$, i_A & $i_C < 0$ $\vec{B} \equiv \vec{B}_B$
- Khi $\omega t = 90^\circ + 240^\circ$, $i_C = I_{\max}$, i_B & $i_A < 0$ $\vec{B} \equiv \vec{B}_C$

Như vậy ta thấy, từ trường quay của 3 pha sẽ làm từ trường quay 120° , 240° . Từ trường quay này gọi là từ trường quay 1 đôi cực, nếu thay đổi cách kết nối dây quấn stator ta có từ trường quay 2, 3, 4 ... đôi cực.



Hình 6-8

Chương 6. Máy biến không đồng bộ

6.3.2. Tính chất đặc trưng quay:

✓ Tốc độ đặc trưng quay:

– Tốc độ đặc trưng quay phụ thuộc vào tần số và số đôi cực p.

- Khi tốc độ quay có 1 đôi cực, tốc độ đặc trưng quay $n_1 = f$ vòng/giây
- Khi tốc độ quay có 2 đôi cực thì $n_1 = f/2$ vòng/giây
- Tổng quát, khi có p đôi cực thì tốc độ đặc trưng quay

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

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

✓ Chiều quay đặc trưng quay:

- Chiều quay đặc trưng phụ thuộc vào thứ tự pha của dòng điện.
- Muốn thay đổi chiều quay đặc trưng, ta hoán đổi 2 trong 3 pha với nhau.

✓ Biên độ đặc trưng quay:

– Tốc độ quay sinh ra từ thông Φ xuyên qua mỗi dây quấn. Từ thông này biến thiên hình sin và có biên độ bằng $3/2$ từ thông cực đại của mỗi pha.

$$\Phi_{\max} = \frac{3}{2} \Phi_{p\max}$$

Tổng quát, nếu có m pha: $\Phi_{\max} = \frac{m}{2} \Phi_{p\max}$

§6.4. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC

6.4.1. Nguyên lý không đồng bộ:

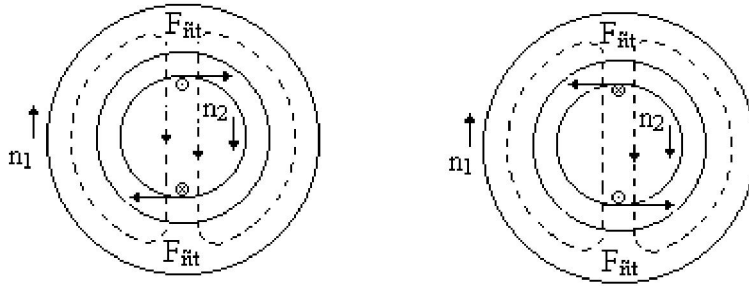
Khi cho dòng điện 3 pha tần số vào 3 dây quấn stator sẽ sinh ra từ trường quay p đôi cực, quay với tốc độ $n_1 = \frac{60f}{p}$. Từ trường quay này cắt các thanh dẫn của dây quấn rotor cảm ứng thành các suất điện động. Vì rotor nối ngắn mạch nên suất điện động này sinh ra dòng điện trong các thanh dẫn của rotor, lực điện từ tác động lên thanh dẫn và thanh dẫn có dòng điện sẽ kéo rotor quay theo chiều quay của từ trường quay với tốc độ n .

minh họa, trên hình 6-9a và từ trường quay tốc độ n_1 , chiều suất điện động và dòng điện cảm ứng trong thanh dẫn rotor, chiều của lực điện từ.

Khi xác định suất điện động cảm ứng theo quy tắc bàn tay phải, ta cần chú ý vào chiều chuyển động của thanh dẫn và từ trường. Nếu coi từ trường đứng yên thì chiều chuyển động của thanh dẫn ngược chiều với n_1 , ta có áp dụng quy tắc bàn tay phải xác định suất điện động như hình vẽ (dùng \otimes cho chiều từ ngoài vào trong). Chiều của lực điện từ xác định theo quy tắc bàn tay trái, trùng với chiều quay n_1 .

Chương 6. Máy điện không đồng bộ

Tốc độ của máy luôn nhỏ hơn tốc độ n_1 vì nếu $n = n_1$ thì không có sự chuyển động tương đối giữa các thanh dẫn rotor và từ trường quay, trong dây quấn rotor sẽ không có dòng điện cảm ứng, lúc đó $i_{\text{nt}} = 0$.



Hình 6-9: Sơ đồ nguyên lý làm việc của máy phát điện không đồng bộ

chênh lệch tốc độ giữa từ trường quay và rotor gọi là tốc độ trượt: n_2

$$n_2 = n_1 - n$$

Hệ số trượt tại c là:

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

Khi rotor đứng yên ($n = 0$), hệ số trượt $s = 1$. Khi rotor quay tốc độ nhỏ hơn $s = 0,02 \div 0,06$. Tốc độ góc là:

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

6.4.2. Nguyên lý làm việc của máy phát điện không đồng bộ

Nếu stato và rotor có từ trường cùng chiều, nhúng trục rotor không có từ trường mà chỉ có từ trường cảm ứng.

Dùng từ trường cảm ứng kéo rotor quay cùng chiều với n_1 (như trên) và với tốc độ quay nhỏ hơn n_1 . Lúc này, chiều dòng điện rôto I_2 ngược chiều với chiều dòng điện chi u. Lúc đó tác động lên rotor ngược chiều với chiều quay, gây ra moment hãm cân bằng với moment quay của từ trường cảm ứng, hình 6-4b, máy điện làm việc như máy phát. Hệ số trượt là:

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} < 0$$

Như từ trường quay, cảm ứng từ trường cảm ứng vào rotor sẽ biến thành từ trường stato. Từ trường quay, lúc này phản ứng cảm ứng cho máy phát không đồng bộ công suất phản kháng Q , vì thế làm cho hệ số công suất $\cos \varphi$ cao hơn 1. Nếu khi máy phát làm việc riêng lẻ, ta phải dùng tải tiêu thụ của máy kích thích cho máy. Đó là nhược điểm của máy phát điện không đồng bộ, vì thế trên thực tế ít dùng máy phát điện không đồng bộ.

6.4.3. Nguyên lý làm việc của máy không đồng bộ khi làm việc như máy chỉnh lưu

Chương 6. Máy điện không đồng bộ

Trong thực tế khi ngắt tải mẫu động cơ điện xoay chiều cách nhanh chóng và bằng phương pháp ngắt tải vào động cơ điện hoặc ngắn mạch tải để như cắt tải lúc tải hàng xuất hay trong các máy tàu điện. Vì quy tắc trên nên ta dùng các phương pháp hãm cơ hay điện, đây ta khảo sát nguyên lý làm việc của động cơ điện không đồng bộ khi làm việc chế độ hãm điện từ.

Khi động cơ làm việc chế độ hãm điện từ thì ta có $1 < s < +\infty$, nghĩa là rotor quay ngược chiều với từ trường quay.

Khi động cơ làm việc bình thường thì tốc độ quay của động cơ luôn nhỏ hơn tốc độ từ trường quay n_1 , nhưng khi từ trường cắt ngược chiều từ trường nào đó làm cho động cơ quay nhanh hơn tốc độ quay của từ trường, có nghĩa là $n > n_1$, lúc này:

$$P_c = m_1 I_2'^2 \left(\frac{1-s}{s} \right) r_2' < 0$$

nên máy lấy công suất từ ngoài vào. Công suất điện từ:

$$P_t = m_1 I_2'^2 \frac{r_2'}{s} > 0$$

nên máy chuyển công suất điện từ tải vào. Lúc này động cơ chuyển sang chế độ máy phát, moment điện từ sinh ra có chiều ngược với chiều quay của rotor.

hãm động cơ bằng phương pháp hãm điện từ, nên ta sẽ dùng các phương pháp hãm sau:

§ Phương pháp hãm điện từ pha: khi động cơ đang làm việc bình thường rotor quay cùng chiều với từ trường quay. Sau khi cắt mạch tải, mẫu động cơ điện xoay chiều nhanh chóng, ta đóng cuộn dây phía khác điện từ pha tải vào stator. Do quán tính của phần quay, rotor vẫn quay theo chiều cũ trong lúc từ trường quay do điện từ pha nên sẽ quay ngược chiều nên động cơ chuyển sang chế độ hãm, moment điện từ sinh ra có chiều ngược với chiều quay của rotor và có tác dụng hãm nhanh chóng và bằng phương pháp quay của động cơ. Khi rotor ngừng quay, phải cắt ngay mạch tải nếu không động cơ sẽ quay theo chiều cũ.

