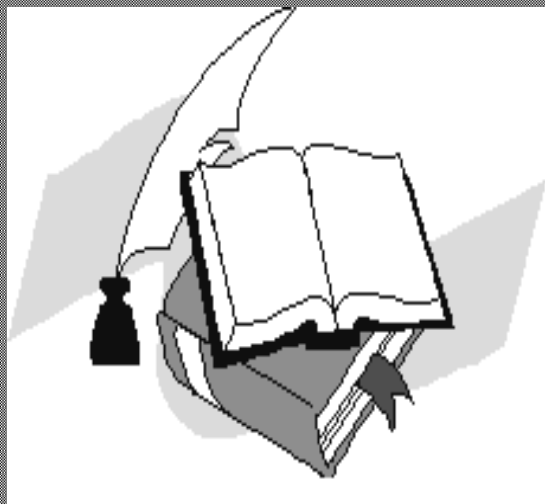


Tài liệu

Các phương pháp điều
chỉnh động cơ không
đồng bộ



CHƯƠNG 1

KHÁI QUÁT VỀ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

1. CẤU TẠO VÀ ĐẶC ĐIỂM

1.1 Cấu Tạo

1. Cấu tạo phần tĩnh (stator)

Gồm vỏ máy, lõi sắt và dây quấn.

- a) *Vỏ máy:*
Thường làm bằng gang. Đối với máy có công suất lớn (1000 kw), thường dùng thép tấm hàn lại thành vỏ. Vỏ máy có tác dụng cố định và không dùng để dẫn từ.
- b) *Lõi sắt:*
Được làm bằng các lá thép kỹ thuật điện dày 0,35 mm đến 0,5 mm ghép lại. Lõi sắt là phần dẫn từ. Vì từ trường đi qua lõi sắt là từ trường xoay chiều, nhằm giảm tổn hao do dòng điện xoáy gây nên, mỗi lá thép kỹ thuật điện đều có phủ lớp sơn cách điện. Mặt trong của lõi thép có xẻ rãnh để đặt dây quấn.
- c) *Dây quấn:*
Dây quấn được đặt vào các rãnh của lõi sắt và cách điện tốt với lõi sắt. Dây quấn stator gồm có ba cuộn dây đặt lệch nhau 120° điện.

2. Cấu tạo phần quay (Rotor)

- a) *Trục:*
Làm bằng thép, dùng để đỡ lõi sắt roto.
- b) *Lõi sắt:*
Gồm các lá thép kỹ thuật điện giống như ở phần stator. Lõi sắt được ép trực tiếp lên trục. Bên ngoài lõi sắt có xẻ rãnh để đặt dây quấn.
- c) *Dây quấn roto:*
Gồm hai loại: Loại roto dây quấn và loại roto kiểu lồng sóc.
- *Loại roto kiểu dây quấn:* Dây quấn roto giống dây quấn ở stator và có số cực bằng số cực stator. Các động cơ công suất trung trở lên thường dùng dây quấn kiểu sóng hai lớp để giảm được những đầu nối dây và kết cấu dây quấn roto chặt chẽ hơn. Các động cơ công suất nhỏ thường dùng dây quấn đồng tâm một lớp. Dây quấn ba pha của roto thường đấu hình sao (Y). Ba đầu kia nối vào ba vòng trượt bằng đồng đặt cố định ở đầu trục. Thông qua chổi than và vòng trượt, đưa điện trở phụ vào mạch roto nhằm cải thiện tính năng mở máy và điều chỉnh tốc độ.
 - *Loại roto kiểu lồng sóc:* Loại dây quấn này khác với dây quấn stator. Mỗi rãnh của lõi sắt được đặt một thanh dẫn bằng đồng hoặc nhôm và được nối tắt lại ở hai đầu bằng hai vòng ngắn mạch đồng hoặc nhôm, làm thành một cái lồng, người ta gọi đó là lồng sóc. Dây quấn roto kiểu lồng sóc không cần cách điện với lõi sắt.

3. Khe hở:

Khe hở trong động cơ không đồng bộ rất nhỏ (0,2 mm ÷ 1 mm). Do đó roto là một khối tròn nên roto rất đều.

1.2 Đặc Điểm Của Động Cơ Không Đồng Bộ.

- Cấu tạo đơn giản.
- Đấu trực tiếp vào lưới điện xoay chiều ba pha.
- Tốc độ quay của roto nhỏ hơn tốc độ từ trường quay của stato $n < n_1$.

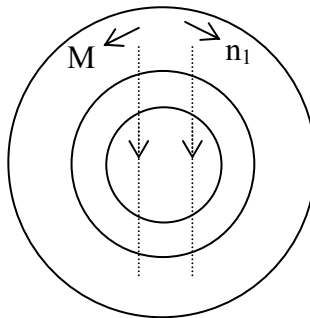
Trong đó:

n tốc độ quay của roto.

n_1 tốc độ quay từ trường quay của stato (tốc độ đồng bộ của động cơ)

II. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

Khi nối dây quấn stato vào lưới điện xoay chiều ba pha, trong động cơ sẽ sinh ra một từ trường quay. Từ trường này quét qua các thanh dẫn roto, làm cảm ứng trên dây quấn roto một sức điện động E_2 sẽ sinh ra dòng điện I_2 chạy trong dây quấn. Chiều của sức điện động và chiều dòng điện được xác định theo qui tắc bàn tay phải.



Hình. 1-1 Sơ đồ nguyên lý động cơ không đồng bộ.

Chiều dòng điện của các thanh dẫn ở nửa phía trên roto hướng từ trong ra ngoài, còn dòng điện của các thanh dẫn ở nửa phía dưới roto hướng từ ngoài vào trong.

Dòng điện I_2 tác động tương hỗ với từ trường stato tạo ra lực điện từ trên dây dẫn roto và mômen quay làm cho roto quay với tốc độ n theo chiều quay của từ trường.

Tốc độ quay của roto n luôn nhỏ hơn tốc độ của từ trường quay stato n_1 . Có sự chuyển động tương đối giữa roto và từ trường quay stato duy trì được dòng điện I_2 và mômen M . Vì tốc độ của roto khác với tốc độ của từ trường quay stato nên gọi là động cơ không đồng bộ.

Đặc trưng cho động cơ không đồng bộ ba pha là hệ số trượt:

$$S = \frac{n_1 - n}{n_1} \quad (1-1)$$

Trong đó:

n là tốc độ quay của roto.

f_1 tần số dòng điện lưới.

p số đôi cực.

n_1 tốc độ quay của từ trường quay (tốc độ đồng bộ của động cơ).

$$n_1 = \frac{60f_1}{p} \quad (1-2)$$

Khi tần số của mạng điện thay đổi thì n_1 thay đổi làm cho n thay đổi.

Khi mở máy thì $n = 0$ và $S = 1$ gọi là độ trượt mở máy.

Dòng điện trong dây quấn và từ trường quay tác dụng lực tương hỗ lên nhau nên khi roto chịu tác dụng của mômen M thì từ trường quay cũng chịu tác dụng của mômen M theo chiều ngược lại. Muốn cho từ trường quay với tốc độ n_1 thì nó phải nhận một công suất đưa vào gọi là công suất điện từ.

$$P_{\text{nt}} = M\omega_1 = M \frac{2\pi n_1}{60} \quad (1-3)$$

Khi đó công suất điện đưa vào:

$$P_1 = \sqrt{3}UI \cos\varphi \quad (1-4)$$

Ngoài thành phần công suất điện từ còn có tổn hao trên điện trở dây quấn stato.

$$\Delta P_{st} = 3I_1^2 r_1 \quad (1-5)$$

Tổn hao sắt:

$$\begin{aligned} \Delta P_{st} &= \Delta P \\ P_{\text{nt}} &= P_1 - \Delta P_{st} = \Delta P_{\text{nt}} \\ P_2 &= M \cdot \omega = M \frac{2\pi n}{60} \end{aligned} \quad (1-6)$$

Công suất cơ ở trục là:

Công suất cơ nhỏ hơn công suất điện từ vì còn tổn hao trên dây quấn roto:

$$P_2 = P_{\text{nt}} - \Delta P_{d2} \quad (1-8)$$

$$\Delta P_{d2} = m_2 I_2^2 r_2$$

Trong đó:

(1-9)

m_2 số pha của dây quấn roto.

Vì $p'_2 < p_{đt}$ do đó $n < n_1$

Công suất cơ của p_2 đưa ra nhỏ hơn p'_2 vì còn tổn hao do ma sát trên trục động cơ và tổn hao phụ khác:

$$P_2 = P'_2 = \Delta P_{cô} - \Delta p_f \quad (1-10)$$

Hiệu suất của động cơ:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = (0,8 \div 0,9) \quad (1-11)$$

III. CÁC ĐẠI LƯỢNG VÀ PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN CỦA ĐỘNG CƠ.

1. Các Đại Lượng

a) Hệ số trượt:

Để biểu thị mức độ đồng bộ giữa tốc độ quay của roto n và tốc độ của từ trường quay stato n_1 .

Ta có :

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} \quad (1-12)$$

Hay tính theo phần trăm:

$$S\% = \frac{n_1 - n}{n_1} 100\% \quad (1-13)$$

Xét về mặt lý thuyết giá trị S sẽ biến thiên từ 0 đến 1 hoặc từ 0 đến 100 %.

Trong đó :

$$n_1 = \frac{60 f_1}{p} \quad (1-14)$$

$$n = n_1(1 - s) \quad (1-15)$$

b) Sức điện động của mạch roto lúc đứng yên.

Trong đó:

$$E_{20} = 4,44 K_2 f_{20} W_2 \Phi_m \quad (1-16)$$

Φ_m từ số các cuộn dây ở trong mạch từ

K_2 là hệ số dây quấn roto của động cơ.

f_{20} tần số xác định ở tốc độ biến đổi của từ thông quay qua cuộn dây, vì roto đứng yên nên:

f_{20} bằng với tần số dòng điện đưa vào f_1

$$f_{20} = \frac{pn_1}{60} \quad (1-17)$$

c) *Khi roto quay:*

Tần số trong dây quấn roto là:

$$f_{2s} = \frac{(n_1 - n) p}{60} = \frac{n_1 - n}{n_1} \times \frac{n_1 p}{60} \quad (1-18)$$

$$\text{Vậy } f_{2s} = s.f_1 \quad (1-19)$$

Sức điện động trên dây quấn roto lúc đó là:

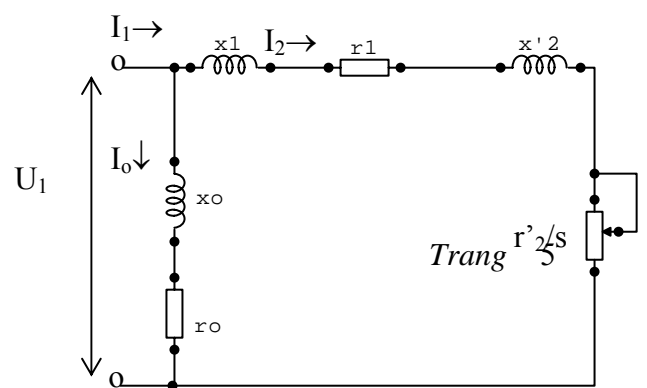
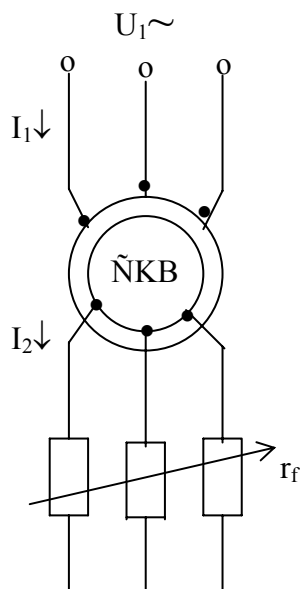
$$E_{2s} = 4,44 f_{2s} W_2 K_2 \Phi m \quad (1-20)$$

Với $f_{2s} = s.f_1$ thế vào (1-19), ta được:

$$E_{2s} = 4,44 f_1 W_2 K_2 \Phi m S \quad (1-21)$$

2. Phương Trình Cơ Bản Của Động Cơ Không Đồng Bộ Ba Pha.

a) Sơ đồ đẳng trị một pha



a)

b)

Hình 1-2.

a) Sơ đồ nguyên lý.

b) Sơ đồ đẳng trị một pha của động cơ không đồng bộ

Trong đó:

U_1 điện áp pha đặt lên cuộn stato.

x_1, r_1, I_1 là điện kháng, điện trở, dòng điện của mạch từ hóa.

x'_2, r'_2, I'_2 là điện kháng, điện trở, dòng điện pha của cuộn dây roto qui đổi về stato.

$$I'_2 = K_I I_2 \quad (1-22)$$

Với $K_I = 1/K_E$, là hệ số biến đổi dòng điện

$$K_E = U_{1\text{đm}}/E_{2\text{đm}} \quad (1-23)$$

$U_{1\text{đm}}$ Điện áp định mức đặt lên stato

$E_{2\text{đm}}$ Sức điện động định mức của roto

$$r'_2 = k_r r_2 \quad (1-24)$$

$$x'_2 = k_x x_2, \text{ với } k_x = k_r = k^2_E \quad (1-25)$$

S là độ trượt của động cơ

$$S = \frac{n_1 - n}{n_1} \quad (1-26)$$

Trong đó:

n tốc độ quay của roto động cơ.

$$n = n_1(1-S) \quad (1-27)$$

n_1 tốc độ quay đồng bộ của động

$$n_1 = \frac{60 f_1}{p} \quad (1-28)$$

a) *Phương trình đặc tính tốc độ.*

Theo sơ đồ đẳng trị một pha như hình (1-2), ta có biểu thức dòng điện roto đã qui đổi về stato.

$$I'_{2} = \frac{U_{1}}{\sqrt{\left(r_{1} + \frac{r'_{2}}{S}\right)^{2} + (x_{1} + x'_{2})^{2}}} \quad (1-29)$$

Khi tốc độ động cơ $n = 0$, theo (1-26) ta có $s = 1$.

Nếu điện áp đặt lên cuộn stato $U_{1} = \text{const}$ thì biểu thức (1-29) chính là quan hệ giữa dòng điện roto đã qui đổi về stato I'_{2} với độ S hay với tốc độ n .

Do đó biểu thức (1-29) chính là phương trình đặc tính tốc độ.

b) *Phương trình đặc tính cơ.*

Công suất điện từ của động cơ

$$P_{\text{nt}} = 3I'_{2} \frac{r'_{2}}{S} \quad (1-30)$$

Mặt khác:

$$P_{\text{nt}} = M_{\text{nt}} \frac{n_{1}}{9,55} \quad (1-31)$$

Do đó:

$$M_{\text{nt}} = \frac{3I'_{2} r'_{2}}{n_{1} \frac{S}{9,55}} \quad (1-32)$$

$M_{\text{đt}}$ mômen điện từ gồm hai phần :

Phần nhỏ tổn thất trên cuộn dây và tổn thất cơ do ma sát ở các ổ bi, ký hiệu ΔM

Phần lớn biến thành mômen quay của động cơ M .

$$M_{\text{nt}} = M + \Delta M \quad (1-33)$$

Maø $M \gg \Delta M$, ta có thể bỏ qua ΔM

Vậy $M \sim M$

Khi đó :

$$M_{\text{ñt}} = M = \frac{3 I_2' r_2'}{n_1 \frac{s}{9,55}} \quad (1-34)$$

Thay I_2' từ (1-26) vào (1-34), ta được

$$M = \frac{3 U_1 r_2'}{n_1 \frac{s}{9,55} \left[\left(r_1 + \frac{r_2'}{s} \right)^2 + (x_1 + x_2')^2 \right]} \quad (1-35)$$

Biểu thức (1-35) chính là phương trình đặc tính cơ. Được biểu diễn quan hệ $M = f(n)$ như hình 1-3
 Giá trị S sẽ biến thiên từ $-\infty$ đến $+\infty$ và mômen quay sẽ có hai giá trị cực đại gọi là mômen tới hạn (M_t).
 Lấy đạo hàm của mômen theo hệ số trượt và cho $dM/ds = 0$.
 Ta có hệ số trượt tương ứng với mômen tới hạn M_t gọi là hệ số trượt tới hạn.

$$S_t = \frac{\pm r_2'}{\sqrt{r_1^2 + (x_1 + x_2')^2}} = \frac{\pm r_2'}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (1-36)$$

Do đó ta được biểu thức mômen tới hạn :

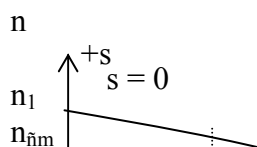
$$M_t = \frac{\pm 3 U_1^2}{\frac{2 n_1}{9,55} (\pm r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2})} \quad (1-37)$$

Giải các phương trình (1-35), (1-36), (1-37) và đặt :

$$\varepsilon = \frac{r_2'}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (1-38)$$

$$M = \frac{2 M_t (1 + \varepsilon)}{\frac{s}{s_t} + \frac{s_t}{s} + 2 \varepsilon} \quad (1-39)$$

Ta được dạng đơn giản của phương trình đặc tính cơ:



.....

