

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**



ISO 9001:2015

**THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP DÒNG
XOAY CHIỀU 3 PHA KHÔNG TIẾP ĐIỂM CẤP
ĐIỆN CHO ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ
RÔ TO LỒNG SÓC 10KW**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP**

HẢI PHÒNG - 2019

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG



ISO 9001:2015

**THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP DÒNG
XOAY CHIỀU 3 PHA KHÔNG TIẾP ĐIỂM CẤP
ĐIỆN CHO ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG
BỘ RÔ TO LỒNG SÓC 10KW**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP**

Sinh viên: Trần Quang Huy

Người hướng dẫn: GS. TSKH. Thân Ngọc Hoàn

HẢI PHÒNG - 2019

Cộng hoà xã hội chủ nghĩa Việt Nam

Độc lập – Tự Do – Hạnh Phúc

-----o0o-----

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên : Trần Quang Huy - MSV : 1412102073

Lớp : ĐC 1802- Ngành Điện Tự Động Công Nghiệp

Tên đề tài : Thiết kế bộ điều chỉnh điện áp dòng xoay chiều 3 pha không tiếp điểm cấp điện cho động cơ điện không đồng bộ rô to lồng sóc 10Kw

CHƯƠNG 1

MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

1.1. MỞ ĐẦU

Động cơ điện không đồng bộ do có kết cấu đơn giản, làm việc chắc chắn, sử dụng và bảo quản thuận tiện, giá thành rẻ nên được sử dụng rộng rãi.

Động cơ điện không đồng bộ rôto lồng sóc có cấu tạo đơn giản nhất (nhất là loại rôto lồng sóc đúc nhôm) nên chiếm một số lượng khá lớn trong loại động cơ điện công suất vừa và trung bình. Nhược điểm của loại này là điều chỉnh tốc độ khó khăn và dòng khởi động lớn. Để khắc phục nhược điểm này người ta đã chế tạo ra động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc nhiều tốc độ và dùng rôto rãnh sâu, lồng sóc kép để hạ dòng điện khởi động, đồng thời tăng mômen khởi động lên.

Động cơ không đồng bộ rôto dây quấn có thể điều chỉnh được tốc độ trong một chừng mực nhất định, có thể tạo một mômen khởi động lớn mà dòng điện khởi động không lớn lắm, nhưng chế tạo có khó khăn hơn rôto lồng sóc, do đó giá thành cũng cao hơn và bảo quản khó khăn hơn.

Động cơ điện không đồng bộ được sản xuất theo kiểu bảo vệ IP23 và kiểu kín IP44. Những động cơ điện theo cấp bảo vệ IP23 dùng quạt gió hướng tâm đặt ở hai đầu của rôto động cơ điện. Trong các rôto lồng sóc đúc nhôm thì cánh quạt nhôm được đúc trực tiếp lên vành ngắn mạch. Loại động cơ điện theo cấp bảo vệ IP44 thường nhờ vào cánh quạt ở ngoài vỏ máy để thổi gió ở mặt ngoài vỏ máy, do đó tản nhiệt có kém hơn loại IP23 nhưng bảo dưỡng máy có dễ dàng hơn.

1.2. Phân loại

- Theo kết cấu của vỏ động cơ không đồng bộ có các loại sau:

- + Kiểu hở
- + Kiểu kín
- + Kiểu bảo vệ

- Theo kết cấu của rôto động cơ không đồng bộ có các loại sau:

- + Rôto kiểu dây quấn
- + Rôto kiểu lồng sóc
- Theo số pha trên dây quấn stato có các loại sau:
 - + Một pha
 - + Hai pha
 - + Ba pha

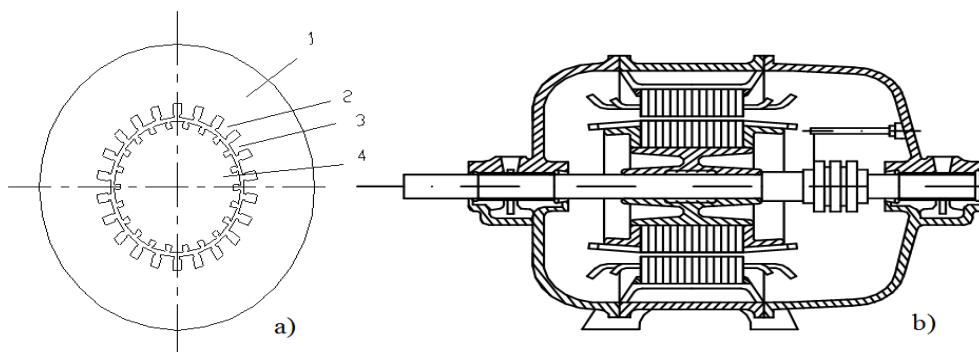
1.3. Cấu tạo của máy điện không đồng bộ

1.3.1. Mạch từ máy điện dị bộ (không đồng bộ)

Máy điện không đồng bộ cũng gồm 2 phần cơ bản: phần quay (rô-to) và phần tĩnh (stato). Giữa phần tĩnh và phần quay là khe hở không khí. Dưới đây chúng ta nghiên cứu từng phần riêng biệt.

1.3.1.1. Mạch từ của stato

Mạch từ của stato được ghép bằng các lá thép điện kỹ thuật có chiều dày khoảng 0,3-0,5mm, được cách điện 2 mặt để chống dòng Fucô. Lá thép stato có dạng hình vành khăn (hình 1.1), phía trong được đục các rãnh. Để giảm dao động từ thông, số rãnh stato và rô to không được bằng nhau.



Hình 1.1: a) Lá thép stato và rô to máy điện dị bộ: 1) Lá thép stato, 2) Rãnh, 3) Rãnh, 4) Lá thép rô to; b) Mặt cắt dọc máy dị bộ

Ở những máy có công suất lớn, lõi thép được chia thành từng phần (section) giữa các phần là rãnh làm mát nhằm tăng khả năng làm mát của mạch từ. Các lá thép được ghép lại với nhau thành hình trụ. Mạch từ được đặt trong vỏ máy.

Vỏ máy được làm bằng gang đúc hay thép. Để tăng diện tích tản nhiệt, trên vỏ máy có đúc các gân tản nhiệt. Ngoài vỏ máy còn có nắp máy, trên nắp máy có giá đỡ ổ bi. Tùy theo yêu cầu mà vỏ máy có đế để gắn vào bệ máy hay nền nhà hoặc vị trí làm việc. Trên đỉnh có gắn một vòng tròn để móc cáp giúp di chuyển thuận tiện. Trên vỏ máy gắn hộp đấu dây.

1.3.1.2 Mạch từ của rô to

Giống như mạch từ stato, mạch từ rô to cũng gồm các lá thép điện kỹ thuật cách điện đối với nhau có hình như hình 1.1. Rãnh của rô to có thể song song với trục hoặc nghiêng đi một góc nhất định nhằm giảm dao động từ thông và loại trừ một số sóng bậc cao. Các lá thép điện kỹ thuật được gắn với nhau thành hình trụ. Ở tâm lá thép mạch từ được đục lỗ để xuyên trục, rô to gắn trên trục. Ở những máy có công suất lớn, rô to còn đục các rãnh thông gió dọc thân rô to.

Ngoài loại cấu tạo bình thường như trên, máy điện không đồng bộ còn có rô to dạng rãnh sâu và 2 rãnh. Hai loại cấu tạo này phục vụ cho giảm dòng khởi động ở các động cơ dị bộ khi khởi động trực tiếp.

1.4. Cuộn dây máy điện không đồng bộ

Cuộn dây máy điện chính là mạch điện của máy điện. Phần lớn các máy điện trong thực tế gồm 2 loại cuộn dây: Cuộn dây đặt ở phần tĩnh (stato) và cuộn dây đặt ở phần quay (rô to). Cuộn dây máy điện là nguồn cảm ứng sđđ và dòng điện hoặc là mạch điện qua nó chạy dòng điện để tạo ra từ trường. Loại cuộn dây thứ nhất gọi là cuộn dây phân ứng, còn cuộn dây loại thứ 2 gọi là cuộn dây kích từ. Cuộn dây kích từ nói chung là cuộn dây tập trung trong đó các vòng dây móc vòng với từ thông chính.

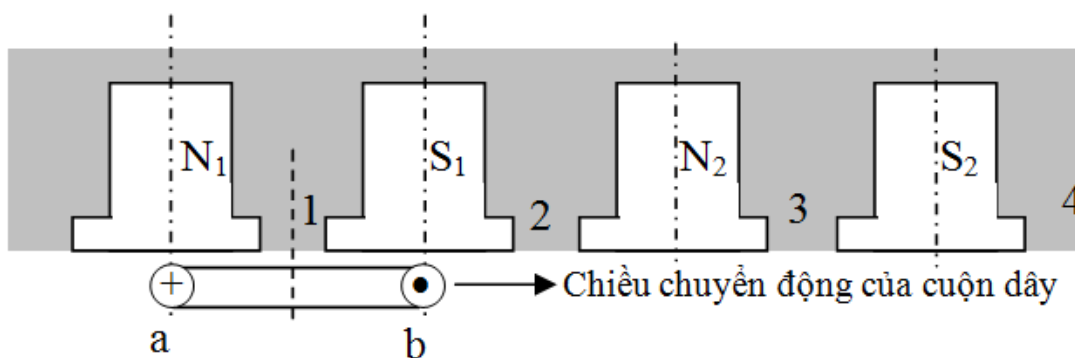
Cuộn dây phân ứng thường là cuộn dây phân tán được đặt trong các rãnh nằm rải rác trên chu vi phần tĩnh (stato hoặc phần động rô to) máy điện, do đó tại một thời điểm nhất định một nhóm cuộn dây sẽ móc vòng với những đường sức từ khác nhau.

Chúng ta hãy xét nguyên lý xây dựng cuộn dây máy điện xoay chiều.

1.4.1. Nguyên lý hoạt động của cuộn dây máy điện không đồng bộ

Để có sđđ xoay chiều, phương pháp đơn giản nhất là dịch chuyển cuộn dây có bước rải thích hợp trong từ trường biến đổi.

Ở hình 1.2 biểu diễn một cuộn dây có cạnh a-b cách nhau một bước cực, chuyển động trong từ trường với tốc độ đều theo hướng mũi tên. Các cực của từ trường có kích thước giống nhau và đặt cách đều nhau.



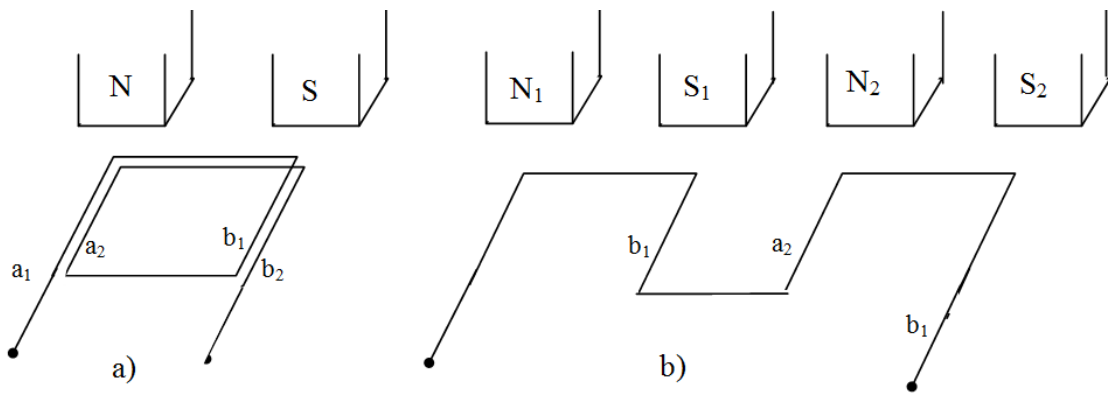
Hình 1.2: Nguyên lý hoạt động cuộn dây xoay chiều

Tại thời điểm nghiên cứu, tâm cuộn dây nằm ở vị trí 1, cách đều trục 2 cực S_1-N_1 . Theo qui tắc bàn tay phải, sđđ cảm ứng xuất hiện có chiều như hình vẽ. Sau một thời gian nào đó, tâm cuộn dây nằm ở vị trí 2, chiều của sđđ cảm ứng có chiều ngược với chiều ở vị trí 1. Vị trí 2 dịch trong không gian so với vị trí 1 một bước cực. Khi tâm cuộn dây nằm ở vị trí thứ 3 thì sđđ trong cuộn dây lại giống như ở vị trí 1. Thời gian cần thiết để dịch chuyển cuộn dây từ vị trí 1 sang vị trí 3 chính là một chu kỳ sđđ cảm ứng. Từ hình vẽ 1.2 ta thấy vòng dây dịch chuyển đi một khoảng bằng 2 bước cực. Ta nhận được kết quả tương tự nếu cuộn dây đứng im nhưng từ trường dịch chuyển theo chiều ngược lại.

Người ta thường chọn khoảng cách giữa 2 cạnh a, b của cuộn dây bằng bước cực để sđđ có giá trị lớn nhất. Nếu sự phân bố của từ trường các cực có dạng hình sin, thì sđđ cảm ứng cũng có dạng hình sin. Muốn tăng sđđ thì phải tăng số vòng dây của cuộn dây, các vòng dây này phải mắc nối tiếp với nhau. Các vòng

dây mắc nối tiếp với nhau phải nằm ở cùng một trạng thái trong từ trường thì số cuộn dây sẽ lớn nhất.

Trên hình 1.3a biểu diễn các vòng dây nối tiếp nhau nằm dưới các cực cạnh nhau trong từ trường, còn hình 2.24b các vòng dây nối tiếp nằm dưới các cực cạnh nhau.



Hình 1.3: Cách nối các vòng dây của cuộn dây

Cuộn dây máy điện thường được đặt vào các rãnh của lõi thép. Để có thể sử dụng tối đa mạch từ thì vòng dây của một pha phải chiếm một cung nào đó của chu vi. Độ dài cung chiếm bởi các cạnh cùng tên thuộc một pha gọi là chiều rộng của dải.

1.4.2. Nguyên lý xây dựng cuộn dây máy điện không đồng bộ

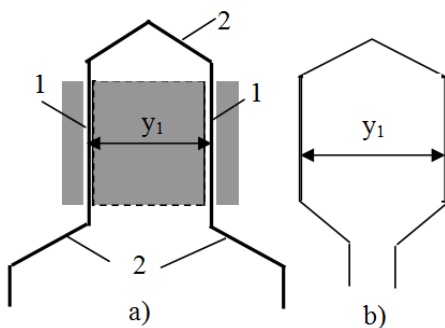
Phần tử cơ bản và đơn giản nhất của mỗi cuộn dây là vòng dây gồm 2 cạnh như hình 1.4a, b. Các cạnh được đặt vào các rãnh của lõi thép và nó là phần tử tác dụng của cuộn dây. Các cạnh của vòng dây được nối với nhau bằng nối đầu cuộn dây, đó là phần nằm ngoài lõi thép. Có nhiều cách nối khác nhau phụ thuộc vào phương pháp thực hiện cuộn dây. Thông thường phải thực hiện nối đầu cuộn dây ngắn nhất để tiết kiệm vật liệu và giảm tổn hao công suất. Ở những máy có công suất lớn việc nối đầu cuộn dây phải đảm bảo chắc chắn để chống biến dạng do lực điện từ vì có dòng điện lớn chạy qua.

Chúng ta nối tiếp một số vòng dây lại với nhau được một nhóm và gọi là bin. Bin được coi là phần tử cấu trúc của cuộn dây, người ta có thể thực hiện nó ngoài máy điện như quán cách điện, tấm sấy v.v. sau đó mới đặt vào các rãnh. Việc vẽ và đọc cuộn dây biểu diễn trên hình 1.5a phức tạp do đó thường dùng sơ đồ đơn giản hình 1.5b.

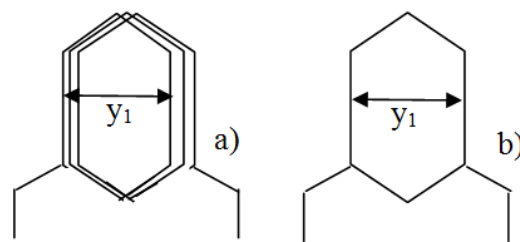
Thông số đặc trưng của cuộn dây là bước cuộn dây, đó là khoảng cách giữa 2 cạnh của vòng dây. Số đo của bước cuộn dây là số lượng rãnh nằm trong khoảng giữa 2 cạnh, ví dụ $y_1=6$ có nghĩa là nếu cạnh trái nằm ở rãnh 1 thì cạnh phải sẽ nằm ở rãnh 7.

Khi nói về cuộn dây ta còn dùng khái niệm bước cực và cũng đo bằng số lượng rãnh như sau: $\tau = \frac{Z}{2p}$, trong đó Z -tổng số rãnh trên chu vi máy điện, p -số đôi cực. Cuộn dây có bước cuộn dây bằng bước cực $y_1 = \tau = \frac{Z}{2p}$ - gọi là cuộn dây đường kính, còn nếu $y_1 < \tau$ ta gọi là cuộn dây rút gọn.

Ngoài bước cực người ta cũng còn dùng bước rãnh: $\tau_z = \frac{\pi D}{Z}$ trong đó D -đường kính của rô to hoặc stato.



Hình 1.4: Vòng dây. a) Cuộn dây sóng, b) Cuộn dây xếp. 1-Thanh dẫn.

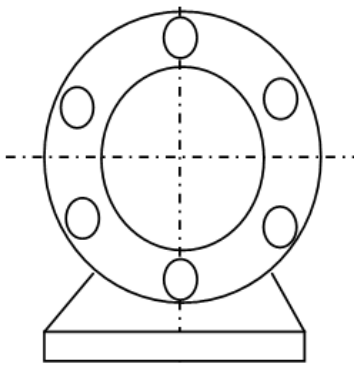


Hình 1.5: Bin 3 vòng dây, a) Sơ đồ điện b) Giảm đồ

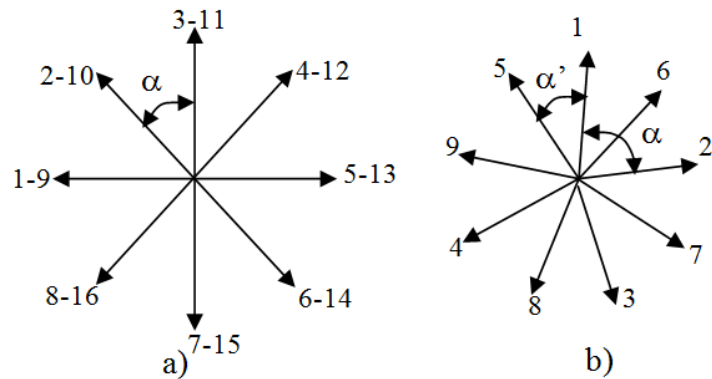
Để nhận được sđđ 3 pha đối xứng cần phải đặt ở chu vi lõi thép 3 cuộn dây như nhau có bước cuộn dây τ_p và nằm cách nhau một góc 120^0 (hình 1.6). Để xây

dựng cuộn dây đúng và dễ dàng ta dùng sao sđđ. Trường hợp đơn giản nhất là ở mỗi rãnh chỉ có một thanh dẫn. Sđđ lúc này có thể biểu diễn bằng véc tơ và hình thành sao điện áp, trong đó mỗi véc tơ biểu diễn một sđđ. Nếu tỷ số Z/p là một số nguyên thì sao điện áp có Z/p tia, mỗi tia ứng với p rãnh và dịch pha đối với nhau một góc $2\tau_p$. Góc lệch pha giữa các sđđ nằm ở cạnh nhau xác định:

$$\alpha = \frac{360p}{Z} \quad (1.1)$$



Hình 1.6: cuộn dây 3 pha



Hình 1.7: Sao điện áp của cuộn dây 3 pha ;a) Có Z/p nguyên, b)

Nếu Z không chia hết cho p thì sao điện áp có 2 thông số góc: góc α là góc của 2 sđđ nằm cạnh nhau trên chu vi máy điện tính theo (1.1) và góc α' là góc hợp bởi 2 tia điện áp cạnh nhau trên sơ đồ tính theo biểu thức:

$$\alpha' = \frac{360t}{Z} \quad (1.1a)$$

Trong đó t là ước số chung lớn nhất của Z và p . Trên hình 1.7 biểu diễn sao điện áp cho 2 trường hợp:

a) Cuộn dây có $Z=16$ rãnh, $p=2$; Ta có $Z/p=16/2=8$ là số nguyên do đó số tia là 8, còn góc hợp bởi 2 tia $\alpha = \frac{360.2}{16} = 45^\circ$

b) Cho cuộn dây có $Z=9$, $p=2$; Ta có $Z/p=9/2=4,5$, vậy số tia là 9, ta có 2 số đo sau đây:

- Góc của 2 rãnh nằm cạnh nhau trên chu vi: $\alpha = \frac{360.2}{9} = 80^\circ$

- Góc của 2 tia điện áp nằm cạnh nhau:

Ước số chung lớn nhất của Z và p là t=1, ta có: $\alpha' = \frac{360.1}{9} = 40^\circ$

1.4.3. Phân loại cuộn dây

Cuộn dây máy điện xoay chiều có thể chia thành: Cuộn dây 1 pha, cuộn dây 2 pha, cuộn dây 3 pha.

Cuộn dây 3 pha lại có thể được phân loại theo số lớp, theo số lượng rãnh trên một cực một pha và phân loại theo phương pháp thực hiện.

Phân loại theo lớp cuộn dây : Theo lớp cuộn dây đặt trong rãnh người ta phân ra loại : 1 lớp, 2 lớp, 3 lớp.

Phân loại theo số lượng rãnh trên một cực một pha. Số rãnh trên một cực một pha q tính như sau:

$$q = \frac{Z}{2mp} \quad (1.2)$$

Cho cuộn dây 3 pha, ta có $q = \frac{Z}{6p}$. Căn cứ vào q chia ra cuộn dây q chẵn lẻ.

Phân loại theo cách thực hiện cuộn dây. Sự phân loại này dựa trên các cơ sở sau:

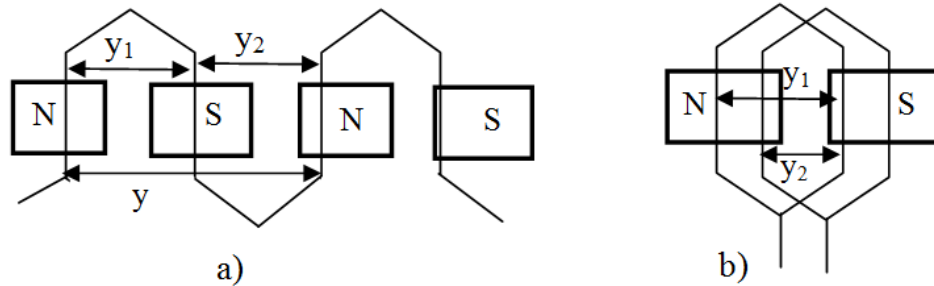
a- Cách đặt cuộn dây vào rãnh: Căn cứ cách đặt cuộn dây vào rãnh chia ra rải dây, luân dây và khâu dây.

b- Cách thực hiện bin: Thực hiện bằng tay, thực hiện bằng máy.

Để xây dựng cuộn dây ta cần bước cuộn dây, có 3 loại bước cuộn dây: bước tiến và bước lùi và bước toàn phần.

- Bước tiến là khoảng cách giữa 2 cạnh cuộn dây (y_1) (hình 1.8) còn

- Bước lùi là khoảng cách giữa cạnh thứ 2 của vòng dây trước với cạnh thứ 1 của cuộn dây tiếp theo (hình 1.8).



Hình 1.8: Biểu diễn bước cuốn dây. a) Cuộn dây quấn sóng, b) Cuộn dây xếp

- Bước cuốn dây toàn phần là khoảng cách giữa các cạnh của các vòng dây với nhau (hình 1.8).

Căn cứ vào cách tính bước cuốn dây ta có 2 loại cuộn dây:

- Cuộn sóng là cuộn có bước toàn phần tính theo:

$$y = y_1 + y_2 \quad (1.3)$$

- Cuộn xếp là cuộn có bước toàn phần:

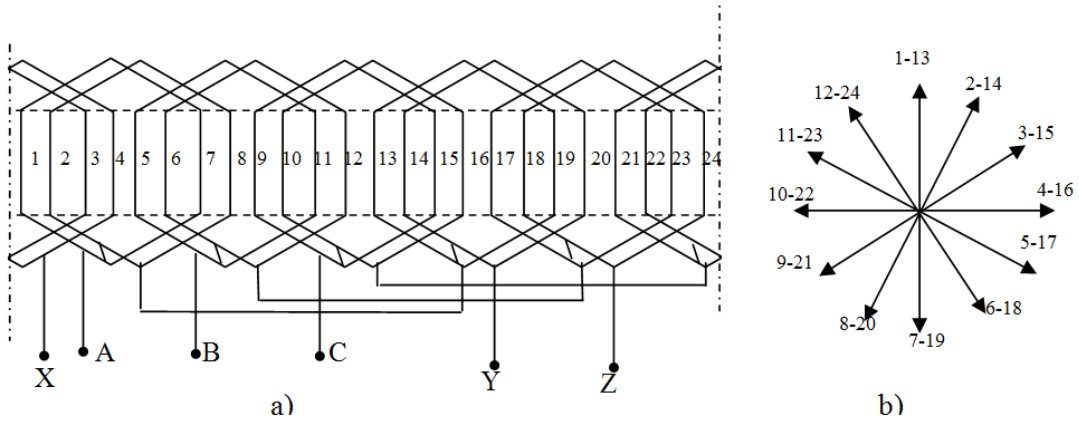
$$y = y_1 - y_2 \quad (1.4)$$

1.4.4. Dựng cuộn dây 3 pha một lớp xếp có q chẵn

Loại cuộn dây này thường dùng cho các máy có $p > 1$.

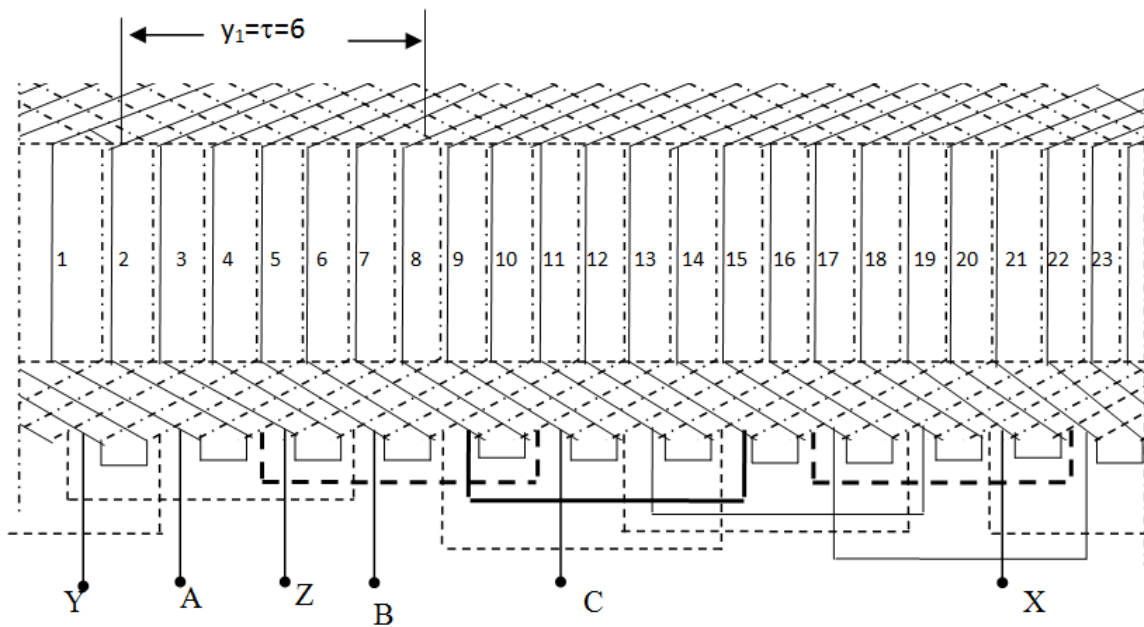
Ví dụ, dựng sơ đồ cuộn dây có $Z=24$, $2p=4$, $q=2$. Để dựng cuộn dây ta qui định như sau: các rãnh được biểu thị bằng các đường thẳng và được đánh số thứ tự tự (hình 1.9). Ta thực hiện cuộn dây bán kính ($y_1 = \tau$), tính bước cuốn dây như sau:

$$y_1 = \tau = Z/2p = 24/2.2 = 6.$$



Hình 1.9: Cuộn dây 3 pha cuốn xếp. a) Sơ đồ, b) Sao điện áp

Trên Hình 1.9 là cuộn dây 3 pha 2 lớp xếp có $Z=24$, $p=2$, $q=2$, $y_1=\tau=6$ (hình 1.9).



Hình 1.10: Cuộn dây 3 pha 2 lớp đường kính có $Z=24$, $p=2$, $q=2$, $y_1=\tau=6$

1.4.5. Sđđ cuộn dây máy điện không đồng bộ.

Giá trị hiệu dụng của sđđ của máy điện có thể biểu diễn bởi biểu thức sau:

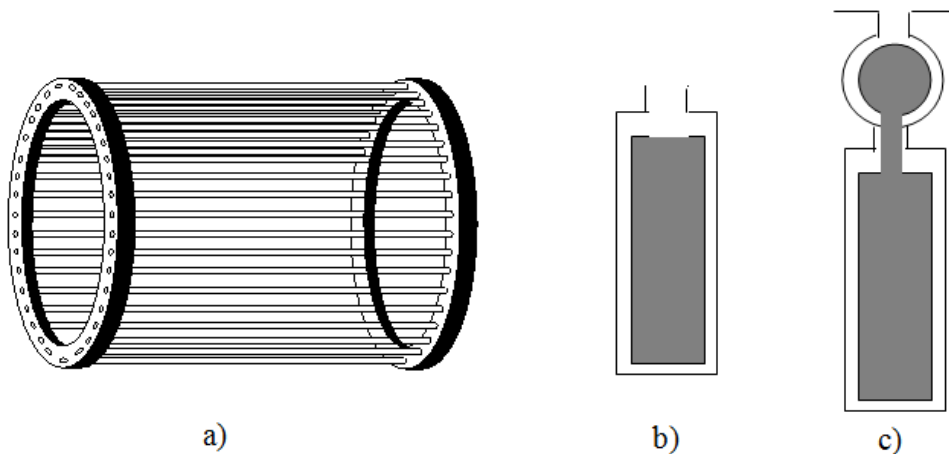
$$E = 4,44k_{cd}Wf\phi \text{ [V]}$$

Trong đó k_{cd} là hệ số cuộn dây, W -số vòng dây của một pha stato, f -tần số điện áp lưới cung cấp, ϕ - từ thông của máy điện

1.4.6. Cuộn dây rô to ngắn mạch

Ở loại máy điện dị bộ người ta hay dùng cuộn dây rô to ngắn mạch hình 1.11. Có các loại cuộn dây ngắn mạch sau:

- Ngắn mạch thường (hình 1.11a)
- Ngắn mạch rãnh sâu (hình 1.11b)
- Ngắn mạch 2 rãnh (hình 1.11c)



Hình 1.11: Cuộn dây rô to ngắn mạch. a) Thường, b) Rãnh sâu, c) Hai rãnh

Mạch điện được làm bằng nhôm đúc trực tiếp vào rãnh, không cần cách điện giữa mạch điện với lõi thép như các cuộn dây thực hiện bằng cách quấn. Cuộn dây rô to ngắn mạch có số pha bằng số rãnh, còn số đôi cực luôn bằng số đôi cực của stato. Với cuộn dây 2 rãnh thì rãnh trên là rãnh khởi động thường làm bằng đồng thau để tăng điện trở cuộn dây.

