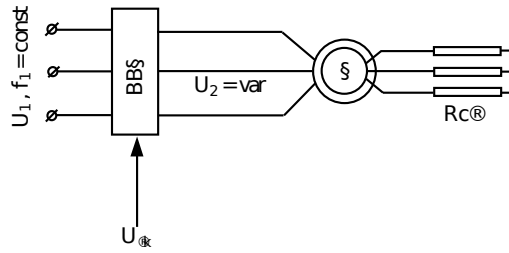


§3.3 . Điều chỉnh tốc độ động cơ điện không đồng bộ ba pha để xem toàn bộ các trang

3.3.1 Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng phương pháp thay đổi điện áp

1. Sơ đồ nguyên lý điều chỉnh

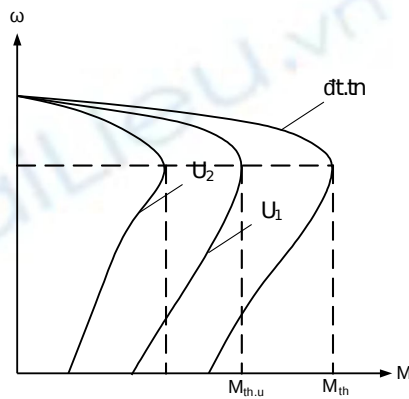
Để điều chỉnh điện áp ta dùng bộ biến đổi BD có tín hiệu điện áp ra thay đổi theo tín hiệu điều khiển như sơ đồ nguyên lý sau



2. Đặc tính cơ trong điều chỉnh

a. Nếu bỏ qua tổng trở nguồn và không dùng điện trở phụ trong mạch ro to

- Điện áp nguồn thay đổi ta thu được một họ đặc tính điều chỉnh có độ trượt tới hạn giữ nguyên còn  $M_{th}$  thay đổi tỉ lệ với  $U^2$



Như vậy những đường đặc tính điều chỉnh này có đoạn làm việc ngắn , độ cứng thấp và  $M_{th}$  giảm nhanh khi điện áp giảm

Để cải thiện đặc tính điều chỉnh và làm giảm mức phát nóng của máy điện người ta nối thêm một điện trở  $R_{cd}$  vào mạch ro to . Khi điện áp đặt vào stato là định mức thì ta thu được đặc tính mềm hơn đặc tính tự nhiên, ta gọi nó là đường đặc tính giới hạn

$$s_{thgh} = s_{th} \cdot \frac{R_2 + R_{cd}}{R_2} \quad M_{thgh} = M_{th}$$

$M_{thgh}, s_{thgh}$  : mô men và độ trượt tới hạn giới hạn của đặc tính giới hạn

$M_{th}, s_{th}$  : mô men và độ trượt tới hạn của đặc tính tự nhiên

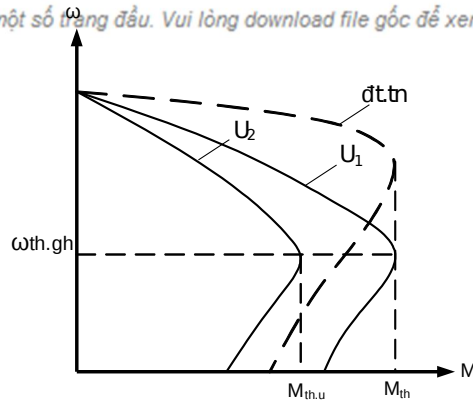
Khi điện áp đặt vào khác định mức , mô men tới hạn  $M_{th,u}$  sẽ thay đổi tỉ lệ với bình phương điện áp còn độ trượt tới hạn  $s_{th,u}$  thì không đổi

$$M_{th,u} = M_{thgh} \left( \frac{U}{U_{dm}} \right)^2 = M_{thgh} \cdot U^{*2}$$

$$s_{th,u} = s_{thgh} = const$$

Dựa vào đặc tính giới hạn  $M_{gh}(s)$  ta suy ra đặc tính điều chỉnh ứng với giá trị  $U$  cho trước nhờ quan hệ  $M_u = M_{gh} \cdot U^{*2}$

