

LỜI NÓI ĐẦU

Trong thời đại ngày nay, truyền động điện đang ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực của đời sống nhờ những ưu thế của nó như kết cấu gọn nhẹ, độ bền và độ tin cậy cao, tương đối sạch nên không gây ra các vấn đề về môi trường... Bên cạnh đó truyền động điện còn có một ưu thế rất nổi bật, đặc biệt đối với truyền động điện một chiều, là khả năng điều khiển dễ dàng. Chính vì vậy mà truyền động điện một chiều có một vai trò quan trọng trong các dạng truyền động hiện đang dùng, nhất là trong những lĩnh vực đòi hỏi khả năng điều khiển cao như trong các máy sản xuất. Trong quá trình phát triển nền kinh tế, chúng ta đang từng bước đưa ứng dụng của truyền động điện một chiều vào hầu hết mọi lĩnh vực sản xuất của các nhà máy, các ngành kinh tế nhằm tạo ra những sản phẩm có chất lượng tốt có tính ổn định và tăng khả năng cạnh tranh trên thị trường.

Vì vậy vai trò của điều khiển động cơ điện một chiều là một trong những khâu quan trọng nhất quyết định những ưu nhược điểm của các hệ truyền động điện một chiều.

Với đề tài của mình “ *Tổng quan về truyền động điện một chiều, đi sâu thiết kế bộ điều khiển động cơ điện một chiều có ổn định tốc độ* ”, em đã nghiên cứu thiết kế bộ điều khiển động cơ điện một chiều cụ thể là (động cơ điện một chiều công suất 2,5 kw – 1500 v/p) có ổn định tốc độ.

Để thực hiện mục tiêu trên, được sự chỉ bảo của thầy giáo hướng dẫn Ths. Vũ Ngọc Minh, cùng với sự nỗ lực của bản thân, em đã hoàn thành bản đồ án với ba chương có nội dung chính như sau:

Chương 1: Tổng quan về truyền động điện một chiều.

Chương 2: Các phương pháp cơ bản để điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều.

Chương 3: thiết kế bộ điều khiển động cơ điện một chiều có ổn định tốc độ.

Dù có nhiều cố gắng nhưng do kiến thức của em còn nhiều mặt hạn chế vì vậy nội dung của quyển đồ án này còn nhiều thiếu sót. Rất mong được sự giúp đỡ, chỉ bảo của các thầy cô để em hoàn thiện đồ án cũng như kiến thức của mình được tốt hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

Sinh viên thực hiện

Đào Trọng Toàn

CHƯƠNG 1

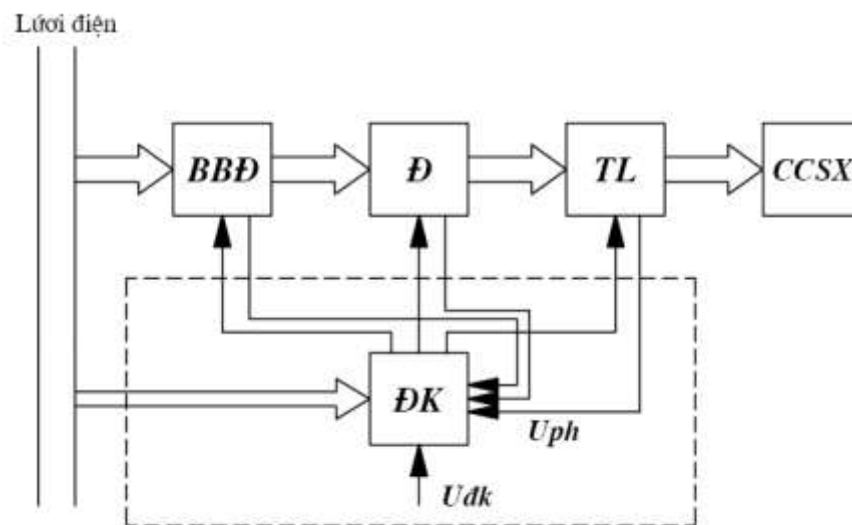
TỔNG QUAN VỀ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN MỘT CHIỀU

1.1. CẤU TRÚC VÀ PHÂN LOẠI TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

1.1.1. Cấu trúc chung của hệ truyền động điện

Truyền động cho một máy, một dây chuyền sản xuất mà dùng năng lượng điện thì gọi là truyền động điện (TĐĐ). Hệ truyền động điện là một tập hợp các thiết bị như: thiết bị điện, thiết bị điện tử, thiết bị điện tử, cơ, thủy lực phục vụ cho việc biến đổi điện năng thành cơ năng cung cấp cho cơ cấu chấp hành trên các máy sản xuất, đồng thời có thể điều khiển dòng năng lượng đó theo yêu cầu công nghệ của máy sản xuất.

Về cấu trúc, một hệ thống TĐĐ nói chung bao gồm các khâu:



Hình 1-1. Cấu trúc hệ thống truyền động điện.

BBĐ: Bộ biến đổi, dùng để biến đổi loại dòng điện (xoay chiều thành một chiều hoặc ngược lại), biến đổi loại nguồn (nguồn áp thành nguồn dòng hoặc ngược lại), biến đổi mức điện áp (hoặc dòng điện), biến đổi số pha, biến đổi tần số... Các BBĐ thường dùng là máy phát điện, hệ máy phát - động cơ (hệ F-Đ), các chỉnh lưu không điều khiển và có điều khiển, các bộ biến tần...

Đ: Động cơ điện, dùng để biến đổi điện năng thành cơ năng hay cơ năng thành điện năng (khi hãm điện). Các động cơ điện thường dùng là: động cơ xoay chiều KĐB ba pha rôto dây quấn hay lồng sóc, động cơ điện một chiều kích từ song song, nối tiếp hay kích từ bằng nam châm vĩnh cửu, động cơ xoay chiều đồng bộ...

TL: Khâu truyền lực, dùng để truyền lực từ động cơ điện đến cơ cấu sản xuất hoặc dùng để biến đổi dạng chuyển động (quay thành tịnh tiến hay lắc) hoặc làm phù hợp về tốc độ, mômen, lực. Để truyền lực, có thể dùng các bánh răng, thanh răng, trục vít, xích, đai truyền, các bộ ly hợp cơ hoặc điện từ...

CCSX: Cơ cấu sản xuất hay cơ cấu làm việc, thực hiện các thao tác sản xuất và công nghệ (gia công chi tiết, nâng - hạ tải trọng, dịch chuyển...).

ĐK: Khối điều khiển, là các thiết bị dùng để điều khiển bộ biến đổi BĐĐ, động cơ điện Đ, cơ cấu truyền lực. Khối điều khiển bao gồm các cơ cấu đo lường, các bộ điều chỉnh tham số và công nghệ, các khí cụ, thiết bị điều khiển đóng cắt có tiếp điểm (các role, công tắc tơ) hay không có tiếp điểm (điện tử, bán dẫn). Một số hệ TĐĐ khác có cả mạch ghép nối với các thiết bị tự động khác như máy tính điều khiển, các bộ vi xử lý, PLC... Các thiết bị đo lường, cảm biến (sensor) dùng để lấy các tín hiệu phản hồi có thể là các loại đồng hồ đo, các cảm biến từ, cơ, quang... Một hệ thống TĐĐ không nhất thiết phải có đầy đủ các khâu nêu trên. Tuy nhiên, một hệ thống TĐĐ bất kỳ luôn bao gồm hai phần chính:

- Phần lực: Bao gồm bộ biến đổi và động cơ điện.
- Phần điều khiển.

Một hệ thống truyền động điện được gọi là hệ hở khi không có phản hồi, và được gọi là hệ kín khi có phản hồi, nghĩa là giá trị của đại lượng đầu ra được đưa trở lại đầu vào dưới dạng một tín hiệu nào đó để điều chỉnh lại việc điều khiển sao cho đại lượng đầu ra đạt giá trị mong muốn.

1.1.2. Phân loại hệ thống truyền động điện

a. Theo đặc điểm của động cơ điện:

- Truyền động điện một chiều: Dùng động cơ điện một chiều. Truyền động điện một chiều sử dụng cho các máy có yêu cầu cao về điều chỉnh tốc độ và mômen, nó có chất lượng điều chỉnh tốt. Tuy nhiên, động cơ điện một chiều có cấu tạo phức tạp và giá thành cao, hơn nữa nó đòi hỏi phải có bộ nguồn một chiều, do đó trong những trường hợp không có yêu cầu cao về điều chỉnh, người ta thường chọn động cơ KĐB để thay thế.

- Truyền động điện không đồng bộ: Dùng động cơ điện xoay chiều không đồng bộ. Động cơ KĐB ba pha có ưu điểm là có kết cấu đơn giản, dễ chế tạo, vận hành an toàn, sử dụng nguồn cấp trực tiếp từ lưới điện xoay chiều ba pha. Tuy nhiên, trước đây các hệ truyền động động cơ KĐB lại chiếm tỷ lệ rất nhỏ do việc điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB có khó khăn hơn động cơ điện một chiều. Trong những năm gần đây, do sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ chế tạo các thiết bị bán dẫn công suất và kỹ thuật điện tử tin học, truyền động không đồng bộ phát triển mạnh mẽ và được khai thác các ưu điểm của mình, đặc biệt là các hệ có điều khiển tần số. Những hệ này đã đạt được chất lượng điều chỉnh cao, tương đương với hệ truyền động một chiều.

- Truyền động điện đồng bộ: Dùng động cơ điện xoay chiều đồng bộ ba pha. Động cơ điện đồng bộ ba pha trước đây thường dùng cho loại truyền động không điều chỉnh tốc độ, công suất lớn hàng trăm KW đến hàng MW (các máy nén khí, quạt gió, bơm nước, máy nghiền.v.v..).

Ngày nay do sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ điện tử, động cơ đồng bộ được nghiên cứu ứng dụng nhiều trong công nghiệp, ở mọi loại giải công suất từ vài trăm W (cho cơ cấu ăn dao máy cắt gọt kim loại, cơ cấu chuyển động của tay máy, người máy) đến hàng MW (cho các truyền động máy cán, kéo tàu tốc độ cao...).

b. Theo tính năng điều chỉnh:

- Truyền động không điều chỉnh: Động cơ chỉ quay máy sản xuất với một tốc độ nhất định.

- Truyền có điều chỉnh: Trong loại này, tùy thuộc yêu cầu công nghệ mà ta có truyền động điều chỉnh tốc độ, truyền động điều chỉnh mômen, lực kéo và truyền động điều chỉnh vị trí.

c. Theo thiết bị biến đổi

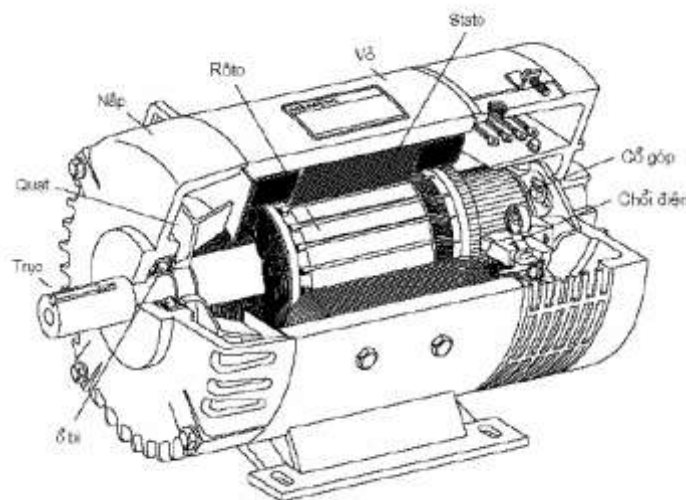
- Hệ máy phát - động cơ (F-Đ): Động cơ điện một chiều được cấp điện từ một máy phát điện một chiều (bộ biến đổi máy điện). Thuộc hệ này có hệ máy điện khuếch đại động cơ (MĐKĐ - Đ), đó là hệ có BBD là máy điện khuếch đại từ trường ngang.

- Hệ chỉnh lưu - động cơ (CL - Đ): Động cơ một chiều được cấp điện từ một bộ chỉnh lưu (BCL). Chỉnh lưu có thể không điều khiển (Điôt) hay có điều khiển (Thyristor)...

1.2. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

1.2.1. Cấu tạo

Những phần chính của động cơ điện một chiều gồm: vỏ, trục, ổ bi, phần cảm (stato), phần ứng (rôto), cổ góp và chổi điện.



Hình 1-2. Cấu tạo động cơ điện 1 chiều.

a. Phần tĩnh: là Stato và luôn luôn là phần cảm. Phần cảm là phần nhận năng lượng điện một chiều để tạo ra từ trường kích từ trong máy.

Trên hình vẽ 1.2 cắt ngang máy điện 1 chiều, xét về phần cảm ta có:

- *Vỏ máy (1):* Là mạch từ, dùng để dẫn từ và gá lắp các cực từ, ngoài ra vỏ máy còn làm nhiệm vụ bảo vệ máy. Vỏ được làm bằng thép đúc.

- *Cực từ chính (2)* thực tế gồm 2 phần : thân cực, và mặt cực. Thân cực làm bằng thép đúc, mặt cực làm bằng thép lá KTĐ. Cực từ chính có nhiệm vụ dùng để quấn dây kích từ và để tạo ra từ trường phần cảm gọi là từ trường kích từ. Trên cực từ chính người ta quấn dây kích từ W_{kt} .

- *Cực từ phụ (3):* Làm bằng thép đúc, mặt cực có khe khí với rôto rộng hơn so với cực từ chính. Trên cực từ phụ, được quấn dây kích từ phụ W_p . Nó tạo ra từ trường phụ.

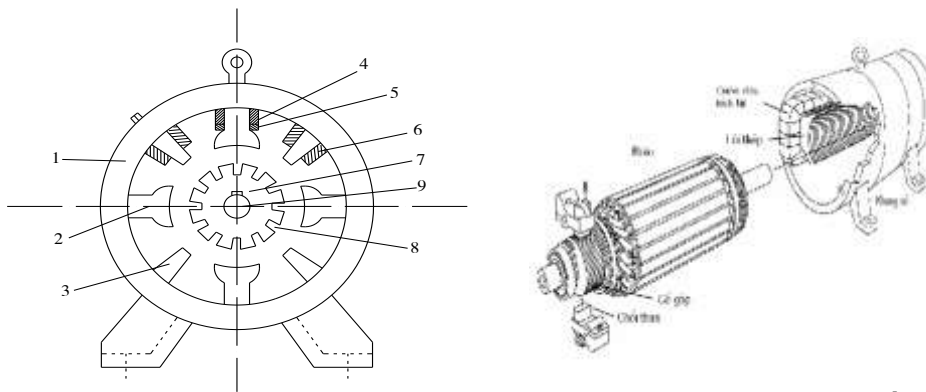
- *Dây quấn:* Là mạch điện dùng để dẫn điện, nó được làm bằng dây đồng bọc cách điện, hoặc dây êmay. Dây quấn gồm các loại sau:

+ *Dây quấn kích từ song song (5)*, hay dây quấn kích từ độc lập : W_{ss} : có nội trở lớn, vì số vòng dây lớn, tiết diện dây bé. W_{ss} có thể đấu song song hay độc lập với phần ứng (rôto).

+ *Dây quấn kích từ nối tiếp (4):* W_{nt} có nội trở rất bé vì W nhỏ S lớn, W_{nt} được đấu nối tiếp với phần ứng qua chổi than và cổ góp điện, dòng điện qua W_{nt} bằng dòng điện qua rôto.

Tùy theo quan điểm phát nhiệt hay quan điểm cách điện mà W_{ss} hay W_{nt} được quấn gần hoặc xa lõi thép Stato hơn.

+ *Dây quấn phụ W_p :* Tương tự như W_{nt} nhưng chỉ khác nó được quấn trên thân cực từ phụ. Tín hiệu dòng qua nó bằng dòng qua cuộn nối tiếp.



Hình 1-3. Stato và rôto động cơ điện 1 chiều.

Ngoài ra, trên phần tĩnh còn có hai nắp máy ở hai đầu để đỡ rôto. Hai đầu trục có hai vòng bi, trên thân máy có trụ đầu dây, đế máy, giá chổi than, chổi than, biển máy, móc vận chuyển.

b. Phần quay : Là rôto, và luôn luôn là phần ứng. Phần ứng là phần cảm ứng ra các sức điện động xoay chiều. Phần ứng bao gồm:

- *Lõi thép (7)* là mạch từ của rôto, được cấu tạo từ các lá thép KTD có độ dày $(0,35 \div 0,5)$ mm ghép lại với nhau tương tự như lõi thép của rôto dị bộ dây quấn ba pha. Chu vi mặt ngoài của rôto được xẻ rãnh đều đặn để đặt dây.

- *Dây quấn (8)* là mạch điện rôto, dây quấn là dây đồng bọc cách điện hay dây êmay. Kiểu quấn là rải đều trên chu vi mặt ngoài của rôto. (sẽ học cấu tạo dây quấn ở chương sau).

- *Trục rôto (9)* được làm bằng thép hợp kim có độ bền cơ khí rất cao. Trục dùng để đỡ rôto và quay tự do bởi hai đầu có hai vòng bi.

- Ngoài ra phần quay còn có ổ góp, cánh quạt làm mát.

c. Ổ góp và chổi than:

Là bộ phận để chỉnh lưu hay nghịch lưu dòng điện rô to. Đây có thể coi như bộ chỉnh lưu hay nghịch lưu cơ khí.

