

MỤC LỤC

	Trang
LỜI NÓI ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. CÁC BỘ ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU	2
1.1. KHÁI QUÁT CHUNG	2
1.2. HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP	3
1.2.1. Sơ đồ khối	3
1.2.2. Nguyên lý hoạt động hệ thống điều chỉnh điện áp	4
1.3. BỘ ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU BA PHA.....	4
1.3.1. Sơ đồ đấu sao có trung tính.....	5
1.3.2. Sơ đồ tải đấu tam giác.....	6
1.3.3. Sơ đồ đấu sao không trung tính.....	7
1.3.4. Nối tam giác từ ba bộ điều áp xoay chiều một pha.....	12
1.3.5. Bộ điều áp ba pha hỗn hợp.....	13
1.4. CÁC ƯU NHƯỢC ĐIỂM CỦA SƠ ĐỒ	14
1.5. LỰA CHỌN BỘ ĐIỀU ÁP XOAY CHIỀU BA PHA	15
CHƯƠNG 2. ĐỘNG CƠ DỊ BỘ VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP	
ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ	17
2.1. MỞ ĐẦU.....	17
2.2. ĐỘNG CƠ DỊ BỘ.....	17
2.2.1. Cấu tạo.....	17
2.2.2. Nguyên lý làm việc của động cơ dị bộ.....	21
2.2.3. Các chế độ làm việc của động cơ dị bộ.....	22
2.2.4. Động cơ làm việc với rotor hở	24
2.2.5. Động cơ có rotor quay.....	25
2.3. ĐẶC TÍNH CƠ CỦA ĐỘNG CƠ DỊ BỘ.....	30
2.3.1. Thống kê năng lượng của động cơ.....	30
2.3.2. Momen quay (momen điện từ) của động cơ dị bộ.....	31

2.3.3. Đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ ba pha	33
2.3.4. Đặc tính cơ tự nhiên và đặc tính cơ nhân tạo.....	36
2.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG.....	37
2.4.1. Khởi động trực tiếp	37
2.4.2. Khởi động dùng phương pháp giảm dòng khởi động	38
2.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ	44
2.5.1. Thay đổi tần số nguồn điện cung cấp f_1	44
2.5.2. Thay đổi số đôi cực	47
2.5.3. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện áp nguồn cấp	49
2.5.4. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện trở mạch rotor	49
2.5.5. Thay đổi điện áp ở mạch rotor	50
CHƯƠNG 3. TÍNH TOÁN VÀ MÔ PHỎNG HỆ THỐNG	53
3.1. MỞ ĐẦU.....	53
3.2. MẠCH ĐỘNG LỰC	54
3.2.1. Tính chọn van bán dẫn	54
3.2.2. Chọn phần tử bảo vệ bán dẫn.....	55
3.3. MẠCH ĐIỀU KHIỂN.....	57
3.3.1. Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển	57
3.3.2. Tính toán phân tích mạch điều khiển	59
3.3.3. Mạch hiển thị điện áp	65
3.4. MÔ PHỎNG.....	66
3.4.1. Các thông số động cơ	66
3.4.2. Sơ đồ mô phỏng động cơ	71
KẾT LUẬN	76
TÀI LIỆU THAM KHẢO	77

LỜI NÓI ĐẦU

Trong công nghiệp động cơ dị bộ 3 pha là động cơ chiếm tỷ lệ rất lớn các loại động cơ khác. Do kết cấu đơn giản, làm việc chắc chắn, hiệu suất cao, giá thành hạ, nguồn cung cấp lấy ngay trên lưới công nghiệp, dải công suất động cơ rất rộng từ vài trăm W đến hàng ngàn kW. Tuy nhiên các hệ truyền động có điều chỉnh tốc độ dùng động cơ không đồng bộ lại có tỷ lệ nhỏ hơn so với động cơ 1 chiều.

Đó là điều chỉnh tốc độ động cơ dị bộ gặp nhiều khó khăn và dải điều chỉnh hẹp. Nhưng với sự ra đời và phát triển nhanh của dụng cụ bán dẫn công suất như: Diode, Triắc, tranzitor công suất, Thyristor có cực khoá thì các hệ truyền động có điều chỉnh tốc độ dùng động cơ dị bộ mới được khai thác mạnh hơn.

Xuất phát từ những vấn đề nêu trên và trong khuôn khổ đề án tốt nghiệp, bản đồ án này nghiên cứu : **“*Xây dựng hệ thống tự động truyền động điện động cơ dị bộ bằng điều chỉnh điện áp sử dụng bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều 3 pha công suất $P = 3kW$ của phòng thí nghiệm*”**.

Để nghiên cứu đề tài này đòi hỏi phải tìm tòi, nghiên cứu không chỉ những tài liệu trong nước mà còn có những tài liệu nước ngoài. Tuy nhiên với sự giúp đỡ của thầy giáo **GS TSKH Thân Ngọc Hoàn** em đã hoàn thành đồ án tốt nghiệp này với một kết quả khả quan.

Cuối cùng em xin cảm ơn các thầy cô trong khoa điện- điện tử, ngành điện công nghiệp và đặc biệt là thầy giáo **GS TSKH Thân Ngọc Hoàn** đã tận tình giúp đỡ em hoàn thành đồ án này.

Hải Phòng, Ngày 28 tháng 10 năm 2011

Sinh viên thực hiện

Nguyễn Thái Thiên

CHƯƠNG 1

CÁC BỘ ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP DÒNG XOAY CHIỀU

1.1. KHÁI QUÁT CHUNG

Các bộ điều chỉnh điện áp được dùng để điều chỉnh giá trị điện áp xoay chiều với hiệu suất cao, trong khi tần số của sóng hài cơ bản thì giữ nguyên không đổi, bằng tần số của điện áp lưới. Các bộ điều chỉnh điện áp chủ yếu sử dụng các tiristor mắc song song ngược hoặc triac để thay đổi giá trị điện áp trong mỗi nửa chu kỳ điện áp trong mỗi nửa chu kỳ điện áp lưới theo góc mở α , từ đó mà thay đổi được giá trị hiệu dụng của điện áp ra tải.

Nhược điểm của các bộ điều chỉnh điện áp là dạng điện áp ra bị méo, nghĩa là ngoài sóng hài cơ bản có tần số bằng tần số lưới, xuất hiện các thành phần sóng hài bậc cao. Tuy nhiên do cấu trúc rất đơn giản, độ tin cậy cao nên các sơ đồ loại này vẫn được ứng dụng, đặc biệt trong các trường hợp mà độ méo điện áp không ảnh hưởng nhiều đến phụ tải.

Có thể kể ra 2 trường hợp mà bộ biến đổi điện áp có những ứng dụng quan trọng. Một là đối với tải thuần trở, ví dụ như cần điều chỉnh điện áp cấp cho sợi đốt của lò điện trở, một pha hoặc ba pha. Rõ ràng là đối với các tải thuần trở thì dạng điện áp không hề ảnh hưởng đến khả năng phát nhiệt của chúng. Cũng là tải thuần trở có thể kể đến các loại đèn sợi đốt cần điều chỉnh ánh sáng trong một phạm vi rộng, ví dụ trong nhà hát hay các rạp chiếu phim, ở đó đèn sợi đốt là loại duy nhất có thể điều chỉnh ánh sáng bằng điều chỉnh điện áp. Trường hợp thứ hai ứng dụng của bộ điều chỉnh điện áp là khi quá trình điều chỉnh chỉ diễn ra trong một thời gian ngắn hoặc trong một phạm vi hẹp. Các bộ khởi động mềm động cơ không đồng bộ thuộc loại này, trong đó do thời gian khởi động chỉ diễn ra trong một vài giây nên độ méo điện áp có thể chấp nhận được. Sau khi đã khởi động có thể cần điều chỉnh tốc độ hoặc

mômen của động cơ trong một dải hẹp nhờ điều chỉnh điện áp xoay chiều, khi đó độ méo điện áp là không lớn lắm.

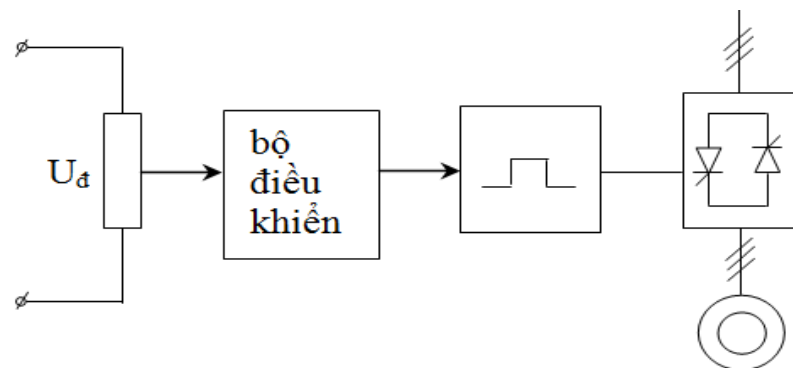
Bộ điều chỉnh điện áp còn có ứng dụng trong các bộ chỉnh lưu điều khiển phía sơ cấp máy biến áp. Hai trường hợp đặc trưng cho các ứng dụng này.

Một là, trong các chỉnh lưu cao áp, trong đó phần một chiều yêu cầu điện áp rất cao, từ 50 đến 100 kV, nhưng dòng điện lại rất nhỏ, cỡ 0,5 đến 2 A, như trong phần nguồn cho các bộ lọc bụi tĩnh điện. Khi đó điều chỉnh phía thứ cấp sẽ bất lợi và nguy hiểm vì điện áp quá cao. Giải pháp tốt hơn là điều chỉnh phía sơ cấp máy biến áp với điện áp thấp và dòng điện không lớn lắm.

Hai là, ngược lại trường hợp trên, một số nguồn chỉnh lưu yêu cầu dòng rất lớn, cỡ 10000 đến 100000 A nhưng điện áp lại nhỏ, cỡ 12 đến 24 VDC. Khi đó điều chỉnh phía thứ cấp cũng bất lợi vì nhiều van phải mắc song song để chịu được dòng điện lớn. Do đó giải pháp điều chỉnh phía sơ cấp với dòng điện tương đối nhỏ sẽ có lợi hơn.

1.2. HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP.

1.2.1. Sơ đồ khối.



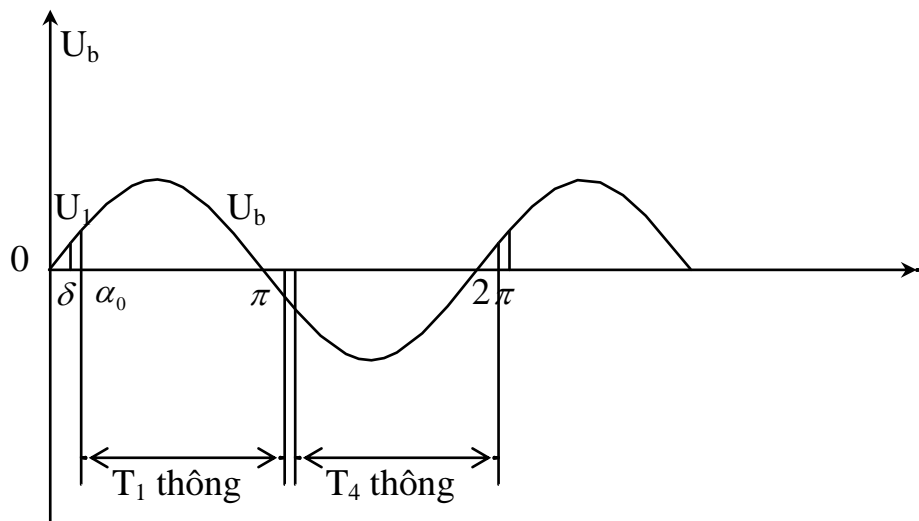
Hình 1.1. Sơ đồ khối hệ thống điều chỉnh điện áp.

Mạch lực của động cơ bao gồm ba cặp van nối song song ngược. Ở trạng thái xác lập, các tiristor mở những góc như nhau và không đổi, trong đó T_1, T_3, T_5 thông ở nửa chu kỳ dương, còn T_2, T_4, T_6 thông ở nửa chu kỳ âm của

điện áp lưới. Điện áp đặt vào stator của động cơ U_b (tức điện áp ra của bộ biến đổi). Sẽ là những phần của đường hình sin: $U_1 = U_m \sin \Omega t$.

Giả thiết đường cong trên hình 1.2 là đồ thị điện áp pha A đưa vào stator động cơ qua 2 van T_1 và T_4 mở góc α_0 tính từ góc của đường hình sin đó từ $\pi \div \pi + \delta$ nó vẫn thông nhờ năng lượng điện từ tích lũy trong điện cảm của mạch. Tương tự như vậy van T_4 thông ở giữa chu kỳ âm, góc δ phụ thuộc vào góc φ của động cơ, tức là phụ thuộc độ trượt của động cơ.

Điện áp stator không sin, như trên hình 1.2 được phân tích thành những thành phần sóng hài, trong đó sóng bậc 1 là thành phần sinh công cơ học. Giá trị hiệu dụng của sóng bậc 1 (U_{1b}) không những phụ thuộc vào góc thông α_0 mà còn phụ thuộc góc pha φ của động cơ.



Hình 3.10. Sơ đồ mạch hiển thị điện áp.

1.2.2. Nguyên lý hoạt động hệ thống điều chỉnh điện áp.

Điện áp đặt đưa vào bộ điều khiển, điện áp ra điều khiển góc mở tiristor để điều chỉnh điện áp đặt vào động cơ. Tốc độ động cơ có tỷ lệ với bình phương điện áp nên khi điện áp thay đổi thì tốc độ động cơ sẽ thay đổi.

1.3. BỘ ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU 3 PHA.

Các bộ điều áp xoay chiều dùng để điều chỉnh giá trị điện áp xoay chiều với hiệu suất cao. Để điều chỉnh điện áp ba pha, có thể sử dụng ba sơ đồ:

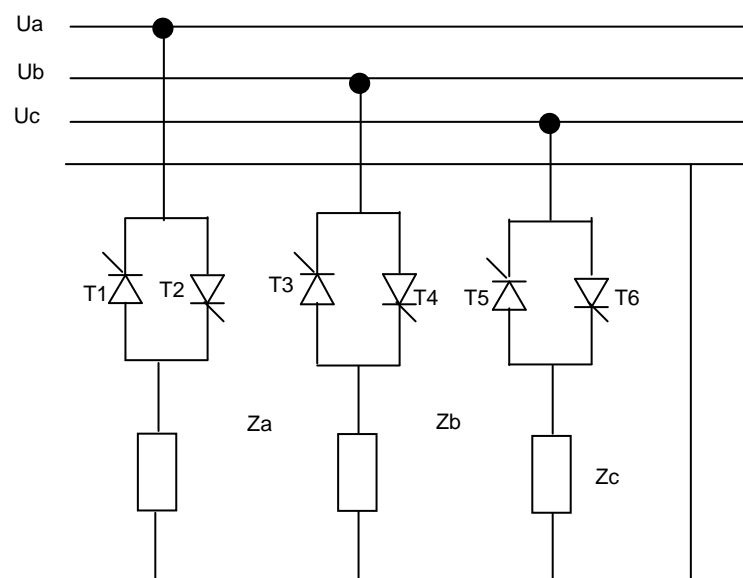
- Bộ điều áp xoay chiều chủ yếu sử dụng các tiristor mắc ngược hoặc triac để thay đổi giá trị điện áp trong nửa chu kỳ của điện áp lưới theo góc mở α , từ đó đổi được giá trị hiệu dụng của điện áp ra tải.

- Nối tam giác ba bộ điều áp một pha.

- Nối hỗn hợp ba tiristor và ba diode.

Dưới đây trình bày các bộ điều chỉnh điện áp dòng xoay chiều hay sử dụng nhất.

1.3.1. Sơ đồ đấu sao có trung tính.

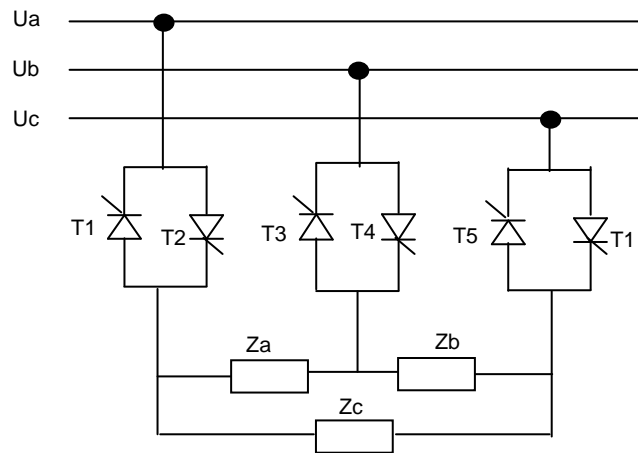


Hình 1.3. Sơ đồ nối sao trung tính.

So với sơ đồ này thì các cặp tiristor mắc ngược nhau làm độc lập với nhau. Ta có thể thực điều khiển riêng biệt từng pha, tải có thể đối xứng hoặc không đối xứng. Do đó điện áp trên các van bán dẫn nhỏ hơn vị điện áp đặt vào van bán dẫn là điện áp pha. Các van đấu ở trung tính nên số điện áp đặt vào van bán dẫn là điện áp pha. Các van đấu ở điện trung tính có tồn tại dòng điện điều hoà bậc cao, khi góc mở các van khác không có dòng tải gián đoạn và loại sơ đồ nối này chỉ thích hợp với các loại tải 3 pha có 4 đầu dây ra.

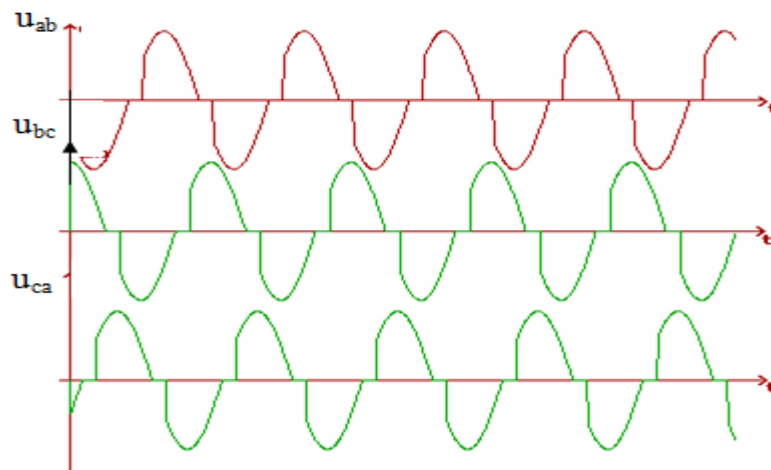
1.3.2. Sơ đồ tải đầu tam giác.

Sơ đồ này có nhiều điều khác so với sơ đồ có dây trung tính. Ở đây dòng điện chạy giữa các pha với nhau nên đồng thời phải cấp xung điều khiển cho 2 tiristor của 2 pha 1 lúc.



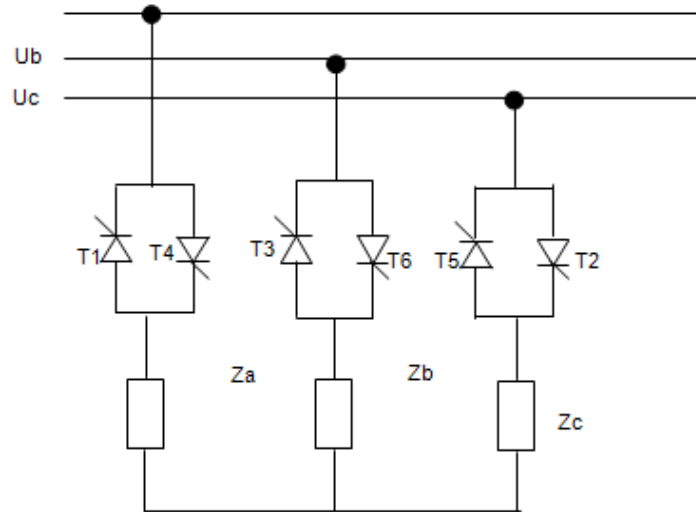
Hình 1.4. Sơ đồ tải đầu tam giác.

Việc cấp xung điều khiển như thế đôi khi gặp khó khăn trong mạch điều khiển, ngay cả khi việc đổi thứ tự pha nguồn cũng có thể làm cho sơ đồ không hoạt động.



Hình 1.5. Đặc tính ra của hình 1.4.

1.3.3. Sơ đồ đấu sao không trung tính.



Hình 1.6. Sơ đồ đấu sao không trung tính.

Hoạt động của bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều ba pha nối sao không dây trung tính là sự hoạt động tổng hợp của các pha. Việc điều chỉnh điện áp bộ điều áp ba pha không dây trung tính phụ thuộc vào góc α .

Trường hợp tổng quát sẽ có 6 đoạn điều khiển và 6 đoạn điều khiển không đối xứng, đối xứng khi cả ba tristor dẫn, không đối xứng khi 2 tiristor dẫn.

Việc xác định điện áp phải căn cứ vào chương trình làm việc của các tiristor. Giả thiết rằng tải đối xứng và sơ đồ điều khiển đảm bảo tạo ra các xung mở và góc mở lệch nhau 120° .

Khi đóng hoặc mở 1 tiristor của một pha nào đó sẽ làm thay đổi dòng của 2 pha còn lại, ta lưu ý rằng trong hệ thống điện áp 3 pha hoặc chỉ qua 2 pha. Không có trường hợp chỉ có 1 pha dẫn dòng.

Khi dòng chảy qua cả ba pha thì điện áp trên mỗi pha đúng bằng điện áp pha.

Kkhi dòng chảy qua cả hai pha thì điện áp trên pha tương ứng bằng $\frac{1}{2}$ điện áp dây.