1.4.7. Các đại lượng định mức

Trên nhãn máy của động cơ ghi các chỉ số của động cơ điện khi tải định mức :

- Công suất định mức ở đầu trục P_{dm} (KW hay W)
- Dòng điện dây định mức I_{dm} (A)
- Điện áp dây định mức U_{dm} (V)
- Cách đấu dây Y hay Δ
- Tốc độ quay định mức n_{dm} (v/p)

- Hiệu suất định mức $\eta_{đm}$
- Hệ số công suất định mức $\cos\varphi_{đm}$

1.5. Nguyên lý làm việc của máy điện dị bộ

Để xét nguyên lý làm việc của máy điện dị bộ, ta lấy mô hình máy điện 3 pha gồm 3 cuộn dây đặt cách nhau trên chu vi máy điện một góc 120° , rô to là cuộn dây ngắn mạch (hình 1.12). Khi cung cấp vào 3 cuộn dây 3 dòng điện của hệ thống điện 3 pha có tần số là f_1 thì trong máy điện sinh ra từ trường quay với tốc độ $60f_1/p$. Từ trường này cắt thanh dẫn của rô to và stato, sinh ra ở cuộn stato sđđ tự cảm e_1 và ở cuộn dây rô to sđđ cảm ứng e_2 có giá trị hiệu dụng như sau:

$$E_1 = 4,44W_1\phi f_1 k_{cd}$$

$$E_2 = 4,44W_2\phi f_1 k_{cd}$$

Do cuộn rô to kín mạch, nên sẽ có dòng điện chạy trong các thanh dẫn của cuộn dây. Sự tác động tương hỗ giữa dòng điện chạy trong dây dẫn rô to và từ trường sinh ra lực, đó là các ngẫu lực (2 thanh dẫn nằm cách nhau đường kính rô to) nên tạo ra mô men quay. Mô men quay có chiều đẩy stato theo chiều chống lại sự tăng từ thông móc vòng với cuộn dây. Nhưng vì stato gắn chặt còn rô to lại treo trên ổ bi, do đó rô to phải quay với tốc độ n theo chiều quay của từ trường. Tuy nhiên tốc độ này không thể bằng tốc độ quay của từ trường, bởi nếu $n = n_{tt}$ thì từ trường không cắt các thanh dẫn nữa, do đó không có sđđ cảm ứng, $E_2 = 0$ dẫn đến $I_2 = 0$ và mô men quay cũng bằng không, rô to quay chậm lại, khi rô to chậm lại thì từ trường lại cắt các thanh dẫn, nên lại có sđđ, lại có dòng và mô men, rô to lại quay. Do tốc độ quay của rô to khác tốc độ quay của từ trường nên xuất hiện độ trượt và được định nghĩa như sau:

$$s\% = \frac{n_{tt} - n}{n_{tt}} 100\% \quad (1.5)$$

Vậy tốc độ quay của rô to có dạng:

$$n = n_{tt}(1-s) \quad (1.6)$$

Bây giờ ta hãy xem dòng điện trong rô to biến thiên với tần số nào.

Do $n \neq n_{tt}$ nên $(n_{tt}-n)$ là tốc độ cắt các thanh dẫn rô to của từ trường quay.

Vậy tần số biến thiên của sđđ cảm ứng trong rô to biểu diễn bởi:

$$f_2 = \frac{(n_{tt} - n)p}{60} = \frac{n_{tt}}{n_{tt}} \frac{(n_{tt} - n)p}{60} = \frac{n_{tt}p}{60} \frac{(n_{tt} - n)}{n_{tt}} = sf_1 \quad (1.7)$$

Khi rô to có dòng I_2 chạy, nó sinh ra một từ trường quay với tốc độ:

$$n_{tt2} = \frac{60f_2}{p} = \frac{60sf_1}{p} = sn_{tt} \quad (1.8)$$

So với một điểm không chuyển động của stato, từ trường rô to sẽ quay với tốc độ : $n_{tt2s} = n_{tt2} + n = sn_{tt} + n = sn_{tt} + n_{tt}(1-s) = n_{tt}$

Như vậy so với stato, từ trường quay của rô to có cùng giá trị với tốc độ quay của từ trường stato.

1.6. Các chế độ làm việc của máy điện dị bộ

Máy điện dị bộ có thể làm việc ở những thể loại sau:

1. Động cơ

Chế độ chúng ta vừa nghiên cứu trên là chế độ động cơ của máy dị bộ. Ở chế độ này động cơ nhận điện năng từ lưới điện và biến thành cơ năng để chuyển động một cơ khí gắn trên trục động cơ (tải). Động cơ có tốc độ quay nhỏ hơn tốc độ từ trường, quay cùng chiều với từ trường. Sẽ bàn kỹ hơn chế độ này ở phần sau.

2. Chế độ máy phát

Vẫn với mô hình máy điện dị bộ trên, nếu bây giờ gắn vào trục máy điện một máy lai ngoài (ví dụ động cơ di-e-zen) và quay rô to với tốc độ n cùng chiều từ trường nhưng có giá trị lớn hơn tốc độ từ trường, thì thứ tự cắt các thanh dẫn của rô to sẽ ngược với thứ tự cắt vừa nghiên cứu. Sđđ cảm ứng trong các thanh dẫn đổi chiều, dòng điện cũng đổi chiều, trước đây chạy từ lưới vào máy điện thì bây giờ

dòng điện chạy từ máy điện về lưới điện, ta có chế độ máy phát. Độ trượt bây giờ tính như sau:

$$s = \frac{n_{tt} - n}{n_{tt}} < 0 \quad \text{vì } n > n_{tt}.$$

3. Chế độ máy hãm

Nếu bây giờ có một lực từ bên ngoài, kéo rô to máy đi bộ quay ngược với chiều quay của từ trường, do hướng của từ trường quay không đổi nên hướng của sđđ và dòng điện trong các thanh dẫn rô to không đổi chiều, nên mô men không đổi chiều nhưng do rô to đổi hướng quay nên bây giờ mô men do động cơ sinh và tốc độ ngược chiều nhau, ta có chế độ hãm điện. Vì $n = -n$ nên bây giờ độ trượt có giá trị:

$$s = \frac{n_{tt} - (-n)}{n_{tt}} > 1$$

4. Chế độ biến áp

Nếu máy điện đi bộ rô to dây quấn để hở cuộn dây rô to, thì khi cấp điện cho mạch stato, từ trường quay stato cắt các cuộn dây rô to và sinh ra sđđ trong các cuộn dây theo nguyên tắc của máy biến áp. Giá trị hiệu dụng của các sđđ này như sau:

$$E_1 = 4,44 k_{cd1} \phi W_1 f_1 \tag{1.9}$$

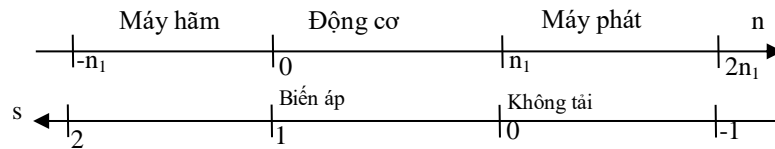
$$E_2 = 4,44 k_{cd2} \phi W_2 f_1$$

Trong đó k_{cd1} và k_{cd2} là hệ số cuộn dây phía sơ cấp và thứ cấp.

Vì mạch rô to hở, nên không có dòng chạy và không có mô men. Máy điện đi bộ làm việc như máy biến áp.

Nếu ta khép mạch rô to, nhưng giữ cho rô to không quay thì tần số của sđđ cảm ứng trong mạch rô to $f_1 = f_2$, ta vẫn có chế độ biến áp. Máy đi bộ có rô to không quay làm việc như máy biến áp, trong thực tế được dùng như bộ dịch pha hoặc bộ điều chỉnh điện áp. Tuy nhiên cần lưu ý, khi rô to động cơ không quay, máy điện bị

đốt nóng do phương pháp làm mát bị thay đổi và tổn hao ở lõi thép tăng đột ngột vì độ trượt tăng ($s=1$). Lúc này thường phải giảm dòng bằng giảm điện áp. Máy dị bộ làm việc như máy biến áp, nên có thể cấp nguồn từ phía rô to. Các loại chế độ làm việc của máy điện dị bộ biểu diễn trên hình 1.12



Hình 1.12: Các thể loại chế độ làm việc của máy

1.7. Máy điện dị bộ làm việc với rô to hở

Máy điện không đồng bộ có rô to hở, chỉ có ở loại máy điện dị bộ rô to dây quấn. Vì máy điện nhiều pha có đặc điểm là các pha đối xứng, do đó chỉ cần nghiên cứu một pha cho máy điện nhiều pha. Để đơn giản cho nghiên cứu giả thiết rằng sự phân bố của từ trường ở khe hở không khí có dạng hình sin, có nghĩa là bỏ qua các sóng bậc cao. Trong trường hợp này, dòng điện và điện áp được xác định bằng giá trị hiệu dụng, còn giá trị stđ và từ thông là giá trị biên độ.

Khi rô to hở, dòng rô to bằng không, rô to không quay. Máy điện dị bộ hoàn toàn như một biến áp, trong đó phía sơ cấp là stato còn phía thứ cấp là rô to.

Khi cung cấp cho 3 cuộn dây bằng 3 dòng điện của hệ thống 3 pha, thì sẽ có từ trường quay. Từ trường quay cắt các thanh dẫn stato và rô to tạo ra sđđ cảm ứng e_1 và e_2 theo nguyên tắc của máy biến áp, giá trị hiệu dụng của chúng biểu diễn bằng biểu thức (1.9).

Như ở máy biến áp, ngoài từ thông chính còn có từ thông tản, liên quan với nó là $X_1 (X_1 = \omega L_{t1})$. Điện trở thuần cuộn dây stato là R_1 , vậy phương trình cân bằng sđđ ở chế độ này như sau:

$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_{10} R_1 + j \dot{I}_{10} X_1 \quad (1.10)$$

Hay:

$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_{10} Z_1 \quad (1.10a)$$

Trong đó $Z_1 = R_1 + jX_1$ là tổng trở mạch stato.

Cần lưu ý rằng khe hở không khí của máy điện dị bộ lớn hơn của máy biến áp (vì ở máy biến áp khe hở chỉ là chỗ tiếp xúc của các lá thép) nên dòng không tải của máy biến áp nhỏ hơn dòng không tải của máy điện dị bộ rất nhiều, cụ thể dòng không tải của máy biến áp có giá trị $I_0 = (0,3-0,1)I_{dm}$, còn dòng không tải của máy điện dị bộ có giá trị $I_0 = (0,3-0,5)I_{dm}$ (số to cho máy công suất nhỏ, số nhỏ cho máy công suất lớn). Để giảm dòng không tải ở máy điện dị bộ ta giảm khe hở không khí tới mức có thể.

Do dòng $I_2 = 0$, công suất nhận vào bây giờ chuyển cả thành tổn hao ở phía sơ cấp nghĩa là:

$$P_{10} = \Delta P_{Cu1} + \Delta P_{Fe1} \quad (1.11)$$

Trong đó $\Delta P_{Cu1} = R_1 I_{10}^2$ là tổn hao đồng cuộn dây sơ cấp, ΔP_{Fe1} là tổn hao lõi thép phía stato.

Hệ số biến áp của máy dị bộ tính như sau:

$$k_u = \frac{E_1}{E_2} = \frac{k_{cd1} 4,44 W_1 f_1 \phi}{k_{c2} 4,44 W_2 f_1 \phi} = \frac{k_{cd1} W_1}{k_{c2} W_2} \quad (1.12)$$

Đồ thị véc tơ của máy dị bộ ở chế độ này giống như máy biến áp.

1.8. Động cơ dị bộ có rô to quay

1.8.1. Phương trình cân bằng sđđ

Khi cấp cho stato máy điện dị bộ một điện áp U_1 (với máy dị bộ rô to dây quấn cuộn dây phải được nối tắt lại với nhau, hoặc nối qua các điện trở ngoài), thì trong rô to có dòng điện chạy ($I_2 \neq 0$), sẽ làm xuất hiện mô men quay và quay rô to với tốc độ $n < n_{tt}$.

Sđđ cảm ứng trong cuộn dây stato và trong rô to biểu diễn bằng biểu thức sau:

$$E_1 = 4,44k_{cd1}\phi W_1 f_1$$

$$E_2 = 4,44k_{cd2}\phi W_2 f_2$$

Ký hiệu $E_{20} = 4,44k_{cd2}\phi W_2 f_1$ đồng thời lưu ý $f_2 = sf_1$ ta có:

$$E_{20} = sE_2 \quad (1.13)$$

Bây giờ trong máy điện có 2 từ trường quay: từ trường quay do stato sinh ra và từ trường do rô to sinh ra. Hai từ trường này tác động lên nhau để tạo ra một từ trường tổng như trong máy biến áp.

Từ trường do dòng I_2 sinh ra cũng gồm từ thông chính và từ thông tản. Từ thông tản gây ra trở kháng $X_2 = \omega L_{t2}$. Nếu gọi điện trở thuần của rô to là R_2 ta có phương trình cân bằng sđđ ở mạch rô to như sau:

$$\dot{E}_2 = \dot{I}_2 R_2 + j \dot{I}_2 X_2 \quad (1.14)$$

Hay:

$$\dot{E}_2 = Z_2 \dot{I}_2 \quad (1.14a)$$

Trong đó $Z_2 = R_2 + jX_2$ là tổng trở mạch rô to.

Phương trình cân bằng phía sơ cấp vẫn là (1.10) và (1.10a). Vậy các phương trình (1.10) và (1.14a) là phương trình cân bằng điện áp khi động cơ dị bộ có rô to quay. Cụ thể là những phương trình sau:

$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_{10} R_1 + j \dot{I}_{10} X_1 \quad (1.10)$$

$$\dot{E}_2 = \dot{I}_2 R_2 + j \dot{I}_2 X_2 \quad (1.14)$$

Từ (1.13) ta có thể tính dòng I_2 theo biểu thức:

$$I_2 = \frac{E_2}{\sqrt{R_2^2 + X_2^2}} \quad (1.15)$$

1.8.2. Sơ đồ tương đương

Giống như ở máy biến áp, khi phân tích máy điện dị bộ người ta cũng dùng sơ đồ tương đương mà không dùng máy thực.

Khi động cơ dị bộ không quay, nó là một biến áp ngắn mạch phía thứ cấp, tần số ở stato bằng tần số ở rô to. Khi rô to quay tần số phía sơ cấp và phía thứ cấp khác nhau. Để có thể sử dụng sơ đồ tương đương của máy biến áp, phải biến đổi để tần số của 2 phía bằng nhau. Muốn thế ta thực hiện như sau:

$$\text{Ta có: } X_2 = \omega L_{t2} = 2\pi f_2 L_{t2} = 2\pi s f_1 L_{t2}$$

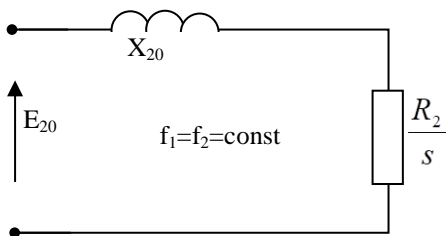
$$\text{Đặt: } X_{20} = 2\pi f_1 L_{t2}$$

$$\text{Vậy: } X_2 = s X_{20} \tag{1.16}$$

Thay (1.13) và (1.16) vào (1.15) ta được:

$$I_2 = \frac{s E_{20}}{\sqrt{R_2^2 + (s X_{20})^2}} = \frac{E_{20}}{\sqrt{\left(\frac{R}{s}\right)_2^2 + (X_{20})^2}} \tag{1.15a}$$

Do X_{20} và E_{20} có tần số là f_1 nên dòng stato và dòng rô to có cùng tần số f_1 . Theo (1.15a) mạch rô to có thể biểu diễn như hình 1.13.



Hình 1.13: Sơ đồ tương đương mạch rô to có tần số dòng điện bằng tần số dòng

Tuy mạch rô to đã có tần số bằng tần số stato, nhưng chúng ta chưa thể nối mạch rô to với mạch stato vì giá trị điện áp mạch rô to còn khác với mạch stato. Để cho điện áp phía rô to bằng phía stato giống như biến áp, ta thực hiện tính qui đổi theo nguyên tắc của biến áp. Cụ thể:

- Điện áp qui đổi:

$$E'_2 = E_1 = 4,44 k_{cd1} W_1 \phi f_1 = k_u E_2 = \frac{k_{cd1} W_1}{k_{c2} W_2} E_2 \tag{1.17}$$

- Dòng điện qui đổi:

Giá trị dòng qui đổi được tính dựa trên nguyên tắc đảm bảo sự không đổi về công suất tác dụng, tức là:

$$m_2 I_2 E_2 \cos \varphi_2 = m_1 I_2' E_2' \cos \varphi_2$$

Từ đây ta có:

$$I_2' = \frac{m_2 I_2 E_2}{m_1 E_2'} = \frac{m_2 k_{cd2} W_2}{m_1 k_{cd1} W_1} I_2 = k_i I_2$$

Trong đó:

$$k_i = \frac{m_1 k_{cd1} W_1}{m_2 k_{cd2} W_2} = \frac{m_1}{m_2} k_u \text{ và gọi là hệ số truyền dòng điện}$$

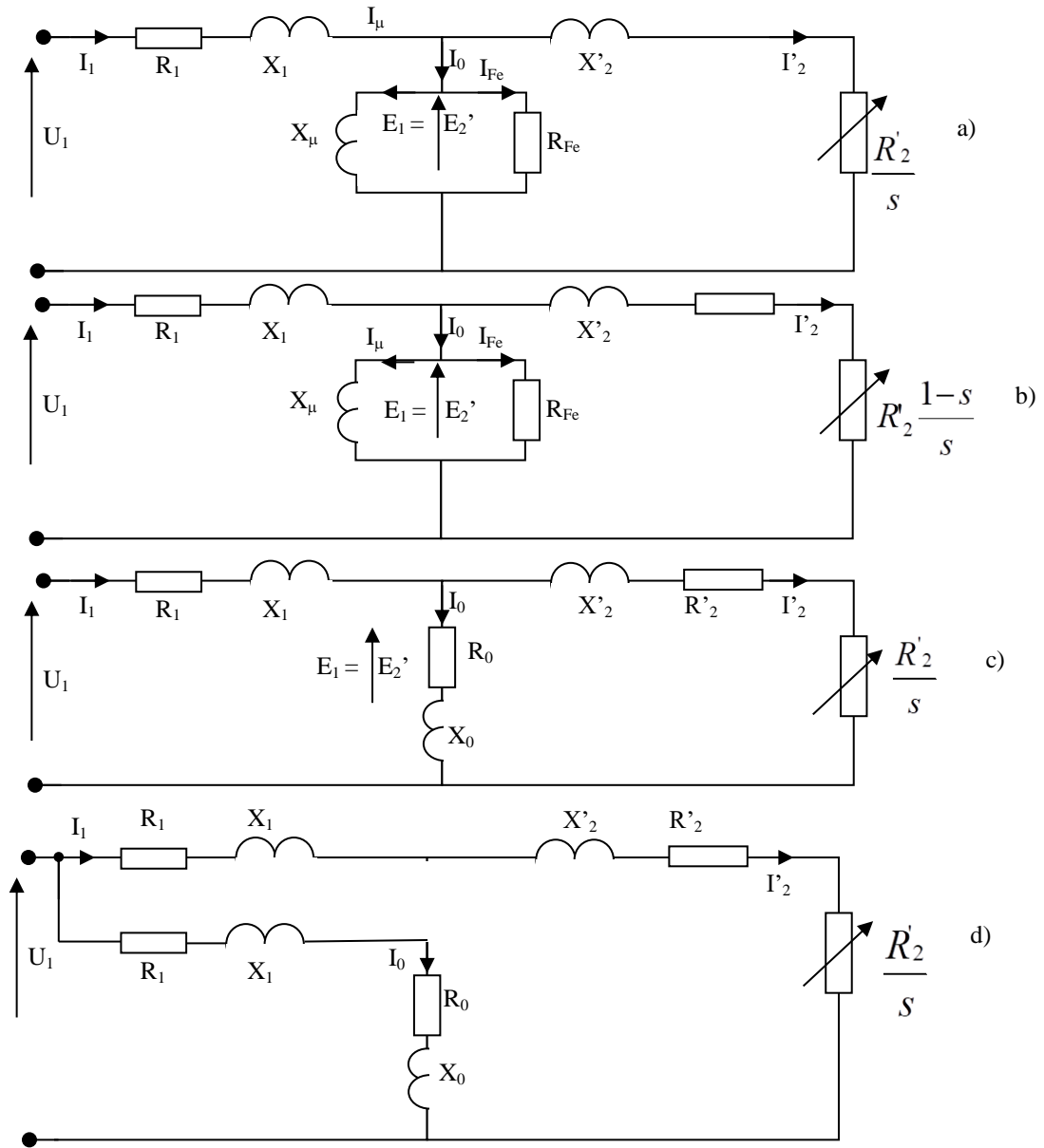
- Điện trở qui đổi:

Qui đổi điện trở dựa trên cơ sở bằng nhau về tổn hao, về công suất tác dụng, cụ thể:

$$m_2 I_2^2 R_2 = m_1 I_2'^2 R_2' \text{ do đó:}$$

$$R_2' = \frac{m_1}{m_2} \frac{I_2^2}{I_2'^2} R_2 = \frac{m_1}{m_2} k_i^2 R_2 = k_u k_i R_2. \text{ Tương tự: } X_2 = k_u k_i X_2$$

Ta có sơ đồ tương đương như sau:



Hình 1.14: Sơ đồ tương đương máy biến áp khi tải. a,b) Sơ đồ mắc song song, c) Sơ đồ mắc nối tiếp. d) Sơ đồ đơn giản

Hình 1.14a là sơ đồ song song. Vì $R'_2/s = R'_2 + R'_2(1-s)/s$ nên ta có thể chuyển sơ đồ hình 1.14a sang hình 1.14b. Sơ đồ hình 1.14c là sơ đồ hình chữ T, đó là sơ đồ được dùng nhiều hơn, còn sơ đồ song song được dùng nhiều ở máy biến áp. Do $Z_1 = R_1 + jX_1$ rất nhỏ nên có thể nhận $E_1 \approx U_1$ và được sơ đồ hình 1.14d, mặt

khác để dòng kích từ không đổi đưa thêm Z_1 vào mạch dòng I_0 . Điện trở $R'_2(1-s)/s$ gọi là điện trở giả định.

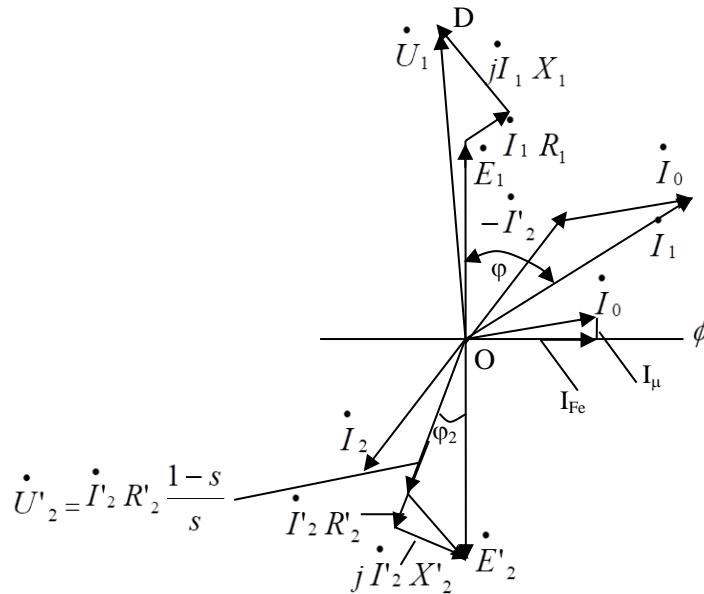
Từ sơ đồ tương đương ta có phương trình cân bằng của máy điện dị bộ ở chế độ rô to quay (có tải) :

$$\begin{aligned} \dot{U}_1 &= -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 R_1 + j\dot{I}_1 X_1 \\ \dot{I}_1 &= \dot{I} - \dot{I}_2 \end{aligned} \tag{1.17a}$$

$$\dot{E}_2 = \dot{I}_2 R'_2 + j\dot{I}'_2 X'_{20} + \dot{I}'_2 R'_2 \frac{1-s}{s}$$

Để thuận tiện cho đọc giả khi tham khảo các sách khác, từ đây trở đi thay $X_{20}' = X_2'$.

Đồ thị véc tơ của động cơ dị bộ khi rô to quay biểu diễn trên hình 1.15. Cách dựng giống như ở máy biến áp.



Hình 1.15: Đồ thị véc tơ máy biến áp

1.9. Đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ

1.9.1. Thông kê năng lượng của động cơ

Về nguyên lý, máy điện không đồng bộ có thể làm việc như máy phát điện hoặc động cơ không đồng bộ. Ở chế độ làm việc động cơ, năng lượng điện được cung cấp từ lưới điện và chuyển sang rô to bằng từ trường quay. Dòng năng lượng được biểu diễn như sau:

- Công suất nhận từ lưới điện:

$$P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1 \quad (1.18)$$

Ở stato, năng lượng bị mất một phần do tổn hao ở điện trở cuộn dây (ΔP_{Cu1}) và trong lõi thép (ΔP_{Fe1}). Vậy công suất điện từ chuyển từ stato sang rô to như sau:

$$P_\psi = P_{dt} = P_1 - \Delta P_{Cu1} - \Delta P_{Fe1} = P_{co} + P_e \quad (1.19)$$

Trong đó $\Delta P_{Cu1} = m_1 I_1^2 R_1$, $\Delta P_{Fe1} = m_1 I_{Fe}^2 R_{Fe}$. Tổn hao thép phụ thuộc vào tần số. Tổn hao lõi thép phía rô to bỏ qua, vì khi làm việc định mức tần số $f_2 = (1 - 3)\text{Hz}$.

Công suất điện từ chuyển sang rô to trong sơ đồ tương đương chính là công suất sinh ra ở điện trở thuần R_2'/s :

$$P_{dt} = m_1 I_2'^2 \frac{R_2'}{s} = m_1 I_2'^2 R_2' + m_1 I_2'^2 R_2' \frac{1-s}{s} \quad (1.20)$$

Thành phần thứ nhất là tổn hao đồng ở cuộn dây rô to:

$$\Delta P_{Cu2} = m_1 I_2'^2 R_2' = m_2 I_2^2 R_2 \quad (1.21)$$

Phần công suất còn lại được chuyển sang công cơ học trên trục động cơ vậy:

$$P_{co} = m_1 I_2'^2 R_2' \frac{1-s}{s} = m_1 I_2^2 R_2 \frac{1-s}{s} \quad (1.22)$$

Công suất cơ được chuyển sang công suất hữu ích P_2 và tổn hao cơ các loại (ΔP_{Co}) như: ma sát ổ bi, quạt gió, ma sát rô to với không khí v.v. Ngoài ra còn tổn hao phụ do sóng bậc cao, do mạch từ có răng (ΔP_p). Tổn hao phụ rất nhỏ ($\Delta P_p \approx 0.005 P_1$).

Vậy công suất hữu ích tính như sau:

$$P_2 = P_{c\sigma} - \Delta P_{C\sigma} - \Delta P_p \quad (1.23)$$

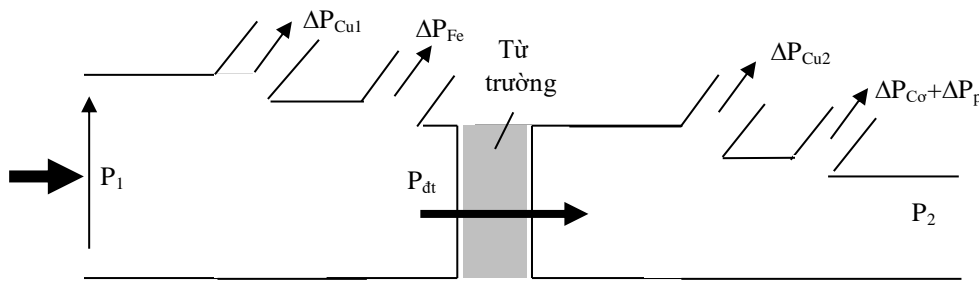
Tổng tổn hao của động cơ có giá trị:

$$\Delta P = \Delta P_{Cu1} + \Delta P_{Fe1} + \Delta P_{Cu2} + \Delta P_{c\sigma} + \Delta P_p \quad (1.24)$$

Hiệu suất của động cơ:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_1 - \Delta P}{P_1} = 1 - \frac{\Delta P}{P_1} \quad (1.25)$$

Sơ đồ năng lượng của máy điện dị bộ biểu diễn trên hình 1.16.



Hình 1.16: Sơ đồ năng lượng của động cơ

1.9.2. Mô men quay (mô men điện từ) của động cơ dị bộ

Ở chế độ ổn định mô men điện từ do máy sinh ra cân bằng mô men cản của động cơ \$M_2\$ và mô men không tải \$M_0\$: \$M = M_2 + M_0\$. Mô men điện từ của động cơ có thể tính qua công suất điện từ \$P_{dt}\$ theo công thức:

$$M = \frac{P_{dt}}{\omega_1} \quad (1.26)$$

Ở đây \$\omega_1 = \frac{2\pi n_1}{60} = \frac{\omega_1}{p} = \frac{2\pi f_1}{p}\$ là tốc độ góc quay cơ của từ trường quay.