§ Phương pháp hãm điện trở thành máy phát điện: tức là chuyển động cơ sang chế độ máy phát, tốc độ từ trường quay bé hơn tốc độ rotor nhưng vẫn cùng chiều. Ta biết rằng khi làm việc chế độ động cơ điện, tức rotor ngắn mạch tải để cắt từ trường quay cho nên khi hãm cơ nên ngắt tải làm tăng số vòng quay của dây quấn phần ứng lên, lúc đó tốc độ của rotor sẽ lớn hơn tốc độ của từ trường sau khi ngắt tải, động cơ sẽ trở thành máy phát điện từ năng lượng vận hành, nên thì xuất hiện moment hãm động cơ lại.

§ Phương pháp hãm năng lượng: phương pháp này, sau khi cắt nguồn điện xoay chiều vào động cơ, thì lập tức đóng nguồn điện từ tải vào dây quấn stato. dòng điện từ tải chảy từ bộ chỉnh lưu đi qua dây quấn stato tạo thành từ trường từ tải trong máy. Rotor do còn quán tính, quay trong từ trường và trong dây quấn rotor cảm ứng nên sẽ sinh dòng điện cảm ứng tác dụng với từ trường nói trên tạo thành moment điện từ chống lại chiều quay của máy.

6.4.4. Các tình trạng làm việc

a) Tình trạng ngắn mạch

Là tình trạng dây quấn stato bị hở cách điện làm chập mạch vòng dây quấn, lúc này giá trị dòng điện chảy trong động cơ rất lớn sẽ làm cháy động cơ.

Chương 6. Máy biến không đồng bộ

Hoặc khi công suất hoạt động bình thường, vì lý do gì đó mà rôto bị kẹt không quay các công gây nên tình trạng ngắn mạch cho công suất.

b) Tình trạng không tải

Là tình trạng không có dòng điện (phần tử) vào trục công suất. Lúc này toàn bộ công suất phát ra từ trục công suất không tiêu thụ bị phần tử chuyển hóa thành nhiệt năng làm nóng lõi thép, lâu ngày sẽ làm già cách điện dẫn đến chạm vòng dây quấn, do đó sẽ gây cháy công suất.

c) Tình trạng mất điện 1 pha

Khi công suất 3 pha hoạt động bình thường với phần tử phù hợp, lúc này trục công suất quay đều. Vì một lý do nào đó mà mất điện 1 pha, lúc này trục công suất bên trong stato sẽ bị lệch về một phía làm bố trí không cho rôto quay, dòng điện chảy trong các cuộn dây stato sẽ rất lớn, gây nóng và cháy công suất.

d) Tình trạng có tải

Là tình trạng có dòng điện (c) vào trục công suất.

Nếu công suất phần tử << công suất công suất tình trạng là non tải, lúc này công suất không tiêu thụ hết chuyển hóa thành nhiệt năng gây nóng và cháy công suất.

Nếu công suất phần tử >> công suất công suất tình trạng là quá tải, lúc này dòng điện chảy trong các cuộn dây stato sẽ rất lớn, gây nóng và cháy công suất.

Còn khi công suất phần tử \approx công suất công suất tình trạng là tải, đây là tình trạng làm việc tốt nhất của công suất.

e) Các nguyên nhân gây cháy công suất

Có 5 nguyên nhân cơ bản:

- Quá tải.
- Ngắn mạch.
- Mất pha.
- Điện áp vào công suất quá lớn so với điện áp định mức của công suất.
- Điện áp vào công suất quá nhỏ so với điện áp định mức của công suất.

§6.5. CÁC PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG ĐIỆN

6.5.1. Phương trình cân bằng điện áp stator:

– Dây quấn stator của công suất K B tải nặng dây quấn MBA, nên ta có phương trình cân bằng điện áp stator là:

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

Trong đó:

§ $\dot{Z}_1 = R_1 + j \cdot X_1$ là tổng trở dây quấn stator

+ R_1 là điện trở dây quấn stator

+ $X_1 = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_1$ là điện kháng từ dây quấn stator

+ f là tần số của dòng điện stator

+ L_1 là điện cảm từ stator

§ \dot{E}_1 là suất điện động pha stator do từ thông cắt trục quay sinh ra, có trị số là:

$$E_1 = 4,44 \cdot f \cdot W_1 \cdot k_{dq1} \cdot \phi_{\max}$$

+ k_{dq1} là hệ số dây quấn của 1 pha stator. $k_{dq1} < 1$ nói lên sự suy giảm suất điện động của dây quấn do kết cấu của dây quấn trên các rãnh so với dây quấn tập trung như của MBA.

+ ϕ_{\max} là biên độ cực đại của từ thông cắt trục quay.

6.5.2. Phương trình cân bằng điện áp dây quấn rotor:

– Các số điện cảm trên mạch rotor của các KB phụ thuộc vào tần số dòng điện rotor f_2 , mà tần số này lại phụ thuộc vào tốc độ quay của rotor n_2 và tốc độ quay. Ta chọn 2 trường hợp để xét là:

- Khi rotor ngừng yên: $f_2 = f$
- Khi rotor quay với tốc độ n_2 : $f_2 = \frac{p.n_2}{60} = \frac{s.p.n_1}{60} = s.f$

– Số điện cảm pha trong dây quấn rotor lúc quay với tốc độ n_2 là:

$$E_{2s} = 4,44.f_2.W_2.k_{dq2}.\phi_{\max} = 4,44.s.f.W_2.k_{dq2}.\phi_{\max}$$

- k_{dq2} là hệ số dây quấn của dây quấn rotor

– Số điện cảm pha trong dây quấn rotor lúc ngừng yên là:

$$E_2 = 4,44.f.W_2.k_{dq2}.\phi_{\max}$$

– Như vậy $E_{2s} = s.E_2$

– Cảm kháng tương ứng với:

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

- L_2 là điện cảm từ pha của rotor.
- $X_2 = 2\pi f L_2$ là điện kháng từ pha của rotor khi ngừng yên.

– Lưu ý số điện cảm pha giữa stator và rotor:

$$k_e = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1.k_{dq1}}{W_2.k_{dq2}} \text{ gọi là hệ số qui đổi rotor}$$

– Vì dây quấn rotor ngắn mạch nên phương trình vận hành điện áp dây quấn rotor lúc quay với tốc độ n_2 là:

$$\dot{E}_2(R_2 + j.X_{2s}) = -\dot{E}_{2s}$$

$$\text{hay: } -\dot{E}_{2s} - \dot{E}_2(R_2 + j.X_{2s}) = 0$$

- Trong phương trình trên, dòng điện rotor có tần số $f_2 = s.f$
- Trở kháng điện của I_2 là:

$$I_2 = \frac{s.E_2}{\sqrt{R_2^2 + (s.X_2)^2}}$$

6.5.3. Phương trình cân bằng sức điện động:

– Khi ngừng làm việc, tốc độ quay trong máy do có 2 dòng điện stator và rotor sinh ra.

- Dòng điện stator sinh ra tốc độ quay stator n_1 và từ trường quay.
- Dòng điện rotor sinh ra tốc độ quay rotor n_2 và từ trường quay.

$$n_2 = \frac{60.f_2}{p} = \frac{s.60.f_1}{p} = s.n_1$$

Chương 6. Máy i n không ng b

- Vì rotor quay v i t c n i v i stator nên t tr ng rotor s quay i v i stator t c là:

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

Nh v y t tr ng quay rotor và t tr ng quay stator không chuy n ng t ng i v i nhau.

- N u i n áp pha U_1 c a stator không i thì t thông ϕ_{\max} có tr s h u nh không i v i ch không t i c ng nh ch có t i, ta có:

- Khi có t i, s c t ng dây qu n stator: $m_1.W_1.k_{dq1}.\dot{\Phi}_1$

S c t ng dây qu n rotor: $m_2.W_2.k_{dq2}.\dot{\Phi}_2$

m_1 và m_2 là s pha c a dây qu n stator và rotor

- Khi không t i, s c t ng dây qu n stator: $m_1.W_1.k_{dq1}.\dot{\Phi}_0$

- Ph ng trình cân b ng s c t ng:

$$m_1.W_1.k_{dq1}.\dot{\Phi}_0 = m_1.W_1.k_{dq1}.\dot{\Phi}_1 - m_2.W_2.k_{dq2}.\dot{\Phi}_2$$

- D u (-) tr c I_2 vì chi u c a I_2 không phù h p v i chi u t thông ϕ_{\max} theo qui t c v n nút chai.