- *Ổ góp:* hay còn gọi là vành góp hay vành đổi chiều có cấu tạo bởi nhiều phiến góp bằng đồng (1). Các phiến góp được cách điện với nhau. Các đầu dây của các mô bin dây được nối đến các phiến góp .

- *Chổi than:* là thiết bị đưa dòng điện vào hoặc ra khỏi rôto. Chổi than có cấu tạo bằng than granit vừa có độ bền cơ, vừa chống mài mòn vừa có độ dẫn

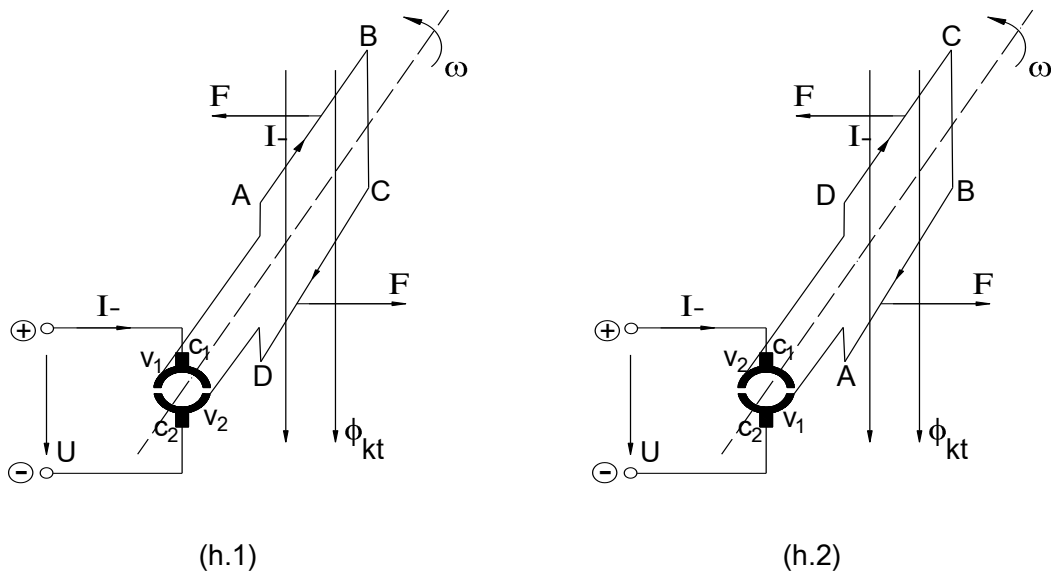
điện cao. Chổi than đặt trong hộp chổi than là bộ phận giữ chổi than. Hộp chổi than đặt trên giá đỡ chổi than và bật chặt bằng ống vít. Giá chổi than, hộp chổi than, và chổi than đều được cách điện với vỏ máy. Giá chổi than có thể điều chỉnh được vị trí bằng các ốc vít. Để tăng tiếp xúc và giữ chặt chổi có các lò xo tỳ lên chổi, các lò xo này có thể điều chỉnh được độ căng.

Việc chổi than tỳ lên bề mặt của cổ góp sẽ gây ra tia lửa điện. Tia lửa lớn có thể gây nên vành lửa xung quanh cổ góp, phá hỏng chổi than và cổ góp, gây tổn hao năng lượng, ảnh hưởng xấu đến môi trường và gây nhiễu đến sự làm việc của các thiết bị điện tử. Vì vậy, trong các ứng dụng công nghiệp đòi hỏi phải bảo vệ và bảo dưỡng định kỳ động cơ.

1.2.2. Nguyên lý hoạt động của động cơ điện 1 chiều

Khi đặt điện áp một chiều vào phần cảm (Stato) thì trong phần cảm xuất hiện từ trường ϕ_{kt} . Đồng thời đặt điện áp một chiều vào phần ứng thì trong dây quấn phần ứng (Roto) xuất hiện dòng điện i_r . Do đó thanh dẫn phần ứng chịu một lực tác động F , có chiều được xác định bằng quy tắc bàn tay trái. $F=BLI$ lực F sẽ tạo ra mômen quay làm quay rô to.

Để chứng minh nguyên lý làm việc trên, đơn giản ta xét cho máy điện có rôto là khung dây, Stato là một nam châm điện hai cực Bắc – Nam (N-S) sau đây:



Hình 1-4. Nguyên lý làm việc động cơ điện 1 chiều.

Trên hình 1 khi mặt phẳng khung dây ABCD trùng với các đường sức của từ trường ϕ_{kt} , nếu điện áp U mạch ngoài có dương ở chổi C_1 âm ở chổi C_2 thì chiều dòng điện chạy trong rôto có chiều là: (+) C_1V_1 ABCDV₁ C_2 (-). Dùng quy tắc bàn tay trái, ta xác định được chiều của lực F và từ đó suy ra chiều momen M và ω .

Trên hình 2 tương tự khi mặt phẳng ABCD quay đi 180° so với hình 1 ta thấy chiều dòng điện chạy trong phần ứng là: (+) $C_1.V_2$ DCBAV₁. C_2 (-) và tương tự ta cũng xác định được chiều của F và chiều của momen M cũng như ω có chiều tương tự ở hình 1.

Kết luận: Điện áp mạch ngoài là một chiều nhưng dòng phần ứng là xoay chiều, do đó mọi thời điểm chiều của lực momen là không đổi.

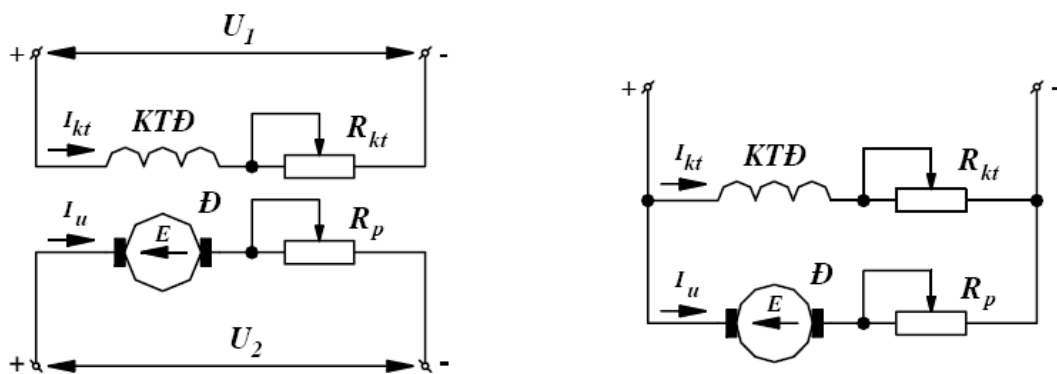
Chổi than và cổ góp đóng vai trò là cái nghịch lưu cơ khí.

1.3. ĐẶC TÍNH VÀ CÁC TRẠNG THÁI LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU.

1.3.1. Động cơ điện một chiều kích từ độc lập và kích từ song song.

a. Phương trình đặc tính cơ.

Động cơ điện một chiều kích từ độc lập: Cuộn kích từ được cấp điện từ nguồn một chiều độc lập với nguồn điện cấp cho rôto.



Hình 1-5. Sơ đồ nguyên lý động cơ điện 1 chiều kích từ độc lập và song song.

Nếu cuộn kích từ và cuộn dây phần ứng được cấp điện bởi cùng một nguồn điện thì động cơ là loại kích từ song song. Trường hợp này nếu nguồn điện có

công suất rất lớn so với công suất động cơ thì tính chất động cơ sẽ tương tự như động cơ kích từ độc lập.

Khi động cơ làm việc, rôto mang cuộn dây phần ứng quay trong từ trường của cuộn cảm nên trong cuộn ứng xuất hiện một sức điện động cảm ứng có chiều ngược với điện áp đặt vào phần ứng động cơ. Theo sơ đồ nguyên lý trên hình 1.6, có thể viết phương trình cân bằng điện áp của mạch phần ứng (rôto) như sau:

$$U_r = E_r + (R_r + R_p).I_r \quad (1-1)$$

Trong đó:

- U_r là điện áp phần ứng động cơ, (V)
- E_r là sức điện động phần ứng động cơ (V)
- I_r là dòng điện phần ứng động cơ.
- R_p là điện trở phụ mạch phần ứng.
- R_r là điện trở cuộn dây phần ứng

$$R_r = r_r + r_{ct} + r_{cb} + r_{cp} \quad (1-2)$$

r_r - Điện trở cuộn dây phần ứng.

r_{ct} - Điện trở tiếp xúc giữa chổi than và phiến góp.

r_{cb} - Điện trở cuộn bù.

r_{cp} - Điện trở cuộn phụ.

Sức điện động phần ứng tỷ lệ với tốc độ quay của rôto

$$E_v = \frac{pN}{2\pi a} \phi \cdot \omega = K\phi \cdot \omega \quad (1-3)$$

$K = \frac{pN}{2\pi a}$ là hệ số kết cấu của động cơ

ϕ - Từ thông qua mỗi cực từ.

p - Số đôi cực từ chính.

N - Số thanh dẫn tác dụng của cuộn ứng.

a - Số mạch nhánh song song của cuộn ứng.

Hoặc ta có thể viết:

$$E_{ur} = K_e \cdot \phi \cdot n \quad (1-4)$$

$$\text{Và} \quad \omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{n}{9,55}$$

$$\text{Vậy: } K_e = K / 9,55 = 0,105K$$

Nhờ lực từ trường tác dụng vào dây dẫn phản ứng khi có dòng điện, rôto quay dưới tác dụng của mômen quay:

$$M = K \cdot \phi \cdot I_{ur} \quad (1-5)$$

Từ hệ 2 phương trình (1.1) và (1.3) ta có thể rút ra được phương trình đặc tính cơ điện biểu thị mối quan hệ $\omega = f(I)$ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập như sau:

$$\omega = \frac{U_c}{K\phi} - \frac{R_c + R_p}{K\phi} I_c \quad (1-6)$$

Từ phương trình (1.5) rút ra I_{ur} thay vào phương trình (1.6) ta được phương trình đặc tính cơ biểu thị mối quan hệ $\omega = f(M)$ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập như sau:

$$\omega = \frac{U_c}{K\phi} - \frac{R_c + R_p}{K\phi^2} M \quad (1-7)$$

Có thể biểu diễn đặc tính cơ dưới dạng khác:

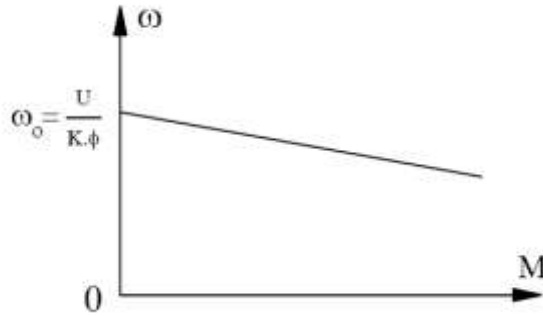
$$\omega = \omega_0 - \Delta\omega \quad (1-8)$$

Trong đó: $\omega_0 = \frac{U_c}{K\phi}$ gọi là tốc độ không tải lý tưởng.

$$\Delta\omega = \frac{R_c + R_p}{K\phi^2} M \text{ gọi là độ sụt tốc độ}$$

Phương trình đặc tính cơ (1.7) có dạng hàm bậc nhất $y = B + Ax$, nên đường biểu diễn trên hệ tọa độ $M0\omega$ là một đường thẳng với độ dốc âm. Đường đặc tính cơ cắt trục tung 0ω tại điểm có tung độ: $\omega_0 = \frac{U_c}{K\phi}$. Tốc độ ω_0 được gọi là tốc độ không tải lý tưởng khi không có lực cản nào cả. Đó là tốc

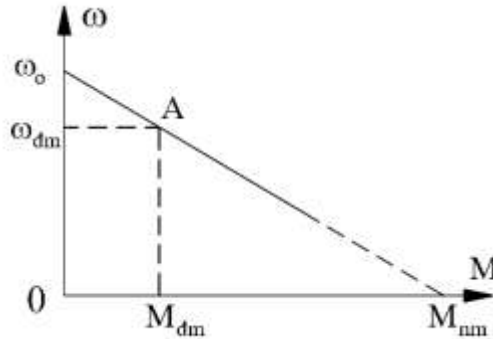
độ lớn nhất của động cơ mà không thể đạt được ở chế độ động cơ vì không bao giờ xảy ra trường hợp $M_C = 0$.



Hình 1-6. Đặc tính cơ của động cơ 1 chiều kích từ độc lập.

Khi phụ tải tăng dần từ $M_C = 0$ đến $M_C = M_{dm}$ thì tốc độ động cơ giảm dần từ ω_0 đến ω_{dm} . Điểm A (M_{dm}, ω_{dm}) gọi là điểm định mức. Rõ ràng đường đặc tính cơ có thể vẽ được từ 2 điểm ω_0 và A. Điểm cắt của đặc tính cơ với trục hoành 0M có tung độ $\omega = 0$ và có hoành độ suy từ phương trình (1.7):

$$M = M_{nm} = K\phi_{dm} \frac{U_{dm}}{R} = K\phi_{dm} \cdot I_{nm} \quad (1-9)$$



Hình 1-7. Đặc tính cơ tự nhiên của động cơ 1 chiều kích từ độc lập.

Mômen M_{nm} và I_{nm} gọi là mômen ngắn mạch và dòng điện ngắn mạch. Đó là giá trị mômen lớn nhất và dòng điện lớn nhất của động cơ khi được cấp điện đầy đủ mà tốc độ bằng 0. Trường hợp này xảy ra khi bắt đầu mở máy và khi động cơ đang chạy mà bị dừng lại vì bị kẹt hoặc tải lớn quá kéo không được. Dòng điện I_{nm} này lớn và thường bằng:

$$I_{nm} = (10 \div 20) \cdot I_{dm}$$

Nó có thể gây cháy hỏng động cơ nếu hiện tượng tồn tại kéo dài.

b. Ảnh hưởng của các thông số điện đối với đặc tính cơ

Phương trình đặc tính cơ (1.7) cho thấy, đường đặc tính cơ bậc nhất

$\omega = f(M)$ phụ thuộc vào các hệ số của phương trình, trong đó có chứa các thông số điện U , R_p và ϕ . Ta lần lượt xét ảnh hưởng của từng thông số này.

❖ Trường hợp thay đổi điện áp phản ứng

Vì điện áp phản ứng không thể vượt quá giá trị định mức nên ta chỉ có thể thay đổi về phía giảm.

U_r biến đổi; $R_p = \text{const}$; $\phi = \text{const}$

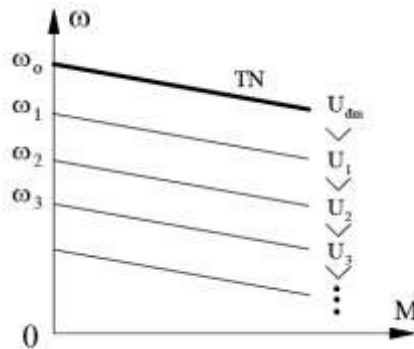
Trong phương trình đặc tính cơ, ta thấy độ dốc (hay độ cứng) đặc tính cơ không thay đổi:

$$-\frac{R_r + R_p}{K\phi^2} M = \text{const} \quad (1-10)$$

Tốc độ không tải lý tưởng ω_0 thay đổi tỷ lệ thuận với điện áp:

$$\omega_0 = \frac{U_r}{K\phi} = \text{var}$$

Như vậy khi thay đổi điện áp phản ứng ta được một họ các đường đặc tính cơ song song với đường đặc tính cơ tự nhiên và thấp hơn đường đặc tính cơ tự nhiên.

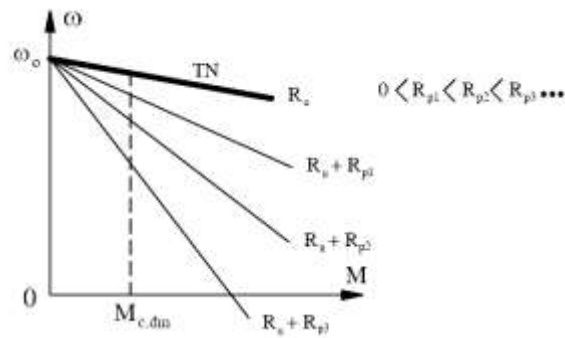


Hình 1-8. Họ đặc tính cơ nhân tạo của động cơ 1 chiều kích từ độc lập khi giảm điện áp phản ứng.

❖ Trường hợp thay đổi điện trở mạch phản ứng

Vì điện trở tổng của mạch phản ứng: $R_{u\Sigma} = R_r + R_{uf}$ nên điện trở mạch phản ứng chỉ có thể thay đổi về phía tăng R_{uf} .

$$U_r = \text{const}; R_{uf} = \text{var}; \phi = \text{const}$$



Hình 1-9. Họ đặc tính cơ nhân tạo của động cơ 1 chiều kích từ độc lập khi tăng điện trở phụ phân ứng.

Trường hợp này, tốc độ không tải giữ nguyên:

$$\omega_0 = \frac{U}{K\phi} = \text{const} \quad (1-11)$$

Còn độ dốc (hay độ cứng) của đặc tính cơ thay đổi tỷ lệ thuận theo $R_{u\Sigma}$

$$-\frac{R_- + R_p}{K\phi^2} M = \text{var} \quad (1-12)$$

Như vậy, khi tăng điện trở R_{uf} trong mạch phân ứng, ta được một họ các đường đặc tính cơ nhân tạo cùng đi qua điểm $(0, \omega_0)$.