Sau đây ta phân tích sự hoạt động của sơ đồ qua các trường hợp sau với tải thuần trở:

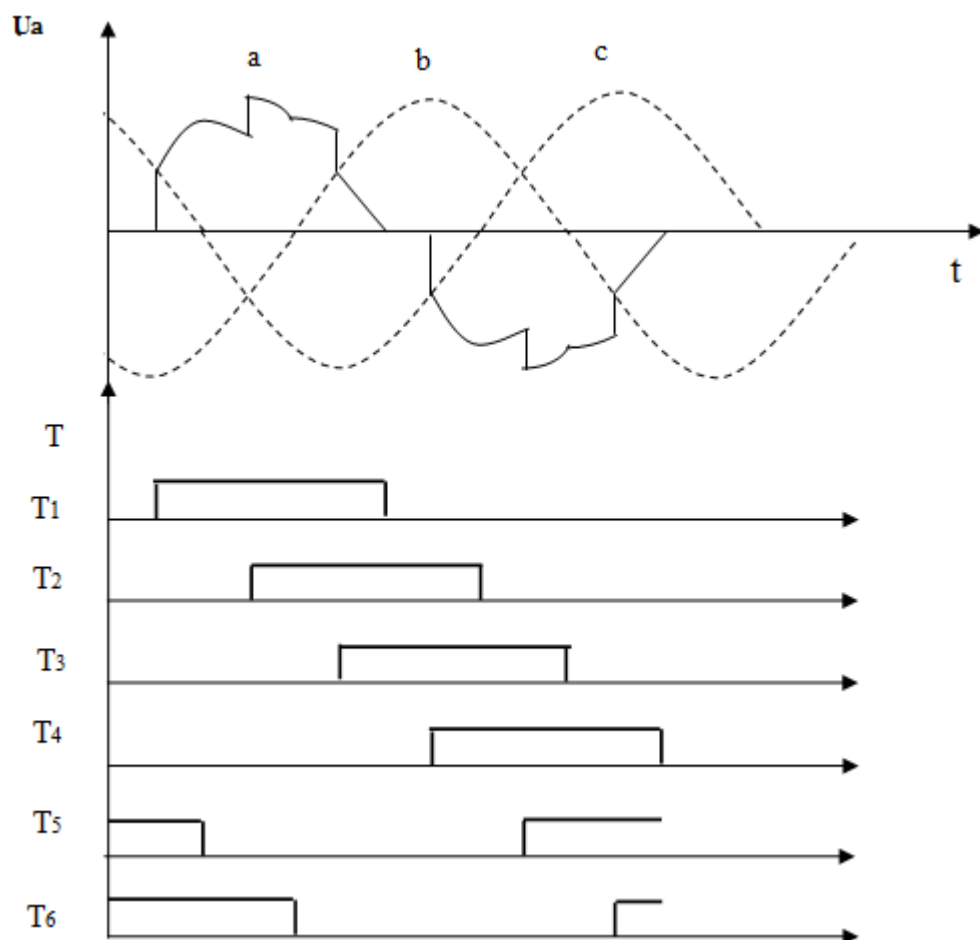
- Với $0^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$: chỉ có giai đoạn 3 van và 2 van cùng dẫn.

- Với $60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$: chỉ có các giai đoạn 2 van cùng dẫn hoặc không có van nào dẫn cả.

- Với $90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$: chỉ có các giai đoạn 2 van dẫn hoặc không có van nào dẫn cả.

• Với $0^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$

Trong phạm vi góc α này sẽ có các giai đoạn 3 van và 2 van dẫn xen kẽ nhau.



Hình 1.7. Đồ thị điện áp pha A với $\alpha=30^\circ$.

Nguyên lý hoạt động của sơ đồ:

Dùng 6 tiristor đấu song song ngược với tải thuần trở, tải đấu theo hình sao và cách ly với nguồn $\alpha = 30^\circ$.

+ Trong khoảng : $\theta = \theta_1 \div \theta_2$ Van 1 dẫn ở pha A, van 6 dẫn ở pha B, van 5 dẫn ở pha C suy ra có dòng chảy qua 3 pha nên có $U_{ZA} = U_A$.

+ Trong khoảng: $\theta = \theta_2 \div \theta_3$ Van 1 dẫn ở pha A, van 6 dẫn ở pha B suy ra có dòng chảy qua 2 pha nên có $U_{ZA} = \frac{1}{2} U_{AB}$.

+ Trong khoảng : $\theta = \theta_3 \div \theta_4$ Van 1 dẫn ở pha A, van 2 dẫn ở pha C, van 6 dẫn ở pha B suy ra có dòng chảy qua 3 pha nên có $U_{ZA} = U_A$.

+ Trong khoảng : $\theta = \theta_4 \div \theta_5$ Van 1 dẫn ở pha A , van 2 dẫn ở pha C suy ra có dòng chảy qua 2 pha nên $U_{ZA} = U_{AC}$.

+ Trong khoảng : $\theta = \theta_5 \div \theta_6$ Van 1 dẫn ở pha A, van 2 dẫn ở pha C, van 3 dẫn ở pha B \rightarrow có dòng chảy qua 3 pha $\rightarrow U_{ZA} = U_A$.

• Với $\alpha = 60^\circ \div 90^\circ$:

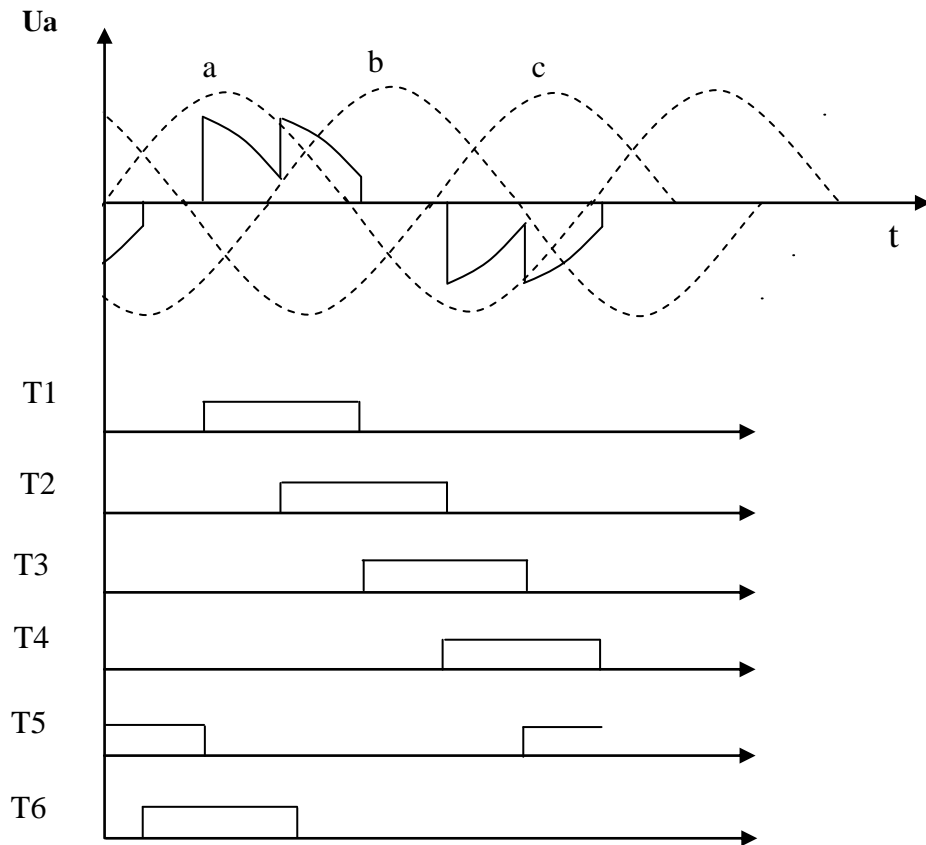
Trong phạm vi này luôn chỉ có các giai đoạn 2 van dẫn.

Dạng điện áp của đồ thị điện áp pha A với $\alpha = 75^\circ$ (hình 1.8).

Khi α biến thiên từ $\frac{\pi}{3}$ đến $\frac{\pi}{2}$ khoảng dẫn của các tiristor không đổi và bằng một phần 3 chu kỳ nhưng dẫn lệch pha.

Khi $\alpha < \theta < \frac{\pi}{3} + \alpha$, các tiristo T_1 và T_6 dẫn.

Khi $\alpha = \frac{\pi}{2}$, chế độ này sẽ ngừng dẫn, khi góc mở cuối của $T_6 = \alpha + \frac{\pi}{3}$ vượt quá $\frac{5\pi}{6}$, khi $v_A - v_B$ và i_A và i_B triệt tiêu khi mở T_4 .



Hình 1.8. Đồ thị điện áp pha A với $\alpha=75^\circ$.

- Với $\alpha = 90^\circ \div 150^\circ$:

Trong trường hợp này chỉ có các giai đoạn 2 van dẫn hoặc không van nào dẫn cả.

+Dạng điện áp của đồ thị điện áp pha A với $\alpha = 120^\circ$ (hình 1.9).

Tồn tại khoảng dẫn sau các khoảng tắt cả dòng điện triệt tiêu cần mở hai tiristor một lúc. Để làm việc được cần phải:

- Điều khiển các tiristor bằng các tín hiệu chiều rộng lớn hơn $\frac{\pi}{3}$.
- Gửi các xung khẳng định. Khi gửi tín hiệu mở 1 tiristor để bắt đầu dẫn phải gửi một xung lên cực điều khiển của tiristor vừa bị khoá. Như vậy T_1 nhận xung đầu tiên ở $\theta = \alpha$ và xung khẳng định ở $\theta = \alpha + \frac{\pi}{3}$.

Khi $\alpha < \theta < \frac{5\pi}{6}$, các tiristo T_1 và T_3 dẫn.

Khi $\frac{5\pi}{6} < \theta < \alpha + \frac{\pi}{3}$, không có tiristor nào dẫn.

Để phân bố các điện áp trên cực các tiristor khi chúng bị khoá, cần nối vào các cực của ba khối tiristor các điện trở lớn có trị số bằng nhau

Khi $\alpha < \frac{5\pi}{6}$ mỗi đồng thời T_1 và T_6 , khi $\alpha = \alpha + \frac{\pi}{3}$ sẽ tạo nên điện áp âm $V_A - V_C$. Các tiristor không thể dẫn được và bộ điều áp làm việc như một khoá chuyển mạch luôn hở mạch.

Ta xét 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

$\text{tg} \alpha = \frac{\omega L}{R} = Q$. Dòng điện bắt đầu giảm khi $\alpha > \varphi$.

Vì điện cảm L các dòng điện i_A , i_B và i_C không còn bị gián đoạn nữa, do đó không xảy ra khi $\frac{\pi}{3} < \alpha < \frac{\pi}{2}$.

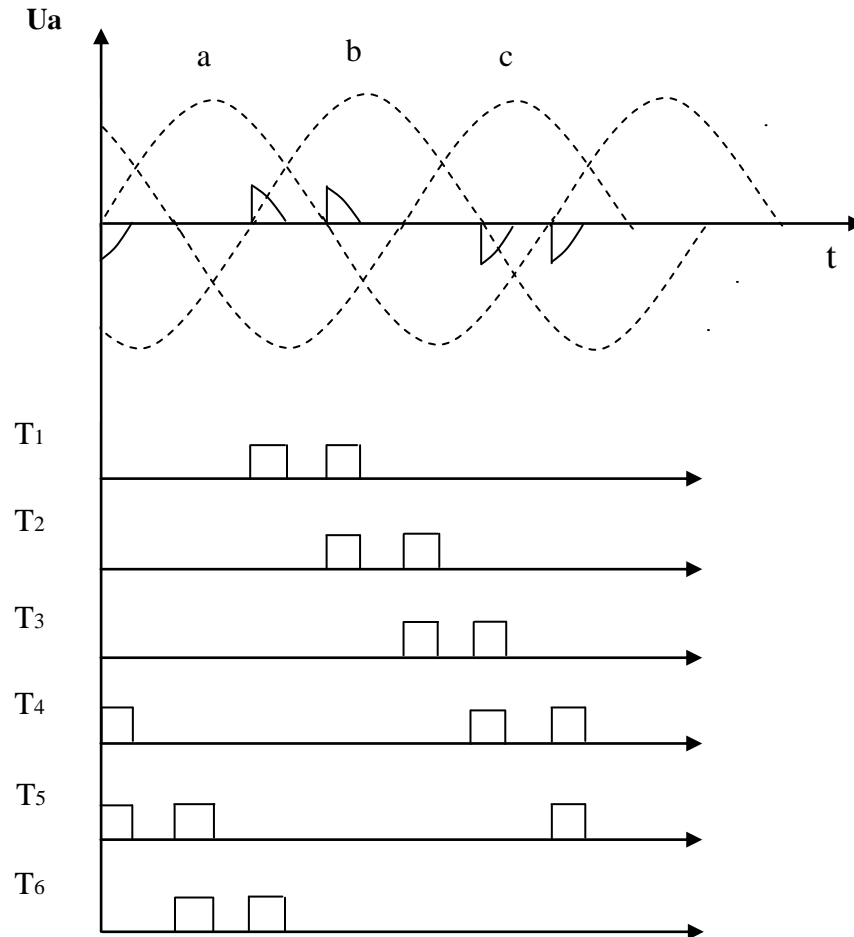
Tiristor T_1 đưa vào dẫn khi $\theta = \alpha$ không gây khoá T_5 do dòng i_C bị tắt đột ngột, bởi vì dòng điện này không bị gián đoạn.

Nếu $\theta = \alpha$, nhờ T_3 và T_6 dòng i_C tồn tại, việc mở T_1 làm cho T_1 , T_6 và T_5 mở đồng thời và bắt đầu khoảng cả ba tiristor dẫn ở $0 < \alpha < \frac{\pi}{3}$.

Nếu i_C bằng không, khi mở T_1 làm cho i_C , i_A và i_B bằng không trước khi $\theta = \alpha$, sơ đồ làm việc ở $\frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{5\pi}{6}$.

Việc chuyển từ $0 < \alpha < \frac{\pi}{3}$ tới $\frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{5\pi}{6}$ được thực hiện đối với giá trị giới hạn α_1 theo phương trình :

$$\text{Sin}\left(\alpha_1 - \varphi - \frac{4\pi}{3}\right) = -\text{sin}(\alpha_1 - \varphi) \frac{1 - 2e^{-\frac{\pi}{3Q}}}{2 - e^{-\frac{\pi}{3Q}}}$$



Hình 1.9. Đồ thị điện áp pha A với $\alpha = 120^\circ$.

1.3.4. Nối tam giác từ 3 bộ điều áp xoay chiều một pha.

Có một phương án khác tạo nên bộ điều áp ba pha gồm bộ điều áp một pha nối hình tam giác như sơ đồ ở hình 1.10. Cách nối này cho phép loại trừ các điều hoà bậc ba và bội bậc ba trong dòng điện.

Để có thể sử dụng trực tiếp các kết quả của bộ điều áp một pha ta sử dụng các ký hiệu của một pha và chỉ thêm A, B, C.

Điện áp dây do nguồn cung cấp:

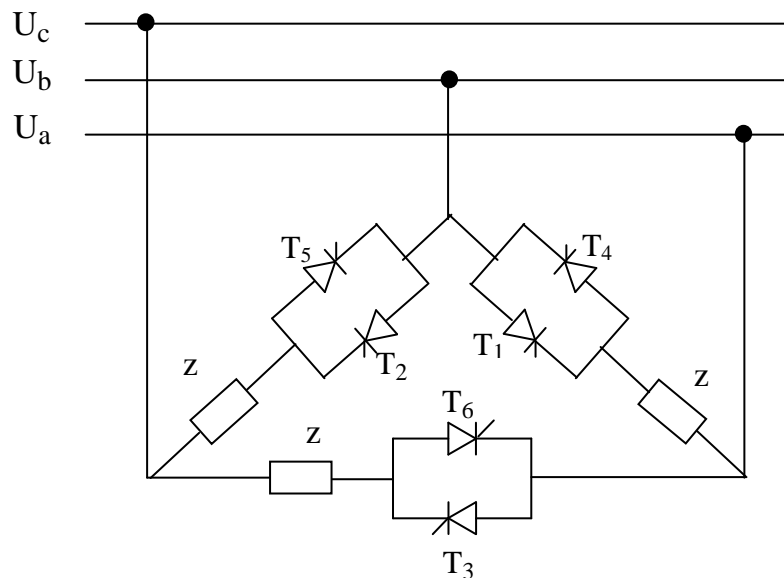
$$v_A = V_m \sin \theta, \quad v_B = V_m \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right), \quad v_C = V_m \sin\left(\theta - \frac{4\pi}{3}\right).$$

Các tiristor được nối ở $\frac{1}{6}$ chu kỳ theo trình tự sau đây:

$T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6$. Tiristor T_1 nhận xung điều khiển tại $\theta = \alpha$. Các điện áp v'_A, v'_B, v'_C là điện áp trên các pha của tải ; còn v_{T1}, v_{T3}, v_{T5} là điện áp

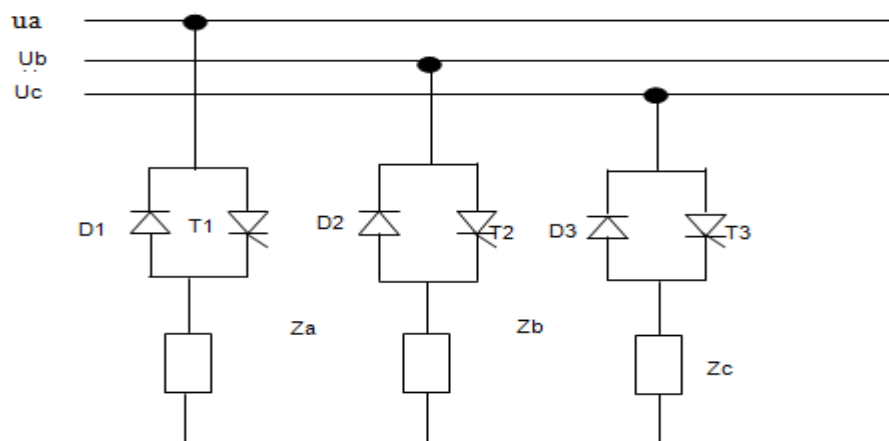
của nhóm các tiristor. Các dòng điện i_A , i_B , i_C giống nhau ở một phần ba hoặc hai phần ba chu kỳ.

Nhóm tam giác từ ba bộ điều áp một pha đảm bảo triệt tiêu điều hoà bậc ba và bộ ba bộ điều áp do nguồn cung cấp. Các điều hoà này trùng pha trong ba dòng i_A , i_B , i_C . Dòng điện dây $i_{A1} = i_A - i_C$, $i_{B1} = i_B - i_A$, $i_{C1} = i_C - i_B$.



Hình 1.10. Sơ đồ nối tam giác 3 bộ điều áp xoay chiều một pha.

1.3.5. Bộ điều áp ba pha hỗn hợp.



Hình 1.11. Sơ đồ bộ điều áp ba pha hỗn hợp.

Trên sơ đồ ở hình 1.11 ta nhận thấy mỗi pha có một tiristor 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.

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

Khi $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$: ba hoặc hai linh kiện dẫn.

Khi $\frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{2\pi}{3}$: Ba, hai hoặc không có linh kiện dẫn.

Khi $\frac{2\pi}{3} < \alpha < \frac{7\pi}{6}$: hai hoặc không có linh kiện dẫn.

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

Khi φ tăng, sự biến thiên của α theo $\frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{2\pi}{3}$ giảm đi. Khi $\varphi = 30^\circ$, chế độ này biến mất.

1.4. CÁC ƯU NHƯỢC ĐIỂM CỦA SƠ ĐỒ.

Các sơ đồ điều chỉnh điện áp xoay chiều nói chung đều đơn giản, do đó cho độ hiệu quả cao trong quá trình điều chỉnh điện áp xoay chiều.

Dạng điện áp ra phụ thuộc nhiều vào góc điều khiển và tính chất của tải. Dạng điện áp ra cũng rất không hình sin.

Phù hợp với các ứng dụng yêu cầu công suất vừa và nhỏ, nhất là với tải thuần trở vì khi đó dạng điện áp trên tải không yêu cầu khắc khe.

Với công suất lớn có thể áp dụng trong những trường hợp dải điều chỉnh điện áp yêu cầu hẹp hoặc quá trình điều chỉnh chỉ diễn ra trong một thời gian ngắn, ví dụ trong các bộ khởi động động cơ.

Có thể cải thiện đáng kể đặc tính của bộ điều chỉnh điện áp nếu sử dụng các van điều khiển hoàn toàn. Khi đó việc điều chỉnh sẽ áp dụng phương pháp điều chế độ rộng xung ở mỗi nửa chu kỳ điện áp lưới.

1.5. LỰA CHỌN BỘ ĐIỀU ÁP XOAY CHIỀU BA PHA.

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 điều áp. Việc lựa chọn giới hạn sơ đồ tiristor.

-Bộ điều áp ba pha.

-Ba bộ điều áp một pha ghép thành tam giác.

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

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

Khi chất lượng điện áp trên tải quan trọng thì thường chọn điều áp ba pha. Đó là trường hợp cung cấp cho các máy quay, bởi vì các máy phát điện quay sẽ làm việc xấu khi điện áp bậc ba và bội ba. Các điện áp này tạo nên hệ thống thứ tự không. Khi công suất giảm, cần giảm chi phí đối với các tiristor 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 sao mà không cần thay đổi bộ điều áp.

Đặt sao tải cho phép nối hình tam giác ba nhóm tiristor, làm giảm dòng điện và cho phép giảm kích cỡ của tiristor.

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

Khi vấn đề điều hòa dòng điện dây không quan trọng thì bộ điều áp ba pha và các phương án của nó có lợi hơn phương án nối tam giác ba điều áp một 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 hai sẽ tạo nên mômen phản kháng lớn đối với máy điện quay.

Tóm lại, trong đề tài ta chọn bộ điều chỉnh điện áp ba pha với 6 tiristor nối thành nhóm 2 tiristor song song.

CHƯƠNG 2

ĐỘNG CƠ DỊ BỘ VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

2.1. MỞ ĐẦU

Loại động cơ quay đơn giản nhất là loại động cơ không đồng bộ (dị bộ). Động cơ dị bộ có thể là loại 1 pha, 2 pha hoặc 3 pha, nhưng phần lớn động cơ dị bộ 3 pha có công suất từ một vài oát tới vài megaoát, có điện áp từ 100V đến 6000V.

Căn cứ vào cách thực hiện rotor, người ta phân biệt 2 loại: loại có rotor ngắn mạch và loại rotor dây quấn. Cuộn dây rotor dây quấn là cuộn dây cách điện, thực hiện theo nguyên lý của cuộn dây dòng xoay chiều

Cuộn dây rotor ngắn mạch gồm một lồng bằng nhôm đặt trong các rãnh của mạch từ rotor, cuộn dây ngắn mạch là cuộn dây nhiều pha có số pha bằng số rãnh. Động cơ rotor ngắn mạch có cấu tạo đơn giản và rẻ tiền, còn động cơ rotor dây quấn đắt hơn, nặng hơn nhưng có tính năng động tốt hơn, do có thể tạo các hệ thống khởi động và điều chỉnh.