- Chia 2 v ph ng trình trên cho $m_1.W_1.k_{dq1}$ ta có:

$$\Leftrightarrow \dot{\Phi}_1 - \frac{m_2.W_2.k_{dq2}}{m_1.W_1.k_{dq1}}.\dot{\Phi}_2 = \dot{\Phi}_0$$

$$t: k_i = \frac{m_1.W_1.k_{dq1}}{m_2.W_2.k_{dq2}} \Rightarrow \frac{\dot{\Phi}_2}{k_i} = \dot{\Phi}_2$$

§ $\dot{\Phi}_2$ g i là dòng i n rotor qui i.

§ $k_i = \frac{m_1.W_1.k_{dq1}}{m_2.W_2.k_{dq2}}$ g i là h s qui i dòng i n rotor.

- Ph ng trình s c t ng c v i t l i: $\dot{\Phi}_1 = \dot{\Phi}_0 + \dot{\Phi}_2$

§6.6. M CH I N THAY TH NG C KHÔNG NG B

6.6.1. Qui i các i l ng rotor v stator:

- T ph ng trình

$$- \dot{\mathcal{E}}_{2s} - \dot{\Phi}_2(R_2 + j.X_{2s}) = 0$$

$$\Leftrightarrow -s.\dot{\mathcal{E}}_2 - \dot{\Phi}_2(R_2 + j.s.X_2) = 0$$

Chia 2 v cho s: $-\frac{\dot{\mathcal{E}}_2}{s} - \dot{\Phi}_2(\frac{R_2}{s} + j.X_2) = 0$, ây chính là ph ng trình cân b ng i n áp rotor lúc ng yên. Và có th g i là ph ng trình i n áp rotor qui i v t n s stator.

Nhân tiếp 2 v cho k_e : $-k_e \cdot \underline{E}_2 - \underline{I}_2 \left(\frac{R_2}{s} \cdot k_e + j \cdot X_2 \cdot k_e \right) = 0$

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

$$\Leftrightarrow -\underline{E}'_2 - \underline{I}_2 \left(\frac{R'_2}{s} + j \cdot X'_2 \right) = 0$$

Trong đó:

$$+ - \underline{E}'_2 = -k_e \cdot \underline{E}_2$$

$$+ \underline{I}'_2 = \frac{\underline{I}_2}{k_i}$$

$$+ R'_2 = R_2 \cdot k_e \cdot k_i, \quad X'_2 = X_2 \cdot k_e \cdot k_i$$

$$+ k_z = k_e \cdot k_i \text{ gọi là hệ số biến đổi trở kháng}$$

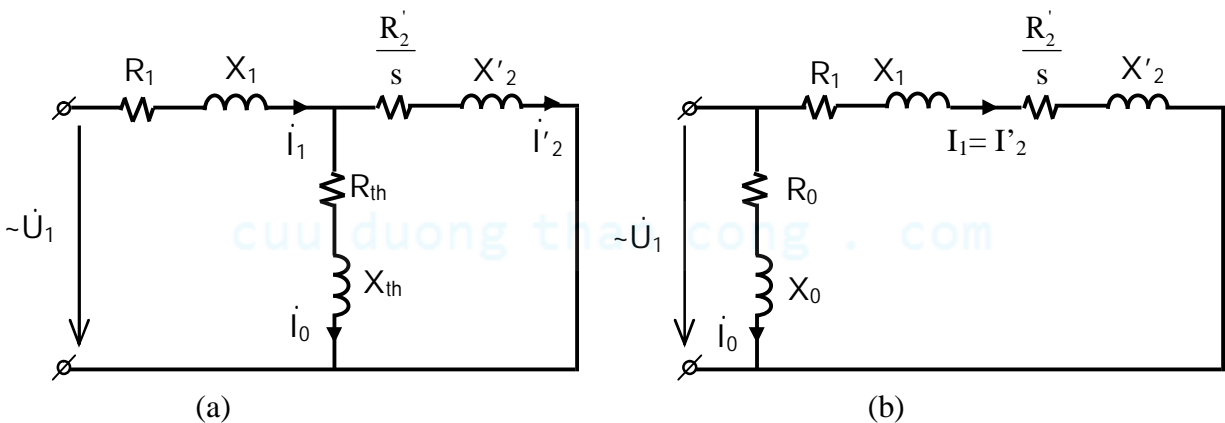
6.6.2. Mạch điện thay thế của K B:

– Giá trị nh máy biến áp: $-\underline{E}'_1 = -\underline{E}'_2$ là điện áp r i trên tổng trở t hóa

$$-\underline{E}'_1 = -\underline{E}'_2 = \underline{I}_0 (R_{th} + j \cdot X_{th})$$

– Ta có mô hình toán c a ng c K B:

$$\begin{cases} \underline{U}_1 = \underline{I}_1 (R_1 + j \cdot X_1) + \underline{I}_0 (R_{th} + j \cdot X_{th}) \\ 0 = \underline{I}_0 (R_{th} + j \cdot X_{th}) - \underline{I}_2 \left(\frac{R_2}{s} + j \cdot X'_2 \right) \\ \underline{I}_1 = \underline{I}_0 + \underline{I}_2 \end{cases}$$



Hình 6-10

– Hệ phương trình trên là các phương trình Kirchhoff viết cho mạch điện sau:

– Với $R_0 = R_1 + R_{th}$, $X_0 = X_1 + X_{th}$ (a) có thể xem gần đúng tổng trở và (b).
S (b) có thể sử dụng khi tính toán mạch điện K B.

– Cần làm phép biến đổi:

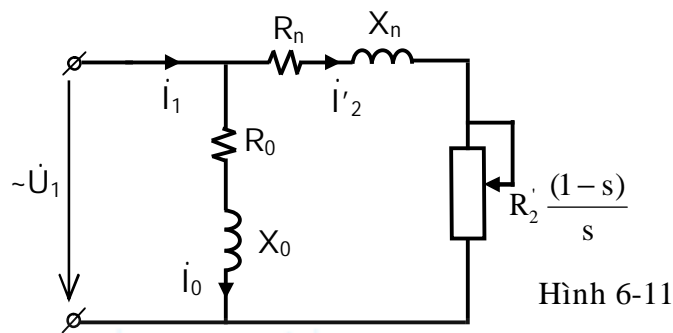
$$\frac{R'_2}{s} = R'_2 + \frac{R'_2(1-s)}{s}$$

Sau thay thế các thành phần K B có thể vẽ như hình (c), trong đó:

$$+ R_n = R_1 + R'_2$$

$$+ X_n = X_1 + X'_2$$

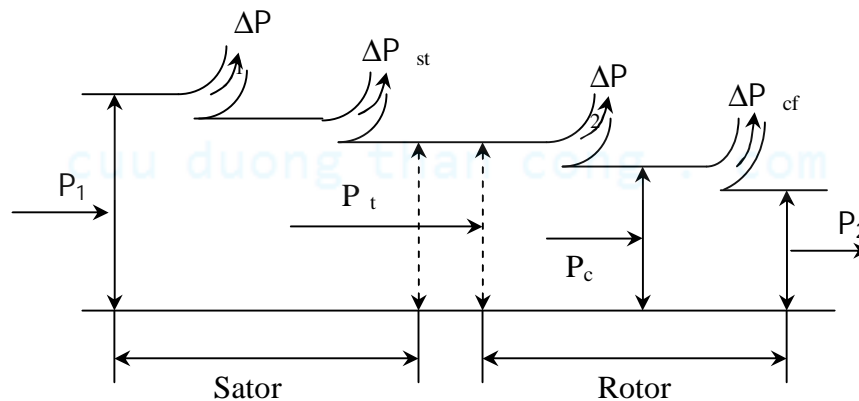
$$+ R'_2 \frac{(1-s)}{s} \text{ tương đương cho công suất cơ của rotor.}$$