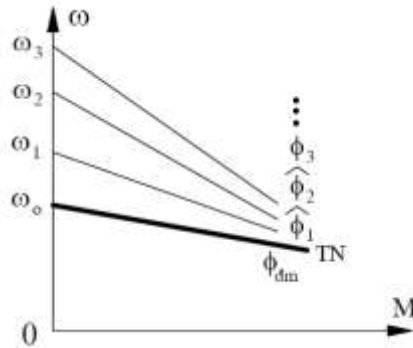
❖ Trường hợp thay đổi từ thông kích từ

$$U_r = \text{const}; R_{uf} = \text{const}; \phi = \text{var}$$

Để thay đổi từ thông ϕ , ta phải thay đổi dòng điện kích từ nhờ biến trở R_{kt} mắc ở mạch kích từ của động cơ. Vì chỉ có thể tăng điện trở mạch kích từ nhờ R_{kt} nên từ thông kích từ chỉ có thể thay đổi về phía giảm so với từ thông định mức. Trường hợp này, cả tốc độ không tải tương và độ dốc đặc tính cơ đều thay đổi.

$$\omega_0 = \frac{U}{K\phi} = \text{var} \quad -\frac{R_- + R_p}{K\phi^2} M = \text{var} \quad (1-13)$$

Khi điều chỉnh giảm từ thông kích từ, tốc độ không tải lý tưởng ω_0 tăng, còn độ cứng đặc tính cơ thì giảm mạnh. Họ đặc tính cơ nhân tạo thu được như hình (1-9).



Hình 1-10. Họ đặc tính cơ nhân tạo của động cơ 1 chiều kích từ độc lập khi giảm từ thông kích từ.

c. Mở máy (khởi động) động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Nếu khởi động động cơ 1 chiều kích từ độc lập bằng phương pháp đóng trực tiếp thì ban đầu tốc độ động cơ còn bằng 0 nên dòng khởi động ban đầu rất lớn ($I_{nm} = U_{dm}/R_r \approx 10 \div 20I_{dm}$).

Như vậy nó đốt nóng mạnh động cơ và gây sụt áp lưới điện. Hoặc làm cho sự chuyển mạch khó khăn, hoặc mômen mở máy quá lớn sẽ tạo ra các xung lực động làm hệ truyền động bị giật, lắc, không tốt về mặt cơ học, hại máy và có thể gây nguy hiểm như: gãy trục, vỡ bánh răng, đứt cáp, đứt xích... Tình trạng càng xấu hơn nếu như hệ TĐĐ thường xuyên phải mở máy, đảo chiều, hãm điện

thường xuyên như ở máy cán đảo chiều, cần trục, thang máy... Để đảm bảo an toàn cho máy, thường chọn: $I_{kdbd} = I_{nm} \leq I_{cp} = 2,5I_{dm}$

Muốn thế, người ta thường đưa thêm điện trở phụ vào mạch phản ứng ngay khi bắt đầu khởi động, và sau đó thì loại dần chúng ra để đưa tốc độ động cơ lên xác lập.

$$I_{kdbd} = I_{nm} = \frac{U_{dm}}{R_r + R_p} = 2 \div 2,5 \bar{I}_{dm} \leq I_{cp} \quad (1-14)$$

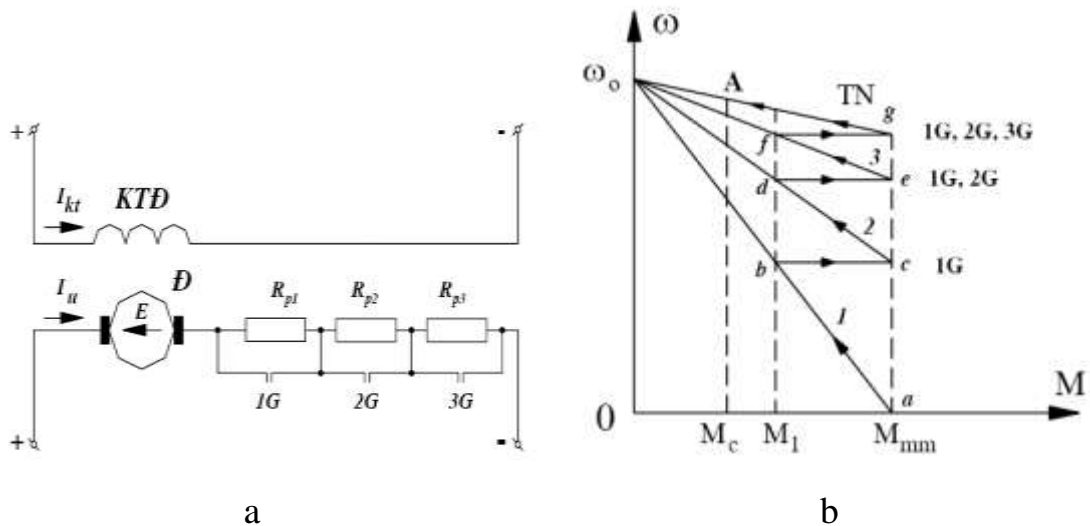
Công suất động cơ lớn thì chọn I_{mm} nhỏ. Trong quá trình mở máy, tốc độ động cơ ω tăng dần, sức điện động của động cơ $E_u = K \cdot \phi \cdot \omega$ cũng tăng dần và dòng điện động cơ bị giảm:

$$I = \frac{U - E_u}{R_u + R_p} \quad (1-15)$$

Do đó mômen động cơ cũng giảm. Động cơ mở máy trên đường đặc tính cơ như hình 1.10 b.

Nếu cứ giữ nguyên R_p trong mạch phần ứng thì khi tốc độ tăng theo đường đặc tính 1 tới điểm B, mômen động cơ giảm từ mômen M_{mm} xuống bằng mômen cản M_c , động cơ sẽ quay ổn định với tốc độ thấp ω_b . Do vậy, khi mômen giảm đi một mức nào đó (chẳng hạn M_2) thì phải cắt dần điện trở phụ để động cơ tiếp tục quá trình mở máy cho đến điểm làm việc A trên đường đặc tính tự nhiên.

Khi bắt đầu cấp điện cho động cơ với toàn bộ điện trở khởi động, mômen ban đầu của động cơ sẽ có giá trị là M_{mm} . Mômen này lớn hơn mômen cản tĩnh M_c do đó động cơ bắt đầu được gia tốc. Tốc độ càng tăng lên thì mômen động cơ càng giảm xuống. Trong quá trình đó mômen động (chênh lệch giữa mômen động cơ và mômen cản: $\Delta M = M_D - M_C$) giảm dần nên hiệu quả gia tốc cũng giảm theo. Đến một tốc độ nào đó, tiếp điểm 1G đóng lại, một đoạn điện trở khởi động bị nối tắt.. Mômen động cơ lại tăng lên, gia tốc lớn hơn và sau đó gia tốc lại giảm dần khi tốc độ tăng. Tiếp theo quá trình lại xảy ra tương tự như vậy: sau khi đóng tiếp điểm 2G mômen động cơ giảm và tiếp điểm 3G đóng lại thì động cơ chuyển sang làm việc trên đặc tính cơ tự nhiên.

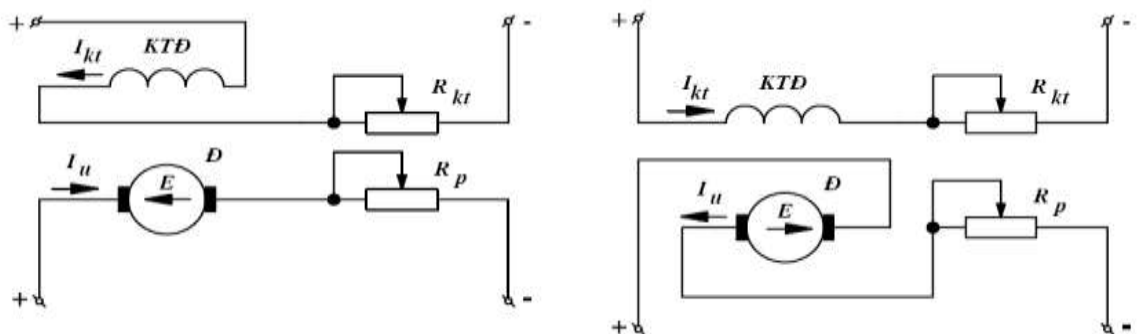


Hình 1-11. Sơ đồ khởi động và đặc tính cơ lúc khởi động của động cơ điện 1 chiều kích từ độc lập với 3 cấp điện trở

d. Đảo chiều quay động cơ

Chiều từ lực tác dụng vào dòng điện được xác định theo quy tắc bàn tay trái. Khi đảo chiều từ thông hay đảo chiều dòng điện thì từ lực có chiều ngược lại. Vậy muốn đảo chiều quay của động cơ điện một chiều ta có thể thực hiện một trong hai cách:

- Hoặc đảo chiều từ thông (bằng cách đảo chiều dòng điện kích từ).
- Hoặc đảo chiều dòng điện phần ứng.



Hình 1-12. Sơ đồ nối dây động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi đảo chiều từ thông hoặc khi đảo chiều dòng điện phần ứng.

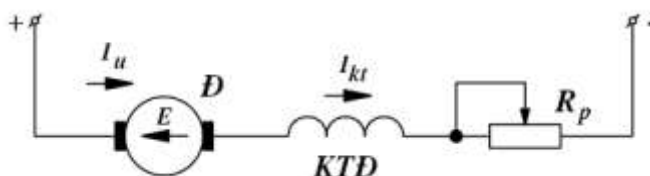
Đường đặc tính cơ của động cơ khi quay thuận và quay ngược là đối xứng nhau qua gốc tọa độ.

Phương pháp đảo chiều từ thông thực hiện nhẹ nhàng vì mạch từ thông có công suất nhỏ hơn mạch phản ứng. Tuy vậy, vì cuộn kích từ có số vòng dây lớn, hệ số tự cảm lớn, do đó thời gian đảo chiều tăng lên. Ngoài ra, dùng phương pháp đảo chiều từ thông thì từ thông qua trị số 0 có thể làm tốc độ động cơ tăng quá cao.

1.3.2. Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp

a. Phương trình đặc tính cơ

Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp có cuộn kích từ mắc nối tiếp với cuộn dây phản ứng như sơ đồ nguyên lý ở hình 1.12.



Hình 1-13. Sơ đồ nguyên lý động cơ điện 1 chiều kích từ nối tiếp.

Với cách mắc nối tiếp, dòng điện kích từ bằng dòng điện phản ứng $I_{kt} = I_r$ nên cuộn dây kích từ nối tiếp có tiết diện dây lớn và số vòng dây ít. Từ thông của động cơ phụ thuộc vào dòng điện phản ứng, tức là phụ thuộc vào tải:

$$\phi = K' \cdot I_r$$

Trong đó K' là hệ số phụ thuộc vào cấu tạo của cuộn dây kích từ. Phương trình trên chỉ đúng khi mạch từ không bão hòa từ và khi dòng điện

$I_r < (0,8,0,9) I_{dm}$. Tiếp tục tăng I_r thì tốc độ tăng từ thông ϕ chậm hơn tốc độ tăng I_r rồi sau đó khi tải lớn ($I_r > I_{dm}$) thì có thể coi $\phi = \text{const}$ vì mạch từ đã bị bão hòa.

Xuất phát từ các phương trình cơ bản của động cơ điện một chiều nói chung:

$$U_r = E_r + (R_r + R_{rt}) \cdot I_r$$

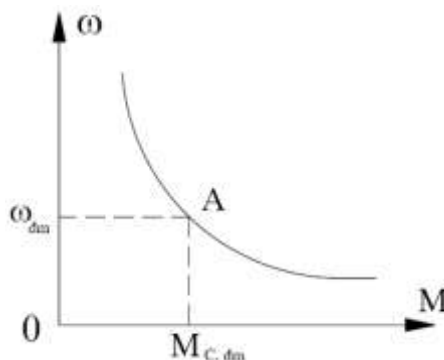
$$E_r = K \cdot \phi \cdot \omega$$

$$M = K \cdot \phi \cdot I_r = K \cdot K' \cdot I_r^2 \quad (1-16)$$

Ta có thể tìm được phương trình đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp:

$$\omega = \frac{U}{\sqrt{K.K'} \cdot \sqrt{M}} - \frac{R_{\Sigma}}{K.K'} \quad (1-17)$$

Đồ thị đường đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp là một đường hyperbol.



Hình 1-14. Đặc tính cơ của động cơ điện 1 chiều kích từ độc lập.

Thực tế, động cơ thường được thiết kế để làm việc với mạch từ bão hòa ở vùng tải định mức. Do vậy, khi tải nhỏ đặc tính cơ có dạng đường hyperbol bậc 2 và mềm, còn khi tải lớn (trên định mức) đặc tính có dạng gần thẳng và cứng hơn vì mạch từ đã bão hòa ($\phi = \text{const}$). Khi $M_C = 0$ ($I_r = 0$), theo phương trình đặc tính cơ (1.13) thì trị số ω sẽ vô cùng lớn. Thực tế do có lực ma sát ở cổ trục động cơ và mạch từ khi $I_{kt} = 0$ vẫn còn có từ dư ($\phi_{dr} \neq 0$) nên khi không tải $M_C \approx 0$, tốc độ động cơ lúc đó sẽ là.

$$\omega_0 = \frac{U}{K\phi_d} \quad (1-18)$$

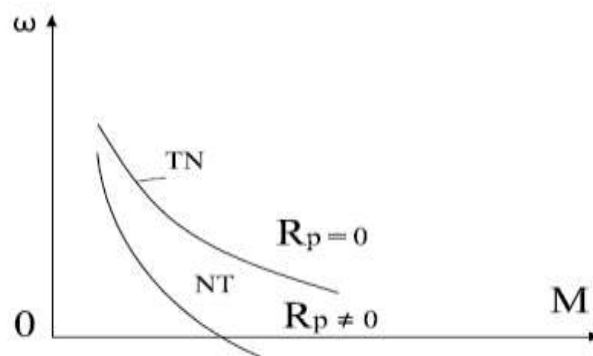
Tốc độ này không phải lớn vô cùng nhưng do từ dư ϕ_{dr} nhỏ nên ω_0 cũng lớn hơn nhiều so với trị số định mức (5 ÷ 6) ω_{dm} và có thể gây hại và nguy hiểm cho hệ TĐĐ. Vì vậy không được để động cơ một chiều kích từ nối tiếp làm việc ở chế độ không tải hoặc rơi vào tình trạng không tải. Không dùng động cơ một chiều kích từ nối tiếp với các bộ truyền đai hoặc ly hợp ma sát... Thông thường, tải tối thiểu của động cơ là khoảng (10 ÷ 20)% định mức. Chỉ

những động cơ công suất rất nhỏ (vài chục Watt) mới có thể cho phép chạy không tải.

b. Ảnh hưởng của các thông số điện đối với đặc tính cơ

Ở động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp, dòng điện phần ứng cũng là dòng điện kích từ nên khả năng tải của động cơ hầu như không bị ảnh hưởng bởi điện áp.

Phương trình đặc tính cơ $\omega = f(M)$ (1.13) của động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp cho thấy đặc tính cơ bị ảnh hưởng bởi điện trở mạch động cơ (mạch phần ứng và cũng là mạch kích từ). Đặc tính cơ tự nhiên cao nhất ứng với điện trở phụ $R_{uf} = 0$. Các đặc tính cơ nhân tạo ứng với $R_{uf} \neq 0$. Đặc tính càng thấp khi R_{uf} càng lớn.



Hình 1-15. Ảnh hưởng của điện trở mạch phần ứng tới đặc tính cơ động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp.

Trị số M_{mm} suy từ phương trình đặc tính cơ khi cho $\omega = 0$

$$M_{mm} = K.K' \left(\frac{U}{R} \right)^2 = K.K'.I_{mm}^2 \quad (1-19)$$

Trong đó: $I_{mm} = \frac{U}{R}$

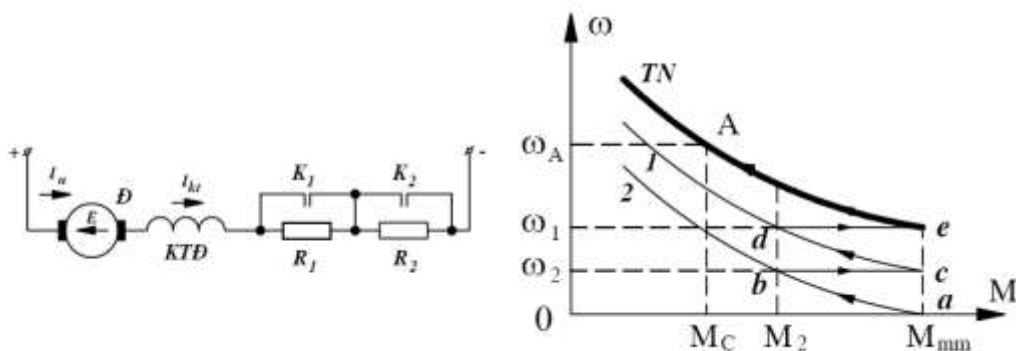
c. Mở máy (khởi động) động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp

Lúc mở máy động cơ, phải đưa thêm điện trở mở máy vào mạch động cơ để hạn chế dòng điện mở máy không được vượt quá giới hạn $2,5 I_{dm}$. Trong quá trình động cơ tăng tốc, phải cắt dần điện trở mở máy và khi kết thúc quá

trình mở máy, động cơ sẽ làm việc trên đường đặc tính cơ tự nhiên không có điện trở mở máy.