2.2. ĐỘNG CƠ DỊ BỘ

2.2.1. Cấu tạo

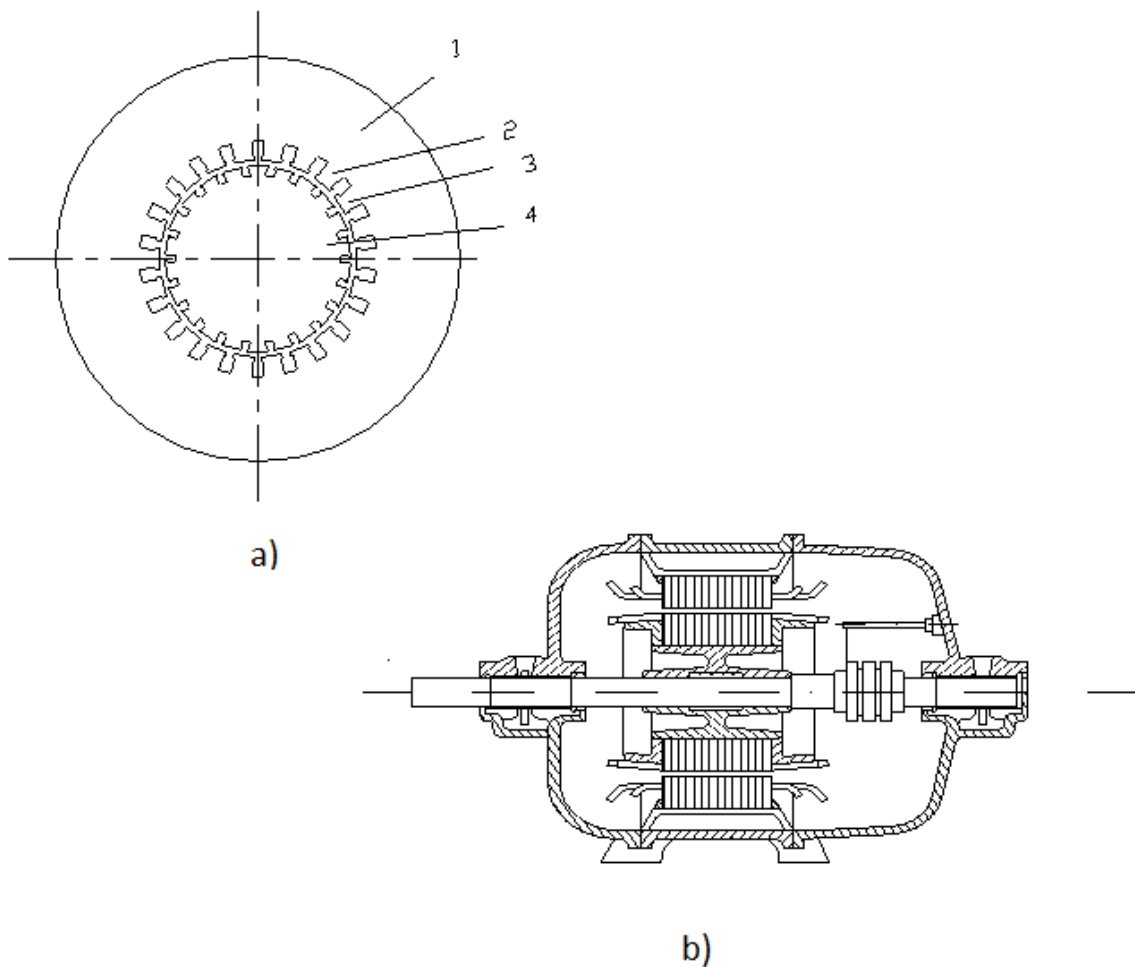
Động cơ dị bộ hay còn gọi là động cơ không đồng bộ gồm hai phần cơ bản: Phần quay (rotor) và phần tĩnh (stator). Giữa phần tĩnh và phần quay là khe khí. Ta sẽ nghiên cứu từng phần riêng biệt của động cơ dị bộ.

2.2.1.1. Cấu tạo của stator

Stator gồm 2 phần cơ bản là mạch từ và mạch điện.

a. Mạch từ: Mạch từ của stator 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 stator có dạng hình vành khăn (hình 2.1), phía trong được đục các

rãnh. để giảm dao động từ thông, số rãnh stator và rotor không được bằng nhau.



Hình 2.1. Lá thép stator và rotor động cơ dị bộ: 1-Lá thép stator, 2-Rãnh, 3-Rãnh, 4-Lá thép rotor.

Ở những máy có công suất lớn, lõi thép được chia thành từng phần (section) 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 động cơ 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 bộ máy hay nền nhà hoặc vị trí làm việc. Trên đỉnh có móc để giúp di chuyển thuận tiện. Trên vỏ máy gắn hộp đấu dây.

b. Mạch điện của stator

Mạch điện là cuộn dây động cơ ta đã trình bày ở phần trên.

2.2.1.2. Cấu tạo của rotor

Mạch từ.

Giống như mạch từ stator, mạch từ rotor cũng gồm các lá thép điện kỹ thuật cách điện đối với nhau có hình như hình 2.1. Rãnh của rotor 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, rotor gắn trên trục. Ở những động cơ có công suất lớn rotor còn đục các rãnh thông gió dọc thân rotor.

Mạch điện.

Mạch điện rotor được chia làm 2 loại: loại rotor lồng sóc và rotor dây quấn.

Loại rotor lồng sóc (ngắn mạch).

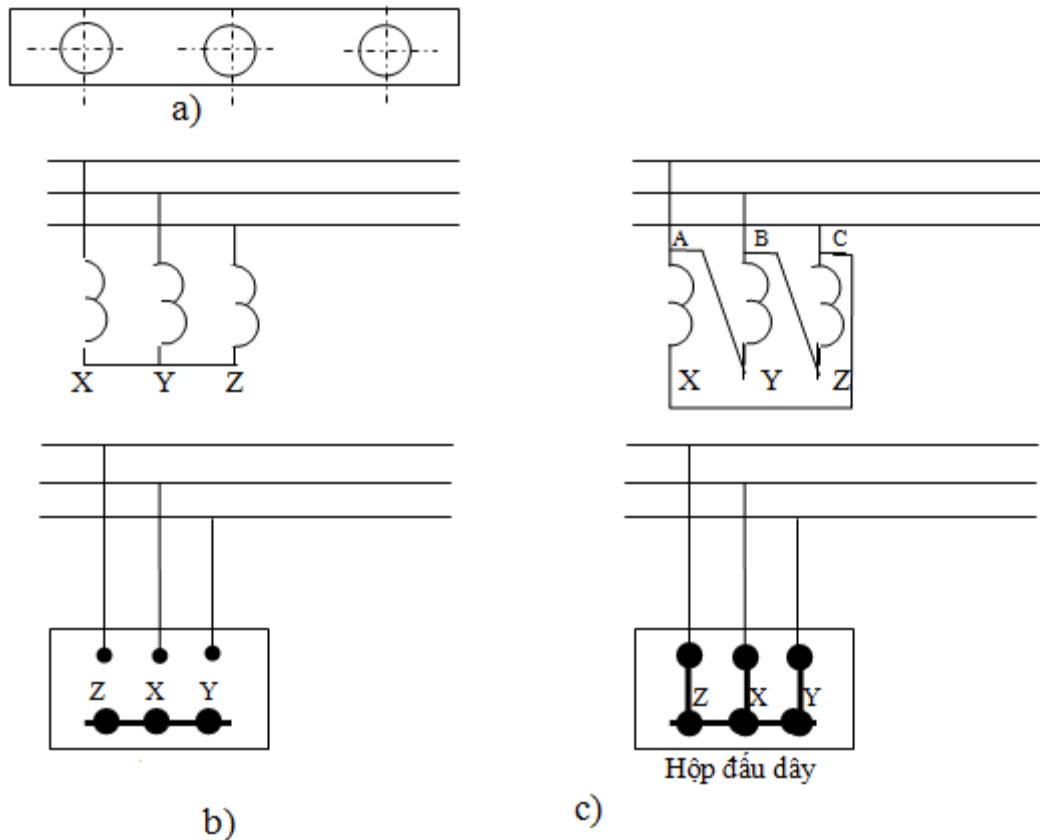
Mạch điện của loại rotor này được làm bằng nhôm hoặc đồng thau. Nếu làm bằng nhôm thì được đúc trực tiếp vào rãnh rotor, 2 đầu được đúc 2 vòng ngắn mạch, cuộn dây hoàn toàn ngắn mạch, chình vì vậy gọi là rotor ngắn mạch. Nếu làm bằng đồng thì được làm thành các thanh dẫn và đặt vào trong rãnh, hai đầu được gắn với nhau bằng 2 vòng ngắn mạch cùng kim loại. Bằng cách đó hình thành cho ta một cái lồng chính vì vậy loại rotor này còn có tên rotor lồng sóc. Loại rotor ngắn mạch không phải thực hiện cách điện giữa dây dẫn và lõi thép.

Loại rotor dây quấn(Hình 2.1b).

Mạch điện của loại rotor này thường làm bằng đồng và phải cách điện với mạch từ. Cách thực hiện cuộn dây này giống như thực hiện cuộn dây động cơ xoay chiều đã trình bày ở phần trước. Cuộn dây rotor dây quấn có số cặp cực và pha cố định. Với động cơ ba pha, thì ba đầu cuối được nối với nhau ở trong

động cơ, ba đầu còn lại được dẫn ra ngoài và gắn vào ba vành trượt đặt trên trục rotor, đó là tiếp điểm nối với mạch ngoài.

2.2.1.3. Bảng định mức của động cơ



Hình 2.2. Cách đấu dây ở bảng đấu dây a) Phiến đồng, b) Cuộn dây nối sao. Ở trên vỏ máy người ta gắn bảng định mức với nội dung sau:

1. Điện áp định mức.
2. Dòng điện định mức.
3. Tốc độ định mức.
4. Hệ số định mức.

Ngoài ra còn cho một vài thông số nữa.

Giá trị điện áp và dòng cho ở bảng định mức liên quan tới cách nối dây cuộn dây stator. Cuộn dây stator có thể nối sao hoặc tam giác. Cách nối sao hoặc tam giác được thực hiện như sau:

Ở hộp nối dây thường có 6 cọc và 3 thanh đồng có đục sẵn 3 lỗ (hình 2.3a). Nếu muốn nối sao ta chụm 3 phiến đồng ở 3 cọc, 3 đầu còn lại là trụ nối với điện áp nguồn. Nếu nối tam giác thì ta dựng 3 phiến đồng đó lên như hình 2.3c.

2.2.2. Nguyên lý làm việc của động cơ dị bộ

Để xét nguyên lý làm việc của động cơ dị bộ, ta lấy mô hình máy điện ba pha gồm ba cuộn dây đặt cách nhau trên chu vi máy điện một góc 120° , rotor là cuộn dây ngắn mạch. Khi cung cấp vào ba cuộn dây ba dòng điện của hệ thống điện ba 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 rotor và stator, sinh ra ở cuộn stator sđđ tự cảm e_1 và ở cuộn dây rotor sđđ cảm ứng e_2 có giá trị hiệu dụng như sau:

$$E_1=4,44W_1\phi f_1k_{cd}$$

$$E_2=4,44W_2\phi f_1k_{cd}$$

Do cuộn rotor kín mạch, nên sẽ có dòng điện chạy trong các thanh dẫn của cuộn dây này. Sự tác động tương hỗ giữa dòng điện chạy trong dây dẫn rotor và từ trường, sinh ra lực, đó là các ngẫu lực (2 thanh dẫn nằm cách nhau đường kính rotor) nên tạo ra mômen quay. Mômen quay có chiều đẩy stator theo chiều chống lại sự tăng từ thông móc vòng với cuộn dây. Nhưng vì stator gắn chặt còn rotor lại treo trên ổ bi, do đó rotor 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 mômen quay cũng bằng không, rotor quay chậm lại, khi rotor chậm lại thì từ trường lại cắt các thanh dẫn, nên lại có sđđ, lại có dòng và mômen, rotor lại quay. Do tốc độ quay của rotor khác tốc độ quay của từ trường nên xuất hiện độ trượt và được định nghĩa như sau:

$$s\% = \frac{n_{tt} - n}{n_{tt}} 100\% \quad (2.1)$$

Do đó tốc độ quay của rotor có dạng:

$$n = n_{tt}(1 - s) \quad (2.2)$$

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

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

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

$$f_2 = \frac{(n_{tt} - n)P}{60} = \frac{n_{tt}}{n_{tt}} \cdot \frac{(n_{tt} - n)P}{60} = \frac{n_{tt}P}{60} \cdot \frac{(n_{tt} - n)}{n_{tt}} = s \cdot f_1 \quad (2.3)$$

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

$$n_{tt2} = \frac{60 f_2}{p} = \frac{60 s f_1}{p} = s n_{tt} \quad (2.4)$$

So với một điểm không chuyển động của stator, từ trường này sẽ quay với tốc độ :

$$n_{tt2s} = n_{tt2} + n = s n_{tt} + n = s n_{tt} + n_{tt}(1 - s) = n_{tt}$$

Như vậy so với stator, từ trường quay của rotor có cùng giá trị với tốc độ quay của từ trường stator.

2.2.3. Các loại chế độ làm việc của động cơ dị bộ.

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

Động cơ.

Chế độ chúng ta vừa nghiên cứu là chế độ của động cơ của máy điện dị bộ. Ở chế độ này động cơ nhận điện năng từ lưới điện và biến thành cơ năng để chuyển ra tải. Động cơ có tốc độ quay nhỏ hơn tốc độ của từ trường, quay cùng chiều với từ trường.

Chế độ máy phát.

Vẫn với mô hình máy điện dị bộ trên, nếu bây giờ ta gắn vào trục máy điện một máy lai ngoài (ví dụ động cơ di-e-zen) và quay rotor 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 rotor sẽ ngược với thứ tự cắt ta 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:

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

Chế độ máy hãm.

Nếu bây giờ có một lực từ bên ngoài, kéo trục máy đi bộ quay ngược với chiều quay của từ trường, thì sđđ xuất hiện trong các thanh dẫn rô to đổi chiều, làm cho chiều dòng rotor cũng đổi, nên mômen do động cơ sinh ra đổi chiều. Trước đây mômen và tốc độ cùng chiều, còn bây giờ chiều của mômen và chiều của tốc độ ngược nhau, ta có chế độ hãm điện. Vì $n = -n$ nên bây giờ độ trượt có giá trị:

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

Chế độ biến áp

Nếu máy điện đi bộ rotor dây quấn để hở cuộn dây rotor, thì khi cấp điện cho mạch stator, từ trường quay stator cắt các cuộn dây rotor 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:

$$E_1 = 4,44 k_{cd1} \phi W_1 f_1 \quad (2.5)$$

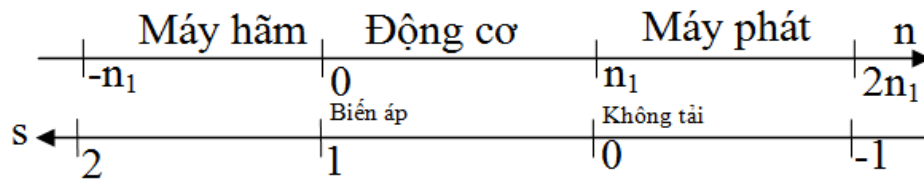
$$E_2 = 4,44 k_{cd2} \phi W_2 f_1$$

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

Vì mạch rotor hở, nên không có dòng chạy và không có momen. Máy điện đi bộ làm việc như máy biến áp.

Nếu ta khép mạch rotor, nhưng giữ cho rotor không quay thì tần số của sđđ cảm ứng trong mạch rotor $f_1 = f_2$, ta vẫn có chế độ biến áp. Máy đi bộ có rotor 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 rotor 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



Hình 2.3. Các thể loại chế độ làm việc của máy điện dị bộ.

độ trượt tăng ($s=1$). Lúc này thường phải giảm dòng bằng giảm điện áp. Động cơ dị bộ làm việc như máy biến áp, nên có thể cấp nguồn từ phía rotor.

Các loại chế độ làm việc của máy điện dị bộ biểu diễn trên hình 2.3.

2.2.4. Động cơ làm việc với rotor hở.

Máy điện không đồng bộ có rotor hở, chỉ có ở loại máy điện dị bộ rotor dây quấn. Vì máy điện nhiều pha có đặc điểm là các pha đối xứng, do đó ta chỉ cần nghiên cứu một pha cho máy điện nhiều pha. Để đơn giản cho nghiên cứu ta giả thiết rằng sự phân bố của từ trường ở khe 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 rotor hở, dòng rotor bằng không, rotor không quay. Máy điện dị bộ hoàn toàn như một biến áp, trong đó phía sơ cấp là stator còn phía thứ cấp là rotor.

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 stator và rotor 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 (2.5).

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 stator là R_1 , vậy phương trình cân bằng sđđ ở chế độ này như sau:

$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_{10} R_1 + j \dot{I}_{10} X_1 \quad (2.6)$$

Hay

$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_{10} Z_1 \quad (2.6a)$$

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

Cần lưu ý rằng khe khí của máy điện dị bộ lớn hơn của máy biến áp (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 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:

$$P_{10} = \Delta P_{Cu1} + \Delta P_{Fe1} \quad (2.7)$$

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 stator.

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

$$k_u = \frac{E_1}{E_2} = \frac{k_{cd1} 4,44 W_1 f_1 \varphi}{k_{c2} 4,44 W_2 f_1 \varphi} = \frac{k_{cd1} W_1}{k_{c2} W_2} \quad (2.8)$$

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

2.2.5. Động cơ dị bộ có rotor quay

2.2.5.1. Phương trình cân bằng sdd

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

Sdd cảm ứng trong cuộn dây stator và trong rotor 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:

$$E_{20} = sE_2 \quad (2.9)$$

Bây giờ trong máy điện có 2 từ trường quay: từ trường quay do stator sinh ra và từ trường do rotor 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 rotor là R_2 ta có phương trình cân bằng sđđ ở mạch rotor như sau:

$$\dot{E}_2 = \dot{I}_2 R_2 + j\dot{I}_2 X_2 \quad (2.10)$$

Hay

$$\dot{E}_2 = Z_2 \dot{I}_2 \quad (2.11)$$

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

Phương trình cân bằng phía sơ cấp vẫn là (2.6) và (2.6a). Vậy các phương trình (2.6) và (2.10) là phương trình cân bằng điện áp khi động cơ dị bộ có rotor quay. Cụ thể là những phương trình sau:

$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_{10} R_1 + j\dot{I}_{10} X_1 \quad (2.12)$$

$$\dot{E}_2 = \dot{I}_2 R_2 + j\dot{I}_2 X_2 \quad (2.13)$$

Từ (2.13) ta có thể tính dòng I_2 theo biểu thức:

$$I_2 = \frac{E_2}{\sqrt{R_2^2 + X_2^2}} \quad (2.14)$$

2.2.5.2. 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 stator bằng tần số ở rotor. Khi rotor quay tần số phía sơ cấp và phía thứ cấp khác nhau. Để số thể sử dụng sơ đồ tương đương của máy biến áp ta phải

biến đổi để tần số của 2 phía bằng nhau. (Ở máy biến áp tần số phía sơ cấp bằng tần số phía thứ cấp). Muốn thế ta thực hiện như sau:

$$\text{Ta có: } X_2 = \omega L_{12} = 2\pi f_2 L_{12} = 2\pi s f_1 L_{12}$$

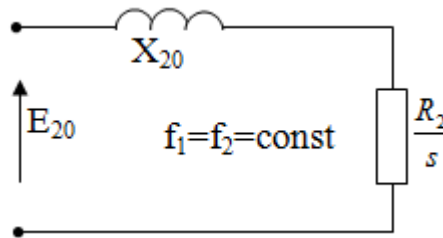
$$\text{Đặt } X_{20} = 2\pi f_1 L_{12}$$

$$\text{Vậy: } X_2 = sX_{20} \quad (2.15)$$

Thay (2.9) và (2.15) vào (2.14) ta được:

$$I_2 = \frac{sE_{20}}{\sqrt{R_2^2 + (sX_{20})^2}} = \frac{E_{20}}{\sqrt{\left(\frac{R_2}{s}\right)^2 + X_{20}^2}} \quad (2.14a)$$

Do X_{20} và E_{20} có tần số là f_1 nên dòng stator và dòng rotor có cùng tần số f_1 . Theo (2.14a) mạch rotor có thể biểu diễn như hình 2.4.



Hình 2.4. Sơ đồ tương đương mạch rotor có tần số dòng điện bằng tần số dòng ở stator.

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

Điện áp quy đổi:

$$E'_2 = E_1 = 4,44k_{cd1} W_1 \phi f_1 = k_u E_2 = \frac{k_{cd1} W_1}{k_{c2} W_2} E_2 \quad (2.14b)$$

Dòng điện quy đổi:

Giá trị dòng quy 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 :

$$I'_2 = \frac{m_2 I_2 E_2}{m_1 E_2'} = \frac{m_2 k_{cd2} W_2}{m_1 k_{cd1} W_1} I_2 = k_i I_2$$

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

Điện trở quy đổi:

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

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

$$R_2' = \frac{m_1 I_2^2}{m_2 I_2'^2} R_2 = \frac{m_1}{m_2} k_i^2 R_2 = k_u k_i R_2$$

Tương tự cho X_2

$$X_2 = k_u k_i X_2'$$

Hình 2.5a là sơ đồ song song. Vì $R_2'/s = R_2' + R_2'(1-s)/s$ nên ta có thể chuyển sơ đồ hình 2.5a sang hình 2.5b. Sơ đồ hình 2.5c 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 ta có thể nhận $E_1 \approx U_1$ và được sơ đồ hình 2.5d, mặt khác để dòng kích từ không đổi ta 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 rotor quay (có tải).