∇

Hình 1-3. Đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ.

Nhận thấy dạng gần đúng của phương trình đặc tính cơ như sau:
Đối với động cơ roto lồng sóc, nhất là các động cơ có công suất lớn thì $r_1 \ll x_n$, nên có thể bỏ qua r_1 và $\varepsilon = 0$.

Ta có:

$$M = \frac{2M_t}{\frac{S}{S_t} + \frac{S_t}{S}} \quad (1-40)$$

Với :

$$M_t = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_1}{9,55} x_n} \quad (1-41)$$

$$S_t = \frac{r'_2}{x_n}$$

Nhận xét: Từ các biểu thức (1-36) và (1-37), ta thấy đối với động cơ xác lập nếu U_1 thay đổi thì $S_t = \text{const}$ và M_t thay đổi tỉ lệ với U_1^2 . Khi thay đổi điện trở mạch roto bằng cách thêm điện trở phụ (đối với động cơ không đồng bộ roto quấn dây) thì:

$M_t = \text{const}$ và S_t tỉ lệ với r'_2 .

Khi xét đến điện trở trên mạch stato r_1 thì mômen tới hạn M_t sẽ có hai giá trị khác nhau và ứng với hai trạng thái làm việc của động cơ.

* $S = 0$, $n_1 < n$ là trạng thái hãm tái sinh động cơ làm việc như một máy phát.

$$S_{tF} = -\frac{r_1^2}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (1-44)$$

$$M_{tF} = -\frac{3U_1}{\frac{2n_1}{9,55}(r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2})}$$

* $S > 0$, $n_1 > n$ trạng thái làm việc của động cơ.

$$S_{t\bar{n}} = \frac{r_1^2}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (1-45)$$

$$M_{t\bar{n}} = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_1}{9,55}(r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2})} \quad (1-46)$$

Khi $r_1 \neq 0$ thì $|s_{tF}| = |s_{t\bar{n}}| \cos \alpha$ và $|M_{tF}| = |M_{t\bar{n}}|$

Ta có tỉ số :

$$\lambda_M = \frac{M_t}{M_{\bar{n}m}} \quad (1-47)$$

Trong đó:

λ_M là tỉ số giữa mô-men cơ của động cơ và mô-men cơ của máy phát
 mô-men cơ của máy phát vô ích mô-men cơ của động cơ

$$M_t = \lambda_M M_{\bar{n}m} \quad (1-48)$$

$$(1-48a)$$

$$M_{\bar{n}m} = \frac{9500P_{\bar{n}m}}{n_{\bar{n}m}}$$

$M_{\bar{d}m} : Nm$

$P_{\bar{d}m} : Kw$

$n_{\bar{d}m} : \text{Vòng/phút}$

Độ trượt tới hạn của động cơ được xác định như sau:

Ở trạng thái định mức của động cơ:

$$n = n_{\bar{d}m}, S = S_{\bar{d}m}, M = M_{\bar{d}m}$$

Phương trình đặc tính tại điểm định mức:

$$M_{\bar{n}m} = \frac{2M_t(1 + \varepsilon)}{S_t S_t + S_{\bar{n}m} S_{\bar{n}m} + 2\varepsilon} \quad (1-49)$$

$$\lambda_M = \frac{S_t S_t + S_{\bar{n}m} S_{\bar{n}m} + 2\varepsilon}{S_{\bar{n}m} S_{\bar{n}m} + S_t S_t} \quad (1-50)$$

Do đó:

Thường đối với động cơ thì $r_1 = r'_2$, nên:

$$\lambda_M = \frac{S_t + \frac{S_{\bar{n}m}}{S_t} + 2S_t}{S_{\bar{n}m} S_t} \quad (1-51)$$

Giải phương trình bậc hai (1-51) và xem $r_1 \ll x_n$

Ta có độ trượt S_t :

$$S_t = S_{\bar{n}m}(\lambda_M \pm \sqrt{\lambda_M^2 - 1}) \quad (1-52)$$

IV. ƯU NHƯỢC ĐIỂM CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

1. Ưu Điểm:

- Trong công nghiệp hiện nay phần lớn đều sử dụng động cơ không đồng bộ ba pha. Vì nó tiện lợi hơn, với cấu tạo, mẫu mã đơn giản, giá thành hạ so với động cơ một chiều.
- Ngoài ra động cơ không đồng bộ ba pha dùng trực tiếp với lưới điện xoay chiều ba pha, không phải tốn kém thêm các thiết bị biến đổi. Vận hành tin cậy, giảm chi phí vận hành, bảo trì sửa chữa. Theo cấu tạo người ta chia động cơ không đồng bộ ba pha làm hai loại.

- Động cơ roto dây quấn và động cơ roto lồng sóc

2. **Nhược Điểm:**

Bên cạnh những ưu điểm động cơ không đồng bộ ba pha cũng có các nhược điểm sau:

- Dễ phát nóng đối với stato, nhất là khi điện áp lưới tăng và đối với roto khi điện áp lưới giảm.
- Làm giảm bớt độ tin cậy vì khe hở không khí nhỏ.
- Khi điện áp sụt xuống thì mômen khởi động và mômen cực đại giảm rất nhiều vì mômen tỉ lệ với bình phương điện áp.

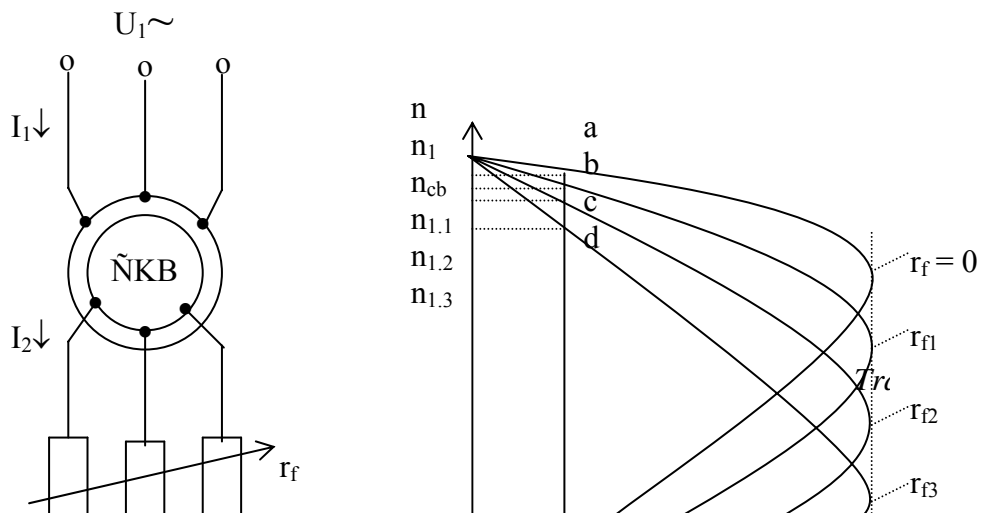
CHƯƠNG 2

ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG CÁCH THAY ĐỔI ĐIỆN TRỞ PHỤ MẠCH ROTO

I. NGUYÊN LÝ ĐIỀU CHỈNH KHI THAY ĐỔI ĐIỆN TRỞ PHỤ TRÊN MẠCH ROTO

Đây là phương pháp điều chỉnh tốc độ đơn giản và được sử dụng rộng rãi trong thực tế nhất là đối với các động cơ không đồng bộ roto dây quấn.

Sơ đồ nguyên lý và đặc tính cơ của động cơ khi thay đổi điện trở phụ mạch roto như hình 2-1.



a)

b)

Hình 2-1

a) Sơ đồ nguyên lý

b) Đặc tính cơ của động cơ khi thay đổi điện trở phụ.

Khi động cơ đang làm việc ở trạng thái xác lập với tốc độ n . Muốn điều chỉnh tốc độ của động cơ, ta đóng điện trở phụ vào cả ba pha của roto. Tại thời điểm bắt đầu đóng điện trở phụ vào thì tốc độ động cơ chưa kịp thay đổi, lúc này dòng và mômen giảm nên tốc độ động cơ giảm. Nhưng khi tốc độ giảm thì độ trượt sẽ tăng nên sức điện động cảm ứng trên mạch roto E_2 tăng, do đó dòng ở mạch roto và **mômen** tăng làm cho tốc độ của động cơ tăng.

Khi đưa điện trở phụ vào mạch roto thì hệ số trượt ứng với mômen cực đại lúc này là:

$$S_{tf} = \frac{\pm r'_2 + r'_f}{\sqrt{r_1^2 + r_n^2}} \quad (2-1)$$

Do đó, khi thay đổi điện trở phụ r_f trong mạch roto thì hệ số trượt S_{tf} sẽ thay đổi và làm cho tốc độ động cơ thay đổi.

Từ các đường đặc tính trên hình vẽ (2-1), ta thấy với trị số phụ tải không đổi, r_f càng lớn thì động cơ làm việc với tốc độ càng thấp.

$$\begin{aligned} r_{f1} &< r_{f2} < r_{f3} \\ n_{cb} &> n_1 > n_2 > n_3 \end{aligned}$$

Khi M_c bằng hằng số thì động cơ làm việc xác lập tương ứng với các điểm a, b, c, d.

Tốc độ của động cơ càng thấp thì tổn hao càng lớn, độ cứng của đường đặc tính cơ bị giảm. Khi cho điện trở phụ vào càng lớn thì phạm vi điều chỉnh tốc độ phụ thuộc vào trị số phụ tải và phụ tải càng lớn thì phạm vi điều chỉnh càng hẹp.

II. PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN TRỞ MẠCH ROTO BẰNG CÁC VAN BÁN DẪN.

Phương pháp này điều chỉnh tốc độ với ưu điểm là dễ dàng tự động hóa.

Điện trở trong mạch ro to động cơ không đồng bộ:

$$r_2 = r_{2d} + r_f \quad (2-2)$$

Trong đó:

r_{2d} điện trở dây quấn roto

r_f điện trở phụ mắc thêm vào mạch roto

Mômen của động cơ không đồng bộ có thể tính theo dòng điện roto là:

$$M = \frac{3I_2^2 r_2}{n.s} \quad (2-3)$$

Khi điều chỉnh giá trị điện trở mạch roto thì mômen tới hạn của động cơ không đổi còn độ trượt tới hạn tỉ lệ bậc nhất với điện trở.

Nếu xem đoạn đặc tính làm việc của động cơ không đồng bộ, tức là đoạn có độ trượt $S = 0$ đến $S = S_t$ là thẳng thì khi điều chỉnh điện trở, ta có thể viết:

$$s = s_i \frac{r_2}{r_{2d}}, M = \text{const} \quad (2-4)$$

Trong đó:

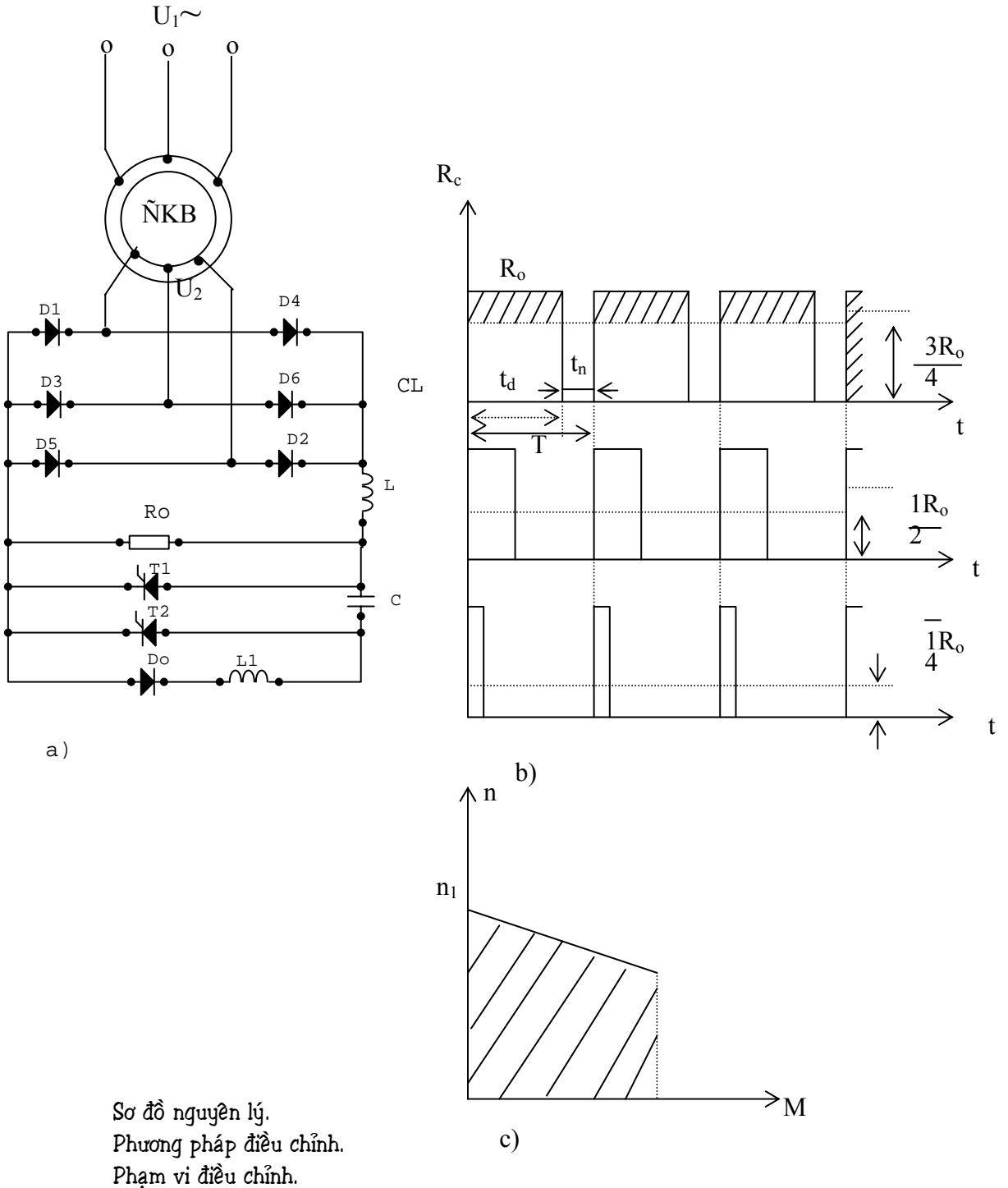
S là độ trượt khi điện trở mạch roto là r_2 .

S_i là độ trượt khi điện trở mạch roto là r_{2d} .

thay (2-4) vào (2-3), ta được biểu thức mômen.

$$M = \frac{3I_2^2 r_{2d}}{n.S_i} \quad (2-5)$$

Nếu giữ dòng điện roto không đổi thì mômen cũng không đổi và không phụ thuộc vào tốc độ của động cơ. Sơ đồ nguyên lý điều chỉnh điện trở mạch roto bằng phương pháp xung như hình 2-2



Hình 2-2.

- a) Sơ đồ nguyên lý.
- b) Phương pháp điều chỉnh.
- c) Phạm vi điều chỉnh.

Điện áp U_2 được chỉnh lưu bởi cầu diode chỉnh lưu qua cuộn kháng lọc L được cấp vào mạch điều chỉnh gồm điện trở R_0 nối song song với T_1 sẽ được đóng ngắt một cách chu kỳ nhằm điều chỉnh giá trị trung bình của điện trở toàn mạch.

Hoạt động của mạch như sau:

Khi khóa T_1 ngắt điện trở R_o được đóng vào mạch, dòng điện roto giảm với tần số đóng ngắt nhất định. Nhờ điện cảm L mà dòng điện roto coi như không đổi và khi T_1 đóng thì điện trở R_o bị loại ra khỏi mạch, dòng điện roto tăng lên, ta có giá trị tương đương điện trở R_c và thời gian ngắt $t_n = T \cdot t_d$.

Nếu điều chỉnh tỉ số giữa thời gian ngắt và thời gian đóng t_d thì ta điều chỉnh được giá trị điện trở trong mạch roto.

$$R_c = \frac{t_n}{t_n + t_d} R_o \quad (2-6)$$

Điện trở tương đương R_c trong mạch một chiều được tính đối về mạch xoay chiều ba pha ở roto theo qui tắc bảo toàn công suất.