Khi động cơ được cấp điện, các tiếp điểm K1 và K2 mở để nối các điện trở R1 và R2 vào mạch động cơ. Dòng điện qua động cơ được hạn chế trong giới hạn cho phép ứng với mômen mở máy: $M_{\text{mm}} = M_1 = (2 \div 2,5) M_{\text{dm}}$

Động cơ bắt đầu tăng tốc theo đặc tính cơ 1 từ điểm a đến điểm b. Cùng với quá trình tăng tốc, mômen động cơ giảm dần. Tới điểm b, tốc độ động cơ là ω_2 và mômen là $M_2 = (1,1 \div 1,3) M_{\text{dm}}$ thì tiếp điểm K2 đóng, cắt điện trở mở máy R2 ra khỏi mạch động cơ. Động cơ chuyển từ đặc tính cơ 2 sang làm việc tại điểm c trên đặc tính cơ 1. Thời gian chuyển đặc tính vô cùng ngắn nên tốc độ động cơ coi như giữ nguyên. Đoạn bc song song với trục hoành OM. Lúc này mômen động cơ lại tăng từ M_2 lên M_1 , động cơ tiếp tục tăng tốc nhanh theo đặc tính cơ 1. Khi mômen động cơ giảm xuống còn M_2 (ứng với tốc độ ω_1) thì điện trở mở máy R1 còn lại được cắt nốt ra khỏi mạch động cơ nhờ đóng tiếp điểm K1. Động cơ chuyển sang làm việc tại điểm e trên đặc tính cơ tự nhiên và lại tăng tốc theo đặc tính này tới làm việc tại điểm A. Tại đây, mômen động cơ MĐ cân bằng với mômen cản M_C nên động cơ sẽ quay với tốc độ ổn định ω_A .



Hình 1-16. Sơ đồ mở máy động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp qua 2 cấp điện trở phụ.

CH- ƠNG 2

CÁC PH- ƠNG PHÁP CƠ BẢN ĐỂ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

2.1 KHÁI NIỆM CHUNG.

Về phương diện điều chỉnh tốc độ, động cơ điện một chiều có nhiều ưu việt hơn so với loại động cơ khác, không những nó có khả năng điều chỉnh tốc độ dễ dàng mà cấu trúc mạch lực, mạch điều khiển đơn giản hơn đồng thời lại đạt chất lượng điều chỉnh cao trong dải điều chỉnh tốc độ rộng.

Thực tế, có hai phương pháp cơ bản để điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều:

- Điều chỉnh điện áp cấp cho phần ứng động cơ,
- Điều chỉnh điện áp cấp cho mạch kích từ động cơ.

Cấu trúc phần lực của hệ truyền động điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều bao giờ cũng cần có bộ biến đổi. Các bộ biến đổi này cấp cho mạch phần ứng động cơ hoặc mạch kích từ động cơ. Cho đến nay, trong công nghiệp sử dụng bốn biến đổi chính:

- Bộ biến đổi máy điện gồm: động cơ sơ cấp kéo máy phát một chiều hoặc máy điện khuếch đại (KĐM).

- Bộ biến đổi điện từ: Khuếch đại từ (KĐT),
- Bộ biến đổi chỉnh lưu bán dẫn: chỉnh lưu Thyristor (CLT),
- Bộ biến đổi xung áp một chiều: tiristo hoặc tranzito (BBĐXA).

Tương ứng với việc sử dụng các bộ biến đổi mà ta có các hệ truyền động như:

- Hệ truyền động máy phát - động cơ (F - D),
- Hệ truyền động máy điện khuếch đại - động cơ (MĐKĐ - Đ),
- Hệ truyền động khuếch đại từ - động cơ (KĐT - Đ),
- Hệ truyền động chỉnh lưu Thyristor - động cơ (T - Đ),

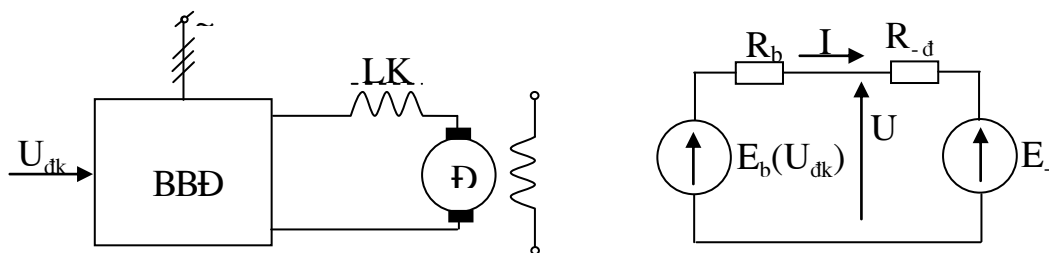
- Hệ truyền động xung áp - động cơ (XA - Đ).

Theo cấu trúc mạch điều khiển các hệ truyền động, điều chỉnh tốc độ động cơ một chiều có loại điều khiển theo mạch kín (ta có hệ truyền động điều chỉnh tự động) và loại điều khiển mạch hở (hệ truyền động điều khiển “hở”). Hệ điều chỉnh tự động truyền động điện có cấu trúc phức tạp, nhưng có chất lượng điều chỉnh cao và dải điều chỉnh rộng hơn so với hệ truyền động “hở”.

Ngoài ra, các hệ truyền động điều chỉnh tốc độ động cơ một chiều còn được phân loại theo truyền động có đảo chiều quay và không đảo chiều quay. Đồng thời tùy thuộc vào các phương pháp hãm, đảo chiều mà ta có truyền động làm việc ở một góc phần tư, hai góc phần tư, và bốn góc phần tư.

2.2. PH- ƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP CẤP CHO ĐỘNG CƠ.

Để điều chỉnh điện áp phần ứng động cơ một chiều cần có thiết bị nguồn như máy phát điện một chiều kích từ độc lập, các bộ chỉnh lưu điều khiển... Các thiết bị nguồn này có chức năng biến năng lượng điện xoay chiều thành một chiều có sức điện động E_b điều chỉnh nhờ tín hiệu điều khiển $U_{đk}$. Vì nguồn có công suất hữu hạn so với động cơ nên các bộ biến đổi này có điện trở trong R_b và điện cảm L_b khác không.



Hình 2-1. Sơ đồ và sơ đồ thay thế ở chế độ xác lập

Ở chế độ xác lập có thể viết được phương trình đặc tính của hệ thống như sau:

$$E_b - E_r = I_r \cdot (R_b + R_{rd})$$

$$\omega = \frac{E_b}{K \cdot \Phi_{Đm}} - \frac{R_b + R_{-Đ}}{K \cdot \Phi_{Đm}} \cdot I \quad (2 - 1)$$

$$\omega = \omega_o \cdot U_{dk} - \frac{M}{|\beta|}$$

Vì từ thông của động cơ được giữ không đổi nên độ cứng đặc tính cơ cũng không đổi, còn tốc độ không tải lý tưởng thì tùy thuộc vào giá trị điện áp điều khiển U_{dk} của hệ thống, do đó có thể nói phương pháp điều chỉnh này là triệt để.

Để xác định giải điều chỉnh tốc độ ta để ý rằng tốc độ lớn nhất của hệ thống bị chặn bởi đặc tính cơ cơ bản, là đặc tính ứng với điện áp phần ứng định mức và từ thông cũng được giữ ở giá trị định mức. Tốc độ nhỏ nhất của dải điều chỉnh bị giới hạn bởi yêu cầu về sai số tốc độ và về mômen khởi động. Khi mômen tải là định mức thì các giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của tốc độ là:

$$\omega_{max} = \omega_{o max} - \frac{M_{dm}}{|\beta|} \quad (2-2)$$

$$\omega_{min} = \omega_{o min} - \frac{M_{dm}}{|\beta|}$$

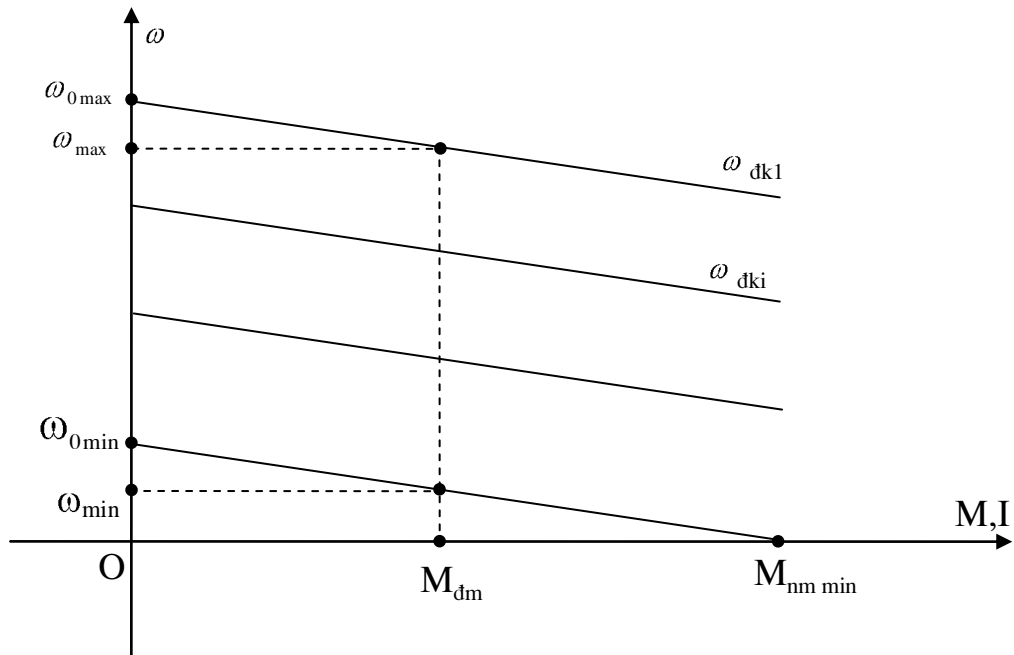
Để thoả mãn khả năng quá tải thì đặc tính thấp nhất của dải điều chỉnh phải có mômen ngắn mạch là:

$$M_{nm min} = M_{c max} = K_M \cdot M_{dm}$$

Trong đó K_M là hệ số quá tải về mômen. Vì họ đặc tính cơ là các đường thẳng song song nhau, nên theo định nghĩa về độ cứng đặc tính cơ có thể viết

$$\omega_{min} = M_{nm min} - M_{dm} \frac{-1}{|\beta|} = \frac{M_{dm}}{|\beta|} (K_M - 1)$$

$$D = \frac{\omega_{o max} - \frac{M_{dm}}{|\beta|}}{K_M - 1 - \frac{M_{dm}}{|\beta|}} = \frac{\omega_{o max} \cdot |\beta| - 1}{K_M - 1} \quad (2-3)$$



Hình 2-2. Xác định phạm vi điều chỉnh

Với một cơ cấu máy cụ thể thì các giá trị $\omega_{0\max}$, M_{dm} , K_M là xác định, vì vậy phạm vi điều chỉnh D phụ thuộc tuyến tính vào giá trị của độ cứng β . Khi điều chỉnh điện áp phản ứng động cơ bằng các thiết bị nguồn điều chỉnh thì điện trở tổng mạch phản ứng gấp khoảng hai lần điện trở phản ứng động cơ. Do đó, có thể tính sơ bộ được:

$$\omega_{o\max} \cdot |\beta| \frac{1}{M_{dm}} \leq 10$$

Vì thế, tải có đặc tính mômen không đổi thì giá trị phạm vi điều chỉnh tốc độ cứng không vượt quá 10. Đối với các máy có yêu cầu cao về dải điều chỉnh và độ chính xác duy trì tốc độ làm việc thì việc sử dụng các hệ thống “hở” như trên là không thoả mãn được.

Trong phạm vi phụ tải cho phép có thể coi đặc tính cơ tĩnh của hệ truyền động một chiều kích từ độc lập là tuyến tính. Khi điều chỉnh điện áp phản ứng thì độ cứng có đặc tính cơ trong toàn dải là như nhau, do đó độ sụt tốc tương đối sẽ đạt giá trị lớn nhất tại đặc tính thấp nhất của dải điều chỉnh. Hay nói cách khác, nếu tại đặc tính cơ thấp nhất của dải điều chỉnh mà sai số tốc độ

không vượt quá giá trị sai số cho phép, thì hệ truyền động sẽ làm việc với sai số luôn nhỏ hơn sai số cho phép trong toàn bộ dải điều chỉnh. Sai số tương đối của tốc độ ở đặc tính cơ thấp nhất là:

$$s = \frac{\omega_{o\min} - \omega_{\min}}{\omega_{o\min}} = \frac{\Delta\omega}{\omega_{o\min}}$$

$$s = \frac{M_{dm}}{|\beta| \cdot \omega_{o\min}} \leq s_{cp} \quad (2 - 4)$$

Vì các giá trị M_{dm} , $\omega_{o\min}$, s_{cp} là xác định nên có thể tính được giá trị tối thiểu của độ cứng đặc tính cơ sao cho sai số không vượt quá giá trị cho phép. Để làm việc này, trong đa số các trường hợp cần xây dựng các hệ truyền động điện kiểu vòng kín.

Trong suốt quá trình điều chỉnh điện áp phần ứng thì từ thông kích từ được giữ nguyên, do đó mômen tải cho phép của hệ sẽ là không đổi:

$$M_{c.cp} = K\Phi_{dm} \cdot I_{dm} = M_{dm}$$

Phạm vi điều chỉnh tốc độ và mômen nằm trong hình chữ nhật bao bởi các đường thẳng $\omega = \omega_{dm}$, $M = M_{dm}$ và các trục tọa độ. Tổn hao năng lượng chính là tổn hao trong mạch phần ứng nếu bỏ qua các tổn hao không đổi trong hệ.

$$E_b = E_u + I_u (R_b + R_{ud})$$

$$I_u \cdot E_b = I_u \cdot E_u + I_u^2 (R_b + R_{ud})$$

Nếu đặt $R_u + R_{ud} = R$ thì hiệu suất biến đổi năng lượng của hệ sẽ là:

$$\eta_u = \frac{I_u E_u}{I_u E_u + I_u^2 R} = \frac{\omega}{\omega + \frac{MR}{K\Phi_{dm}^2}}$$

$$\eta_u = \frac{\omega^*}{\omega^* + M^* R^*}$$

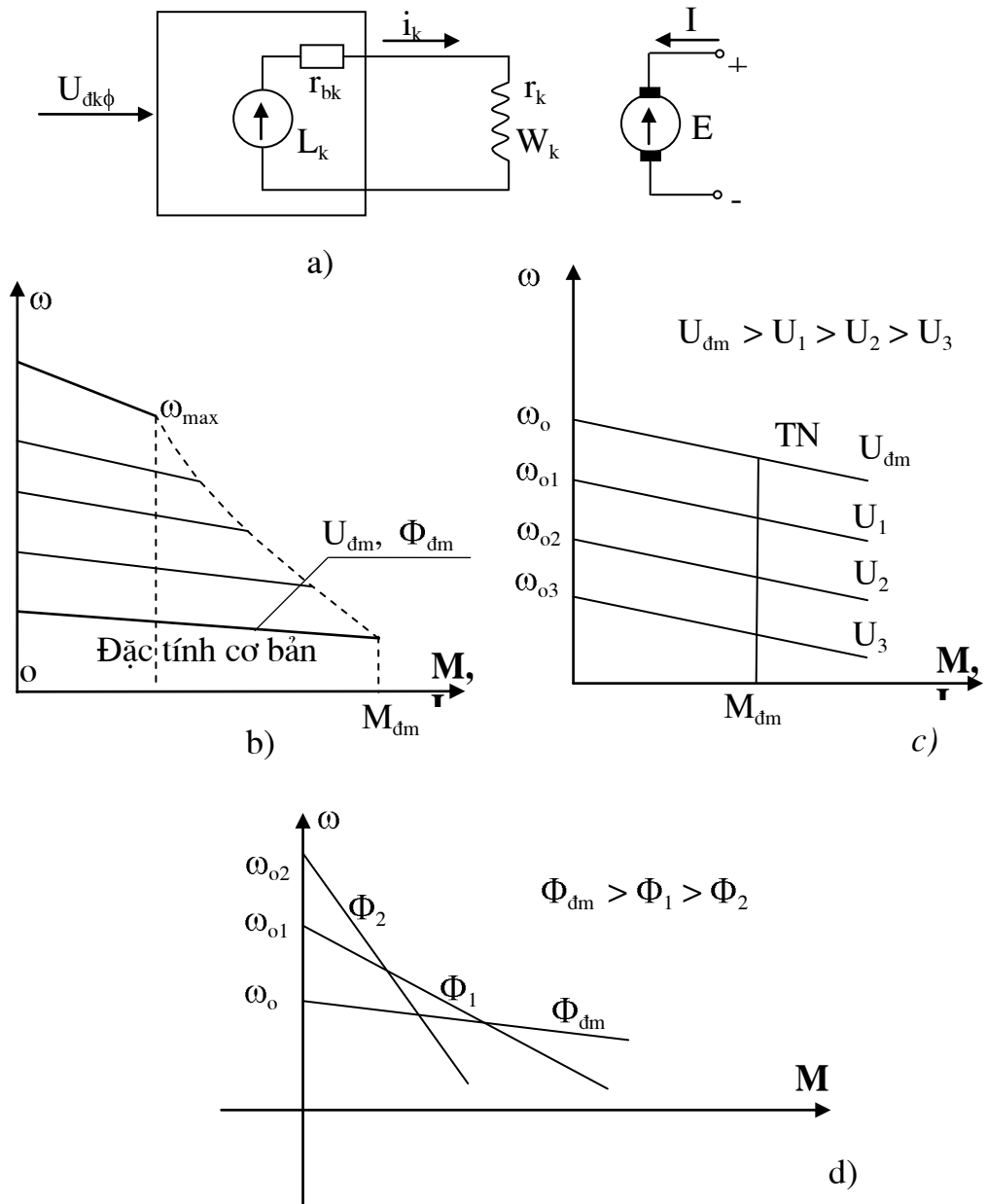
Khi làm việc ở chế độ xác lập ta có mômen do động cơ sinh ra đúng bằng mômen tải trên trục: $M^* = M_c^*$ và gần đúng coi đặc tính cơ của phụ tải là $M_c = (\omega^*)^x$ thì:

$$\eta_u = \frac{\omega^*}{\omega^* + R^* \cdot \Phi^{*x-1}} \quad (2-5)$$

Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp phần ứng là rất thích hợp trong trường hợp mômen tải là hằng số trong toàn dải điều chỉnh. Cũng thấy rằng không nên nối thêm điện trở phụ vào mạch phần ứng, vì như vậy sẽ làm giảm đáng kể hiệu suất của hệ.