§6.7. GIỚI THIỆU VỀ LƯỚI CẠM MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Chúng ta sẽ nghiên cứu các tổn hao trong máy điện không đồng bộ. Công suất đầu vào $P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \phi_1$. Một phần của công suất đầu vào biến thành tổn hao trong dây quấn stator $\Delta P_{Cu1} = m_1 I_1^2 R_1$ và tổn hao trong lõi stator $\Delta P_{st} = m_1 I_0^2 R_m$, còn phần lớn công suất đầu vào chuyển thành công suất điện từ P_t truyền qua rotor.

thông qua quá trình năng lượng được thể hiện trên hình, trong đó số pha stator $m_1 = 3$



Hình 6-12

P_1 : Công suất điện tiêu thụ của cuộn dây

Chương 6. Máy điện không đồng bộ

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

U_1, I_1 : là điện áp pha và dòng điện pha

Công suất điện

$$P_t = P_1 - \Delta P_{\text{st}} - \Delta P_{\text{st}}$$

$$P_t = 3 I_2'^2 \frac{R_2'}{s} = 3 I_2'^2 \frac{R_2}{s}$$

$$\Delta P_{\text{st}} = m_1 I_1'^2 R_1'^2$$

Công suất hữu ích P_2 sinh ra công suất trên trục động cơ và khi máy quay có tổn hao cơ ΔP_c và tổn hao ph ΔP_f .

$$P_2 = P_c - \Delta P_{\text{cf}}$$

Vì trong rotor có dòng điện nên có tổn hao trong đồng trong rotor

$$\Delta P_2 = m_1 I_2'^2 R_2'.$$
 Do đó công suất trên trục động cơ P_c bằng:

$$P_c = P_t - \Delta P_2$$

Như vậy tổng tổn hao trong đồng cơ điện bằng:

$$\Sigma \Delta P = \Delta P_{\text{st}} + \Delta P_{\text{st}} + \Delta P_2 + \Delta P_{\text{cf}}$$

Và công suất hữu ích là: [duong than cong . com](http://duongthancong.com)

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

Hiệu suất của động cơ điện:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \Sigma \Delta P}$$

§6.8. MOMENT QUAY ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

chuyển động cơ, moment điện từ của động cơ đóng vai trò là moment quay:

$$M = M_{\text{nt}} = \frac{P_{\text{nt}}}{\omega_1}$$

$$P_t = 3 I_2'^2 \cdot \frac{R_2'}{s}$$
 [cuu duong than cong . com](http://cuuduongthancong.com)

ω_1 là tần số góc của trục quay, $\omega_1 = \frac{\omega}{p}$

$$I_2' = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + \frac{R_2'}{s})^2 + (X_1 + X_2')^2}}$$

Chương 6. Máy điện không đồng bộ

$$\Rightarrow M = \frac{3.U_1^2.R'_2.p}{s.\omega \left[(R_1 + \frac{R'_2}{s})^2 + (X_1 + X'_2)^2 \right]}$$

✓ Các điều kiện của Moment quay:

- Moment quay tối đa khi bình phương điện áp bên rotor thay thế thì moment sẽ thay đổi rất nhiều.
- Moment có trục cực đại khi giá trị sth làm cho đạo hàm $\frac{\partial M}{\partial s} = 0$

Sau khi tính đạo hàm ta có:

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

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

- Hệ số trượt tối thiểu để rotor (R'_2), còn Mmax không phụ thuộc vào điện trở rotor. Khi cho Rp vào mạch rotor, để tính M = f(s) thay thế như hình vẽ, tính chất này cần đúng với chất lượng và máy móc K B rotor dây quấn.
- Gợi ý, quan hệ giữa M, Mmax và sth.

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

Thay s = 1 ta có moment mô-men máy của động cơ K B:

$$M_{mô} = \frac{3.P.U_1^2.R'_2}{\omega \left[(R_1 + R'_2)^2 + (X_1 + X'_2)^2 \right]}$$

- Với động cơ K B rotor lồng sóc, thay thế cho các trục sau:

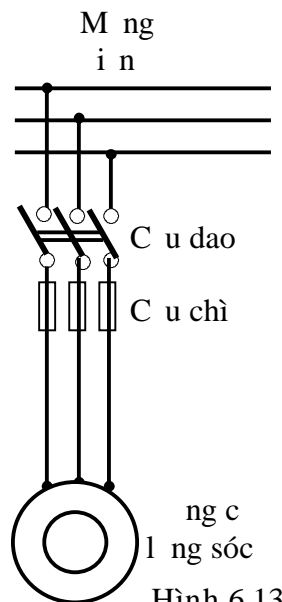
$$\frac{M_{mô}}{M_{đm}} = 1,1 \div 1,7 \quad \frac{M_{max}}{M_{đm}} = 1,6 \div 2,5$$

§6.9. MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Động cơ K B 3 pha mẫu n mô-men máy có thì moment mô-men máy phải lớn hơn moment cơ (MC) của tải lúc mô-men máy, nghĩa là moment động cơ phải lớn hơn mô-men máy trong phạm vi cho phép. Khi mô-men máy, dòng điện mô-men máy lớn bằng 5 ÷ 7 lần dòng định mức, tức là khi công suất thì sẽ làm hỏng động cơ. Vì thế ta phải có biện pháp hạn chế dòng mô-men máy.

6.9.1. Máy điện động cơ K B rotor lồng sóc:

a) Mô-men trục cực đại:



Hình 6.13

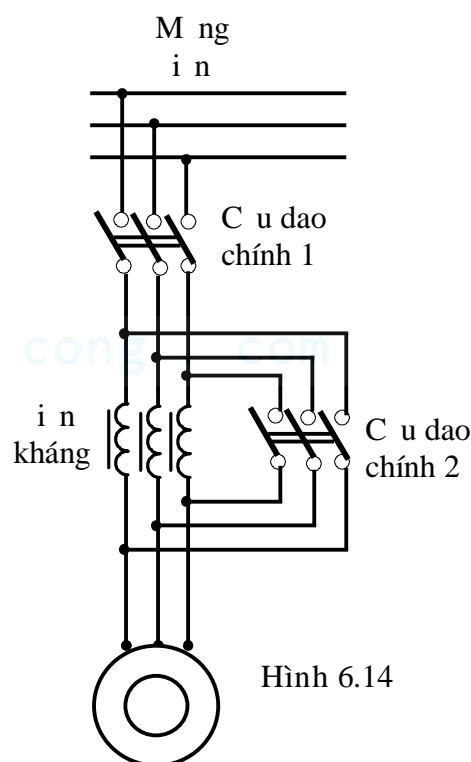
Đây là phương pháp khởi động trực tiếp, vì cuộn dây điện trở trực tiếp đưa vào lưới điện. Khi khởi động bằng phương pháp này là dòng khởi động máy lớn, nên cần phải lắp đặt thiết bị bảo vệ. Vì thế phương pháp này dùng cho công suất của động cơ nhỏ hơn công suất định mức.

b) Giảm điện áp stator khi khởi động máy:

Khi ta khởi động máy giảm điện áp đặt vào cuộn dây làm giảm dòng khởi động máy thì cũng làm giảm mô-men khởi động của động cơ giảm đi rất nhiều, vì thế nó chỉ sử dụng trong những trường hợp không yêu cầu mô-men khởi động lớn.

Có các biện pháp làm giảm điện áp khi khởi động máy sau:

Ø Đường dây kháng nối tiếp vào mạch Stator:

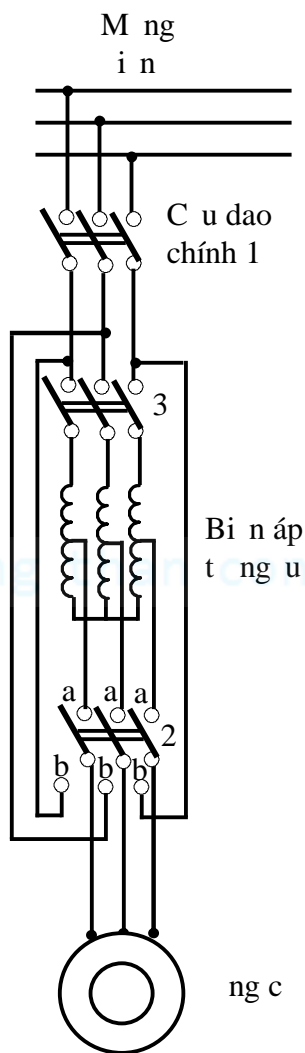


Hình 6.14

Chương 6. Máy biến không dây

Điện áp máy biến áp được đưa vào mạng thông qua điện kháng. Sau khi máy biến áp được đưa vào mạng thì ta cần xem xét điện kháng của máy biến áp làm việc vì điện áp đặt vào máy biến áp có điện áp rơi trên điện kháng, điện áp đặt trên cuộn dây trên stator của máy biến áp, dòng điện trong cuộn dây máy biến áp sẽ sinh ra mômen khi máy biến áp làm việc.