Tổn hao trong mạch roto:

$$\Delta P = T_d^2 (2 R_{2d} + R_c) \quad (2-7)$$

$$\Delta P = 3 I_2^2 (R_{2d} + R_f) \quad (2-8)$$

Cơ sở để tính đối tổn hao công suất là như nhau, nên:

$$T_d^2 (2 R_{2d} + R_c) = 3 I_2^2 (R_{2d} + R_f)$$

Với sơ đồ chỉnh lưu cầu ba pha thì :

$$I_d = 1,5 I_2^2 \quad (2-9)$$

nên:

$$R_f = \frac{1}{2} R_c \quad (2-10)$$

Khi có điện trở tính đối, ta dễ dàng dựng được đặc tính cơ theo phương pháp thông thường. Họ đặc tính cơ này quét kín phần mặt phẳng giới hạn bởi đặc tính cơ tự nhiên và đặc tính cơ có điện trở phụ $R_f = R_o / 2$

Với sơ đồ hình 2-2, muốn mở rộng phạm vi điều chỉnh ta có thể mắc nối tiếp với điện trở R_o một tụ điện đủ lớn.

III. NHẬN XÉT VÀ ỨNG DỤNG

1. Nhận Xét.

Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ ba pha bằng cách thay đổi điện trở phụ mạch roto có các ưu điểm sau:

- Có tốc độ phân cấp.
- Tốc độ điều chỉnh nhỏ hơn tốc độ cơ bản.
- Tự động hóa trong điều chỉnh được dễ dàng.
- Hạn chế được dòng mở máy.
- Làm tăng khả năng mở máy của động cơ khi đưa điện trở phụ vào mạch roto
- Các thao tác điều chỉnh đơn giản.
- Giá thành chi phí vận hành, sửa chữa thấp.

Mặc dù có các ưu điểm như trên nhưng vẫn còn các nhược điểm sau:

- Tốc độ ổn định kém
- Tổn thất năng lượng lớn.

2. **Ứng Dụng**

Đây là phương pháp được sử dụng rộng rãi, mặc dù không được kinh tế lắm. Thường được dùng đối với các hệ thống làm việc ngắn hạn hay ngắn hạn lặp lại và dùng trong các hệ thống với yêu cầu tốc độ không cao như cầu trục, cơ cấu nâng, cần trục, thang máy và máy xúc ...

CHƯƠNG 3

ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG CÁCH THAY ĐỔI SỐ ĐÔI CỰC

I. NGUYÊN LÝ KHI THAY ĐỔI SỐ ĐÔI CỰC

Trong nhiều trường hợp các cơ cấu sản xuất không yêu cầu phải điều chỉnh tốc độ bằng phẳng mà chỉ cần điều chỉnh có cấp.

Đối với động cơ không đồng bộ ba pha, ta có tốc độ của từ trường quay:

$$n_1 = \frac{60 f_1}{P} \quad (3-1)$$
$$(3-2)$$

$$n = n_1 (1-s)$$

Do đó khi thay đổi số đôi cực thì n_1 sẽ thay đổi, vì vậy tốc độ của động cơ thay đổi.

Để thay đổi số đôi cực P ta thay đổi cách đấu dây và cũng là cách thay đổi chiều dòng điện đi trong các cuộn dây mỗi pha stato của động cơ.

Khi thay đổi số đôi cực ta chú ý rằng số đôi cực ở stato và roto là như nhau. Nghĩa là khi thay đổi số đôi cực ở stato thì ở roto cũng phải thay đổi theo. Do đó rất khó thực hiện cho động cơ roto dây quấn, nên phương pháp này chủ yếu dùng cho động cơ không đồng bộ roto lồng sóc và loại động cơ này có khả năng tự biến đổi số đôi cực ở roto để phù hợp với số đôi cực ở stato.

Đối với động cơ có nhiều cấp tốc độ, mỗi pha stato phải có ít nhất là hai nhóm bố trí dây trở lên hoàn toàn giống nhau. Do đó càng nhiều cấp tốc độ thì kích thước, trọng lượng và giá thành càng cao vì vậy trong thực tế thường dùng tối đa là bốn cấp tốc độ.

II. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐỔI NỐI DÙNG ĐỂ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ.

1. Đổi Nối Cuộn Stato Từ Sao Y Sang Sao Kép YY

Từ biểu thức (3-1), khi thay đổi số đôi cực thì ta sẽ điều chỉnh được tốc độ của động cơ, do đó trong cách đổi nối này ta có quan hệ về tốc độ đồng bộ như sau:

$$\frac{n_{1YY}}{n_{1Y}} = 2 \quad (3-3)$$

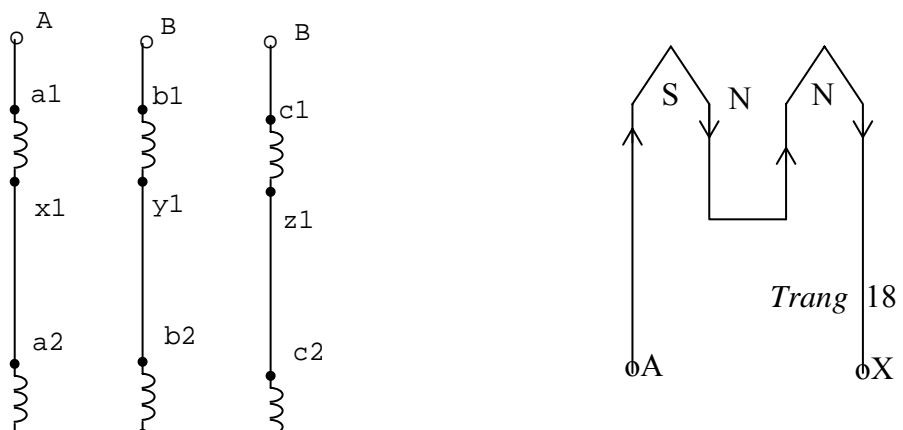
Để dựng đặc tính điều chỉnh, ta cần phải xác định được các trị số M_t , S_t và khi thực hiện nối sao Y thì hai cuộn dây stato đấu nối tiếp nên:

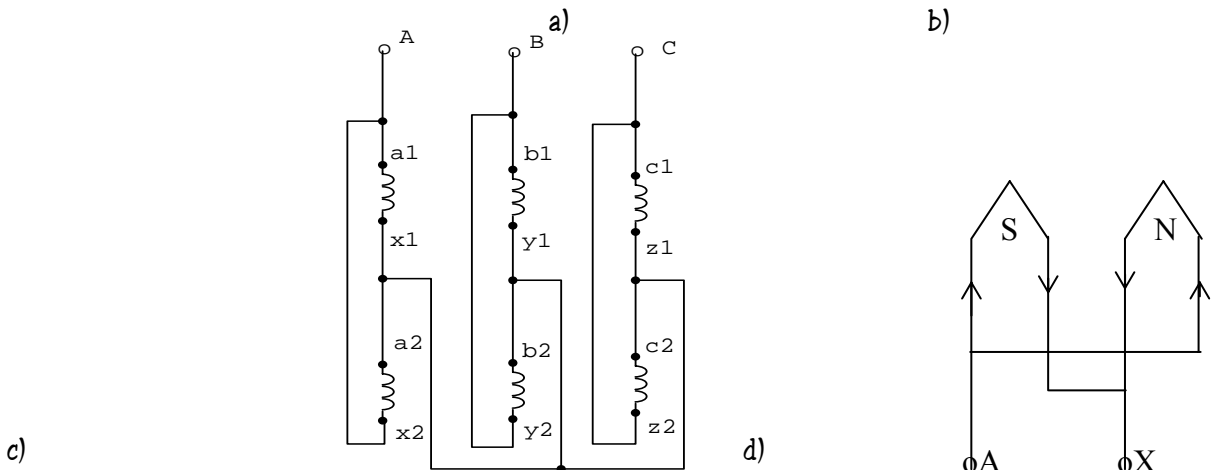
$$\begin{aligned} R_{1Y} &= 2r_1 ; X_{1Y} = 2x_1 \\ R_{2Y} &= 2r_2 ; X_{2Y} = 2x_2 \\ X_{nY} &= 2x_n \end{aligned} \quad (3-4)$$

Trong đó :

r_1, x_1, r_2, x_2 là điện trở, điện kháng mỗi đoạn dây stato và roto.

Sơ đồ đổi nối cuộn dây stato từ sao sang sao kép như hình 3-1.





Hình 3-1. Sơ đồ nguyên lý đấu cuộn stato và sơ đồ khai triển một pha của cách đấu sao Y sang sao kép YY.

- (a) và (b) Khi đấu sao
 (b) và (d) Khi đấu sao kép

Như vậy ta có điện áp trên dây quấn mỗi pha là:

$$U_1 = \frac{U_d}{\sqrt{3}} \quad (3-5)$$

Khi đấu sao Y:

$$S_{tY} = \frac{r'_2}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (3-6)$$

$$M_{tY} = \frac{3U_1^2}{\frac{4n_{1Y}}{9,55} \left(r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2} \right)} \quad (3-7)$$

Công suất tiêu thụ từ lưới là:

$$P_1 = 3U_1 I_{\text{rms}} \cos \varphi_Y \eta_Y \quad (3-8)$$

Khi nối sao kép YY thì hai cuộn dây nối song song nên:

$$\begin{aligned} R_{1YY} &= \frac{r_1}{2}; X_{1YY} = \frac{x_1}{2} \\ R_{2YY} &= \frac{r_2}{2}; X_{2YY} = \frac{x_2}{2} \end{aligned} \quad (3-9)$$

Lúc đó, ta tính được

$$S_{iYY} = \frac{r_1'^2}{P_{YY} \sqrt{2.3.U_1 I_{\text{rms}} \cos \varphi_{YY} \eta_{YY}}} \quad (3-10)$$

$$M_{iYY} = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_{1YY}}{9,55} \left(r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2} \right)} \quad (3-11)$$

So sánh biểu thức (3-7) và (3-11)

Ta được:

$$\frac{M_{iYY}}{M_{iY}} = \frac{4n_{1Y}}{2n_{1YY}} = 2$$

$$\text{Vậy } M_{tYY} = 2M_{tY} \quad (3-13)$$

Từ biểu thức (3-8) và (3-12), nếu xem $\cos \varphi_Y = \cos \varphi_{YY}$

Ta được:

$$\frac{P_{YY}}{P_Y} = 2$$

$$\text{Vậy } P_{YY} = 2P_Y \quad (3-14)$$

So sánh biểu thức (3-6) và (3-10), ta có

$$S_{tY} = S_{tYY} \quad (3-15)$$

Ngoài ra ta có biểu thức :

$$P = n.M \quad (3-15a)$$

Trong đó:

P Công suất tiêu thụ của động cơ.

M Mômen quay của động cơ.

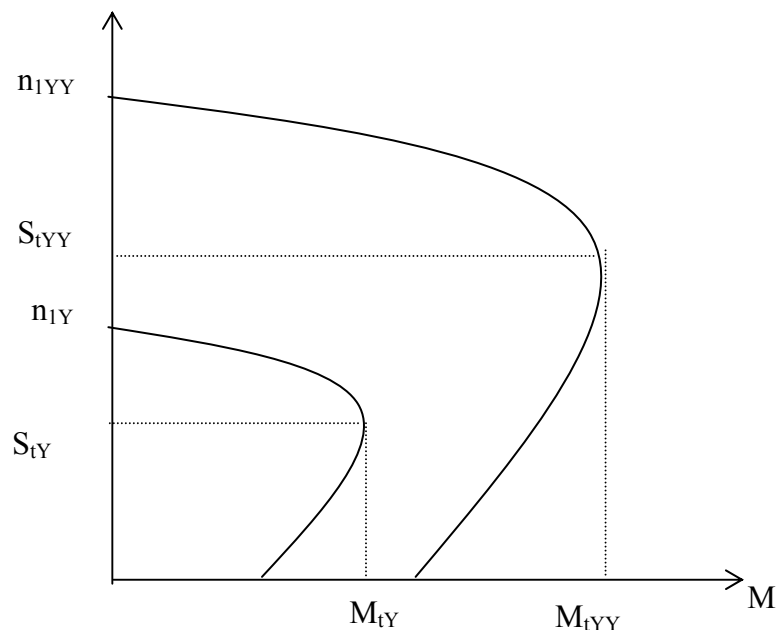
n Tốc độ góc của roto.

Do đó:

Thay $\frac{P_{tYY}}{P_{tY}} = \frac{n_{YY}}{n_Y} \frac{M_{tYY}}{M_{tY}} \frac{P_{YY}}{P_Y} = 2$ vào (3-16), ta có

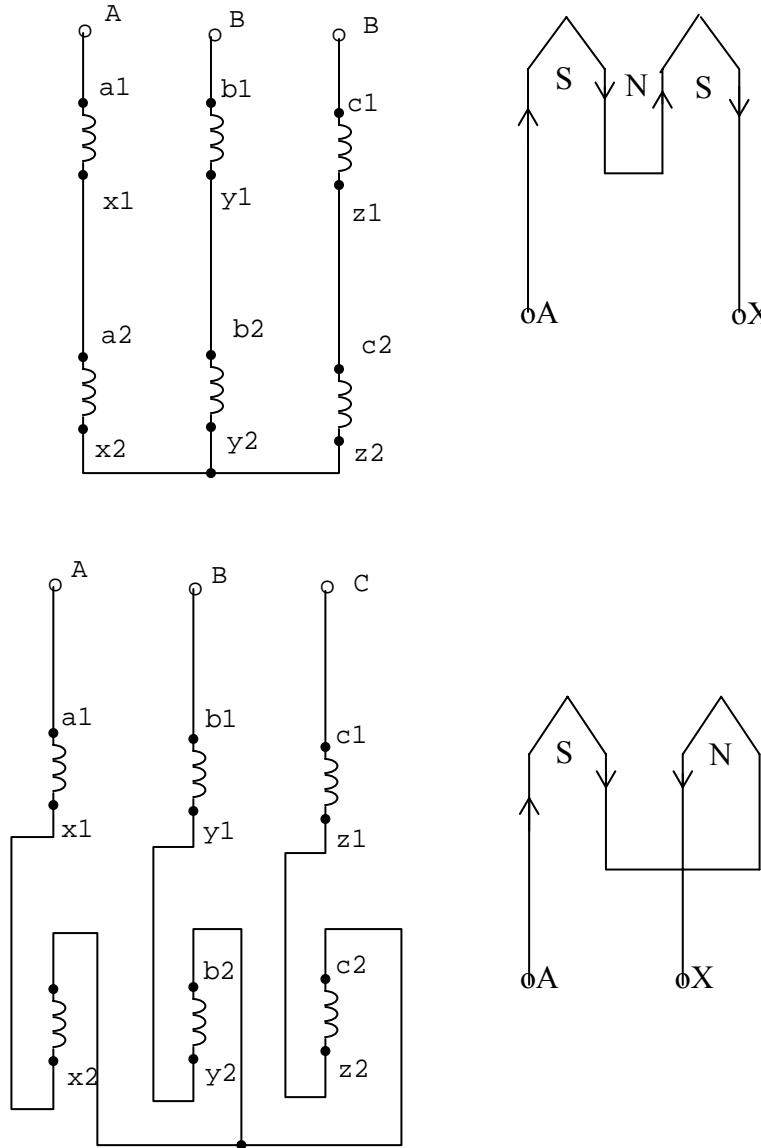
$$\frac{M_{tYY}}{M_{tY}} = \frac{2}{2} = 1$$

Như vậy khi đổi từ sao sang sao kép, mômen quay của động cơ không đổi còn công suất thì tăng gấp hai lần. Với các biểu thức đã phân tích như trên, ta dựng được đặc tính cơ như hình 3-3



Hình 3-3. Đặc tính cơ khi đổi cuộn stato từ sao sang sao kép.

2. Đổi Nối Cuộn Stato Từ Sao Sang Sao Ngược.



Hình 3-4 Sơ đồ nguyên lý đấu cuộn stato và sơ đồ khai triển một pha của cách đấu sao và sao ngược.