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

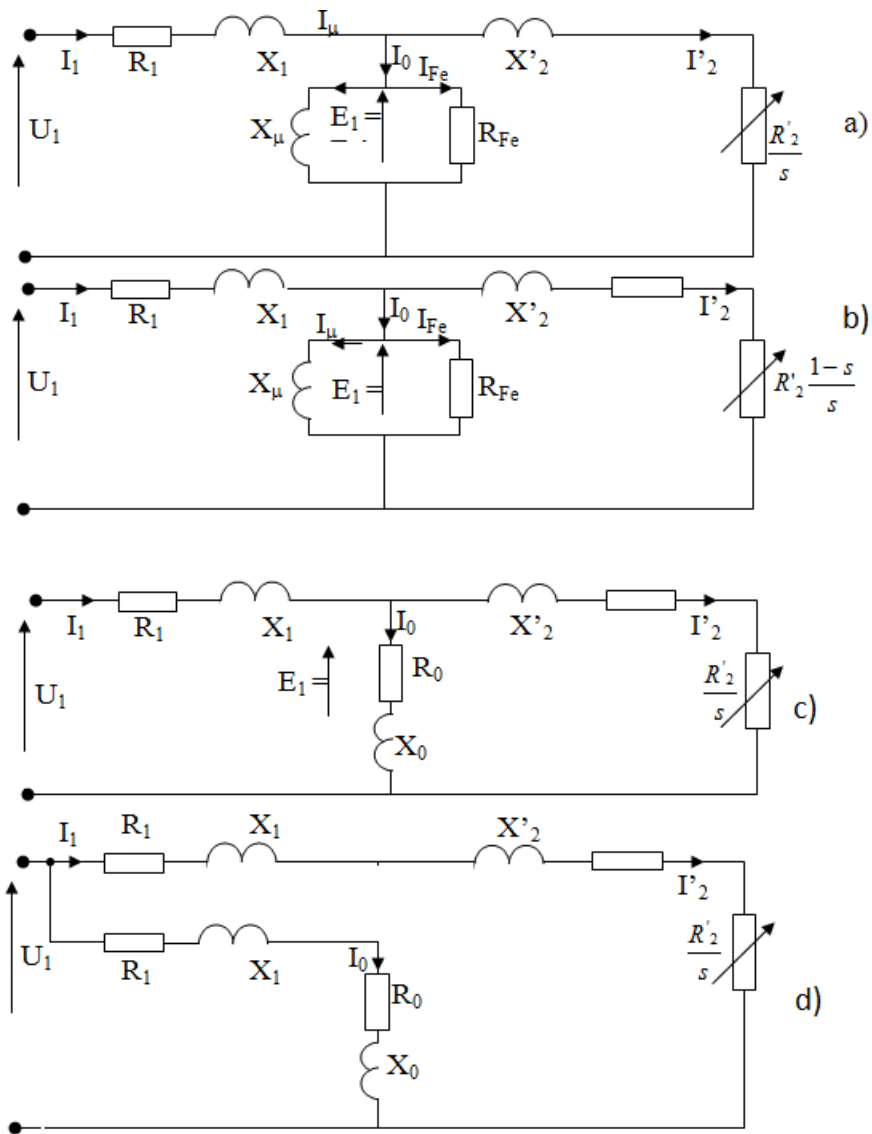
$$\dot{I}_1 = \dot{I} - \dot{I}_2 \tag{2.16}$$

$$\dot{E}_2 = \dot{I}_2 R_2' + j \dot{I}_2 X_2' + \dot{I}' R_2' \frac{1-s}{s}$$

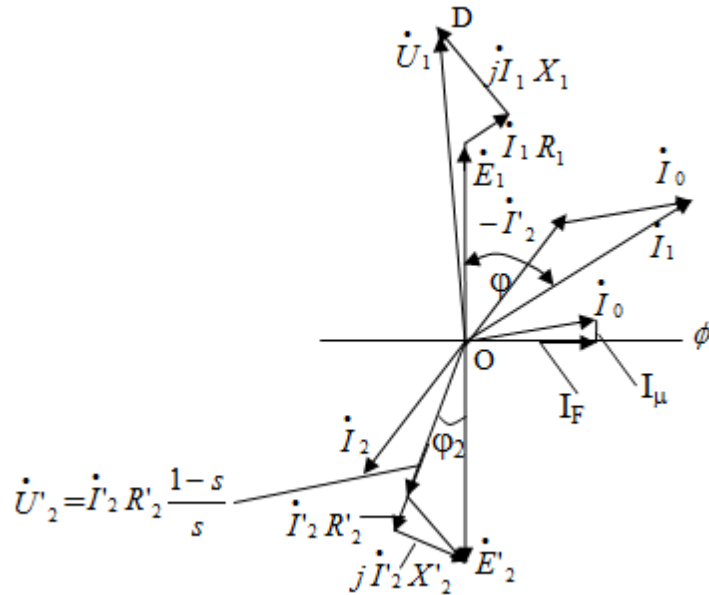
Để thuận tiện cho đọc giả khi tham khảo các sách khác, từ đây trở đi ta thay $X_{20}' = X_2'$.

Đồ thị véc tơ của động cơ dị bộ khi rotor quay biểu diễn trên hình 2.6.

Cách ứng dụng giống như ở máy biến áp.



Hình 2.5. 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 2.6. Đồ thị véc tơ máy biến áp khi tải.

2.3. ĐẶC TÍNH CƠ CỦA ĐỘNG CƠ DỊ BỘ.

2.3.1. Thống kê năng lượng của động cơ.

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

Công suất nhận từ lưới điện:

$$P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1 \quad (2.17)$$

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 stator sang rotor như sau:

$$P_{dt} = P_1 - \Delta P_{Cu1} - \Delta P_{Fe1} \quad (2.18)$$

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 rotor sẽ ứng với công suất tác dụng sinh ra ở điện trở R_2'/s vậy:

$$P_{đt} = m_1 I_2'^2 \frac{2R_2'}{s} = m_1 I_2'^2 R_2' + m_1 I_2'^2 R_2' \frac{1-s}{s} \quad (2.19)$$

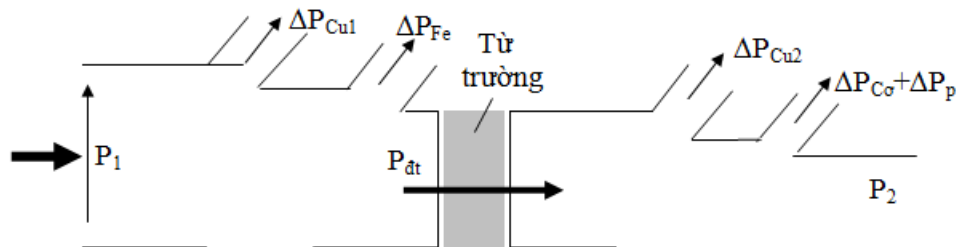
Thành phần thứ nhất là tổn hao đồng ở cuộn dây rotor:

$$\Delta P_{Cu2} = m_1 I_2'^2 R_2' = m_2 I_2^2 R_2 \quad (2.20)$$

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

$$P_{cơ} = m_1 I_2'^2 R_2' \frac{1-s}{s} = m_1 I_2'^2 R_2' \frac{1-s}{s} \quad (2.21)$$

Công suất cơ được chuyển sang công suất hữu ích P_2 và tổn hao cơ các loại ($\Delta P_{C\sigma}$) 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 ($\Delta P_p \approx 0.005 P_1$).



Hình 2.7. Sơ đồ năng lượng của động cơ dị bộ.

Vậy công suất hữu ích tính như sau:

$$P_2 = P_{cơ} - \Delta P_{C\sigma} - \Delta P_p \quad (2.22)$$

Tổng tổn hao của động cơ có giá trị:

$$\Delta P = \Delta P_{Cu1} + \Delta P_{Fe1} + \Delta P_{Cu2} + \Delta P_{C\sigma} + \Delta P_p \quad (2.23)$$

Hiệu suất của động cơ:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_1 - \Delta P}{P_1} = 1 - \frac{\Delta P}{P_1} \quad (2.24)$$

Sơ đồ năng lượng của máy điện dị bộ biểu diễn trên hình 2.7.

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

Công suất cơ học của động cơ không đồng bộ phụ thuộc vào tốc độ quay của rotor (tốc độ cơ):

$$P_{c\sigma} = M\omega_{c\sigma}. \quad (2.25a)$$

Do đó mômen điện từ của động cơ không đồng bộ có thể tính được bằng biểu thức:

$$M = \frac{P_{dt}}{\omega_{c\sigma}} \quad (2.25)$$

Ở đây $\omega_{c\sigma} = \frac{2\pi n}{60} = \frac{\omega_{tt}}{p} = \frac{2\pi f_1}{p}$, trong đó n-tốc độ quay của rotor tính bằng

vòng phút, ω_{tt} -tốc độ góc quay của từ trường đo bằng rad/giây, p-số đôi cực.

Thay công suất điện từ bằng (2.19) ta được:

$$M = m_1 I_2' \frac{2R_2'}{s} \cdot \frac{1}{\omega_{c\sigma}} \quad (2.26)$$

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

Thay vào (2.26) một giá trị của I_2' bằng biểu thức (2.14a) và lưu ý E_2' có giá trị như (2.14b) còn $\cos\varphi_2$ tính từ đồ thị véctơ (hình 2.6) có giá trị:

$$\cos\varphi_2 = \frac{R_2' + R_2' \frac{1-s}{s}}{\sqrt{\left(R_2' + R_2' \frac{1-s}{s}\right)^2 + X_2'^2}} = \frac{R_2'}{\sqrt{R_2'^2 + X_2'^2 s^2}}$$

Ta nhận được:

$$M = \frac{pm_1}{\omega_{tt}} \cdot \frac{E_2' s}{\sqrt{R_2'^2 + X_2'^2}} \cdot I_2' \frac{R_2'}{s} = \frac{4,44k_{cd1}W_1\omega_1 f_1 m_1 p}{2\pi f_1} \cdot I_2' \phi \cos\varphi \quad (2.26a)$$

$$\text{Hay: } M = k I_2' \phi \cos\varphi_2 \quad (2.26b)$$

Có dạng của mômen máy điện dòng một chiều, trong đó

$$k = \frac{4,44k_{cd1}W_1\omega_1 f_1 m_1 p}{2\pi}.$$

Chúng ta còn có cách khác để tính mômen điện từ của máy điện không đồng bộ.

Trước hết tính dòng I_2' . Ta dùng sơ đồ tương đương gần đúng (hình 2.5c).

Theo sơ đồ ta có:

$$I_2' = \frac{U_1}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + (X_1 + X_2')^2}} \quad (2.27)$$

Thay vào (2.26) ta được:

$$M = \frac{pm_1}{\omega_{11}} \cdot \frac{U_1^2}{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + (X_1 + X_2')^2} \cdot \frac{R_2'}{s} \quad (2.28)$$

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.

2.3.3. 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 mômen điện từ của động cơ $n=f(M)$.

Để dựng được mối quan hệ này, trước hết ta nghiên cứu công thức (2.27) là mối quan hệ $M=f(s)$ và được gọi là đặc tính tốc độ của động cơ. Từ biểu thức ta nhận thấy mối quan hệ giữa mômen và độ trượt là mối quan hệ phi tuyến. Để khảo sát chúng ta hãy tìm cực trị .

Đầu tiên ta tính:

$$\frac{dM}{ds} = 0 \quad (2.29)$$

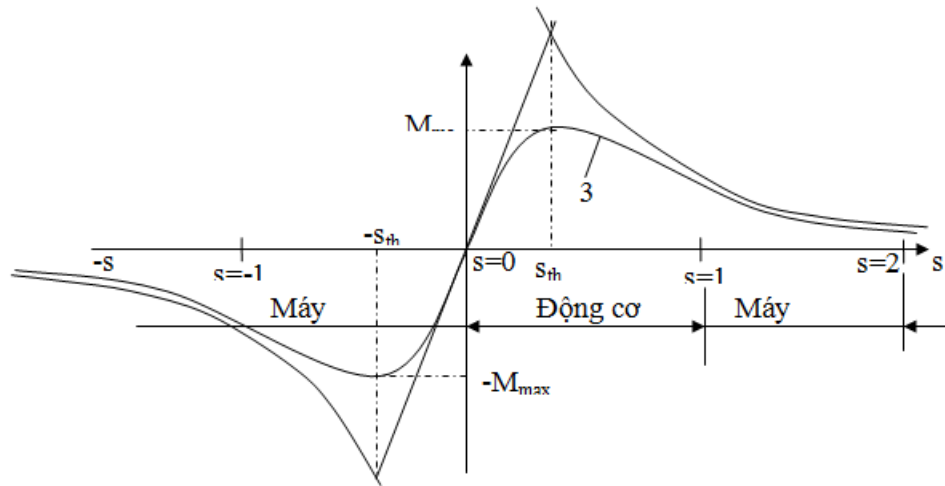
Sau khi tính đạo hàm mô men rồi, cho bằng 0 ta tìm được độ trượt tới hạn có giá trị sau:

$$s_{th} = \pm \frac{R_2'}{R_1 + (X_1 + X_2')} \quad (2.30)$$

Ở đây s_{th} -là độ trượt tới hạn, tức là giá trị độ trượt ở đó xuất hiện mômen cực đại và cực tiểu. Dấu '+' ứng với chế độ động cơ còn dấu '-' ứng với chế độ máy phát.

Thay s_{th} vào (2.28) ta có:

$$M_{\max} = \pm \frac{3pU_1^2}{2\omega_{tt} \left[R_1 + \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2)^2} \right]} \quad (2.31)$$



Hình 2.8. Đặc tính $M=f(s)$ khi $U_1=\text{const}$, $f_1=\text{const}$

Dấu “+” cho chế độ động cơ, còn dấu trừ cho chế độ máy phát. Để dựng đặc tính $M=f(s)$ ta 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 9.8), còn khi s lớn thì $R_1 + \frac{R_2'}{s} \ll X_1 + X_2'$ nên nhận $R_1 + \frac{R_2'}{s} = 0$, ta được $M=K/s$, nó là một đường hypecbol (hình 2.8). Đường $M=f(s)$ là đường 3 trên hình 2.8.

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

$$M = \frac{2M_{\max}}{\frac{s}{s_{th}} + \frac{s_{th}}{s}} \quad (2.32)$$

Để dựng đặc tính tốc độ người ta thường dùng công thức này và có tên là công thức Kloss.

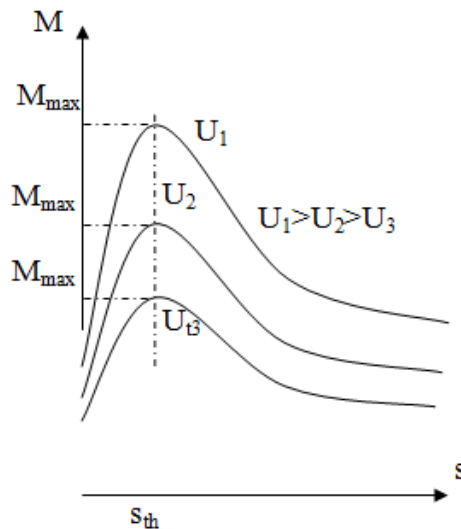
Hệ số quá tải là tỷ số giữa mômen cực đại đối với mômen định mức :

$$K_{qt} = \frac{M_{\max}}{M_{\text{đm}}} \quad (2.32)$$

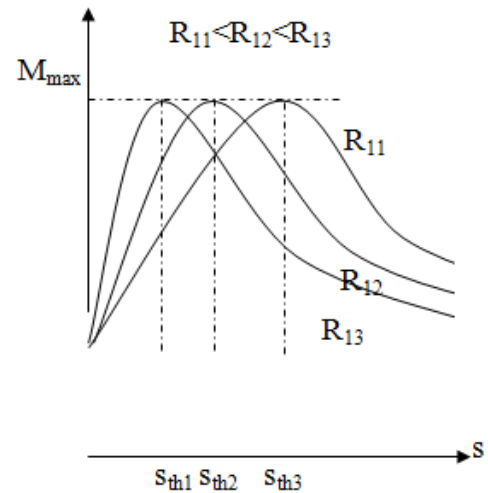
Ta hãy xét ảnh hưởng của một số thông số lên mômen động cơ:

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

Từ biểu thức (2.28) và (2.31) ta thấy khi điện áp U_1 giảm thì mômen cực đại và mômen giảm theo tỷ lệ bình phương, điều đó rất dễ làm cho động cơ dừng dưới điện.(hình 2.9).



Hình 2.9. Ảnh hưởng của điện áp nguồn nạp đối với mômen động cơ.



Hình 2.10. Ảnh hưởng của điện trở rotor lên mômen động cơ.

Khi thay đổi điện trở X ở mạch stator, 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 .

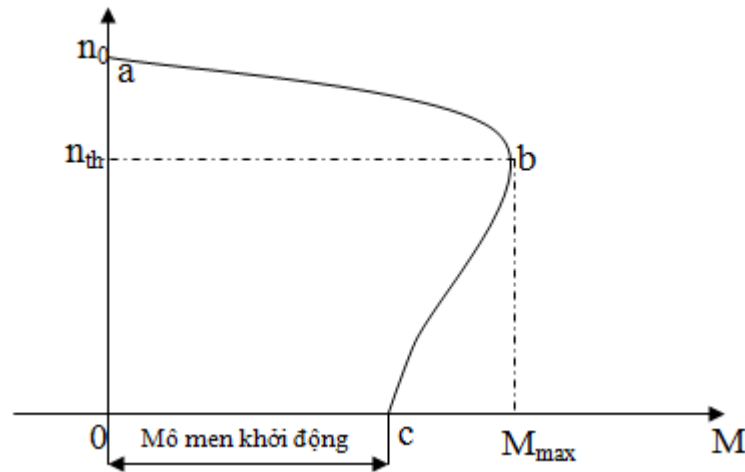
Trên hình 2.10 biểu diễn sự thay đổi của mô men khi thay đổi điện trở của rô to động cơ. Khi thay đổi điện trở $R'2$ sẽ làm thay đổi độ trượt tới hạn, nhưng không thay đổi mô men cực đại (2.31).

Đặc tính cơ:

Để có được đặc tính cơ $M=f(n)$ ta dựa vào mối quan hệ:

$$n = n_{tt}(1-s) \quad (2.33)$$

Cho s những giá trị khác nhau ta có giá trị của n , từ (2.28) ta tính M , lập bảng mối quan hệ $n=f(M)$ rồi dựng đồ thị mối quan hệ này hình 2.11.



Hình 2.11. đặc tính cơ động cơ dị bộ.

Từ đặc tính cơ ta có nhận xét: 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 bc ta không có được tính chất đó. Từ đặc tính cơ ta thấy 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 ta phải gắn máy lai ngoài với động cơ rồi quay rotor với tốc độ bằng tốc độ quay của từ trường, ta gọi chế độ này là chế độ không tải lý tưởng.

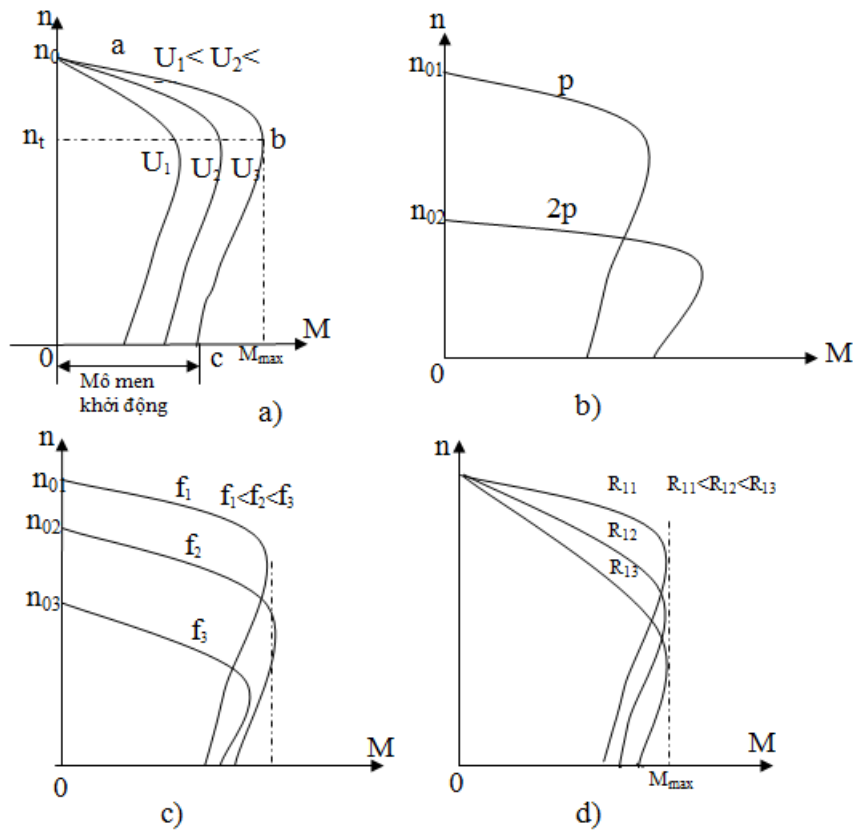
-Khi $n=0$. Đây là chế độ khi vừa đưa động cơ vào lưới cung cấp, động cơ chưa kịp quay, ta gọi là chế độ khởi động, ứng với chế độ khởi động có mômen khởi động.

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 stator. Lúc này không có gì xảy ra, chúng ta không bàn tới.

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

Đặc tính cơ tự nhiên: đây 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. Còn 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 2.12 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 rotor.



Hình 2.12. 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 $R_2 = \text{Var}$

Qua đặc tính chúng ta thấy: khi $U_1 = \text{var}$ thì mômen cực đại thay đổi, còn khi số đôi cực thay đổi, tốc độ không tải thay đổi, mômen cực đại cũng thay đổi. Khi thay đổi tần số, tốc độ không tải thay đổi, ở phạm vi $f = f_{đm}$ nếu điều chỉnh tần số theo nguyên tắc $U_1/f_1 = \text{const}$ thì mômen 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 mômen cực đại giảm. Thay đổi điện trở rotor thì mômen cực đại không thay đổi.

2.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG

2.4.1. 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 stator động cơ dị bộ rotor lồng sóc hoặc động cơ dị bộ rotor dây quấn nhưng cuộn dây rotor nối tắt, khi rotor 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 mômen 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 mômen 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 tỏa ra ở máy nhiều (đặc biệt ở các máy có công suất lớn hoặc máy thường xuyên phải khởi động)

Vì thế trong số tay kỹ thuật sử dụng máy 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 (mômen cản trên trục động cơ nhỏ). Khi khởi động nặng người ta không dùng phương pháp này.

2.4.2. Khởi động dùng phương pháp giảm dòng khởi động.

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

$$I_{ngm} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (X_1 + X_2')^2}} \quad (2.34)$$

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

- Giảm điện áp nguồn cung cấp
- Đưa thêm điện trở vào mạch rotor;

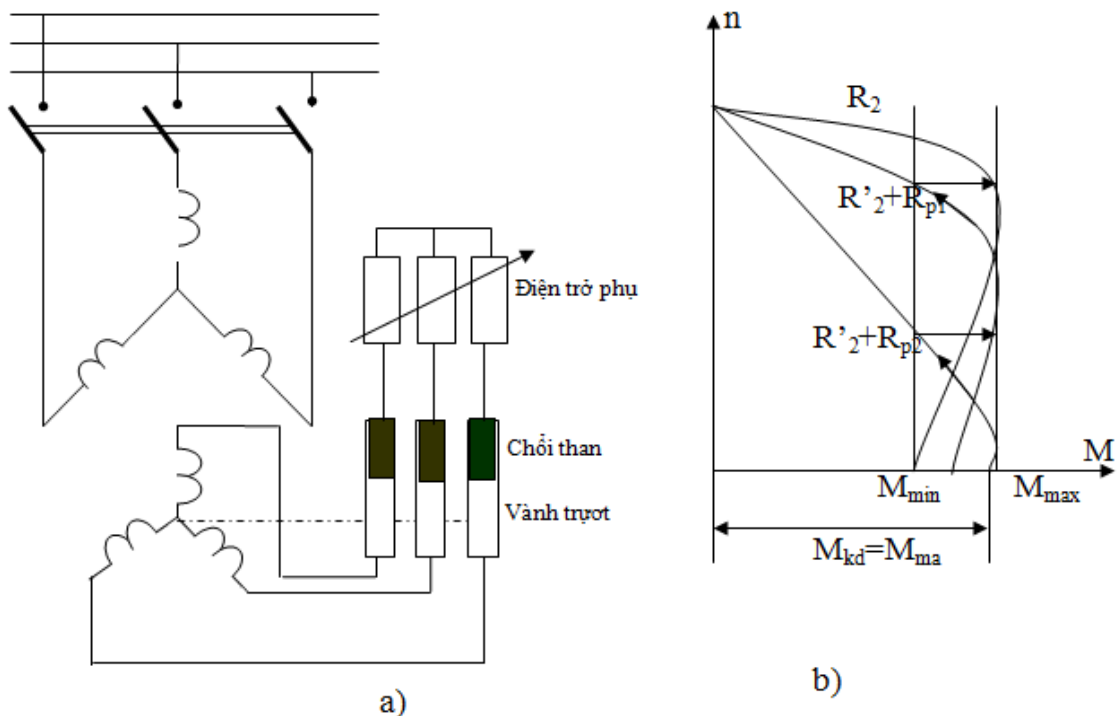
-khởi động bằng thay đổi tần số.