Các đường đặc tính điều chỉnh sẽ có dạng như sau:



**b. Nếu tính đến cả tổng trở nguồn**

Trường hợp đơn giản ta xét bộ biến đổi có điện trở  $R_b$ , điện kháng  $X_b$  và các thông số này không phụ thuộc vào điện áp  $U$  đặt vào động cơ, khi đó ta có

$$s_{thgh} = \frac{R_2 + R_{cd}}{\sqrt{(R_{1t} + (X_{1t} + X_2))^2}}$$

$$M_{thgh} = \frac{3U^2}{2\omega_0 [R_{1t} + \sqrt{R_{1t}^2 + (X_{1t} + X_2)^2}]} = M_{th} \frac{R_1 + \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2)^2}}{R_{1t} + \sqrt{R_{1t}^2 + (X_{1t} + X_2)^2}}$$

Trong đó  $R_{1t} = R_1 + R_b$ ;  $X_{1t} = X_1 + X_b$

Phương trình đặc tính cơ của đường đặc tính giới hạn sẽ là

$$M_{gh} = \frac{2M_{thgh}(1 + a's_{thgh})}{\frac{s}{s_{thgh}} + \frac{s_{thgh}}{s} + 2a's_{thgh}}$$

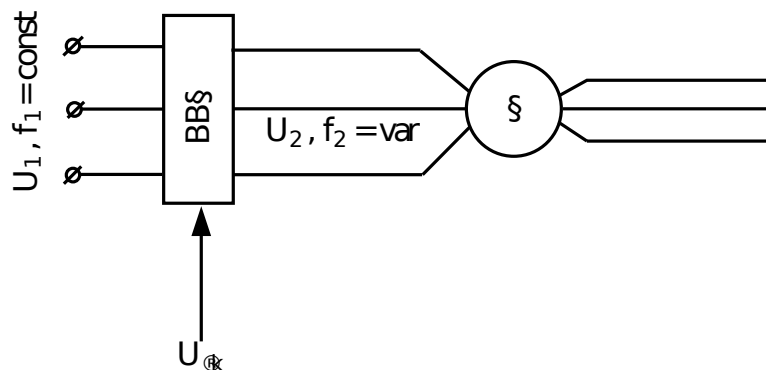
với  $a' = \frac{R_{1t}}{R_2 + R_{cd}}$

**3.3.2 Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng phương pháp thay đổi tần số nguồn  $f_1$**

**1. Khái niệm chung**

Xuất phát từ biểu thức  $\omega = \omega_0(1-s) = \frac{2\pi f_1}{p}(1-s)$ , ta nhận thấy khi thay đổi tần số  $f_1$  ta cũng có thể thay đổi được tốc độ của động cơ không đồng bộ.

Ta có sơ đồ điều chỉnh như sau :



Do máy điện được thiết kế để làm việc với một tần số nhất định nên việc thay đổi tần số sẽ làm ảnh hưởng đến chế độ công tác của máy điện.

$$\dot{E}_1 = C\Phi f_1 = \dot{U}_1 - I_1 Z_1$$

$$C\Phi f_1 \approx \dot{U}_1 \Rightarrow \Phi = \frac{\dot{U}_1}{C f_1} = C' \frac{\dot{U}_1}{f_1}$$

Nếu điện áp  $U_1 = \text{const}$  thì khi tần số  $f_1$  tăng thì từ thông  $\Phi$  sẽ giảm do đó sẽ dẫn đến hiện tượng giảm mô men trong máy. Để giữ cho mô men không đổi thì ta phải tăng dòng điện. Như vậy động cơ sẽ bị quá tải về điện

Nếu ta giảm tần số  $f_1$  thì từ thông  $\Phi$  sẽ tăng lên, điều này sẽ làm đốt nóng lõi thép và làm cho hiện tượng bão hoà từ trong máy tăng lên