Trong cách nối này, ta cũng có quan hệ về tốc độ đồng bộ như sau:

Khi nối sao sang sao nữa ngược, ta có:

$$\frac{n_{1Y1/2ng}}{n_{1Y}} = 2 \quad (3-18)$$

* khi nối sao.

$$U_{1Y} = \frac{U_d}{\sqrt{3}} \quad (3-18a)$$

$$S_{1Y} = \frac{r_1'^2}{\sqrt{r_1'^2 + x_n'^2}} \quad (3-19)$$

$$M_{1Y} = \frac{3U_{1Y}^2}{\frac{2n_{1Y}}{9,55} (r_1 + \sqrt{r_1'^2 + x_n'^2})} \quad (3-20)$$

$$P_Y = 3 \cdot U_{1Y} \cdot I_{\text{fm}} \cdot \cos \varphi_{Y1} \eta_Y \quad (3-21)$$

* Khi nối sang sao nữa ngược:

Khi đổi nối thành sao nữa ngược thì hai cuộn dây stato cũng đấu nối tiếp nên:

$$S_{1Y1/2ng} = \frac{r_1'^2}{\sqrt{r_1'^2 + x_n'^2}} = S_{1Y} \quad (3-22)$$

$$M_{1Y1/2ng} = \frac{3U_{1Y}^2}{\frac{4n_{1Y1/2ng}}{9,55} (r_1 + \sqrt{r_1'^2 + x_n'^2})} \quad (3-23)$$

$$\quad (3-24)$$

$$P_{Y1/2ng} = 3U_{1Y} I_{\text{fm}} \cos \varphi_{Y1/2ng} \eta_{Y1/2ng}$$

Từ (3-20 và (3-23), ta có quan hệ:

$$\frac{M_{tY1/2ng}}{M_{tY}} = \frac{n_{tY}}{n_{tY1/2}} = \frac{1}{2} \quad (3-25)$$

$$\text{Vậy } M_{tY} = 2 M_{tY1/2ng} \quad (3-26)$$

Từ (3-21) và (3-24), ta có:

$$\frac{P_{Y1/2ng}}{P_Y} = 1 \quad (3-27)$$

$$P_{Y1/2ng} = P_Y \quad (3-28)$$

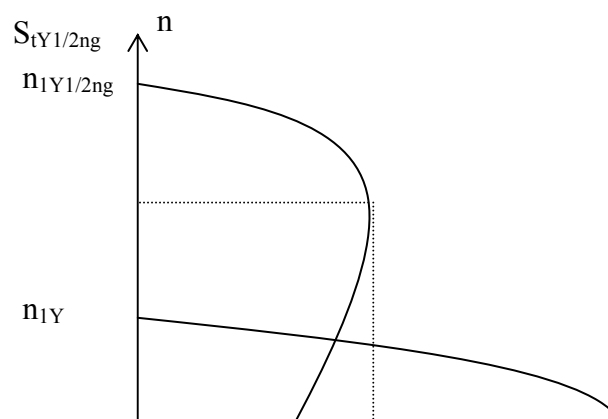
Theo biểu thức (3-15a), ta có:

$$\frac{P_{Y1/2ng}}{P_Y} = \frac{n_{Y1/2ng}}{n_Y} \frac{M_{Y1/2ng}}{M_Y} \quad (3-29)$$

Thay (3-27) và (3-18) vào (3-29), ta được:

$$\frac{M_{Y1/2ng}}{M_Y} = \frac{1}{2} \quad (3-30)$$

Như vậy ta dựng được đường đặc tính trên hình 3-4.



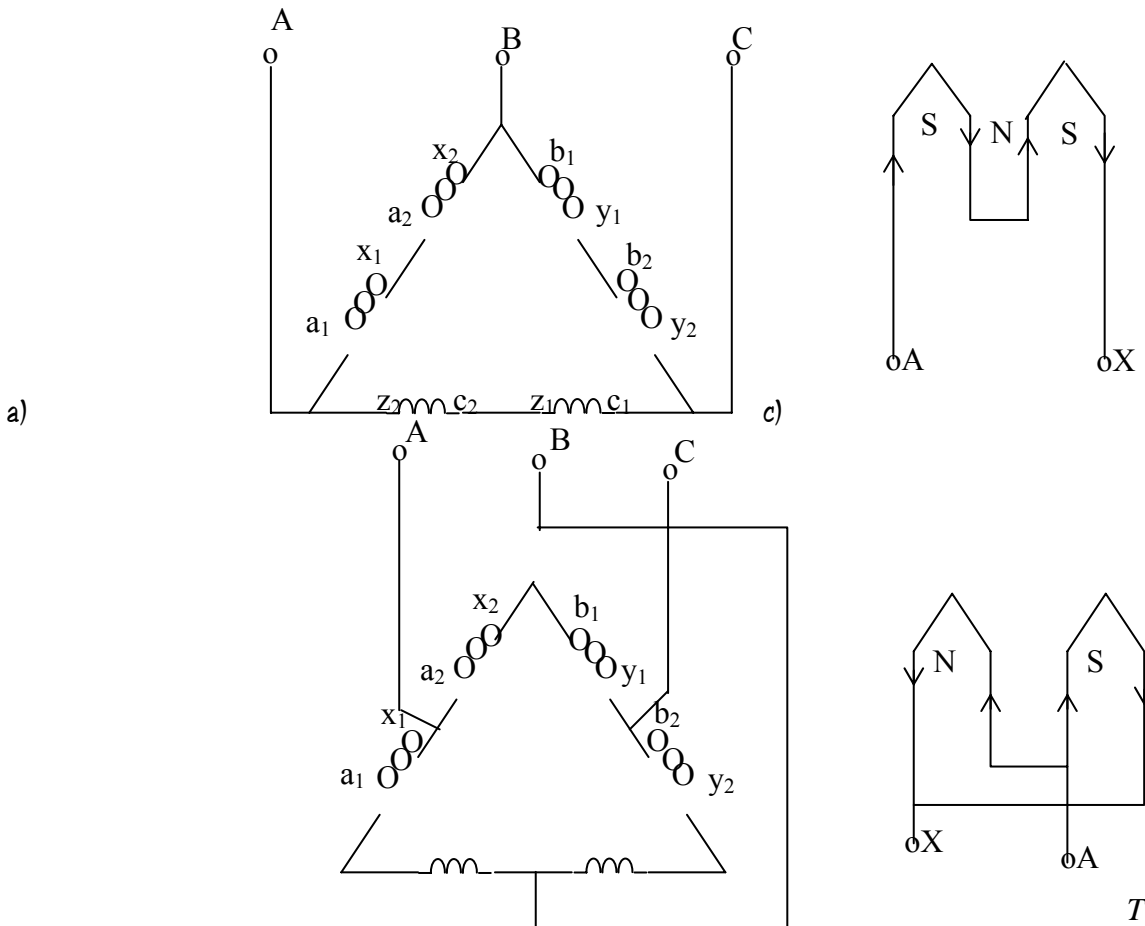
Hình 3-4. Đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ khi đấu sao sang sao nửa ngược.

2. **Đổi Nối Cuộn Stato Từ Tam Giác Δ Sang Sao Kép yy**

Theo cách đấu cuộn dây stato từ tam giác sang sao kép, ta có quan hệ như sau:

$$\frac{n_{1YY}}{n_{1\Delta}} = 2 \quad (3-31)$$

* Sơ đồ đổi nối dây từ tam giác sang sao kép như hình 3-5.



$Z_2 \quad C_2 \quad Z_1 \quad C_1$

b)

d)

Hình 3-5.

- a) Sơ đồ đấu dây của cách đấu tam giác.
- b) Sơ đồ đấu dây của cách đấu sao kép.
- c) Sơ đồ đẳng trị một pha của cách đấu tam giác.
- d) Sơ đồ đẳng trị một pha của cách đấu sao kép.

Ta nhận thấy khi đấu tam giác hai cuộn dây stato cũng đấu nối tiếp, nên tương tự như cách đấu sao ta tính được các đại lượng như sau:

$$M_{t\Delta} = \frac{3(\sqrt{3}U)^2}{\frac{4n_{1\Delta}}{9,55}(r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2})} \quad (3-32)$$

$$S_{t\Delta} = \frac{r'_2}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (3-33)$$

$$P_{\Delta} = 3\sqrt{3}U_1 I_{\text{rms}} \cos \varphi_{\Delta} \eta_{\Delta} \quad (3-34)$$

* Trường hợp đấu sao kép cũng tương tự như trên, do đó:

$$S_{tYY} = \frac{r'_2}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (3-35)$$

$$M_{tYY} = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_{1YY}}{9,55}(r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2})} \quad (3-36)$$

$$P_{YY} = 2.3. U_1 I_{\text{rms}} \cos \varphi_{YY} \eta_{YY} \quad (3-37)$$

Từ (3-32) và (3-36), ta được:

$$\frac{M_{iYY}}{M_{i\Delta}} = \frac{1}{2} \quad (3-38)$$

Từ (3-33) và (3-37), ta được:

$$\frac{P_{YY}}{P_{\Delta}} = \frac{2 \cos \varphi_{YY} \eta_{YY}}{\sqrt{3} \cos \varphi_{\Delta} \eta_{\Delta}} = \frac{2}{\sqrt{3}} \approx 1 \quad (3-39)$$

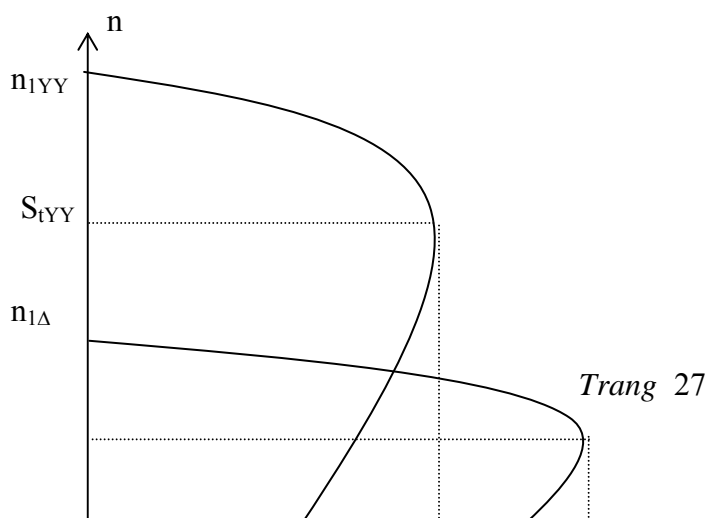
Ngoài ra ta tính được như sau:

$$\frac{P_{\Delta}}{P_{YY}} = \frac{n_{1\Delta} M_{i\Delta}}{n_{1YY} M_{iYY}} \quad (3-40)$$

$$1 = \frac{1}{2} \frac{M_{i\Delta}}{M_{iYY}}$$

$$\text{Vậy } \frac{M_{i\Delta}}{M_{iYY}} = \frac{1}{2} \quad (3-41)$$

Như vậy khi đổi nối từ tam giác sang sao kép, thì công suất không đổi còn mômen giảm, ta được đặc tính cơ như hình 3-6.



$S_{t\Delta}$

Hình 3-6. Đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ khi đổi nối dây quấn stato từ tam giác sang sao kép.

III. NHẬN XÉT VÀ ỨNG DỤNG TRONG CÔNG NGHIỆP

1. Nhận Xét.

Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cách thay đổi số đôi cực có ưu điểm sau:

- Thiết bị đơn giản, giá thành hạ.
- Các đường đặc tính cơ đều cứng và tổn thất phụ không đáng kể.
- Động cơ làm việc chắc chắn.
- Điều chỉnh và khống chế tốc độ khá đơn giản.

Nhưng vẫn có các nhược điểm sau:

- Kích thước động cơ lớn.
- Phạm vi điều chỉnh không rộng lắm

$$D_{\max} = 8$$

- Chỉ cho những tốc độ cấp với độ nhảy cấp khá lớn.
- Hiệu suất sử dụng dây quấn thấp.
- Cấu tạo của động cơ tương đối phức tạp, nặng nề và giá thành cao.

2. Ứng Dụng Trong Công Nghiệp.

Đây là phương pháp được ứng dụng trong các máy như máy mài vạn năng, thang máy nhiều tầng, máy nâng trong hầm mỏ và còn dùng trong một số máy cắt kim loại, bơm ly tâm và quạt thông gió.

CHƯƠNG 4

ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA BẰNG CUỘN KHÁNG BẢO HÒA

I. KHÁI NIỆM VỀ CUỘN KHÁNG BẢO HÒA

Cuộn kháng bảo hòa là thiết bị điện từ có trị số điện kháng biến đổi được. Về mặt cấu tạo, cuộn kháng có ba bộ phận chính:

- *Lõi sắt*
Được làm thành hai lõi giống nhau, để khử ảnh hưởng của từ thông xoay chiều đối với cuộn một chiều.
- *Cuộn làm việc W_{lv} :*
Được nối tiếp với phụ tải Z_{pt} . Cuộn làm việc có điện kháng thay đổi được.
- *Cuộn khống chế W_{kc} :*
Cuộn kháng có ba đến bốn cuộn dùng khống chế. Trong đó một cuộn khống chế chủ đạo, các cuộn còn lại dùng thực hiện phản hồi trong hệ thống truyền động điện. Quấn lên hai lõi sắt, được đặt vào điện áp một chiều tạo ra dòng khống chế I_{kc} .
Để điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cuộn kháng bảo hòa người ta dùng cuộn kháng bảo hòa ba pha, hoặc ba cuộn kháng bảo hòa một pha có điều khiển đồng thời, mắc ở mạch stato hoặc roto theo sơ đồ nguyên lý hình 4-1

Ta thấy cả hai trường hợp khi mắc vào mạch stato hay roto đều có chung một ý nghĩa là đưa thêm vào mạch của động cơ một lượng điện kháng $x_{đk}$ làm cho mômen tới hạn và độ trượt tới hạn giảm nhỏ đi theo phương trình như sau:

$$M_t = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_1}{9,55}(x_n + x_{ck})} \quad (4-1)$$

$$s_t = \frac{\pm r'_2}{x_n + x_{ck}} \quad (4-2)$$

Trong đó:

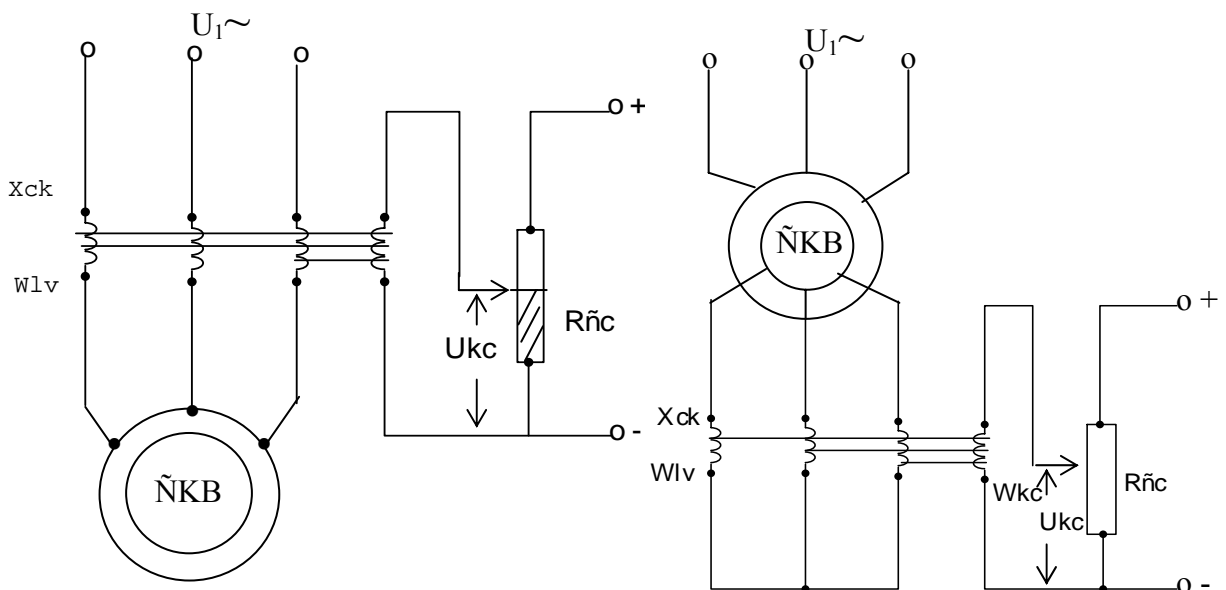
- U_1 Điện áp pha của lưới điện đặt vào động cơ.
- $x_{đk}$ Điện kháng của cuộn kháng bảo hòa.
- x_n Điện kháng ngắn mạch của động cơ.
- r'_2 Điện trở roto tính đổi về stato.
- M_t Mômen tới hạn của động cơ.
- s_t Độ trượt tới hạn của động cơ.

Trong thực tế khi mắc cuộn kháng bảo hòa vào mạch stato động cơ có các ưu điểm sau:

- Giảm được tổn thất động cơ
- Hệ số công suất lớn.

