

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM  
KHOA ĐIỆN-ĐIỆN TỬ  
BỘ MÔN ĐIỆN CÔNG NGHIỆP



**ĐỒ ÁN MÔN HỌC 1**

# TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

**ĐỀ TÀI**

**TÌM HIỂU CÁC PHƯƠNG PHÁP  
ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ  
ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ VÀ  
ỨNG DỤNG TRONG CÔNG NGHIỆP**

**CBHD: ThS. Nguyễn Vinh Quan**

**SVTH: Lê Khánh Hiếu**

**MSSV: 10102050**

**Lớp: 101021D**

Tp. Hồ Chí Minh, tháng 05 năm 2013

**❖ MỤC LỤC**

LỜI NÓI ĐẦU.....	Trang 2
LỜI CẢM ƠN .....	Trang 3
LÝ DO CHỌN NỘI DUNG.....	Trang 3
NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN .....	Trang 4
MỤC TIÊU CỦA ĐỀ TÀI.....	Trang 4
CHƯƠNG 1: KHÁI QUÁT VỀ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ.....	Trang 5
CHƯƠNG 2: ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG CÁCH THAY ĐỔI MẠCH TRỞ PHỤ ROTO.....	Trang 14
CHƯƠNG 3: ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG CÁCH ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP.....	Trang 18
CHƯƠNG 4: ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG CÁCH THAY ĐỔI TẦNG SỐ NGUỒN.....	Trang 23
CHƯƠNG 5 : ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG CÁCH ĐIỀU CHỈNH CÔNG SUẤT TRƯỢT.....	Trang 26
CHƯƠNG 6: BÀI TẬP MINH HỌA .....	Trang 29
KẾT LUẬN.....	Trang 31

## ❖ LỜI NÓI ĐẦU

Đất nước ta đã và đang trong quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa, trong nền sản xuất công nghiệp hiện đại như vậy, để nâng cao năng suất, hiệu suất sử dụng của máy, nâng cao chất lượng sản phẩm và các phương pháp tự động hóa dây chuyền sản xuất thì hệ thống truyền động điện có điều chỉnh tốc độ là không thể thiếu. Vì vậy nhiều loại động cơ điện đã được chế tạo và hoàn thiện cao hơn. Trong đó động cơ điện không đồng bộ chiếm tỉ lệ lớn trong công nghiệp, do nó có nhiều ưu điểm nổi bật như: giá thành thấp, dễ sử dụng, bảo quản đơn giản, chi phí vận hành thấp...

Ngày nay, do ứng dụng của tiến bộ khoa học kỹ thuật điện tử, sự phát triển của công nghiệp, kỹ thuật tự động hoá và mọi sinh hoạt của nhân dân mà phạm vi sử dụng động cơ không đồng bộ rộng rãi hơn.

Trong thực tế, để đáp ứng yêu cầu sản xuất, làm việc của các nhà máy, phân xưởng với yêu cầu điều chỉnh tốc độ động cơ ở một phạm vi nào đó. Điều chỉnh tốc độ động cơ là các phương pháp điều chỉnh nhân tạo nhằm thay đổi tốc độ của hệ thống, của cơ cấu sản xuất theo yêu cầu công nghệ.

Trong đề tài này nhằm tìm hiểu các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ, các nguyên lý điều chỉnh, các sơ đồ và ứng dụng trong công nghiệp. Cùng với sự hướng dẫn nhiệt tình của Thầy Nguyễn Vinh Quan, em đã rút ra được những vấn đề cần sử dụng với các phương pháp điều chỉnh thích hợp và kinh tế.

Nội dung trong đề án này gồm sáu chương.

Trong quá trình tìm hiểu nghiên cứu thực hiện đề tài, em đã cố gắng trình bày các vấn đề về phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ.

Nhưng vì thời gian và giới hạn của đề tài, phạm vi nghiên cứu tài liệu cùng với kinh nghiệm và kiến thức còn hạn chế nên đề án này không tránh khỏi những thiếu sót. Mong thầy cô và các bạn đóng góp, giúp đỡ.

Cũng nhân đây em xin chân thành cảm ơn Thầy hướng dẫn Nguyễn Vinh Quan và các Thầy cô trong khoa điện cùng các bạn đã tận tình giúp đỡ giúp em hoàn thành đề tài này.

Tp Hồ Chí Minh, 20/5/2013

Sinh Viên Thực Hiện

Lê Khánh Hiếu

**❖ LỜI CẢM ƠN**

*Em xin chân thành cảm ơn Thầy Nguyễn Vinh Quan đã nhiệt tình hướng dẫn, giúp đỡ em hoàn thành đồ án này.*

*Em xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến các thầy cô của trường đã nhiệt tình giúp đỡ, tạo điều kiện cho em trong quá trình làm đồ án này.*

*Các bạn trong lớp Điện Công Nghiệp và những bạn khác đã góp phần ý kiến cho đồ án này. Một lần nữa xin tri ân tất cả !*

**❖ LÝ DO CHỌN NỘI DUNG**

*Đa số động cơ điện không đồng bộ chiếm tỉ lệ lớn trong công nghiệp, và do nó có nhiều ưu điểm nổi bật như: giá thành thấp, dễ sử dụng, bảo quản đơn giản, chi phí vận hành thấp...*

*Do ứng dụng của tiến bộ khoa học kỹ thuật điện tử, sự phát triển của công nghiệp, kỹ thuật tự động hoá và mọi sinh hoạt của nhân dân mà phạm vi sử dụng động cơ động cơ không đồng bộ rộng rãi hơn, như vậy quyết định lựa chọn đề tài là hợp lý.*

**❖ NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## ❖ MỤC TIÊU CỦA ĐỀ TÀI

Mục tiêu đề tài này là tìm hiểu cấu tạo, nguyên lý hoạt động, các phương trình đặc tính cơ, và sau đó là đi tìm hiểu các phương pháp để điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ như: Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cách thay đổi điện trở phụ mạch roto, thay đổi điện áp, thay đổi tần số, phương pháp nối tầng, và sơ đồ và các nguyên lý điều chỉnh, ứng dụng của chúng trong công nghiệp.  
Bài tập minh họa.

## ❖ NỘI DUNG

### ❖ CHƯƠNG 1

#### KHÁI QUÁT VỀ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

#### I. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

##### I.1 Cấu tạo:

##### 1. Cấu tạo phần tĩnh (stato)

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:**

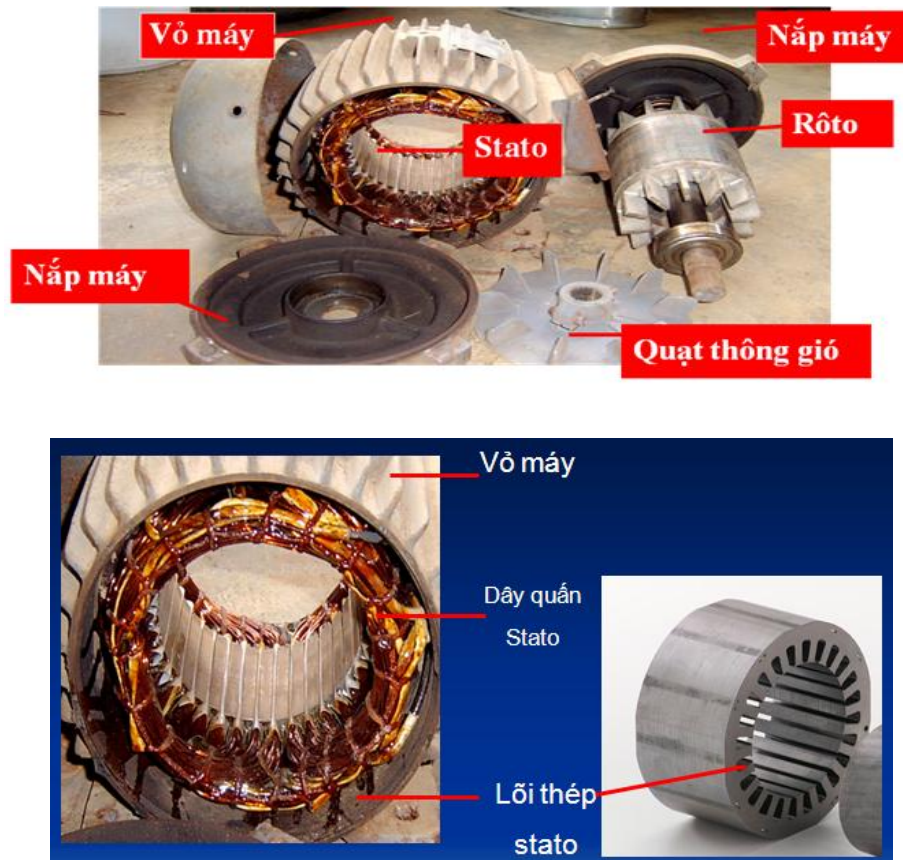
Được làm bằng các lá thép kỹ thuật điện dày 0,35 mm đến 0,5 mm ghép lại.