Ø Dùng máy biến áp tự ngẫu:



Hình 6.15

Điện áp máy biến áp được đưa vào sơ cấp của máy biến áp tự ngẫu (hình 6-15), điện áp thứ cấp của MBA đưa vào động cơ. Thay vị trí công tắc điện áp đưa vào động cơ lúc khởi động, sau đó ngắt động cơ lên vận hành bình thường.

Giả sử là MBA, U_1 là điện áp pha của lưới điện, Z_n là tổng trở của động cơ lúc máy biến áp được đưa vào động cơ khi máy biến áp là:

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

Dòng điện chạy vào động cơ lúc có MBA:

Chương 6. Máy biến không ngẫu biến

$$I_{\tilde{n}c} = \frac{U_{\tilde{n}c}}{Z_n} = \frac{U_1}{k \cdot Z_n}$$

Dòng điện tải cung cấp cho mạng khi có MBA (dòng điện sơ cấp của máy biến áp)

$$I_1 = \frac{I_{\tilde{n}c}}{k} = \frac{U_1}{k^2 \cdot Z_n}$$

Khi máy trở tải p

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

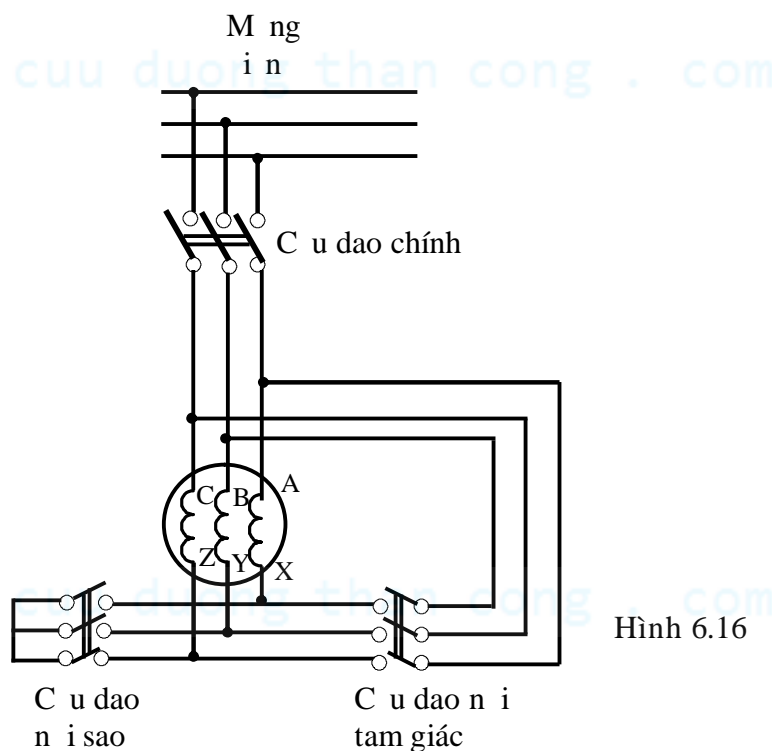
So sánh ta thấy, lúc có máy biến áp, dòng điện tải giảm đi k^2 lần, đây là một ưu điểm so với phương pháp dùng điện kháng. Vì phương pháp dùng máy biến áp không phụ thuộc vào tải. Vì thế phương pháp dùng máy biến áp có công suất lớn.

c) Điện áp – tam giác

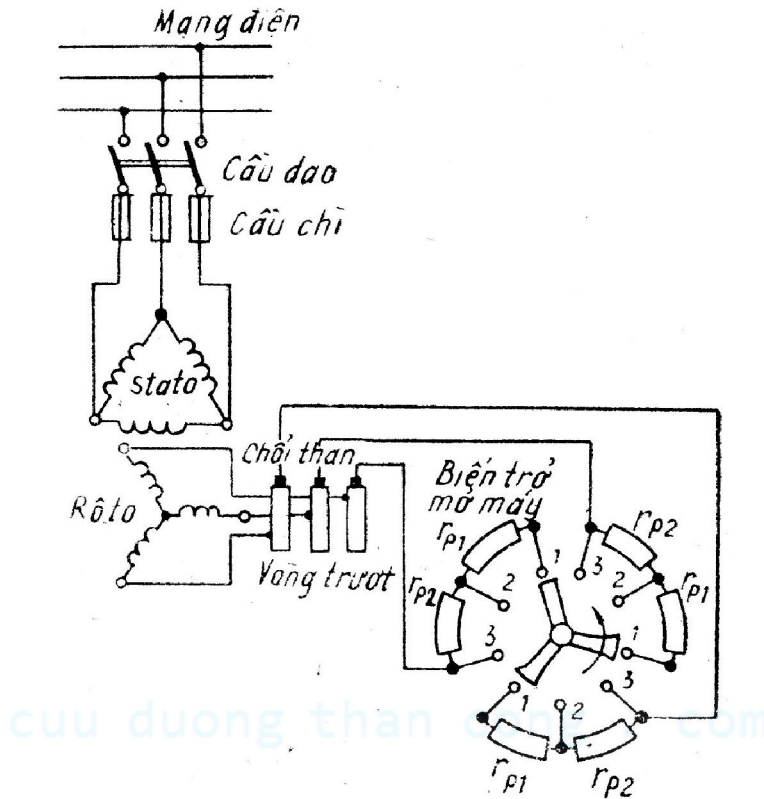
Phương pháp này chỉ dùng các khi bình thường mạng vận hành có tải điện bình cách và tam giác.

Khi khi ngừng, ta nối hình sao điện áp tải vào mỗi pha giảm đi $\sqrt{3}$ lần. Sau khi khi ngừng xong, ta nối lại thành hình tam giác như đúng qui định của máy.

Khi ngừng bằng phương pháp này dòng điện dây tải giảm đi 3 lần, moment khi ngừng giảm đi 3 lần.



6.9.2. Máy biến áp K B rotor dây quấn:



Hình 6.17

- Khi mở máy, dây quấn rotor sẽ có điện trở mở máy. Ưu tiên biến trở lớn nhất sau đó giảm dần về 0. Khi tính moment động về các giá trị R_m và trên hình 6-18.
- Muốn moment mở máy có ích, hệ số trượt phải nhỏ nhất.

$$S_{th} = \frac{R'_2 + R'_m}{X_1 + X'_2} = 1$$

Tính toán xác định điện trở R_m cần thiết.

- Khi có R_m dòng điện mở máy là:

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

- Như vậy, nếu có R_m mà dòng điện mở máy giảm xuống còn moment mở máy tăng, đó chính là ưu điểm lớn nhất của biến áp K B rotor dây quấn.

§6.10. I U CH NH T C NG C KHÔNG NG B

Tính toán các đặc tính của biến áp K B:

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

Ta thấy, về biến áp K B rotor lồng sóc có thể tính toán các đặc tính như sau:

§ Thay thế dòng điện stator.

Chương 6. Máy điện không đồng bộ

§ 6.10. Thay đổi dây quấn stator thay đổi cấp.

§ 6.10.1. Thay đổi cấp áp suất vào stator thay đổi hệ số truyền.

§ 6.10.2. Thay đổi cấp K B rotor dây quấn thì thường có thể thay đổi cách thay đổi điện trở rotor.

6.10.1. Thay đổi cấp:

- Thay đổi cấp dòng điện stator bằng biến tần
- Thay đổi thông ϕ_{\max} để thu được U và f . Khi thay đổi cấp thì ta muốn giữ cho ϕ_{\max} không đổi. Muốn vậy phải thay đổi cấp và điện áp giữ cho từ thông từ cấp và tần số không đổi.