Khi mắc cuộn kháng bảo hòa vào mạch roto hình 4-1b. Mặc dù có giảm chỉ tiêu năng lượng nhưng vẫn có các khuyết điểm sau:

Quán tính hệ thống lớn làm cho hệ số công suất $\cos\phi$ giảm sinh ra tổn hao trên điện trở phụ.



a)

b)

Hình 4-1. Sơ đồ nguyên lý điều chỉnh tốc độ bằng cuộn kháng bảo hòa.

a) Mắc ở mạch stato

b) Mắc ở mạch roto

II. PHƯƠNG TRÌNH VÀ DẠNG ĐẶC TÍNH CƠ.

Phương trình đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ có dạng:

$$M = \frac{2M_t(1 + \varepsilon)}{\frac{S}{S_t} + \frac{S_t}{S} + 2\varepsilon} \quad (4-3)$$

Trong đó:

$$M_t = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_1}{9,55}(r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2})} \quad (4-4)$$

$$S_t = \frac{\pm r'_2}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (4-5)$$

$$\varepsilon = \frac{r_1}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (4-6)$$

Khi mắc cuộn kháng bảo hòa vào stato, ta được như sau:

$$M_t = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_1}{9,55} \left[(r_1 + r_{ck}) + \sqrt{(r_1 + r_{ck})^2 + (x_n + x_{ck})^2} \right]} \quad (4-7)$$

$$S_t = \frac{\pm r'_2}{\sqrt{(r_1 + r_{ck})^2 + (x_n + x_{ck})^2}} \quad (4-8)$$

$$\varepsilon = \frac{r_1 + r_{ck}}{\sqrt{(r_1 + r_{ck})^2 + (x_n + x_{ck})^2}} \quad (4-9)$$

Khi mắc cuộn kháng bảo hòa vào roto, ta có:

$$M_t = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_1}{9,55} \left[r_1 + \sqrt{r_1^2 + (x_n + x_{ck})^2} \right]} \quad (4-11)$$

$$S_t = \frac{\pm (r_1^2 + r_{ck})}{\sqrt{r_1^2 + (x_n + x_{ck})^2}} \quad (4-12)$$

$$\varepsilon = \frac{r_1 + r_{ck}}{\sqrt{r_1^2 + (x_n + x_{ck})^2}} \quad (4-13)$$

Trong đó:

R_{ck}, x_{ck} là điện trở, điện kháng mỗi pha của cuộn dây làm việc khi có cuộn kháng bảo hòa.

$$x_{ck} = 2\pi f L_{ck} \quad (4-13)$$

f là tần số của stato hay roto tùy theo khi mắc cuộn kháng bảo hòa ở stato hay roto.

L_{ck} trị số điện cảm mỗi pha của cuộn kháng bảo hòa.

$$L_{ck} = 10^{-8} \frac{W_{lv}^2 S}{l} \mu \quad (4-14)$$

S là tiết diện lõi sắt

l chiều dài trung bình của mạch từ.

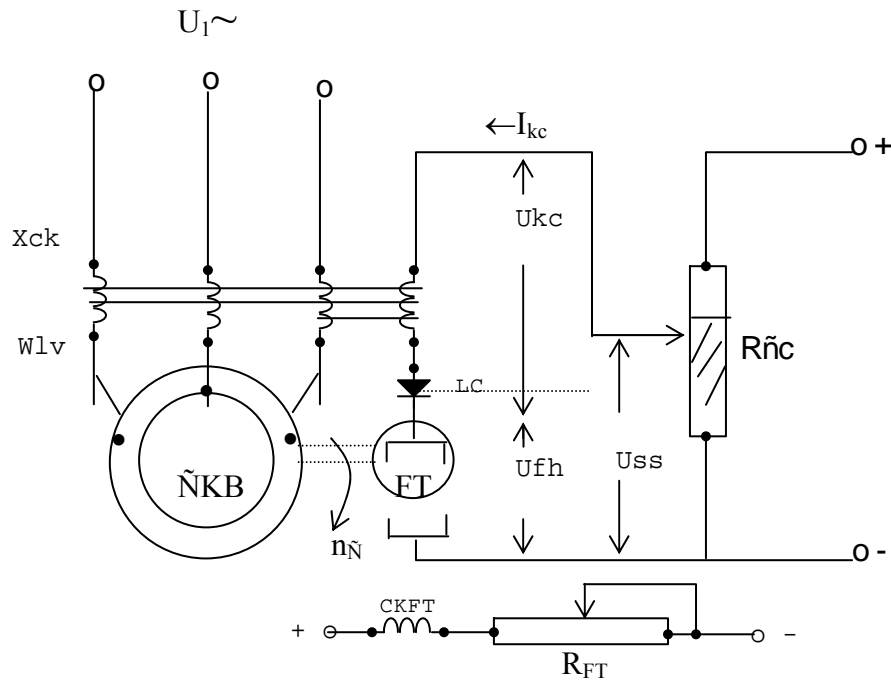
IV.

PHƯƠNG PHÁP DÙNG CUỘN KHÁNG BẢO HÒA ĐỂ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ.

Để điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cuộn kháng bảo hòa người ta thay đổi dòng điện từ hóa của cuộn kháng (dòng khống chế I_{kc}). Khi I_{kc} tăng thì x_{ck} giảm, điện áp đặt vào động cơ tăng lên và khi I_{kc} giảm thì x_{ck} tăng, điện áp đặt vào động cơ giảm. Sau đây ta khảo sát các trường hợp sau:

1. **Hệ Thống Cuộn Kháng Bảo Hoà - Động Cơ Dùng Khâu Phản Hồi Âm Tốc Độ.**

Để tăng khả năng điều chỉnh tốc độ động cơ ta dùng sơ đồ nguyên lý phản hồi âm tốc độ như hình 4-2. Đây là hệ thống trong đó lượng phản hồi được thực hiện bằng máy phát tốc.



Hình 4- 2. Sơ đồ nguyên lý dùng khâu phản hồi âm tốc độ.

* Nguyên lý làm việc:

Ta có:

Sức điện động của máy phát:

$$E_{FT} = U_{fh} = K_E \phi_{FT} n_D \quad (4-15)$$

Dòng khống chế:

$$I_{kc} = \frac{U_{kc}}{R_{kc}} \quad (4-16)$$

Điện áp khống chế:

$$U_{kc} = U_{ss} \cdot U_{fh} \quad (4-17)$$

Trong đó:

U_{ss} Điện áp so sánh do nguồn ngoài đặt vào dùng để thay đổi dòng không chế.

U_{th} Điện áp phản hồi âm tốc độ do máy phát tốc cung cấp.

Muốn điều chỉnh tốc độ động cơ n, thay đổi trị số điện trở điều chỉnh. Khi giảm R_{đc} thì U_{ss} giảm, U_{kc} giảm, do đó I_{kc} giảm, lúc này cuộn kháng làm việc ở trạng thái kém bão hòa nên $\mu = dB/dH$ tăng, x_{ck} tăng, U_{kc} tăng do vậy tốc độ động cơ n_Đ giảm và khi tăng R_{đc} thì quá trình diễn ra ngược lại.

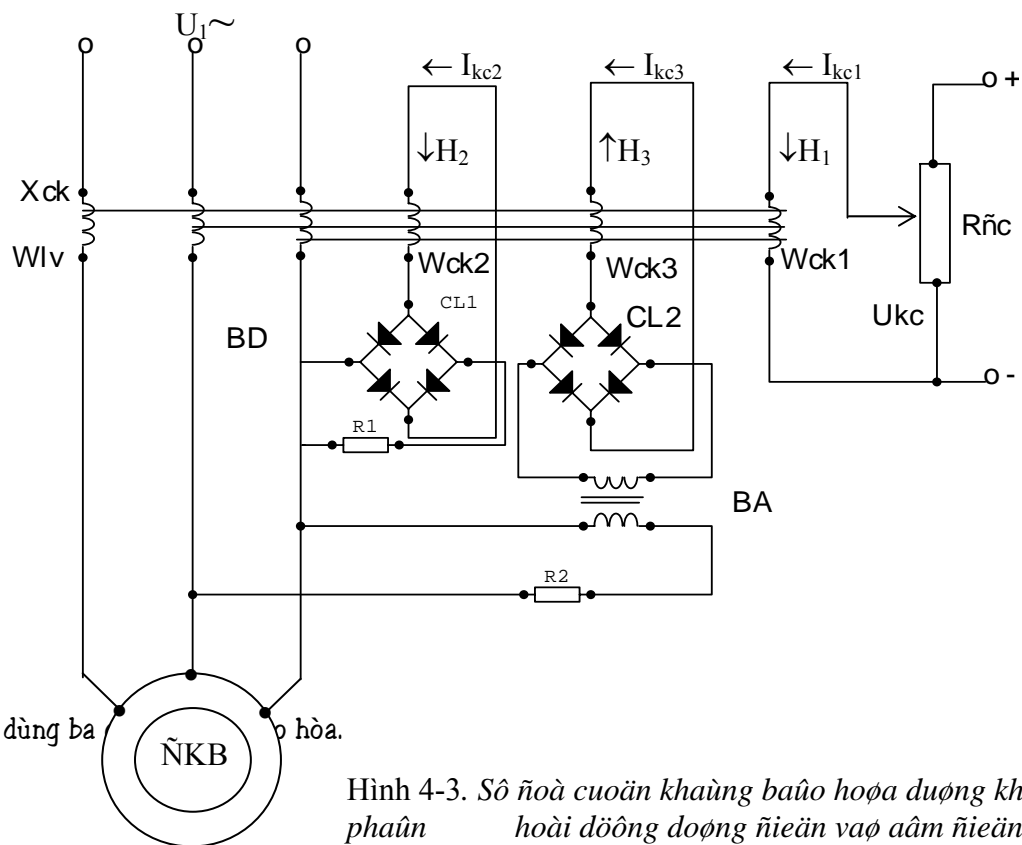
* Khả năng tự ổn định điều chỉnh tốc độ:

Chẳng hạn khi cơ cấu sản xuất cần tốc độ yêu cầu không đổi (n_{yc} = const) nhưng vì lý do nào đó đột nhiên phụ tải M_c giảm xuống, tốc độ động cơ tăng lên, U_{th} tăng, U_{kc} giảm, I_{kc} giảm, μ tăng, x_{ck} tăng, nên U_Đ = U - U_{ck} giảm và n_Đ giảm về vị trí ban đầu.

Khi phụ tải M_c tăng làm tốc độ động cơ giảm và quá trình diễn ra ngược lại.

2. Hệ Thống Cuộn Kháng Bảo Hoà - Động Cơ Dùng Khâu Phản Hồi Dương Dòng Điện Và Âm Điện Áp

Sơ đồ nguyên lý như hình 4-3.



Sơ đồ trên hình 4-3 dùng ba ãKB ã hòa.

Trong đó:

W_{ck1} Cuộn kháng chủ đạo tạo ra từ trường H₁.

W_{ck2} Cuộn phản hồi dương dòng điện được cung cấp điện một chiều thông qua máy biến dòng BD và bộ chỉnh lưu CL₁ tạo ra cường độ từ trường H₂ cùng chiều với H₁.

W_{ck3} Cuộn phản hồi âm điện áp được cung cấp điện nhờ máy biến áp BA và bộ chỉnh lưu CL₂ tạo ra từ trường H₃ ngược chiều với H₁.

BA: Máy biến áp

BD: Máy biến dòng

Hình 4-3. Sơ ão cuộn kháng bảo hòa dùng khâu phản hồi ãng dòng ãi và âm ãi

* Nguyên lý làm việc:

Ở trường hợp này ta cũng thay đổi $R_{đc}$ để điều chỉnh tốc độ, ta có:

Từ trường tổng của cuộn kháng:

$$H = H_1 + H_2 \cdot H_3 \quad (4-18)$$

Khi ta giảm $R_{đc}$ thì U_{kc} giảm do đó I_{kc} giảm, cuộn kháng làm việc ở trạng thái kém bảo hòa, x_{ck} tăng, U_{ck} tăng, tốc độ động cơ giảm và khi tăng $R_{đc}$ thì quá trình diễn ra ngược lại.

Ở sơ đồ hình 4-3, khi ta muốn thay đổi hệ số phản hồi dương dòng điện thì thay đổi trị số R_1 và thay đổi hệ số phản hồi âm điện áp thì ta thay đổi trị số R_2 .

* Khả năng tự ổn định tốc độ của hệ thống.

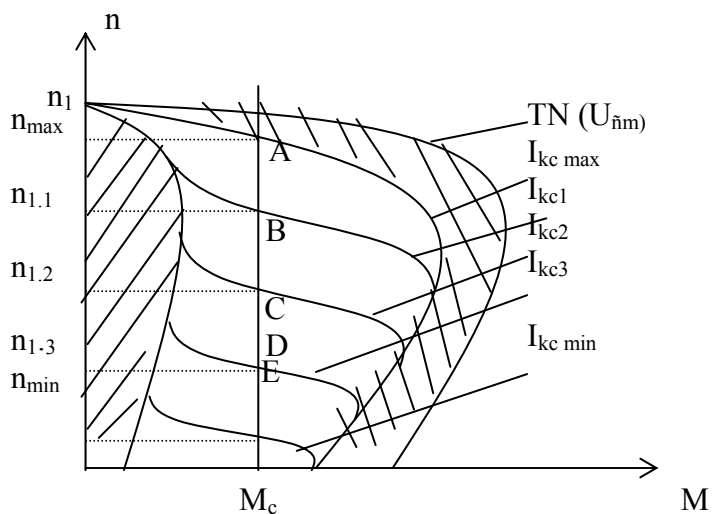
Hệ thống có khả năng tự ổn định tốc độ khi phụ tải thay đổi nhờ có khâu phản hồi dương dòng điện và âm điện áp.

Giả sử khi cần tốc độ không đổi $n_D = n_{yc} = \text{const}$. Đột nhiên phụ tải M_c giảm xuống làm tốc độ n_D tăng lên hơn tốc độ yêu cầu, khi M_c giảm thì I_1 giảm nên H_2 giảm.

Mặt khác, khi I_1 giảm, U_{ck} giảm, U_D tăng, vì vậy H_3 tăng. Mà từ trường tổng

$H = H_1 + H_2 \cdot H_3$ giảm, lúc đó cuộn kháng làm việc ở trạng thái kém bảo hòa, hệ số từ thẩm μ tăng nên x_{ck} tăng và điện áp rơi trên cuộn kháng U_{ck} tăng do đó điện áp đặt vào động cơ U_D giảm làm cho tốc độ động cơ giảm về tốc độ yêu cầu.

Ta có dạng đặc tính cơ như hình 4-4.



Hình 4-4. Dạng đặc tính cơ khi dùng cuộn kháng bảo hòa có khâu phản hồi.

IV. NHẬN XÉT VÀ ỨNG DỤNG TRONG CÔNG NGHIỆP

1. Nhận Xét

Các ưu điểm:

- Phạm vi điều chỉnh tốc độ động cơ tương đối rộng

$$D_{\max} = 8$$

- Quá trình điều chỉnh tốc độ bằng phẳng vì tốc độ động cơ phụ thuộc vào dòng điện không chế mà I_{kc} lại phụ thuộc vào R_{dc} .
- Làm việc chắc chắn, giá thành thấp hơn và không gây ồn.

Các nhược điểm:

- Đối với khâu phản hồi âm tốc độ:
 - Cần phải có máy phát tốc để nối với động cơ điện làm cho sơ đồ phức tạp hơn.
 - Phụ thuộc vào những vị trí xung quanh vì chiếm chỗ lớn.
- Đối với khâu phản hồi dương dòng điện và âm điện áp.
 - Có sai số điện áp đặt vào động cơ do mắc biến áp vào stato.
 - Cần phải có máy biến dòng.

2. Ứng Dụng Trong Công Nghiệp

Phương pháp này thường dùng trong các hệ thống truyền động như cần trục, máy xúc và nhất là đối với những nơi dễ bị cháy nổ như ở mỏ dầu, mỏ than . . .

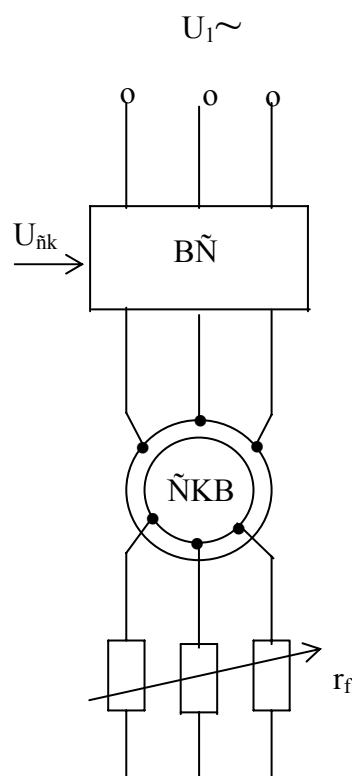
Hệ thống cuộn kháng bảo hòa - động cơ ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ và khi sử dụng cuộn kháng bảo hòa để điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ roto dây quấn, người ta kết hợp cuộn kháng bảo hòa với điện trở phụ trong mạch roto nhằm mở rộng phạm vi điều chỉnh.

CHƯƠNG 5

ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG CÁCH THAY ĐỔI ĐIỆN ÁP

I. NGUYÊN LÝ ĐIỀU CHỈNH

Phương pháp điều chỉnh tốc độ không đồng bộ bằng cách thay đổi điện áp thực hiện như sau:
Để thay đổi điện áp, người ta dùng bộ biến đổi có điện áp ra tùy theo tín hiệu điều khiển đặt vào.
Sơ đồ nguyên lý hình 5-1



Hình 5-1. Sơ đồ nguyên lý điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ

Như hình 5-1, ta thấy:

Nếu bỏ qua tổng trở của nguồn và không dùng điện trở phụ trong mạch roto. Khi điện áp của bộ biến đổi U_2 thì ta được họ đặc tính điều chỉnh như hình

5-2.