Thay công suất điện từ (1.20) vào (1.26) ta được mô men điện từ:

$$M = \frac{pm_1}{\omega_1} I_2'^2 \frac{R_2'}{s} \quad (1.27)$$

Biểu thức mô men điện từ của máy điện không đồng bộ còn có thể nhận được ở dạng khác như sau:

Thay vào (1.27) giá trị của I_2' bằng biểu thức (1.15a) và lưu ý E_2' có giá trị như (1.17) còn $\cos\varphi_2$ tính từ đồ thị véc tơ (hình 1.14), bây giờ mô men có giá trị:

$$M = \frac{pm_1}{\omega_u} \frac{E_2' s}{\sqrt{R_2'^2 + X_2'^2}} I_2' \frac{R_2'}{s} = \frac{4,44k_{cd1} W_1 \omega_1 f_1 m_1 p}{2\pi f_1} I_2' \phi \cos\varphi_2 \quad (1.27a)$$

Hay:

$$M = k I_2'^2 \phi \cos\varphi_2 \quad (1.27b)$$

Trong đó: $\cos\varphi_2 = \frac{R_2' + R_2' \frac{1-s}{s}}{\sqrt{\left(R_2' + R_2' \frac{1-s}{s}\right)^2 + X_2'^2}} = \frac{R_2'}{\sqrt{R_2'^2 + X_2'^2 s^2}}$ có dạng của mô

men máy điện dòng một chiều, trong đó $k = \frac{4,44k_{cd1} W_1 \omega_1 m_1 p}{2\pi}$.

Chúng ta còn có cách khác để tính mô men điện từ của máy điện không đồng bộ. Trước hết tính dòng I_2' . Ta dùng sơ đồ tương đương gần đúng (hình 1.14c). Theo sơ đồ ta có:

$$I_2' = \frac{U_1}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + (X_1 + X_2')^2}} \quad (1.28)$$

Thay vào (4.26) ta được:

$$M = \frac{pm_1}{\omega_u} \frac{U_1^2}{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + (X_1 + X_2')^2} \frac{R_2'}{s} \quad (1.29)$$

Đây là biểu thức mô men điện từ của máy điện không đồng bộ, có giá trị đo bằng [Nm], muốn đo bằng [KGm] phải chia cho 9,81.

1.9.3. Đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ ba pha

Đặc tính cơ được định nghĩa là mối quan hệ hàm giữa tốc độ quay và mô men điện từ của động cơ $n=f(M)$.

Để dựng được mối quan hệ này, trước hết ta xét công thức (1.28) là mối quan hệ $M=f(s)$ và được gọi là đặc tính tốc độ của động cơ. Từ biểu thức nhận thấy mối quan hệ giữa mô men và độ trượt là mối quan hệ phi tuyến. Để khảo sát chúng ta hãy tìm cực trị.

Để tính cực trị cần tính đạo hàm của mô men theo độ trượt rồi cho bằng không:

$$\frac{dM}{ds} = 0 \quad (1.30)$$

Từ (1.30) tìm được độ trượt tới hạn có giá trị sau:

$$s_{th} = \frac{R_2'}{R_1 + (X_1 + X_2')} \quad (1.31)$$

Ở đây s_{th} là độ trượt tới hạn, tức là giá trị độ trượt ở đó xuất hiện mô men cực đại và cực tiểu.

Thay s_{th} vào (1.29) nhận được:

$$M_{max} = \pm \frac{3pU_1^2}{2\omega_n \left[R_1 + \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2')^2} \right]} \quad (1.32)$$

Dấu “+” cho chế độ động cơ, còn dấu trừ cho chế độ máy phát. Để dựng đặc tính $M=f(s)$ nhận thấy, khi s nhỏ thì $R_1 + \frac{R_2'}{s} \gg X_1 + X_2'$ do đó có thể bỏ qua

$X_1 + X_2'$ ta có mối quan hệ tuyến tính (hình 1.17), còn khi s lớn thì $R_1 + \frac{R_2'}{s} \ll$

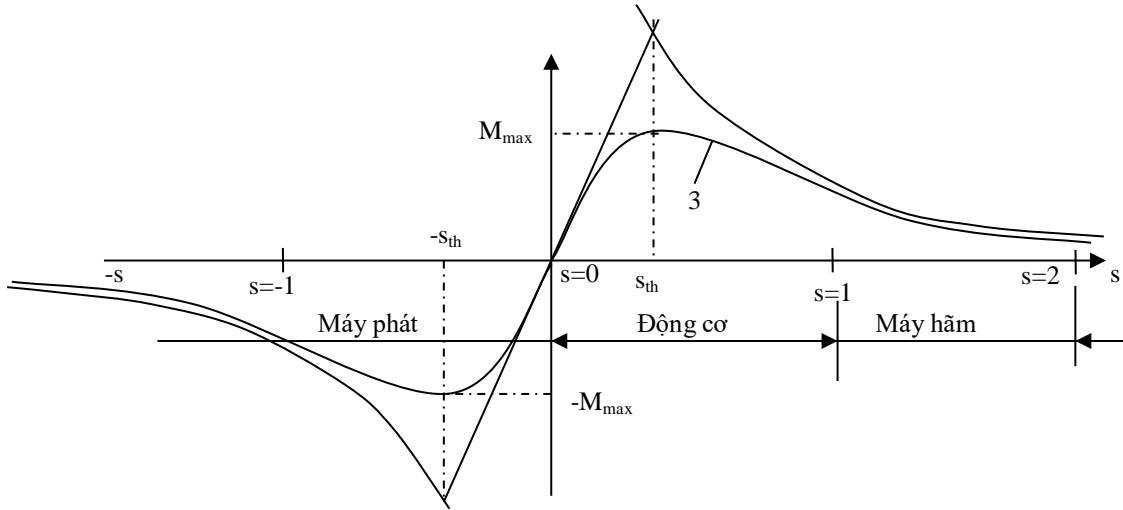
$X_1 + X_2'$, nhận $R_1 + \frac{R_2'}{s} = 0$, ta được $M=K/s$, là một đường hypecbon (hình 1.18).

Đường $M=f(s)$ là đường 3 trên hình 1.17.

Giữa M và độ trượt còn có thể biểu diễn bởi biểu thức sau:

$$M = \frac{2M_{\max}}{\frac{s}{s_{th}} + \frac{s_{th}}{s}} \quad (1.33a)$$

Đây là biểu thức Kloss. Khi tính tốc độ thường dùng công thức này.



Hình 1.17: Đặc tính $M=f(s)$ khi $U_1=\text{const}$,

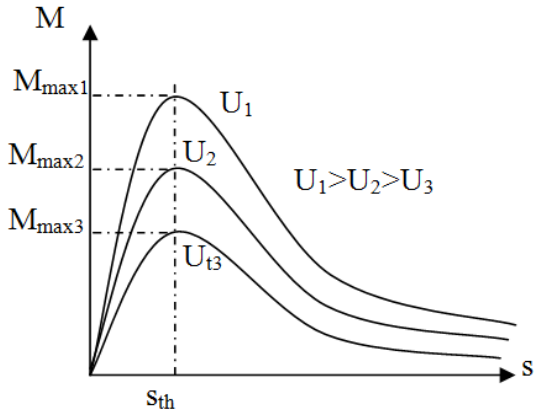
Hệ số quá tải là tỷ số giữa mô men cực đại đối với mô men định mức:

$$k_{qt} = \frac{M_{\max}}{M_{dm}} \quad (1.33)$$

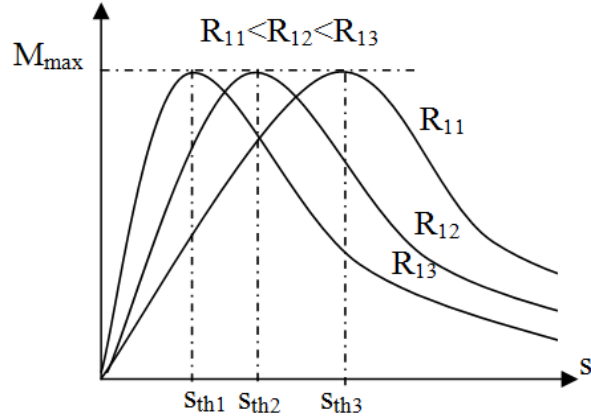
Bây giờ xét ảnh hưởng của một số thông số của máy lên mô men động cơ:

- Ảnh hưởng của sự thay đổi điện áp mạng cấp U_1

Từ biểu thức (1.29) và (1.32) thấy khi điện áp U_1 giảm thì mô men cực đại và mô men giảm theo tỷ lệ bình phương, điều đó rất dễ làm cho động cơ dừng dưới điện (hình 1.18).



Hình 1.18: Ảnh hưởng của điện áp nguồn nạp đối với mô men



Hình 1.19: Ảnh hưởng của điện trở rô tolên mô men

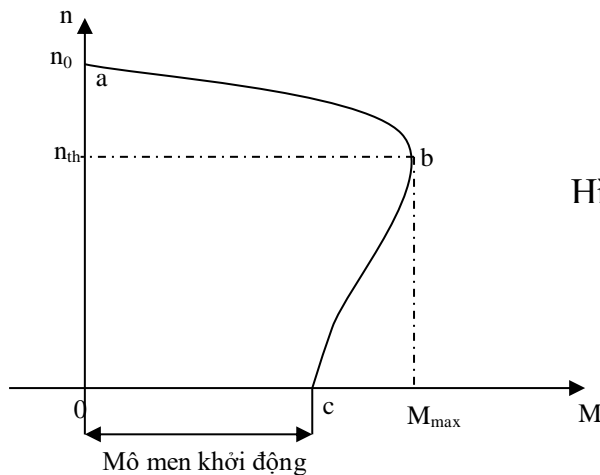
Khi thay đổi điện trở X ở mạch stato, hậu quả như giảm điện áp nguồn vì điện áp đặt lên động cơ bằng điện áp nguồn trừ đi độ sụt áp trên điện trở X .

Trên hình 1.19 biểu diễn sự thay đổi của mô men khi thay đổi điện trở rô to động cơ. Khi thay đổi điện trở R'_2 sẽ làm thay đổi độ trượt tới hạn, nhưng không thay đổi mô men cực đại (1.32).

Đặc tính cơ: Đặc tính cơ là mối quan hệ hàm giữa mô men và tốc độ $M=f(n)$. Để có được đặc tính cơ ta dựa vào đặc tính $M=f(s)$ và mối quan hệ:

$$n = n_{tt}(1-s) \quad (1.34)$$

Cho s những giá trị khác nhau ta có giá trị của n , từ (1.29) tính M , lập bảng mối quan hệ $n=f(M)$ rồi dựng đồ thị mối quan hệ này hình 1.20.



Hình 1.20: Đặc tính cơ

Từ hình 1.20 thấy: Đặc tính cơ chia làm 2 đoạn: đoạn a-b và đoạn b-c. Đoạn ab là đoạn làm việc ổn định, vì trên đoạn này mỗi khi chế độ ổn định cũ bị phá vỡ thì nó lại thiết lập chế độ ổn định mới. Trên đoạn b-c ta không có được tính chất đó. Có 2 chế độ đặc trưng:

- Khi $M=0$ thì có $n=n_0$ (n_0 - là tốc độ không tải có giá trị bằng tốc độ từ trường quay). Chế độ này thực tế không có, để nghiên cứu phải gắn máy lai ngoài với động cơ rời quay rô to với tốc độ bằng tốc độ quay của từ trường. Gọi chế độ này là chế độ không tải lý tưởng.

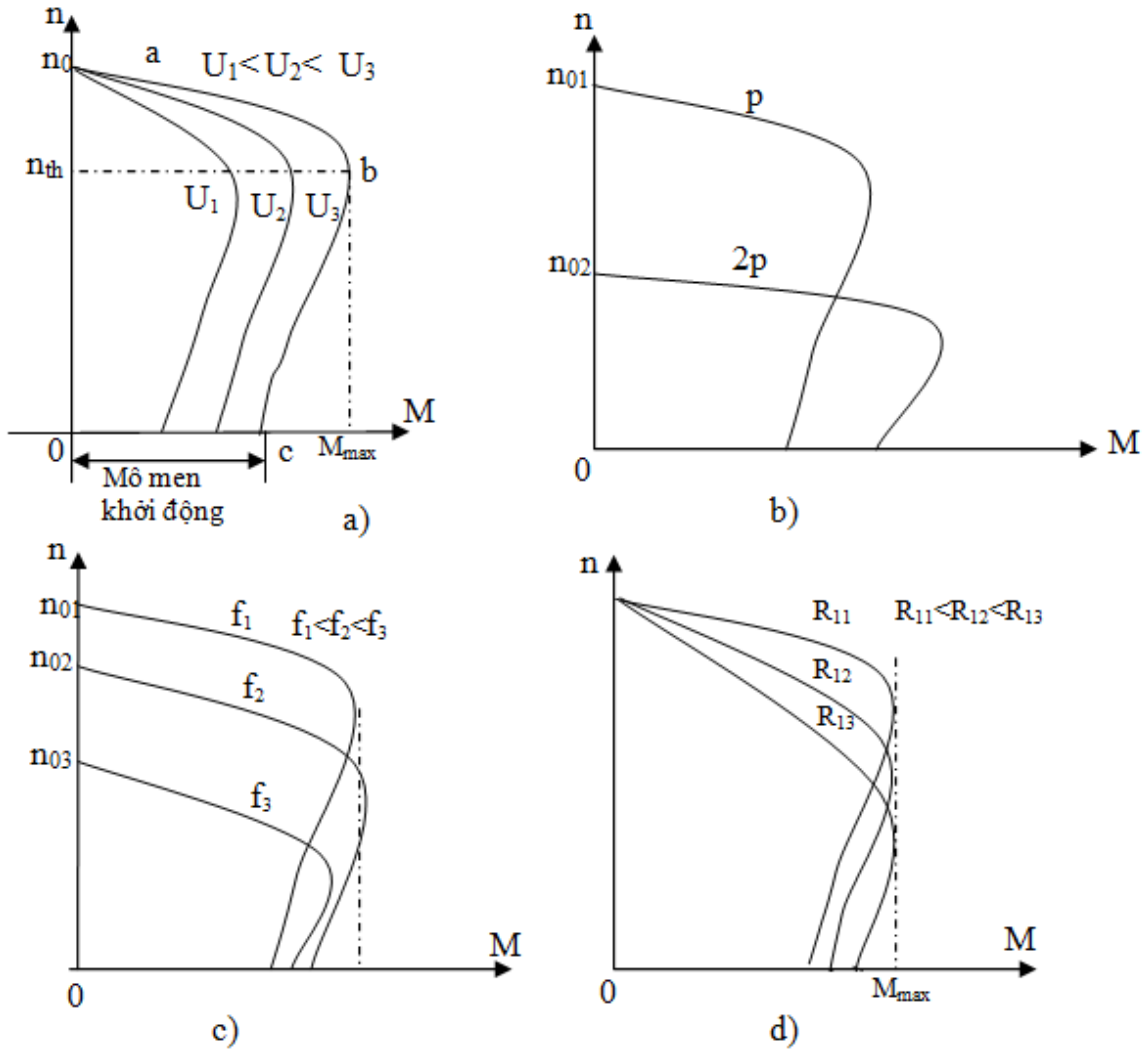
- Khi $n=0$. Đây là chế độ khi vừa đưa động cơ vào lưới cung cấp, động cơ chưa kịp quay, gọi là chế độ khởi động, ứng với chế độ khởi động có mô men khởi động.

Ngoài ra động cơ còn có tốc độ $n=0$ trong trường hợp động cơ không làm việc, không có điện áp cung cấp cho stato. Lúc này không có gì xảy ra, ta không bàn tới.

1.9.3.1. Đặc tính cơ tự nhiên và đặc tính cơ nhân tạo

Đặc tính cơ tự nhiên: là đặc tính cơ được xây dựng khi các thông số của máy như điện áp, điện trở, tần số có giá trị định mức.

Đặc tính cơ nhân tạo là đặc tính cơ khi có một trong các thông số trên thay đổi, các thông số khác không đổi. Trên hình 1.21 biểu diễn đặc tính cơ cho các trường hợp thay đổi điện áp, thay đổi số đôi cực, thay đổi tần số nguồn cung cấp và thay đổi điện trở rô to.



Hình 1.21: Đặc tính cơ nhân tạo của động cơ dị bộ. a) Khi $U_1 = \text{var}$; b) Khi $p = \text{var}$, c) Khi $f = \text{var}$, d) Khi $R_2 = \text{var}$

Nhận xét:

- Khi $U_1 = \text{var}$ thì mô men cực đại thay đổi,
- Khi thay đổi số đôi cực, tốc độ không tải thay đổi, mô men cực đại cũng thay đổi.
- Khi thay đổi tần số, tốc độ không tải thay đổi, ở phạm vi $f = f_{dm}$ nếu điều chỉnh tần số theo nguyên tắc $U_1/f_1 = \text{const}$ thì mô men cực đại không đổi, còn ở ngoài phạm vi trên mặc dầu điều chỉnh tần số theo nguyên tắc $U_1/f_1 = \text{const}$ vẫn làm cho mô men cực đại giảm.

- Khi thay đổi điện trở rô to thì mô men cực đại không thay đổi.

1.10. Khởi động động cơ không đồng bộ

1.10.1. Khởi động trực tiếp

Khởi động là quá trình đưa động cơ đang ở trạng thái nghỉ (đứng im) vào trạng thái làm việc quay với tốc độ định mức.

Khởi động trực tiếp, là đóng động cơ vào lưới không qua một thiết bị phụ nào.

Việc cấp một điện áp định mức cho stato động cơ dị bộ rô to lồng sóc hoặc động cơ dị bộ rô to dây quấn nhưng cuộn dây rô to nối tắt, khi rô to chưa kịp quay, thực chất động cơ làm việc ở chế độ ngắn mạch. Dòng động cơ rất lớn, có thể gấp dòng định mức từ 4 đến 8 lần. Tuy dòng khởi động lớn như vậy nhưng mô men khởi động lại nhỏ do hệ số công suất $\cos\varphi_0$ rất nhỏ ($\cos\varphi_0 = 0,1-0,2$), mặt khác khi khởi động, từ thông cũng bị giảm do điện áp giảm làm cho mô men khởi động càng nhỏ.

Dòng khởi động lớn gây ra 2 hậu quả quan trọng:

-*Nhiệt độ máy tăng* vì tổn hao lớn, nhiệt lượng toả ra ở máy nhiều, đặc biệt ở các máy có công suất lớn hoặc máy thường xuyên phải khởi động.

Vì thế trong sổ tay kỹ thuật của máy điện bao giờ cũng cho số lần khởi động tối đa, và điều kiện khởi động.

- *Dòng khởi động lớn* làm cho sụt áp lưới điện lớn, gây trở ngại cho các phụ tải cùng làm việc với lưới điện.

Vì những lý do đó khởi động trực tiếp chỉ áp dụng cho các động cơ có công suất nhỏ, và khởi động nhẹ tức là khi mô men cần trên trục động cơ nhỏ. Khi khởi động nặng không dùng được phương pháp này.

1.10.2. Khởi động dùng phương pháp giảm dòng khởi động

Dòng khởi động của động cơ xác định bằng biểu thức:

$$I_{kt} = I_{ngm} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (X_1 + X'_2)^2}} \quad (1.35)$$

Từ biểu thức này thấy để giảm dòng khởi động ta có các phương pháp sau:

- Giảm điện áp nguồn cung cấp;
- Đưa thêm điện trở vào mạch rô to (đối với động cơ dị bộ rô to dây quấn);
- Khởi động bằng thay đổi tần số;
- Khởi động bằng phương pháp kiểm tra dòng khởi động, gọi là phương pháp khởi động mềm.

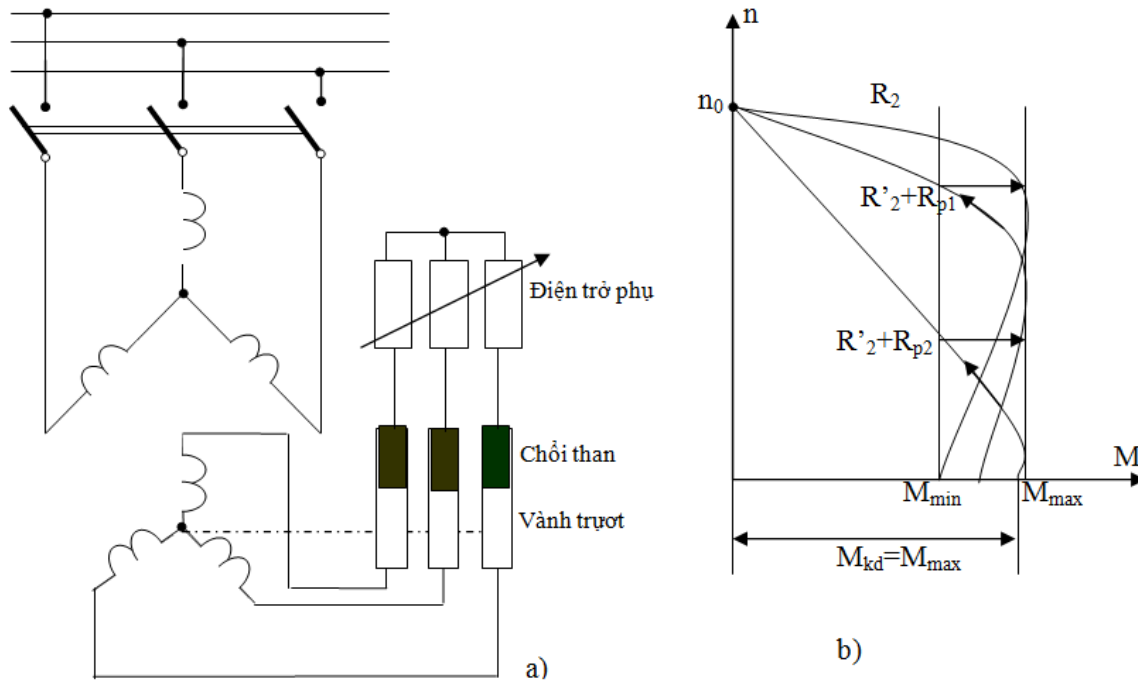
1.10.2.1. Khởi động động cơ dị bộ rô to dây quấn

Với động cơ dị bộ rô to dây quấn, để giảm dòng khởi động ta đưa thêm điện trở phụ vào mạch rô to (hình 1.22). Lúc này khởi dòng động cơ có dạng:

$$I_{kt} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R_2 + R_p)^2 + (X_1 + X'_2)^2}} \quad (1.36)$$

Việc đưa thêm điện trở phụ R_p vào mạch rô to ta được 2 kết quả: *giảm dòng khởi động và tăng mô men khởi động*.

Ở phương pháp này nếu chọn điện trở R_p thích hợp có thể đạt được mô men khởi động bằng giá trị mô men cực đại hình 1.22b.



Hình 1.22: Khởi động động cơ dị bộ rô to dây quấn. a) Sơ đồ, b) đặc tính cơ

Khi mới khởi động, toàn bộ điện trở khởi động được đưa vào rô to, cùng với tăng tốc độ rô to, ta cũng cắt dần điện trở khởi động ra khỏi rô to để khi tốc độ đạt giá trị định mức, thì điện trở khởi động cũng được cắt hết ra khỏi rô to, rô to bây giờ là rô to ngắn mạch.

1.10.2.2. Khởi động động cơ dị bộ rô to ngắn mạch

Với động cơ rô to ngắn mạch do không thể đưa điện trở vào mạch rô to như động cơ dị bộ rô to dây quấn để giảm dòng khởi động ta thực hiện các biện pháp sau:

- Giảm điện áp

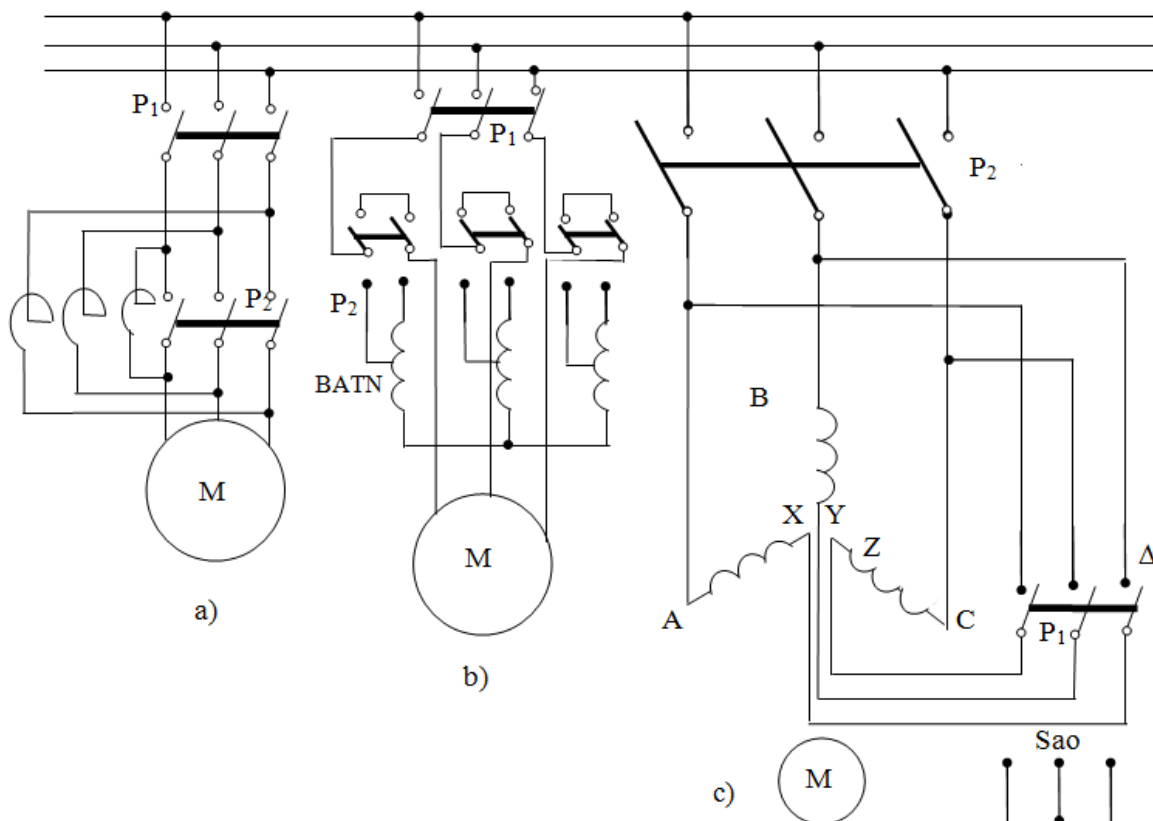
Dùng các phương pháp sau đây để giảm điện áp khởi động: *Cuộn kháng, biến áp tự ngẫu và đổi nối sao-tam giác*. Sơ đồ các loại khởi động này biểu diễn trên hình 1.23.

Đặc điểm chung của các phương pháp giảm điện áp là cùng với việc giảm dòng khởi động, mô men khởi động cũng giảm. Vì mô men động cơ tỷ lệ với bình

phương điện áp nguồn cung cấp, nên khi giảm điện áp, mô men giảm theo tỷ lệ bình phương, ví dụ điện áp giảm $\sqrt{3}$ lần thì mô men giảm đi 3 lần.

Đổi nối sao tam giác chỉ thực hiện được với những động cơ khi làm việc bình thường cuộn dây stato nối tam giác. Do khi khởi động cuộn dây stato nối sao, điện áp đặt lên stato nhỏ hơn $\sqrt{3}$ lần, khi chuyển sang nối tam giác, dòng điện giảm $\sqrt{3}$ lần mô men giảm đi 3 lần.

Khi khởi động bằng biến áp, nếu hệ số biến áp là k_u thì điện áp trên trụ đầu dây của động cơ giảm đi k_u lần so với điện áp định mức, dòng khởi động giảm đi k_u , mô men khởi động sẽ giảm đi k_u^2 lần. Tất cả các phương pháp khởi động bằng giảm điện áp, chỉ thực hiện được ở những động cơ có khởi động nhẹ, còn động cơ khởi động nặng không áp dụng được, người ta khởi động bằng phương pháp ‘nhóm’.



Hình 1.23: Các phương pháp giảm điện áp khi khởi động động cơ dị bộ.

a) Dùng cuộn kháng, b) Dùng biến áp tự ngẫu; c) Dùng đổi nối sao-tam giác

- Khởi động bằng phương pháp tần số

Do sự phát triển của công nghệ điện tử, ngày nay người ta đã chế tạo được các bộ biến tần có tính chất kỹ thuật cao và giá thành rẻ, do đó có thể áp dụng phương pháp khởi động bằng tần số. Thực chất của phương pháp này như sau: Động cơ được cấp điện từ bộ biến tần tĩnh, lúc đầu tần số và điện áp nguồn cung cấp có giá trị rất nhỏ, sau khi đóng động cơ vào nguồn cung cấp, ta tăng dần tần số và điện áp nguồn cung cấp cho động cơ, tốc độ động cơ tăng dần, khi tần số đạt giá trị định mức, thì tốc độ động cơ đạt giá trị định mức. Phương pháp khởi động này đảm bảo dòng khởi động không vượt quá giá trị dòng định mức.

1.10.2.3. Khởi động động cơ có rãnh sâu và động cơ 2 rãnh

Như chúng ta đã biết khởi động động cơ dị bộ bằng đưa điện trở vào mạch rô to là tốt nhất, nhưng với động cơ dị bộ rô to lồng sóc thì không làm điều đó được.

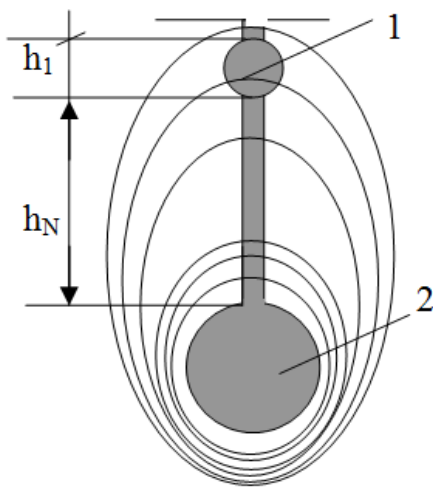
Tuy nhiên có thể tạo hiệu ứng như đưa điện trở phụ vào mạch rô to động cơ lồng sóc bằng động cơ có sáu tạo rô to đặc biệt: động cơ rãnh sâu và động cơ 2 rãnh.

a. Động cơ rô to lồng sóc 2 rãnh

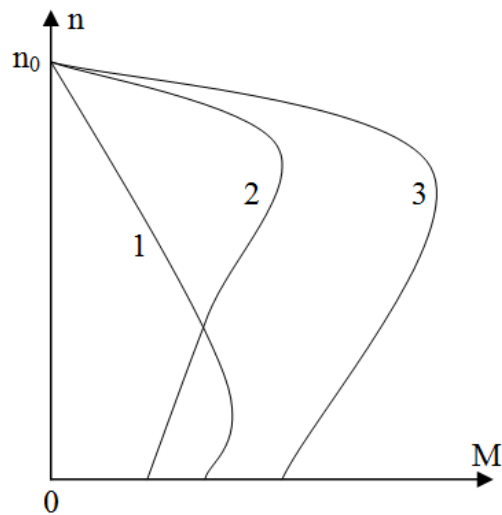
Để cải thiện khởi động đối với động cơ dị bộ lồng sóc, người ta chế tạo động cơ lồng sóc 2 rãnh: Rãnh công tác làm bằng vật liệu bình thường, còn rãnh khởi động làm bằng đồng thau là kim loại có điện trở riêng lớn (hình 1.24). Từ hình vẽ thấy rằng, độ dẫn từ của từ thông tản rãnh dưới lớn hơn của rãnh ngoài (trên). Như vậy trở kháng của các rãnh này rất khác nhau: Trở kháng của rãnh dưới lớn hơn trở kháng của rãnh trên rất nhiều. Khi mới bắt đầu khởi động ($s=1$) trở kháng của rãnh dưới lớn, nên dòng điện bị đẩy lên rãnh trên, dòng điện chạy trong nó nhỏ. Ở rãnh trên trở kháng nhỏ, nhưng điện trở thuần lại lớn, kết quả làm cho

dòng khởi động nhỏ - đó là hậu quả của việc đưa thêm điện trở vào rô to. Khi tốc độ rô to tăng lên, s giảm đi, trở kháng rãnh dưới giảm, dòng điện lại chạy từ rãnh trên xuống rãnh dưới. Khi tốc độ đạt giá trị định mức, thì dòng điện chạy chủ yếu ở thanh dưới, dòng ở thanh trên rất nhỏ.