2.4.2.1. Khởi động động cơ dị bộ rotor dây quấn

Với động cơ dị bộ rotor dây quấn để giảm dòng khởi động ta đưa thêm điện trở phụ vào mạch rotor. Lúc này dòng ngắn mạch có dạng:

$$I_{ngm} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R_2 + R_p)^2 + (X_1 + X_2')^2}} \quad (2.35)$$

Việc đưa thêm điện trở phụ R_p vào mạch rotor ta được 2 kết quả: làm giảm dòng khởi động nhưng lại làm tăng mômen khởi động. Bằng cách chọn điện trở R_p ta có thể đạt được mômen khởi động bằng giá trị mômen cực đại hình 2.13b.



Hình 2.13. Khởi động động cơ dị bộ rotor dây quấn a) Sơ đồ, b) đặc tính cơ.

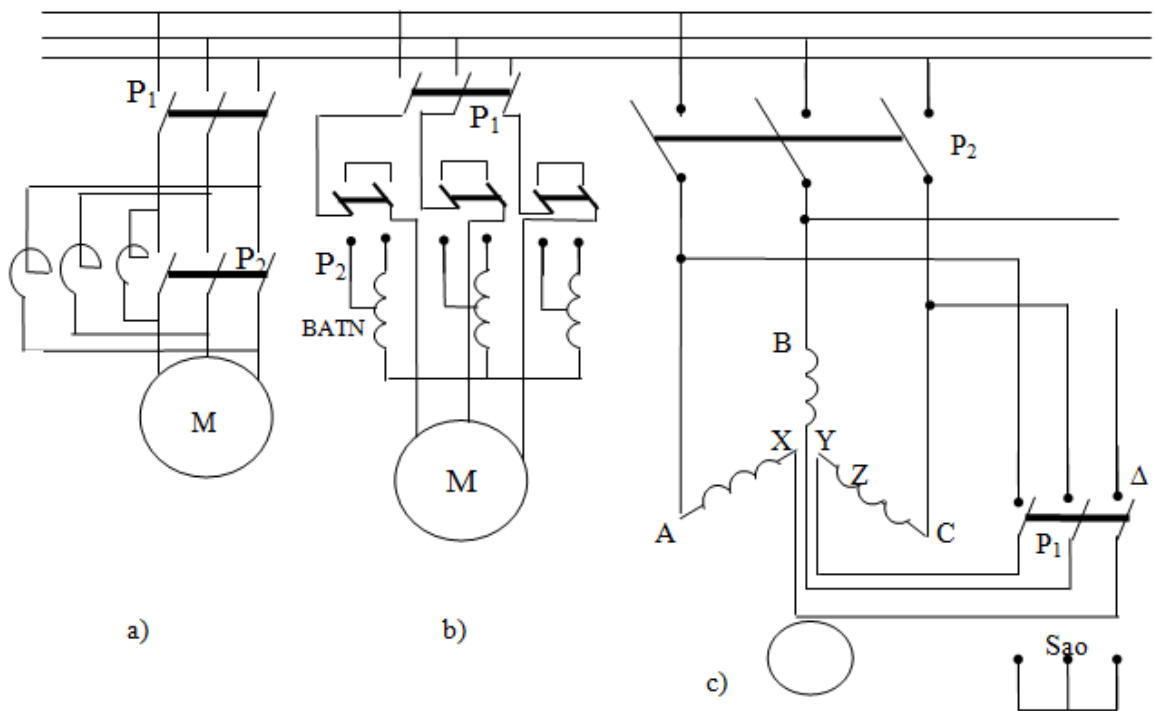
Khi mới khởi động, toàn bộ điện trở khởi động được đưa vào rotor, cùng với tăng tốc độ rotor, ta cũng cắt dần điện trở khởi động ra khỏi rotor để khi tốc độ đạt giá trị định mức, thì điện trở khởi động cũng được cắt hết ra khỏi rotor, rotor bây giờ là rotor ngắn mạch.

2.4.2.2. Khởi động động cơ dị bộ rotor ngắn mạch

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

a. Giảm điện áp.

Người ta dùng các phương pháp sau đây để giảm điện áp khởi động: dùng cuộn kháng, dùng biến áp tự ngẫu và thực hiện đổi nối sao-tam giác. Sơ đồ các loại khởi động này biểu diễn trên hình 2.14.



Hình 2.14. Các phương pháp giảm điện áp khi khởi động động cơ dị bộ a) Dùng cuộn kháng, b) Dùng biến áp tự ngẫu (BATN); c) Dùng đổi nối sao-tam giác.

Đặc điểm chung của các phương pháp giảm điện áp là cùng với việc giảm dòng khởi động, mômen khởi động cũng giảm. Vì mômen động cơ tỷ lệ với bình phương điện áp nguồn cung cấp, nên khi giảm điện áp mômen giảm theo

tỷ lệ bình phương, ví dụ điện áp giảm $\sqrt{3}$ lần thì mômen giảm đi 3 lần. Việc thực hiện đổi nối sao-tam giác chỉ thực hiện được với những động cơ khi làm việc bình thường thì cuộn dây stator nối tam giác. Do khi khởi động cuộn dây stator nối sao, điện áp đặt lên stator 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 tụ 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’.

b. Khởi động bằng phương pháp tần số.

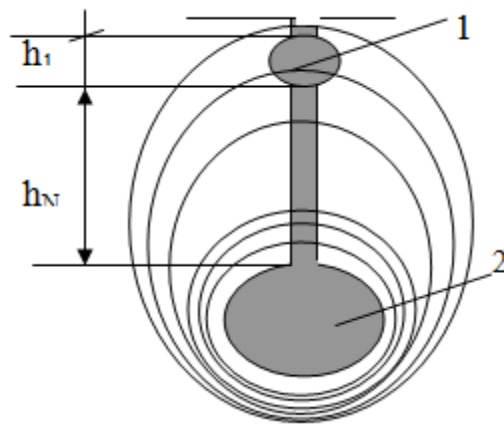
Do sự phát triển của công nghệ điện tử, ngày nay người ta đã chế tạo được các bộ biến tần có tính chất kỹ thuật cao và giá thành rẻ, do đó ta có thể áp dụng phương pháp khởi động bằng tần số. Thực chất của phương pháp này như sau: Động cơ được cấp điện từ bộ biến tần tĩnh, lúc đầu tần số và điện áp nguồn 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.

2.4.2.3. 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 rotor là tốt nhất, tuy nhiên với động cơ dị bộ rotor lồng sóc thì không làm điều đó được. Song chúng ta có thể thực hiện khởi động động cơ dị bộ rotor lồng sóc có đưa điện trở phụ vào bằng dùng những động cơ ngắn mạch đặc biệt: động cơ rãnh sâu và động cơ 2 rãnh.

a. Động cơ rotor 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 2.15).



Hình 2.15. Động cơ rô to lồng sóc 2 rãnh

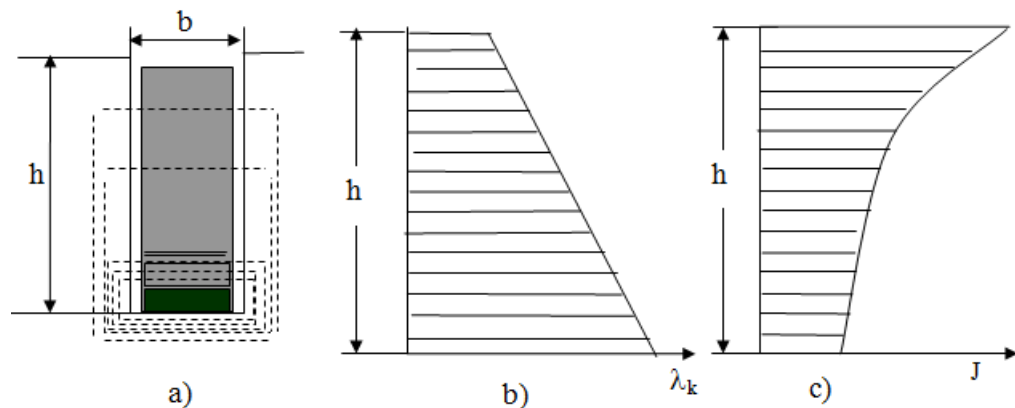
1-Rãnh khởi động, 2 Rãnh công tác.

Từ hình vẽ ta 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 rotor. Khi tốc độ rotor 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 trong thanh trên rất nhỏ.

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

b. Động cơ rotor lồng sóc rãnh sâu.

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 2.16). Rãnh có nhiều dạng khác nhau: Chữ nhật, hình thang hay tròn dưới, trên chữ nhật...



Hình 2.16. 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 rãnh.

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 rotor. 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:

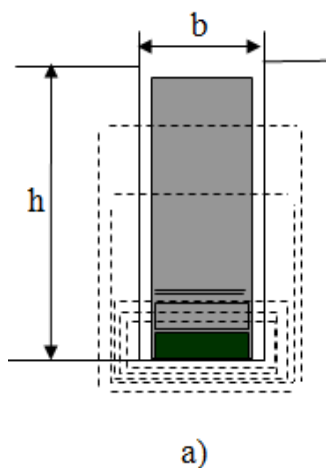
$$X_k = \omega_2 L_k = C \lambda_k f_2 \quad (2.36)$$

Đến đây, ta 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

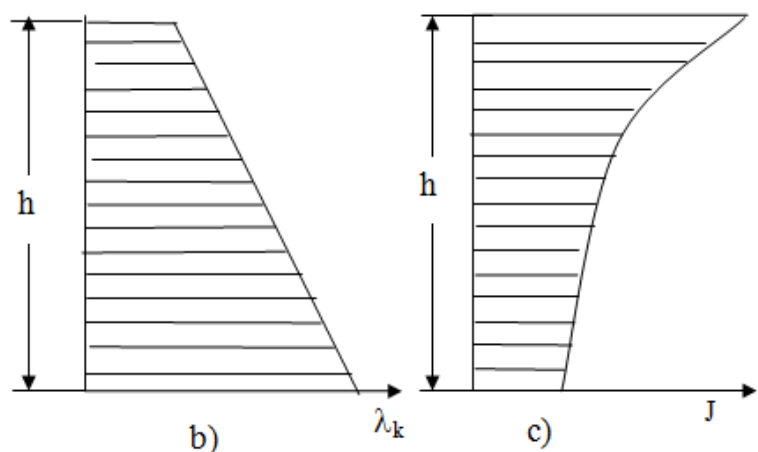
tổng trở của mỗi lớp. Do sđđ cảm ứng bởi từ thông chính trong các lớp như nhau do đó sự phân bố dòng điện các lớp phụ thuộc vào tổng trở của lớp. Khi động cơ mới đóng vào lưới, tần số $f_2=f_1$ nên X_k lớn hơn R_k rất nhiều, ngược lại khi rotor quay với tốc độ gần bằng tốc độ định mức thì tần số f_2 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 rotor quay với tốc độ gần định mức thì dòng điện chạy ở lớp trên rất nhỏ. Như vậy khởi động với động cơ rãnh sâu mômen khởi động lớn ($M_{kd} = 1,2-1,6)M_{dm}$.

Trên hình 2.17 biểu diễn đặc tính mômen và dòng điện của động cơ rãnh sâu, còn trên hình 2.18 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 mômen 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 rotor dây quấn, thì động cơ lồng sóc rãnh sâu có cấu tạo nhẹ hơn, rẻ tiền hơn.



Hình 2.17. Đặc tính cơ và đặc tính dòng điện của động cơ rãnh sâu. 1. Đặc tính dòng điện; 2. Đặc tính cơ.



Hình 2.18. Đặc tính cơ của động cơ dị bộ. 1) Động cơ dây quấn, 2) Động cơ lồng sóc thường, 3) Động cơ rãnh sâu.

2.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

2.5.1. 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 stator ta có:

$$U_1 = E_1 = 4,44f_1 W_1 k_{cd1} \phi \quad (2.37)$$

$$\text{Hay } U_1 = k f_1 \phi \quad (2.37a)$$

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 (2.37a).

Mômen cực đại có thể biểu diễn bởi biểu thức:

$$M_{\max} = C \left(\frac{U_1}{f_1} \right)^2 \quad (2.38)$$

Nếu hệ số quá tải không đổi, thì tỷ số của mômen tới hạn ở 2 tốc độ khác nhau phải bằng tỷ số mômen căn ở 2 tốc độ đó tức là:

$$\frac{M'_{th}}{M''_{th}} = \frac{M'_c}{M''_c} = \frac{U'^2_1}{f'^2_1} = \frac{f''^2_1}{U''^2_1} \quad (2.39)$$

Từ đây ta có:

$$\frac{U'_1}{U''_1} = \frac{f'_1}{f''_1} = \sqrt{\frac{M'_c}{M''_c}} \quad (2.40)$$

trong đó M'_{th} và M_c' là mômen tới hạn và mômen cản ứng với tần số nguồn nạp f_1' , điện áp U_1' còn M''_{th} và M_c'' là mômen tới hạn và mômen 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 mômen của động cơ tỷ lệ nghịch với tốc độ do vậy:

$$\frac{M'_c}{M''_c} = \frac{f''_1}{f'_1} \quad (2.41)$$

Do đó:

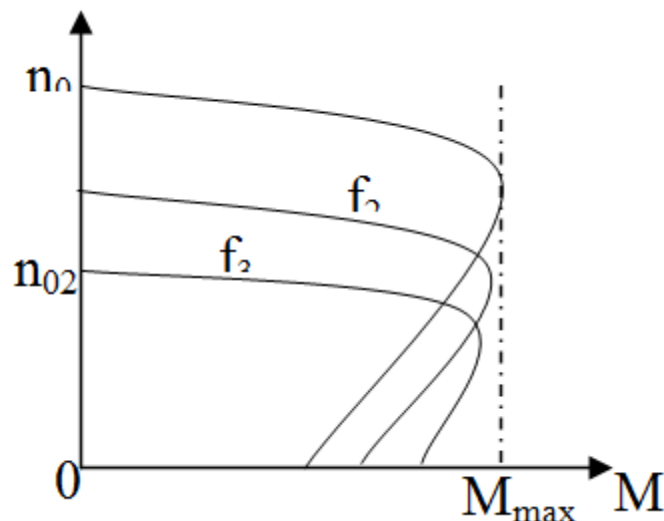
$$\frac{U'_1}{U''_1} = \sqrt{\frac{f'_1}{f''_1}} \quad (2.42)$$

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

$$\frac{U_1}{f_1} = \text{const} \quad (2.43)$$

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

$$\frac{U'_1}{U''_1} = \left(\frac{f'_1}{f''_1}\right)^2 \quad (2.44)$$



Hình 2.19. Đặc tính cơ khi điều chỉnh tần số theo nguyên lý: $f_1 > f_2 > f_3$.

Theo các biểu thức trên đây thì khi thay đổi tần số, mômen cực đại không đổi. Điều đó chỉ đúng trong phạm vi tần số định mức, khi tần số vượt ra ngoài

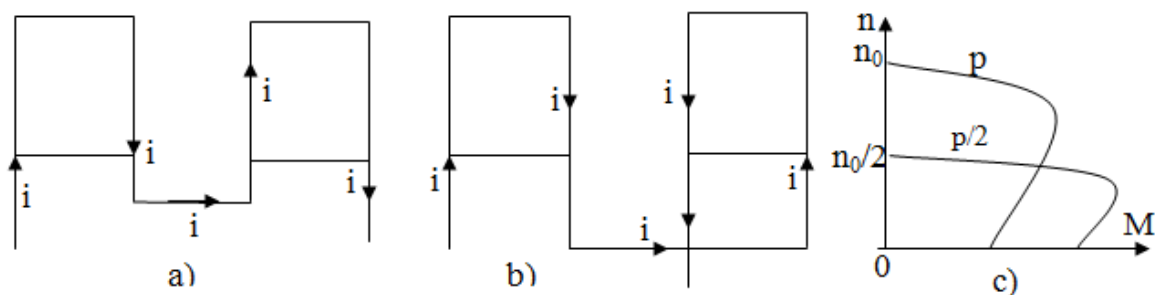
phạm vi định mức thì khi tần số giảm, mômen cực đại cũng giảm do từ thông giảm, sở dĩ như vậy vì để nhận được các biểu thức trên ta đã bỏ qua độ sụt áp trên các điện trở thuần, điều đó đúng khi tần số lớn, nhưng khi tần số thấp thì giá trị X giảm, ta không thể bỏ qua độ sụt áp trên điện trở thuần nữa, do đó từ thông sẽ giảm và mômen cực đại giảm. Trên hình 2.19 biểu diễn đặc tính cơ khi điều chỉnh tần số với $f_1 > f_2 > f_3$.

2.5.2. Thay đổi số đôi cực.

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 2.20a, khi đó số cặp cực là p, nếu bây giờ đổi nối như hình 2.20b ta được số cặp cực p/2. Đặc tính cơ khi thay đổi số đôi cực biểu diễn trên hình 2.20c.



Hình 2.20. 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 cơ khi thay đổi số đôi cực.

Với cách nối này ta có: Giả thiết rằng hiệu suất và 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 ta có:

$$P_{YY} = \sqrt{3} U_d 2I_p \eta \cos\varphi_1, \text{ do đó}$$

$$P_Y/P_{YY} = 2.$$

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 $M=const$.

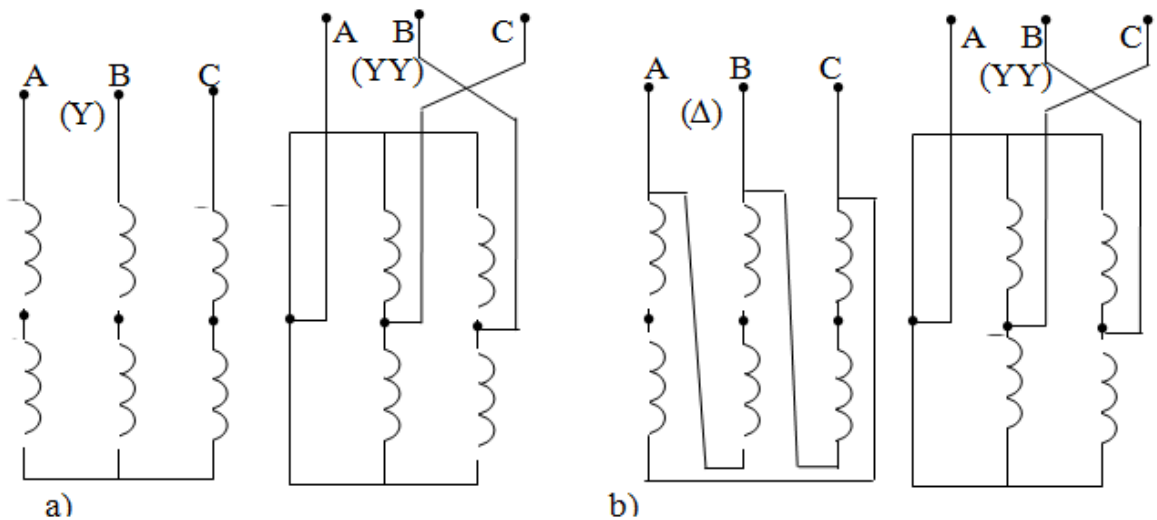
Người ta còn thực hiện đổi nối theo nguyên tắc Δ sang YY(sao kép) hình 2.21b.

Ta có:

$$P_{\Delta} = \sqrt{3} U_d \sqrt{3} I_p \eta \cos \varphi_1$$

$$P_{YY} = \sqrt{3} U_d 2I_p \eta \cos \varphi_1, \text{ do đó}$$

$P_{YY}/P_{\Delta} = 2/\sqrt{3} = 1,15$ thực tế coi như không đổi. Đây là cách đổi nối có $P=const$.



Hình 2.21. Đổi nối cuộn dây a) $Y \rightarrow YY$, b) $\Delta \rightarrow YY$.

-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 stator 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 ta 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.

2.5.3. 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 2.22). Vì mô men cực đại $M_{\max} = cU_1^2$, nên khi giảm điện áp thì mômen cực đại cũng giảm mà không thay đổi độ trượt tới hạn (vì $s_{th} \approx R_2/X_2$). Nếu mômen 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 mômen của động cơ nhỏ hơn mômen 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 mômen cản không đổi sẽ làm tăng dòng trong mạch stator và rotor 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 stator. Đưa thêm điện trở thuần sẽ làm tăng tổn hao, nên người ta thường đưa điện kháng vào mạch stator hơn.

2.5.4. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện trở mạch rotor.

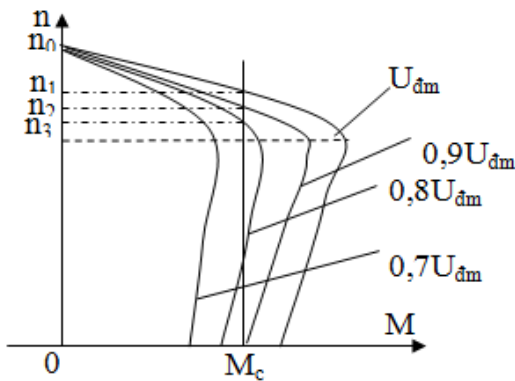
Phương pháp điều chỉnh này chỉ áp dụng cho động cơ dị bộ rotor dây quấn. Bằng việc tăng điện trở rotor, đặc tính cơ mềm đi nhiều, nếu mômen cản không đổi ta có thể thay đổi tốc độ động cơ theo chiều giảm. Nếu điện trở phụ thay đổi vô cấp ta thay đổi được tốc độ vô cấp, tuy nhiên việc thay đổi vô cấp tốc độ bằng phương pháp điện trở rất ít dùng mà thay đổi nhảy bậc do đó các điện trở điều chỉnh được chế tạo làm việc ở chế độ lâu dài và có nhiều đầu ra.