Khi đó:

Độ trượt tới hạn giữ nguyên giá trị

$$S_t = \frac{r_1'}{\sqrt{r_1'^2 + x_n'^2}} \quad (5-1)$$

Mômen tới hạn tỉ lệ với bình phương điện áp U_2

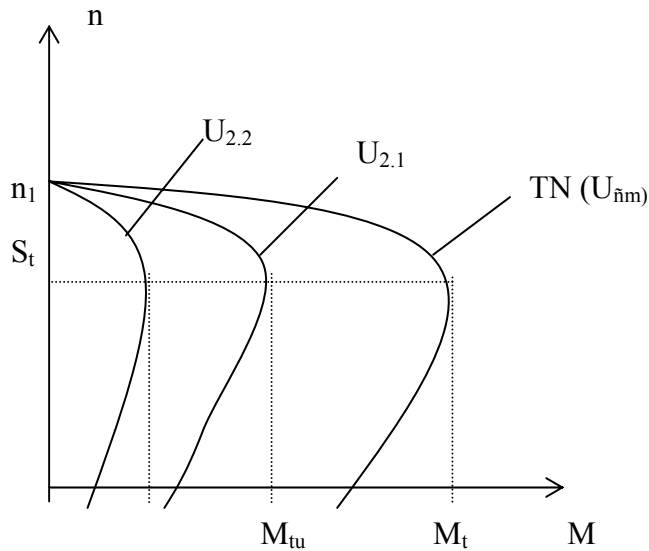
$$M_{tu} = M_t U_2^2 \quad (5-2)$$

Với:

$$M_t = \frac{3U_2^2}{\frac{2n_1}{9,55} (r_1 + \sqrt{r_1^2 + r_n^2})} \quad (5-3)$$

Trong đó:

M_{tu} Mômen tới hạn của động cơ ứng với điện áp điều chỉnh
 U_2 Điện áp ra của bộ biến đổi



Hình 5-2. Dạng đặc tính điều chỉnh khi không dùng điện trở phụ trong mạch roto.

Để cải thiện dạng đặc tính điều chỉnh và giảm bớt mức phát nóng của động cơ. Khi dùng động cơ không đồng bộ roto dây quấn, người ta nối thêm một bộ điện trở phụ vào mạch roto hình 5-1. Khi đó:

Nếu điện áp đặt vào stato là định mức ($U_2 = U_1$) thì ta được đặc tính mềm hơn đặc tính tự nhiên và ta gọi đó là đặc tính giới hạn (đtgh).

Nếu giá trị điện áp đặt vào stato khác với giá trị định mức thì mômen tới hạn lúc điều chỉnh điện áp M_{tu} sẽ thay đổi tỉ lệ với bình phương điện áp còn độ trượt tới hạn thì không đổi, nghĩa là:

$$\begin{aligned} M_{tu} &= M_t U_2^2 \\ S_t &= \text{const} \end{aligned} \quad (5-4)$$

Khi xét đến tổng trở của bộ biến đổi thì việc xác định đặc tính giới hạn có phức tạp. Khi đó ta xem điện trở r_b và điện kháng x_b của bộ biến đổi có giá trị cố định không phụ thuộc vào điện áp U_2 . Lúc đó:

$$\begin{aligned} M_t &= \frac{3U_2^2}{\frac{2n_1}{9,55} \left[(r_1 + r_b) + \sqrt{(r_1 + r_b)^2 + (x_b + x_n)^2} \right]} \quad (5-5) \\ S_t &= \frac{r'_2 + r_f}{\sqrt{(r_1 + r_b)^2 + (x_b + x_n)^2}} \quad \text{Trang } (5-6) \end{aligned}$$

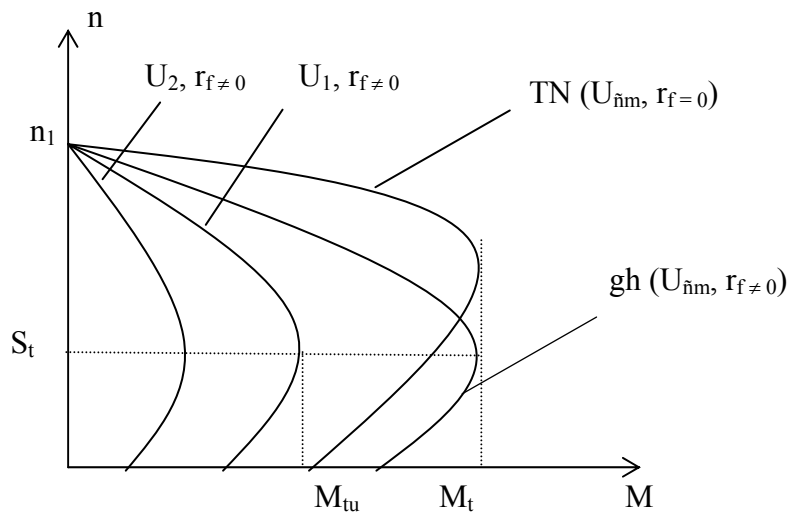
Ta được phương trình đặc tính cơ:

$$M = \frac{2M_t(1 + \varepsilon)}{\frac{S_t}{S} + \frac{S}{S_t} + 2\varepsilon} \quad (5-7)$$

Vôùi

$$\varepsilon = \frac{r_1 + r_b}{\sqrt{(r_1 + r_b)^2 + (x_b + x_n)^2}} \quad (5-8)$$

Dạng đặc tính điều chỉnh trong trường hợp này như hình 5-3.

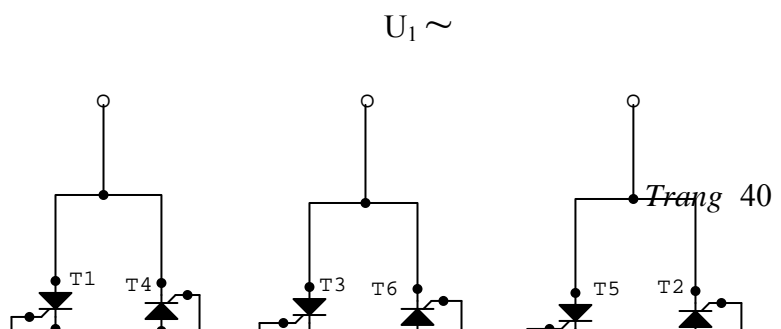


Hình 5-3. Đặc tính điều chỉnh khi dùng điện trở phụ vào mạch roto.

II. PHƯƠNG PHÁP DÙNG BỘ ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP BẰNG THYRISTOR.

Đây là bộ điều chỉnh được ứng dụng ngày càng nhiều trong điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ vì có nhiều ưu điểm so với các bộ biến đổi xoay chiều khác như dùng biến áp tự ngẫu, dùng **khuếch đại** từ, ...

Sơ đồ nguyên lý của hệ dùng bộ điều chỉnh thyristor như hình 5-4.

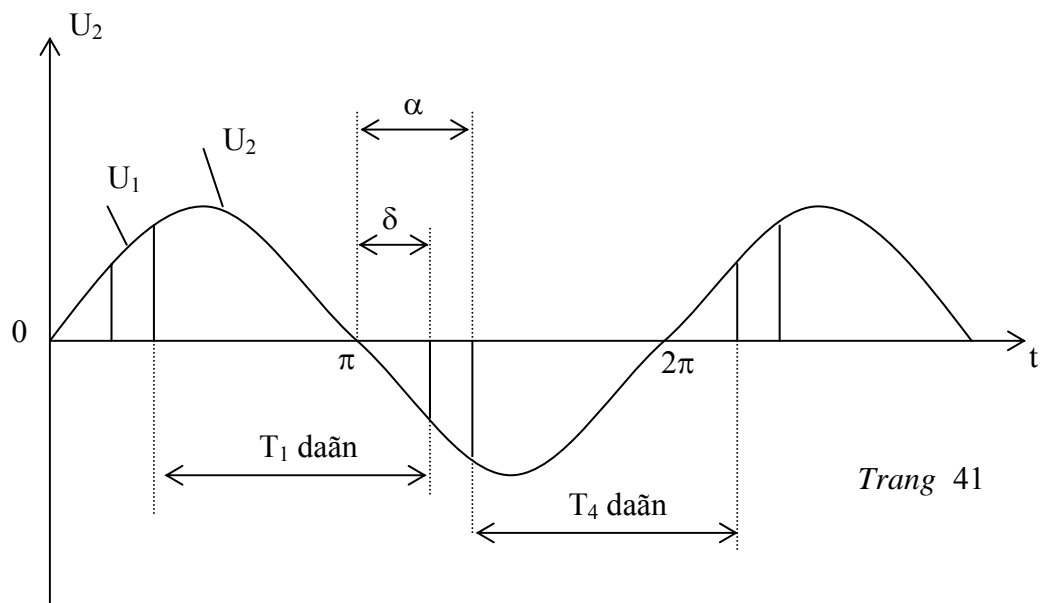


Hình 5-4. Sơ đồ nguyên lý của hệ thống dùng bộ điều chỉnh thyristor.

Bộ điều chỉnh thyristor này tương đối đơn giản gồm sáu thyristor.

Khi ở trạng thái xác lập, các thyristor mở ở những góc kích như nhau và không đổi. Khi đó T_1, T_3, T_5 dẫn ở nửa chu kỳ dương còn T_2, T_4, T_6 dẫn ở nửa chu kỳ âm của lưới điện.

Điện áp đặt vào stato của động cơ U_2 (điện áp ra của bộ biến đổi) là những phần của đường hình sin trên hình 5-5.



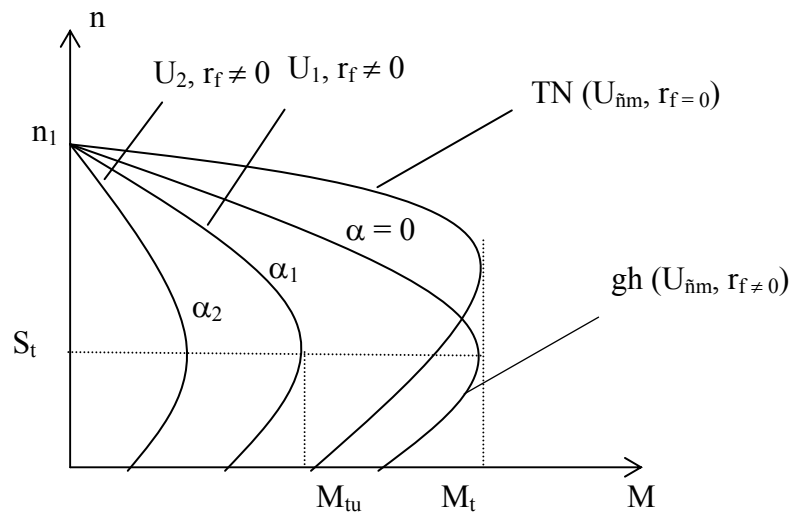
Hình 5-5. Đồ thị điện áp pha ở đầu ra của bộ điều chỉnh thyristor.

Giả thiết đường cong trên hình 5-5 là đồ thị điện áp của pha A đưa vào stato của động cơ qua hai thyristor T_1 và T_4 .

Nếu T_1 mở ở góc $\alpha = 0$ thì T_1 sẽ dẫn cho đến thời điểm π do điện áp lưới dương đặt vào Anot và sau đó vẫn dẫn từ π đến $\pi + \delta$ là nhờ năng lượng điện từ tích lũy trong dây quấn stato.

Tương tự thyristor T_4 dẫn ở nửa chu kỳ âm và góc δ phụ thuộc vào độ trượt S .

Để dựng đặc tính cơ điều chỉnh, ta bỏ qua điện trở của thyristor. Khi thyristor đang dẫn và các đặc tính điều chỉnh ứng với những góc α khác nhau được vẽ trên hình 5-6. Vì điện áp phụ thuộc vào góc pha φ nên độ trượt tới hạn của các đặc tính điều chỉnh có thể khác với độ trượt S_t .



Hình 5-6. Các đặc tính điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ dùng bộ điều chỉnh thyristor.

III. NHẬN XÉT VÀ ỨNG DỤNG

Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cách thay đổi điện áp nguồn được sử dụng rộng rãi, nhất là bộ điều chỉnh dùng thyristor vì thực hiện dễ dàng và tự động hóa. Xét về chỉ tiêu năng lượng, tuy tổn

thất trong bộ biến đổi không đáng kể nhưng điện áp stato bị biến dạng so với hình sin nên tổn thất phụ trong động cơ lớn do đó hiệu suất không cao

Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi điện áp thường dùng trong hệ truyền động mà mômen tải là hàm tăng theo tốc độ như quạt thông gió, bơm ly tâm, ...

CHƯƠNG 6

ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG CÁCH THAY ĐỔI TẦN SỐ NGUỒN

I. NGUYÊN LÝ VÀ QUY LUẬT ĐIỀU CHỈNH KHI THAY ĐỔI TẦN SỐ

Từ biểu thức:

$$n_1 = \frac{60 f_1}{P} \quad (6-1)$$

Ta thấy, tốc độ đồng bộ của động cơ không đồng bộ có thể thay đổi nếu ta thay đổi tần số lưới điện f_1 . Do đó tốc độ của động cơ $n = n_1(1 - S)$ (6-2), cũng thay đổi theo.

Khi thay đổi tần số lưới điện f_1 , nhận thấy như sau:

Nếu bỏ qua điện trở dây quấn stato, tức là xem $r_1 = 0$ thì mômen tới hạn cực đại là:

Trong đó:

$$M_t = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_1}{9,55} x_n} = \frac{3U_1^2}{2\omega_1 x_n} \quad (6-3)$$

ω_1 tốc độ góc đồng bộ

$$\omega_1 = \frac{2\pi f_1}{P} \quad (6-4)$$

$$x_n = \omega_1 L_n \quad (6-5)$$

$$L_n = L_1 + L'_2 \quad (6-6)$$

Thay (6-4) và (6-5) vào (6-3), ta được:

$$M_t = \frac{3U_1^2 P^2}{2(2\pi)^2 f_1^2 L_n} \quad (6-6)$$

$$\text{Ñaët} \quad a = \text{const} = \frac{3P^2}{2(2\pi)^2 L_n} \quad (6-7)$$

$$\text{tacoù} \quad M_t = a \frac{U_1^2}{f_1^2}$$

Biểu thức (6-7) cho ta thấy khi tăng tần số nguồn mà vẫn giữ nguyên U_1 thì mômen tới hạn cực đại M_t giảm rất nhiều. Do đó khi thay đổi tần số f_1 thì đồng thời phải thay đổi U_1 theo các quy luật nhất định nhằm đảm bảo sự làm việc tương ứng giữa mômen động cơ và mômen phụ tải. Nghĩa là tỉ số giữa mômen cực đại của động cơ và mômen phụ tải tính đối với các đặc tính cơ là hằng số.

$$\lambda_M = \frac{M_t}{M_c} = \text{const} \quad (6-8)$$

Đặc tính cơ của bộ phận làm việc là quan hệ giữa tốc độ quay của mômen phụ tải lên trục quay.

$$M_c = f(n)$$

Theo biểu thức thực nghiệm mang tính chất tổng quát để mô tả dạng đặc tính cơ của bộ phận làm việc như sau:

$$M_c = M_{c0} + (M_{c\text{ñm}} - M_{c0}) \left(\frac{n}{n_{\text{ñm}}} \right)^x \quad (6-9)$$

Trong đó:

M_c Mômen cản của bộ phận làm việc lên trục quay ở tốc độ n (Nm)

M_{c0} Mômen cản của bộ phận làm việc lên trục quay khi $n=0$.

$M_{cđm}$ Mômen cản của bộ phận làm việc lên trục quay khi $n = n_{đm}$.

x là số mũ đặc trưng mô tả dạng đặc tính cơ của bộ phận làm việc (cơ cấu sản xuất) khác nhau.

Gồm bốn dạng như sau:

* $x = 0$, ta có:

$$M_c = M_{cđm} = \text{const}, \quad (6-9a)$$

Đây là đặc tính cơ đặc trưng cho hệ thống nâng và luôn có giá trị nhất định (đường 1 trên hình 6-1).

* $x = 1$

Đặc tính cơ có dạng: $M_c = a + bn$

M_c tỉ lệ bậc nhất với tốc độ. Đây là đặc tính đặc trưng cho máy phát điện một chiều kích từ độc lập với phụ tải máy phát là một điện trở thuần (đường 2 hình 6-1).