Như vậy đối với phương pháp thay đổi tần số thì khi điều chỉnh tần số thì ta cũng phải thay đổi  $U_1$  cho phù hợp nhằm mục đích giữ cho  $\Phi$  là không đổi

## 2. Quy luật thay đổi tần số

Khi tiến hành điều chỉnh nếu ta giữ cho hệ số quá tải về mô men là một hằng số thì chế độ làm việc của máy điện sẽ luôn được duy trì ở mức tối ưu như khi làm việc với tải định mức

Như vậy khi điều chỉnh ta cần phải luôn thoả mãn điều kiện:  $\lambda = \frac{M_{th}}{M_c} = \text{const}$

Nếu coi  $r_1 \approx 0$  từ biểu thức của  $M_{th}$  ta có

$$M_{th} \approx \frac{3U_1^2}{2\omega_0(x_1 f_1 + x_2' f_1)} = \frac{3U_1^2}{\frac{4\pi}{p}(C_1 + C_2') f_1^2}$$

Trong đó ta đã thay thế  $\omega_0 = \frac{2\pi f_1}{p}$

Hệ số quá tải về mô men của động cơ được xác định đưa vào  $M_{th}$  và  $M_c = f(\omega)$

$$\lambda = \frac{M_{th}}{M_c} = \frac{3U_1^2}{\frac{4\pi}{p}(C_1 + C_2') f_1^2 \cdot M_c(\omega)} = A \cdot \frac{U_1^2}{f_1^2 \cdot M_c(\omega)}$$

Thay thế  $M_c = f(\omega)$  bằng phương trình đặc tính cơ dạng gần đúng của máy sản xuất và coi

$$\omega \approx \omega_0 = \frac{2\pi f_1}{p} \Rightarrow M_c(\omega) = M_{c.dm} \cdot \omega^x = M_{c.dm} \frac{(2\pi)^x}{p^x} \cdot f_1^x = B \cdot f_1^x$$

Như vậy ta có  $\lambda = \frac{M_{th}}{M_c} = \frac{A}{B} \cdot \frac{U_1^2}{f_1^{(2+x)}}$  và viết biểu thức  $\lambda$  cho trường hợp làm việc ở các thông

số định mức và trong trường hợp  $U_1, f_1$  bất kỳ và thoả mãn điều kiện  $\lambda = \text{const}$  lúc đó ta có

$$\frac{U_{1dm}^2}{f_1^{(2+x)}} = \frac{U_1^2}{f_1^{(2+x)}} \Rightarrow \frac{U_1^2}{U_{1dm}^2} = \frac{f_1^{(2+x)}}{f_1^{(2+x)}}$$

Từ đó ta rút ra quy luật biến đổi của điện áp  $\frac{U_1}{U_{1dm}} = \sqrt{\frac{f_1^{(2+x)}}{f_{1dm}^{(2+x)}}}$  hoặc  $U_1^* = \sqrt{f_1^{*(2+x)}}$

Vậy điện áp stato phải thay đổi phụ thuộc tần số và đặc tính phụ tải. Cho x các giá trị khác nhau ta sẽ có những quy luật biến đổi khác nhau của điện áp. Ta có bảng biểu diễn quy luật:

Loại tải	X	Quy luật điều chỉnh
Kiểu máy tiện	-1	$\sqrt{f_1^*}$
Kiểu máy nâng	0	$f_1^*$
Ma sát nhớt	1	$\sqrt{f_1^{*3}}$
Quạt gió	2	$f_1^{*2}$

## 3. Các đặc tính điều chỉnh

Đặc tính cơ của động cơ khi điều chỉnh tần số không những phụ thuộc vào  $f_1$  mà còn phụ thuộc vào quy luật thay đổi điện áp, nghĩa là phụ thuộc vào đặc tính tải