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

stato gồm có ba cuộn dây đặt lệch nhau  $120^\circ$  điện.



Hình 1-1: Các bộ phận chính của động không đồng bộ

## 2. Cấu tạo phần quay (Roto)

### 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 stato. Lõi sắt được ép trực tiếp lên trục. Bên ngoài lõi sắt có xẻ rãnh để đặt dây quấn.

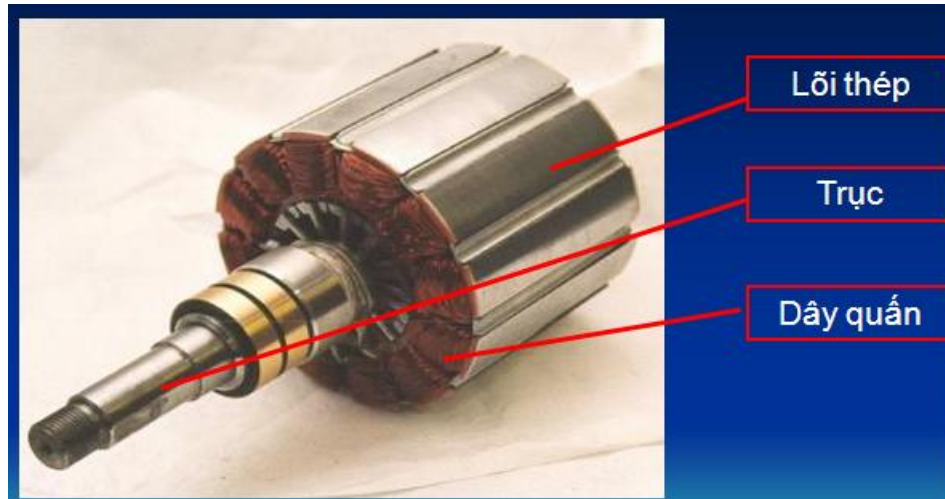
### c) **Dây quấn roto:**

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 stato và có số cực bằng số cực stato. Các động cơ công suất trung trở lên thường dùng dây quấn kiểu lồng sóc 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 stato. 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



Hình1-2: Các bộ phận phần quay roto

### 3. Khe hở:

Khe hở trong động cơ không đồng bộ rất nhỏ ( $0,2 \text{ mm} \div 1 \text{ mm}$ ). 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.

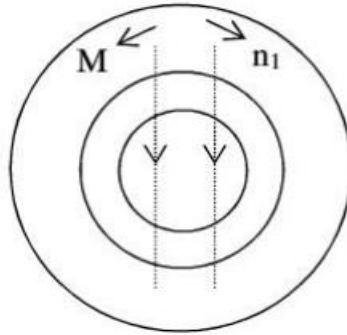
$n_1$  tốc độ quay từ trường quay của stato (tốc độ đồng bộ của động cơ)

## 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. 2-1 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<sub>2</sub> 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  $m$ . Có sự chuyển động tương đối giữa roto và từ trường quay stato duy trì được dòng điện I<sub>2</sub> 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

$f_1$  là 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.

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

Khi đó công suất điện đưa vào:

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

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

$$\Delta P_{d1} = 3r_{12} \cdot I_{12}^2 \quad (1-5)$$

Tổn hao sắt:

$$\begin{aligned} \Delta P_{st} &= \Delta P \\ P_{dt} &= P_1 - \Delta P_{dt} - \Delta P_{st} \end{aligned} \quad (1-6)$$

Công suất cơ ở trục là:

$$P'_2 = M \cdot \omega = M \frac{2\pi n}{60} \quad (1-7)$$

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

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

$$\Delta P_{d2} = m_2 \cdot I_2 \cdot r_2 \quad (1-9)$$

Trong đó:

$m_2$  số pha của dây quấn roto.

Vì  $P'_2 < P_{dt}$  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:

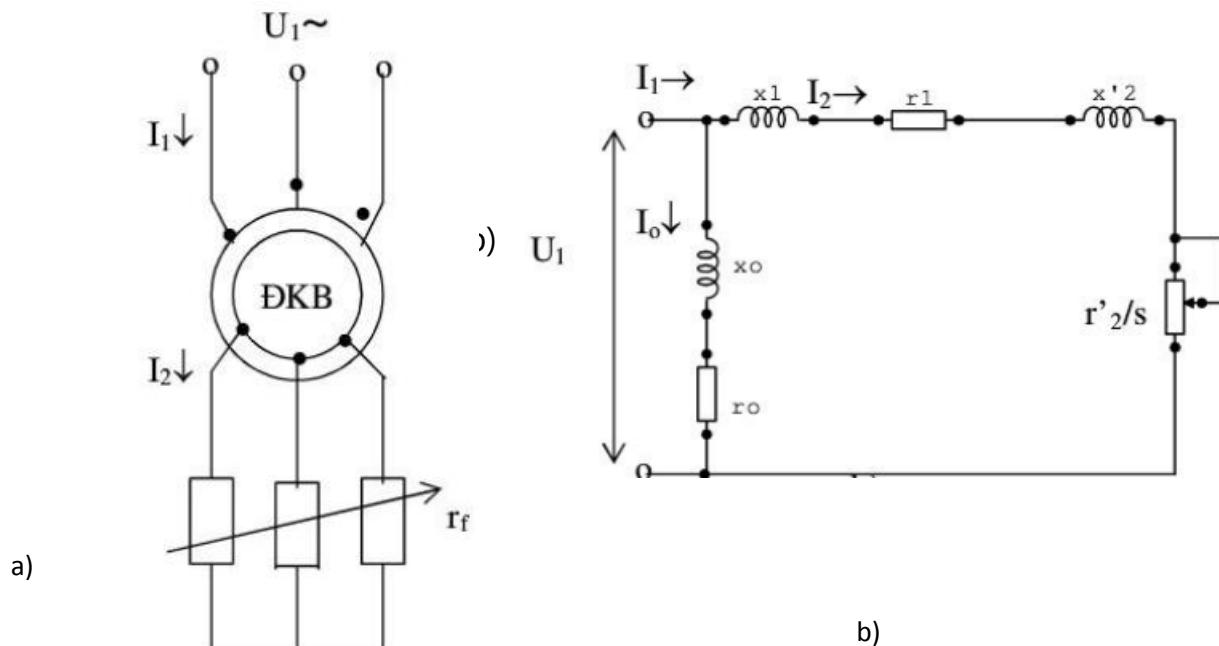
$$P_2 = P'_2 - \Delta P_{cơ} - \Delta P_f \quad (1-10)$$

Hiệu suất của động cơ:

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

### **III. CÁC PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN CỦA ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA:**

#### **1) Sơ đồ đẳng trị một pha:**



a) Sơ đồ nguyên lý

b) Sơ đồ đẳng trị một pha của đc 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 và dòng điện của mạch từ hóa.

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

$$I'_2 = K_I \cdot I_2 \quad (1-12)$$

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

$$K_E = U_{1đm} / E_{2đm} \quad (1-13)$$

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

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

$$r'_2 = k_r \cdot r_2 \quad (1-14)$$

$$x'_2 = k_x \cdot x_2, \text{ với } k_x = k_r = k_E^2 \quad (1-15)$$

S là độ trượt của của động cơ

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} \quad (1-16)$$

Trong đó:  $n$  tốc độ quay của roto động cơ.

$$n = n_1(1-s) \quad (1-17)$$

$$n_1 \text{ tốc độ quay đồng bộ của động cơ: } n_1 = \frac{60f_1}{P} \quad (1-18)$$

### **b) 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.

$$I_2' = \frac{U_1}{\sqrt{(r_1 + \frac{r_2'}{s})^2 + (x_1 + x_2')^2}} \quad (1-19)$$

Khi tốc độ động cơ  $n = 0$ , theo (1-16) ta có  $S = 1$ .