* $x = -1$

Đặc tính có dạng:

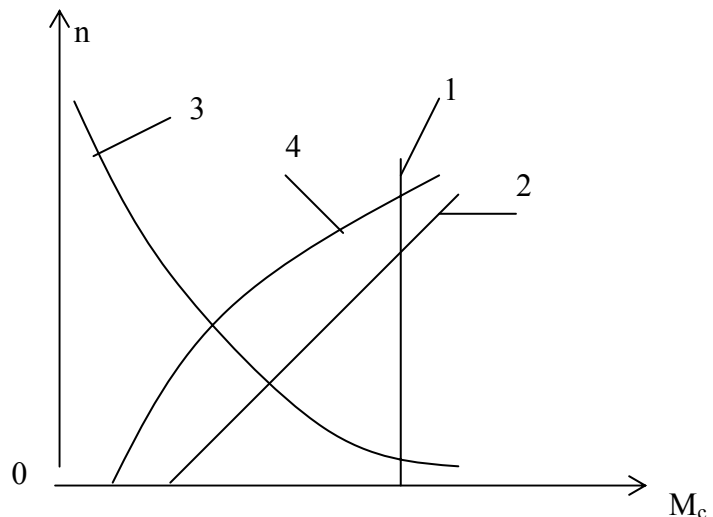
$$M_c = \left(a + \frac{b}{n}\right) \quad (6-9c)$$

Mômen tỉ lệ nghịch với tốc độ, đặc tính này đặc trưng cho các máy cắt kim loại (đường 3 hình 6-1)

* $x = 2$

Đặc tính có dạng: $M_c = a + bn^2$

Mômen tỉ lệ với bình phương tốc độ, là đặc tính đặc trưng cho máy bơm thủy lực... (đường 4 hình 6-1)



Hình 6-1. Các dạng đặc tính.

Như vậy, muốn điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cách thay đổi tần số ta phải có một bộ nguồn

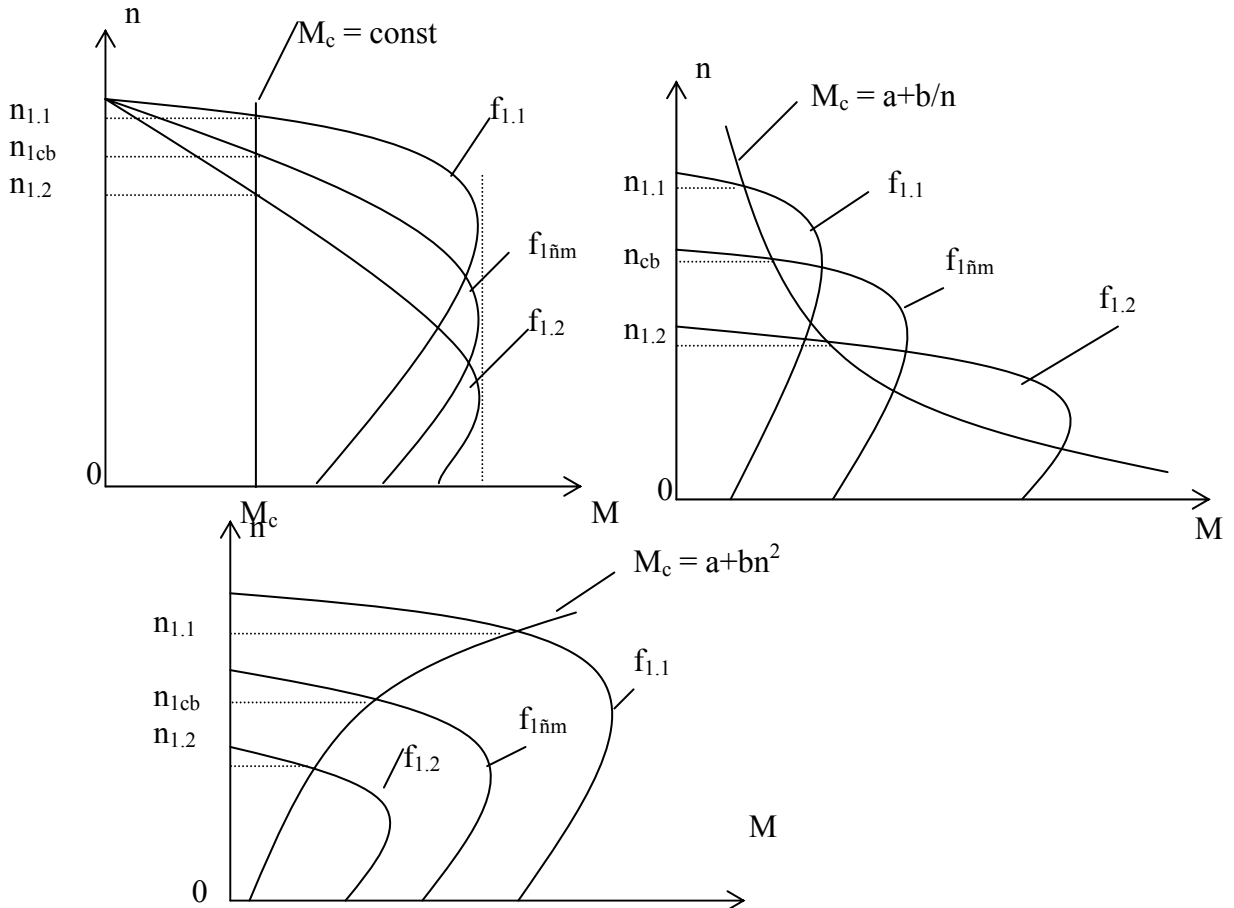
$$* \frac{U_1}{f_1} = \text{const}$$

$$* \frac{U_1}{f_1^2} = \text{const}$$

$$* \frac{U_1^2}{f_1} = \text{const}$$

xoay chiều có thể điều chỉnh tần số điện áp một cách đồng thời theo các quy luật như sau:

Như vậy dạng đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ khi thay đổi tần số theo quy luật điều chỉnh hình 6-2.



Hình 6-2. Các dạng đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ khi thay đổi tần số theo quy luật điều chỉnh U và f .

II. CÁC BỘ BIẾN TẦN DÙNG ĐỂ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ

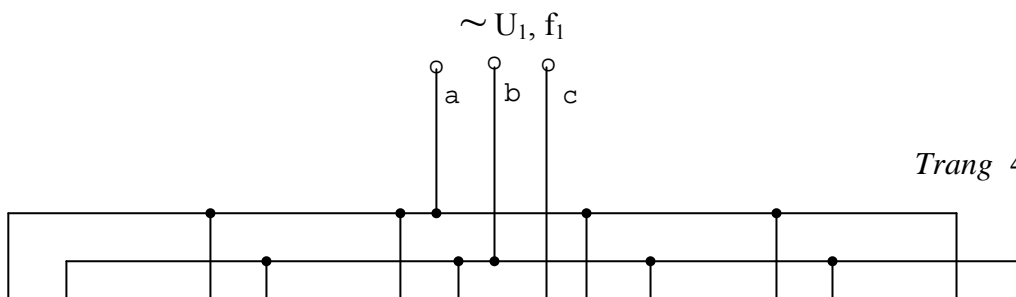
Để tạo ra các bộ biến tần có U và f thay đổi được, người ta có thể dùng các bộ biến tần với máy điện quay như máy phát đồng bộ, máy phát không đồng bộ hoặc dùng bộ biến tần bán dẫn. So với các bộ biến tần bán dẫn, bộ biến tần máy điện quay có nhiều nhược điểm và ngày càng ít dùng. Bởi vậy trong luận án này chỉ trình bày các bộ biến tần bán dẫn.

Các bộ biến tần bán dẫn gồm có:

Bộ biến tần bán dẫn trực tiếp và bộ biến tần có khâu trung gian một chiều.

1. Bộ Biến Tần Trực Tiếp Dùng Thyristor.

Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng bộ biến tần dùng trực tiếp thyristor có sơ đồ nguyên lý như hình 6-4.



Hình 6 - 4. Sơ đồ nguyên lý của bộ biến tần trực tiếp dùng thyristor.

Bộ biến tần trực tiếp dùng thyristor biến đổi trực tiếp nguồn xoay chiều ba pha U_1, f_1 bằng hằng số thành nguồn xoay chiều ba pha có U_2, f_2 biến đổi. Bộ biến tần này gồm 18 thyristor chia cho ba pha. Mỗi pha chia làm hai nhóm:

Nhóm có catot nối chung lại gọi là nhóm thuận T, cung cấp phần điện áp dương trên mỗi pha của động cơ.

Nhóm có Anot nối chung gọi là nhóm nghịch cung cấp điện áp đầu ra cho nửa chu kỳ âm.

Ở mỗi pha có dùng hai cuộn kháng để làm giảm dòng điện cân bằng của các thyristor khi chuyển mạch giữa nhóm thuận và nhóm nghịch.

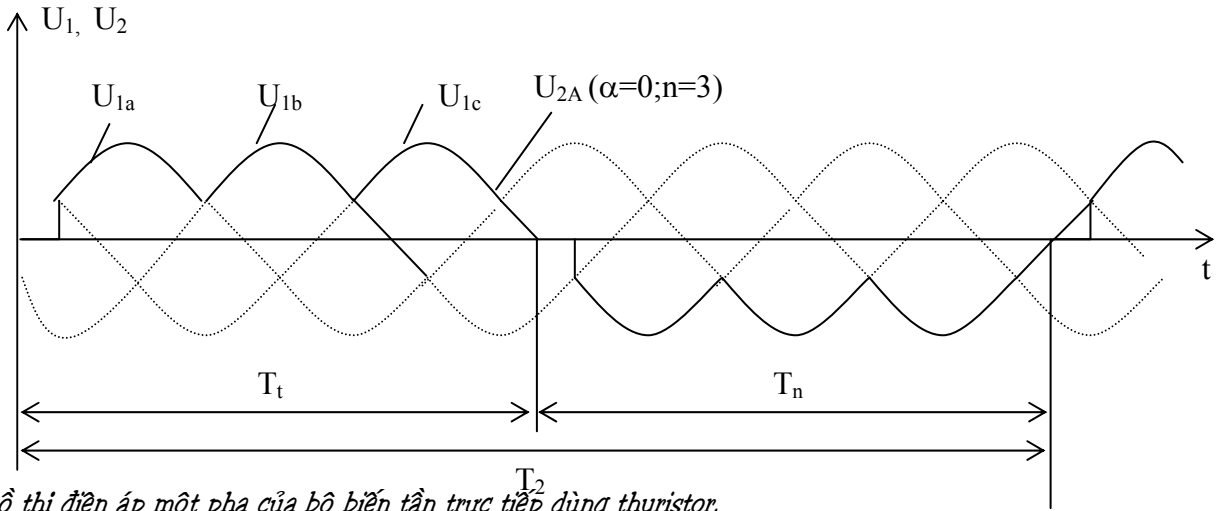
Nếu gọi tần số nguồn vào là f_1 , số pha điện áp đầu ra là m ($m=3$), số đỉnh hình sin của sóng điện áp đầu vào trong nửa chu kỳ của điện áp đầu ra là n thì tần số điện áp đầu ra của bộ biến tần là:

$$f_2 = f_1 \frac{m}{2n + m - 1} \quad (6-10)$$

Như vậy:

Muốn thay đổi tần số f_2 ta thay đổi số đỉnh hình sin của điện áp đầu vào trong nửa chu kỳ của điện áp đầu ra (tức là thay đổi thời gian làm việc của thyristor trong cùng một nhóm thuận hay nghịch so với chu kỳ sóng điện áp đầu vào).

Muốn thay đổi trị số điện áp đầu ra của bộ biến tần là U_2 ta thực hiện khống chế thời gian kích xung lên các thyristor so với thời điểm chuyển mạch tự nhiên. Tức là tạo ra một sóng điện áp đầu ra có trị số trung bình nhỏ hơn trị số trung bình của điện áp đầu ra khi chuyển mạch tự nhiên. Dạng sóng điện áp đầu ra của bộ biến tần ở hình 6-5.

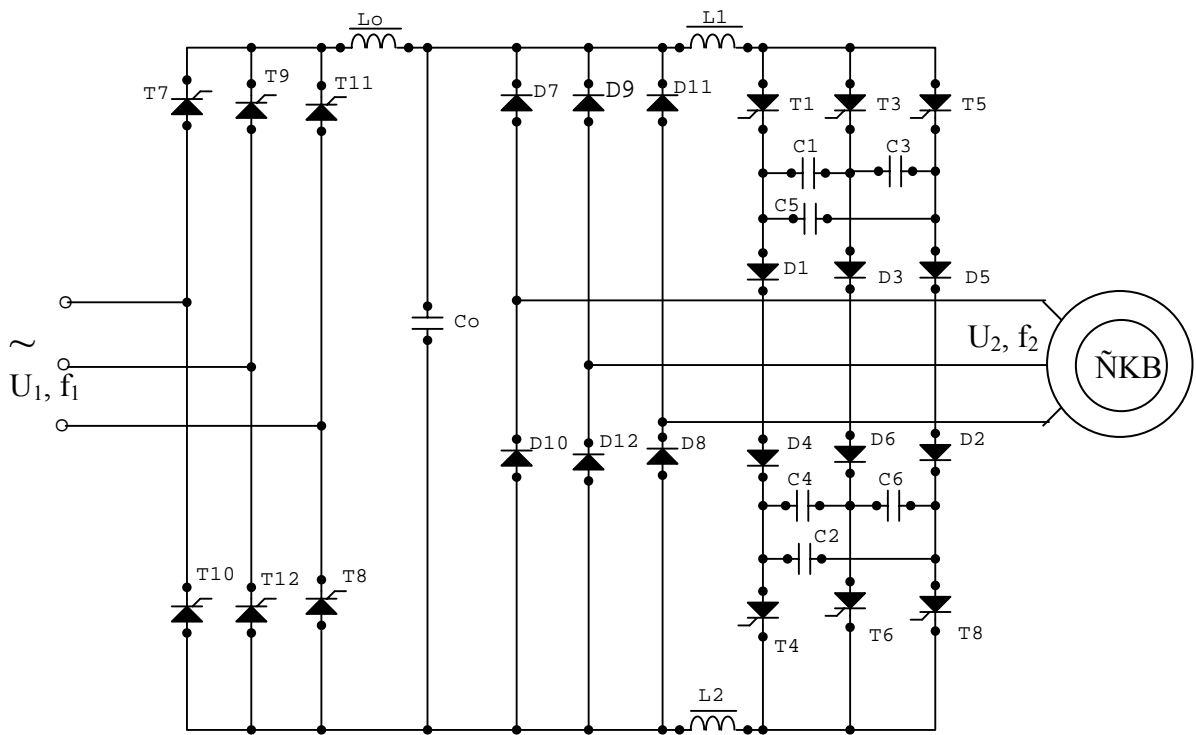


Hình 6-5. Đồ thị điện áp một pha của bộ biến tần trực tiếp dùng thyristor.

2. **Bộ Biến Tần Dùng Thyristor Có Khâu Trung Gian Một Chiều.**

Bộ biến tần có khâu trung gian một chiều là bộ biến đổi hai tầng. Nhóm chỉnh lưu có chức năng biến đổi điện xoay chiều thành một chiều. Sau khi qua bộ lọc, điện áp một chiều được nghịch lưu thành điện áp xoay chiều có tần số biến đổi. Nhóm nghịch lưu ở đây làm việc độc lập với lưới, nghĩa là các van của chúng chuyển mạch cho nhau theo chế độ cưỡng bức, ta gọi nghịch lưu này là nghịch lưu áp. Tần số đầu ra được điều chỉnh nhờ thay đổi chu kỳ đóng cắt các van trong nhóm nghịch lưu còn điện áp ra có thể điều chỉnh nhờ thay đổi góc thông của các van trong nhóm chỉnh lưu.

Sơ đồ nguyên lý của bộ biến tần có khâu trung gian một chiều hình 6-6.



Hình 6-6. Sơ đồ nguyên lý bộ biến tần có khâu trung gian một chiều.

Đây là sơ đồ nguyên lý của bộ biến tần có khâu trung gian một chiều dùng nghịch lưu áp.

Nhóm chỉnh lưu gồm 6 thyristor $T_7 \div T_{12}$ làm nhiệm vụ biến điện áp xoay chiều thành một chiều. Bộ lọc phẳng gồm kháng L_0 và tụ C_0 . Phần chính của bộ nghịch lưu là các thyristor $T_1 \div T_6$, chúng được mở theo thứ tự $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6$, cách nhau $1/6$ chu kỳ của áp ra.