2.3. PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP CẤP CHO MẠCH KÍCH TỪ ĐỘNG CƠ.

Điều chỉnh từ thông kích thích của dòng điện một chiều là điều chỉnh mômen điện từ của động cơ $M = K\Phi \cdot I_U$ và sức điện động quay của động cơ $E_U = K\Phi \cdot \omega$. Mạch kích từ của động cơ là mạch phi tuyến, vì vậy hệ điều chỉnh từ thông cũng là hệ phi tuyến:



Hình 2- 3. Sơ đồ thay thế: a) Đặc tính điều chỉnh khi điều chỉnh từ thông động cơ, (b) Quan hệ $\varphi(i_{ht})$, c) Giảm điện áp, d) Giảm từ thông

$$i_k = \frac{e_k}{r_b + r_k} + \omega_k \frac{d\Phi}{dt} \quad (2 - 6)$$

Trong đó r_k - điện trở dây quấn kích thích,
 r_b - điện trở của nguồn điện áp kích thích,
 ω_k - số vòng dây của dây quấn kích thích.

Trong chế độ xác lập ta có quan hệ:

$$i_k = \frac{e_k}{r_b + r_k} ; \quad \Phi = f(i_k)$$

Thường khi điều chỉnh thì điện áp phản ứng được giữ nguyên bằng giá trị định mức, do đó đặc tính cơ thấp nhất trong vùng điều chỉnh từ thông chính là đặc tính có điện áp phản ứng định mức và được gọi là đặc tính cơ bản (đôi khi chính là đặc tính tự nhiên của động cơ). Tốc độ lớn nhất của dải điều chỉnh từ thông bị hạn chế bởi khả năng chuyển mạch của cổ góp điện. Khi giảm từ thông để tăng tốc độ quay của động cơ thì đồng thời điều kiện chuyển mạch của cổ góp cũng bị xấu đi, vì vậy để đảm bảo điều kiện chuyển mạch bình thường thì cần phải giảm dòng điện phản ứng cho phép, kết quả là mômen cho phép trên trục động cơ giảm rất nhanh. Ngay cả khi giữ nguyên dòng điện phản ứng thì độ cứng đặc tính cơ cũng giảm rất nhanh khi giảm từ

thông kích thích: $\beta_\Phi = \frac{K\Phi^2}{R_u}$ hay $\beta_\Phi^* = (\Phi^*)^2$

Do điều chỉnh tốc độ bằng cách giảm từ thông nên đối với các động cơ mà từ thông định mức nằm ở chỗ tiếp giáp giữa vùng tuyến tính và vùng bão hoà vừa đặc tính từ hoá thì có thể coi việc điều chỉnh là tuyến tính và bằng hằng số C phụ thuộc vào thông số kết cấu của máy điện.

2.4. HỆ TRUYỀN ĐỘNG MÁY PHÁT - ĐỘNG CƠ MỘT CHIỀU (F-Đ).

2.4.1. Cấu trúc hệ F- Đ và đặc tính cơ bản.

Hệ thống máy phát - động cơ (F - Đ) là hệ truyền động điện mà bộ biến đổi điện là máy phát điện một chiều kích từ độc lập. Máy phát này thường do động cơ sơ cấp không đồng bộ ba pha ĐK quay và coi tốc độ quay của máy phát là không đổi.

Tính chất của máy phát điện được xác định bởi hai đặc tính: đặc tính từ hoá là sự phụ thuộc giữa sức điện động máy phát vào dòng điện kích từ và đặc tính tải là sự phụ thuộc của điện áp trên hai cực của máy phát vào dòng

điện tải. Các đặc tính này nói chung là phi tuyến do tính chất của lõi sắt, do các phản ứng của dòng điện phần ứng... Trong tính toán gần đúng có thể tuyến tính hoá các đặc tính này :

$$E_F = K_F \Phi_F \cdot \omega_F = K_F \cdot \omega_F \cdot C \cdot i_{KF}, \quad (2-7)$$

Trong đó K_F : là hệ số kết cấu của máy phát,

$C = \Delta\Phi_F / \Delta i_{KF}$ là hệ số góc của đặc tính từ hoá.

Nếu dây quấn kích thích của máy phát được cấp bởi nguồn áp lý tưởng U_{KF} thì:

$$I_{KF} = U_{KF} / r_{KF}$$

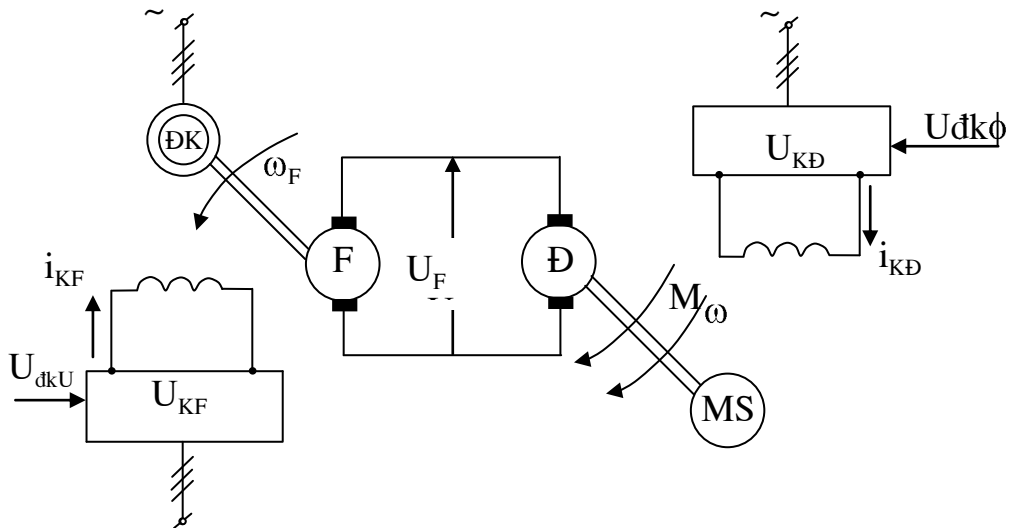
Sức điện động của máy phát trong trường hợp này sẽ tỷ lệ với điện áp kích thích bởi hệ số hằng K_F , như vậy có thể coi gần đúng máy phát điện một chiều kích từ độc lập là một bộ khuếch đại tuyến tính:

$$E_F = K_F \cdot U_{KF} \quad (2-8)$$

Nếu đặt $R = R_{uF} + R_{uĐ}$ thì có thể viết được phương trình các đặc tính của hệ F - Đ như sau:

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{K_F}{K\Phi} \cdot U_{KF} - \frac{RI}{K\Phi} \\ \omega &= \frac{K_F}{K\Phi} U_{KF} - \frac{R}{K\Phi} M \\ \omega &= \omega_o \cdot U_{KF}, U_{KD} - \frac{M}{\beta U_{KD}} \end{aligned} \quad (2-9)$$

Các biểu thức trên chứng tỏ rằng, khi điều chỉnh dòng điện kích thích của máy phát thì điều chỉnh được tốc độ không tải của hệ thống còn độ cứng đặc tính cơ thì giữ nguyên. Cũng có thể điều chỉnh kích từ của động cơ để có dải điều chỉnh tốc độ rộng hơn.



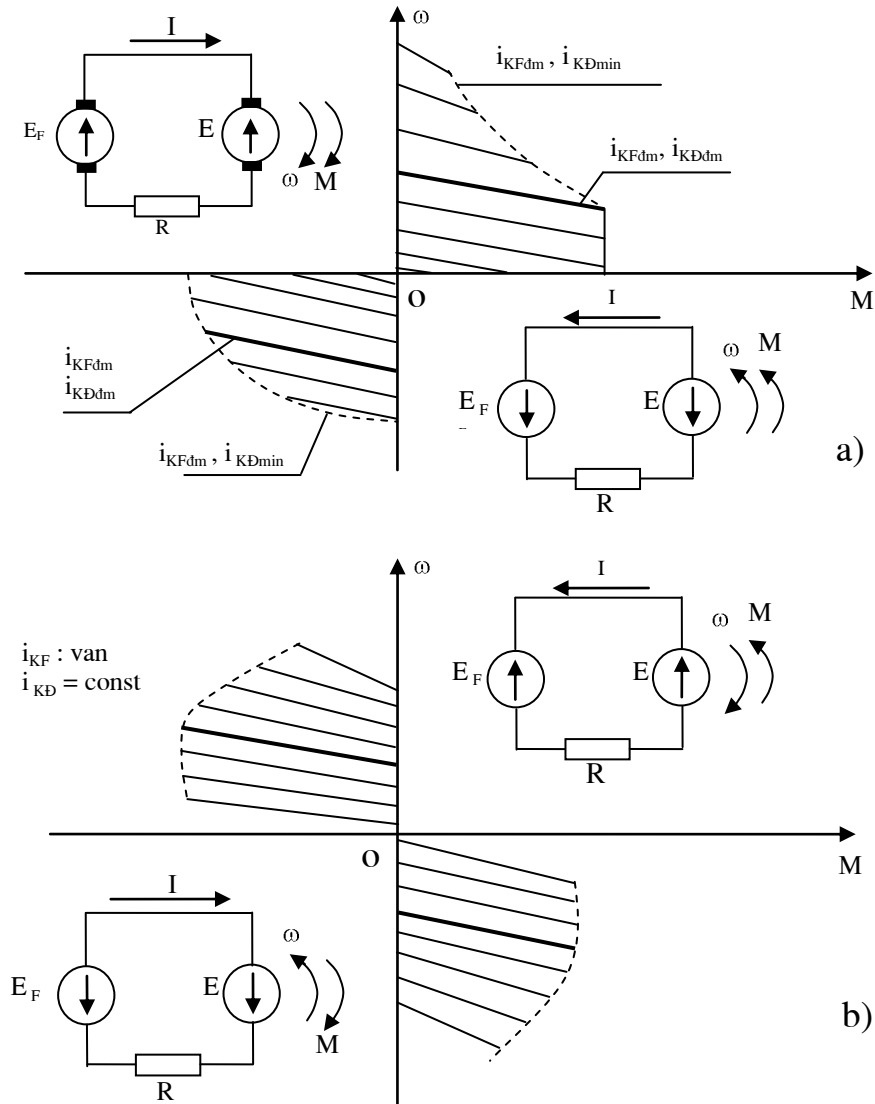
Hình 2-4. Sơ đồ nguyên lý máy phát động cơ

2.4.2. Các chế độ làm việc của hệ F – Đ.

Trong mạch lực của hệ F - Đ không có phần tử phi tuyến nào nên hệ có những đặc tính động rất tốt, rất linh hoạt khi chuyển các trạng thái làm việc. Với sơ đồ cơ bản như (hình 2 – 5) động cơ chấp hành Đ có thể làm việc ở chế độ điều chỉnh được cả hai phía: kích thích máy phát F và kích thích động cơ Đ, đảo chiều quay bằng cách đảo chiều dòng kích thích máy phát, hãm động năng khi dòng kích thích máy phát bằng không, hãm tái sinh khi giảm tốc độ hoặc khi đảo chiều dòng kích từ, hãm ngược ở cuối giai đoạn hãm tái sinh khi đảo chiều hoặc khi làm việc ổn định với mômen tải có tính chất thế năng ... Hệ F - Đ có đặc tính cơ điện cả bốn góc phần tư của mặt phẳng tọa độ $[\omega, M]$.

Ở góc phần tư thứ I và thứ III, tốc độ quay và mômen quay của động cơ luôn cùng chiều nhau, sức điện động máy phát và động cơ có chiều xung đối nhau và $|E_F| > |E|$, $|\omega_c| > |\omega|$. Công suất điện từ của máy phát và động cơ là:

$$\begin{aligned}
 P_F &= E_F \cdot I > 0 \\
 P_D &= E \cdot I < 0 \\
 P_{cơ} &= M \cdot \omega > 0
 \end{aligned}
 \tag{2-10}$$



Hình 2-5. Đặc tính cơ hệ F-D. a) Trong chế độ động cơ;
b) Trong chế độ hãm tái sinh

Các biểu thức này nói lên rằng năng lượng được vận chuyển thuận chiều từ nguồn \rightarrow máy phát \rightarrow động cơ \rightarrow tải.

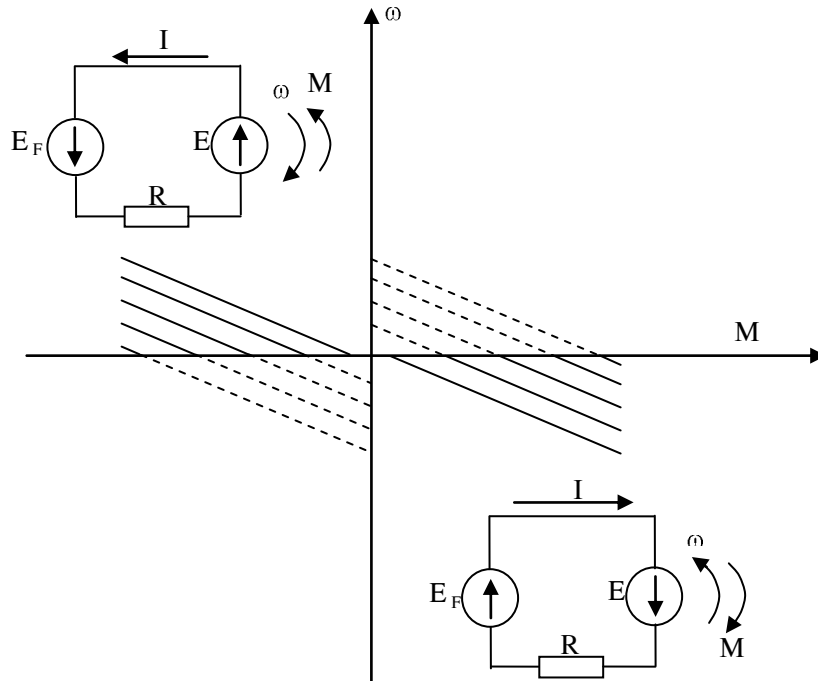
Vùng hãm tái sinh nằm ở góc phần tư thứ II và thứ IV, lúc này do $|\omega| > |\omega_o|$ nên $|E| > |E_F|$, mặc dù E, E_F mắc xung đối nhưng phần ứng lại chảy ngược từ động cơ về máy phát làm cho mômen quay ngược chiều tốc độ quay. Công suất điện từ của máy phát, công suất điện từ và công suất cơ học của động cơ là :

$$P_F = E_F \cdot I < 0$$

$$P_D = E \cdot I > 0$$

$$P_{cơ} = M \cdot \omega < 0$$

$$(2-11)$$



Hình 2 -6. Đặc tính cơ hệ F-Đ trong chế độ hãm

Chỉ do dòng điện đổi chiều mà các bất đẳng thức (2 - 11) trở nên ngược chiều với các bất đẳng thức tương ứng (2 - 10), năng lượng được chuyển vận theo chiều từ tải → động cơ → máy phát → nguồn, máy phát F và động cơ Đ đổi chức năng cho nhau. Hãm tái sinh trong hệ F - Đ được khai thác triệt để khi giảm tốc độ, khi hãm để đảo chiều quay và khi làm việc ổn định với tải có tính chất thế năng.

Vùng hãm ngược của động cơ trong hệ F - Đ được giới hạn bởi đặc tính hãm động năng và trục mômen. Sức điện động E của động cơ trở nên cùng chiều sđđ máy phát hoặc do rôto bị kéo quay ngược bởi ngoại lực của tải thế năng, hoặc do chính sđđ máy phát đảo dấu. Biểu thức tính công suất sẽ là:

$$P_F = E_F \cdot I > 0$$

$$P_D = E \cdot I > 0$$

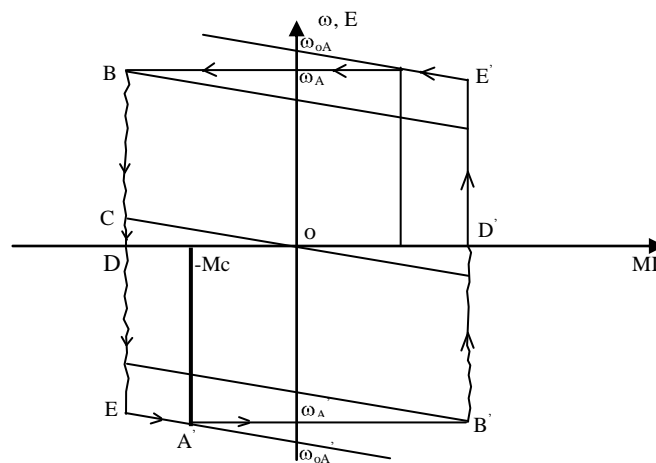
$$P_{cơ} = M \cdot \omega < 0$$

Hai nguồn sđđ E và E_F cùng chiều và cùng cung cấp cho điện trở mạch phản ứng tạo thành nhiệt năng tiêu tán trên đó.