Nếu điện áp đặt lên cuộn stato  $U_1 = \text{const}$  thì biểu thức (1-19) chính là quan hệ giữa dòng điện roto đã qui đổi về stato  $I_2'$  với độ trượt  $S$  hay với tốc độ  $n$ .

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

### **c) Phương trình đặc tính cơ:**

Công suất điện từ của động cơ

$$P_{dt} = 3I_2' \cdot \frac{r_2'}{s} \quad (1-20)$$

Và ta có:  $P_{dt} = M_{dt} \frac{n_1}{9,55}$  , do đó:

$$M_{dt} = \frac{3I_2' r_2'}{n_1 \frac{s}{9,55}} \quad (1-21)$$

$M_{dt}$ : 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  $\Delta M$

Phần lớn biến thành mômen quay của động cơ  $M$ .

$$M_{dt} = M + \Delta M \quad (1-22)$$

Mà  $M \gg \Delta M$ , ta có thể bỏ qua  $\Delta M$

Vậy  $M_{dt} \approx M$ , khi đó:

$$M_{dt} = M = \frac{3I_2' r_2'}{n_1 \frac{s}{9,55}} \quad (1-23)$$

Thay  $I_2'$  từ (1-19) vào (1-23) ta được:

$$M = \frac{3U_1 r_2'}{n_1 \frac{s}{9,55} \left[ \left( r + \frac{r_2'}{s} \right)^2 + (x_1 + x_2')^2 \right]} \quad (1-24)$$

Biểu thức (1-24), **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.

$$S_t = \frac{\pm r_2'}{\sqrt{r_1^2 + (x_1 + x_2')^2}} = \frac{\pm r_2'}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (1-25)$$

Ta được biểu thức momen tới hạn:

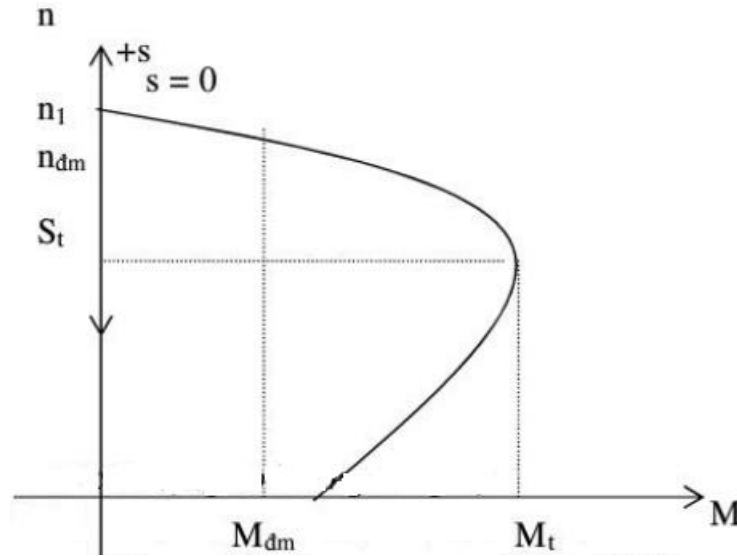
$$M_t = \frac{\pm 3U_1^2}{\frac{2n_1}{9,55} (\pm r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2})} \quad (1-26)$$

Giải các phương trình (1-24); (1-25); (1-26), và đặt:

$$\varepsilon = \frac{r_2'}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (1-27)$$

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

$$M = \frac{2M_t(1 + \varepsilon)}{\frac{s}{s_t} + \frac{s_t}{s} + 2\varepsilon} \quad (1-28)$$



Hình 1-3. Đặt 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 :

$$\text{Với } M = \frac{2M_t}{\frac{s}{s_t} + \frac{s_t}{s}} \quad (1-29)$$

$$M_t = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_1}{9,55} x_n} \quad (1-30)$$

$$s_t = \frac{r_2'}{x_n} \quad (1-31)$$

**Nhận xét:** Từ các biểu thức (1-25) và (1-26), 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.

$$s_{tF} = -\frac{r_2'}{\sqrt{r_1'^2 + x_n^2}} \quad (1-32)$$

$$M_{tF} = -\frac{3U_1}{\frac{2n_1}{9,55}(r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2})} \quad (1-33)$$

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

$$s_{td} = \frac{r_2'}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (1-34)$$

$$M_{td} = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_1}{9,55}(r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2})} \quad (1-35)$$

Khi  $r_1 \neq 0$  thì  $|StF| = |Stđ|$  còn  $|MtF| > |Mtđ|$

Ta có tỉ số

$$\lambda_M = \frac{M_t}{M_{dm}} \quad (1-36)$$

Trong đó:  $\lambda_M$  là bội số quá tải về momen chỉ ra khả năng sinh momen lớn nhất so với momen định mức của động cơ

$$M_{dm} = \frac{9500P_{dm}}{n_{dm}} \quad (1-37)$$

$M_{dm}$ : Nm

$P_{dm}$ : Kw

$n_{dm}$ : vòng/phút

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

Ở trạng thái định mức của động cơ:

$$n = n_{dm}, S = S_{dm}, M = M_{dm}$$

Phương trình đặc tính tại điểm định mức:

$$M = \frac{2M_t(1 + \varepsilon)}{\frac{s}{s_t} + \frac{s_t}{s} + 2\varepsilon} \quad (1-38)$$

$$\lambda_M = \frac{\frac{S_t}{S_{dm}} + \frac{S_{dm}}{S_t} + 2\varepsilon}{2(1 + \varepsilon)} \quad (1-39)$$

Do đó: thường đối với động cơ thì  $r_1 = r'_2$ , nên:

$$\lambda_M = \frac{\frac{S_t}{S_{dm}} + \frac{S_{dm}}{S_t} + 2S_t}{2(1 + \varepsilon)} \quad (1-40)$$

Giải phương trình bậc 2 (1-40) và xem  $r_1 \ll x_n$ , ta có độ trượt  $S_t$ :

$$S_t = S_{dm} (\lambda_M \pm \sqrt{\lambda_M^2 - 1}) \quad (1-41)$$

#### **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**

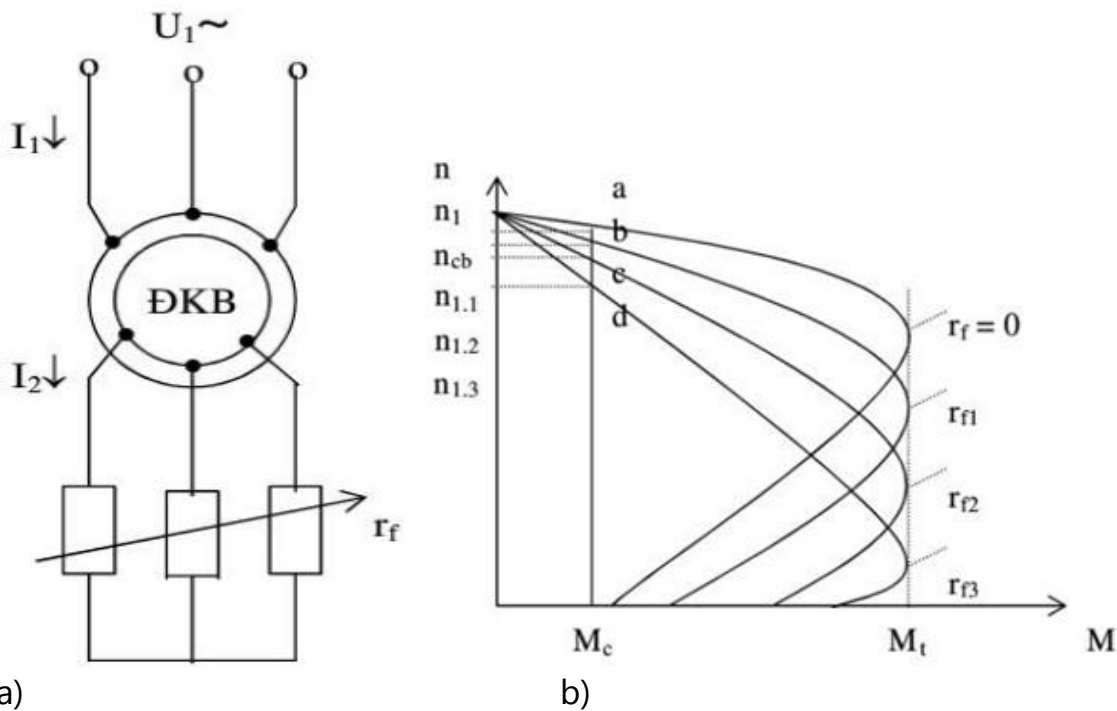


## ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG CÁCH THAY ĐỔI MẠCH TRỞ PHỤ ROTO

### 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 quấn dây.

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



a)  
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 ửở mạch roto là  $r_2$