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

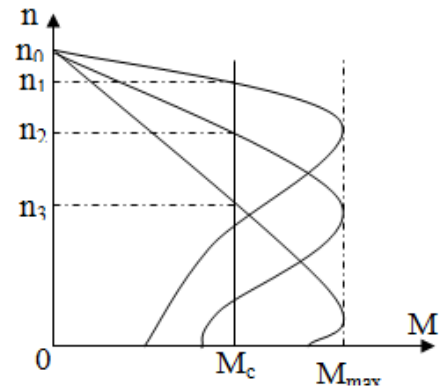
$$R_p = \left(\frac{s_2}{s_1} - 1 \right) R_2 \quad \text{trong đó } s_1 \text{ và } s_2 \text{ ứng với tốc độ } n_1 \text{ và } n_2.$$

Khi $M_c = \text{const}$ thì phạm vi điều chỉnh tốc độ là $n_1 - n_3$ (hình 2.23), khi M_c tăng phạm vi điều chỉnh tốc độ sẽ tăng lên. Khi mômen 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 rotor nên khi độ trượt lớn tổn hao sẽ lớn.



Hình 2.22. Đặc tính cơ của động cơ dị bộ khi thay đổi điện áp nguồn cung cấp



Hình 2.23. Đặc tính cơ của động cơ dị bộ dây quấn khi thay đổi điện trở rotor

Đặc điểm của phương pháp điều chỉnh điện trở rotor 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.

2.5.5. Thay đổi điện áp ở mạch rotor.

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

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 rotor.

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

$$P_{dt} = P_{cơ} + P_{điện}$$

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

Ở đây P_2 là tổn hao trên điện trở phụ đưa vào mạch rotor, còn ΔP_{Cu2} là tổn hao đồng cuộn dây rotor 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 rotor, 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 rotor. Đó là phương pháp đưa thêm vào mạch rotor một đại lượng: ΔE_2 (hình 2.24) có cùng tần số rotor và cũng phải thay đổi theo tốc độ.

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

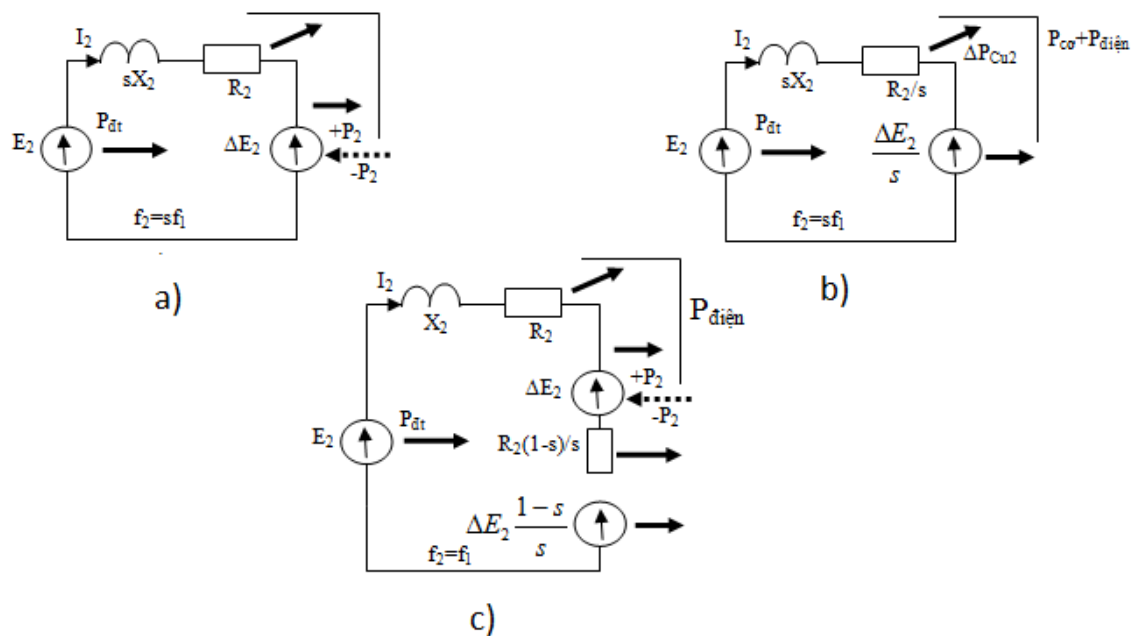
Trong điều kiện đó, thống kê công suất như sau (hình 2.24):

$$P_{dt} = P_{cơ} + P_{điện} = P_{cơ} + P_2 + \Delta P_{Cu2} = \text{const} \quad (2.45)$$

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 $\cos \varphi_2$ thoả mãn quan hệ:

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

Nếu tăng công suất phát P_2 (công suất phát mang dấu + trong biểu thức (2.45) cho một tải nào đó ở mạch rotor sẽ làm giảm công suất cơ khí $P_{cơ}$ vậy khi mômen cản không đổi sẽ làm tốc độ thay đổi ($n=cP_{cơ}$), nếu mạch rotor được cấp vào một công suất tác dụng P_2 (có dấu âm trong biểu thức (2.45) thì $P_{cơ}$ sẽ tăng, đồng nghĩa với tốc độ tăng. Nếu mạch rotor được cung cấp một công suất P_2 bằng tổn hao ΔP_{Cu2} lúc này $P_{điện} = sP_{đt} = 0$ có nghĩa là $s=0$ vậy động cơ quay với tốc độ từ trường.



Hình 2.24. Sơ đồ tương đương mạch rotor động cơ dị bộ khi đưa thêm sđđ vào.

Nếu bây giờ cấp cho mạch rotor 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 stator và rotor, 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 rotor 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 rotor.

Phương pháp điều chỉnh tốc độ trên đây gọi là phương pháp nối tầng

CHƯƠNG 3

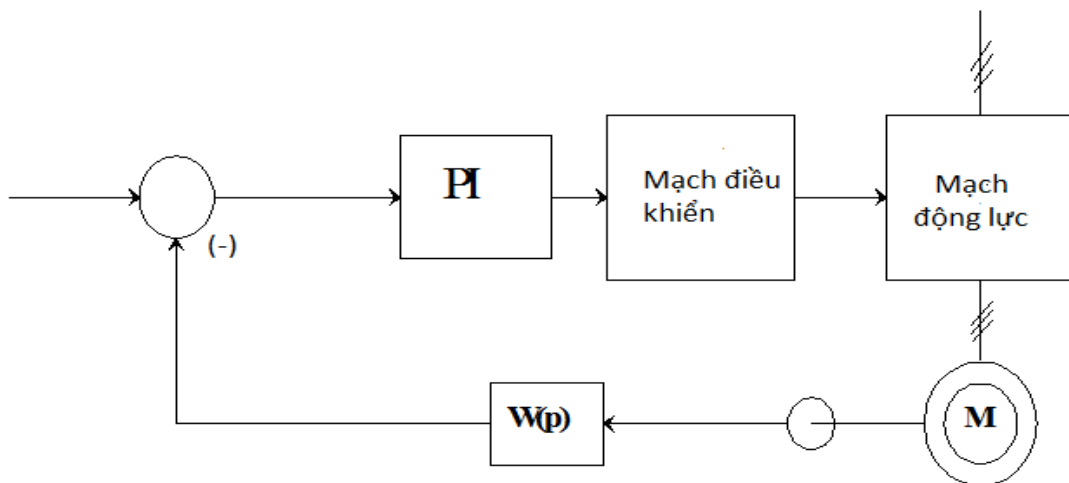
TÍNH TOÁN VÀ MÔ PHỎNG HỆ THỐNG

3.1. MỞ ĐẦU

Động cơ không đồng bộ ba pha được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp từ công suất nhỏ đến công suất trung bình và chiếm tỉ lệ rất lớn so với các động cơ khác. Sở dĩ như vậy là do động cơ không đồng bộ kết cấu đơn giản, dễ chế tạo, vận hành an toàn, sử dụng nguồn cấp trực tiếp từ lưới điện xoay chiều ba pha. Với sự phát triển của công nghiệp chế tạo bán dẫn công suất và kỹ thuật điện tử tin học thì việc khai thác tối đa các ưu điểm của động cơ không đồng bộ ngày càng tốt hơn. Một trong những sự tiến bộ vượt bậc đó là việc thay đổi tốc độ động cơ bằng thay đổi điện áp xoay chiều ba pha. Dưới đây ta sẽ xây dựng hệ thống tự động truyền động điện động cơ không đồng bộ bằng điều chỉnh điện áp sử dụng bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều ba pha.

Hệ thống gồm 2 phần cơ bản:

- Mạch động lực.
- Mạch điều khiển.

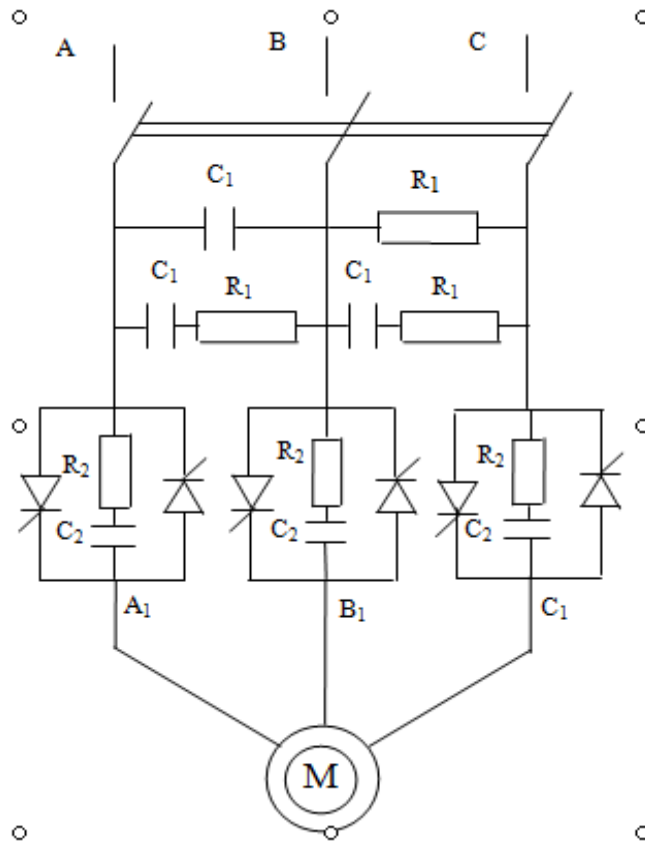


Hình 3.1. Sơ đồ hệ thống.

Các thông số của hệ thống: $P = 3\text{kW}$; $\cos\varphi = 0,8$; $\eta = 0,9$.

3.2. MẠCH ĐỘNG LỰC

Ta lựa chọn mạch động lực là mạch điện áp xoay chiều 3 pha bằng cặp tiristor mắc song song ngược tải đầu sao không dây trung tính.



Hình 3.2. Sơ đồ mạch động lực.

3.2.1. Tính chọn van bán dẫn

Trong điều áp xoay chiều, dòng điện chạy qua tải thường xác định là dòng hiệu dụng. Thông số dòng điện để chọn 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 dẫn nhỏ nhất. Góc mở nhỏ nhất của van bán dẫn thường nhận giá trị số $\alpha = 0$ khi dòng điện tải là dòng điện hình sin.

Dòng điện hiệu dụng chạy qua van bán dẫn khi tải đầu sao bằng:

$$I_{hd} = \frac{P_{dm}}{\sqrt{3}\eta U_d \cos\varphi} = \frac{3000}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 380 \cdot 0,8} = 6,33 \text{ A}$$

Dòng điện của tiristor được chọn là:

$$I_{Tlv} = \frac{1}{2} I_{hd} = \frac{6,33}{2} = 3,165 \text{ A}$$

Chọn điều kiện làm mát cho tiristor là cánh tản nhiệt. Với điều kiện này tiristor cho làm việc với dòng điện đến 30% dòng điện định mức. Dòng điện của tiristor cần chọn :

$$I_{Tdm} = \frac{3,165 \cdot 100}{30} = 10,55 \text{ A}$$

Điện áp của tiristo khi ở trạng thái khoá :

$$U_{Tlv} = \sqrt{2} \cdot 380 = 537 \text{ V.}$$

Điện áp định mức của tiristor cần chọn :

$$U_{dm} = K_{dt} \cdot U_{Tlv} = 1,8 \cdot 537 = 966 \text{ V.}$$

K_{dt} là hệ số dự trữ điện áp, chọn $K_{dt} = 1,8$.

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

Từ các thông số trên ta chọn loại tiristor BT151 có các thông số :

$$U_{dm} = 1000 \text{ V} ; I_{dmmax} = 12 \text{ A} ; U_{dk} = 1,5 \text{ V} ; I_{dk} = 0,1 \text{ A} ; I_h = 20 \text{ mA} ;$$

$$I_r = 0,5 \text{ mA} ; \Delta U = 1,75 \text{ V} ; T_{cm} = 70 \mu\text{s} ; T_{max} = 125^\circ\text{C}$$

3.2.2. Chọn phần tử bảo vệ van bán dẫn.

Bảo vệ van bán dẫn khỏi đánh thủng do xung điện áp từ lưới bằng mạch R_1C_1 , để bảo vệ xung điện áp từ lưới điện mắc song song với tải ở đầu vào 1 mạch R - C nhằm lọc xung. Khi xuất hiện xung điện áp từ đường dây nhờ có mạch lọc này mà đỉnh xung gần như nằm lại hoàn toàn trên điện trở dây, chọn $R_1 = (5 \div 20) \Omega$, $C_1 = 4\mu\text{F}$

Bảo vệ xung điện áp khi chuyển mạch van bán dẫn bằng mạch R_2C_2 .

Để bảo vệ xung điện áp do quá trình đóng cắt các van dùng mạch R - C mắc song song với các van bán dẫn. Khi có sự chuyển mạch, do có sự phóng

điện từ van ra ngoài nên xung điện áp trên bề mặt tiếp giáp P-N. Mạch R-C mắc song song với van bán dẫn tạo mạch phóng điện tích quá độ trong quá trình chuyển mạch van.

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

Bảo vệ ngắn mạch, quá dòng điện cho van chọn aptomat làm thiết bị bảo vệ :

$$U_{dmA} > U_{dml}$$

$$I_{dmA} > I_{hd} = 6,33 \text{ A}$$

Chọn aptomat loại 50AF của hãng LG có thông số : $U_{dm} = 600V$, $I_{dm} = 10A$

Bảo vệ quá nhiệt cho van bán dẫn.

Khi van bán dẫn làm việc có dòng chạy qua trên van có sụt áp , do đó tổn hao công suất ΔP . Tổn hao này sinh nhiệt, đốt nóng van dẫn. mặt khác van bán dẫn chỉ được làm việc dưới nhiệt độ cho phép T_{cp} nếu quá nhiệt độ cho phép thì van bán dẫn sẽ bị phá huỷ. Để van bán dẫn làm việc hoàn toàn không bị chọc thủng vì nhiệt, phải chọn cách tản nhiệt hợp lý

Thông số cần có.

Tổn thất công suất trên một tiristor: $\Delta P = \Delta U \cdot I_{lv} = 1,75 \cdot 3,165 = 5,54$

Diện tích bề mặt tản nhiệt:

$$S_{tn} = \frac{\Delta P}{K_m \cdot \tau}$$

τ : là độ chênh lệch nhiệt độ so với môi trường

Chọn nhiệt độ môi trường $T_{mt} = 40^\circ C$. Nhiệt độ làm việc cho phép của tiristo $T_{cp} = 125^\circ C$. Chọn nhiệt độ trên cánh tản nhiệt $T_{lv} = 80^\circ C$.

$$\tau = T_{lv} - T_{mt} = 80 - 40 = 40^\circ C$$

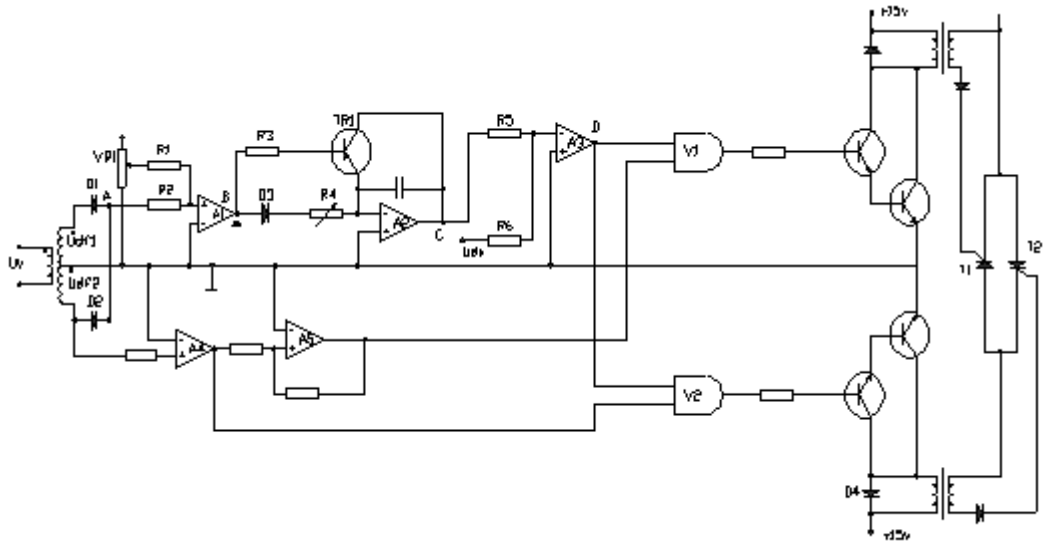
K_m là hệ số toả nhiệt bằng đối lưu và bức xạ. Chọn $K_m = 8 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ C$.

$$\text{Vậy } S_{tn} = 5,54 / (8 \cdot 40) = 0,017 \text{ m}^2$$

Chọn loại cánh tản nhiệt có 6 cánh loại nhỏ được làm bằng nhôm.

3.3. MẠCH ĐIỀU KHIỂN.

3.3.1. Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển.



Hình 3.3. Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển.

Nguyên lý hoạt động:

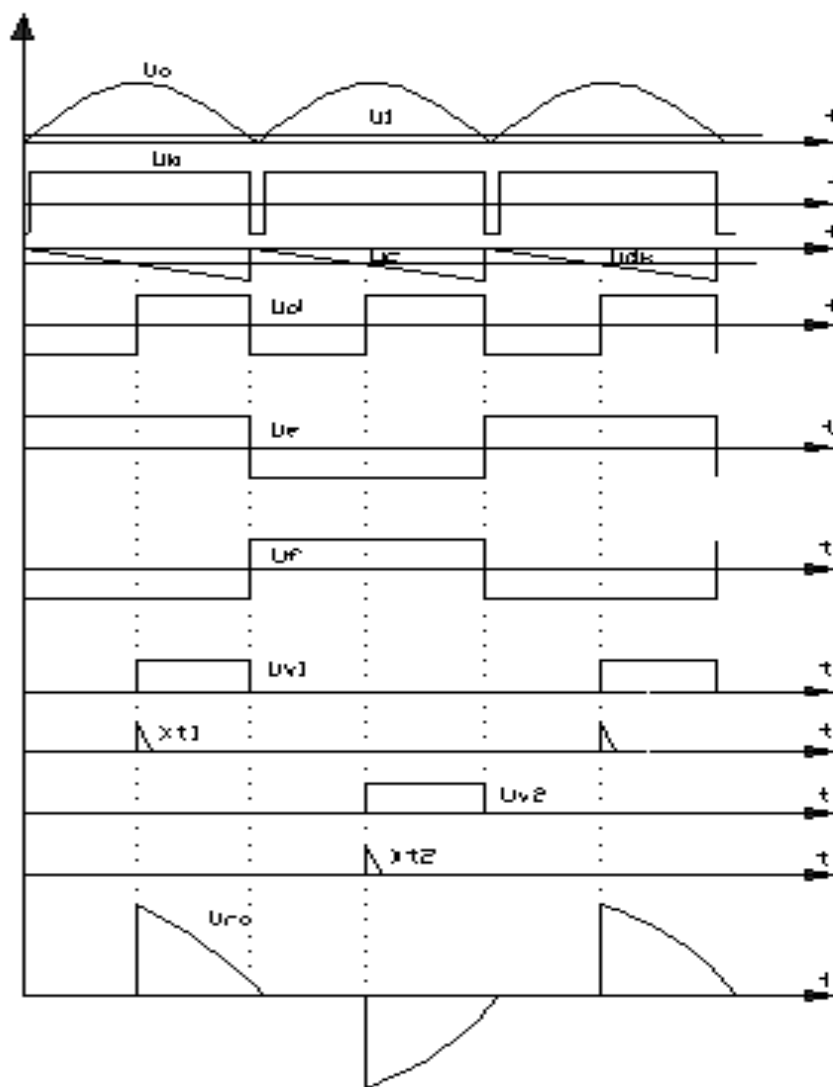
Về nguyên lý, trong mạch điều áp xoay chiều, van bán dẫn được mắc vào lưới điện xoay chiều hoàn toàn giống như chỉnh lưu. Trong sơ đồ này ta cần có hai xung điều khiển trong mỗi chu kỳ. Mạch điều khiển có thể sử dụng sơ đồ hoàn toàn giống điều khiển chỉnh lưu một pha cả chu kỳ, với mỗi tiristor có một mạch điều khiển độc lập. Khi sử dụng sơ đồ mạch điều khiển chỉnh lưu cho điện áp xoay chiều, xuất hiện khả năng hai tiristor điều khiển không đối xứng, do các linh kiện của hai mạch điều khiển không hoàn toàn giống hệt nhau.

Ngoài ra ta còn phải tạo điện áp tựa trùng pha điện áp nguồn cấp, điện áp tựa này phải liên tiếp cả hai nửa chu kỳ.

Khi so sánh điện áp tựa với điện áp điều khiển, ở mỗi nửa chu kỳ đều có điện áp tựa bằng điện áp điều khiển trong vùng biến thiên tuyến tính cả điện áp tựa (tại các điểm $t_1, t_2, t_3, t_4 \dots$). Ta có được kết quả là có các xung điều khiển liên tiếp ở mỗi nửa chu kỳ.

Điện áp U_d sẽ xuất hiện trên tải từ thời điểm có xung điều khiển đầu tiên, tại các thời điểm t_2, t_4 trong chuỗi xung điều khiển, của mỗi chu kỳ điện áp nguồn cấp, cho tới cuối bán chu kỳ điện áp dương anôt.

Khâu khuếch đại có nhiệm vụ khuếch đại xung từ khâu phân phối xung đưa đến kích mở tiristor, ngoài ra còn sử dụng biến áp xung nhằm cách ly mạch điều khiển và mạch động lực.



Hình 3.4. Dạng điện áp ra của mạch điều khiển.

3.3.2. Tính toán và phân tích mạch điều khiển

Mạch điều khiển được tính toán xuất phát từ yêu cầu xung mở T

Các thông số cơ bản để tính mạch điều khiển

Điện áp điều khiển Tiristor: $U_{dk} = 1,5 \text{ V}$

Dòng điện điều khiển Tiristor: $I_{dk} = 0,1 \text{ A}$

Thời gian mở xung: $t_m = 70 \mu\text{s}$

Độ rộng xung điều khiển: $t_x = 70 \mu\text{s}$

Điện áp nguồn nuôi mạch điều khiển: $U = 9 \text{ V}$

3.3.2.1. Tính biến áp xung

- Chọn vật liệu làm lõi sắt ferit HM. Lõi cá dạng hình xuyên, làm việc trên một phần của đặc tính từ hoá có: $\Delta B = 0,3 \text{ T}$; $\Delta H = 30 \text{ A/m}$, không có khe hở không khí.