6.10.2. Thay đổi cấp:

Số cấp của máy phụ thuộc vào kết cấu của dây quấn stator. Máy K B có cuộn dây quấn thay đổi cấp gọi là máy nhiều cấp. Phương pháp này chỉ sử dụng cho loại rotor lồng sóc.

6.10.3. Thay đổi điện áp:

Giới hạn áp suất vào mạch stator của máy có thể thay đổi được, vì moment quay của máy có thể biến đổi theo điện áp moment thay đổi theo điện áp.

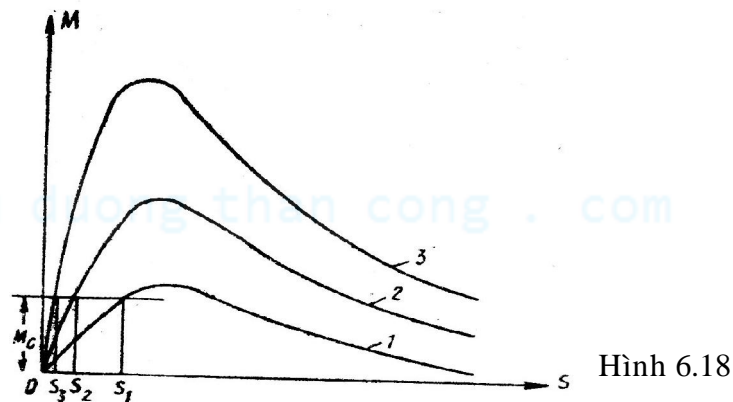
Trên thực tế, nếu thay đổi điện áp làm thay đổi tốc độ, ta sẽ có các đặc tính tải của máy 1, 2, 3. Các đặc tính này có moment giới hạn thay đổi, vì moment phản kháng không đổi, từ từ sẽ tăng từ s_1 tới s_2, s_3 làm tốc độ quay giảm xuống.

Tuy nhiên, cách thay đổi cấp bằng cách thay đổi điện áp có nhiều nhược điểm: moment của máy nhiều làm giảm khả năng quá tải của máy, làm cho đặc tính của máy giảm, tốc độ quay không ổn định.

6.10.4. Thay đổi điện trở pha vào rotor:

Điện trở của rotor dây quấn có thể sử dụng điện trở mạch rotor thay đổi được (sơ đồ hình 6-18). Thông thường, ta thay đổi bằng cách:

$$s = \frac{3 \cdot I_2^2 \cdot r_2}{M \cdot \omega_1}$$



Nếu moment phản kháng không đổi thì moment quay của máy cũng không đổi, vì thế khi r_2 tăng thì từ từ sẽ tăng là cho từ từ quay giảm.

Cách thay đổi này thường chỉ sử dụng với các cuộn dây quấn thay đổi được.

§6.11. CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 6

1. Cấu tạo của máy điện không đồng bộ ba pha, phân biệt vai trò và công dụng của rôto lồng sóc và rôto dây quấn.
2. Trình bày trong máy điện không đồng bộ. Nguyên lý làm việc của máy điện không đồng bộ.
3. Mô hình toán học của máy điện không đồng bộ
4. Sự thay đổi các tham số của máy điện không đồng bộ. So sánh với sự thay đổi của máy biến áp
5. Máy và điều chỉnh tải của máy điện không đồng bộ

§6.12. BÀI TẬP CHƯƠNG 6

Bài 6-1: Máy điện K B 3 pha rôto dây quấn, số vòng dây pha stato $W_1 = 96$, rôto $W_2 = 80$. Hệ số dây quấn stato $k_{dq1} = 0,945$; rôto $k_{dq2} = 0,96$. Tần số dòng điện stato $f = 50\text{Hz}$, từ thông từ từ cực từ $\Phi_m = 0,02\text{Wb}$.

- 1) Tính số cực của máy trong dây quấn stato và rôto lúc quay với $n = 950\text{v/p}$ và lúc rôto bị ghim yên.
- 2) Tính tần số dòng điện rôto trong 2 trường hợp trên.
- 3) Cho điện trở dây quấn rôto $R_2 = 0,06$ và điện kháng dây quấn rôto $X_2 = 0,1$. Tính dòng điện rôto trong 2 trường hợp trên.

Giải

Lúc rôto bị ghim yên số cực của máy:

$$E_1 = 4,44 \cdot f \cdot W_1 \cdot k_{dq1} \cdot \Phi_m = 4,44 \cdot 50 \cdot 96 \cdot 0,945 \cdot 0,02 = 403\text{V}.$$

$$E_2 = 4,44 \cdot f \cdot W_2 \cdot k_{dq2} \cdot \Phi_m = 4,44 \cdot 50 \cdot 80 \cdot 0,96 \cdot 0,02 = 341\text{V}.$$

Lúc rôto quay với $n = 950\text{v/p}$, hệ số từ là:

$$s = \frac{1000 - 950}{1000} = 0,05.$$

Số cực của máy stato: $E_1 = 403\text{V}$.

Số cực của rôto lúc rôto quay:

$$E_2 = s \cdot E_{20} = 0,05 \cdot 341 = 17\text{V}.$$

Dòng điện rôto lúc không quay:

$$I_{20} = \frac{E_{20}}{\sqrt{R_2^2 + X_2^2}} = \frac{341}{\sqrt{(0,06)^2 + (0,1)^2}} = 2924\text{A}.$$

Dòng điện rôto lúc quay với $s = 0,05$.

$$I_2 = \frac{E_2}{\sqrt{R_2^2 + sX_2^2}} = \frac{17}{\sqrt{(0,06)^2 + (0,05 \cdot 0,1)^2}} = 282\text{A}$$

So sánh I_{20} và I_2 ta thấy rõ: Lúc rôto bị ghim không quay dòng điện rôto tăng lên rất nhiều.

Bài 6-2: Máy điện K B 3 pha rôto dây quấn, số đôi cực $p = 2$, hệ số quy đổi số cực của máy và dòng điện $k_e = k_i = 2$. Điện trở và điện kháng pha rôto lúc bị ghim yên $R_2 = 2$, $X_2 = 2$. Cho rằng số pha stato gấp đôi số pha của máy biến áp, tải vào, tổn hao trong dây quấn stato bằng tổn hao trong dây quấn rôto, tổn hao sắt từ $P_{st} = 145\text{W}$, tổn hao ma sát và tổn hao phụ $P_{ms} = 145\text{W}$. Tính dòng điện rôto, công suất hữu ích P_2 , hiệu suất của máy làm việc với hệ số từ tải $s = 0,04$. Máy có $U_N = 380\text{V}/220\text{V}$. Điện áp dây lưới điện $U_d = 380\text{V}$, tần số $f = 50\text{Hz}$.

Giải

Điện áp pha $U_d = 380V$ ứng với sao:

$$E_{1f} = \frac{U_d}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220V.$$

Số pha rotor lúc ngừng:

$$E_{20} = \frac{E_{1f}}{k_e} = \frac{220}{2} = 110V.$$

Dòng điện pha rotor lúc quay:

$$I_2 = \frac{sE_{20}}{\sqrt{R_2^2 + sX_2^2}} = \frac{0,04 * 110}{\sqrt{(0,2)^2 + (0,04 * 2)^2}} = 20,43A.$$

Dòng điện pha stato lúc rotor quay:

$$I_1 = \frac{I_2}{k_t} = \frac{20,43}{2} = 10,21A.$$

Công suất điện:

$$P_{dt} = \frac{3R_2 I_2^2}{s} = \frac{3 * 0,2 * (20,43)^2}{0,04} = 6261W.$$

Tổn hao stato và rotor:

$$P_{d1} = P_{d2} = 3R_2 I_2^2 = 3 * 0,2 * (20,43)^2 = 250,4W$$

Công suất cơ toàn bộ:

$$P_c = P_{dt} - P_{d2} = 6261 - 250,4 = 6010,6W$$

Công suất hữu ích trên trục:

$$P_2 = P_c - P_{ms} = 6010,6 - 145 = 5865,6W$$

Công suất điện cung cấp cho động cơ:

$$P_1 = P_2 + P_{ms} + P_{d2} + P_{st} + P_{d1} = 5865,6 + 145 + 250,4 + 145 + 250,4 = 6655,4W$$

Hiệu suất động cơ:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{5865,6}{6655,4} = 0,88.$$

Bài 6-3: Động cơ K B 3 pha 4 cực. Khi mang tải không tải $s = 0,005$ và $s = 0,04$. xác định phôi và biên thiên của dòng điện rotor và tải rotor. Tần số $f = 50Hz$.