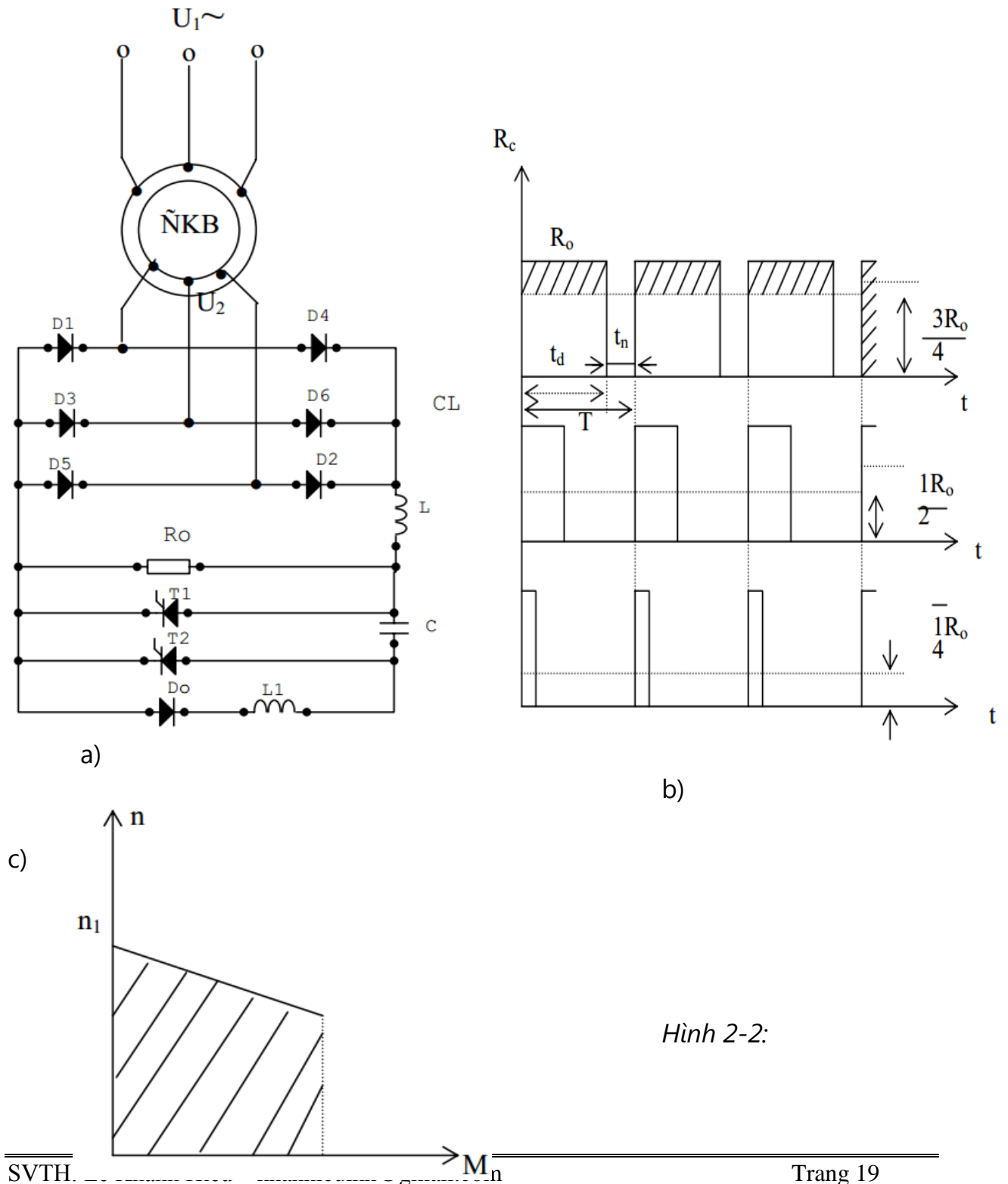
$S_i$  là độ trượt khi điện trở mạch roto là  $r_{2d}$

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

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

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  $R_0$  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  $R_0$  bị loại ra khỏi mạch, dòng điện roto tăng lên, ta có giá trị tương đương điện trở  $R_c$  và thời gian ngắt  $t_n = T - t_d$ .

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.

$$R_c = \frac{t_d}{t_d + t_n} R_0 \quad (2-6)$$

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.

$$\text{Tổn hao trong mạch roto: } \Delta P = I_d^2 (2R_{2d} + R_c) \quad (2-7)$$

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

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

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

$$\text{Với sơ đồ chỉnh lưu cầu ba pha thì: } I_d = 1,5I_2 \quad (2-9)$$

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

Khi có điện trở tính đổi, 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  $R_f = R_0 / 2$  Với sơ đồ hình 2-2, muốn mở rộng phạm vi điều chỉnh ta có thể mắc nối tiếp với điện trở  $R_0$  một tụ điện đủ lớn.

### **III.NHẬN XÉT VÀ ỨNG DỤNG**

#### **➤ 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.

➤ **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

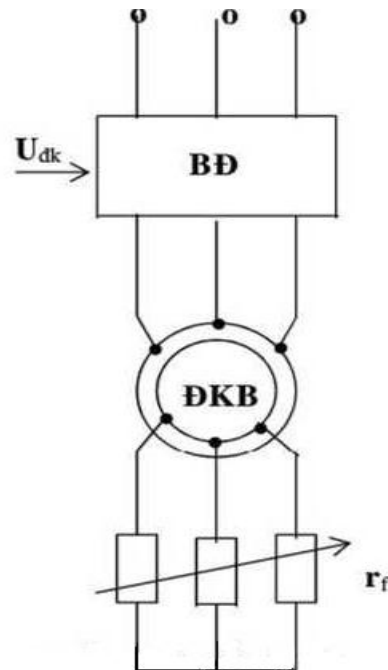
## **ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG CÁCH ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP**

### **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 3-1: Sơ đồ nguyên lý điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ

Từ hình 3-1, 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 3-2

Khi đó:

Độ trượt tới hạn giữ nguyên giá trị:

$$S_t = \frac{r'^2}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (3-1)$$

Mômen tới hạn tỉ lệ với bình phương điện áp  $U_2$

$$M_{tu} = M_t U_2^2 \quad (3-2)$$

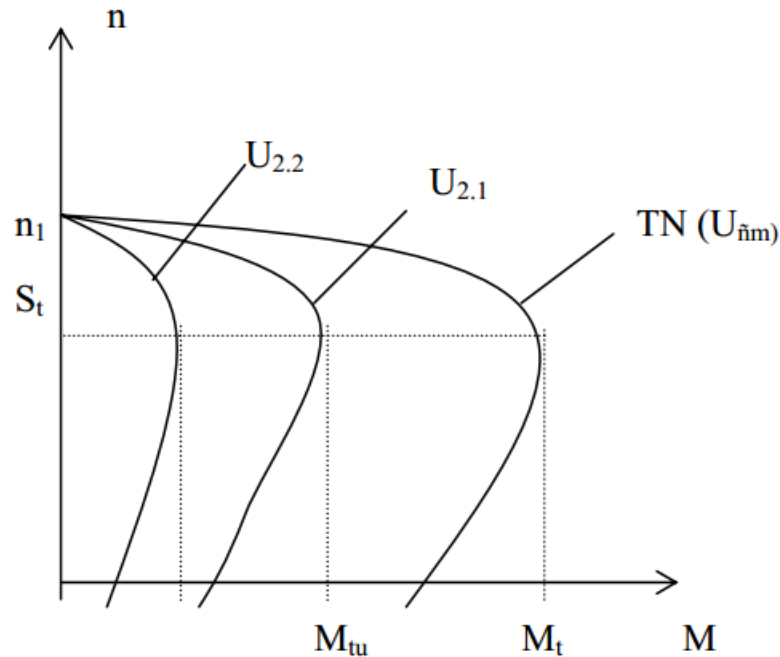
Với :

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

Trong đó :

$M_{tu}$  là mômen tới hạn của động cơ ứng với điện áp điều chỉnh .