Để có hình ảnh mô tả tất cả các trạng thái làm việc của hệ F - Đ, xét một ví dụ phụ tải có mômen ma sát, tức là khi chiều chuyển động đảo dấu thì mômen cũng đảo dấu (hình 2-8). Trong quá trình xét ta bỏ qua quá trình quá độ điện từ của mạch. Giả thiết hệ đang làm việc tại điểm A có $M_A = M_C$, $E_F = E_{FA}$ và $\omega = \omega_A$. Khi cho lệnh hãm đảo chiều thì giảm nhanh E_F , điểm làm việc chuyển sang điểm B, từ B, nếu giữ tốc độ giảm E_F thích hợp với quán tính của hệ thì có thể giữ cho mômen điện từ của động cơ là hằng số, do đó tốc độ sẽ giảm tuyến tính theo thời gian. Tại điểm C kết thúc quá trình hãm tái sinh, với năng lượng tái sinh là:

$$\Delta\omega_{ts} = \int_{t_0}^{t_c} M \cdot \omega \cdot dt.$$

Đoạn CD là đoạn hãm ngược vì E_F đã đổi dấu mà $E = K\Phi \cdot \omega$ chưa đổi dấu. Tại D tốc độ động cơ bằng không nhưng do vẫn tồn tại mômen hãm nên động cơ được khởi động ngược lại. Đoạn DA của quá trình động cơ có tốc độ và mômen cùng chiều, trong đó ở đoạn EA mômen động cơ giảm dần, tốc độ biến thiên theo luật hàm mũ.



Hình 2-7. Chuyển đổi trạng thái của hệ thống

2.4.3. Đặc điểm của hệ F- Đ.

Các chỉ tiêu chất lượng của hệ F - Đ về cơ bản tương tự các chỉ tiêu của hệ điều áp dụng bộ biến đổi nói chung. Ưu điểm nổi bật của hệ F - Đ là sự chuyển đổi trạng thái làm việc rất linh hoạt, khả năng quá tải lớn. Do vậy, thường sử dụng hệ truyền động F - Đ ở các máy khai thác trong công nghiệp mỏ.

Nhược điểm quan trọng nhất của hệ F - Đ là dùng nhiều máy điện quay, trong đó ít nhất là hai máy điện một chiều, gây ồn lớn, công suất lắp đặt máy ít nhất gấp ba lần công suất động cơ chấp hành. Ngoài ra, do các máy phát một chiều có từ dư, đặc tính từ hoá có trễ nên khó điều chỉnh sâu tốc độ.

2.5. HỆ THỐNG CHỈNH L- U - ĐỘNG CƠ MỘT CHIỀU.

2.5.1. Chỉnh lưu bán dẫn làm việc với động cơ điện

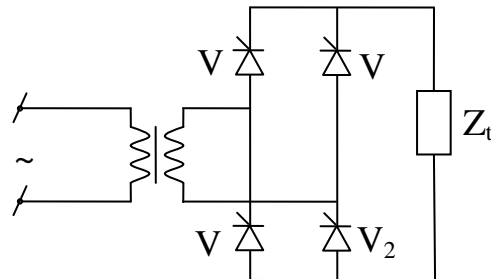
Trong hệ thống truyền động chỉnh lưu điều khiển - động cơ một chiều (CL- Đ), bộ biến đổi điện là các mạch chỉnh lưu điều khiển có sđđ E_d phụ thuộc vào giá trị của pha xung điều khiển (góc điều khiển). Chỉnh lưu có thể dùng làm nguồn điều chỉnh điện áp phản ứng hoặc dòng điện kích thích động cơ. Tùy theo yêu cầu cụ thể của truyền động mà có thể dùng các sơ đồ chỉnh lưu thích hợp, để phân biệt chúng có thể căn cứ vào các dấu hiệu sau đây:

- Số pha: 1 pha, 3 pha, 6 pha v.v...,
 - Sơ đồ nối: hình tia, hình cầu, đối xứng và không đối xứng,
 - Số nhịp: số xung áp đập mạch trong thời gian một chu kỳ điện áp nguồn,
 - Khoảng điều chỉnh: là vị trí của đặc tính ngoài trên mặt phẳng tọa độ $[U_d, I_d]$,
 - Chế độ năng lượng: chỉnh lưu, nghịch lưu phụ thuộc,
 - Tính chất dòng tải: liên tục, gián đoạn.

Chế độ làm việc của chỉnh lưu phụ thuộc vào phương thức điều khiển và vào các tính chất của tải, trong truyền động điện, tải của chỉnh lưu thường là cuộn kích từ (L - R) hoặc là mạch phản ứng động cơ (L - R - E).

- Các bộ chỉnh lưu đảo chiều dùng cho động cơ 1 chiều cần quay theo cả 2 chiều với chế độ làm việc ở cả 4 góc điều chỉnh.

- Tùy theo yêu cầu về chất lượng điều chỉnh mà có thể sử dụng các sơ đồ. Ở đồ án này ta chọn bộ biến đổi là sơ đồ cầu một pha đối xứng.



Hình 2-8. Sơ đồ cầu 1 pha đối xứng

Nguyên lý hoạt động.

Tại thời điểm $t = 0 \rightarrow \alpha$ vì chưa có xung $G_{1,2}$ nên không có van nào mở cả. Khi $t = \alpha \rightarrow \pi$ Có xung $G_{1,2}$ Các van V_1, V_2 mở $U_d = U_2; i_2 = i_{V1} = i_{V2} = i_d$

Tại $t = \pi$ tải thuần trở dòng giảm về 0, điện áp giảm về 0 ($U_d = 0$).

Khi $t = \pi \rightarrow \alpha + \pi$ điện áp đổi chiều nên van V_1, V_2 khoá, vì chưa có xung $G_{3,4}$ nên các van V_3, V_4 vẫn chưa mở.

Đến thời điểm $t = \alpha + \pi \rightarrow 2\pi$ lúc này mới đưa xung $G_{3,4}$ do đó các van V_3, V_4 mở : $U_d = U_2, i_2 = i_{V3} = i_{V4} = i_d$.

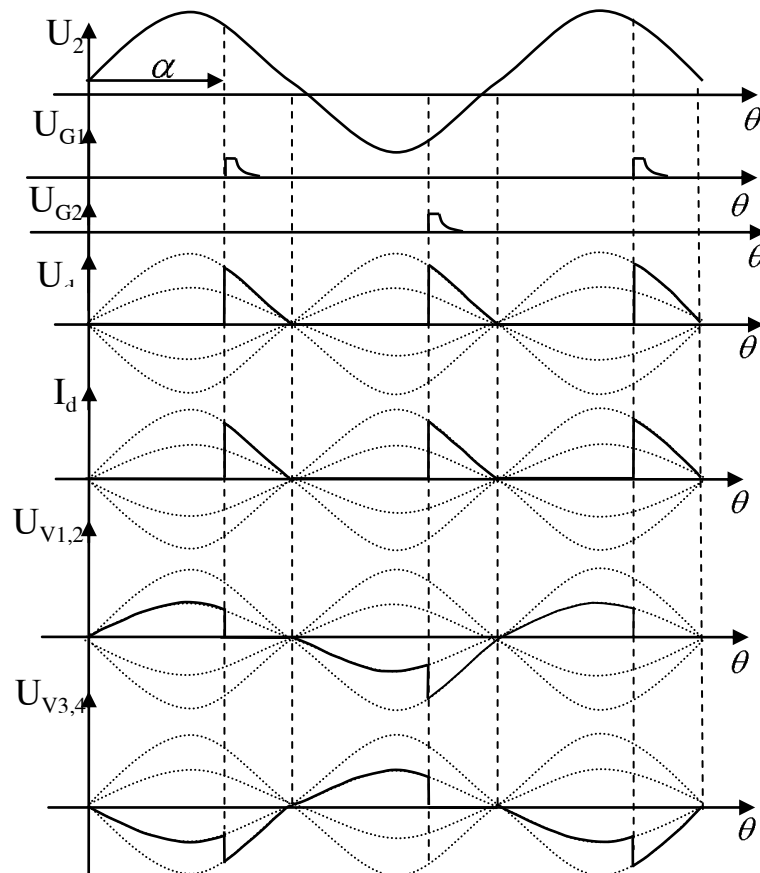
Như vậy, điện áp và dòng điện trên tải là một chiều. Bằng cách thay đổi thời gian mở van ta có thể thay đổi được giá trị trung bình trên tải ta có điện áp đây:

$$U_{d\alpha} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} U_d d\theta = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} U_d d\theta = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2} U_2 \sin\theta d\theta = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 \left(\frac{1 + \cos\alpha}{2} \right) = U_{d0} \left(\frac{1 + \cos\alpha}{2} \right)$$

Công suất tác dụng: $P = U_1 I_1 \cos\alpha$

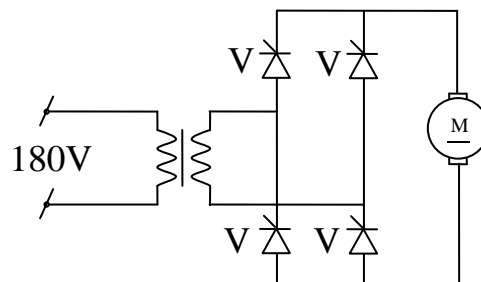
Công suất của máy biến áp: $S = 1,23 \cdot P_d$

Đồ thị điện áp và dòng điện ứng với góc: $\alpha = 120^\circ$



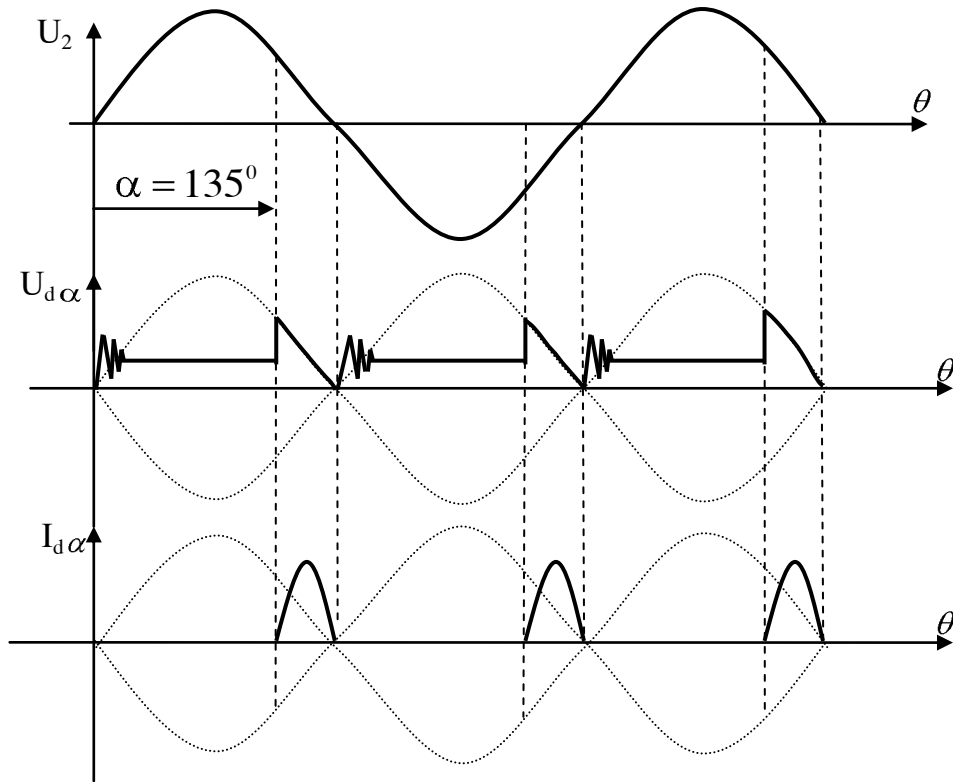
Hình 2 -9. Đồ thị điện áp và dòng điện sau chỉnh l-u cầu 1 pha tải R

2.5.2. Khảo sát đồ thị điện áp và dòng điện tại đầu ra của bộ chỉnh lưu với góc mở α khác nhau và với tải động cơ.



Hình 2 -10. Sơ đồ mạch T-Đ

Dựa trên sơ đồ mạch điện và các đồ thị trên máy hiện sóng. Thuyết minh đồ thị dòng điện và điện áp tại đầu ra của bộ chỉnh lưu cầu một pha điều khiển được động cơ và không nối tải phản hồi:



Hình 2-11. Đặc tính tải dòng gián đoạn

Thuyết minh: nhìn vào sơ đồ ta thấy điện áp tại đầu chỉnh lưu luôn dương vì:

Khi các van V_1, V_2 mở thì có dòng điện qua động cơ một chiều (đã được cấp kích từ) động cơ được khởi động và tốc độ tăng dần.

$$U = E + I_r \cdot R_r$$

Đến thời điểm $t = \pi$ điện áp đổi chiều các van V_1, V_2 khoá và V_3, V_4 chưa mở lúc này $I = 0$. Nhưng động cơ đang quay lúc này động cơ ở chế độ máy phát:

$$U = E$$

Do đó điện áp luôn dương .

Thay đổi góc mở α từ 180° về giá trị nhỏ hơn 90° ta thấy tốc độ động cơ tăng dần.

CH- ƠNG 3

THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU CÓ ỔN ĐỊNH TỐC ĐỘ

3.1. TỔNG HỢP HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN MỘT CHIỀU.

Thiết kế bộ nguồn chỉnh lưu một chiều cấp điện cho động cơ điện một chiều. Chọn thông số cơ bản của động cơ điện một chiều: $U_{udm}=240V$, $P_{dm}= 2,2KV$,

$I_{udm}=10A$, $n_{dm}=1500$ v/p, $U_{kt}=240V$.

3.1.1. Đặt vấn đề.

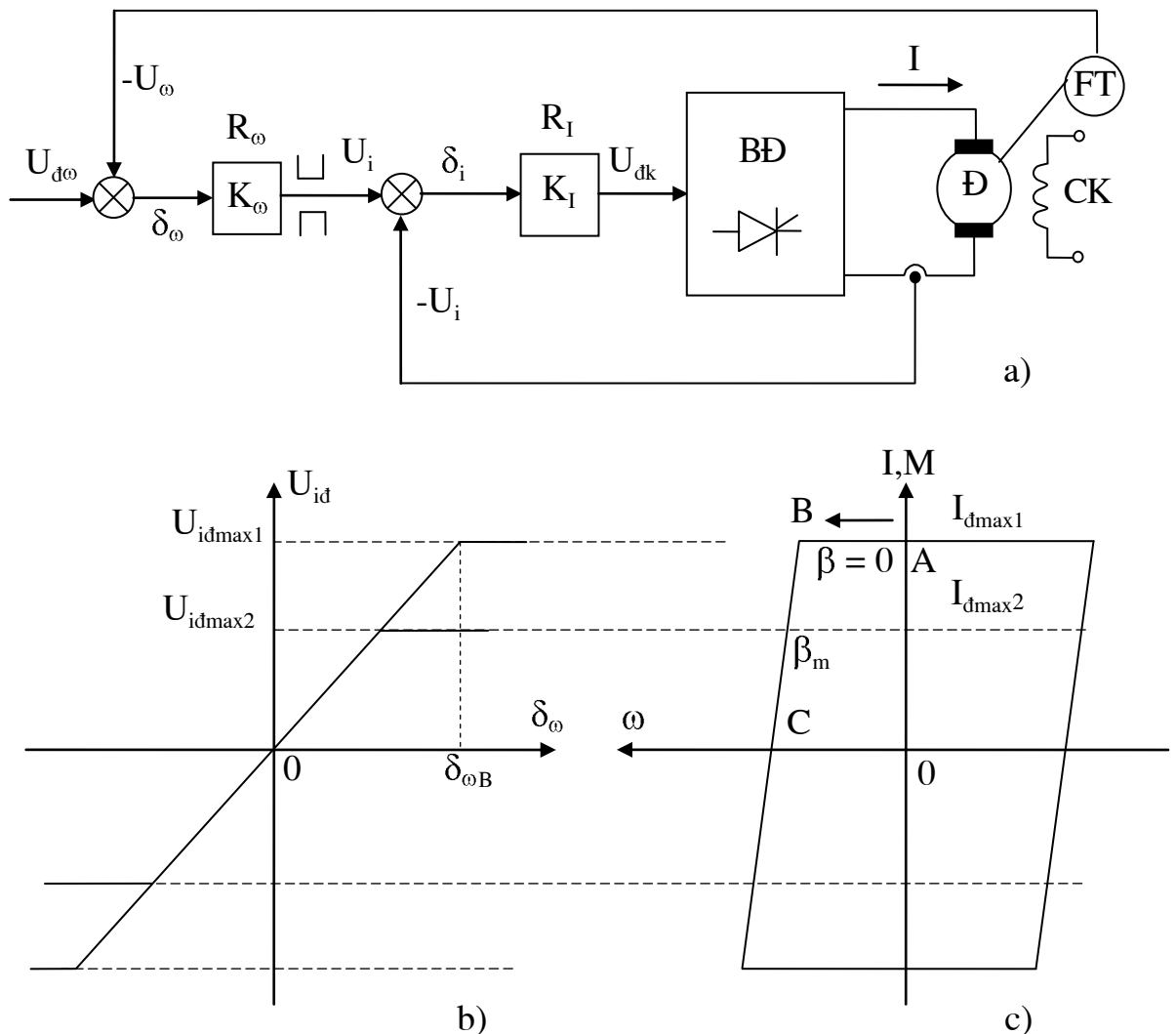
Việc tổng hợp hệ thống gồm có hai nhiệm vụ xác định cấu trúc và xác định tham số của bộ biến đổi.