Như vậy thanh trên chỉ hoạt động khi khởi động nên được gọi là thanh khởi động.



Hình 1.24: Động cơ rô to lồng sóc 2 rãnh 1.-Rãnh khởi động, 2 Rãnh

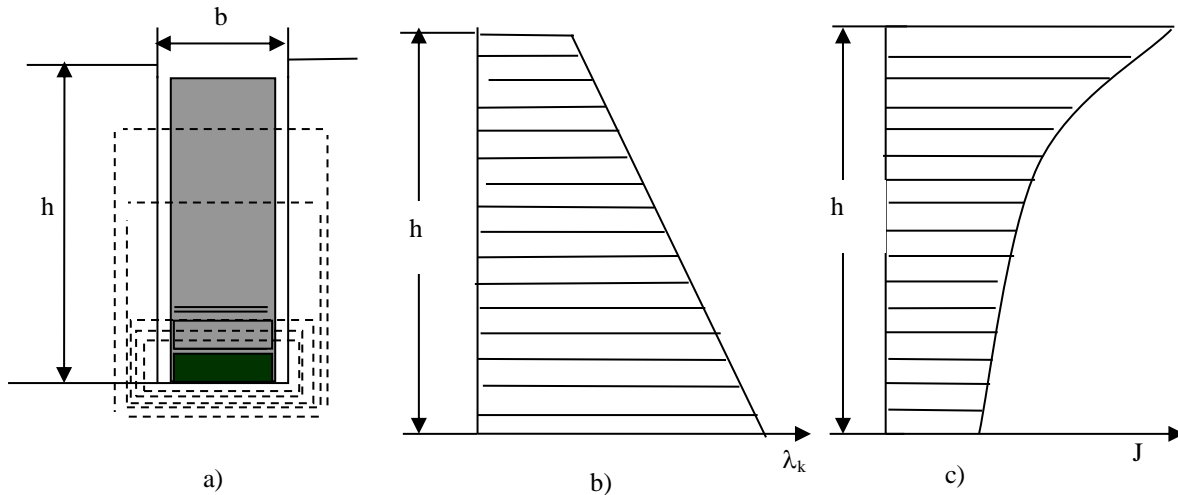


Hình 1.25: Đặc tính cơ của động cơ dị bộ 2 rãnh

Để xác định đặc tính cơ của động cơ 2 rãnh, giả thiết rằng 2 rãnh hoạt động độc lập với nhau. Rãnh trên có điện trở lớn nên đặc tính cơ là đặc tính 1 (hình 1.25), còn rãnh dưới có đặc tính cơ như đường 2. Tổng của 2 đặc tính là của động cơ 2 rãnh (đường 3).

a. Động cơ rô to lồng sóc rãnh sâu[1]

Động cơ rãnh sâu có cấu trúc khác với động cơ rãnh thường. Chiều cao h của rãnh động cơ rãnh sâu thường gấp 15-20 lần chiều rộng của rãnh (hình 1.26). Rãnh có nhiều dạng khác nhau: Chữ nhật, hình thang hay tròn dưới, trên chữ nhật...



Hình 1.26: a) Rãnh của động cơ lồng sóc rãnh sâu; b) Sự phân bố độ dẫn từ theo chiều cao rãnh, c) Độ phân bố mật độ dòng điện theo chiều cao

Để nghiên cứu tính chất của máy điện rãnh sâu ta chia rãnh ra từng lớp với chiều cao h_i . Do trong rãnh có nhôm, nên độ dẫn từ thông tản quyết định bởi độ dẫn từ trong rãnh.

Độ dẫn từ của lớp 1 biểu diễn bởi:

$$\lambda_1 = \frac{\mu h_1 l}{b} = ch_1$$

Lớp k tính như sau:

$$\lambda_k = \frac{\mu h_k l}{b} = ch_k$$

Trong đó l -độ dài lõi của rô to. Từ biểu thức này ta thấy rằng, độ dẫn từ thông tản lớn nhất ở lớp dưới cùng, còn nhỏ nhất ở lớp trên cùng. Trở kháng tản của mỗi lớp xác định như sau:

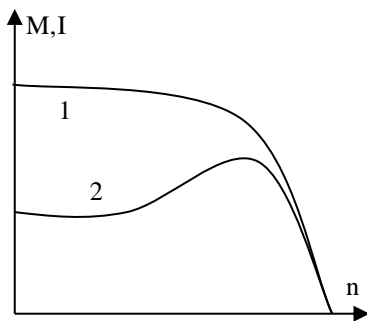
$$X_k = \omega_2 L_k = C \lambda_k f_2 \quad (1.37)$$

Đến đây, có thể nói về sự phân bố mật độ dòng điện theo chiều cao của thanh dẫn. Giá trị dòng điện chạy trong mỗi lớp phụ thuộc vào điện áp và tổng trở của mỗi lớp. Do sđđ cảm ứng bởi từ thông chính trong các lớp như nhau do đó sự phân bố dòng điện các lớp phụ thuộc vào tổng trở của lớp. Khi động cơ mới đóng

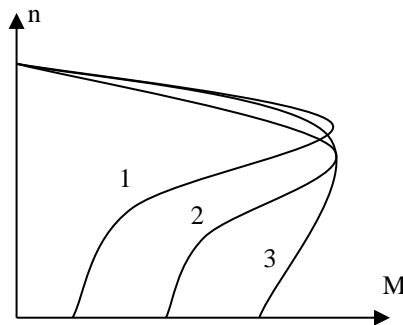
vào lưới, tần số $f_2=f_1$ nên X_k lớn hơn R_k rất nhiều, ngược lại khi rô to quay với tốc độ gần bằng tốc độ định mức thì tần số f_2 rất nhỏ nên $X_k \ll R_k$. Do đó khi mới khởi động, dòng điện chạy trong các lớp dưới rất nhỏ, ngược lại khi rô to quay với tốc độ gần định mức thì dòng điện chạy ở lớp trên rất nhỏ. Sự phân bố độ dẫn từ và mật độ dòng điện biểu diễn trên hình 1.26b và 1.26c. Ta thấy có hiện tượng đẩy dòng lên lớp trên, do đó dòng khởi động nhỏ, giống như đưa điện trở ngoài vào mạch rô to (vì dòng điện bị đẩy lên lớp trên diện tích dẫn nhỏ, nên điện trở lớn). Như vậy khởi động với động cơ rãnh sâu mô men khởi động lớn ($M_{kd} = 1,2-1,6M_{dm}$).

Trên hình 1.27 biểu diễn đặc tính mô men và dòng điện của động cơ rãnh sâu, còn trên hình 1.28 biểu diễn đặc tính cơ của 3 loại động cơ: dây quấn, lồng sóc thường và lồng sóc rãnh sâu.

Do động cơ lồng sóc rãnh sâu có mô men khởi động lớn nên nó được dùng cho các hệ truyền động có khởi động nặng ví dụ: cần cẩu. So với động cơ dị bộ rô to dây quấn, thì động cơ lồng sóc rãnh sâu có cấu tạo nhẹ hơn, rẻ tiền hơn.



Hình 1.27: Đặc tính cơ và đặc tính dòng điện của động cơ rãnh sâu

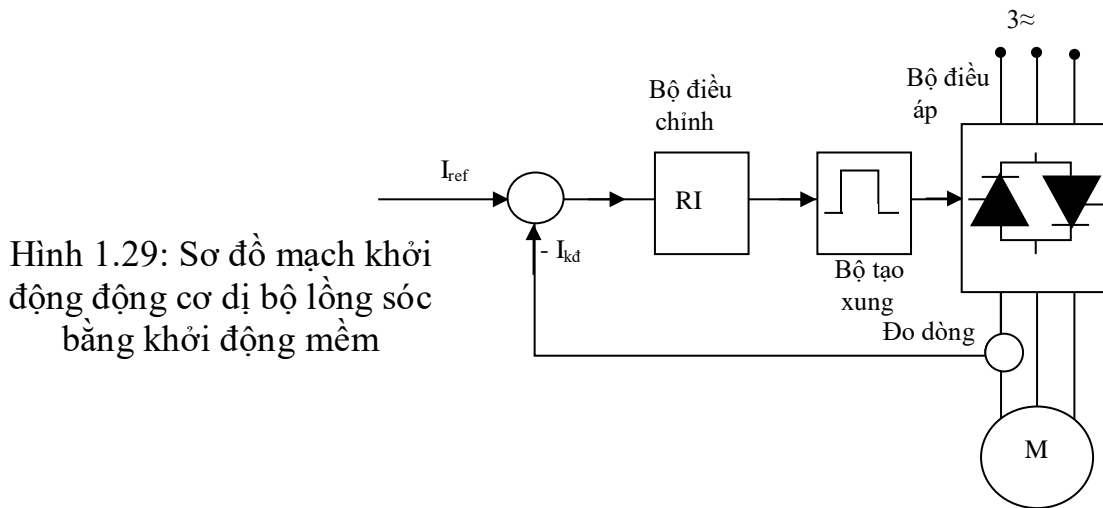


Hình 1.28: Đặc tính cơ của động cơ dị bộ. 1) Động cơ dây quấn, 2) Động cơ lồng sóc thường, 3) Động cơ lồng sóc rãnh sâu

Khởi động mềm

Trong những năm gần đây để cải thiện khởi động động cơ dị bộ rô to lồng sóc, ngoài phương pháp khởi động tần số còn áp dụng phương pháp khởi động

mềm. Bản chất của phương pháp khởi động mềm là kiểm tra dòng khởi động khi thay đổi điện áp. Để thực hiện được điều này người ta tạo một mạch điều chỉnh kín như hình vẽ 1.29.



Dòng khởi động I_{kd} được đo từ máy so sánh với dòng đặt I_{ref} , nếu $I_{ref} - I_{kh} = \Delta\varepsilon \neq 0$, tín hiệu này sẽ tác động lên bộ điều chỉnh RI. Tín hiệu ra của bộ điều chỉnh tác động lên bộ tạo xung mở các ti-ri-sto. Nếu $\Delta\varepsilon > 0$ điều khiển để tăng góc mở các ti-ri-sto tức là tăng điện áp đặt vào stato động cơ, nếu $\Delta\varepsilon < 0$ tác động theo chiều giảm điện áp đặt vào rô to, kết quả là dòng khởi động luôn nhỏ hơn dòng đặt.

1.11. Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ

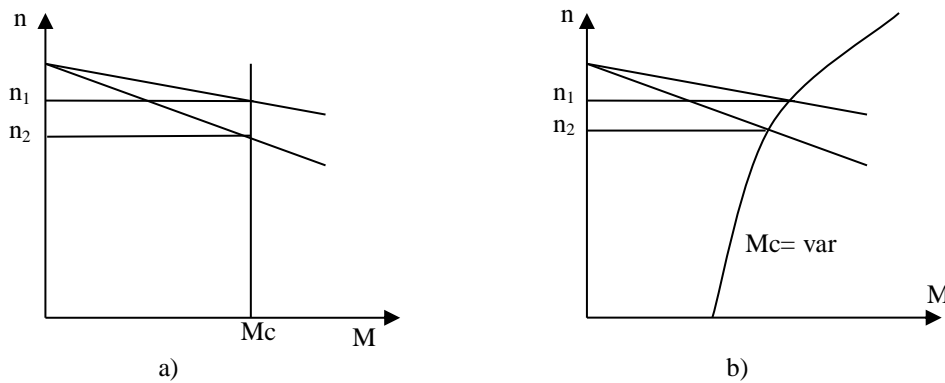
1.11.1. Mở đầu

Trong thực tế sản xuất và tiêu dùng, các khâu cơ khí sản xuất cần có tốc độ thay đổi. Song khi chế tạo, mỗi động cơ điện lại được sản xuất với một tốc độ định mức, vì vậy vấn đề điều chỉnh tốc độ các động cơ điện là rất cần thiết.

Khi mô men cản trên trục động cơ thay đổi, tốc độ động cơ thay đổi, nhưng sự thay đổi tốc độ như thế không gọi là điều chỉnh tốc độ.

Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ là quá trình thay đổi tốc độ động cơ theo ý chủ quan của con người phục vụ các yêu cầu về công nghệ.

Phụ thuộc vào đặc tính cơ của cơ khí sản xuất mà quá trình thay đổi tốc độ xảy ra khi mô men cản không đổi (hình 1.30a) hoặc khi mô men cản thay đổi (hình 1.30b).



Hình 1.30: Điều chỉnh tốc độ động cơ dị bộ. a) Khi mô men cản không đổi, b) Khi mô men cản thay đổi

Khi điều chỉnh tốc độ động cơ cần thỏa mãn những yêu cầu sau:

Phạm vi điều chỉnh, sự liên tục trong điều chỉnh và tính kinh tế trong điều chỉnh. Với các thiết bị vận chuyển, phải điều chỉnh tốc độ trong phạm vi rộng, còn thiết bị dệt hoặc giấy thì lại đòi hỏi tốc độ không đổi với độ chính xác cao.

Để nghiên cứu các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ ta dựa vào các biểu thức sau:

$$n = n_{tt}(1-s) \tag{1.38}$$

$$n_{tt} = \frac{60f}{p} \tag{1.38a}$$

$$s = \frac{E_1}{E_2} \quad \text{hay} \quad s = \frac{f_1}{f_2} \quad (1.38b)$$

Mặt khác ta lại có: $E_2 = I_2 \sqrt{R_2^2 + (X_{20}s)^2}$, Vậy:

$$s = \frac{R_2 I_2}{\sqrt{E_{20}^2 + (X_{20} I_2)^2}} \quad (1.38c)$$

Từ các công thức (4.37) rút ra các phương pháp điều chỉnh tốc độ sau đây:

1. Thay đổi tần số f_1 ;
2. Thay đổi số đôi cực p ;
3. Thay đổi điện trở R_2 ở mạch rô to;
4. Thay đổi E_{20} hoặc U_1 ;
5. Thay đổi điện áp E_2 ;
6. Thay đổi tần số f_2 .

Trong các phương pháp trên, người ta hay sử dụng phương pháp 1, 2 và 4, còn động cơ dị bộ rô to dây quấn người sử dụng phương pháp 3. Dưới đây trình bày ngắn gọn một số phương pháp thường dùng.

1.11.2. Thay đổi tần số nguồn điện cung cấp f_1

Phương pháp này chỉ sử dụng được khi nguồn cung cấp có khả năng thay đổi tần số. Ngày nay, do sự phát triển của công nghệ điện tử các bộ biến tần tĩnh được chế tạo từ các van bán dẫn công suất đã đảm nhiệm được nguồn cung cấp năng lượng điện có tần số thay đổi, do đó phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi tần số đang được áp dụng rộng rãi và cạnh tranh với các hệ thống truyền động điện dòng một chiều.

Nếu bỏ qua tổn hao điện áp ở mạch stato ta có:

$$U_1 = E_1 = 4,44 f_1 W_1 k_{cd1} \phi \quad (1.39)$$

$$\text{Hay } U_1 = k f_1 \phi \quad (1.39a)$$

Từ biểu thức này ta thấy nếu thay đổi f_1 mà giữ $U_1 = \text{const}$ thì từ thông sẽ thay đổi. Việc thay đổi từ thông làm giảm điều kiện công tác của máy điện, thay đổi hệ số $\cos \varphi_1$, thay đổi hiệu suất và tổn hao lõi thép, do đó yêu cầu khi thay đổi tần số phải giữ cho từ thông không đổi.

Mặt khác trong điều chỉnh tốc độ phải đảm bảo khả năng quá tải của động cơ không đổi trong toàn bộ phạm vi điều chỉnh, điều đó có nghĩa là phải giữ cho $M_{\max} = \text{const}$. Muốn giữ cho $M_{\max} = \text{const}$ thì phải giữ cho từ thông không đổi. Muốn giữ cho từ thông không đổi thì khi thay đổi tần số ta phải thay đổi điện áp đảm bảo sự cân bằng của (1.39a).

Phương pháp điều chỉnh tần số nguồn cung cấp kết hợp với lý thuyết điều khiển hiện đại mà hiện nay hay dùng nhất là điều khiển véc tơ, đã biến hệ thống truyền động điện động cơ không đồng bộ có đặc tính của một hệ thống truyền động điện động cơ một chiều. Cụ thể là có thể điều chỉnh nhanh mô men khi giữ cho thành phần tạo từ thông của dòng stato mà chỉ cần điều chỉnh thành phần tạo mô men của dòng stato. Mô men cực đại của động cơ dị bộ có thể biểu diễn:

$$M_{\max} = C \left(\frac{U_1}{f_1} \right)^2 \quad (1.40)$$

Nếu hệ số quá tải không đổi, thì tỷ số của mô men tới hạn ở 2 tốc độ khác nhau

phải bằng tỷ số mô men cản ở 2 tốc độ đó tức là:

$$\frac{M'_{th}}{M''_{th}} = \frac{M'_c}{M''_c} = \frac{U'^2_1}{f'^2_1} = \frac{f''^2_1}{U''^2_1} \quad (1.41)$$

Từ đây ta có:

$$\frac{U'_1}{U''_1} = \frac{f'_1}{f''_1} = \sqrt{\frac{M'_c}{M''_c}} \quad (1.42)$$

Trong đó M'_{th} và M'_c là mô men tới hạn và mô men cản ứng với tần số nguồn nạp f'_1 , điện áp U'_1 , còn M''_{th} và M''_c là mô men tới hạn và mô men cản ứng với tần số nguồn nạp f''_1 và điện áp U''_1 . Nếu điều chỉnh theo công suất không đổi $P_2 = \text{const}$ thì mô men của động cơ tỷ lệ nghịch với tốc độ do vậy:

$$\frac{M'_c}{M''_c} = \frac{f''_1}{f'_1} \quad (1.43)$$

Do đó:

$$\frac{U'_1}{U''_1} = \sqrt{\frac{f'_1}{f''_1}} \quad (1.44)$$

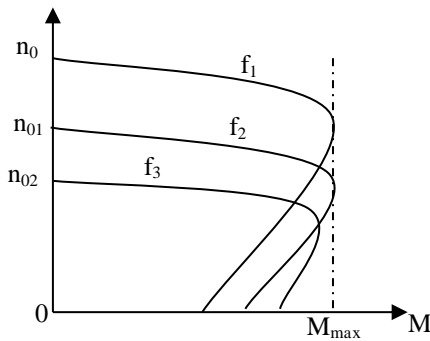
Trong thực tế ta thường gặp điều chỉnh với $M_c = \text{const}$ do đó:

$$\frac{U_1}{f_1} = \text{const} \quad (1.45)$$

Khi giữ cho $\phi = \text{const}$ thì $\cos\phi = \text{const}$, hiệu suất không đổi, $I_0 = \text{const}$. Nếu mô men cản có dạng quạt gió thì :

$$\frac{U'_1}{U''_1} = \left(\frac{f'_1}{f''_1} \right)^2 \quad (1.46)$$

Khi dẫn các biểu thức trên đây ta đã giả thiết bỏ qua độ sụt áp trên điện trở R. Điều đó chỉ đúng trong phạm vi tần số định mức, khi tần số nhỏ hơn tần số định mức, đặc biệt khi tần số thấp thì việc bỏ qua độ sụt áp này không chấp nhận được vì khi f nhỏ, X_s nhỏ không thể bỏ qua độ sụt áp trên điện trở thuần, do đó từ thông sẽ giảm và mô men cực đại giảm. Trên hình 1.31 biểu diễn đặc tính cơ khi điều chỉnh tần số với $f_1 > f_2 > f_3$. Ưu điểm của phương pháp điều chỉnh tần số là phạm vi điều chỉnh rộng, độ điều chỉnh láng, tổn hao điều chỉnh nhỏ.



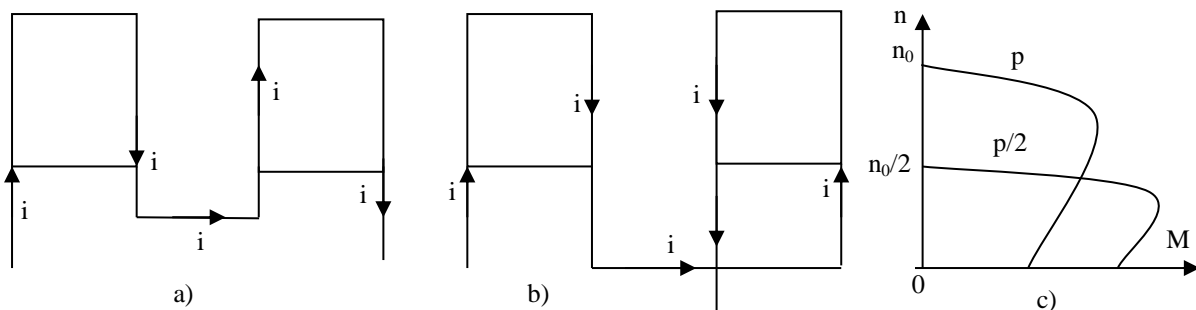
Hình 1.31: Đặc tính cơ khi điều chỉnh tần số theo nguyên lý: $f_1 > f_2 > f_3$

1.11.3 Thay đổi số đôi cực [2]

Nếu động cơ dị bộ có trang bị thiết bị đổi nối cuộn dây để thay đổi số đôi cực thì ta có thể điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi số đôi cực.

Để thay đổi số đôi cực ta có thể :

- Dùng đổi nối một cuộn dây. Giả sử lúc đầu cuộn dây được nối như hình 1.32a, khi đó số cặp cực là p, nếu bây giờ đổi nối như hình 1.32b ta được số cặp cực p/2.



Hình 1.32: Cách đổi nối cuộn dây để thay đổi số đôi cực: a) Mắc nối tiếp, số đôi cực là p; b) Mắc song song số đôi cực là p/2; c) Đặc tính cơ của động

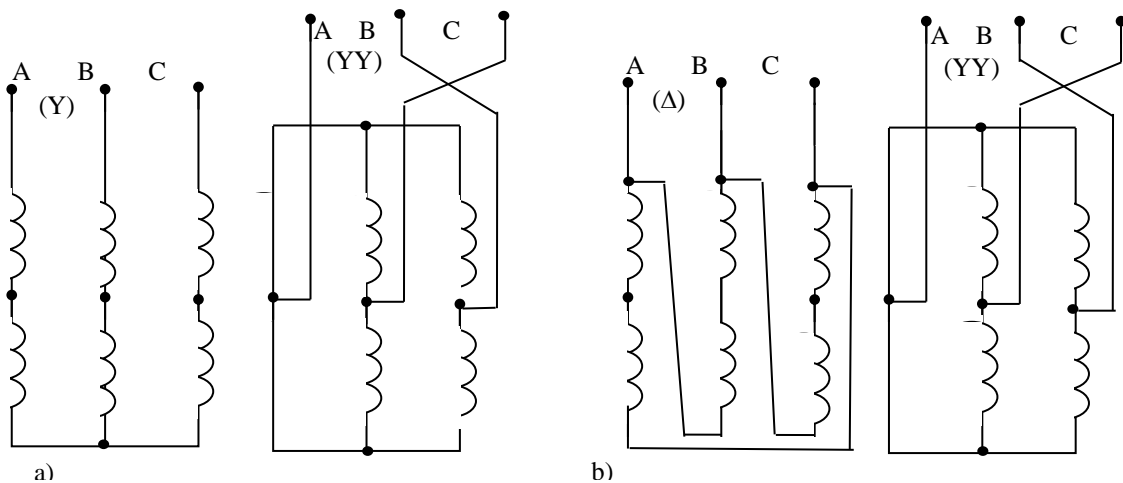
Để thay đổi cách nối cuộn dây có những phương pháp sau:

Đổi từ nối sao sang sao kép (hình 1.33a). Với cách nối này ta có: Khi hệ số $\cos\varphi$ không đổi thì công suất trên trục động cơ ở sơ đồ Y sẽ là:

$P_Y = \sqrt{3} U_d I_p \eta \cos\varphi_1$; Cho sơ đồ YY có: $P_{YY} = \sqrt{3} U_d 2 I_p \eta \cos\varphi_1$, do đó $P_Y/P_{YY} = 2$.

Ở đây I_p -dòng pha. Như vậy khi thay đổi tốc độ 2 lần thì công suất cũng thay đổi với tỷ lệ ấy. Cách đổi nối này gọi là cách đổi nối có $M = \text{const}$.

Người ta còn thực hiện đổi nối theo nguyên tắc Δ sang YY(sao kép) hình 1.33b.



Hình 1.33: Đổi nối cuộn dây a) $Y \rightarrow YY$, b)

Ta có: $P_{\Delta} = \sqrt{3} U_d \sqrt{3} I_p \eta \cos\varphi_1$; $P_{YY} = \sqrt{3} U_d 2 I_p \eta \cos\varphi_1$; do đó $P_{YY}/P_{\Delta} = 2/\sqrt{3} = 1,15$, thực tế coi như không đổi. Đây là cách đổi nối có $P = \text{const}$.

- Dùng cuộn dây độc lập với những số cực khác nhau, đó là động cơ dị bộ nhiều tốc độ. Với động cơ loại này stato có 2 hoặc 3 cuộn dây, mỗi cuộn dây có số đôi cực khác nhau. Nếu ta trang bị thiết bị đổi nối cuộn dây thì được 6 số cặp cực khác nhau ứng với 6 tốc độ.

Đặc điểm của phương pháp thay đổi tốc độ bằng thay đổi số đôi cực: Rẻ tiền, dễ thực hiện. Tuy nhiên do p là một số nguyên nên thay đổi tốc độ có tính nhảy bậc và phạm vi thay đổi tốc độ không rộng.

1.11.4. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện áp nguồn cung cấp

Thay đổi điện áp nguồn cung cấp làm thay đổi đặc tính cơ (hình 1.34). Vì mô men cực đại $M_{\max}=cU_1^2$, nên khi giảm điện áp thì mô men cực đại cũng giảm mà không thay đổi độ trượt tới hạn (vì $s_{th} \approx R_2/X_2$). Nếu mô men cản không đổi thì khi giảm điện áp từ U_{dm} tới $0,9U_{dm}$ tốc độ sẽ thay đổi, nhưng khi điện áp giảm tới $0,7U_{dm}$ thì mô men của động cơ nhỏ hơn mô men cản, động cơ sẽ bị dừng dưới điện.

Đặc điểm của phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng điều chỉnh điện áp nguồn cung cấp là phạm vi điều chỉnh hẹp, rất dễ bị dừng máy, chỉ điều chỉnh theo chiều giảm tốc độ. Mặt khác vì $P_{dt} = CE_{20}I_2\cos\varphi_2 = C_1U_1I_2\cos\varphi_1 = \text{const}$ nên khi giảm điện áp U_1 , mà mô men cản không đổi sẽ làm tăng dòng trong mạch stato và rô to làm tăng tổn hao trong các cuộn dây.

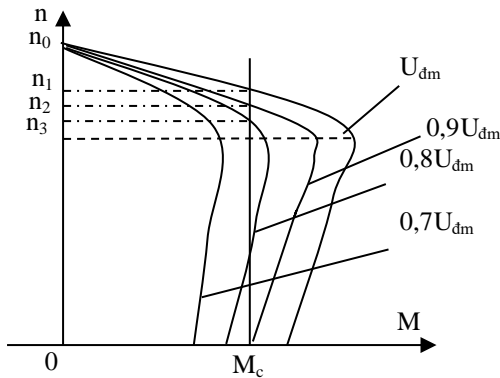
Để thay đổi điện áp ta có thể dùng bộ biến đổi điện áp không tiếp điểm bán dẫn, biến áp hoặc đưa thêm điện trở hoặc điện kháng vào mạch stato. Đưa thêm điện trở thuần sẽ làm tăng tổn hao, nên người ta thường đưa điện kháng vào mạch stato hơn.

Để mở rộng phạm vi điều chỉnh và tăng độ cứng của đặc tính cơ, hệ thống điều chỉnh tốc độ bằng điện áp thường làm việc ở hệ thống kín.

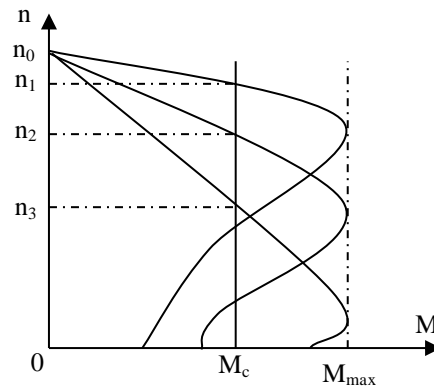
1.11.5. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện trở mạch rô to

Phương pháp điều chỉnh này chỉ áp dụng cho động cơ dị bộ rô to dây quấn. Đặc tính cơ của động cơ dị bộ rô to dây quấn khi thay đổi điện trở rô to biểu diễn ở hình 1.35. Khi tăng điện trở rô to, đặc tính cơ mềm đi, nếu mô men cản không đổi có thể thay đổi tốc độ động cơ theo chiều giảm. Nếu điện trở phụ thay đổi vô cấp

thay đổi được tốc độ vô cấp, tuy nhiên thay đổi vô cấp tốc độ bằng phương pháp điện trở rất ít dùng mà thay đổi nhảy bậc nên các điện trở điều chỉnh được chế tạo làm việc ở chế độ lâu dài và có nhiều đầu ra.