$U_2$  là Điện áp ra của bộ biến đổi.



Hình 3-2. 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 3-1. 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:

$$\begin{aligned} M_{tu} &= M_t \cdot U_2^2 \\ S_t &= \text{Const} \end{aligned} \quad (3-4)$$

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:

$$M_t = \frac{3U_2^2}{\frac{2n_1}{9,55} \left[ (r_1 + r_b) + \sqrt{(r_1 + r_b)^2 + (x_b + x_n)^2} \right]} \quad (3-5)$$

$$S_t = \frac{r'_2 + r_f}{\sqrt{(r_1 + r_b)^2 + (x_b + x_n)^2}} \quad (3-6)$$

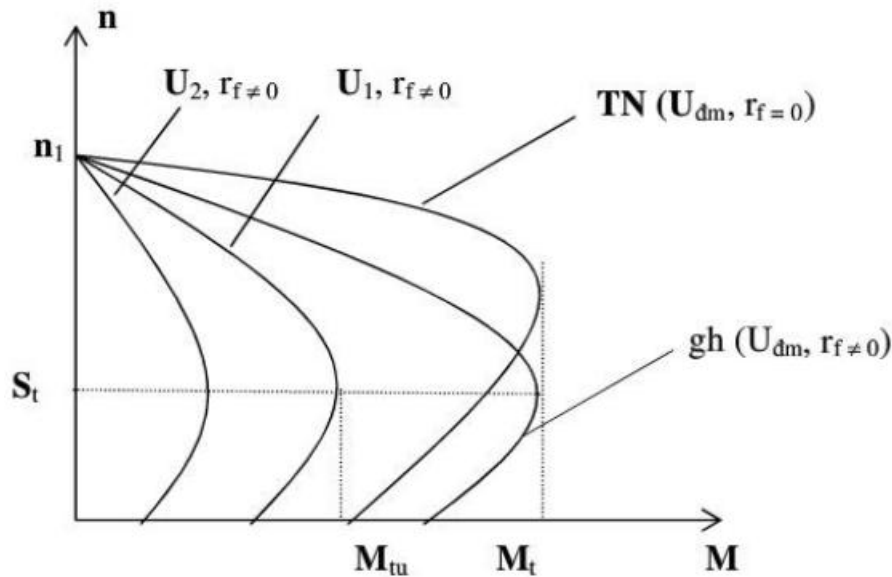
Ta được phương trình đặc tính cơ:S

$$M = \frac{2M_t(1 + \varepsilon)}{\frac{s}{s_t} + \frac{s_t}{s} + 2\varepsilon} \quad (3-7)$$

Trong đó :

$$\varepsilon = \frac{r_1 + r_b}{\sqrt{(r_1 + r_b)^2 + (x_b + x_n)^2}} \quad (3-8)$$

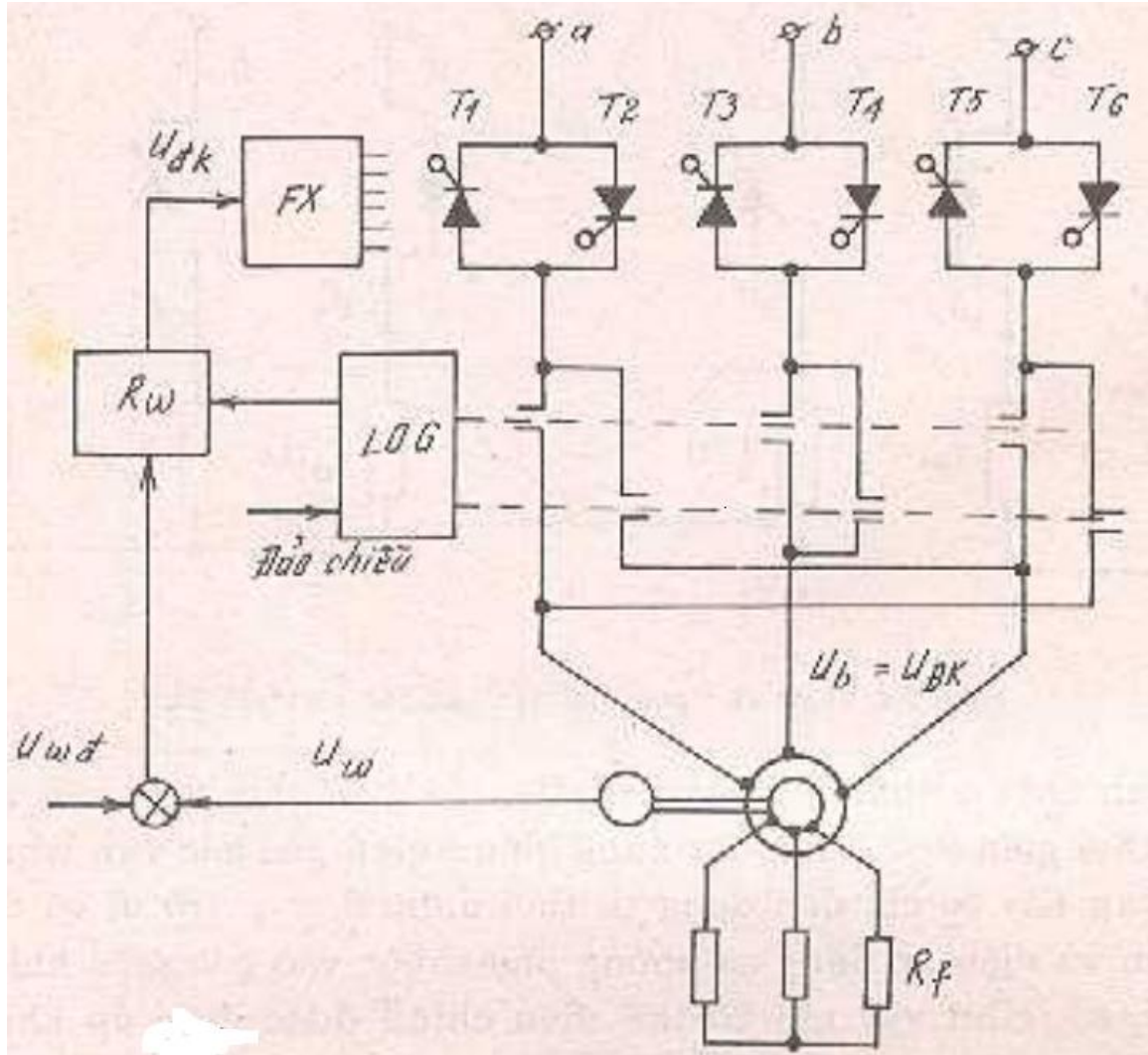
Dạng đặc tính điều chỉnh trong trường hợp này như hình 3-3:



## **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, ....



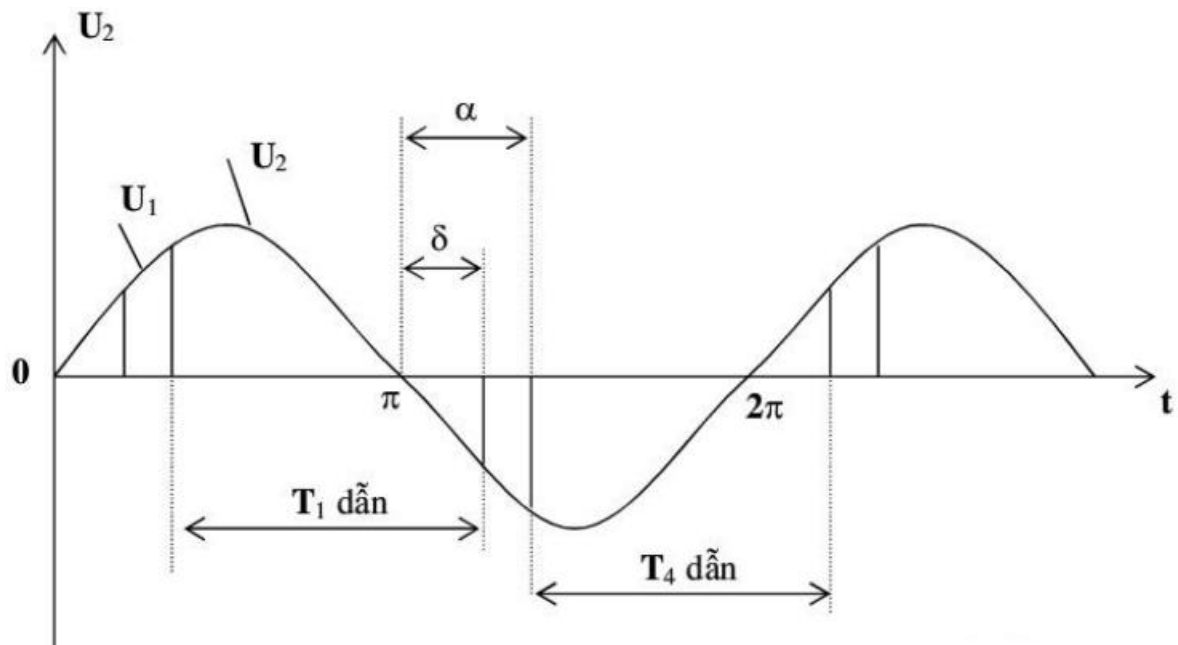


Hình 3-4. Sơ đồ nguyên lý của hệ thống dùng bộ điều chỉnh thyristor.

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 stator của động cơ  $U_2$  (điện áp ra của bộ biến đổi) là những phần của đường hình sin trên hình 3-5.

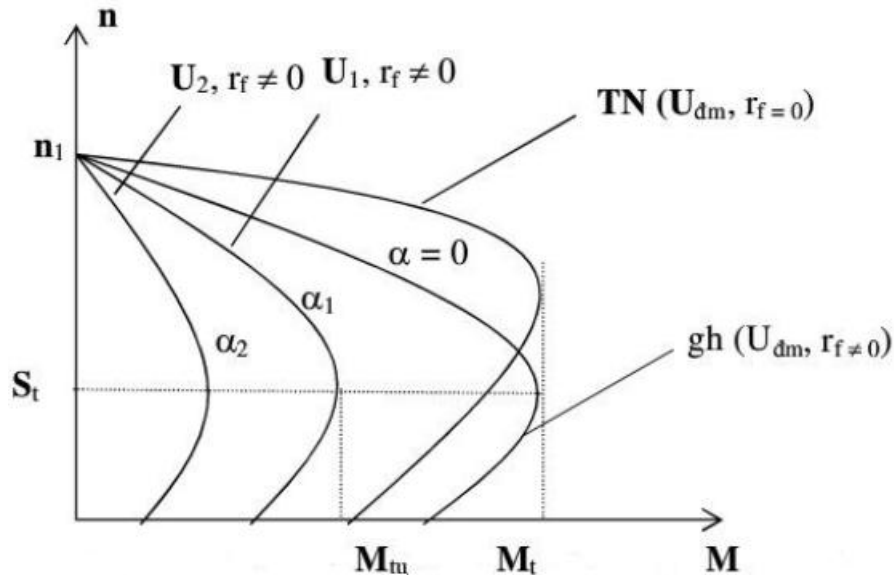


Hình 3-5: Đồ thị điện áp ra ở đầu ra của bộ điều chỉnh thyristor.

Giả thiết đường cong trên hình 3-5 là đồ thị điện áp của pha A đưa vào stato của động cơ qua hai thyristor  $T_1$  và  $T_2$ .

Nếu  $T_1$  mở ở góc  $\alpha = 0$  thì  $T_1$  sẽ dẫn cho đến thời điểm  $\pi$  do điện áp lưới dương đặt vào Anot và sau đó vẫn dẫn từ  $\pi$  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  $\delta$  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  $\alpha$  khác nhau được vẽ trên hình 3-6. Vì điện áp phụ thuộc vào góc pha  $\varphi$  nên độ trượt tới hạn của các đặc tính điều chỉnh có thể khác với độ trượt  $S_t$ .



Hình 3-6. 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 4**

### **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:

$$n_1 = \frac{60 f_1}{P} \quad (4-1)$$

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  $n = n_1(1 - S)$  (4-2), 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  $n = 0$  thì mômen tới hạn cực đại là:

$$M_t = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_1}{9,55} x_n} = \frac{3U_1^2}{2\omega_1 x_n} \quad (4-3)$$

Trong đó:

$\omega_1$  tốc độ góc đồng bộ

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

$$X_n = \omega_1 \cdot L_n \quad (4-5)$$

$$L_n = L_1 + L'_2 \quad (4-6)$$

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

$$M_t = \frac{3U_1^2 P^2}{2(2\pi)^2 f_1^2 L_n} \quad (4-7)$$

$$\text{Đặt } a = \text{const} = \frac{3P^2}{2(2\pi)^2 L_n}$$

$$\text{Ta có: } M_t = a \frac{U_1^2}{f_1^2} \quad (4-8)$$

Biểu thức (4-8) 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.

$$\lambda_M = \frac{M_t}{M_c} = \text{Const} \quad (4-9)$$

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 :

$$M_c = M_{co} + (M_{cdm} - M_{co}) \left( \frac{n}{n_{dm}} \right)^x \quad (4-10)$$

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

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

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

$X$  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:  $M_c = M_{cdm} = \text{Const}$ , **(4-10a)**

Đây là đặc tính cơ đặc trưng cho hệ thống nâng và luôn có giá trị nhất định (đường 1 trên hình 4-1).

➤  $X = 1$

Đặc tính cơ có dạng:  $M_c = a + bn$  **(4-10b)**

$M_c$  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 4-1).

➤  $X = -1$

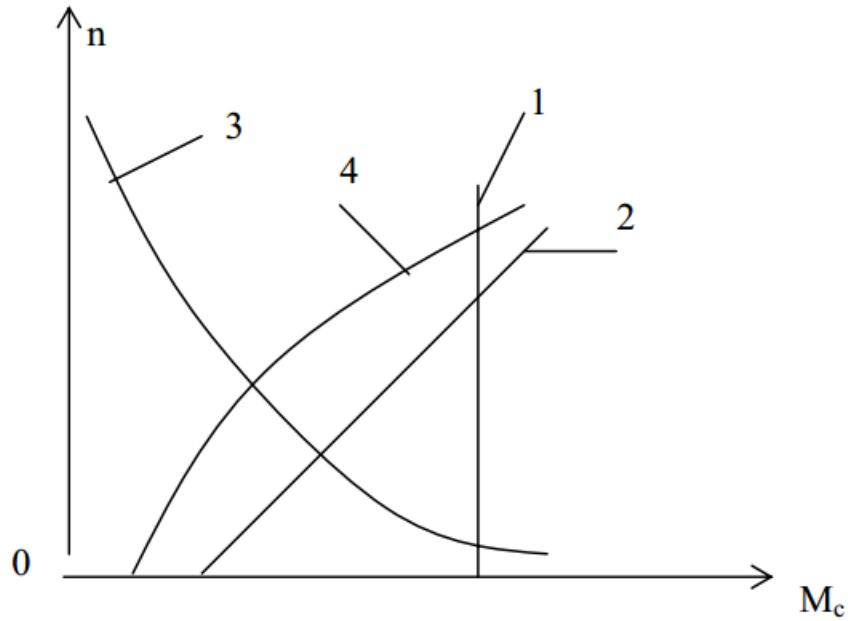
Đặc tính có dạng:  $M_c = \left( a + \frac{b}{n} \right)$  **(4-10c)**