Trong các hệ truyền động điện hiện đại, các mạch vòng điều chỉnh được nối theo cấp, độc lập tương đối với nhau, việc phân vùng tác dụng giữa ổn định tốc độ và hạn chế dòng điện được thực hiện bằng dạng phi tuyến của dạng điều chỉnh.

Sơ đồ đơn giản nhất gồm hai vòng điều chỉnh: vòng điều chỉnh dòng điện ở trong có bộ điều chỉnh dòng điện R_I , vòng điều chỉnh tốc độ có bộ điều chỉnh tốc độ R_ω , bộ điều chỉnh này có đặc tính khuếch đại, có vùng bão hoà hình (3 - 1, b). Điện áp đầu ra của R_ω là điện áp đặt dòng điện phản ứng U_{id} , giá trị bão hoà u_{idmax} chính là giá trị đạt cực đại của dòng điện phản ứng. Bộ điều chỉnh dòng điện R_I trong mạch vòng có nhiệm vụ duy trì dòng điện phản ứng luôn bằng giá trị đặt (U_{id}), bất kể hệ thống đang làm việc ổn định hay đang trong quá trình quá độ. Như vậy, mạch vòng điện được điều khiển bởi tín hiệu U_{id} . Vì dòng điện là đại lượng biến thiên nhanh nên sai lệch δ_i luôn nhỏ, bộ điều chỉnh R_I luôn làm việc ở vùng tuyến tính của đặc tính điều chỉnh.

Khi bắt đầu quá trình thay đổi tốc độ, giả sử xét khi khởi động động cơ. Do có sự thay đổi đột ngột của $U_{\omega d}$ trong khi U_{ω} chưa thay đổi kịp do quán tính cơ học của hệ, nên sai lệch đầu vào $\delta_{\omega} = U_{\omega d} - U_{\omega}$ có giá trị lớn. Điểm làm việc của R_{ω} sẽ ở rất sâu trong vùng bão hòa của đặc tính điều chỉnh, tín hiệu ra của R_{ω} sẽ là $U_{id} = U_{idmax} = \text{const}$, mạch vòng tốc độ bị “ngắt” ra khỏi sơ đồ. Do hoạt động của mạch vòng dòng điện mà dòng điện phản ứng được duy trì ở giá trị $I = I_{dmax}$ tương ứng tín hiệu vào của mạch vòng là U_{idmax} , điểm bắt đầu khởi động là điểm A trên hình 3 - 1,c. động cơ bắt đầu được tăng tốc độ với

$$\text{gia tốc } \frac{d\omega}{dt} = (K \cdot \Phi_{dm} \cdot I_{dmax} - M_c) / J$$



Hình 3 -1. Điều chỉnh dòng điện trong các hệ nhiều vòng: a) Sơ đồ khối; b) Đặc tính điều chỉnh của bộ điều chỉnh tốc độ; c) Đặc tính cơ

Mặc dù sau đó tốc độ động cơ tăng dần lên nhưng dòng điện phản ứng vẫn được duy trì ở giá trị $I = I_{dmax}$ chừng nào mà bộ điều chỉnh tốc độ R_{ω} chưa ra khỏi vùng bão hoà, tức là chưa được “nổi” lại vào sơ đồ. Đoạn đặc tính cơ khi khởi động là đoạn BC, có độ cứng bằng không và dòng điện không đổi. Tại điểm làm việc B tốc độ động cơ $\omega = \omega_B$ sao cho $\delta_{\omega} = \delta_{\omega B}$, điểm làm việc của R_{ω} bắt đầu ra khỏi vùng bão hoà và lọt vào vùng tuyến tính của đặc tính, mạch vòng tốc độ bắt đầu phát huy tác dụng điều chỉnh cùng với mạch vòng dòng điện tạo đoạn đặc tính BC có độ cứng β_m thoả mãn đạt độ chính xác cao.

Quá trình quá độ khi hãm, điều chỉnh tốc độ và khi quá tải lớn cũng xảy ra tương tự như trên.

Về cấu trúc hệ thống, ta chấp nhận cấu trúc hệ điều khiển phân cấp với các bộ điều khiển R_I, R_{ω} theo luật PI số.

Về giá trị các tham số của các bộ điều khiển R_I, R_{ω} có thể xác định nhờ các phương pháp nghiên cứu thông thường: phương pháp môđun tối ưu, hoặc phương pháp môđun đối xứng.

Ta đã biết: bộ điều khiển PI có hai tham số cần xác định. Các tham số này sau khi tổng hợp cần đảm bảo:

- 1) Hệ ổn định.
- 2) Sai số tĩnh bằng không.
- 3) Thời gian quá độ đạt yêu cầu đề ra.
- 4) Độ quá điều chỉnh nằm trong giới hạn cho phép.
- 5) Số lần dao động nhỏ hơn giá trị cho phép.

Các tham số của bộ điều khiển PI ngoài phụ thuộc vào các tham số của hệ thống, còn phụ thuộc thời gian lượng tử T. Để nghiên cứu tổng quát, ta dùng máy tính để tìm một loạt nghiệm theo nhiều giá trị của T:

$$R_I = f(T, K_p, K_w)$$

$$R_w = f(T, K_p, K_I)$$

Và sau đó ta chọn các giá trị tốt nhất.

3.1.2. Lập mô tả toán học của các khâu và phần tử có trong sơ đồ.

a. Chế độ xác lập của động cơ điện một chiều kích từ độc lập.

Khi đặt dây quấn kích từ một điện áp u_k nào đó thì trong dây quấn kích từ sẽ có dòng điện i_k và dòng điện đó mạch từ của máy sẽ có từ thông Φ . Tiếp đó đặt một giá trị điện áp U lên mạch phần ứng thì trong dây quấn phần ứng sẽ có dòng điện I chạy qua. Tương tác giữa dòng điện phần ứng và từ thông kích từ tạo thành mômen điện từ, giá trị của mômen điện từ được tính như sau:

$$M = \frac{p' \cdot N}{2\pi \cdot a} \cdot \Phi I = k\Phi \cdot I$$

Trong đó

p' - số đôi cực của động cơ;

N - số thanh dẫn phần ứng dưới một cực từ;

a - số thanh song song của dây quấn phần ứng;

$k = pN/2\pi a$ - hệ số kết cấu của máy.

Mômen điện từ kéo cho phần ứng quay quanh trục, các dây quấn phần ứng quét qua từ thông và trong các dây quấn này cảm ứng sức điện động (s.đ.đ):

$$E = \frac{p' \cdot N}{2\pi \cdot a} \Phi \cdot \omega = k\Phi \cdot \omega.$$

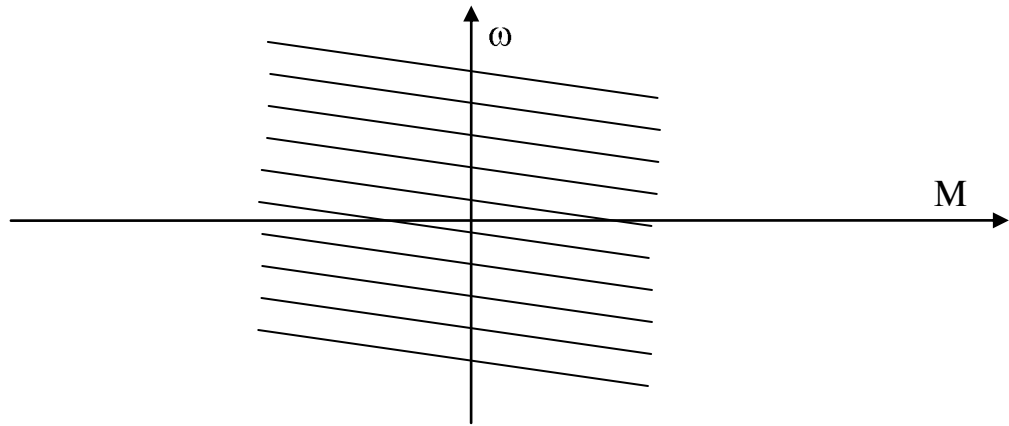
trong đó ω - tốc độ góc của rôto.

Trong chế độ xác lập, có thể tính được tốc độ qua phương trình cân bằng điện áp phần ứng:

$$\omega = \frac{U - R_r \cdot I}{k\Phi}$$

trong đó R_r - điện trở mạch phần ứng của động cơ.

Họ đặc tính cơ $M(\omega)$ của động cơ một chiều khi từ thông không đổi (hình 3 - 2)



Hình 3-2. Đặc tính cơ động cơ điện một chiều

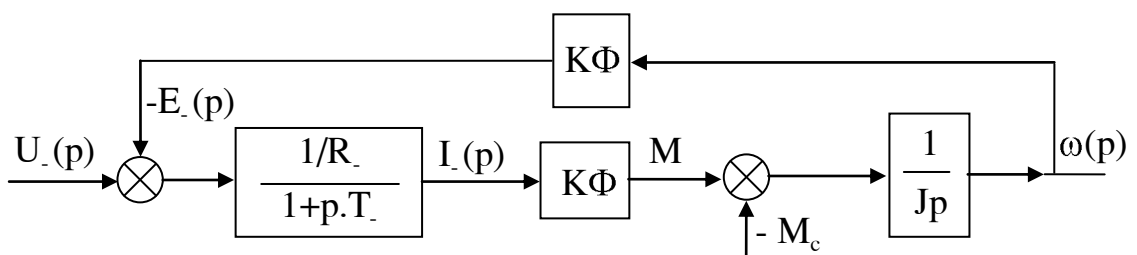
b. Chế độ quá độ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập.

Khi dòng điện kích từ động cơ không đổi, hoặc khi động cơ được kích thích bằng nam châm vĩnh cửu thì từ thông kích từ là hằng số $K\Phi = \text{const}$. Với động cơ điện một chiều, những phương trình cơ bản đã tuyến tính hoá viết dưới dạng ảnh laplace (với điều kiện đầu bài bằng 0) có dạng sau:

$$U_u(p) = R_u \cdot I_u(p) + L_u \cdot p \cdot I_u(p) + K\Phi \cdot \omega(p)$$

$$M(p) + M_c(p) = J \cdot p \cdot \omega(p)$$

$$\Rightarrow I_u(p) = \frac{U_u - K\Phi \cdot \omega}{R_u + L_u \cdot p} \quad \text{Với } T_u = L_u / R_u$$



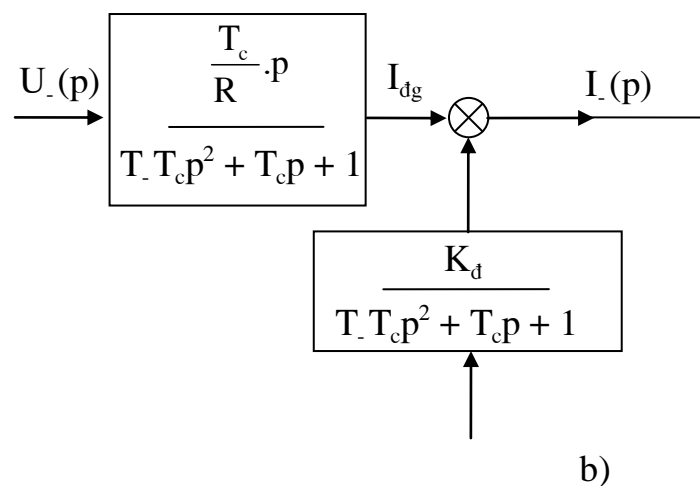
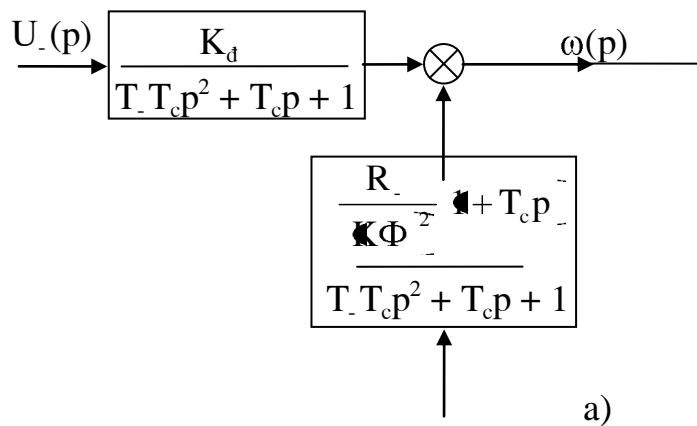
Hình 3-3. Sơ đồ cấu trúc từ thông không đổi

Sơ đồ cấu trúc động cơ khi từ thông không đổi được thể hiện trên (hình 3-3). Bằng phương pháp đại số sơ đồ cấu trúc ta có sơ đồ thu gọn (hình 3-4), trong đó đặt:

$K_d = 1 / K\Phi$ - hệ số khuếch đại động cơ;

T_c = hằng số thời gian cơ học.

$$I_r(p) = \frac{U_r(p) \cdot p \cdot T_c + \frac{M_c}{K\Phi}}{T_r T_c p^2 + T_c p + 1}$$



Hình 3-4. Các sơ đồ cấu trúc thu gọn:
a) Theo tốc độ; b) Theo dòng điện

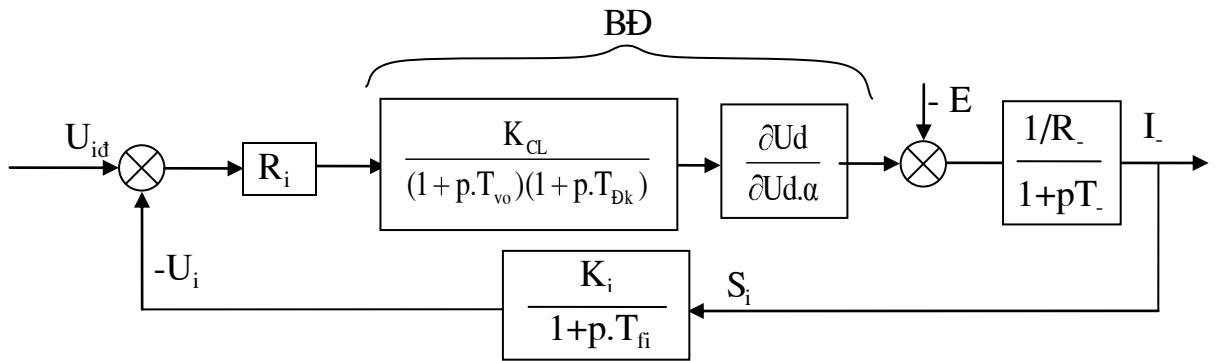
3.1.3. Tổng hợp mạch vòng dòng điện.

a. Khái niệm mạch vòng điều chỉnh dòng điện.

Trong các hệ thống truyền động tự động cũng như các hệ chấp hành thì mạch vòng điều chỉnh dòng điện là mạch vòng cơ bản. Chức năng cơ bản của mạch vòng dòng điện trong các hệ thống truyền động một chiều và xoay chiều là trực tiếp hoặc gián tiếp xác định mô men kéo của động cơ, ngoài ra còn có chức năng bảo vệ, điều chỉnh gia tốc...

b. Tổng hợp mạch vòng dòng điện khi bỏ qua sức điện động và mômen cản M_c động cơ.

Sơ đồ khối của mạch vòng điều chỉnh dòng điện như (hình 3 - 5), trong đó R_i là bộ điều chỉnh dòng điện, BĐ là bộ biến đổi một chiều, S_i là xenxo dòng điện.



Hình 3-5. Sơ đồ khối của mạch vòng dòng điện

Xenxo dòng điện có thể thực hiện bằng các biến dòng ở mạch xoay chiều hoặc bằng điện trở sun hoặc các mạch dòng điện cách ly trong một chiều.

Hàm truyền của mạch vòng dòng điện:

$$F_I(p) = \frac{U_I(p)}{I_u(p)} = \frac{K_i}{1 + T_{fi}p}$$

Hàm truyền của bộ biến đổi Thyristor:

$$F_{BBT}(p) = \frac{U_{d\alpha}(p)}{U_{Dk}(p)} = \frac{K_{BBT}}{1 + T_{BBT}p}$$

trong đó

T_{BBT} - hằng số thời gian của bộ biến đổi Thyristor

T_u - hằng số thời gian của phản ứng

T_i - hằng số thời gian của xenxo dòng điện

R_u - điện trở mạch phản ứng

Trong trường hợp hệ thống truyền động điện có hằng số thời gian cơ học rất lớn hơn hằng số thời gian điện từ của mạch phản ứng thì ta có thể coi sức điện động của động cơ không ảnh hưởng quá trình điều chỉnh của mạch vòng dòng điện (tức là coi $\Delta E = 0$ hoặc $E = 0$).