Giải

Số cực $p = 2$.

Tốc độ quay tải:

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 * 50}{2} = 1500v/p$$

Tốc độ quay rotor: $n = n_1 (1 - s) = v$ và $s = 0,005$.

Thì $n = 1500 (1 - 0,005) = 1492 v/p$.

Tốc độ quay rotor: $n = n_1 (1 - s) = v$ và $s = 0,04$.

Chương 6. Máy điện không đồng bộ

$$Thần = 1500 (1 - 0,04) = 1440 \text{ v/p.}$$

$$Tần số dòng điện rôto $f_2 = s \cdot f_{đ} = 0,005$.$$

$$Thần $f_2 = 0,005 \cdot 50 = 0,25 \text{ Hz}$$$

$$Vận tốc $f_2 = 0,04$ thì $f_2 = 0,04 \cdot 50 = 2 \text{ Hz}$.$$

Vận tốc và tần số dòng điện rôto nằm trong giới hạn:

$$1440 \text{ đến } 1492 \text{ v/p}$$

$$0,25 \text{ Hz đến } 2 \text{ Hz}.$$

Ta có thể nhận xét như sau: tần số dòng điện rôto rất nhỏ, nên tổn hao suất trong rôto có thể bỏ qua.

Bài 6-4: Máy điện K B 3 pha kiểu Y/ 380V/220V. Số vòng dây mỗi pha stato $W_1 = 336$ vòng, hệ số dây quấn $k_{dq1} = 0,96$. Giả sử điện áp trên dây quấn và điện kháng từ chỉ mất 4% U_1 . Máy được cấp vào lưới điện có điện áp $U_d = 220 \text{ V}$, tần số $f = 50 \text{ Hz}$. Xác định cách đấu dây quấn stato, thông số của dây quấn stato và hình sao thì thông từ bao nhiêu.

Giải

Thông số của:

$$\Phi_m = \frac{0,96 \cdot U_d}{4,44 \cdot f \cdot W_1 \cdot k_{dq1}} = \frac{0,96 \cdot 220}{4,44 \cdot 50 \cdot 336 \cdot 0,96} = 2,95 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

Nếu dây quấn theo hình sao thì điện áp trên mỗi pha dây quấn:

$$U_1 = \frac{220}{\sqrt{3}} = 127 \text{ V}$$

$$\Phi_m = \frac{0,96 \cdot U_d}{4,44 \cdot f \cdot W_1 \cdot k_{dq1}} = \frac{0,96 \cdot 220}{4,44 \cdot 50 \cdot 336 \cdot 0,9} = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}.$$

Thông từ mỗi pha $\sqrt{3}$ lần.

Bài 6-5: Máy điện K B 3 pha có số liệu như sau: Y/220V/380V 6,6A/3,8A $\cos \phi = 0,8$. Máy được cấp vào mạng điện có điện áp dây 380V. Xác định cách đấu dây máy, công suất tác dụng và phản kháng của máy tiêu thụ của mạng điện.

Giải

Với các thông số trên ta có thể kết luận rằng máy được đấu hình sao.

Công suất tác dụng của máy tiêu thụ là:

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot \cos \phi_1 = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 3,8 \cdot 0,8 = 2000 \text{ W}.$$

Công suất phản kháng của máy tiêu thụ là:

$$Q_1 = \sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot \sin \phi_1 = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 3,8 \cdot \sqrt{1 - 0,8^2} = 1500 \text{ VAR}.$$

Bài 6-6: Máy điện K B 3 pha rôto dây quấn có $R_2 = 0,0278 \Omega$, tốc độ quay định mức là 970 v/p. Hệ số trượt định mức là 0,885. Tính điện trở pha R_p của rôto và mômen định mức là 700 v/p. Cho biết mômen cản của tải không phụ thuộc vào tốc độ.

Giải

Chương 6. Máy điện không đồng bộ

Momen cơ không liên quan đến momen điện từ không liên quan

$$\frac{R'_2}{s} \text{ cũng không liên quan } \frac{R_2}{s} \text{ không liên quan}$$

Hệ số trượt khi nhậm cơ:

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

Hệ số trượt khi $n = 700$ v/p

$$s_{dm} = \frac{1000 - 700}{1000} = 0,3.$$

$$V_y \frac{R_2}{s_{dm}} = \frac{R_2 + R_p}{s}$$

$$T_{ng} \text{ ng v i } \frac{0,0278}{0,03} = \frac{0,0278 + R_p}{0,3}$$

Giới hạn tải $R_p = 0,25$.

Vì $\frac{R'_2}{s}$ không liên quan nên I_1, P_1 không liên quan. Vì momen không liên quan nên công suất đầu ra $P_2 = 2M_2 t$ liên quan v i t c . T 2 nh n xét trên ta có:

$$\frac{\eta}{\eta_{dm}} = \frac{n}{n_{dm}} = \frac{700}{970} = 0,722.$$

T c càng giảm, hiệu suất càng giảm. ng v i $n = 700$ v/phi u suất ng c s là: $= 0,722 * 0,885 = 0,639$.

Bài 6-7: Máy điện không đồng bộ rôto dây quấn có: $U_m = 380V$; $2p = 6$; $s = 0,03$; $f = 60Hz$. Dây quấn stato và rôto nối sao có: số vòng dây $W_1 = 112$ vòng; $W_2 = 22$ vòng. Hệ số dây quấn $K_{dq1} = 0,955$; $K_{dq2} = 0,903$. Nếu điện áp dây trên dây quấn và điện kháng dây quấn stato $= 3,5\% U_1$. Tính:

a) Tốc độ quay ng c .

b) số cực của dây quấn rôto lúc ng yên và lúc quay v i h s tr t trên.

$$\text{áp s : } n_{nc} = n_1 (1 - s) = \frac{60f}{p} (1 - s) = 1164 \text{ vòng/phút}$$

$$E_{20} = 4,44.f.W_2.K_{dq2}.\Phi_m = 68,16 \text{ V}$$

$$E_{2s} = s.E_{20} = 1,183 \text{ V}$$

Bài 6-8: Máy điện không đồng bộ 3 pha $f = 60Hz$, tần số dòng điện rôto $f_2 = 3Hz$, $p = 2$, công suất điện $P_t = 120KW$, tổn hao công suất stato $\Delta P_1 = 3KW$, tổn hao cơ và ph $\Delta P_{cf} = 2KW$, tổn hao sắt $\Delta P_{st} = 1,7KW$. Tính:

- Hệ số trượt, tốc độ ng c n.

- Công suất điện ng c tiêu thụ P_1 .

- Hiệu suất ng c .

$$\text{áp s : } s = \frac{f_2}{f} = 0,05$$

$$n = n_1(1 - s) = \frac{60f}{p} (1 - s) = 1710 \text{ v/ph}$$

$$P_1 = 124,7 \text{ Kw}$$

Ch 6. Máy i n không ng b

$$\text{Hi u su t ng c} \\ = \frac{114 - 2}{127,4} = 0,898$$

Bài 6-9: M t ng c không ng b 3 pha rôto l ng sóc có: $P_m = 7,5 \text{ KW}$; $Y/\Delta - 380\text{V}/220\text{V}$; $f = 50\text{Hz}$, s ôi c c t $p = 2$, $\cos\varphi_m = 0,885$; $\eta_m = 0,883$, t c nh m c n $n_m = 1460$ vòng/phút, $\frac{M_{mm}}{M_{nm}} = 1,45$ ng c làm vi c m ng i n $U = 220\text{V}$, mômen c n lúc m máy b ng $0,5M_m$. Các

ph ng pháp m máy sau ây, ph ng pháp nào có th m máy c v i t i trên:

- i n i $Y - \Delta$.
- Dùng bi n áp t ng u v i h s bi n áp $K_{ba} = 1,6$.

áp s : $M_m = 49,06 \text{ Nm}$
 $M_{mm} = 71,14 \text{ N.m}$

- i n i $Y - \Delta$:

$$M_{mmY-\Delta} = \frac{M_{m\text{ô i}}}{3} = 23,71 \text{ Nm}$$

$$M_{mmY-\Delta} = 23,71 \text{ Nm} < M_C = 0,5M_m = 24,57 \text{ Nm: không m máy c ng c .}$$

- $M_{mmBA} = 27,79 > M_C = 24,53 \text{ Nm}$: m máy c ng c .