Khi sử dụng quy luật điều chỉnh điện áp gần đúng thì mô men tới hạn của đặc tính điều chỉnh cũng được xác định gần đúng . Khi tần số và điện áp là định mức thì mô men tới hạn sẽ là

$$M_{th.dm} = \frac{3U_{1dm}^2}{\frac{4\pi}{p} f_{1dm}^2 (C_1 + C_2')}$$

So sánh với  $M_{th}$  ta có  $M_{th} = M_{th.dm} \frac{U_1^{*2}}{f_1^{*2}}$  và thay  $U_1^*$  bằng quy luật biến thiên vừa xác định được

ta sẽ có  $M_{th} = M_{th.dm} f_1^{*x}$

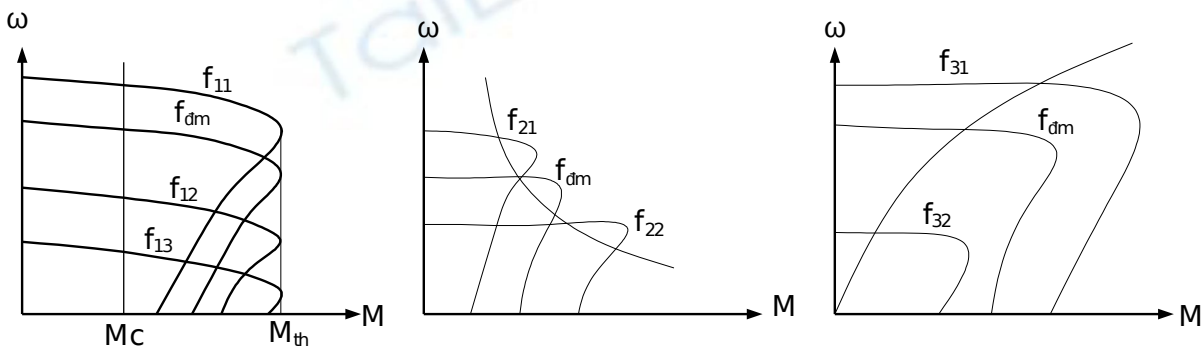
Độ trượt tới hạn được xác định theo biểu thức gần đúng  $s_{th} = \frac{R_2'}{C_1 f_1^* + C_2' f_1^*} = \frac{s_{th.dm}}{f_1^*}$

Trong đó  $s_{th.dm}$  là độ trượt tới hạn của đặc tính cơ tự nhiên.

Như vậy khi biết số liệu của đặc tính tự nhiên và đặc tính cơ của máy sản xuất ta có thể xác định được  $M_{th}$  và  $s_{th}$  của động cơ tại bất kỳ tần số nào . Cuối cùng sử dụng phương trình:

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

ta sẽ dựng được đặc tính cơ điều chỉnh . Dưới đây trình bày dạng các đường đặc tính cơ ứng với các phụ tải khác nhau .



Trên thực tế họ đặc tính này đều thỏa mãn điều kiện  $\lambda = \frac{M_{th}}{M_c} = const$

- Trong thực tế , do ta bỏ qua giá trị  $R_1$  nên ở những miền tần số thấp mô men tới hạn có sự sai khác đáng kể so với giá trị tính toán . Ở những miền tần số cao thì điện kháng từ hoá  $x_{\mu} \gg R_1$  nên ta có thể bỏ qua còn khi tần số điều chỉnh thấp thì giá trị  $R_1$  không thể bỏ qua được nên kết quả tính toán sẽ không chính xác . Hệ số quá tải thực tế bị giảm đáng kể trong miền này .

- Độ cứng của đặc tính cơ cũng phụ thuộc vào tần số điều chỉnh và đặc tính của mô men cản . Để đơn giản trong tính toán ta coi đoạn làm việc của đặc tính cơ là đường thẳng và có phương trình