- Tỷ số biến áp xung: thường $m = 2 \div 3$, chọn $m = 3$.

- Điện áp cuộn thứ cấp máy biến áp xung: $U_2 = U_{dk} = 1,5 \text{ V}$

- Điện áp đặt lên cuộn sơ cấp máy biến áp xung:

$$U_1 = m \cdot U_2 = 3 \cdot 1,5 = 4,5 \text{ V}$$

- Dòng điện thứ cấp máy biến áp xung: $I_2 = I_{dk} = 0,1 \text{ A}$

- Dòng điện sơ cấp biến áp xung:

$$I_1 = \frac{I_2}{m} = \frac{0,1}{3} = 0,003 \text{ A}$$

- Độ từ thẩm trung bình tương đối của lõi sắt:

$$\mu_{tb} = \frac{\Delta B}{\mu_0 \cdot \Delta H} = \frac{0,3}{1,25 \cdot 10^{-6} \cdot 30} = 8 \cdot 10^3$$

Trong đó $\mu_0 = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ H/m}$ là độ từ thẩm của không khí

- Thể tích của lõi thép cần có:

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

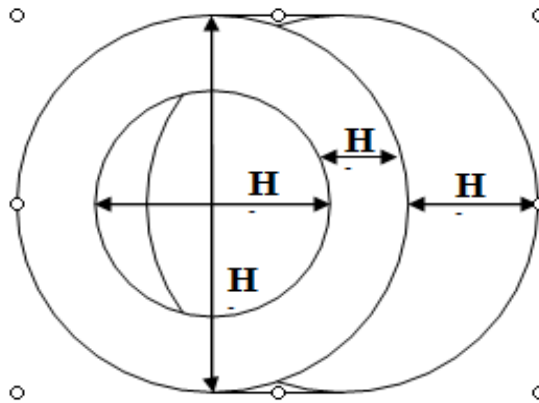
$$= \frac{8 \cdot 10^3 \cdot 1,25 \cdot 10^{-6} \cdot 167 \cdot 10^{-6} \cdot 0,15 \cdot 4,5 \cdot 0,33}{0,3^2}$$

$$= 0,413 \cdot 10^{-6} m^3 = 0,413 cm^3$$

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:

$$a = 4,5 \text{ mm}; b = 6 \text{ mm}; Q = 0,27 \text{ cm}^2 = 27 \text{ mm}^2; d = 12 \text{ mm}; D = 21 \text{ mm}.$$

Chiều dài trung bình mạch từ: $l = 5,2 \text{ cm}$.



Hình 3.5. Hình lõi máy biến áp xung.

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

Theo định luật cảm ứng điện từ:

$$u_1 = W_1 \cdot Q \frac{dB}{dt} = W_1 \cdot Q \frac{\Delta B}{t_x}$$

$$W_1 = \frac{u_1 \cdot t_x}{\Delta B \cdot Q} = \frac{4,5 \cdot 70 \cdot 10^{-6}}{0,3 \cdot 27 \cdot 10^{-6}} = 39 \text{ vòng}$$

-Số vòng dây thứ cấp:

$$W_2 = \frac{W_1}{m} = \frac{39}{3} = 13 \text{ vòng}$$

-Tiết diện dây quấn sơ cấp:

$$S_1 = \frac{I_1}{J_1} = \frac{33,3 \cdot 10^{-3}}{6} = 0,0056 \text{ mm}^2$$

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

- Tiết diện dây quấn thứ cấp:

$$s_2 = \frac{I_2}{J_2} = \frac{0,1}{4} = 0,025 \text{ mm}^2$$

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

-Đường kính dây quấn thứ cấp:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot s_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,025}{\pi}} = 0,178 \text{ mm}$$

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

3.3.2.2. Tính chọn khâu khuếch đại xung

Chọn các diode D_6, D_7, D_8 loại 2608 có các thông số sau

$$U = 200 \text{ v}; I = 5 \text{ A}$$

Chọn bóng tranzitor công suất loại TIP41 có các thông số sau:

Điện áp giữa colector và bazơ khi hở mạch emitor $U_{CB0} = 40 \text{ V}$

Điện áp giữa Emitor và Bazơ khi hở mạch Colector: $U_{EB0} = 5 \text{ V}$

Dòng điện lớn nhất ở Colector có thể chịu đựng: $I_{C\text{max}} = 10 \text{ A}$

Dòng điện làm việc của Colector: $I_C = 6 \text{ A}$

Dòng điện làm việc của Bazơ: $I_B = 2 \text{ A}$

Ta thấy rằng với loại Tiristor đã chọn có công suất điều khiển là khá bé

$U_{\text{đk}} = 1,5 \text{ V}$, $I_{\text{đk}} = 0,1 \text{ A}$ nên dòng colector-bazơ của tranzitor khá bé nên chỉ cần phải sử dụng 1 tranzitor.

Chọn nguồn cấp cho biến áp xung là $E = 12 \text{ V}$ ta phải mắc nối tiếp thêm điện trở R_8 nối tiếp với cực Emitor của Tranzitor

$$R_8 = (E - U) / I_1 = (12 - 4,5) / 33,3 \cdot 10^{-3} = 225 \ \Omega$$

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

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

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

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

3.3.2.3. Chọn cổng AND

Toàn bộ mạch điều khiển phải dùng 3 cổng AND nên ta chọn một IC 4081 họ CMOS. Mỗi IC 4081 có 4 cổng AND. Các thông số:

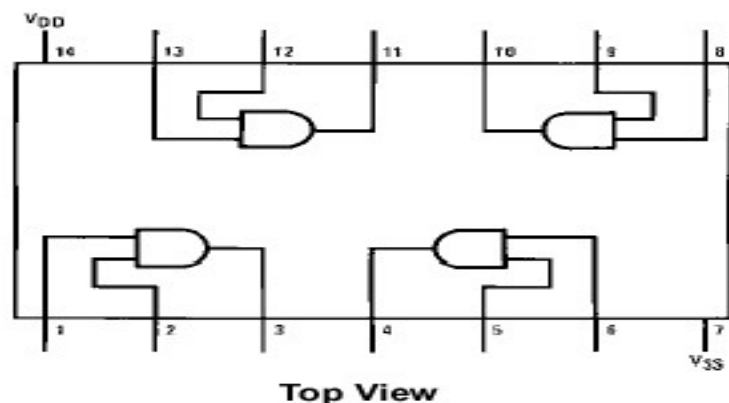
Nguồn nuôi IC : $V_{cc} = 3 \div 9 \text{ V}$, ta chọn $V_{cc} = 12 \text{ V}$.

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

Điện áp ứng với mức logic “1” : $2 \div 4.5 \text{ V}$

Dòng điện : $<1 \text{ mA}$

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



Hình 3.6. Sơ đồ chân IC 4081.

3.3.2.4. Tính chọn bộ tạo xung chòm

Ba kênh điều khiển chỉ cần 1 khuếch đại thuật toán, do đó ta chọn IC loại TL081

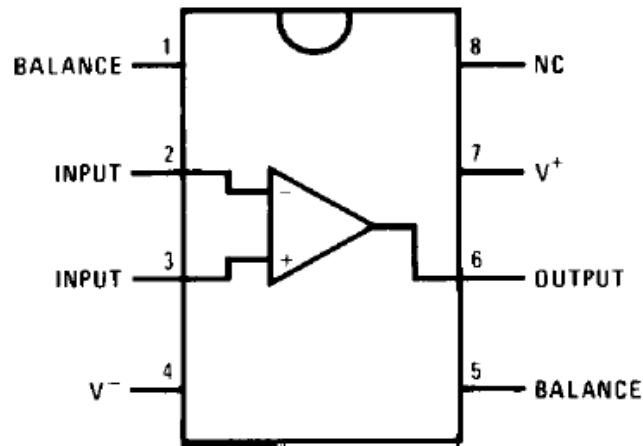
Điện áp nguồn nuôi : $V_{cc} = \pm 18 \text{ V}$, chọn $V_{cc} = \pm 12 \text{ V}$.

Hiệu điện thế giữa hai đầu vào : $\pm 30 \text{ V}$

Nhiệt độ làm việc : $T = -25 \div 85^{\circ}\text{C}$

Công suất tiêu thụ : $P = 680 \text{ mW} = 0,68 \text{ W}$

Tổng trở biến thiên điện áp cho phép : $\frac{du}{dt} = 13 \text{ V}/\mu\text{s}$



Hình 3.7. Sơ đồ chân IC TL081.

Mạch tạo chùm xung có tần số $f = \frac{1}{2t_x} = 3 \text{ kHz}$ hay chu kỳ của xung

chùm :

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

Ta có : $T = 2R_8 \cdot C_3 \cdot \ln \left(1 + 2 \cdot \frac{R_7}{R_8} \right)$

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

Vậy $R_9 \cdot C_3 = 151,8 \mu\text{s}$.

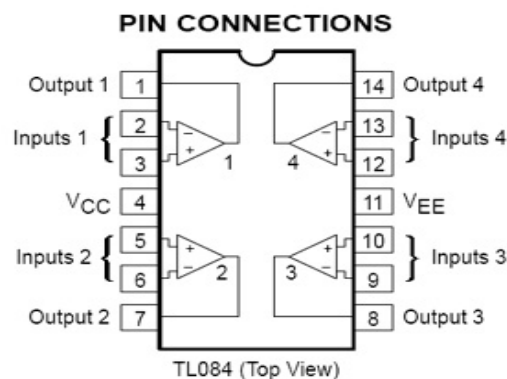
Chọn tụ $C_3 = 0,1 \mu\text{s}$ có điện áp $U = 16 \text{ V} \Rightarrow R_9 = 1518 \Omega$

Để thuận tiện cho việc điều chỉnh khi lắp mạch, ta chọn R_9 là biến thiên trở $2 \text{ k}\Omega$.

3.3.2.5. Tầng so sánh

Khuyếch đại thuật toán đã chọn loại TL084.

Chọn



Hình 3.8. Sơ đồ chân của IC TL084.

$$R_4 = R_5 > \frac{U_V}{I_V} = \frac{12}{1.10^{-3}} = 12 \text{ k}\Omega$$

Trong đó nếu nguồn nuôi $V_{cc} = \pm 12 \text{ V}$ thì điện áp vào A_2 là $U_V = 12 \text{ V}$.
Dòng điện vào được hạn chế để $I_{lv} < 1 \text{ mA}$.

Do đó ta chọn $R_4 = R_5 \text{ k}\Omega$, khi đó dòng vào A_2 :

$$I_{Vmax} = \frac{12}{15.10^3} = 0,8 \text{ mA}$$

3.3.2.6. Tính chọn khâu đồng pha.

Khâu đồng bộ bao gồm biến áp đồng pha mắc Δ/Y , mạch so sánh điện qua không và cách ly quang điều chế ra 3 xung vuông tần số 50Hz lệch nhau 120° điện đồng pha với điện áp pha.

Điện áp tựa được hình thành do sự nạp của tụ C_2 . Mặt khác để bảo đảm điện áp tựa nửa chu kỳ điện áp lưới là tuyến tính thì hằng số thời gian tụ nạp được $T_r = R_3.C_2 = 0,005 \text{ s}$.

$$\text{Chọn tụ } C_1 = 0,1 \mu\text{F} \text{ thì điện trở } R_4 = \frac{T_r}{C_2} = \frac{0,005}{0,1.10^{-6}} = 50\text{k}\Omega$$

Để thuận tiện cho việc điều chỉnh khi lắp ráp mạch, R_3 thường chọn là biến trở lớn hơn 50 k Ω . Chọn tranzito Tr_1 loại A564 có các thông số sau:

Tranzito loại PNP, làm bằng Si.

Điện áp giữa colector và bazơ khi hở mạch emitor : $U_{CBO} = 25 \text{ V}$.

Điện áp giữa emitor và bazơ khi hở mạch colector : $U_{BEO} = 7 \text{ V}$.

Dòng điện lớn nhất ở colector có thể chịu đựng : $I_{Cmax} = 100 \text{ mA}$.

Nhiệt độ lớn nhất ở mặt tiếp giáp : $T_{CP} = 150^\circ\text{C}$

Hệ số khuếch đại : $\beta = 250$

$$\text{Dòng cực đại của bazơ : } I_{B3} = \frac{I_C}{\beta} = \frac{100}{250} = 0,4 \text{ A}$$

Điện trở R_3 để hạn chế dòng điện đi vào bazơ của tranzitor Tr_1 được chọn như sau :

$$\text{Chọn } R_2 \text{ sao cho } R_2 \geq \frac{U_{N,max}}{I_B} \approx \frac{12}{0,4.10^{-3}} = 30 \text{ k}\Omega$$

Chọn điện áp xoay chiều đồng pha: $U_A = 9\text{ V}$.

Điện trở R_1 và R_2 để hạn chế dòng điện đi vào ghép quang. Thường chọn R_1 và R_2 sao cho dòng vào ghép quang $I_V < 1\text{ mA}$. Do đó

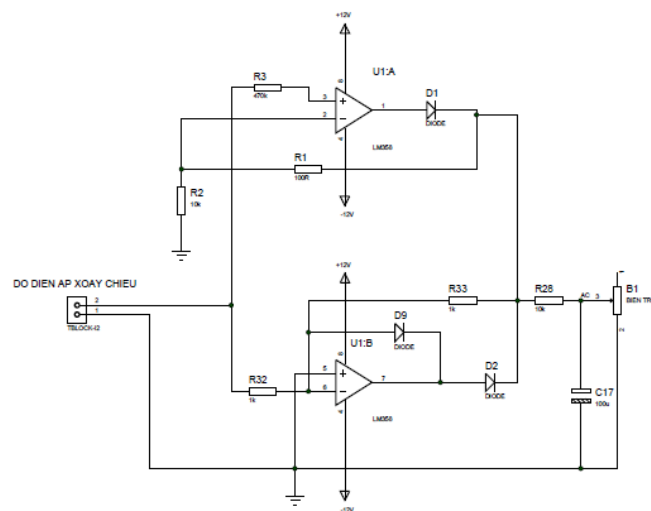
$$R_1 = R_2 \geq \frac{U_A}{I_V} = \frac{9}{1 \cdot 10^{-3}} = 9\text{ k}\Omega$$

Chọn $R_1 = 10\text{ k}\Omega$

Chọn cách ly quang OPTO loại TIP41

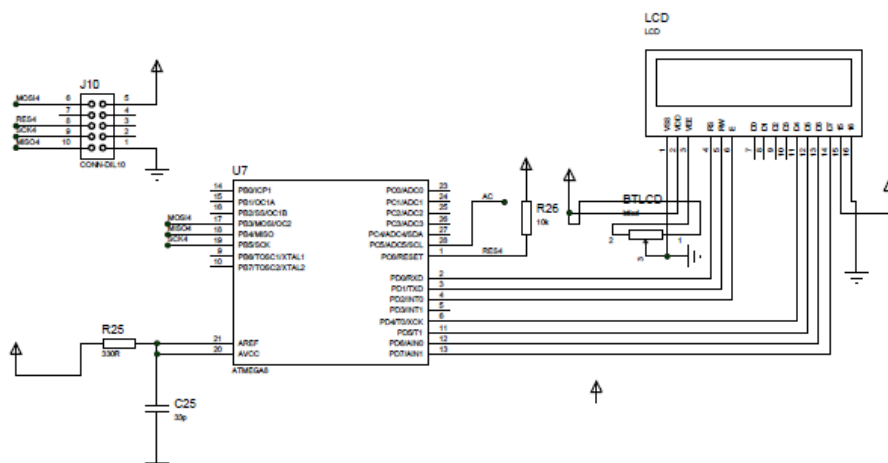
3.3.3. Mạch hiển thị điện áp.

3.3.3.1. Đo điện áp và hiển thị điện áp



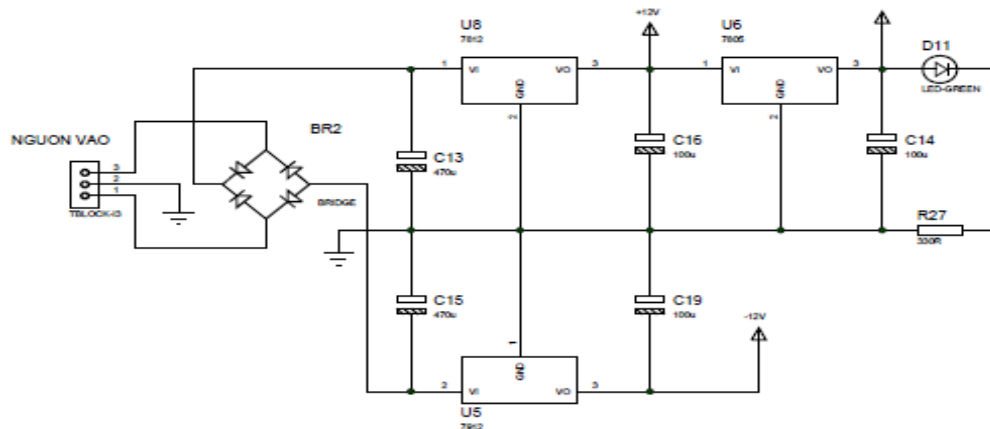
Hình 3.9. Sơ đồ mạch đo điện áp.

Sơ đồ trên ta sử dụng các linh kiện sau : IC LM358, điện trở, tụ, diode và biến trở.



Hình 3.10. Sơ đồ mạch hiển thị điện áp.

Sơ đồ mạch hiển thị ta sử dụng vi điều khiển AVR loại AMEGA 8 nhận tín hiệu điện áp đưa, sau đó vi điều khiển xử lý tín hiệu điện đưa về và đưa ra màn hình hiển thị LCD.



Hình 3.11. Sơ đồ nguồn nuôi mạch hiển thị điện áp.

Nguồn nuôi mạch đo điện áp gồm có các IC ổn áp 7812, 7912, 7805, cầu chỉnh lưu, các tụ có $C = 470 \mu\text{F}$ và $100 \mu\text{F}$.

3.4. MÔ PHỎNG HỆ THỐNG

3.4.1. Các thông số động cơ.

Mô hình động cơ bằng các phương trình toán học trên hệ tọa độ từ thông rotor.

Hệ phương trình mô tả động cơ không đồng bộ đã được xây dựng trên cơ sở chấp nhận các giả thiết sau:

-Hệ phương trình thu được trên cơ sở hài cơ bản của các đại lượng dòng, điện áp, từ thông. Hiện tượng móc vòng từ thông giữa stator và rotor chỉ xảy ra với hài cơ bản. Mô men hài chưa được quan tâm.

-Hệ chưa xét tới hiện tượng bão hoà vật liệu từ. Tuy nhiên, có thể sử dụng hàm xấp xỉ để bổ xung đặc tính bão hoà một cách rất dễ dàng.

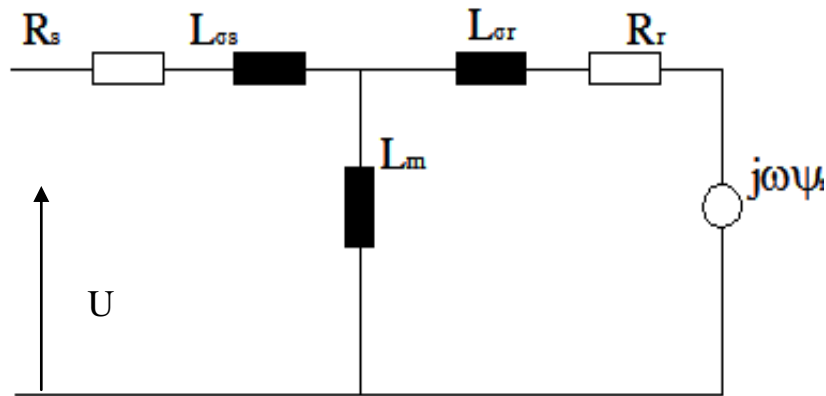
-Chưa xét tới các tổn hao dòng quấn và tổn hao $s^3/4t$ từ.

-Chưa xét đến hiện tượng dẫn dòng(xuất hiện đối với hài dòng bậc cao, làm tăng giá trị hiệu dụng của điện trở).

-Tham số của mô hình là hằng (vd: không phụ thuộc vào nhiệt độ).

-Bỏ qua tổn hao ma sát.

-Để xây dựng hệ phương trình mô tả động học của MĐDB, ta có thể xuất phát từ sơ đồ thay thế một pha dưới đây:



Hình 3.12. Sơ đồ thay thế của máy điện dị bộ

Từ sơ đồ thay thế ta viết được các phương trình mô tả MĐDB.

Phương trình điện áp stator

$$\mathbf{u}_s = \mathbf{R}_s \mathbf{i}_s + \frac{d\psi_s}{dt} + \mathbf{j}\omega\psi_s$$

Phương trình điện áp rotor

$$0 = \mathbf{R}_r \mathbf{i}_r + \frac{d\psi_r}{dt} + \mathbf{j}\omega\psi_r$$

Phương trình từ thông stato

$$\psi_s = \mathbf{L}_s \mathbf{i}_s + \mathbf{L}_m \mathbf{i}_r$$

Phương trình từ thông roto

$$\psi_r = \mathbf{L}_m \mathbf{i}_s + \mathbf{L}_r \mathbf{i}_r$$

trong đó :

R_s là điện trở Stator.

u_s là vectơ điện áp Stator.

R_r là điện trở Rotor.

i_s là vectơ dòng Stator.

$L_{\sigma s}$ là điện cảm tiêu tán Stator.

$L_s = L_m + L_{\sigma s}$ là điện cảm Stator.

i_r là vectơ dòng Rotor.

$L_{\sigma r}$ là điện cảm tiêu tán Rotor.

$L_r = L_m + L_{\sigma r}$ là điện cảm Rotor.

ψ_s là vectơ từ thông Stator.

L_m là hồ cảm hai cuộn dây.

ψ_r là vectơ từ thông Rotor.

Ở hệ tọa độ dq thì các đại lượng không cần thiết như vectơ dòng rotor i_r , vectơ từ thông stator ψ_s bị triệt tiêu ra khỏi hệ.