Bài 6-10: M t ng c i n không ng b 3 pha Rotor l ng sóc có: $P_m = 14 \text{ KW}$, $p = 2$, $n_m = 1450$ vòng/phút; hi u su t $\eta_m = 0,885$; $\cos\varphi_m = 0,88$; $f = 50\text{Hz}$. Dây qu n Stator và Rotor n i: $Y/\Delta - 380/220 \text{ V}$. i n áp dây c a m ng là 380V .

Tính: - Dòng i n nh m c c a ng c .

- Công su t tác đ ng và công su t ph n kháng ng c tiêu th .

áp s : $I_m = 27,31 \text{ A}$; $P_1 = \frac{P_{nm}}{\eta_{nm}} = 15,82 \text{ Kw}$

$$Q_1 = P_1 \text{ tg } \varphi = P_1 \text{ tg} 28,36^\circ = 8,54 \text{ Kvar}$$

$$n_1 = \frac{60f}{p} = 1500 \text{ vòng/phút} ; \quad s_m = 0,03 ; \quad f_{2s} = s_m \cdot f = 1,67 \text{ Hz.}$$

Bài 6-11: M t ng c i n không ng b ba pha Rotor l ng sóc có: $P_m = 15 \text{ KW}$, $p = 2$, $n_m = 1460$ vòng/phút, $f = 50 \text{ Hz}$. Hi u su t $\eta = 0,88$, $\cos\varphi = 0,80$; $\frac{M_{mm}}{M_m} = 1,3$, $\frac{I_{mm}}{I_m} = 5,5$. Dây qu n Stator n i $Y/\Delta - 380/220 \text{ V}$. i n áp dây c a m ng là 220 V .

Tính: Dòng i n và momen m máy khi m máy b ng ph ng pháp n i cu n kháng vào Stator i n áp gi m i 30%. ng c có th m máy c không khi momen c n $M_c = 0,5M_m$.

áp s : $I_m = 55,92 \text{ A}$; $I_m = 307,55 \text{ A}$; $M_m = 98,12 \text{ Nm}$
 $M_m = 128 \text{ Nm}$; $I_{m \text{ CK}} = 215,28 \text{ A}$; $M_{m \text{ CK}} = 62,72 \text{ Nm}$
 $M_C = 49,06 \text{ Nm}$; $M_{m \text{ CK}} > M_C$: ng c m máy c.

Chương 6. Máy điện không đồng bộ

Bài 6-12: Máy điện không đồng bộ 3 pha rôto lồng sóc có: $P_m = 15 \text{ kW}$; $n_m = 1470 \text{ v/p}$; $\eta_m = 86\%$; $\cos \varphi_m = 0,85$; Y/Δ - 380/220V; tốc độ đồng bộ n_1 và số cực $2p$.

máy $\frac{I_{mm}}{I_m} = 5$; $\frac{M_{mm}}{M_m} = 1,5$; $\frac{M_{max}}{M_m} = 2,4$; $U_m = 380 \text{ V}$; $n_1 = 1500 \text{ v/p}$.

- Tính công suất tác dụng P và công suất phản kháng Q tiêu thụ của máy khi làm việc ở chế độ định mức.
- Tính dòng điện định mức của máy I_m , mô men định mức M_m , hệ số trượt định mức s_m .
- Tính dòng điện máy I_{mm} , mô men máy M_{mm} , mô men cực đại M_{max} .

áp s : $P_1 = 17441,86 \text{ W}$; $Q_1 = P_1 \tan \varphi = 10809,5 \text{ Var}$; $I_{mm} = 31,18 \text{ A}$
 $M_{mm} = 97,45 \text{ Nm}$; $s_m = 0,02$; $I_{mm} = 5 I_m = 155,9 \text{ A}$
 $M_{mm} = 1,5 M_m = 146,17 \text{ Nm}$; $M_{max} = 2,4 M_m = 233,88 \text{ Nm}$.

Bài 6-13: Máy điện không đồng bộ ba pha rôto lồng sóc số cực $2p = 3$, điện trở rôto $R_2 = 0,01 \Omega$. Khi rôto ngừng yên $E_{20} = 212 \text{ V}$. khi rôto quay với tốc độ $n = 970 \text{ v/ph}$ thì dòng điện rôto $I_2 = 240 \text{ A}$. Tính điện kháng rôto lúc quay X_{2s} và lúc rôto ngừng yên X_{20} .

áp s : $n_1 = 1000 \text{ vòng/phút}$; $s = \frac{n_1 - n}{n_1} = 0,03$

$$X_{2s} = sX_2 = \sqrt{\left(\frac{sE_{20}}{I_2}\right)^2 - R_2^2} = 0,02454 \Omega$$

Khi rotor ngừng yên thì $s = 1 \Rightarrow X_{2s} = X_2 = 0,02452$

$$\text{Khi rotor quay} \Rightarrow X_2 = \frac{X_{2s}}{s} = \frac{0,02454}{0,03} = 0,818 \Omega$$

Bài 6-14: Máy điện không đồng bộ ba pha Rotor lồng sóc có: $P_m = 14 \text{ kW}$, $p = 3$, $s_m = 0,026$, $f = 60 \text{ Hz}$. Hiệu suất $\eta = 0,885$, $\cos \varphi = 0,88$. Dây quấn Stator nối Y/Δ - 380/220V. Điện áp dây quấn là 220V.

Tính:

- Công suất tác dụng và công suất phản kháng tiêu thụ của máy.
- Dòng điện và Moment quay định mức.
- Tốc độ đồng bộ trong dây quấn Rotor lúc ngừng yên và lúc quay định mức.

Bài 6-15: Máy điện không đồng bộ ba pha dây quấn Stator nối Y/Δ - 380/220V, $p = 3$, $s = 0,026$, $f = 60 \text{ Hz}$. Máy điện có điện áp dây $U_d = 220 \text{ V}$. Hiệu suất $\eta = 0,85$, $\cos \varphi = 0,8$, dòng điện trong dây quấn Stator $I_1 = 12,1 \text{ A}$.

Tính: - Công suất hữu ích P_2 trên trục máy

- Tốc độ và moment quay định mức.

Bài 6-16: Máy điện không đồng bộ ba pha $P_m = 45 \text{ kW}$, $f = 50 \text{ Hz}$; dây quấn Stator nối Y/Δ - 380/220V; $\frac{I_{mm}}{I_m} = 6$; $\frac{M_{mm}}{M_m} = 2,7$; $\cos \varphi_m = 0,86$, Hiệu suất $\eta = 0,91$; $n_m = 1460 \text{ vòng/phút}$.

nguồn làm việc với điện áp $U_d = 380 \text{ V}$.

- Tính I_m , M_m , I_{mm} , M_{mm}

Chương 6. Máy biến không đồng bộ

- b) Máy biến áp có moment cản ban đầu $M_C = 0,45M_m$, ng ta dùng bi n áp t ng u $I_{m\ BA} = 100A$. Xác nh h s bi n áp k, ng c có th m máy c trong tr ng h p này hay không.
- c) C ng v i t i trên, n u dùng i n kháng m máy v i $I_{m\ K} = 200A$. Xác nh i n áp t lên ng c lúc m máy và ng c có th m máy c không.
- áp s : a) $I_m = 87,36A$; $M_m = 294,3Nm$
 $I_m = 524,16A$; $M_m = 794,6 Nm$
- b) $k = 2,29$; $M_{m\ BA} = 151,52Nm = 0,515M_m$
 $M_{m\ BA} > M_C$: ng c m máy c
- c) $U_m = 0,381U_n = 145V$
 $M_{m\ K} = 115,34Nm = 0,392M_m$
 $M_{m\ K} < M_C$: ng c không m máy c

Bài 6-17: M t ng c không ng b 3 pha u sao n i vào l i $U_d = 380V$. Bi t $R_n = 0,122\Omega$; $X_n = 0,4\Omega$; $f = 50Hz$.

- a) Tính dòng i n m máy I_m .
- b) Dùng i n kháng m máy $I_{m\ K} = 300A$. Tính i n c m L c a cu n i n kháng m máy.

áp s : $I_m = 526A$; $L = 1,029 mH$

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com