Hình 1.34: Đặc tính cơ của động cơ di bộ khi thay đổi điện áp nguồn



Hình 1.35: Đặc tính cơ của động cơ di bộ dây quấn khi thay đổi điện

Giá trị điện trở phụ đưa vào rô to có thể tính bằng công thức:

$$R_p = \left(\frac{s_2}{s_1} - 1 \right) R_2 \quad \text{trong đó } s_1 \text{ và } s_2 \text{ ứng với tốc độ } n_1 \text{ và } n_2.$$

Khi $M_c = \text{const}$ thì phạm vi điều chỉnh tốc độ là $n_1 - n_3$ (hình 1.35), khi M_c tăng, phạm vi điều chỉnh tốc độ tăng. Khi mô men cản không đổi thì công suất nhận từ lưới điện không đổi trong toàn phạm vi điều chỉnh tốc độ. Công suất hữu ích $P_2 = M\omega_2$ ở trên trục động cơ sẽ tăng khi độ trượt giảm, vì $\Delta P = P_{dt} - P_2 = M(\omega_1 - \omega_2)$ là tổn hao rô to nên khi độ trượt lớn tổn hao sẽ lớn.

Đặc điểm của phương pháp điều chỉnh điện trở rô to là điều chỉnh lúng, dễ thực hiện, rẻ tiền nhưng không kinh tế do tổn hao ở điện trở điều chỉnh, phạm vi điều chỉnh phụ thuộc vào tải. Không thể điều chỉnh ở tốc độ gần tốc độ không tải.

1.11.6. Thay đổi điện áp ở mạch rô to

Trước khi bước vào nghiên cứu phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng đưa thêm sđđ vào mạch rô to, ta thực hiện việc thống kê công suất ở máy điện không đồng bộ khi có đưa điện trở phụ vào mạch rô to.

Công suất nhận vào:

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

Công suất điện từ hay còn gọi là công suất từ trường quay:

$$P_{dt} = P_1 - \Delta P_1 = P_1 - (\Delta P_{Cu1} + \Delta P_{Fe1})$$

Đây là công suất chuyển qua từ trường sang rô to.

Công suất điện từ được chia ra công suất điện và công suất cơ:

$$P_{dt} = P_{cơ} + P_{điện}$$

$$\text{trong đó: } P_{điện} = \Delta P_{Cu2} + P_2$$

Ở đây P_2 là tổn hao trên điện trở phụ đưa vào mạch rô to, còn ΔP_{Cu2} là tổn hao đồng cuộn dây rô to do đó:

$$P_2 = m_2 I_2 R_p, \text{ còn } \Delta P_{Cu2} = m_2 R_2 \cdot I_2^2$$

Công suất cơ học $P_{cơ}$: là công suất ở điện trở: $(R'_2 + R'_p) \frac{1-s}{s}$ do

vậy:

$$P_{cơ} = m_1 (R'_2 + R'_p) I_2^2 \frac{1-s}{s}$$

Khi thay đổi tốc độ quay bằng thay đổi điện trở mạch rô to, là ta đã làm thay đổi P_2 truyền cho điện trở phụ để công suất cơ khí $P_{cơ}$ thay đổi vì:

$$P_{dt} = P_{cơ} + P_2 + \Delta P_{Cu2} = \text{const} \text{ trong đó } \Delta P_{Cu2} = \text{const}.$$

Bây giờ chúng ta nghiên cứu một phương pháp khác thay đổi công suất P_2 trong mạch rô to. Đó là phương pháp đưa thêm vào mạch rô to một đại lượng: ΔE_2 (hình 1.36) có cùng tần số rô to và cũng phải thay đổi theo tốc độ.

Giả thiết rằng điều chỉnh tốc độ theo nguyên tắc: $M = \text{const}$,
 $P_{dt} = \text{const}$.

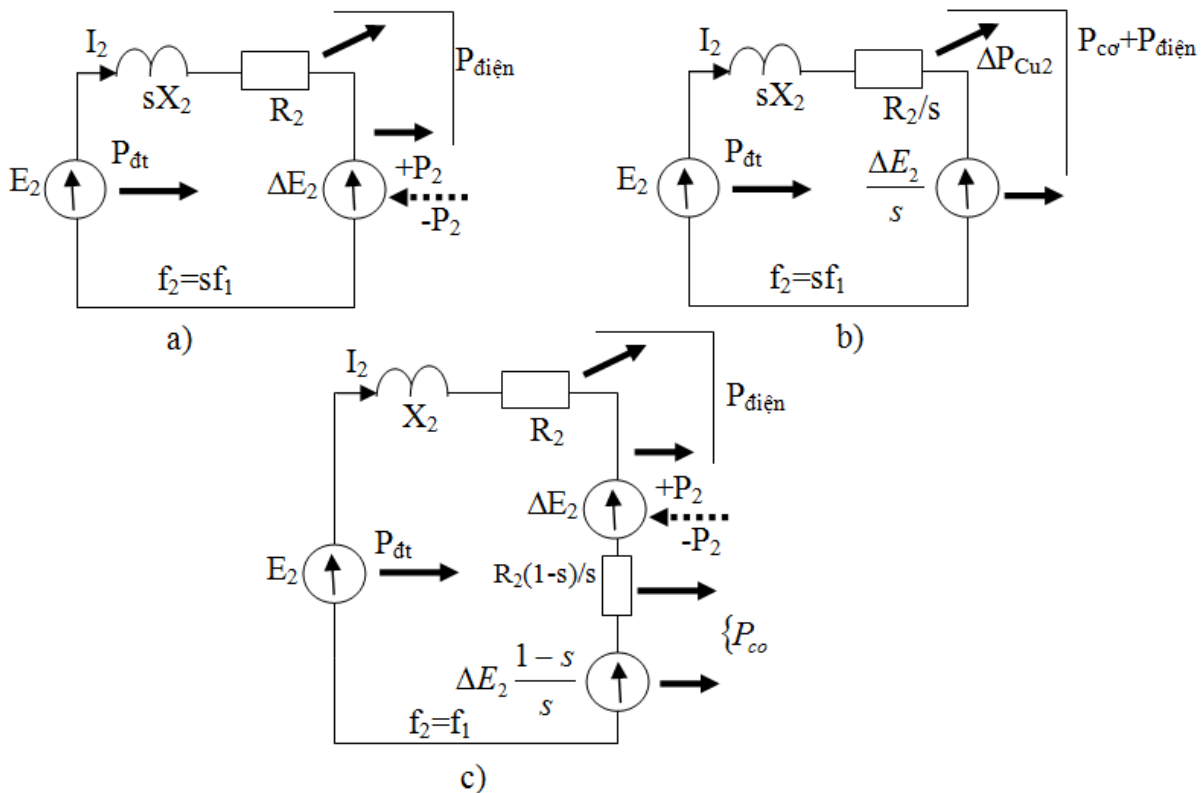
Trong điều kiện đó, thống kê công suất như sau (hình 1.36) [1]:

$$P_{\text{đt}} = P_{\text{cơ}} + P_{\text{điện}} = P_{\text{cơ}} + P_2 + \Delta P_{\text{Cu2}} = \text{const} \quad (1.47)$$

Tổn hao điện ΔP_{Cu2} trong trường hợp này không đổi vì giá trị dòng điện I_2 không phụ thuộc vào độ trượt. Trong vùng ổn định của đặc tính cơ tồn tại một giá trị dòng điện I_2 và một giá trị hệ số $\cos\varphi_2$ thỏa mãn quan hệ:

$$P_{\text{đt}} = m_2 E_{20} I_2 \cos\varphi_2 \approx c I_2 \cos\varphi_2 = \text{const}$$

Nếu tăng công suất phát P_2 (công suất phát mang dấu + trong biểu thức (1.47) cho một tải nào đó ở mạch rô to sẽ làm giảm công suất cơ khí $P_{\text{cơ}}$, vậy khi mô men cản không đổi sẽ làm tốc độ thay đổi ($n = c P_{\text{cơ}}$), nếu mạch rô to được cấp vào một công suất tác dụng P_2 (có dấu âm trong biểu thức (1.47) thì $P_{\text{cơ}}$ sẽ tăng, đồng nghĩa với tốc độ tăng. Nếu mạch rô to được cung cấp một công suất P_2 bằng tổn hao ΔP_{Cu2} lúc này $P_{\text{điện}} = s P_{\text{đt}} = 0$ có nghĩa là $s = 0$ vậy động cơ quay với tốc độ từ trường.



Hình1.36: Sơ đồ tương đương mạch rô to động cơ dị bộ khi đưa thêm sđđ vào

a)mạch thực, b)c) mạch tương đương đưa về tần số f_1

Nếu bây giờ cấp cho mạch rô to một công suất $|P_2| > \Delta P_{cu2}$ thì động cơ quay với tốc độ lớn hơn tốc độ đồng bộ. Phương pháp thay đổi tốc độ này cho phép thay đổi tốc độ trong phạm vi rộng (trên và dưới tốc độ đồng bộ). Thay đổi pha của ΔE_2 làm thay đổi hệ số công suất stato và rô to, hệ số công suất có thể đạt giá trị $\cos\varphi=1$ thậm chí có thể nhận được hệ số công suất âm. Nếu ta đưa vào rô to công suất phản kháng thì động cơ không phải lấy công suất kháng từ lưới, lúc này dòng kích từ cần thiết để tạo từ trường động cơ nhận từ mạch rô to. Phương pháp điều chỉnh tốc độ trên đây gọi là phương pháp nối tầng.

Kết luận chương 1

Trong chương một em đã thực hiện tìm hiểu về máy điện không đồng bộ , đặc biệt máy điện không đồng bộ làm việc như động cơ không đồng bộ. Tại chương này đã trình bày tính chất của động cơ không đồng bộ đặc tính cơ , các phương pháp khởi động và điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ.

CHƯƠNG 2

TỔNG QUAN VỀ HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU BA PHA.

2.1. BỘ ĐIỀU ÁP XOAY CHIỀU BA PHA

- Điều áp 3 pha với 6 Thyristor nối thành nhóm Thyristor song song ngược liên hệ giữa nguồn và tải. Sơ đồ 1. Bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều gọi tắt là điều áp xoay chiều thực hiện biến đổi điện áp xoay chiều về độ lớn và dạng sóng nhưng tần số f không đổi. Điều áp xoay chiều thường ứng dụng trong điều khiển chiếu sáng và đốt nóng, trong khởi động mềm và điều chỉnh tốc độ quạt gió máy bơm...

2. Để điều chỉnh điện áp 3 pha này có nhiều phương án khác nhau.

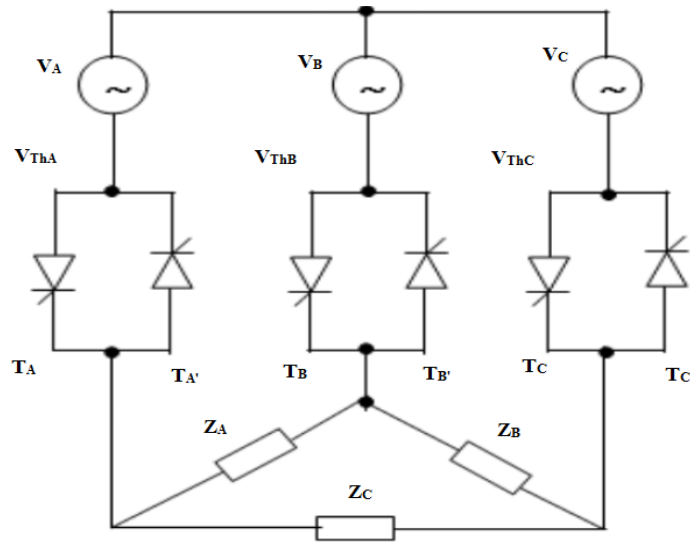
- Nối tam giác 3 bộ điều áp 1 pha.
- Nối hỗn hợp 3 Thyristor và 3 điốt.

Bộ điều áp 3 pha được tạo nên từ 3 nhóm, mỗi nhóm gồm 2 Thyristor nối song song ngược: T_A, T_A' ; T_B, T_B' ; T_C, T_C' . Gọi V_A, V_B, V_C là các điện

áp pha hình sin. $V_A = V_m \sin \theta$; $V_B = V_m \sin(\theta - \frac{2\pi}{3})$; $V_C = V_m \sin(\theta + \frac{2\pi}{3})$ (2.1)

Trong các pha của tải có dòng điện i_A, i_B, i_C và $v_{A'}, v_{B'}, v_{C'}$ là điện áp trên pha của tải và $v_{ThA}, v_{ThB}, v_{ThC}$ là các điện áp trên cực các Thyristor.

Ta xét hoạt động của một bộ biến đổi điện áp xoay chiều như Hình vẽ dưới đây



Hình 2.1. Bộ điều áp ba pha

Các Thyristor được mở ở các khoảng thời gian bằng nhau và bằng $1/6$ chu kỳ theo thứ tự $T_A, T_C, T_B, T_A, T_C, T_B$, với góc mở ψ nghĩa là Thyristor T_A được điều khiển với $\theta = \psi$ (hình 1). Để vẽ dạng sóng điện áp ta chỉ cần nghiên cứu một phần sáu chu kỳ. Vì các dòng điện pha đều giống nhau và lệch $\frac{2\pi}{3}$ do vậy biết i_A ta có thể suy ra i_B, i_C .

$$i_A(\theta + \frac{\pi}{3}) = -i_B(\theta)$$

$$i_A(\theta + \frac{2\pi}{3}) = i_C(\theta)$$

$$i_A(\theta + \pi) = -i_A(\theta)$$

$$i_A(\theta + \frac{4\pi}{3}) = i_B(\theta)$$

$$i_A(\theta + \frac{5\pi}{3}) = -i_C(\theta) \quad (2.2)$$

Như vậy ta cũng có quan hệ giữa các điện áp V_A, V_B, V_C trên tải và $V_{ThA}, V_{ThB}, V_{ThC}$ trên các cực của các nhóm Thyristor.

2.1.1. Trường hợp tải thuần trở

Nếu tải gồm 3 điện trở bằng nhau (tải đối xứng), khi góc kích xung ψ tang từ 0 đến $\frac{5\pi}{6}$ có thể xảy ra 3 chế độ hoạt động như Hình 1.a,b,c đơn giản hạn chế về $V_{A'}$; $V_{B'}$; $V_{C'}$ với $\psi < 0 < \psi + \frac{\pi}{3}$ cho phép xác định điện áp trên tải của pha A là $V_{A'}$ trong cả chu kỳ và V_{ThA} khi Thyristor T_A bị khóa. Ta không cần vẽ đường cong dòng điện vì hoàn toàn đồng dạng với $V_{A'}$.

- Chế độ 1: $0 < \psi < \frac{\pi}{3}$: 2 hay 3 Thyristor dẫn

- Khi $\psi < \frac{\pi}{3}$ góc kết thúc dẫn của T_C lớn hơn ψ , khi thì 3 thyristor dẫn, khi thì 2 thyristor dẫn:

$$V_{A'} = R \cdot i_A = V_A \quad (2.3)$$

$$V_{B'} = R \cdot i_B = V_B$$

$$V_{C'} = R \cdot i_C = V_C$$

$$V_{ThA} = V_{ThB} = V_{ThC} = 0$$

- Khi $\frac{\pi}{3} < 0 < \psi + \frac{\pi}{3}$ Th_A và Th_B

dẫn, do đó:

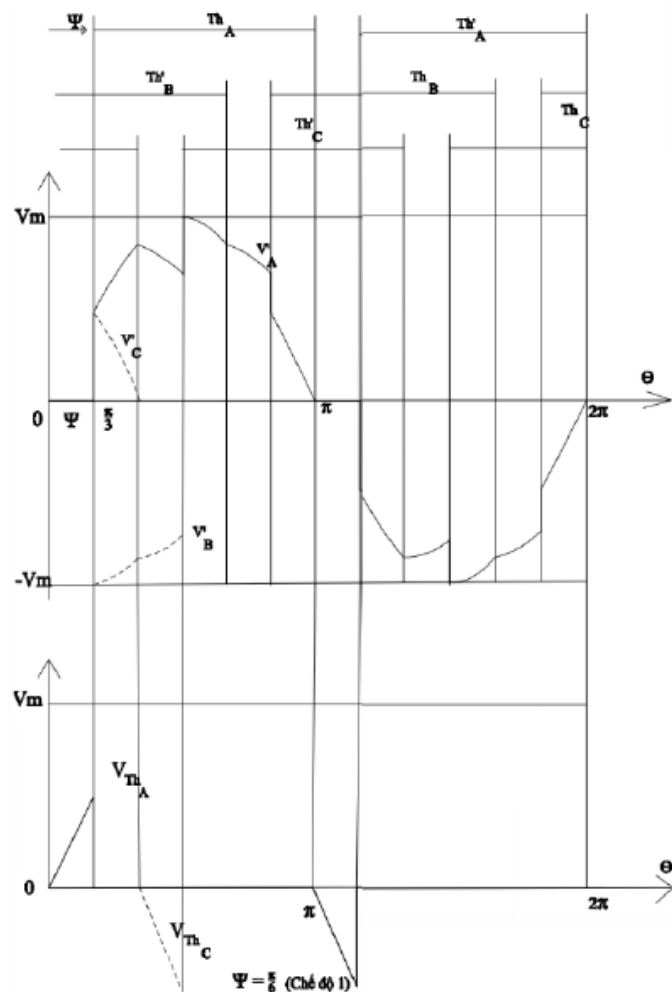
$$V_{A'} = -V_{B'} = \frac{1}{2}(V_A - V_B) \quad (2.4)$$

$$i_A = -i_B = \frac{V_{A'}}{R}$$

$$V_{C'} = i_C = 0, \quad V_{ThC} = \frac{3}{2} V_C < 0$$

Khi ψ đạt tới $\frac{\pi}{3}$ sẽ ngừng dẫn vì Th_C

bị khóa trước khi Th_A được mở



Hình 2.2. Chế độ 1

- Chế độ 2: $\frac{\pi}{3} < \psi < \frac{\pi}{2}$: luôn có 2 thyristor dẫn

Khi ψ biến thiên từ $\frac{\pi}{3}$ đến $\frac{\pi}{2}$ khoảng dẫn của thyristor không đổi bằng $\frac{1}{3}$ chu kỳ nhưng dẫn lệch pha.

Khi $\psi < 0 < \psi + \frac{\pi}{3}$ các thyristor Th_A và Th_B

dẫn

$$V_{A'} = V_B = \frac{1}{2}(V_B - V_C) \quad (2.5)$$

$$i_A = -i_B = v_{A'}/R$$

$$v_{C'} = R \cdot i_C = 0$$

$$v_{ThA} = v_{ThB} = 0; v_{ThC} = \frac{3}{2}V_C < 0$$

Khi $\psi = \frac{\pi}{2}$ chế độ này sẽ ngừng

dẫn, khi góc cuối của $Th_B' = \psi + \frac{\pi}{3}$

vượt quá $\frac{5\pi}{6}$, khi $V_A - V_B$

và $i_A = i_B$ triệt tiêu khi mỗi V_{ThC} .

- Chế độ 3: $\frac{\pi}{2} < \psi < \frac{5\pi}{6}$: có 2 hoặc

không có thyristor nào dẫn.

Tồn tại khoảng dẫn sau các khoảng

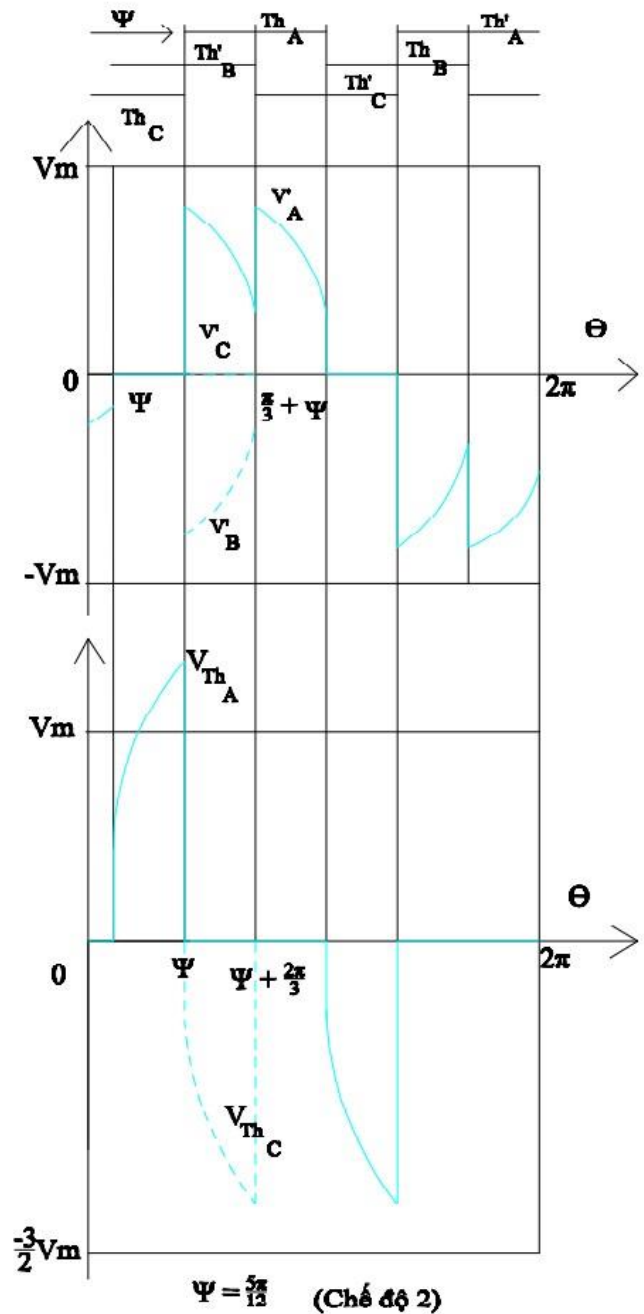
tắt cả dòng triệt tiêu cần mở 2

thyristor 1 lúc. Để làm việc cần phải:

- Điều khiển các Thyristor

bằng các tín hiệu chiều rộng lớn

hơn $\frac{\pi}{3}$



Hình 2.3. Chế độ 2

- Gửi các xung kháng định. Khi gửi tín hiệu mở 1 Thyristor để bắt đầu dẫn phải gửi một xung liên tục điều khiển của Thyristor vừa bị khóa. Như vậy ThA nhận xung đầu tiên ở $\theta = \psi$ và xung kháng định ở $\theta = \psi + \frac{\pi}{3}$

Khi $\psi < 0 < \frac{5\pi}{6}$, các Thyristor ThA và

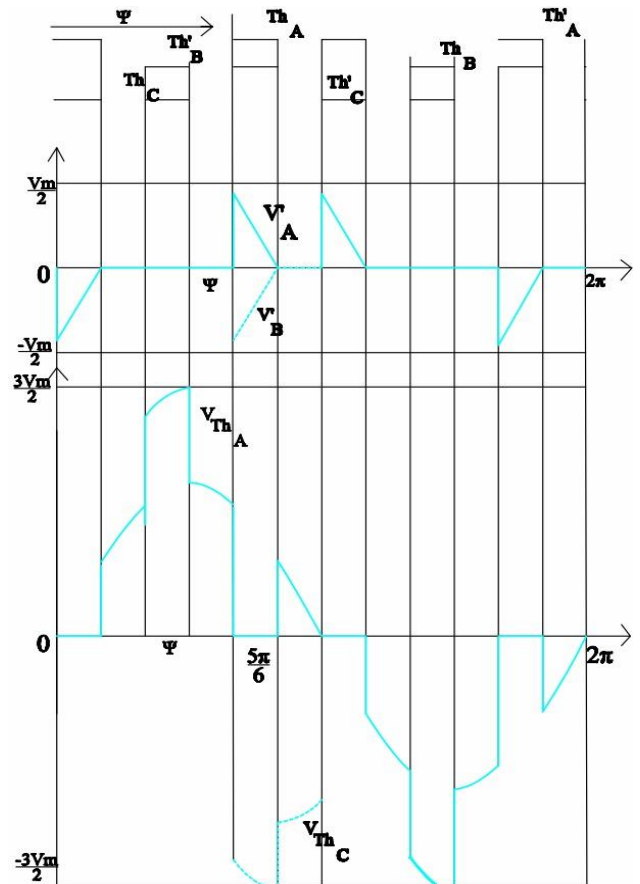
ThB dẫn:

$$V_{A'} = V_{B'} = \frac{1}{2}(V_A - V_B) \quad (2.6)$$

$$I_A = -i_B = V_{A'}/R$$

$$V_{C'} = i_C = 0 ; V_{ThA} = V_{ThB} = 0 ;$$

$$V_{ThC} = \frac{3}{2}V_C$$



Hình 2.4. Chế độ 3

Khi $\frac{5\pi}{6} < \theta < \psi + \frac{\pi}{3}$: không có Thyristor nào dẫn

$$v_{A'} = v_{B'} = v_{C'} = 0 ; i_A = i_B = i_C = 0 ; v_{ThA} - v_{ThB} = v_A - v_C \quad (2.7)$$

Để phân bố điện áp trên cực các Thyristor khi chúng bị khóa, cần nối vào các cực của 3 khối Thyristor các điện trở lớn có trị số bằng nhau, do vậy :

$$v_{ThA} = v_A ; v_{ThB} = v_B ; v_{ThC} = v_C$$

Khi $\psi < \frac{5\pi}{6}$ mỗi đồng thời ThA và ThC', khi $\theta = \psi + \frac{\pi}{3}$ sẽ tạo nên điện áp âm

$V_A - V_C$. Các thyristor không thể dẫn được và bộ điều áp làm việc như một khóa chuyển mạch luôn hở mạch.

2.1.2. Trường hợp tải R-L

Tải R – L được đặc trưng bởi tổng trở $Z = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$ và góc pha

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\omega L}{R} = Q \quad (2.8)$$

Dòng điện bắt đầu giảm khi $\psi > \varphi$.

Vì điện cảm L các dòng điện i_A, i_B, i_C k còn bị gián đoạn nữa, do đó k xảy ra chế độ 2.

Thyristor ThA đưa vào dẫn khi $\theta = \psi$ không gây khóa ThC do dòng i_C bị tắt đột ngột, bởi vì dòng điện này không bị gián đoạn.

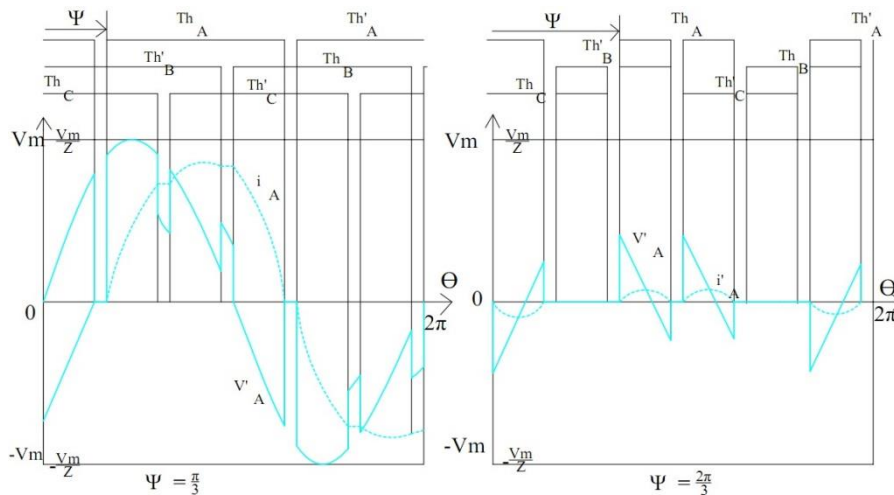
Nếu $\theta = \psi$, nhờ ThC và ThB, dòng i_C tồn tại, việc mở ThA là cho ThA, ThC và ThB' mở đồng thời và bắt đầu khoảng cả 3 thyristor dẫn ở chế độ 1.

Nếu $i_C = 0$ thì khi mở ThA làm cho i_A, i_B, i_C bằng không trước khi $\theta = \psi$, sơ đồ làm việc như ở chế độ 3.

Việc chuyển từ chế độ 1 sang chế độ 3 được thực hiện đối với giá trị giới hạn 1 ψ

$$\text{theo phương trình : } \sin\left(\psi_1 - k - \frac{4\pi}{3}\right) = -\sin\left(\psi_1 - \varphi\right) \frac{1 - 2e^{\frac{-\pi}{3Q}}}{2 - e^{\frac{-\pi}{3Q}}} \quad (2.9)$$

(Hình 2.5) Cho ví dụ hình dáng i_A và v_A , với 1 trong hai chế độ với $\varphi = \frac{\pi}{4}$.



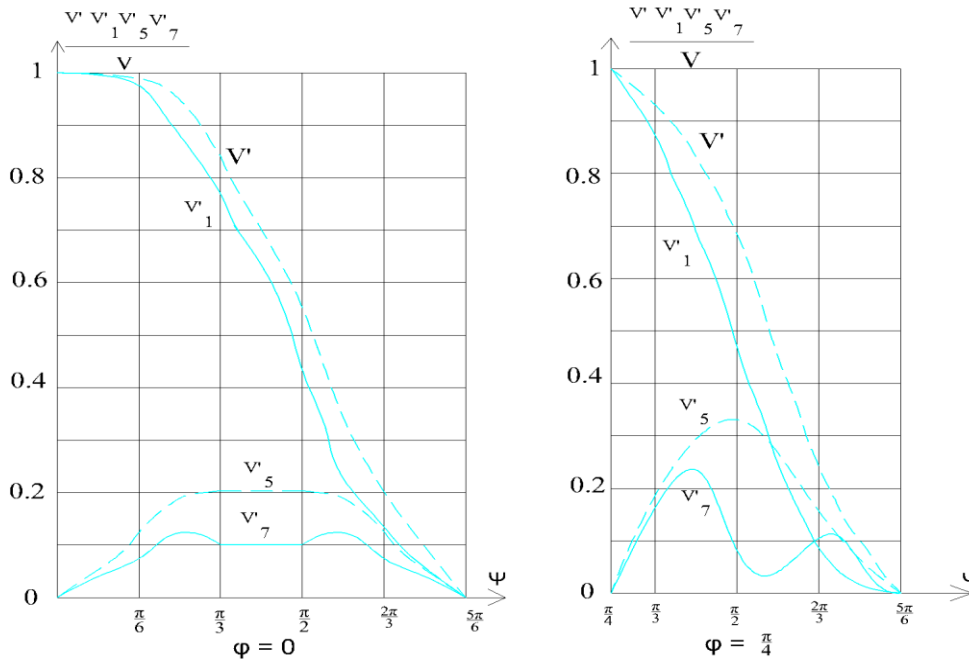
Hình 2.5. Hình dáng i_A và v_A ,

2.1.3. Đặc tính.

- Ở hình điện 2.6 áp trên tải $v_{A'}$, $v_{B'}$, $v_{C'}$ có trị số hiệu dụng V' biến thiên từ V đến 0 khi góc môi ψ đi từ φ đến $\frac{5\pi}{6}$

- Khai triển thành chuỗi ngoài sóng cơ bản chỉ có các điều hòa lẻ. Hơn nữa tổng giá trị tức thời $v_{A'} + v_{B'} + v_{C'} = 0$.