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

Khi đó độ cứng của nó sẽ được xác định theo phương trình

$$\beta = -\frac{1}{\omega_0} \frac{2M_{th}}{s_{th}}$$

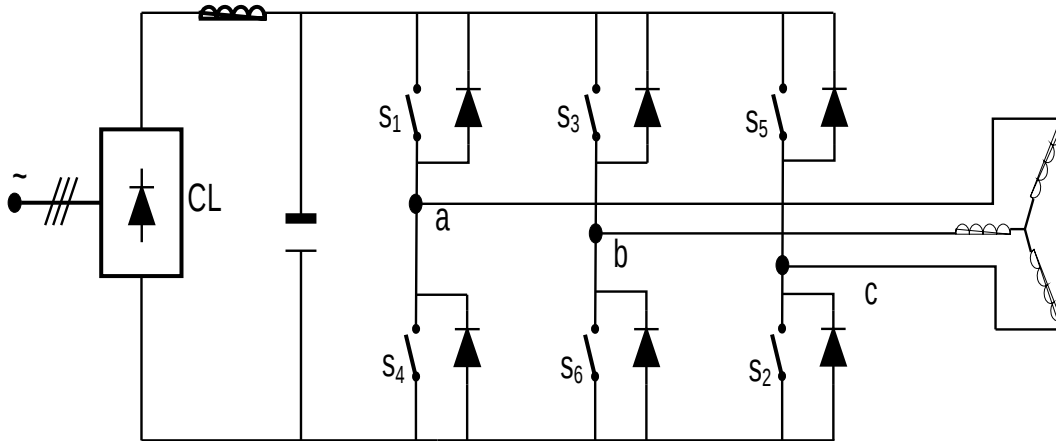
Thay các giá trị của  $M_{th}$  và  $s_{th}$  vào ta có các đặc tính điều chỉnh tương ứng

### 3.3.3 Biến tần bán dẫn làm việc với động cơ không đồng bộ

Trong công nghiệp có 2 loại biến tần chính là biến tần nguồn áp và nguồn dòng . Biến tần nguồn áp được sử dụng rộng rãi hơn . Đối với động cơ không đồng bộ thì động cơ lồng sóc có kết cấu vững chắc , chi phí bảo dưỡng ít hơn nên được ưu tiên sử dụng.

## I. Chuyển mạch của biến tần nguồn áp cho động cơ không đồng bộ ba pha

Sơ đồ mạch động lực của một biến tần nguồn áp như sau :



Hình 1

Một bộ biến tần bao gồm các khối chức năng chính như : Khối chỉnh lưu , mạch lọc và nghịch lưu độc lập nguồn áp . Nghịch lưu độc lập nguồn áp bao gồm 06 khoá bán dẫn  $S_1 \dots S_6$  điều khiển hoàn toàn và 06 diot nối song song ngược với các khoá bán dẫn

Nguyên lý của việc tạo điện áp xoay chiều ba pha đối với một bộ biến tần nguồn áp được chỉ ra trên đồ thị (Hình 2)

Đồ thị mô tả qui luật chuyển mạch của các khoá bán dẫn để tạo thành điện áp xoay chiều ba pha , mỗi khoá dẫn trong khoảng một nửa chu kỳ chuyển mạch . Điện áp dây của nghịch lưu có dạng xung chữ nhật với độ rộng xung là  $2/3$  chu kỳ và thoả mãn điều kiện phân tích thành chuỗi điều hoà .

$$U_{ab}(t) = \frac{2\sqrt{3}}{\pi} U_d \sum_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{k} \sin\left(k\omega_e t + \frac{k\pi}{6}\right)$$