Mômen tỉ lệ nghịch với tốc độ, đặc tính này đặc trưng cho các máy cắt kim loại (đường 3 hình 4-1)

➤  $X = 2$

Đặc tính có dạng:  $M_c = a + bn^2$  **(4-10d)**

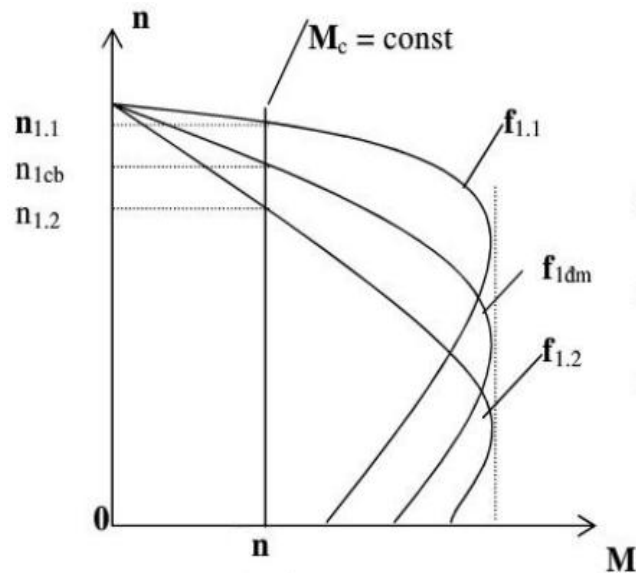
Mômen tỉ lệ với bình phương tốc độ, là đặc tính đặc trưng cho máy nén, tàu thủy,..(đường 4 hình 4-1)

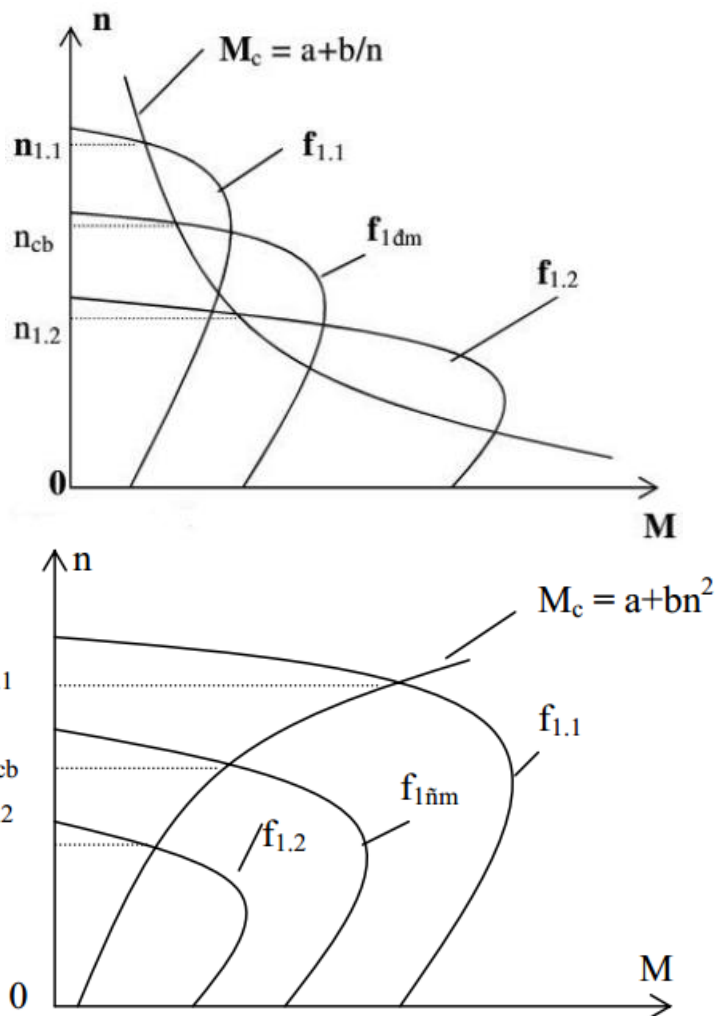


Hình 4-1: Các dạng đặc tính

Như vậy, muốn điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cách thay đổi tần số ta phải có một bộ nguồn xoay chiều có thể điều chỉnh tần số điện áp một cách đồng thời theo các quy luật như sau:

Dạng đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ khi thay đổi tần số theo quy luật điều chỉnh hình (4-2)





Hình 4-2: Các đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ khi thay đổi tần số theo quy luật điều chỉnh  $U$  và  $f$

### **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.

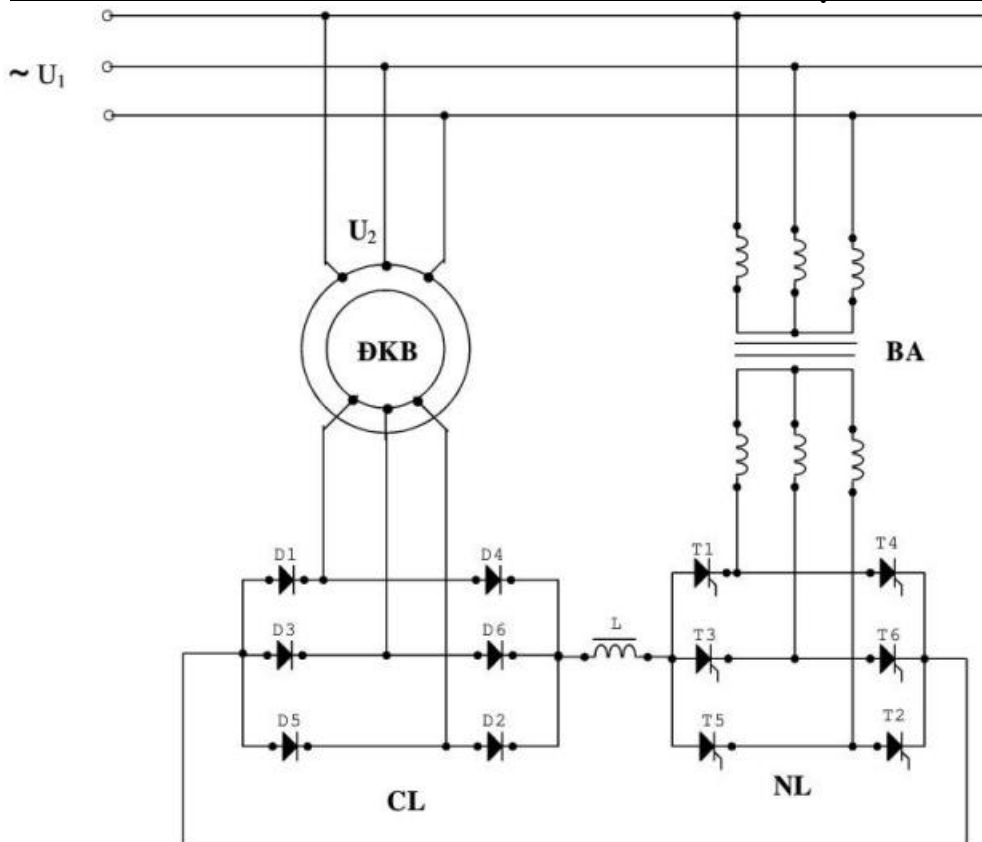
Bộ biến tần dùng máy phát đồng bộ được ứng dụng khi cần điều chỉnh tốc độ đồng thời cho

hiều động cơ.