Có mặt các điều hòa : ω , 5ω , 7ω , 11ω Tổng quát $n\omega = (6k+1)$



Hình 2.6. Biểu diễn biến thiên điện áp

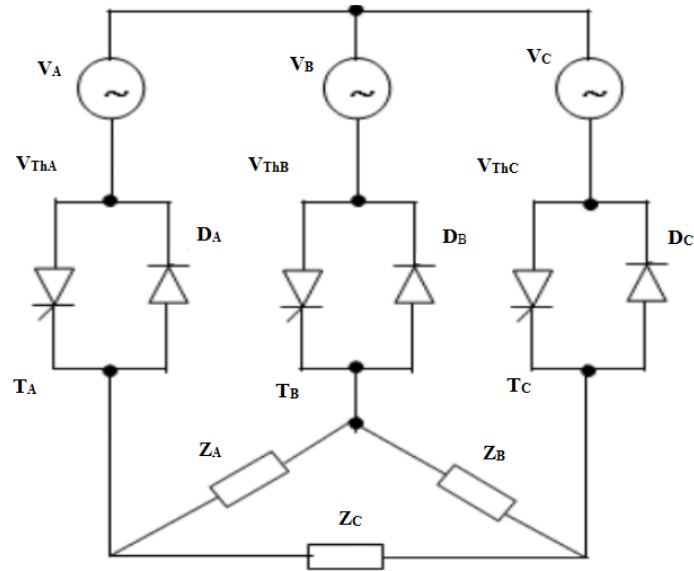
Các điều hòa dòng điện được tính theo biểu thức:

$$I_n = \frac{Vm}{R\sqrt{1+n^2Q^2}} \quad (2.10)$$

- Bộ điều áp xoay chiều tiêu thụ công suất phản kháng $3V.I_1.\sin\varphi$, do môi trễ ψ , các điện áp cơ bản trên tải $v_{A'}$, $v_{B'}$, $v_{C'}$ lệch pha với điện áp v_A , v_B , v_C tương ứng. Mặt khác tải $R - L$ nên dòng điện lệch pha với điện áp tải.

2.2. BỘ ĐIỀU ÁP BA PHA HỖN HỢP

Trên sơ đồ hình 2.7 ta nhận thấy mỗi pha có Thyristor được thay thế bằng một diode. Không có dây trung tính làm cho giá trị trung bình của tổng dòng điện pha của tải và điện áp trên cực của nó luôn bằng không.



Hình 2.7. Bộ điều áp 3 pha hỗn hợp

1. Sự hoạt động của sơ đồ

Nếu ta ký hiệu v_A, v_B, v_C là điện áp nguồn

$$V_A = V_m \sin \theta, V_B = V_m \sin \left(\theta - \frac{2\pi}{3} \right), V_C = V_m \sin \left(\theta - \frac{4\pi}{3} \right) \quad (2.11)$$

Thyristor Th_A được mở ở $\theta = \Psi$, còn Th_B ở $\Psi = \theta + \frac{2\pi}{3}$ và Th_C ở $\Psi = \theta + \frac{4\pi}{3}$

Ba dòng điện i_A, i_B, i_C giống nhau ở một phần ba chu kỳ nhưng ở nửa chu kỳ âm khác với nửa chu kỳ dương, do vậy điện áp v'_A, v'_B, v'_C và của các Thyristor $v_{ThA}, v_{ThB}, v_{ThC}$ vì có diốt nên không có các giá trị âm.

- Nếu tải thuần trở, có ba chế độ làm việc liên tiếp sau đây khi Ψ từ 0 đến $\frac{7\pi}{6}$

Khi $0 < \Psi < \frac{\pi}{2}$: 3 hoặc 2 van dẫn

Khi $\frac{\pi}{2} < \Psi < \frac{3\pi}{2}$: 3, 2 hoặc không có van nào dẫn

Khi $\frac{3\pi}{2} < \Psi < \frac{7\pi}{6}$: 2 hoặc không có van nào dẫn

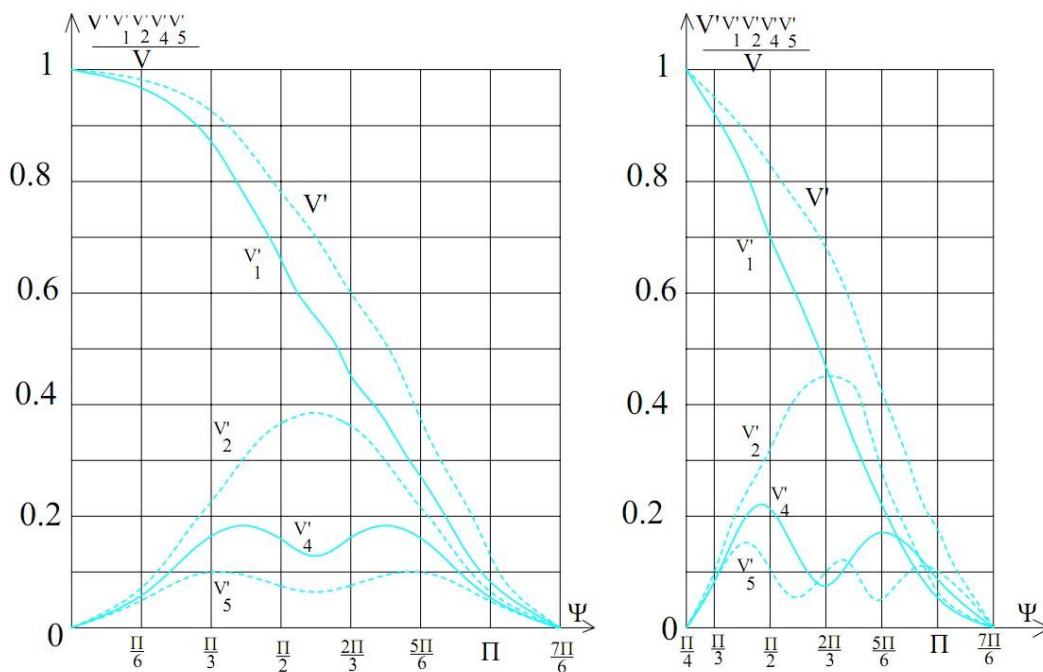
- Nếu tải R – L có môđun Z và góc pha φ , để làm thay đổi trị hiệu dụng của dòng điện i_A, i_B, i_C từ cực đại V/Z đến không thì góc mở Ψ phải tăng từ φ đến $\frac{7\pi}{6}$

Khi φ tăng, sự biến thiên của ψ theo chế độ giảm đi. Khi $\varphi = 31^\circ 6'$, chế độ này biến mất.

2. Các đặc tính

Các điện áp V'_A, V'_B, V'_C ngoài thành phần cơ bản còn có cả các điều hòa bậc chẵn và lẻ, trừ điều hòa bậc ba và bội ba.

Trên hình 1.8 trình bày đặc tính điện áp hiệu dụng của các điều hòa theo góc nối ứng với 2 trường hợp tải thuần trở $\varphi = 0$ và tải R - L $\varphi = \frac{\pi}{4}$



Hình 2.8. Đặc tính điện áp hiệu dụng của các điều hòa

Ta nhận mạnh điều hòa bậc ba có ảnh hưởng quan trọng

Sơ đồ tiêu thụ công suất phản kháng ngay cả khi tải thuần trở .

$$\text{Công suất biểu kiến : } S = 3VI \quad (2.12)$$

$$\text{Công suất biến dạng : } D = 3V \cdot \sqrt{I^2 - I_1^2} \quad (2.13)$$

$$\text{Công suất tác dụng : } P = 3VI_1 \cos \varphi \quad (2.14)$$

$$\text{Công suất phản kháng : } Q = 3VI_1 \sin \varphi \quad (2.15)$$

3. So sánh các bộ điều áp ba pha

Cũng như bộ chỉnh lưu, bộ điều áp làm thay đổi lưới điện xoay chiều cung cấp cho nó, tạo nên các điều hòa dòng điện và tiêu thụ công suất phản kháng.

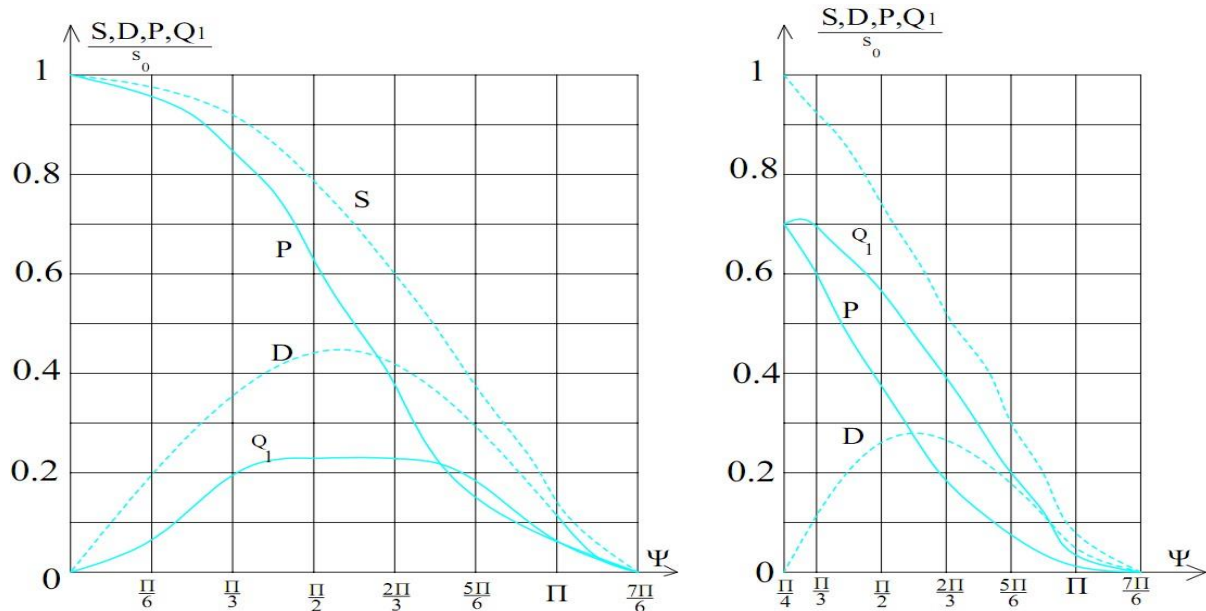
Mặc dù khó so sánh vì chế độ sử dụng điều hòa của chúng khác nhau, nhưng bộ điều áp 3 pha có 6 Thyristor không gây ảnh hưởng tới lưới bằng cầu chỉnh lưu ba pha có điều khiển. Bộ điều áp ba pha hỗn hợp cũng không gây ảnh hưởng tới lưới bằng cầu chỉnh lưu ba pha bán điều khiển.

Đối với ba loại điều áp ba pha, ta đã đưa ra các đặc tính đối với các điều hòa điện áp nhưng không ra đặc tính dòng điện, bởi vì khi tải R – L, ta có thể tìm được biểu thức các dòng điện điều hòa theo điện áp:

$$I_1 = \frac{V_1}{R\sqrt{1+Q^2}} \quad I_n = \frac{V'_n}{R\sqrt{1+n^2Q^2}} \quad \text{với } Q = \frac{\omega L}{R} \quad (2.16)$$

Do đó tỉ số:

$$\frac{\frac{I_n}{I_1}}{\frac{V'_n}{V'_1}} = \sqrt{\frac{1+Q^2}{1+n^2Q^2}} \quad (2.17)$$



Hình 2.9. Đặc tính điện áp

Nói chung các điều hòa dòng điện càng yếu khi tải có tính điện cảm càng lớn và bậc điều hòa càng cao

Đối với các thiết bị có công suất trung bình và lớn, các dòng điện điều hòa có vai trò quan trọng trong việc lựa chọn bộ điện áp. Việc lựa chọn giới hạn bởi hai sơ đồ 6 Thyristor.

- Bộ điều áp ba pha
- Ba bộ điều áp một pha ghép tam giác

Sơ đồ ba bộ điều áp một pha nối tam giác không tốt đối với dòng điện tải so với bộ điều áp ba pha, nhưng đối với dòng điện lưới loại tốt hơn. Sơ đồ bộ điều áp một pha nối tam giác làm cho dòng điện pha có điều hòa bậc ba và bội ba nhưng trong dòng điện đây chúng bị triệt tiêu. Do vậy ta có thể đi đến kết luận:

- Khi việc giảm các điều hòa dòng điện lưới đóng vai trò quan trọng thì thường chọn các sơ đồ ba bộ điều áp một pha nối tam giác

- Khi chất lượng điện áp trên tải quan trọng thì thường chọn bộ điều áp ba pha. Đó là trường hợp cung cấp cho các máy điện quay, bởi vì các máy điện quay sẽ làm việc xấu khi điện áp bậc ba hoặc bội ba. Các điện áp này tạo nên hệ thống thứ tự không.

Khi công suất giảm đi, cần giảm chi phí đối với các thyristor và mạch điều khiển, khi đó bộ điều áp ba pha có nhiều khả năng:

- Đặt giữa lưới và tải, cho phép thay đổi pha khi chuyển từ tam giác sang hình sao mà không cần thay đổi điệ

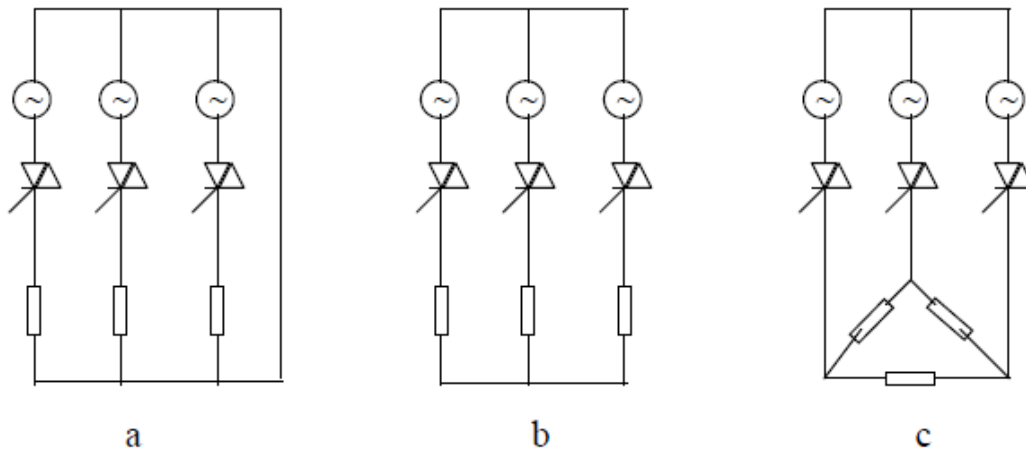
- Đặt sau tải cho phép nối hình tam giác ba nhóm thyristor, làm giảm dòng và cho phép giảm kích cỡ của thyristor.

- Đặt sau tải có một cực chung cho tất cả các thyristor, điều này làm cho việc điều khiển dễ dàng, nhất là khi thay thế 6 thyristor bằng 3 triac.

Khi vấn đề các điều hòa dòng điện không quan trọng thì bộ điều áp ba pha và các phương án của nó có lợi hơn phương án nối tam giác, ba bộ điều áp ba pha.

-Bộ điều áp ba pha hỗn hợp chỉ được sử dụng trong các sơ đồ công suất nhỏ vì ảnh hưởng quan trọng của các điều hòa. Điều hòa bậc cao sẽ tạo nên mômen phản kháng lớn đối với máy điện quay .

Việc cung cấp xung điều khiển như thế, đôi khi gặp khó khăn trong mạch, ngay cả việc đổi thứ tự pha nguồn lưới cũng có thể làm cho sơ đồ không hoạt động. Hiện nay, với những tải có công suất trung bình sử dụng các sơ đồ Triac như (Hình 3.2).

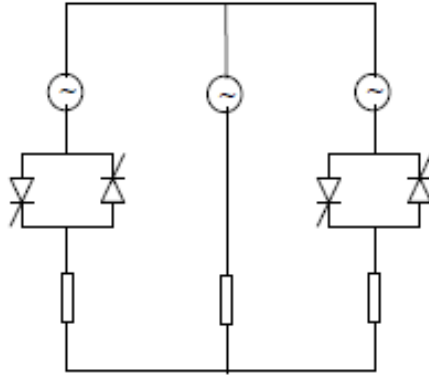


Hình 2.2: Điều áp ba pha bằng Triac

Hình 2.10. Điều áp 3 pha bằng Triac

Sơ đồ (Hình 2.10) có ưu điểm hơn về mặt điều khiển đối xứng và đơn giản về cách ghép. Đối với những tải không có yêu cầu về điều khiển đối xứng người ta có thể sử dụng sơ đồ cặp thyristor –điốt.

Mặc dù vậy, sơ đồ này ứng dụng thực tế không nhiều. Bởi vì khi không có xung điều khiển vẫn có thể có dòng chạy qua tải. Trong trường hợp cho phép điều khiển không đối xứng chúng ta có thể sử dụng sơ đồ điều khiển hai pha như (Hình 2.3).

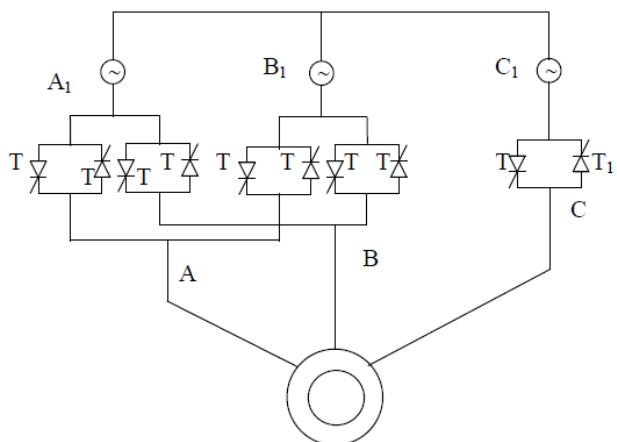


Hình 2.3: Sơ đồ điều áp ba pha đơn giản

Hình 2.11. Sơ đồ điều áp 3 pha đơn giản

Ưu điểm của sơ đồ (hình 2.11) là số lượng van bán dẫn ít hơn, và mạch điều khiển cũng đơn giản hơn. Nhược điểm của sơ đồ là điều khiển không đối xứng, nên đường cong dòng điện và điện áp các pha không giống nhau, vì vậy giá trị hiệu dụng của điện áp và dòng điện khác nhau rõ rệt. Loại sơ đồ này chỉ phát huy tác dụng khi tải và nguồn được phép làm việc không đối xứng và có số lượng van bán dẫn bị hạn chế.

Khi sử dụng điều áp xoay chiều cho động cơ không đồng bộ ngoài chế độ đóng cắt, điều khiển tốc độ, còn cần cả đảo chiều quay. Trong động cơ không đồng bộ, khi đảo chiều quay cần đổi thứ tự pha. Sơ đồ điều khiển có đảo chiều quay động cơ không đồng bộ như (Hình 2.11). Khi có chiều quay thuận ta cấp xung điều khiển cho $T_1, T_2, T_7, T_8, T_9, T_{10}$; các pha lưới A_1, B_1, C_1 được nối tương ứng với các cuộn A, B, C của động cơ. Khi ở chiều quay ngược ta cấp xung điều khiển cho $T_3, T_4, T_5, T_6, T_9, T_{10}$. các pha lưới A_1, B_1, C_1 được nối tương ứng B, A, C của động cơ.



Hình 2.4: Sơ đồ điều áp ba pha có đổi thứ tự pha

Hình 2.12. Sơ đồ điều áp ba pha có đổi thứ tự pha

Ở trên Hình 2.12 thiết kế sơ đồ mạch động lực của bộ điều áp xoay chiều ba pha chúng ta phải thực hiện hàng loạt các bài toán tổng hợp. Ngay cả ở chế độ xác lập thì dòng điện và điện áp trên các van bán dẫn cũng chỉ là chế độ gần với xác lập. Trong phần thiết kế này chúng ta chỉ xét bộ điều áp làm việc ở chế độ xác lập.

Khi lựa chọn các van bán dẫn cho sơ đồ điều áp ba pha theo dòng điện và điện áp, tổn hao công suất ΔP như đã xét, được xác định theo đường cong dòng điện chạy qua van. Tổn hao công suất trên van là tổn hao theo chiều thuận khi van dẫn. Lúc này ΔP phụ thuộc vào các giá trị dòng điện trung bình, hiệu dụng của van và theo đường cong đặc tính Vôn – Ampe của van ta tìm được ΔP . Tuy nhiên đường đặc tính Vôn – Ampe không phải của van nào cũng có cho nên gần đúng chúng ta chọn hơi dư thì lấy: $\Delta P = I_{HD} \Delta U$

Thông số ΔP này ảnh hưởng rất lớn tới diện tích cánh tản nhiệt mà chúng ta sẽ thiết kế sau này.

Kết luận chương 2: Qua sự tìm hiểu về chương 2 em hiểu được tổng quan về bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều 3 pha và các đường đặc tính điện áp

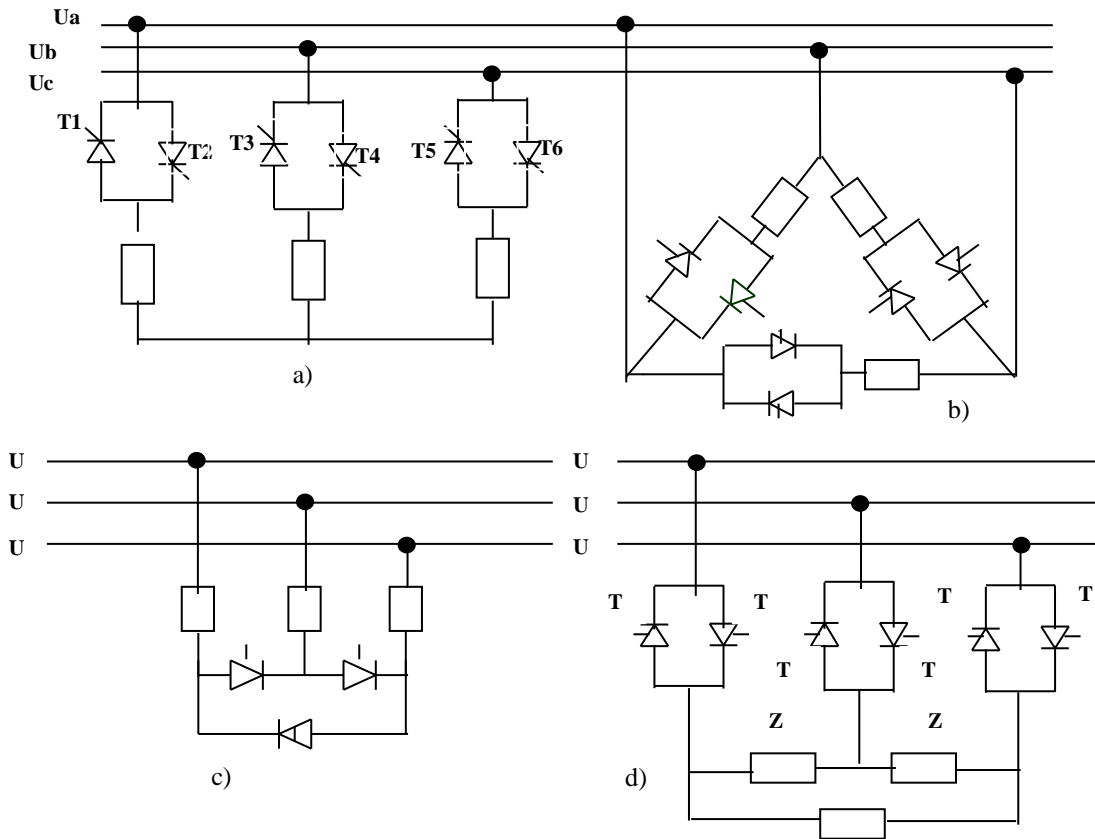
CHƯƠNG 3

THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP DÒNG XOAY CHIỀU BA PHA KHÔNG TIẾP ĐIỂM CẤP ĐIỆN CHO ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ RÔTÔ LỒNG SÓC 10 KW

3.1. THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU ÁP XOAY CHIỀU 3 PHA

3.1.1. Thiết kế mạch lược.

Mạch xoay chiều ba pha hiện nay trong thực tế thường gặp các sơ đồ như hình vẽ Hình 3.1 a, b, c, d.



H.1.60 Sơ đồ các bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều 3 pha

Hình 3.1. Sơ đồ điều áp xoay chiều ba pha bằng cặp thyristor
mắc song song ngược

Ở phần thiết kế bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều 3 pha này em chọn sơ đồ hình 3.1(a) làm sơ đồ thiết kế .

3.1.2. Tính chọn van bán dẫn.

1. Tính chọn van theo dòng điện.

Trong điều áp xoay chiều dòng điện chạy qua tải thường xác định là dòng hiệu dụng. Thông số dòng điện để cho van bán dẫn được tính là dòng điện lớn nhất trong quá trình làm việc. Trong điều khiển xung pha, dòng điện lớn nhất khi góc mở van bán dẫn nhỏ nhất. Góc mở nhỏ nhất của van bán dẫn thường nhận trị số $\alpha=0$ khi dòng điện tải là dòng điện hình sin.

Công suất định mức $P_{dm} = 10kw$, điện áp định mức $U_f = 220V$, hệ số công suất $\cos\varphi = 0,88$ hiệu suất $\eta = 0,85$

Dòng điện hiệu dụng chạy qua van bán dẫn khi tải đấu Y (Hình 3.1 a)

$$I_{HD} = \frac{P_{dm}}{3U_f \cos\varphi \eta} = \frac{10000}{3 \cdot 220 \cdot 0,88 \cdot 0,85} = 20,25A \quad (3.1)$$

Dòng điện tính được là dòng điện để chọn Triac. Nếu sơ đồ chọn là các sơ đồ Triac $I_{vlv} = I_{HD}$. Nếu sơ đồ chọn là sơ đồ ghép thyristor song song ngược thì dòng điện chọn thyristor. Ở đây ta chọn sơ đồ ghép Thyristor song song ngược.

$$I_{vl} = \frac{1}{2} I_{HD} = 10,13A \quad (3.2)$$

Trong đó: I_{vlv} là dòng điện làm việc của van.

Lựa chọn điều kiện tỏa nhiệt van bán dẫn lúc đó dòng điện van cần chọn là:

$$I_{dmv} = k_I I_{vlv} \quad (3.3)$$

Trong đó k_I là hệ số xét tới điều kiện tỏa nhiệt van

Khi chọn theo dòng điện, ngoài việc tính chọn theo dòng điện làm việc dài hạn như đã tính ở trên, dòng điện này có được tính chọn theo điều kiện phát nhiệt của van bán dẫn. Một số loại tải, bản thân chế độ làm việc của chúng có dòng điện quá độ I_{qd} khá lớn, chẳng hạn như động cơ điện không đồng bộ. Khi mở máy động

cơ không đồng bộ dòng điện lớn từ 5-7 lần dòng định mức. Khi chọn van bán dẫn dòng điện quá độ này được xét như thế nào?.

Khi dòng điện quá độ này xảy ra trong khoảng thời gian ngắn, cỡ vài giây, quán tính nhiệt chưa đủ quá nhiệt cho van lúc đó chúng ta chỉ cần kiểm tra $I_{qd} < I_x$ (I_x là dòng điện xung của van bán dẫn).

Được phép bỏ qua quán tính nhiệt của van bán dẫn là vì: khi chọn van, chúng ta có hệ số k_1 đủ lớn, bản thân k_1 này nói lên rằng chúng ta đã chọn dòng điện của van bán dẫn lớn hơn dòng điện làm việc thực của chúng. Với điều kiện tỏa nhiệt nào đó, thời gian qua tải ngắn hạn chưa đủ để quá nhiệt, lúc đó chỉ cần đảm bảo dòng điện chạy qua không vượt quá dòng cực đại là được.

Khi dòng điện quá độ xảy ra trong thời gian dài hơn, lúc đó cần xét tới dòng điện quá độ, bằng cách thay đổi hệ số k_1 lớn hơn. Việc xét ảnh hưởng của dòng quá độ phải khảo sát một bài toán nhiệt khá phức tạp, như tính ra công suất lúc quá độ, tính được thời gian quá độ, có diện tích bề mặt tỏa nhiệt, điều kiện làm mát nghĩa là giải phương trình :

$$\Delta P = A\tau + C \frac{d\tau}{dt} \quad (3.4)$$

Trong đó : ΔP tổn hao trên van bằng $R_v i_{lv}^2$ biến thiên

A là hệ số tỏa nhiệt đặc trưng cho điều kiện làm mát

C là nhiệt dung của van và cánh tỏa nhiệt

τ là độ chênh nhiệt với môi trường

Trong trường hợp này nếu thời gian quá độ đến hàng nhiều phút, thì dòng điện van có thể phải chọn theo dòng điện quá độ, nếu thời gian quá độ nhỏ không đến hàng phút thì dòng điện được lựa chọn bằng cách thay đổi K_1 ở một mức độ nhất định nào đó là đủ.

2. Tính chọn van theo điện áp.

Với các sơ đồ điều áp ba pha không trung tính, điện áp của van bán dẫn nên chọn theo điện áp dây của lưới. Do đó điện áp làm việc cực đại U_{IV} của van bán dẫn được tính:

$$U_{IV} = \sqrt{2}U_d = 537,4 \text{ V} \quad (3.5)$$

Trong đó: U_d - điện áp dây của lưới ba pha.

U_f - điện áp pha

Điện áp của van bán dẫn U_v được chọn:

$$U_v = K_{dt}.U_{IV} \quad (3.6)$$

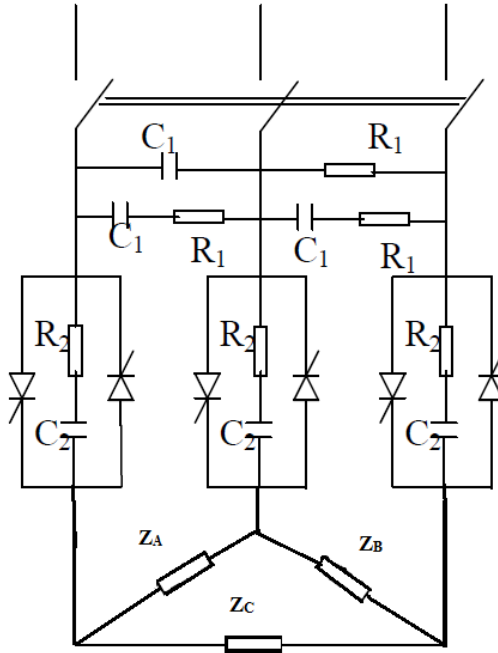
Trong đó: K_{dt} hệ số dự trữ điện áp thường chọn $K_{dt} > 1,6$. Chọn $K_{dt} = 1,8$.