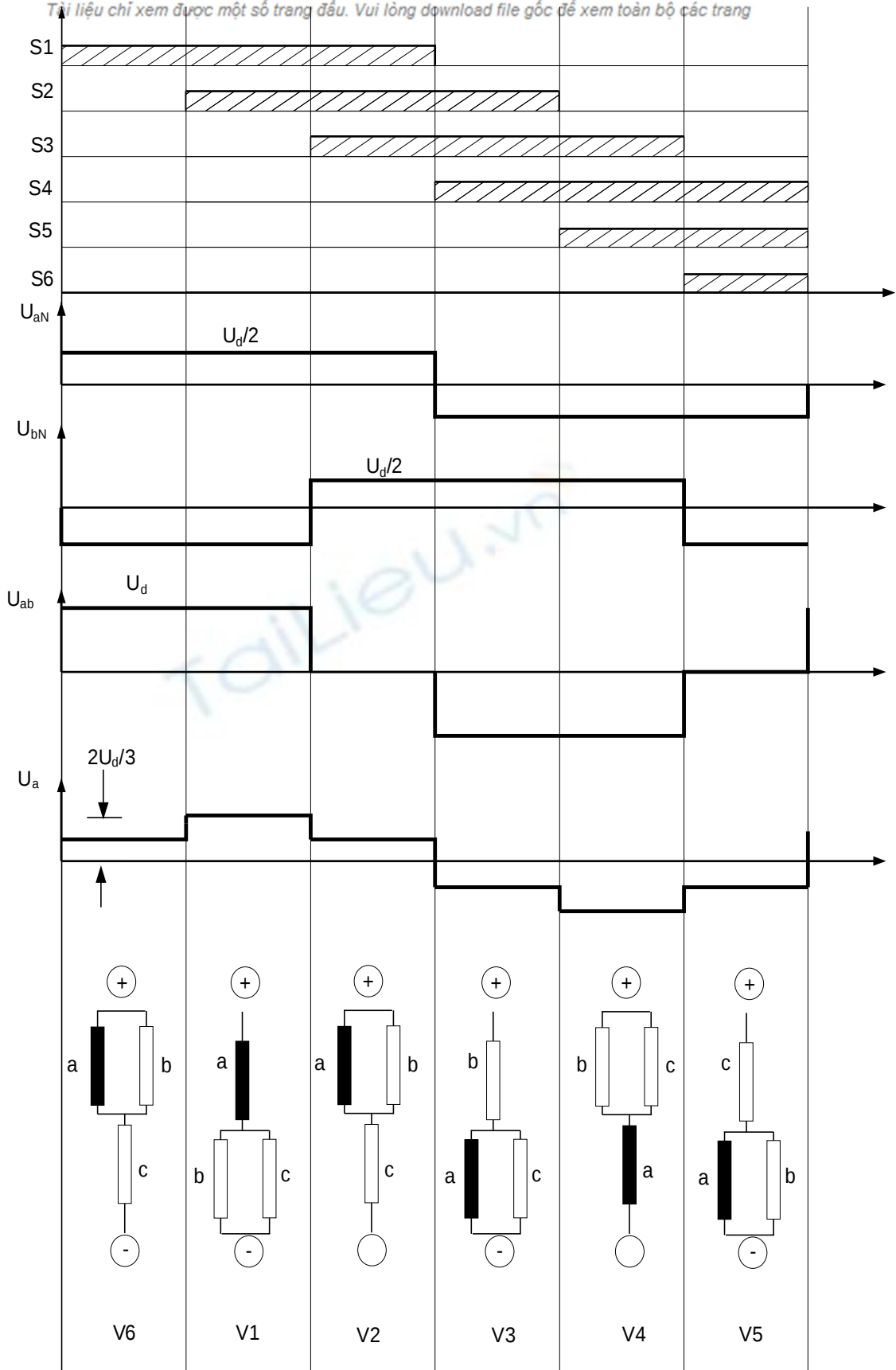
Trong đó  $k = 1..6c$  ;  $c = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$  ,  $\omega_e = 2\pi/3$  . Giá trị hiệu dụng của chuỗi điều hoà là

$$U_{ab} = 0,816U_d$$

Thành phần sóng điều hoà bậc 1 có biên độ được xác định như sau :

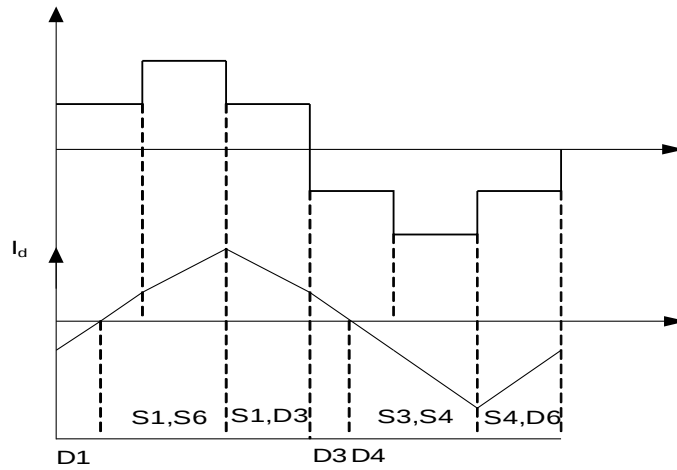
$$U_{abm}^1 = \frac{2\sqrt{3}}{\pi} U_d = 1,103U_d$$