Từ phương trình từ thông ta rút ra được hai vectơ:

$$\mathbf{i}_r = \frac{1}{L_r} (\psi_r - \mathbf{i}_s L_m)$$

$$\psi_s = \mathbf{i}_s L_s + \frac{L_m}{L_r} (\psi_r - \mathbf{i}_s L_m)$$

Thay i_r và ψ_s vào (3.1) và (3.2) và chuyển sang viết dưới dạng các phần tử vectơ ($i_s = i_{sd} + j i_{sq}$, $u_s = u_{sd} + j u_{sq}$, $\psi_s = \psi_{sd} + j \psi_{sq}$, $i_r = i_{rd} + j i_{rq}$, $u_r = u_{rd} + j u_{rq}$, $\psi_r = \psi_{rd} + j \psi_{rq}$) ta thu được các phương trình dưới đây với phép biến đổi Laplat

$$\frac{d\mathbf{i}_{sd}}{dt} = - \left(\frac{1}{\sigma T_s} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r} \right) \mathbf{i}_{sd} + \omega_s \mathbf{i}_{sq} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r} \psi'_{rd} + \frac{1-\sigma}{\sigma} \omega \psi'_{rq} + \frac{1}{\sigma L_s} \mathbf{u}_{sd}$$

$$\frac{d\mathbf{i}_{sq}}{dt} = -\omega_s \mathbf{i}_{sd} - \left(\frac{1}{\sigma T_s} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r} \right) \mathbf{i}_{sq} - \frac{1-\sigma}{\sigma} \omega \psi'_{rd} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r} \psi'_{rq} + \frac{1}{\sigma L_s} \mathbf{u}_{sq}$$

$$\frac{d\psi'_{rd}}{dt} = \frac{1}{T_r} \mathbf{i}_{sd} - \frac{1}{T_r} \psi'_{rd} + (\omega_d - \omega) \psi'_{rq}$$

$$\frac{d\psi'_{rq}}{dt} = \frac{1}{T_r} \mathbf{i}_{sq} - \frac{1}{T_r} \psi'_{rq} - (\omega_d - \omega) \psi'_{rd}$$

$$\mathbf{m}_M = \frac{3}{2} z_p \frac{L_m}{L_r} (\psi_r * \mathbf{i}_s)$$

$$\mathbf{m}_M = \frac{3}{2} z_p (1-\sigma) L_s \psi'_{rd} \mathbf{i}_{sq}$$

các tham số trong các công thức trên :

$\sigma = 1 - L_m^2 / (L_s L_r)$: hệ số tiêu tán tổng.

$T_r = L_r / R_r$: hằng số thời gian roto;

$T_s = L_s / R_s$: hằng số thời gian stator;

$\psi_r' = (\psi_{rd} + j\psi_{rq}) / L_m = \psi'_{rd} + j\psi'_{rq}$;

z_p : số cặp cực

$$\frac{1}{T_\sigma} = \frac{1}{\sigma T_s} + \frac{1-\sigma}{\sigma T_r};$$

Công suất định mức: 3 KW

Điện áp định mức: 380V

Dòng điện định mức: 6,33 A

Tốc độ định mức: 1450 vòng/phút

Số cặp cực $z_p = 2$

Điện trở stator $R_s = 0.45 \Omega$

Điện trở roto $R_r = 1.43 \Omega$.

Các hệ số điện cảm: $L_m = 0.379(\text{H}), L_{\sigma s} = L_{\sigma r} = 0.011(\text{H})$.

Mô men quán tính: $J = 0.25 (\text{kg.m}^2)$.

Từ những thông số đã cho ở trên ta có được các thông số tính toán:

-Tính các hệ số điện cảm:

Điện cảm Stator:

$$L_s = L_m + L_{\sigma s} = 0.379 + 0.011 = 0.39 (\text{H})$$

Điện cảm Roto:

$$L_r = L_m + L_{\sigma r} = 0.379 + 0.011 = 0.39 (\text{H})$$

-Tính dòng kích từ định mức:

$$I_{SxN} = \sqrt{2} I_N \sqrt{1 - \cos \varphi}$$

$$I_{SxN} = \sqrt{2} \cdot 12,5 \sqrt{1 - 0,91}$$

$$I_{SxN} = 5,3(\text{A})$$

-Tính dòng định mức tạo mô men quay:

$$I_{SYN} = \sqrt{2 I_N^2 - I_{SxN}^2}$$

$$I_{SYN} = \sqrt{2 \cdot 12,5^2 - 5,3^2}$$

$$I_{SYN} = 16,86(\text{A})$$

-Tính tốc độ góc định mức của roto:

$$\omega_{rN} = 2 \cdot \pi \left(f_N - \frac{z_p n_N}{60} \right)$$

$$\omega_{rN} = 2 \cdot 3,14 \cdot \left(50 - \frac{2 \cdot 1450}{60} \right)$$

$$\omega_{rN} = 10.5(\text{rad/s})$$

-Tính hằng số roto T_r :

$$T_r = \frac{L_r}{R_r} = \frac{0,39}{1.43} = 0.272$$

-Tính hằng số thời gian stator :

$$T_s = \frac{L_s}{R_s} = \frac{0,39}{0.45} = 0.866$$

-Tính điện kháng X_σ :

$$X_\sigma = 4.\pi.f_N.L_{\sigma s} = 4.3,14.50.0.011 = 6.28$$

-Tính điện kháng X_N :

$$X_N = \frac{\sqrt{2}U_N}{\sqrt{3}I_{sN}} - X_\sigma = \frac{\sqrt{2}.380}{\sqrt{3}.5,3} - 6.28 = 52,22$$

-Tính hệ số tiêu tán tổng σ :

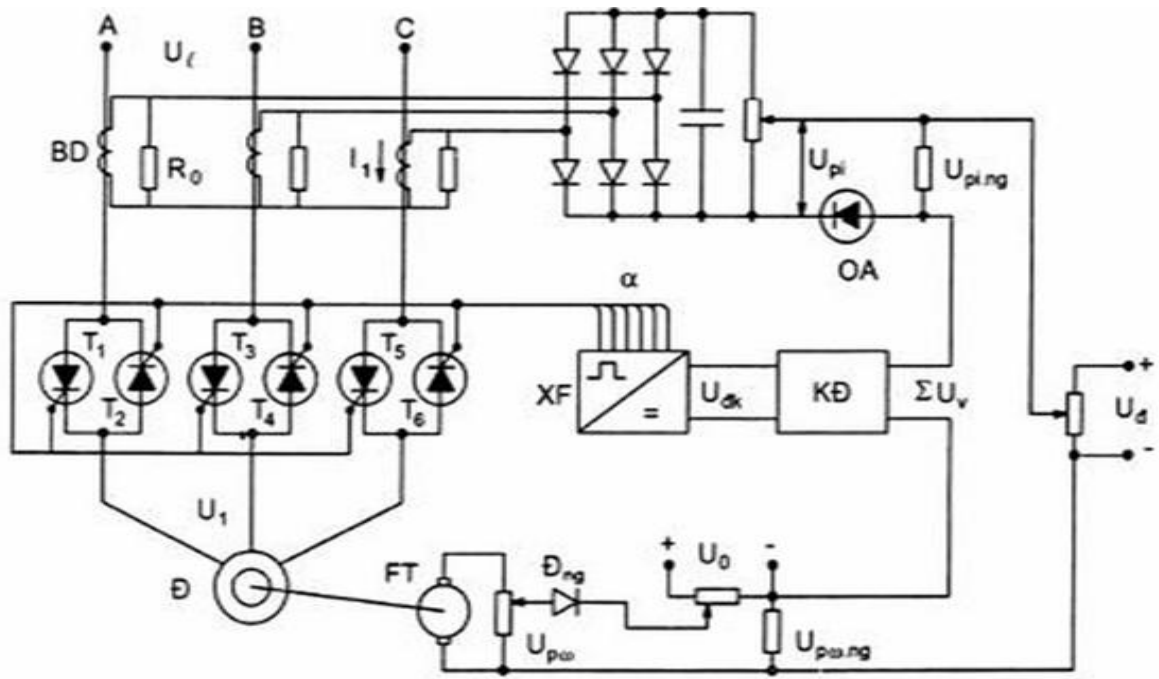
$$\sigma = 1 - \frac{L_m^2}{L_s L_r} = 1 - \frac{0.379^2}{0,39.0,39} = 0.056$$

-Tính T_σ :

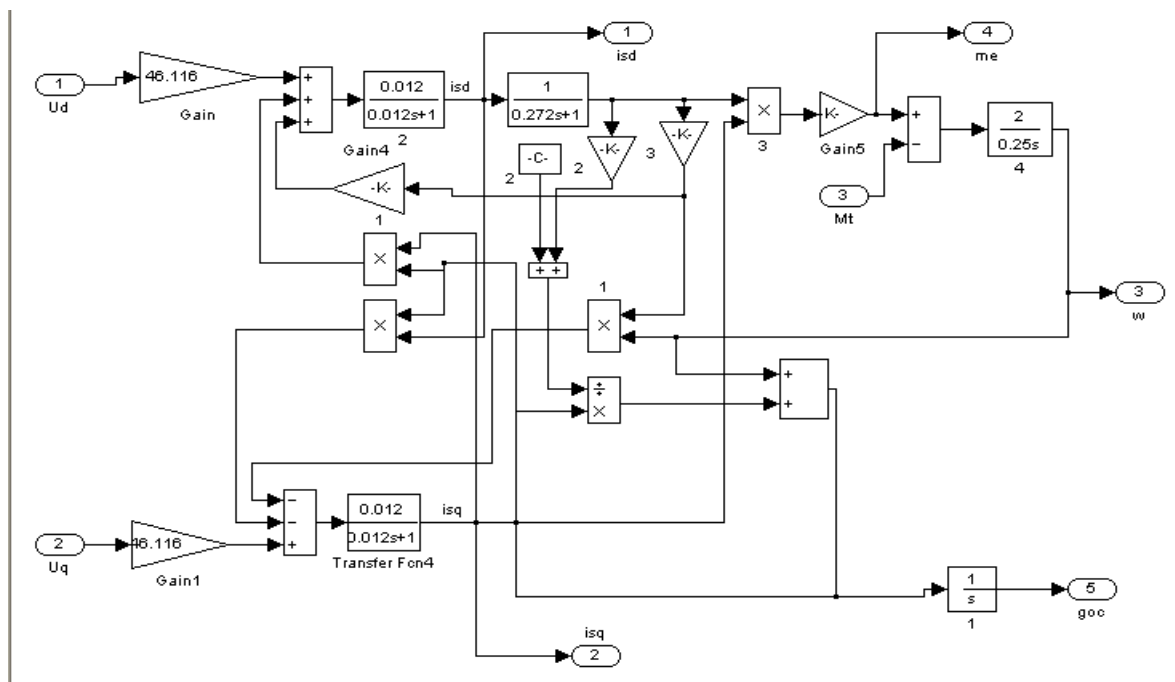
$$T_\sigma = \frac{\sigma T_s T_r}{T_r + (1 - \sigma) T_s} = \frac{0,056.0,866.0,272}{0,272 + (1 - 0,056)0,866} = 0.012$$

3.4.2. Sơ đồ mô phỏng động cơ.

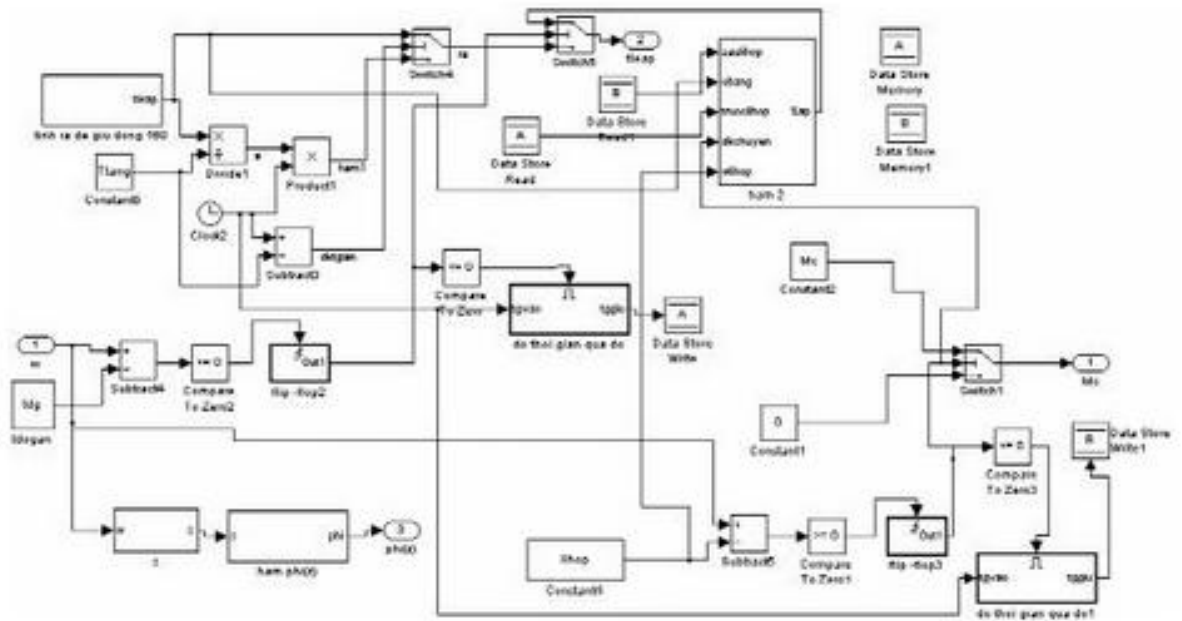
Dựa vào những thông số đã nêu trên ta áp dụng cho sơ đồ hệ thống điều khiển tốc độ động cơ sử dụng bộ điều áp xoay chiều (hình 3.13).



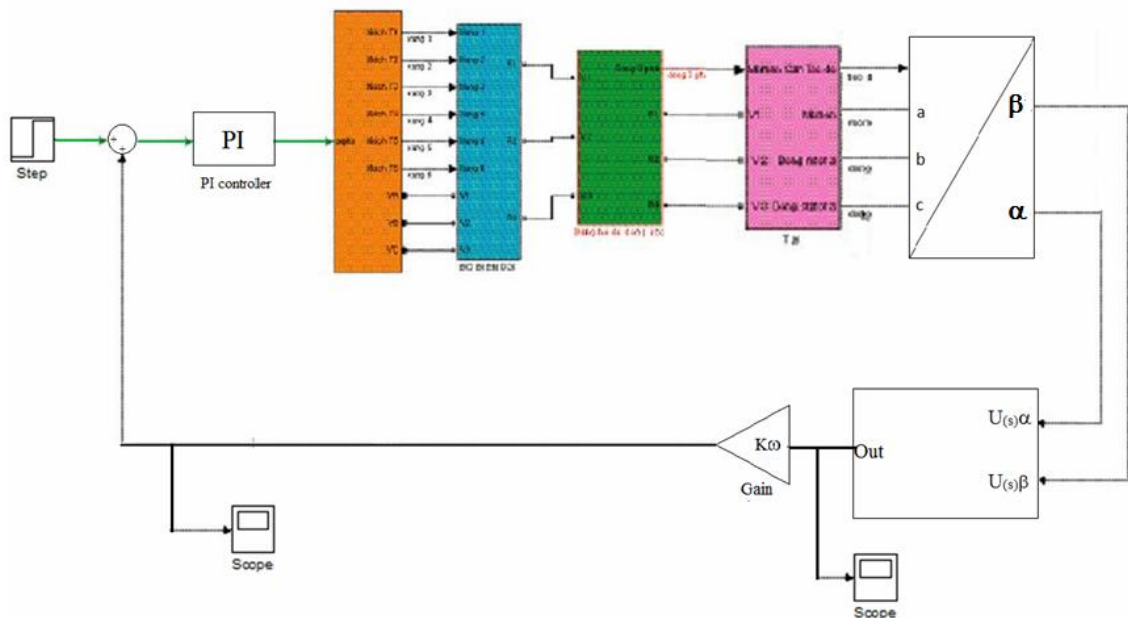
Hình 3.13. Sơ đồ hệ thống.



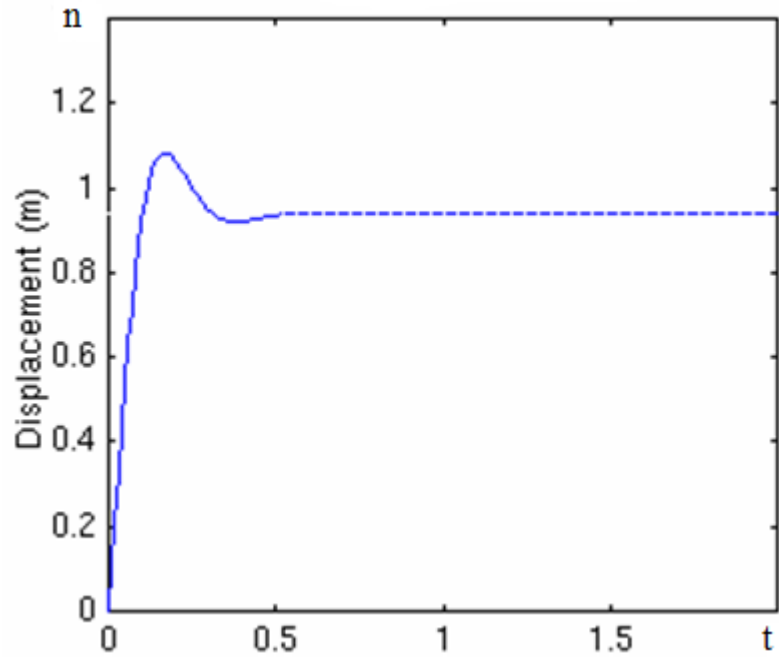
Hình 3.14. Mô hình động cơ không đồng bộ.



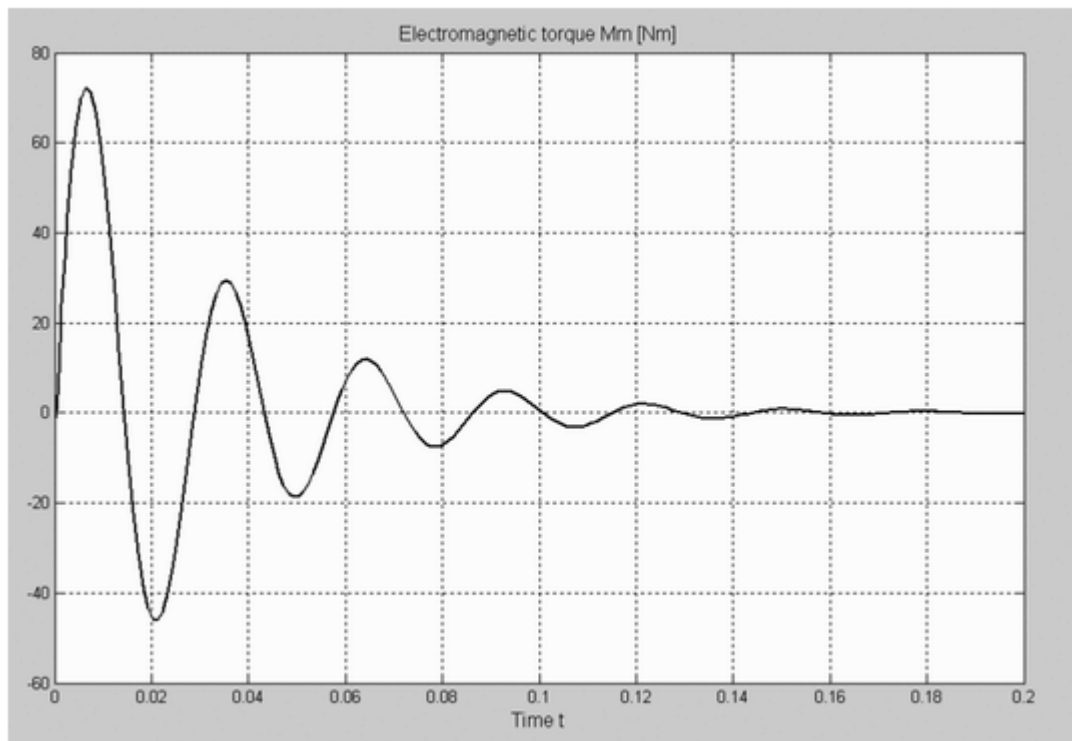
Hình 3.15. Matlab mô phỏng logic điều khiển.



Hình 3.16. Mô hình hệ thống xây dựng trên Matlab.



Hình 3.18. Đặc tính tốc độ của hệ thống.



Hình 3.19. Đặc tính mômen của hệ thống.

Dựa trên các sơ đồ trên đây ta thực hiện mô phỏng, kết quả được biểu diễn trên hình 3.18 và hình 3.19. Sơ đồ được biểu diễn trên hệ trục tọa độ theo thời gian.

Với các kết quả nghiên cứu bước đầu, hệ thống mong muốn góp phần cung cấp một giải pháp về điều khiển và đánh giá kết quả; để từ đó có thể áp dụng trong các mạch thực tế và công việc thi công, chế tạo.

KẾT LUẬN

Sau thời gian thực hiện đề tài, dưới sự hướng dẫn tận tình của thầy giáo GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn và các thầy cô giáo trong khoa đến nay đã giúp em hoàn thành bản đồ án với đề tài : “ Xây dựng hệ thống tự động truyền động điện động cơ dị bộ bằng điều chỉnh điện áp sử dụng bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều 3 pha công suất $P = 3\text{kW}$ của phòng thí nghiệm”.

Trong đề tài này em đã thực hiện được những vấn đề cơ bản sau:

- Khảo sát các bộ điều chỉnh điện áp dòng xoay chiều.
- Khảo sát động cơ dị bộ và các phương pháp điều chỉnh tốc độ.
- Thực hiện mô phỏng trên Matlab.

-Hệ thống hóa phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ và cho thấy được ưu nhược điểm của hệ thống.

Đồ án đã thực hiện, mặc dù còn nhiều hạn chế, nhưng trong quá trình thực hiện đề tài đã giúp em tự đánh giá và hiểu kỹ hơn về các kiến thức chuyên môn. Đó cũng là kết quả của nhiều năm học tập cùng với sự dạy dỗ rất tận tình của các thầy cô trong bộ môn điện công nghiệp và dân dụng. Em xin chân thành cảm ơn tới các thầy cô và đặc biệt là thầy giáo GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn đã chỉ bảo tận tình để em hoàn thành bài đồ án này.

Em xin chân thành cảm ơn !

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. GS TSKH Thân Ngọc Hoàn (2005), *Máy điện* Nhà xuất bản xây dựng.
2. GS TSKH Thân Ngọc Hoàn, TS Nguyễn Tiến Ban (2007), *Điều khiển tự động các hệ thống truyền động điện*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
3. Lê Văn Doanh, Nguyễn Thế Công, Trần Văn Thịnh (2009), *Điện tử công suất lý thuyết, thiết kế, ứng dụng*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
4. Nguyễn Bính (2000), *Điện tử công suất*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
5. Đỗ Xuân Thụ, Nguyễn Đức Thuận, Nguyễn Vũ Sơn, Ngô Văn Toàn, Nguyễn Việt Nguyên, Ngô Lệ Thủy, Đặng Văn Chuyết (2008), *Kỹ Thuật Điện Tử*, Nhà xuất bản giáo dục.
6. Nguyễn Phùng Quang (2004), *Matlab & Simulink*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà nội.