Tùy theo khả năng thiết bị mà ta có hệ số K_{dt} có thể càng lớn càng tốt.

Sau khi tính được dòng điện và điện áp, tra các sổ tra cứu hoặc bảng..., trong tài liệu này, chọn được linh kiện cần tìm, kiểm tra lại linh kiện này theo dòng điện quá độ.

3. Bảo vệ các linh kiện bán dẫn.

Cũng như các thiết bị bán dẫn khác, ở đây bảo vệ van bán dẫn cũng cần có các loại bảo vệ. Các loại bảo vệ thông dụng, bao gồm bảo vệ ngắn mạch bằng Aptomat AT, dòng điện định mức của Aptomat được chọn bằng (1,1 - 1,3) lần dòng điện định mức của tải, dòng điện ngắn mạch của Aptomat được chỉnh lớn hơn dòng điện quá độ của tải I_{QD} nhưng nhỏ hơn dòng điện xung của van bán dẫn I_{xv}



Hình 3.2. Mạch động lực và các thiết bị bảo vệ của điều áp xoay chiều 3 pha

$$I_{QĐ} < I_{ATNM} < I_{XV}$$

- Bảo vệ xung điện áp từ lưới bằng mạch R_1C_1
- Bảo vệ xung điện áp do chuyển van R_2C_2 cũng có thể được chọn gần đúng:

$$R_2 = (5 \div 30) \Omega, C_2 = (0,5 \div 4) \mu F. \quad (3.7)$$

3.1.3. Ta thiết kế mạch động lực cho khởi động mềm động cơ không đồng bộ roto dây

quần có các thông số sau:

$$P_{đm} = 10 \text{ kW}, n_{đm} = 1420 \text{ v/phút}, \eta_{đm} = 0,85$$

$$\cos_{đm} = 0,88; \Delta - 380 \text{ V}. f_{đm} = 50 \text{ Hz}.$$

Thời gian mở máy của động cơ không quá lớn $t_{kd} = 3 \text{ s}$. Mặt khác dòng điện ở đây đáng kể, nên việc chọn Triac để điều khiển sẽ phải tăng cấp điều kiện làm mát. Vì vậy ở đây chúng ta chọn sơ đồ với các cặp tiristo nối song song ngược như (Hình 3.6)

Dòng điện động cơ:

$$I_{dc} = \frac{P_{dm}}{\sqrt{3}U_d \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,88 \cdot 0,85} = 20,31 \text{ A} \quad (3.8)$$

Dòng điện chạy qua mỗi Tiristor

$$I_T = \frac{I_{dc}}{2} = 10,15 \text{ A}$$

Dòng điện làm việc của Tiristor 24,575A là đáng kể, do đó tổn hao trên Tiristor khá lớn, nên chọn điều kiện làm mát cho Tiristor là có cánh tản nhiệt, có quạt đối lưu không khí. Với điều kiện này Tiristor cho làm việc với dòng điện đến 50% dòng điện định mức. Dòng điện của Tiristor cần chọn:

$$I_{Tdm} = \frac{I_T \cdot 100}{50} = \frac{10,15 \cdot 100}{50} = 20,3 \text{ A} (1.5)$$

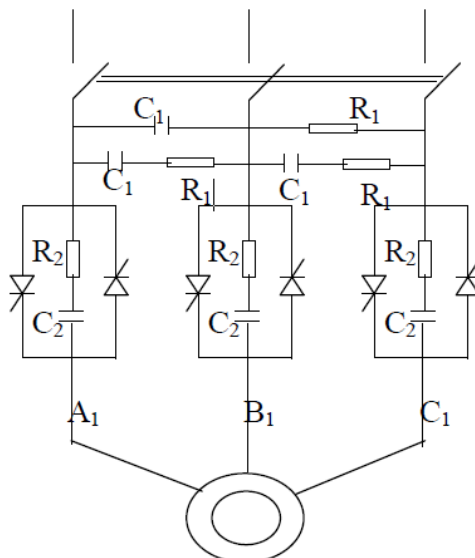
Điện áp của Tiristor khi ở trạng thái khóa

$$U_T = \sqrt{2}U_d = \sqrt{2} \cdot 380 = 537,4 \text{ V} \quad (3.9)$$

Điện áp định mức của Tiristor cần chọn

$$U_{Tdm} = K_{dt} \cdot U_T = 1,8 \cdot 537,4 = 967 \text{ V} \quad (3.10)$$

Tiristor mắc vào lưới xoay chiều 50Hz nên thời gian chuyển mạch của Tiristor không có ảnh hưởng lớn đến việc chọn Tiristor



Hình 3.3. Sơ đồ động lực điều khiển khởi động động cơ không đồng bộ
 Từ các thông số trên ta chọn Tiristo loại VS-50RIA100 có các thông số:



TO-208AC (TO-65)

PRODUCT SUMMARY	
Package	TO-208AC (TO-65)
Diode variation	Single SCR
$I_{T(AV)}$	50 A
V_{DRM}/V_{RRM}	100 V to 1200 V
V_{TM}	1.60 V
I_{GT}	100 mA
T_J	-40 °C to 125 °C

Bảng 3.1. Các thông số của Tiristo loại VS-50RIA100

3.1.4. Thiết kế mạch điều khiển

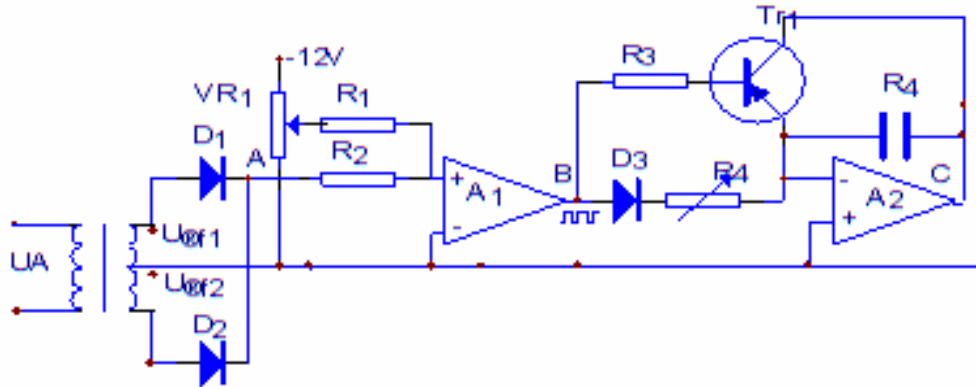
Hiện nay mạch điều khiển chỉnh lưu thường được thiết kế theo nguyên tắc thẳng đứng tuyến tính

Khi điện áp xoay chiều đặt vào anot của thyristor, để có thể điều khiển được góc mở của thyristor trong vùng điện áp dương (+) anot, ta cần tạo điện áp tựa tam giác và thường được gọi là điện áp răng cưa. Như vậy ta cần có trong vùng điện áp dương anot.

1. Chọn khâu đồng pha

Ngày nay các vi mạch được chế tạo càng nhiều, chất lượng ngày càng cao, kích thước ngày càng gọn, ứng dụng các vi mạch vào thiết kế đồng pha có thể cho

ta chất lượng điện áp tựa tốt và để hạn chế các nhược điểm là việc mở, khóa các tranzitor trong vùng điện áp lân cận 0 là thiếu chính xác, làm cho việc nạp và xả tụ trong vùng điện áp lưới gần 0 không được như ý muốn nên trên cơ sở đó hiện nay chúng ta thường dùng sơ đồ khâu đại thuật toán (KĐTT), được mô tả ở hình 3.4

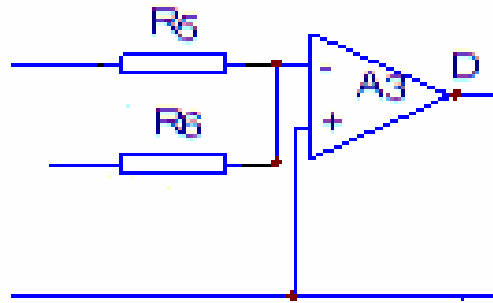


Hình 3.4. Khâu đồng pha (KĐTT)

2. Chọn khâu so sánh

Để xác định được thời điểm cần mở của thyristor chúng ta cần so sánh hai tín hiệu U_{dk} và U_{rc} . việc so sánh tín hiệu đó có thể được thực hiện bằng tranzitor và khâu khâu đại thuật toán. Tại thời điểm $U_{dk} = U_{rc}$ đầu đầu ra của bộ so sánh lật trạng thái.

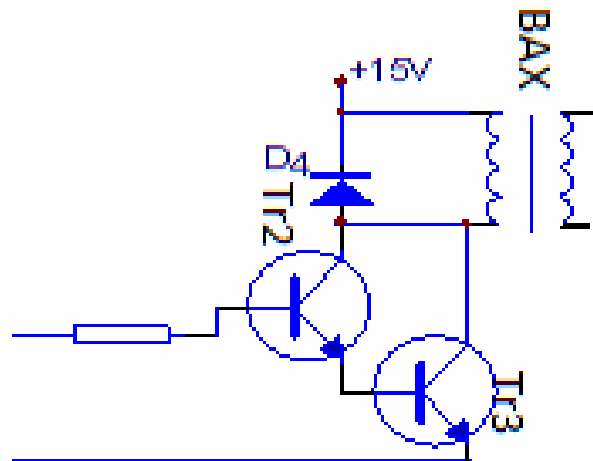
Khuếch đại thuật toán có hệ số khuếch đại vô cùng lớn, chỉ cần một tín hiệu rất nhỏ đầu vào, đầu ra đã có điện áp nguồn nuôi, nên ứng dụng khuếch đại thuật toán làm khâu so sánh là hợp lý nên ta có sơ đồ (hình 3.5). Hiện nay sơ đồ này được dùng rất thường xuyên ưu điểm của sơ đồ này là có thể phát xung điều khiển chính xác tại $U_{dk} = U_{rc}$.



Hình 3.5. Khâu so sánh

3. Khâu tạo xung khuếch đại

Với nhiệm vụ tạo xung phù hợp để mở thyristor như đã nêu như trên, tầng khuếch đại cuối thường được thiết kế tranzitor công suất. trong thực tế ta thường dùng tầng khuếch đại cuối cùng bằng darlington (hình 3.6) ở sơ đồ này ta có thể đáp ứng được yêu cầu khuếch đại công suất, khi hệ số khuếch đại được nhân lên theo thông của tranzitor.



Hình 3.6. Khâu khuếch đại cuối cùng

Mạch điều khiển điều áp ba pha giống mạch điều khiển của điều áp một pha khi tải đấu sao có trung tính. Vì lúc đó dòng điện tải được chạy giữa pha với trung

tính. Giả sử có một van hay một pha không có dòng điện cũng không làm ảnh hưởng tới hoạt động của các van bán dẫn còn lại.

Ở mạch ba pha không trung tính dòng điện chạy qua tải là dòng điện chạy giữa các pha với nhau. Tại mỗi thời điểm phải có hai pha hoặc ba pha có van bán dẫn, không khi nào chỉ một pha có van bán dẫn dẫn cả.

Cấp xung điều khiển cho điều áp xoay chiều có thể cấp bằng xung đơn hoặc xung chùm. Cấp xung điều khiển loại nào tùy thuộc chế độ làm việc của tải.

Thường gặp hiện nay trong điều áp ba pha có hai cách điều khiển :

- Xung điều khiển cấp đơn nhưng phải đệm xung điều khiển.
- Xung điều khiển cấp bằng chùm xung.

4. Điều khiển bộ điều áp ba pha với xung đơn

*** Khi van động lực là Tiristo.**

Khi góc điều khiển α của các van bán dẫn lớn đồng thời có hai Tiristor cùng dẫn, như vậy xung điều khiển phải được cấp đồng thời cho cả hai Tiristor, hơn nữa hai van được dẫn ấy phải được cấp xung theo kiểu một xung chính cần mở với một xung đệm, nguyên tắc đệm xung phải theo đúng thứ tự pha. Như việc cấp xung trên(hình 3.7).

X1- một chữ số xung cần mở T1.

X6-1 xung đệm từ T6 sang T1.

Trên Hình 3.10 vẽ lại đường cong điện áp tải với góc mở van bán dẫn α

lớn ($\alpha = \frac{4\pi}{6}$). Để có đường cong điện áp pha A như hình vẽ, chúng ta cần cấp xung

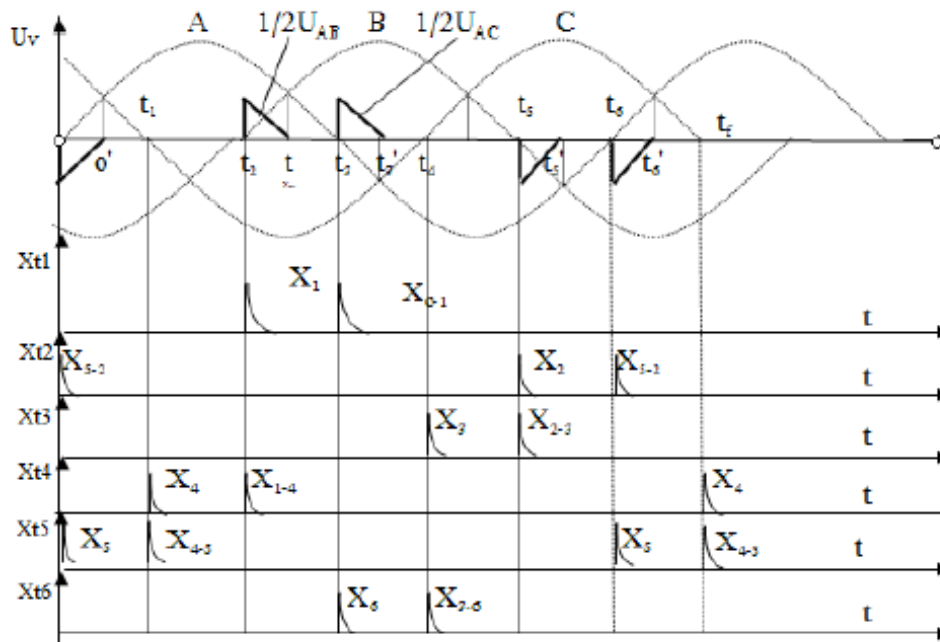
điều khiển theo thứ tự như Hình 3.7. Mỗi Tiristo trong một chu kỳ được cấp hai xung điều khiển, trong đó xung trước X_1 là xung chính quyết định góc mở của nó, còn xung thứ hai X_{6-1} là xung đệm được nhận từ Tiristo cần mở của pha khác tới.

Điện áp và dòng điện ở đây gián đoạn, vì vậy không có xung đệm X_{1-4} T1 không thể mở một van trong bộ điều áp ba pha được.

Chúng ta hãy lý giải điều này qua mạch động lực Hình 3.3 và dạng xung điều khiển và điện áp tải Hình 3.7

Tại t_2 góc $\alpha = \frac{4\pi}{6}$ của $T_1 (U_A > 0)$ phát xung X_1 điều khiển T_1 , đồng thời đệm xung T_4 - X_{1-4} (xung thứ hai của T_4) lúc này với $U_A \gg U_B$ (điện áp pha A dương hơn pha B). T_1 và T_4 cùng dẫn, chừng nào U_A còn dương hơn U_B . Điện áp trên tải pha A nếu coi tải đối xứng thì $U_{A1} = 1/2 U_{AB}$. Đến t'_2 do điện áp U_B dương hơn U_A (nếu bỏ qua ảnh hưởng điện cảm coi góc φ không đáng kể) nên T_1 và T_4 bị khoá tại t'_2 .

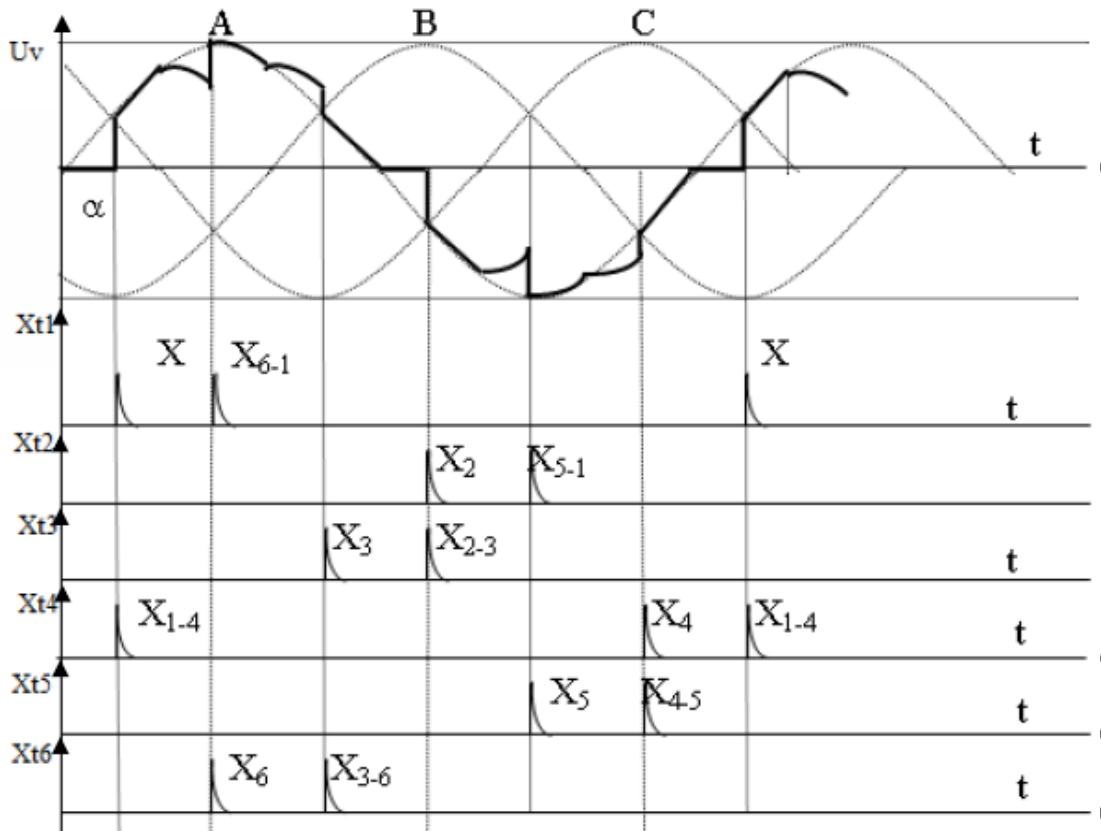
Đến t_3 là góc $\alpha = \frac{4\pi}{6}$ của $T_6 (U_C < 0)$, ta phát xung X_6 điều khiển T_6 đồng thời theo đúng thứ tự pha đệm xung T_1 , X_{6-1} lúc này do $U_C \ll U_A$ (điện áp C âm hơn A) nên T_1 và T_6 cùng dẫn, tương tự như trên hai tiristo này sẽ cùng dẫn chừng nào U_C âm hơn U_A . Như vậy đến t_3' khi điện áp U_A trở nên âm hơn U_C , (bỏ qua thành phần điện cảm của tải nên bỏ qua góc trễ φ) T_6 , T_1 phân cực ngược sẽ tự khoá, ta có điện áp trên tải $U_{A1} = 1/2 U_{AC}$



Hình 3.7. Hình dạng đường cong điện áp tải với các xung điều khiển van

Tương tự như T_1 , T_2 được mở bởi xung chính tại T_5 cùng với T_3 và được mở với xung đệm của T_5 tại T_6

Từ những khảo sát ở trên thấy rằng tại thời điểm phát lệnh mở van mà không có xung đệm cho Tiristo ở pha kế tiếp theo thứ tự pha và ở nhóm ngược lại, thì các Tiristo không thể dẫn được

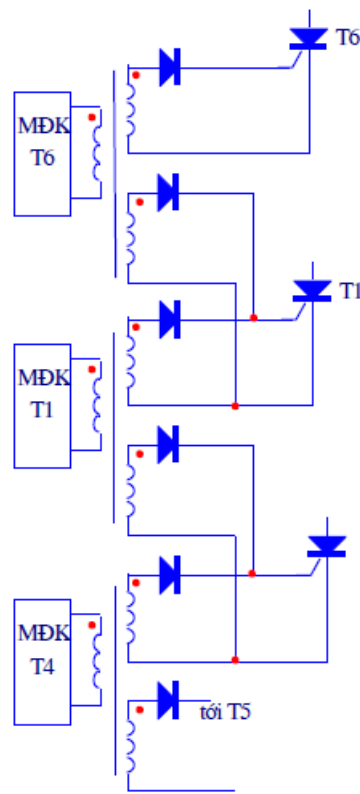


Hình 3.8. Hình dạng đường cong điện áp tải và các xung điều khiển khi $\alpha = \frac{\pi}{6}$

Khi góc mở van nhỏ, dòng điện tải ít gián đoạn hơn, lúc đó xung đệm chỉ có ý nghĩa tại thời điểm khởi động ban đầu thôi. Do dòng điện liên tục được đến cuối chu kỳ, nên xung đệm của các van là không có ý nghĩa khi đã khởi động xong.

Trên Hình 3.8, nếu như tại $\alpha = \frac{\pi}{6}$ phát xung mở T_1 , mà T_4, T_6 chưa dẫn, lúc này điện áp U_A dương hơn và U_B âm hơn, dòng điện sẽ phải chạy từ A qua T_1 - tải - T_4 về B, nhưng T_4 chưa dẫn, nếu không có xung điều khiển X_{1-4} cả T_1 và

T₄đều không dẫn. Yêu cầu bắt buộc tại đây phải có xung đệm X₁₋₄ cho T₄. Khi T₁ đã dẫn rồi thì xung đệm thứ hai cho van T₁ - X₆₋₁ khi mở T₆ sẽ không còn ý nghĩa nữa. Ta có thể nhìn thấy điều này khi tại $\frac{\pi}{2}$ là góc $\alpha = \frac{\pi}{6}$ của T₆ ,lúc này cấp xung điều khiển T₆ có đêmxung T₁ , nhưng vì T₁ dẫn rồi nên xung đệm X₆₋₁ tại đây không còn ý nghĩa nữa. Tóm lại trong điều áp 3 pha, khi góc mở nhỏ, xung đệm chỉ có ý nghĩa ở chu kỳ đầu, ngay sau khi đóng điều khiển, Khi góc mở lớn, điện áp gián đoạn nhiều, thì bắt buộc phải có xung đệm mới hoạt động được.



Hình 3.9. Đệm xung bằng biến áp

Trong mạch điều khiển, các xung đệm được thực hiện như thế nào?

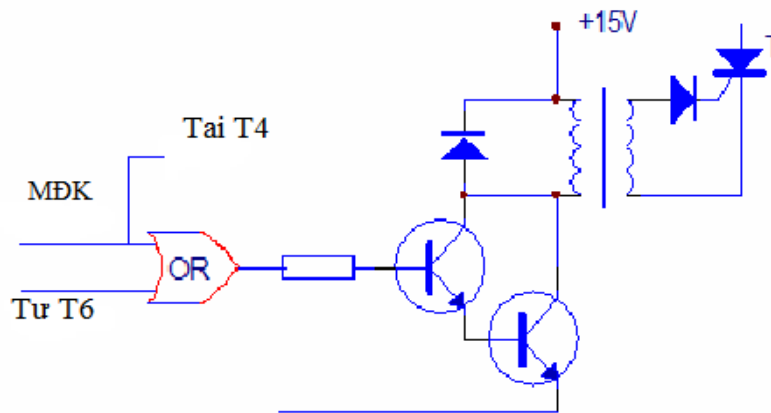
Việc tạo xung đệm bằng một biến áp xung hai cuộn dây thứ cấp như (Hình 3.9) cũng có thể được thực hiện.

Khi có lệnh điều khiển Tiristo T1 từ mạch điều khiển của T1 , thì đồng thời có xung điều khiển đưa tới hai Tiristo T1 và T4. Tuy nhiên việc điều khiển như

thế này cũng gặp nhược điểm như đã nêu ở trên. Khi một biến áp xung cung cấp cho hai Tiristo, công suất cấp có thể không như nhau. Ngoài ra như trên Hình 3.9, tới cực điều khiển của mỗi Tiristo có hai cuộn dây thứ cấp của hai biến áp xung lấy từ hai kênh điều khiển khác nhau. Điều này sẽ làm phức tạp trong chế tạo biến áp lắp đặt, hiệu chỉnh mạch điều khiển. Vì lý do đó mà việc đệm xung bằng biến áp ít có ứng dụng trong thực tế.

Phương pháp đệm xung phổ biến là đưa tới trước tầng khuếch đại, như Hình 3.10

Để giải quyết bài toán cấp xung điều khiển đồng thời cho hai Tiristo, trước khi đưa tới tầng khuếch đại cần có thêm cổng OR. Tín hiệu từ khâu so sánh của kênh điều khiển T_1 được đưa tới cổng OR của chính tầng khuếch đại T_1 , ngoài ra tín hiệu này còn được đưa tới cổng hoặc của T_4 để đệm xung mở T_4 . Tới cổng vào của H_1 ngoài tín hiệu từ mạch điều khiển T_1 còn thêm tín hiệu đệm được nhận từ T_6 (Xem giản đồ xung hình 3.7). Lúc này để điều khiển T_1 trong một chu kỳ sẽ có hai xung điều khiển: một xung thứ nhất do chính mạch điều khiển kênh T_1 phát lệnh, xung thứ hai do kênh điều khiển T_6 phát lệnh.



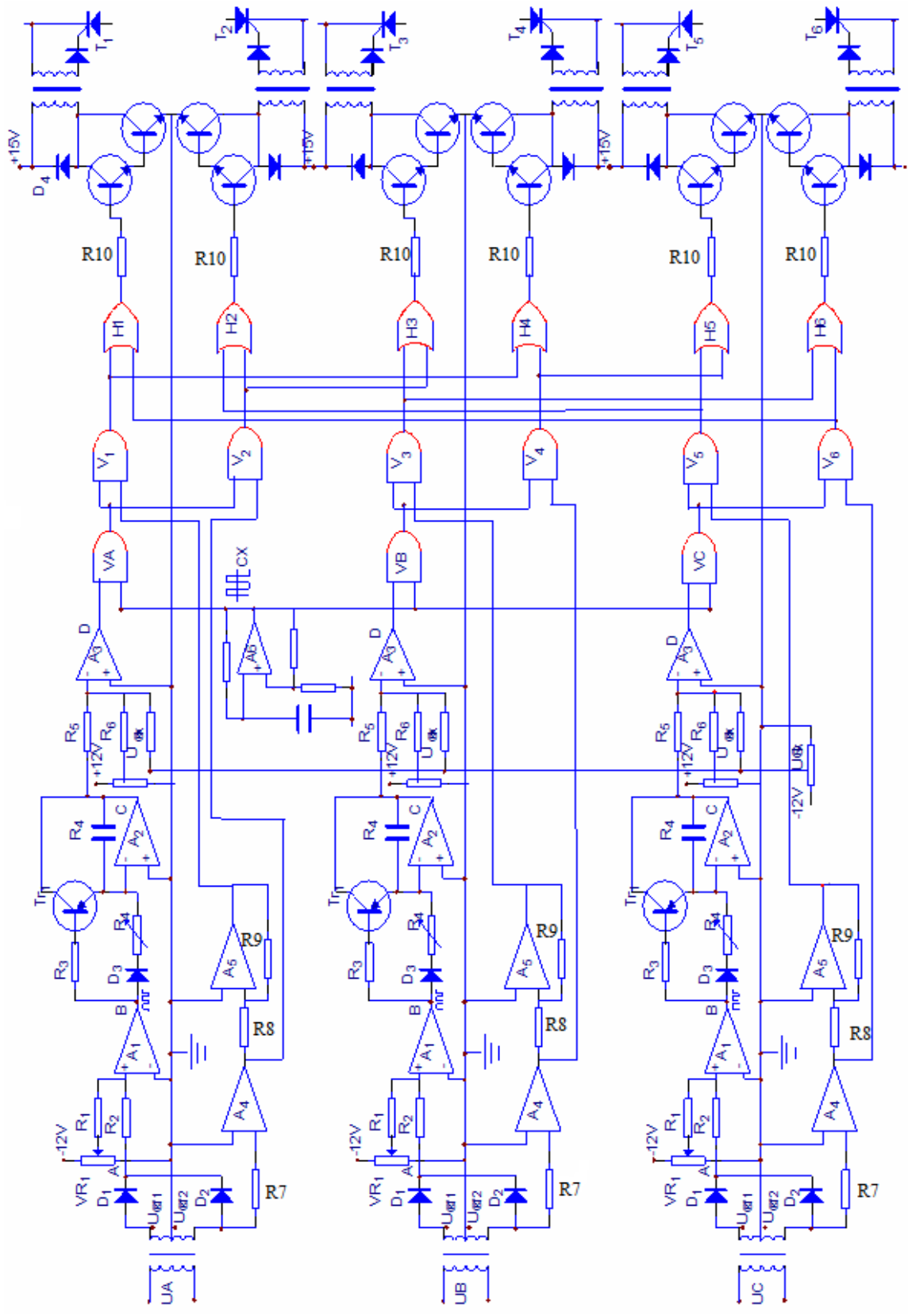
Hình 2.10: Đệm xung trước tầng khuếch đại

Hình 3.10. Đệm xung trước tầng khuếch đại

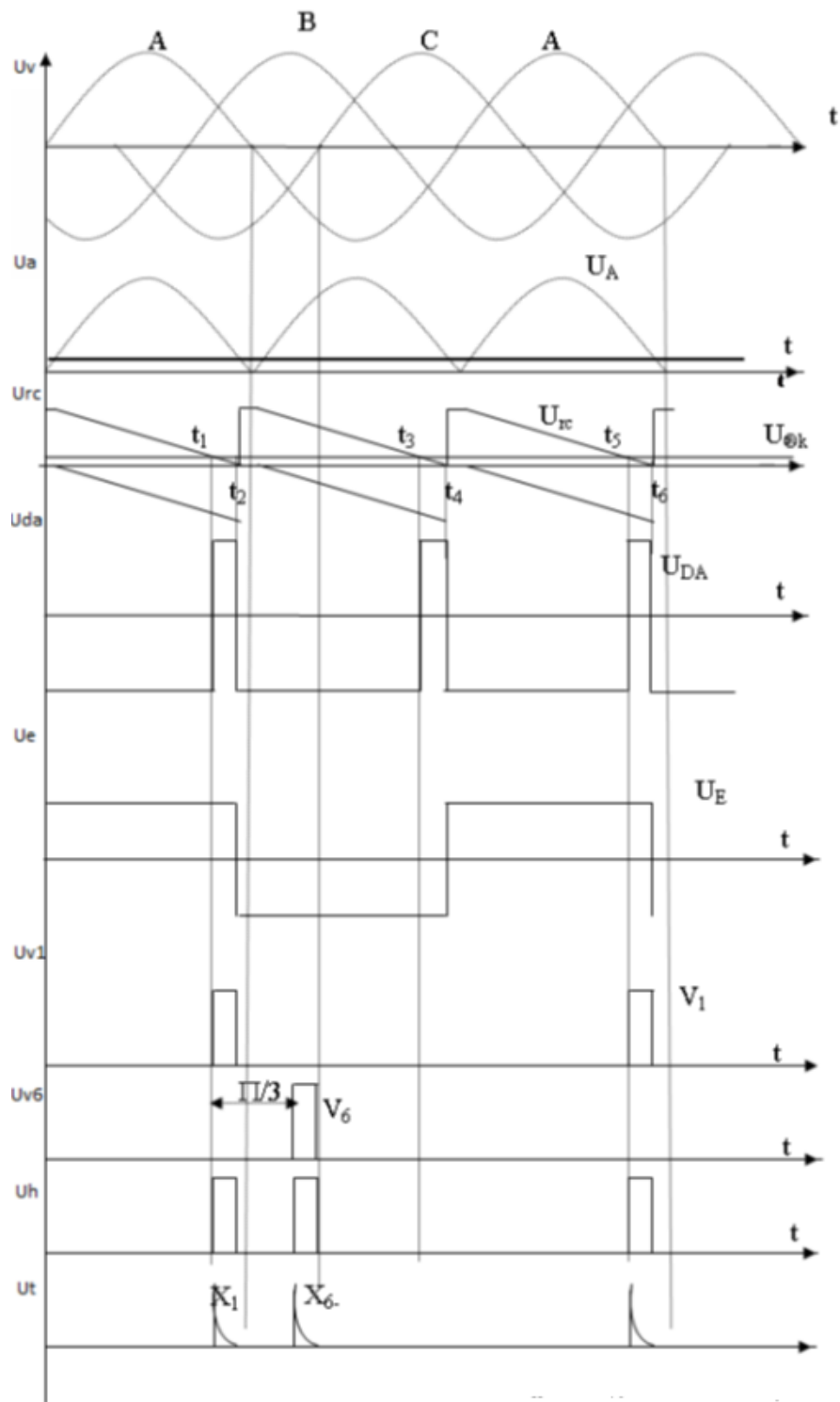
Một mạch điều khiển do bộ điều áp xoay chiều ba pha với 6 Tiristo được giới thiệu trên Hình 3.11 cho mạch động lực (Hình 3.3). Nguyên lý tạo xung điều khiển của một Tiristo T_1 như mô tả trên Hình 3.11. Điện áp đồng pha của pha A chỉnh lưu cả chu kỳ đưa vào khuếch đại thuật toán A_1 và A_2 , tạo nên điện áp tựa U_C . Điện áp tựa này được kéo lên trên trục hoành nhờ VR_2 thành điện áp răng cưa U_{rc} . Điện áp răng cưa U_{rc} so sánh với điện áp điều khiển $U_{đk}$. Tại các thời điểm $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$, $U_{đk} = U_{rc}$, khuếch đại A_3 lật dấu, ta có điện áp U_{DA} . Khi cả U_{DA} và U_E dương, đầu ra của *cổng* và V_1 có xung ra trong khoảng $t_1 - t_2$ tín hiệu này được đưa tới H_1 và đầu ra của H_1 có xung trong khoảng $t_1 - t_2$. H_1 nhận tín hiệu đồng thời của cả V_1 lẫn V_6 . Tương tự như V_1 chúng ta có tín hiệu của V_6 dịch pha một góc. Kết quả là H_1 có hai xung liên tiếp và cách nhau, đầu ra biến áp xung cũng liên tiếp tương ứng với đầu ra H_1 .