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang



Hình 2

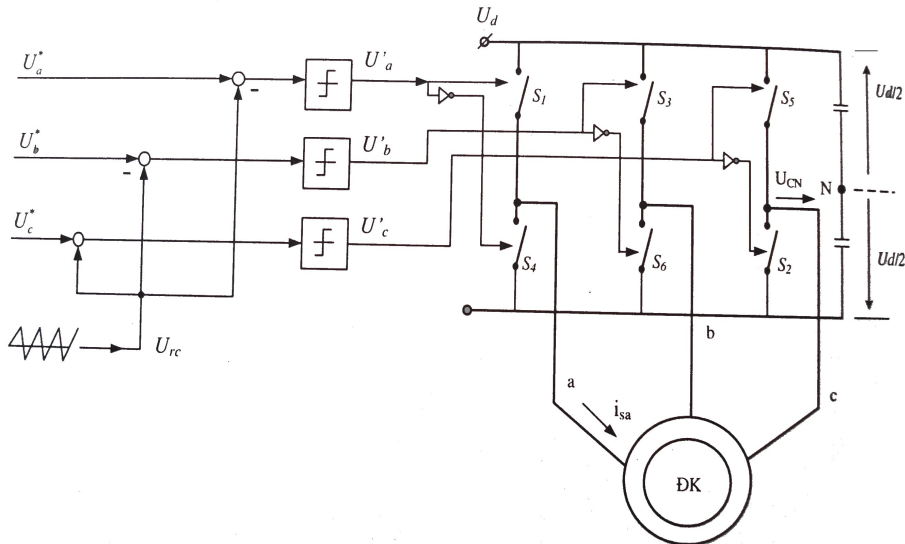
Đồ thị điện áp pha và dòng điện pha có dạng như sau



Hình 3

Dạng điện áp và dòng điện này không phù hợp với động cơ không đồng bộ, mặt khác biên độ điện áp là cố định và không điều chỉnh được nên trong các bộ biến tần phải thực hiện các thuật toán điều chế

Ta có logic chuyển mạch đơn giản như trên hình vẽ



Hình 4

Điện áp pha có dạng bậc thang và dòng điện có dạng không sin việc cải thiện đặc tính ra của biến tần phụ thuộc vào hai yếu tố chính:

- + Điều chỉnh giá trị điện áp
- + Tối thiểu hoá các thành phần sóng hài

## II. Các phương án để thực hiện các yêu cầu này như sau:

### 1. Phương pháp điều chế độ rộng xung (PWM)

Trong biến tần nguồn áp 3 pha cùng một lúc có ba van mạch lực dẫn dòng, các tín hiệu đặt mang thông về điện áp ba pha gọi là các sóng sin chuẩn  $U_a^*, U_b^*, U_c^*$  được so sánh với sóng mang  $U_{rc}$  có dạng răng cưa tam giác lưỡng cực. Đầu ra của các bộ so sánh  $U'_a$  điều khiển các van  $S_1$  và  $S_4$ ,  $U'_b$  điều khiển các van  $S_3$  và  $S_6$ ,  $U'_c$  điều khiển các van  $S_5$  và  $S_2$ . Chuyển mạch như trên tạo ra

điện áp pha có 6 bước trong một chu kỳ với biên độ của sóng bậc 1  $U_{1.6b} = \frac{2U_d}{\pi}$

Nếu như thành phần sóng bậc một là  $U_1$  thì chỉ số điều chế được xác định như sau:

$$m = \frac{U_1}{U_{1.6b}}$$