Như vậy:

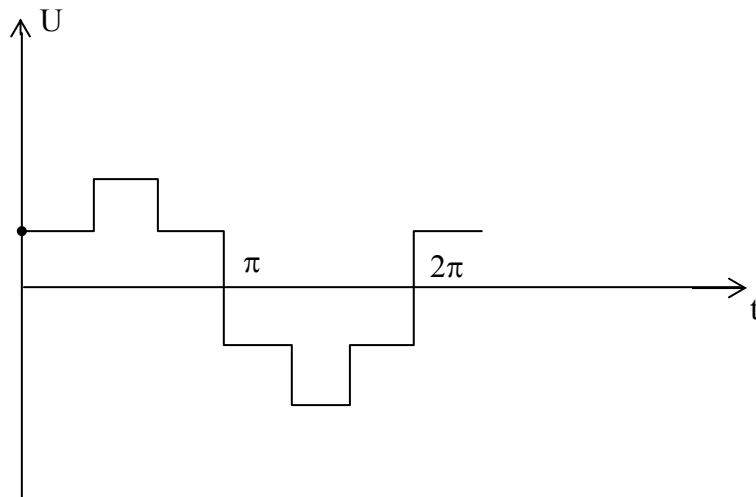
Bằng cách thay đổi khoảng thời gian dẫn của các thyristor ta thay đổi được chu kỳ của điện áp ra tức là điều chỉnh được điện áp ra. Để chuyển mạch giữa các van, ta dùng các tụ $C_1 \div C_6$.

Giả sử trong khoảng thời gian nào đó T_1 và T_2 dẫn, tụ C_1 được nạp từ nguồn hình 6-6. Khi kích xung mở T_3 tụ C_1 phóng qua T_1 và T_3 tạo ra dòng khóa T_1 làm T_3 dẫn.

Các diode $D_1 \div D_6$ có tác dụng ngăn cách các tụ chuyển mạch với phụ tải, không cho các tụ phóng điện qua phụ tải. Nhờ vậy điện dung yêu cầu của tụ được giảm nhỏ và áp trên tải không bị ảnh hưởng bởi sự phóng nạp của tụ.

Các diode $D_7 \div D_{12}$, tạo thành một cầu ngược có tác dụng mở cho dòng phản kháng từ phía động cơ về tụ C_0 . dòng điện này xuất hiện do sự lệch pha giữa dòng và áp trên động cơ.

Các thyristor của nghịch lưu chuyển mạch theo tín hiệu điều khiển nên cực tính điện áp trên mỗi pha stato thay đổi theo tần số điều khiển. Điện áp pha đưa vào động cơ có dạng như hình 6-7.



Hình 6-7. Đồ thị điện áp phatrên đầu ra của biến tần có khâu trung gian một chiều.

III. ỨNG DỤNG TRONG CÔNG NGHIỆP.

Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cách thay đổi tần số nguồn được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp với ưu điểm gọn nhẹ và dễ điều chỉnh.

Bộ biến tần dùng trực tiếp thyristor được dùng trong công nghiệp như điều chỉnh tốc độ trong truyền động chính của các máy mài cao tốc, điều chỉnh tốc độ trong các hệ thống băng tải.

Bộ biến tần dùng máy phát đồng bộ được ứng dụng khi cần điều chỉnh tốc độ đồng thời cho nhiều động cơ.

ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG PHƯƠNG PHÁP NỐI TẦNG

I.

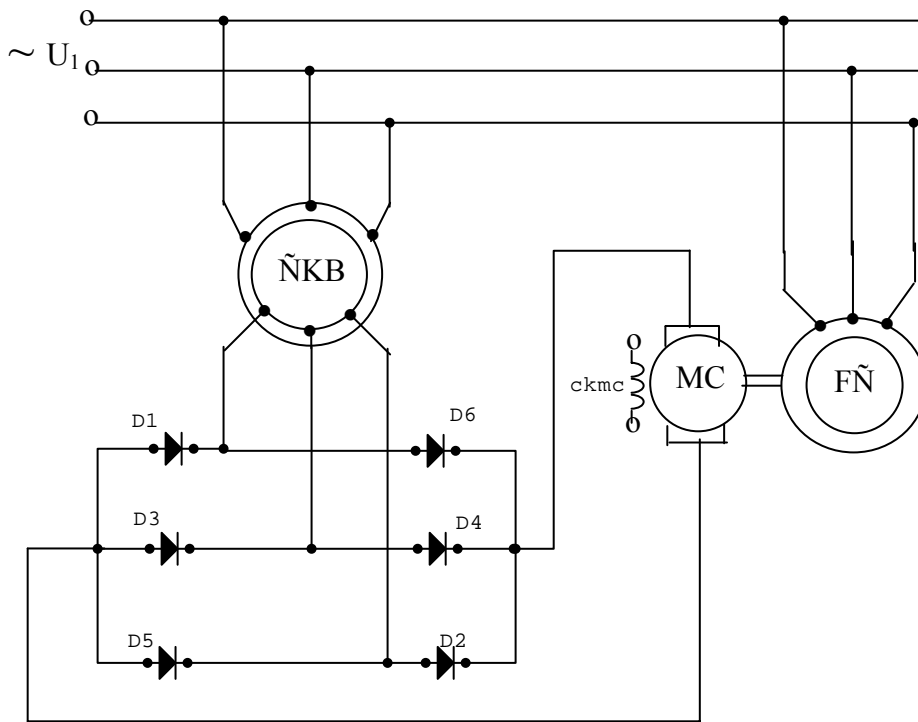
PHƯƠNG PHÁP NỐI TẦNG DÙNG HỆ THỐNG VAN MÁY ĐIỆN

Đối với những động cơ không đồng bộ roto dây quấn có công suất lớn hoặc rất lớn thì tổn thất công suất trượt sẽ rất lớn. Do đó có thể không dùng được các thiết bị chuyển đổi và điều chỉnh điện trở ở mạch roto.

Để vừa tận dụng được năng lượng trượt vừa điều chỉnh được tốc độ động cơ không đồng bộ roto dây quấn, người ta sử dụng các sơ đồ nối tầng sau:

Sơ đồ nối tầng máy điện, sơ đồ nối tầng van - máy điện, ...

Ở đây ta chỉ xét sơ đồ nối tầng van - máy điện.



Hình 7-1. Sơ đồ nối tầng van máy điện

Để điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ trong các sơ đồ nối tầng, ta thực hiện bằng cách đưa vào roto một sức điện động phụ E_f . Sức điện động phụ này có thể là xoay chiều hoặc một chiều.

Trên sơ đồ hình 7-1, ta thấy muốn điều chỉnh tốc độ động cơ thì ta thay đổi sức điện động phụ E_f . Sức điện động này do máy một chiều tạo ra.

Giả thiết khi $M_c = \text{const}$ và động cơ làm việc ở trạng thái xác lập ứng với một giá trị E_f nào đó. Nếu tăng E_f lên thì dòng I_2 giảm mômen điện từ của động cơ giảm và có trị số nhỏ hơn mômen M_c nên tốc độ của động cơ giảm.

Khi tốc độ của động cơ giảm thì độ trượt S tăng, làm cho $E_2 = E_{2nm} S$ tăng, kết quả là dòng I_2 và mômen điện từ của động cơ tăng lên cho đến khi mômen của thiết bị nối tăng cân bằng với M_c thì quá trình giảm tốc kết thúc và động cơ làm việc ở trạng thái **xác lập với tốc độ như ban đầu**.

Dòng điện chỉnh lưu I_d ở mạch roto của động cơ được xác định:

$$I_d = \frac{K_s E_2 - E_f}{R_{\text{rft}}} \quad (7-1)$$

Trong đó:

E_2 Trị số hiệu dụng của sức điện động pha ở roto động cơ

K_s Hệ số phụ thuộc vào sơ đồ chỉnh lưu (đối với sơ đồ cầu ba pha $K_s = 2,34$)

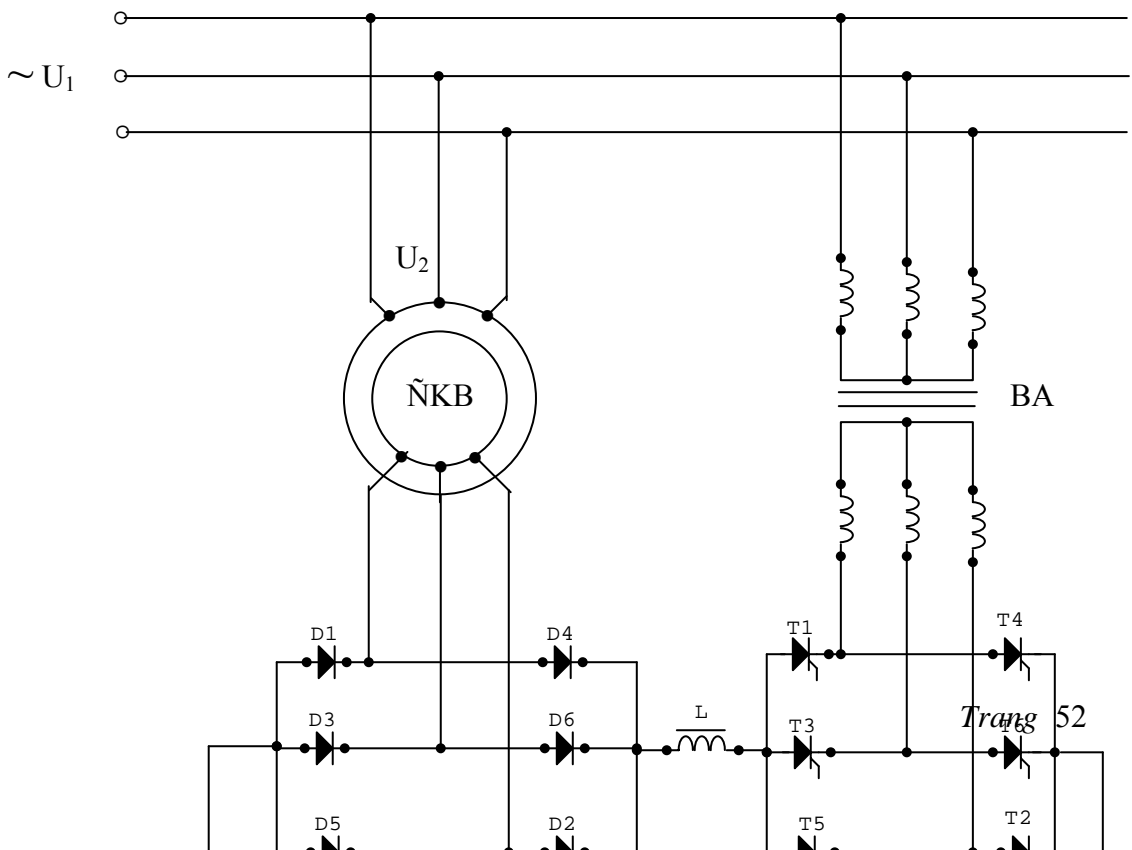
R_{rft} Điện trở đẳng trị của mạch roto tính đối về phía một chiều

E_f Sức điện động của máy một chiều.

Khi tốc độ động cơ không đồng bộ $n < n_1$. Nếu bỏ qua các tổn hao trong động cơ và trong các khâu biến đổi thì công suất động cơ không đồng bộ lấy từ lưới vào $P_1 = P_{\text{đm}}$ còn công suất phụ trong mạch roto (công suất trượt) $P_f = P_{\text{đm}} S$ thông qua bộ chỉnh lưu đưa vào phần ứng máy một chiều MC quay, kéo theo FD quay. FD phát điện trả năng lượng về nguồn với công suất $P_f = P_{\text{đm}} S$, động cơ làm việc ở trạng thái động cơ.
Khi $n > n_1$ thì động cơ làm việc ở trạng thái máy phát.

II. PHƯƠNG PHÁP NỐI TĂNG DÙNG THYRISTOR

Để vừa điều chỉnh được tốc độ động cơ vừa tận dụng được công suất trượt, ta khảo sát sơ đồ điều chỉnh công suất trượt (hay nối tăng) dùng thyristor như hình 7-2.



P_{nt}

Hình 7-2. Hệ thống nối tầng van máy điện

- a) Sơ đồ nguyên lý
- b) Giải đồ năng lượng

Trên sơ đồ hình 7-2, năng lượng trượt từ roto động cơ không đồng bộ sau khi đã chỉnh lưu thành một chiều được biến thành xoay chiều nhờ bộ nghịch lưu và trả về lưới điện nhờ biến áp BA. Sức điện động phụ đưa vào mạch roto của động cơ không đồng bộ là sức điện động của bộ nghịch lưu. Trị số của nó được điều chỉnh bằng cách thay đổi góc mở của các van thyristor trong bộ nghịch lưu.

Điện áp xoay chiều của bộ nghịch lưu có biên độ và tần số không đổi do được xác định bởi điện áp và tần số của lưới điện. Bộ nghịch lưu làm việc với góc điều khiển α thay đổi từ 90° đến 240° , phần còn lại dành cho góc chuyển mạch γ .

Độ lớn dòng điện roto phụ thuộc vào mômen tải của động cơ mà không phụ thuộc vào góc điều khiển nghịch lưu.

Điện áp U_2 được chỉnh lưu thành điện áp một chiều nhờ bộ chỉnh lưu

$D_1 \div D_6$ qua điện kháng lọc L cấp cho nghịch lưu và phụ thuộc vào nghịch lưu.

Giá trị trung bình của điện áp chỉnh lưu và nghịch lưu là như nhau:

$$U_d = U_{dn} \quad (7-2)$$

Sai lệch về giá trị tức thời giữa điện áp chỉnh lưu và nghịch lưu chính là điện áp trên điện kháng lọc L.

Giả thiết bỏ qua điện trở và điện kháng tản của mạch stato và xem động cơ có số vòng dây stato và roto là như nhau, thì giá trị trung bình của điện áp chỉnh lưu khi $I_d = 0$ là:

$$U_d = \frac{3\sqrt{3}U_1}{\pi} \frac{n_1 - n}{n_1} \quad (7-3)$$

Trường hợp khi có tải $I_d \neq 0$ thì điện áp này giảm xuống do sụt áp chuyển mạch giữa các van trong cầu chỉnh lưu và sụt áp do điện trở dây quấn roto.

III.

NHẬN XÉT

Các sơ đồ nối tầng có nhiều ưu điểm so với các sơ đồ nối điện trở phụ vào mạch roto hoặc thay đổi các thông số của động cơ. Trong các hệ thống nối tầng, công suất trượt được trả về lưới điện hoặc đưa lên trục động cơ làm tăng công suất kéo của nó.

Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng hệ thống nối tầng có khả năng điều chỉnh bằng phẳng. Đặc tính điều chỉnh có độ cứng cao, phạm vi điều chỉnh tốc độ phụ thuộc vào công suất của máy MC và FĐ.

Tuy vậy, hệ thống phải sử dụng thêm máy một chiều MC và FĐ làm cho hệ thống đắt tiền và không kinh tế lắm.

Phương pháp này được dùng nhiều trong các truyền động động cơ điện không đồng bộ dây quấn có công suất lớn.

KẾT LUẬN

Qua sáu tuần thực hiện đề tài: Điều chỉnh Tốc Độ Động Cơ Không Đồng Bộ Và Ứng Dụng Trong Công Nghiệp. Đề tài này nghiên cứu về lý thuyết rất nhiều do vậy việc tìm hiểu các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ cho ta thấy ở mỗi phương pháp đều có ưu và khuyết điểm riêng của nó.

Tập đồ án này, mặc dù còn nhiều hạn chế nhưng trong quá trình thực hiện đề tài, đã giúp em tự đánh giá và hiểu kỹ hơn những kiến thức về chuyên môn. Đó cũng là kết quả sau nhiều năm học tập và cùng sự hướng dẫn tận tình của thầy NGUYỄN DU XÚNG em thành thật cảm ơn.

Tuy nhiên trong công nghiệp hóa thì các linh kiện điện tử sẽ ứng dụng rộng rãi trong việc điều chỉnh tốc độ động cơ điện. Trong đó điều chỉnh tốc độ bằng cách dùng các thyristor sẽ dễ dàng và tiện lợi hơn.

TÀI LIỆU TAM KHẢO

1. **Truyền Động Điện** - NXB KH - KT - Hà nội 1994

BÙI QUỐC KHÁNH - NGUYỄN VĂN LIỄN - NGUYỄN THỊ HIỀN

2. **Giáo Trình Truyền Động Điện Tự Động - Tập 1**

Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật TPHCM - 1989

NGUYỄN DUY XÚNG

3. **SMOLENSKT - A.V.IVANOV**

Máy Điện - Tập 2

Người dịch: VŨ GIA HANH - PHAN TỬ THU - KHKT - 1992

4. **Các Đặc Tính Của Động Cơ Trong Truyền Động Điện**

Người dịch: BÙI ĐÌNH TIẾU

5. **Giáo Trình Máy Điện - Tập 2 - TPHCM**

Đại Học Bách Khoa - 1981

6. **Điện Tử Công Suất Và Điều Khiển Động Cơ Điện**

CYRIL W.LANDER

Người dịch: LÊ VĂN D OANH

NXB - KH - KT - HÀ NỘI 1997 - Tái Bản Lần Thứ 2

7. **Điện Tử Công Suất**

NXB - GD 1993

NGUYỄN BÌNH

8. **Trang Bị Điện - Điện Tử Công Nghiệp**

Nhà Xuất Bản Giáo Dục - 2000

VŨ QUANG HỒI