## ❖ CHƯƠNG 5

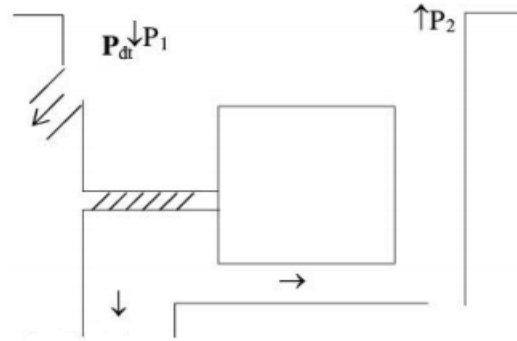
**ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG CÁCH ĐIỀU CHỈNH CÔNG SUẤT TRƯỢT**

Trong các trường hợp điều chỉnh tốc độ ĐC KĐB bằng cách làm mềm đặc tính và để nguyên tốc độ không tải lý tưởng thì công suất trượt  $\Delta P_s = S \cdot P_{\text{đt}}$  (5-1) được tiêu tán trên điện trở mạch rôto. Ở các hệ thống truyền động điện công suất lớn, tổn hao này là đáng kể. Vì thế để vừa điều chỉnh được tốc độ truyền động vừa tận dụng được công suất trượt, người ta sử dụng các sơ đồ điều chỉnh công suất trượt, gọi tắt là sơ đồ nối tầng. Có nhiều phương pháp xây dựng hệ nối tầng. Trong đề án này sử dụng phương pháp nối tầng điện dùng thyristor.

**I.KHẢO SÁT SƠ ĐỒ ĐIỀU CHỈNH CÔNG SUẤT TRƯỢT DÙNG THYRISTOR:**

a)





b)

Hình 5-1: Hệ thống nối tầng van điện

a) Sơ đồ nguyên lý

b) Biểu đồ năng lượng

Trên sơ đồ hình 5-1, 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  $\alpha$  thay đổi từ  $90^\circ$  đến  $240^\circ$ , phần còn lại dành cho góc chuyển mạch  $\gamma$ .

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:

$$U_d = U_{dn} \quad (5-2)$$

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:

$$U_d = \frac{3\sqrt{3}U_1}{\pi} \frac{n_1 - n}{n_1}$$

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.

**II. 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 phang. 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.

❖ **BÀI TẬP MINH HỌA**

Một động cơ điện không đồng bộ ba pha rôto dây quấn, đang làm việc trên đường đặc tính cơ tự nhiên với  $M_c = 23,7\text{Nm}$ . Các số liệu của động cơ như sau :

$P_{đm} = 2,2\text{KW}$  ,  $n_{đm} = 885\text{V/phút}$ ,  $\lambda \lambda_m = 2,3$ ,  $2p = 6$ ,  $I_{đm} = 12,8\text{A}$ ,  $U_{đm} = 220\text{V}$ ,  $E_2 = 135\text{V}$ .

Xác định tốc độ động cơ khi thêm vào rôto điện trở bằng  $1,5\Omega$ .

Tính  $R_f$  cần thiết thêm vào khi động cơ làm việc với tốc độ  $n = -300\text{V/phút}$ .

**Bài Giải:**

Từ công thức tính độ trượt nhân tạo  $S_{nt}$  ta có:

$$S_{nt} = S_{TN} \frac{r'_2 + R'_{f2}}{r'_2} = S_{TN} * \frac{R_2 + R_f}{r_2}$$

-Ta lại có: 
$$S_{nt} = \frac{n_o - n_{nt}}{n_o} \rightarrow n_o - n_{nt} = S_{nt} * n_o$$

$$\begin{aligned} \rightarrow n_{nt} &= -S_{nt} \cdot n_o + n_o \\ &= n_o (-S_{nt} + 1) \end{aligned}$$

và 
$$S_m = \frac{n_o - n_m}{n_o}$$

Mà 
$$n_o = \frac{60f}{p} = 1500 \text{ vòng/phút}$$
 và  $M_{đm} = 23,7\text{Nm}$

Vậy  $M_{đm} = M_c = 23,7 \text{ Nm}$

Nên  $n_A = n_{đm} = n_{TN} = 885\text{Vòng/phút}$

$$\rightarrow S_{TN} = 0,41$$

Điện trở của rôto là:

$$R_2 = \frac{E_{2dm}}{\sqrt{3}I_2} = \frac{135}{\sqrt{3} \cdot 12,8} = 6,12$$

$$S_{NT} = 0,51 \rightarrow n_{nt} = 1500(-0,51 + 1) = 735 \text{ vòng/phút}$$

Khi  $n = -300$  vòng/phút  $\rightarrow$  giá trị  $R_f$  là:

Ta có: 
$$n_{nt} = n_o (-S_{nt} + 1)$$

$$-300 = 1500(-S_{nt} + 1)$$

$$-0,2 = -S_{nt} + 1$$

$$\rightarrow S_{nt} = 1,2$$

Vậy: 
$$S_{nt} = S_{TN} \frac{r_2 + R_f}{r_2}$$

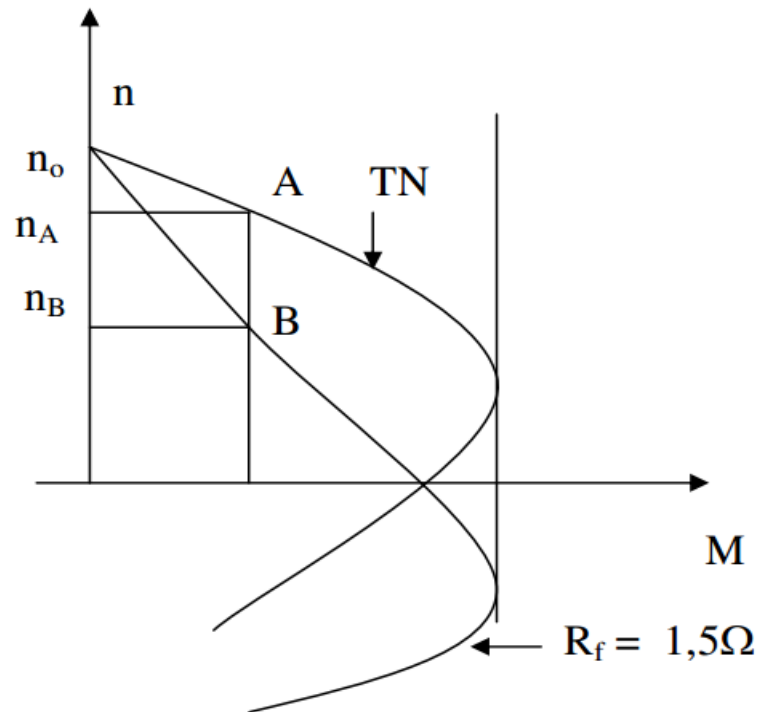
$$1,2 = 0,41 \frac{6,1 + R_f}{6,1}$$

$$6,1 * 2,92 = 6,1 + R_f$$

$$17,85 = 6,1 + R_f$$

$$\rightarrow R_f = 11,75\Omega$$

Sơ đồ đặc tính cơ:



### ❖ KẾT LUẬN

Qua 8 tuần làm đề tài và dưới sự hướng dẫn tận tình của thầy Nguyễn Vinh Quan, em đã thực hiện hoàn thành xong đề tài. Tuy nhiên do thời gian có hạn và trình độ còn hạn chế nên còn nhiều thiếu sót, chất lượng của đề tài không cao.

Trong đề tài chỉ nói đến bốn phương pháp điều chỉnh tốc độ ĐC KĐB, còn vài phương pháp chưa được đề cập vào. Bài tập còn ít và chưa được phong phú. Nếu thời gian dài hơn, em xin trình bày hết năng lực, tất cả nội dung còn thiếu nhằm tạo thêm sự phong phú cho đề tài.

Em mong rằng sẽ luôn nhận được sự hướng dẫn tận tình của quý thầy cô và đặc biệt là thầy Nguyễn Vinh Quan đã giúp Em hoàn thành tốt tập Đồ Án này.

Một lần nữa em xin chân thành cảm ơn sự hướng dẫn tận tình của các thầy, cô bộ môn.

**❖ TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Truyền động điện. NXB KH – KT Hà Nội 1994  
BÙI QUỐC KHÁNH - NGUYỄN VĂN LIỄN - NGUYỄN THỊ HIỀN
2. GT Truyền Động Điện Tự Động. ĐH SPKT TP.HCM 1989  
NGUYỄN DƯ XỨNG
3. GT Máy Điện. ĐH SPKT TP. HCM 2005  
NGUYỄN TRỌNG THẮNG-TRẦN PHI LONG
4. GT Điện Tử Công Suất. ĐH SPKT TPHCM 2007  
HOÀNG NGỌC VĂN