Trên sơ đồ Hình 3.11 hai xung điều khiển cho một Tiristo trong mỗi chu kỳ như Hình 3.11 chỉ xuất hiện khi góc điều khiển $\alpha \geq \frac{2\pi}{3}$. Nếu $\alpha < \frac{2\pi}{3}$ xung đệm thứ hai chỉ xuất hiện ở mỗi thời điểm mỗi ban đầu, còn các chu kỳ kế tiếp khi van đã mở liên tục rồi, xung đệm này có thể không xuất hiện nữa.

Mạch điều khiển bộ điều áp ba pha khi van động lực là Triac về nguyên lý gần như hoàn toàn giống mạch điều khiển của bộ điều áp bằng 6 Tiristo trên Hình 3.11. Bởi vì, về nguyên lý Triac chính là hai Tiristo mắc song song ngược. Phần khác nhau của chúng nằm ở tầng khuếch đại. Khi van động lực là Triac thì chỉ cần một tầng khuếch đại cho một triac mỗi pha. Do đó mạch điều khiển Hình 3.11 lúc này thành mạch điều khiển Hình 3.12.



Hình 3.11. Sơ đồ mạch điều khiển bộ điều áp ba pha

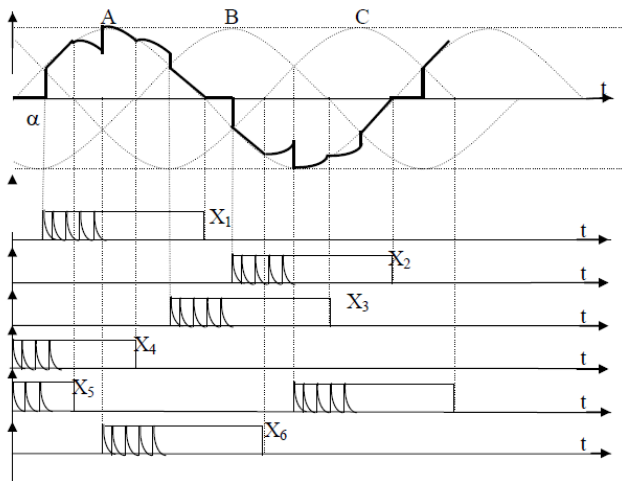


Hình 3.12. Nguyên lý tạo xung điều khiển một Thyristor

5. Điều khiển điều áp ba pha bằng xung chùm.

Như đã giới thiệu ở trên, mạch điều khiển điều áp xoay chiều với xung đơn (một xung tại thời điểm phát lệnh mở van) có ưu điểm là đơn giản, và thích hợp với những tải thuần trở như: Sợi đốt các lò điện, chiếu sáng ... Với những tải có thành phần điện cảm như động cơ không đồng bộ, biến áp... (đặc trưng của những loại tải này là có góc trễ φ giữa điện áp với dòng điện). Để đảm bảo các van bán dẫn mở cả hai chiều điện áp, khi góc mở α nhỏ hơn góc trễ giữa dòng điện và điện áp tải ($\alpha < \varphi$) chúng ta sẽ phải tăng độ rộng xung điều khiển bằng cách tạo xung chùm như đã giới thiệu ở trên.

Ở mạch điều áp ba pha điều khiển van bán dẫn bằng chùm xung ngoài việc giải quyết dẫn đều các van khi góc φ lớn còn có thể giải quyết luôn bài toán về đệm xung điều khiển trong một số trường hợp góc mở. Chúng ta sẽ giải thích trường hợp này theo đường cong Hình 3.13 sau:



Hình 3.13 Điều khiển 3pha bằng chùm xung

Trên Hình 3.11, để có điện áp tải pha A, tại thời điểm đóng điện chúng ta phải

đệm xung mở T1 cho T4 X1-4 . Nếu điều khiển bằng chùm xung thì việc đệm xung như Hình 3.8 là không cần thiết. Từ Hình 3.16 thấy rằng, tại $\alpha = \frac{\pi}{6}$ phát xung điều khiển T1, lúc này xung chùm của T4 đang phát chờ sẵn, hơn nữa T4 còn đang được mở chờ sẵn do T5 và T4 đã có chùm xung điều khiển từ 0. Do đó khi có xung điều khiển T1 thì T1 được mở cho dòng điện chạy qua pha A ngay, mà không cần phải gửi xung đệm như trên Hình 3.8

Chùm xung điều khiển chỉ thay cho xung đệm trong một dải điều khiển từ 0 đến 1200. Đối với những tải không cần điều khiển trong khoảng 1200 đến 1800 thì giải quyết bằng chùm xung thay thế cho đệm xung là hoàn toàn hợp lý. (Ví dụ như với tải là động cơ).

Trên Hình 3.17 giới thiệu một mạch điều khiển điều áp ba pha với bộ tạo xung chùm và đệm xung điều khiển giữa các pha. Việc đệm xung điều khiển giữa các pha cho ta chùm xung điều khiển của các Tiristo không chỉ trong nửa chu kỳ điện áp dương Anôt mà chùm xung điều khiển của các Tiristo này sẽ được nối dài thêm một góc $\frac{\pi}{6}$ nữa do việc đệm xung tạo nên. Điều này đặc biệt cần khi góc mở của Tiristo lớn hơn $\frac{2\pi}{3}$.

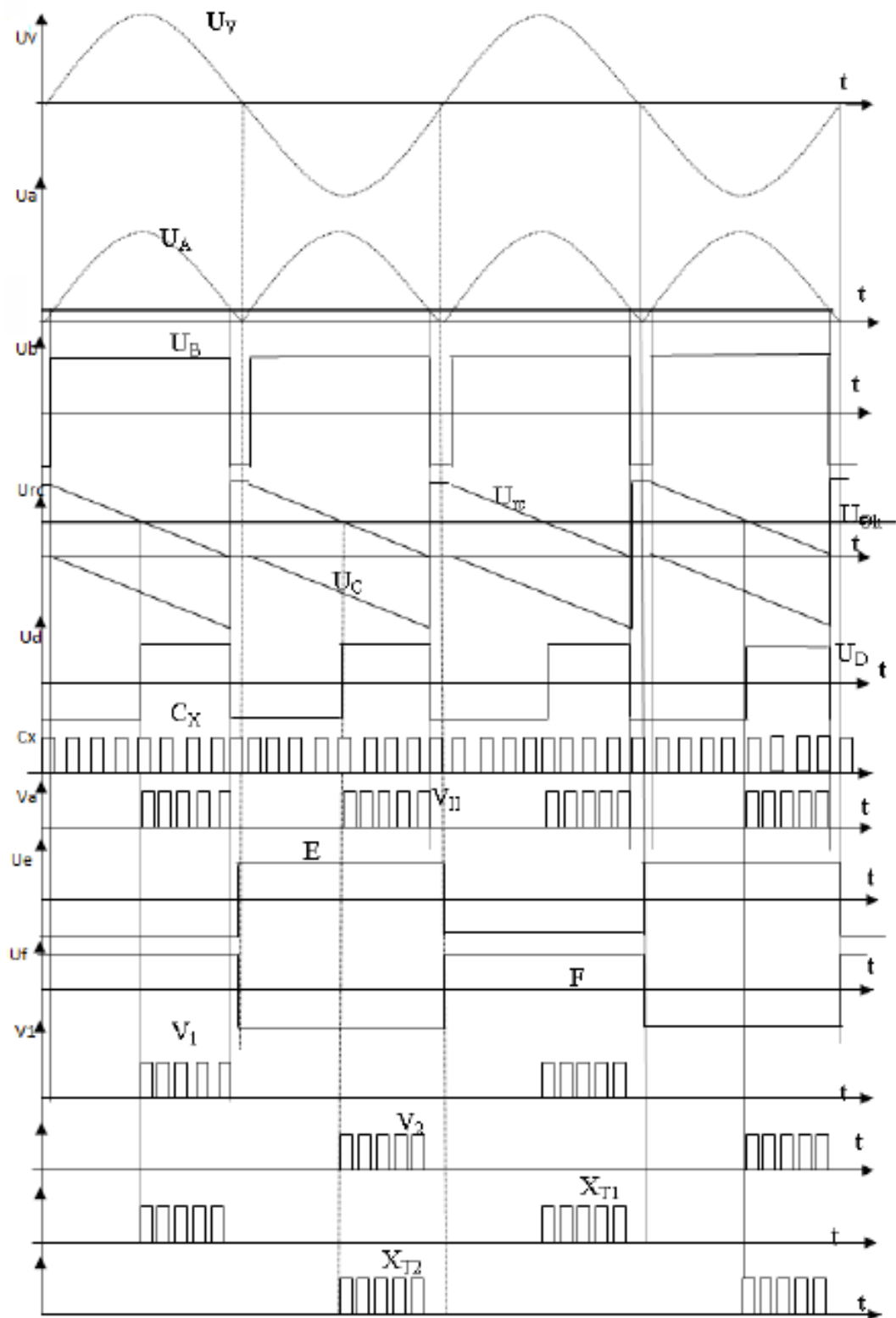
* Chọn sơ đồ mạch điều khiển.

Khi khởi động động cơ không đồng bộ hệ số công suất $\cos\varphi$ luôn thay đổi, góc trễ giữa điện áp và dòng điện động cơ thay đổi. Do đó sơ đồ mạch điều khiển hợp lý sẽ là sơ đồ không bị ảnh hưởng của góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp. Với sơ đồ đã chọn 6 Tiristo trên Hình 3.3 sơ đồ mạch điều khiển chọn bằng chùm xung điều khiển không cần gửi xung điều khiển như trên Hình 3.14. Vì động cơ không đồng bộ khi mở máy góc mở Tiristo ban đầu đảm bảo cho $U_{mm} = 65\% U_{đm}$ thì góc mở Tiristo không lớn hơn $\frac{\pi}{2}$ do đó việc đệm xung là không cần thiết.

Nguyên lý điều khiển một mạch điều khiển điều áp xoay chiều một pha trên Hình 3.14 có thể được giải thích theo các đường cong trên Hình 3.15 như sau:

Điện áp đồng pha với điện áp xoay chiều hình sin U_V được chỉnh lưu cả chu kỳ U_A đưa vào A_1 qua R_1 dịch đi một trị số lấy qua VR_1 . Hai điện áp này đưa qua khuyếch đại A_1 có điện áp ra của A_1 là U_B . Phần dương của U_B tích phân qua khuyếch đại A_2 cho ta điện áp tựa U_C . Điện áp tựa U_C được kéo lên trên trục hoành bằng điện áp lấy từ VR_2 . Việc kéo điện áp tựa lên trên trục hoành này chỉ nhằm mục đích để điện áp điều khiển $U_{đk}$ đồng biến với điện áp ra, nếu không cần làm điều này thì chúng ta có thể bỏ qua điện áp lấy từ VR_2 .

Điện áp điều khiển $U_{đk}$ so sánh với điện áp tựa U_{rc} tìm thời điểm $U_{rc}=U_{đk}$. Tại các thời điểm $U_{rc}=U_{đk}$ khuyếch đại A_3 lật dấu điện áp ra ta có U_D như hình vẽ. Điện áp U_D đưa tới cổng và V_{11} cùng với tín hiệu xung chùm liên tục lấy từ A6 đầu ra của V_{11} sẽ có chùm xung khi $U_D > 0$



Hình 3.15. Dạng sóng dòng điện, điện áp của mạch điều khiển

Cổng AND V_1 sẽ có tín hiệu ra khi đồng thời V_{11} có xung và $V_F > 0$. Lúc đó biến áp xung BA_1 có xung điều khiển T_1 . Cổng và V_2 có tín hiệu ra khi đồng thời V_{11} có xung và $V_E > 0$. Lúc đó biến áp xung BA_2 có xung điều khiển T_2

Kết quả là T_1 được cấp chùm xung điều khiển khi $U_F > 0$ trùng với $U_V > 0$ và T_2 được cấp chùm xung điều khiển khi $U_E > 0$ trùng với $U_V < 0$.

Nếu như các xung điều khiển T_1 và T_2 bị dịch pha 180° thì có thể đảo đầu điện áp vào của biến áp đồng pha hoặc đổi đầu cấp vào của khuếch đại A_4 .

Sơ đồ 1 kênh điều khiển chỉnh lưu cầu 3 pha được thiết kế theo sơ đồ hình 3.14.

Tính toán mạch điều khiển thường được tiến hành từ tầng khuếch đại ngược trở lên.

Mạch điều khiển được tính xuất phát từ yêu cầu về xung mở thyristor. Các thông số cơ bản để tính mạch điều khiển.

- Điện áp điều khiển Thyristor : $U_{dk} = 1.6V$
- Dòng điện điều khiển Thyristor : $I_{dk} = 0.1A$
- Tần số xung điều khiển : $f_x = 3kHz$
- Độ mất đối xứng cho phép : $\Delta\alpha = 4^\circ$
- Điện áp nguồn nuôi mạch điều khiển : $U = \pm 12V$
- Mức sụt biên độ xung : $S_x = 0.15$

3.1.4. Tính biến áp xung

+ Chọn vật liệu làm lõi là sắt ferit HM. Lõi có dạng hình xuyên, làm việc trên một phần của đặc tính từ hóa có : $\Delta\beta = 0,3T$. $\Delta H = 3.0V$

$$+ \text{Tỷ số biến áp xung : thường } m = 2 - 3, \text{ chọn } m = 3 \quad (3.11)$$

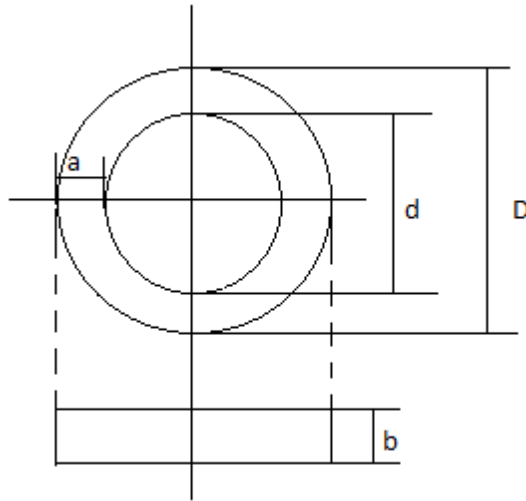
$$+ \text{Điện áp cuộn thứ cấp máy biến áp xung : } U_2 = U_{dk} = 1,6 V \quad (3.12)$$

$$+ \text{Điện áp đặt lên cuộn sơ cấp máy biến áp xung : } U_1 = mU_2 = 3.1,6 = 4,8 V \quad (3.13)$$

$$+ \text{Dòng thứ cấp cuộn biến áp xung : } I_2 = I_{dk} = 0.1A \quad (3.14)$$

$$+ \text{Dòng sơ cấp cuộn biến áp xung : } I_1 = \frac{I_2}{m} = \frac{0,1}{3} = 0,03 A \quad (3.15)$$

+ Độ từ thẩm trung bình tương đối lõi sắt: $\mu_{tb} = \frac{\Delta B}{\mu_0 \cdot \Delta H} = \frac{0,3}{1,25 \cdot 10^{-6} \cdot 30} = 8.10 \quad (3.16)$



Hình 3.16. Hình chiếu lõi máy biến áp xung

+ Thể tích lõi thép cần có:

$$V = Q \cdot l = \frac{\mu_{tb} \mu_0 t_x S_x U_1 I_1}{\Delta B^2}$$

Thay số: $V = \frac{8.10^3 \cdot 1,25^{-6} \cdot 167 \cdot 10^{-6} \cdot 0,15 \cdot 4,8 \cdot 0,03}{0,3^2} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 = 0,4 \text{ cm}^3 \quad (3.17)$

Chọn mạch từ có thể tích $V = 1,4 \text{ cm}^3$. Với thể tích đó ta có các kích thước mạch từ như sau: $a = 4,5 \text{ mm}$, $b = 6 \text{ mm}$, $Q = 0,27 \text{ cm}^2 = 27 \text{ mm}^2$, $d = 12 \text{ mm}$, $D = 21 \text{ mm}$

+ Số vòng dây quấn sơ cấp máy biến áp xung :

Theo định luật cảm ứng điện từ :

$$U_1 = W_1 Q \frac{dB}{dt} = W_1 Q \frac{\Delta B}{t_x} \quad (3.18)$$

$$W_1 = \frac{U_1 \cdot t_x}{\Delta B \cdot Q} = \frac{4,8 \cdot 167 \cdot 10^{-6}}{0,3 \cdot 27 \cdot 10^{-6}} = 99 \text{ vòng} \quad (3.19)$$

+ Số vòng dây sơ cấp :

$$W_2 = W_1 / m = 99 / 3 = 33 \text{ vòng} \quad (3.20)$$

+ Tiết diện dây quấn thứ cấp :

$$S_1 = \frac{I_1}{J_1} = \frac{50 \cdot 10^{-3}}{6} = 0,0083 \text{ mm}^2 \quad (3.21)$$

Chọn mật độ dòng điện $J_1 = 6 \text{ A/mm}^2$

+ Đường kính dây quấn sơ cấp :

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0083}{\pi}} = 0,102 \text{ mm} \quad (3.22)$$

chọn $d = 0,1 \text{ mm}$

+ Tiết diện dây quấn thứ cấp:

$$S_2 = \frac{I_2}{J_2} = \frac{0,15}{4} = 0,0375 \text{ mm}^2 \quad (3.23)$$

Chọn mật độ dòng $J_2 = 4 \text{ A/mm}^2$

+ Đường kính dây quấn thứ cấp :

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0375}{\pi}} = 0,0477 \text{ mm} \quad (3.24)$$

Chọn dây có đường kính $d_2 = 0,18 \text{ mm}$

+ Kiểm tra hệ số lấp đầy

$$K_{ld} = \frac{S_1 W_1 + S_2 W_2}{(\pi + \frac{d^2}{4})} = \frac{d_1^2 W_1 + d_2^2 W_2}{d^2} = \frac{0,1^2 \cdot 186 + 0,18^2 \cdot 62}{12^2} = 0,03 \quad (3.25)$$

Như vậy cửa sổ đủ diện tích cần thiết.

3.1.5. Tính tầng khuếch đại cuối cùng

Chọn Tranzito công suất Tr3 loại 2SC9111 làm việc ở chế độ xung, có các thông số sau :

Tranzito loại NPN, vật liệu bán dẫn là Si

Điện áp giữa colecto và bazo khi hở mạch emito : $U_{CBO} = 40 \text{ V}$

Điện áp giữa emito và bazo khi hở m = 4V

Dòng điện lớn nhất ở colecto có thể chịu đựng được : $I_{Cmax} = 500 \text{ mA}$

Công suất tiêu tán ở colecto : $P_C = 1,7 \text{ W}$

Nhiệt độ lớn nhất ở mặt tiếp giáp : $T_1 = 1750\text{C}$

Hệ số khuếch đại : $\beta = 50$

Dòng làm việc của colecto : $I_{C3} = I_1 = 30 \text{ mA}$

Dòng làm việc của bazo : $I_{B3} = \frac{I_{C3}}{\beta} = \frac{30}{50} = 0,6 \text{ mA}$ (3.26)

Ta thấy với loại thyristor đã chọn có công suất điều khiển khá bé :

$U_{dk} = 5\text{V}$, $I_{dk} = 0,1 \text{ An}$ nên dòng collector-bazo của tranzito Tr3 khá bé, trong trường hợp này ta có thể không cần tranzito Tr2 mà vẫn có đủ công suất tranzito.

Chọn nguồn cấp cho máy biến áp xung : $E = \pm 12\text{V}$. Với nguồn $E = \pm 12\text{V}$ phải mắc thêm điện trở R11 với cực emito của Tr3, R1 :

$$R_{11} = \frac{E - U_1}{I_1} = \frac{12 - 5}{30 \cdot 10^{-3}} = 233 \Omega \quad (3.27)$$

Tất cả các điôt trong mạch điều khiển đều dùng loại 1N4009, có tham số :

Dòng định mức : $I_{dm} = 10\text{mA}$

Điện áp ngược lớn nhất : $U_N = 25\text{A}$

Điện áp để điôt mở thông : $U_m = 1\text{V}$

3.1.6. Chọn cổng AND

Toàn bộ mạch điều khiển phải dùng 6 cổng AND nên ta chọn hai IC 4081 họ CMOS. Mỗi IC 4081 có 4 cổng AND. Các thông số :

Nguồn nuôi IC : $V_{CC} = 3 - 9\text{V}$, chọn 12V

Nhiệt độ làm việc : $-40^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$

Điện áp đáp ứng với mức logic “1” : $2 - 4,5\text{V}$

Dòng điện : $< 1\text{mA}$

Công suất tiêu thụ : $P = 2,5 \text{ nW/1 cổng}$

Chọn R10 :

Điện trở R9 dùng để hạn chế dòng đưa vào bazo của tranzito Tr3, chọn R9 thỏa mãn điều kiện

$$R_{10} \geq \frac{U}{I_{r3}} = \frac{4,5}{1.10^{-3}} = 4,5 \text{ k}\Omega \quad (3.28)$$

Chọn $R_{10} = 4.5 \text{ k}\Omega$

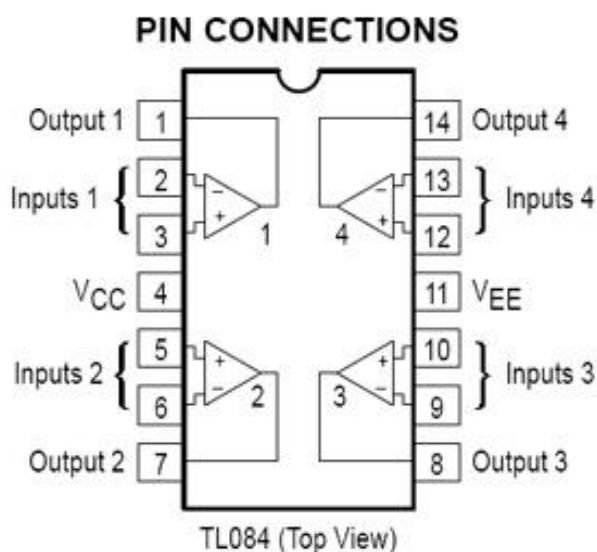
3.1.7. Tính bộ tạo xung chùm

Mỗi kênh điều khiển phải dùng 4 khuếch đại thuật toán, do đó ta chọn 6 IC TL084 do Texas Instruments chế tạo, các IC này có khuếch đại thuật toán.

Thông số TL084 :

- Điện áp nguồn nuôi : $V_{CC} = \pm 18V$
- Hiệu điện thế giữa 2 đầu vào : $\pm 30V$
- Nhiệt độ làm việc : $T = -25 \rightarrow 85^{\circ}C$
- Công suất tiêu thụ : $P = 680mW = 0,68W$
- Tổng trở đầu vào : $R_{in} = 106 \text{ M}\Omega$
- Dòng ra : $I_{ra} = 30pA$
- Tốc độ biến thiên điện áp cho phép : $\frac{du}{dt} = 13 \text{ V}/\mu s$

Sơ đồ chân IC TL084 như (hình 4.2)



Hình 3.17. Sơ đồ chân IC TL084

Mạch tạo chùm xung có tần số $f = 1/2T = 3\text{kHz}$ hay chu kỳ chùm xung :

$$T = \frac{1}{f} = 334 \mu\text{s}$$

$$\text{Ta có : } T = 2 \cdot R_8 \cdot C_2 \ln\left(1 + \frac{2R_6}{R_7}\right) \quad (3.29)$$

Chọn $R_7 = R_8 = 33\text{k}\Omega$ thì $T = 2 \cdot R_9 \cdot C_2 = 334 \mu\text{s}$

Vậy $R_9 \cdot C_2 = 151,8 \mu\text{s}$

Chọn tụ $C_2 = 0,1 \mu\text{s}$ có điện áp $U = 16\text{V} \rightarrow R_9 = 1,518 \Omega$

Để thuận tiện cho việc điều chỉnh khi lắp mạch, ta chọn R_8 là biến trở $2 \text{ k}\Omega$.

3.1.8. Tính chọn tầng so sánh

Khuếch đại thuật toán đã chọn loại TL084

$$\text{Chọn } R_5 = R_6 > \frac{U_v}{I_v} = \frac{12}{1 \cdot 10^{-3}} = 12 \text{ k}\Omega \quad (3.30)$$

Trong đó nếu nguồn nuôi $V_{CC} = 12\text{V}$ thì điện áp vào A_3 là $U_v = 12\text{V}$. Dòng vào được hạn chế để $I_v < 1\text{mA}$.

Do đó ta chọn $R_5 = R_6 = 15\text{k}\Omega$, khi đó dòng vào A_3

$$I_{v\text{max}} = \frac{12}{15 \cdot 10^3} = 0,8 \text{ mA} \quad (2.3) \quad (3.31)$$

3.1.9. Tính chọn khâu đồng pha

Điện áp tựa được hình thành do sự nạp của tụ C_1 . Mặt khác để đảm bảo điện áp tựa có trong nửa chu kỳ điện áp lưới là tuyến tính thì hằng số thời gian tụ nạp được $T_r = R_3 \cdot C_1 = 0,005\text{s}$.

$$\text{Chọn tụ } C_1 = 0,1 \mu\text{F} \text{ thì điện trở } R_4 = \frac{T_r}{C_1} = \frac{0,005}{0,1 \cdot 10^{-6}} \quad (3.32)$$

Vậy $R_4 = 50 \cdot 10^3 \Omega = 5\text{k}\Omega$

Để thuận lợi điều chỉnh khi lắp ráp mạch, R_3 thường được chọn là biến trở lớn hơn $50\text{k}\Omega$.

Chọn Tranzito Tr_1 loại A564 có các thông số sau :

Tranzito loại PNP, làm bằng Si.

Điện áp giữa colecto và bazo khi hở mạch emito : $U_{CBO} = 25\text{V}$

Điện áp giữa emito và bazo khi hở mạch Colecto : $U_{BEO} = 7V$

Dòng điện lớn nhất ở colecto có thể chịu đựng : $I_{Cmax} = 100mA$

Nhiệt độ lớn nhất ở mạch tiếp giáp : $T_{cp} = 150^{\circ}C$

Hệ số khuếch đại : $\beta = 250$

Dòng cực đại của bazo : $I_{B3} = \frac{I_c}{\beta} = \frac{0,1}{250} = 0,4 \text{ mA}$ (3.33)

Điện trở R2 để hạn chế dòng điện đi vào bazo của Tranzito Tr1 được chọn như sau :

Chọn R3 sao cho $R3 \geq \frac{U_{Nmax}}{I_B} = \frac{12}{0,4 \cdot 10^{-3}} = 30 \Omega$ (3.34)

Chọn R3 = 30 Ω

Chọn điện áp xoay chiều đồng pha : $U_A = 9V$

Điện trở R₂ để hạn chế dòng đi vào khuếch đại thuật toán A₁, thường chọn R2 sao cho dòng vào khuếch đại thuật toán $I_v < 1mA$. Do đó

$R2 \geq \frac{U_A}{I_v} = \frac{9}{10^{-3}} = 9k\Omega$ (3.35)

Chọn R₂ = 10k Ω

Ta có : R₁ = R₆

Kết luận chương 3: Qua sự tìm hiểu về chương 3 em đã tính toán thiết kế bộ điều chỉnh điện áp dòng xoay chiều 3 pha không tiếp điểm cấp cho động cơ không đồng bộ roto lồng sóc 10kw