Hàm truyền của mạch dòng điện (hàm truyền của đối tượng điều chỉnh) là như sau:

$$F_k(p) = \frac{K_{CL} \cdot K_i / R_{\Sigma}}{(1 + p \cdot T_{vo}) (1 + p \cdot T_{Đk}) (p + 1) (T_{fi} + 1)}$$

Trong đó các hằng số thời gian $T_{Đk}$, T_{vo} , T_{fi} là rất nhỏ so với hằng số thời gian điện từ T_{ur} . Đặt $T_s = T_{Đk} + T_{vo} + T_{fi}$ thì có thể viết lại:

$$F_k(p) = \frac{K_{CL} \cdot K_i / R_{\Sigma}}{(1 + T_s p)(1 + T_{ur} p)}$$

Đặt $T_{si} \ll T_{ur}$: áp dụng tiêu chuẩn tối ưu môđun ta tìm được hàm truyền của bộ điều chỉnh dòng điện có dạng khâu PI.

$$R_i(p) = \frac{T_n p + 1}{T_i}$$

$$T_n = T_{ur}; \quad T_i = 2KT_{si}$$

$$\Rightarrow Ri(p) = \frac{T_{ur} + 1}{\frac{K_{CL} \cdot K_i}{R_{\Sigma}} \cdot 2T_{si} \cdot p} = \frac{T_{ur} \cdot R_{\Sigma}}{2K_{CL} \cdot K_i \cdot T_{si}} \left(1 + \frac{1}{T_{ur} p} \right)$$

$$\text{Đặt } K_{Ri} = \frac{T_{ur} \cdot R_{\Sigma}}{2 \cdot K_{CL} \cdot K_i \cdot T_{si}}$$

Từ các thông số động cơ:

$$P_{đm} = 2,2(\text{kW}); \quad U_{đm} = 240(\text{V}); \quad I_{đm} = 10(\text{A}); \quad n_{đm} = 1500 (\text{v/p});$$

Tacó:

$$+ \text{Tốc độ góc: } \omega_{đm} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{n_{đm}}{9,55} = \frac{1500}{9,55} = 157 (\text{rad/s})$$

$$K \cdot \Phi_{đm} = (U_{đm} - R_{ur} \cdot I_{đm}) / \omega_{đm} = (240 - 1,2 \cdot 10) : 157 = 1,45 (\text{Wb})$$

+ Điện trở mạch phản ứng được tính gần đúng như sau: với hiệu suất 90%

$$R_{ur} = 0,5 (1 - \eta) \cdot U_{đm} / I_{đm} = 0,5(1 - 0,9) 240/10 = 1,2 (\Omega)$$

+ L_{ur} điện cảm phản ứng động cơ được tính theo công thức Umanxki-

Lindvil:

$$L_{ur} = \gamma \cdot \frac{U_{đm} \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot p \cdot n_{đm} \cdot I_{đm}} = 0,25 \cdot \frac{240 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot 1500 \cdot 10} = 0,038(\text{H}) = 38 (\text{mH})$$

Hằng số γ chọn bằng 0,25

+ Hằng số thời gian của phần ứng:

$$T_{ur} = L_{ur} / R_{ur} = 38 / 1,2 = 31,67 \text{ (ms)} \approx 0,0316 \text{ (s)}$$

Mômen quán tính của các phần chuyển động quy đổi về trục động cơ:

$$M(p) - M_c(p) = Jp\omega(p)$$

$$\Rightarrow J = (M(p) - M_c(p)) / p\omega(p) \quad \text{trong trường hợp } M_c = 0$$

$$\Rightarrow J p = M(p) / \omega = K\Phi_{dm} / \omega = 1,45 : 157 = 0,0092$$

+ Hằng số thời gian của bộ biến đổi:

$$T_{vo} = \frac{1}{2mf} = \frac{1}{2 \cdot 2 \cdot 50} = 0,005 \text{ (s)}$$

+ Hằng số thời gian của mạch điều khiển chỉnh lưu chọn bằng:

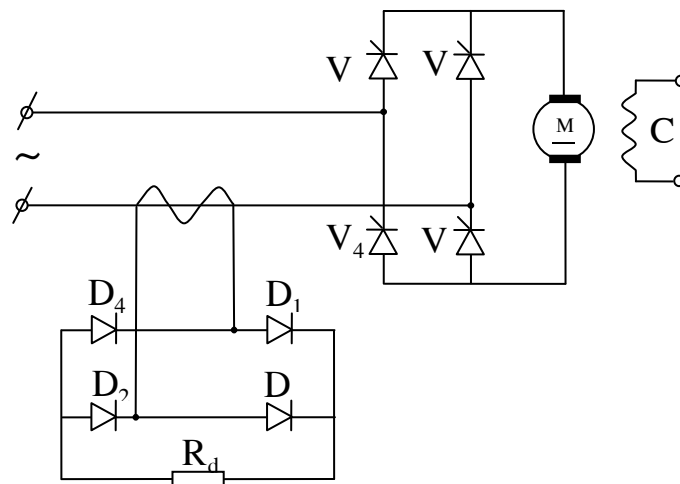
$$T_{dk} = 0,001 \text{ (s)}$$

+ Hệ số biến đổi của mạch chỉnh là:

$$K_{CL} = \frac{\partial U_{d\alpha}}{\partial U_{dk}} = \frac{U_d(p) \cdot \cos \alpha}{U_{dk}}$$

$$K_{CL} = \frac{240}{12} = 20$$

+ Hệ số hàm truyền phản hồi dòng điện K_i :



Hình 3 -6. Sơ đồ mạch lực với cảm biến dòng

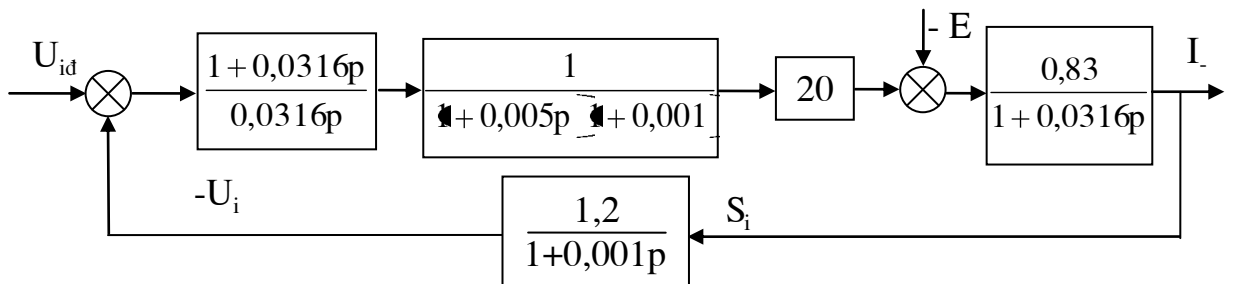
$$K_{fi} = \frac{U_1(p)}{I_{-dm}(p)} = \frac{12}{10} = 1,2$$

Hằng số thời gian của khâu phản hồi dòng điện chọn bằng:

$$T_{fi} = 0,001 \text{ (s)}$$

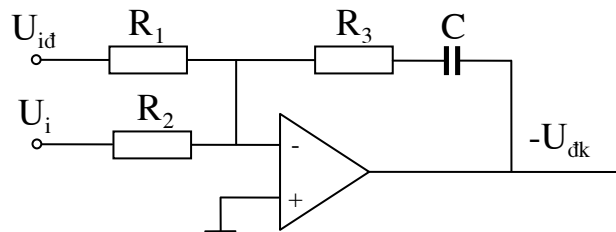
Do đó hàm truyền của khâu phản hồi dòng điện.

$$\Rightarrow F_{fi}(p) = \frac{1,2}{1 + 0,001.p}$$



Hình 3 -7. Sơ đồ khối của mạch vòng dòng điện

Sơ đồ điều khiển thuộc bộ điều chỉnh dòng điện.



Hình 3-8. Cấu trúc bộ điều chỉnh dòng điện

Chọn $R_1 = R_2$ ta có.

$$\frac{U_{id}}{R_1} - \frac{U_i}{R_2} = \frac{-U_{Đk}}{R_3 + \frac{1}{CR_3 \cdot \omega}}$$

Vậy hàm truyền của bộ điều chỉnh được tính như sau.

$$\frac{-U_{Đk}}{U_{id} - U_i} = \frac{1 + CR_3 \omega}{R_1 \cdot C \cdot \omega} = \frac{R_3}{R_1} \left(1 + \frac{1}{C \cdot R_3 \cdot \omega} \right)$$

áp dụng tiêu chuẩn môđun tối ưu ta tìm được hàm truyền của bộ điều chỉnh dòng điện có dạng khâu PI

$$R_i(p) = \frac{1 + T_v \cdot p}{\frac{K_{CL} \cdot K_{fi}}{R_1} \cdot a T_s p}$$

Trong đó $T_s = T_{đk} + T_{vo} + T_i = 0,001 + 0,001 + 0,005 = 0,007$; lấy hằng số a bằng 2.

$$\frac{K_{CL} \cdot K_{fi}}{R_1} \cdot 2 T_s = R_1 C$$

$$T_v = R_3 \cdot C \quad \text{Chọn } C = 2 \cdot 10^{-6}$$

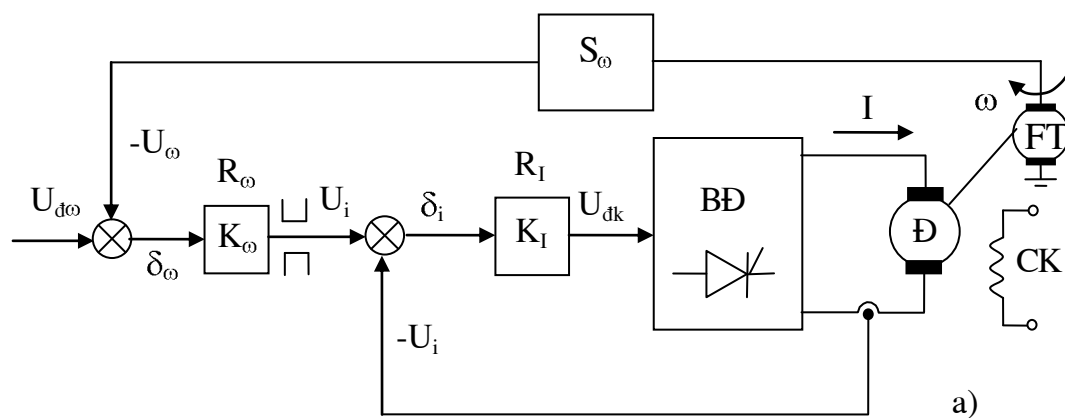
$$\Rightarrow R_3 = T_v / C = 0,0316 : 2 \cdot 10^{-6} = 0,0158 \cdot 10^6 = 15800 (\Omega)$$

Mặt khác :

$$R_1 = R_2 = \frac{K_{CL} \cdot K_{fi}}{R_1 \cdot C} \cdot 2 T_s = \frac{20 \cdot 1,2}{1,2 \cdot 2 \cdot 10^{-6}} \cdot 2 \cdot 0,007 \approx 0,14 \cdot 10^6 (\Omega) = 0,14 M\Omega$$

3.1.4. Tổng hợp hệ mạch vòng tốc độ.

Hệ thống điều chỉnh tốc độ là hệ thống mà đại lượng được điều chỉnh là tốc độ góc của động cơ điện, các hệ này rất thường gặp trong thực tế kỹ thuật. Hệ thống điều chỉnh tốc độ được hình thành từ hệ thống điều chỉnh dòng điện. Các hệ thống này có thể là đảo chiều hoặc vô sai cấp hai. Nhiệm vụ chính của hệ là mômen tải M_c .



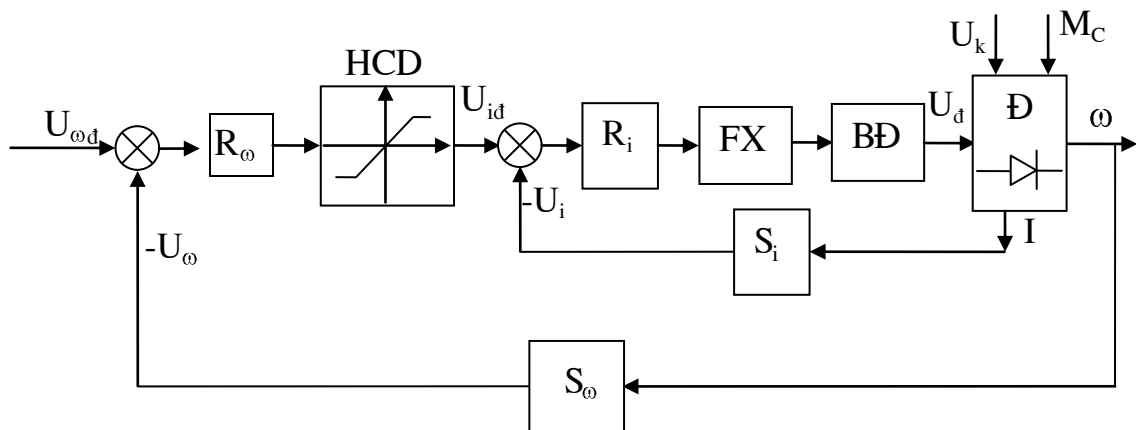
Hình 3-9. Sơ đồ khối mạch điều chỉnh tốc độ

Tùy theo yêu cầu của công nghệ mà các bộ điều chỉnh tốc độ R_ω có thể được tổng hợp theo hai tín hiệu điều khiển hoặc theo nhiễu tải M_c . Trong trường hợp chung hệ thống phải có đặc tính điều chỉnh tốt cả từ phía tín hiệu điều khiển lẫn từ phía tín hiệu nhiễu loạn.

Kết cấu cơ bản của một hệ truyền động đảo chiều như trên hình (3 - 25). Để đảo chiều quay, trong hệ thống sử dụng hai bộ biến đổi BĐ1 và BĐ2 nối song song ngược.

Các máy phát xung FX_1 và FX_2 phát xung điều khiển hai bộ biến đổi này. Các bộ điều chỉnh dòng điện R_{i1} và xenơ dòng S_{i1} , R_{i2} và xenơ dòng điện S_{i2} tạo thành mạch vòng điều chỉnh dòng điện.

Phần tử phi tuyến HCD là phần tử hạn chế dòng điện trong quá trình quá độ. Xenơ tốc độ S_ω đóng vai trò khâu phản hồi tốc độ. Sơ đồ khối chức năng được trình bày trên hình (3 - 26).



Hình 3-10. Sơ đồ cấu trúc của hệ điều chỉnh tốc độ

+ Hệ thống điều chỉnh tốc độ:

Tương tự như tổng hợp mạch vòng dòng điện bỏ qua sđđ của động cơ.

$$\frac{I(p)}{U_{iD}(p)} = \frac{1}{K_i} \cdot \frac{1}{1 + 2T_s p(1 + T_s p)}$$

Trong tính toán tiếp theo, ta có thể thay công thức trên bởi biểu thức gần đúng tính hàm truyền của mạch vòng dòng điện.

$$\frac{I(p)}{U_{iD}(p)} = \frac{1}{K_i} \cdot \frac{1}{1+2T_s p}$$

Sơ đồ cấu trúc của hệ điều chỉnh tốc độ như trên hình (3 - 26), trong đó S_ω là xen xơ tốc độ có hàm truyền là khâu quán tính với hệ số truyền K_ω và hằng số thời gian (lọc) T_ω có giá trị nhỏ, khi đó đặt $2T'_s = 2T_s + T_\omega$, đối tượng điều chỉnh có hàm truyền:

$$S_{\omega}(p) = \frac{R_- \cdot K_\omega}{K_i \cdot K\Phi \cdot T_c} \cdot \frac{1}{p(2T'_s p + 1)}$$

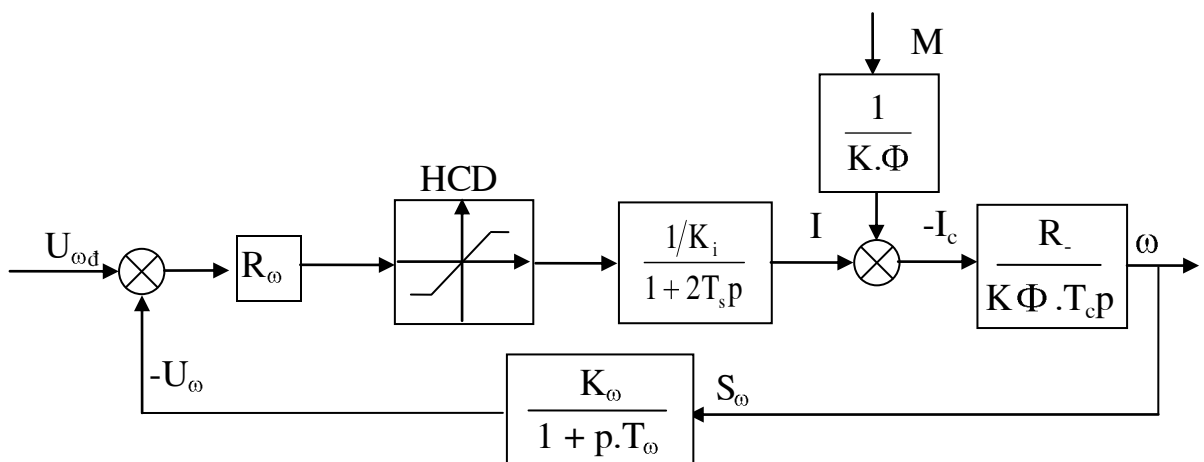
Theo tiêu chuẩn môđun tối ưu, có thể xác định được hàm truyền của bộ điều chỉnh tốc độ là khâu tỉ lệ

$$R_\omega(p) = \frac{K_i \cdot K\Phi \cdot T_c}{R_- \cdot K_\omega} \cdot \frac{1}{2T'_s a_2} = Kp$$

Thường lấy $a_2 = 2$.

Từ những bước tính trên ta có:

$$K_i = K\Phi = 1,45 ; \quad T_c = 0,35$$



Hình 3-11. Sơ đồ cấu trúc của hệ điều chỉnh tốc độ

$$K_\omega = U_\omega / \omega ;$$

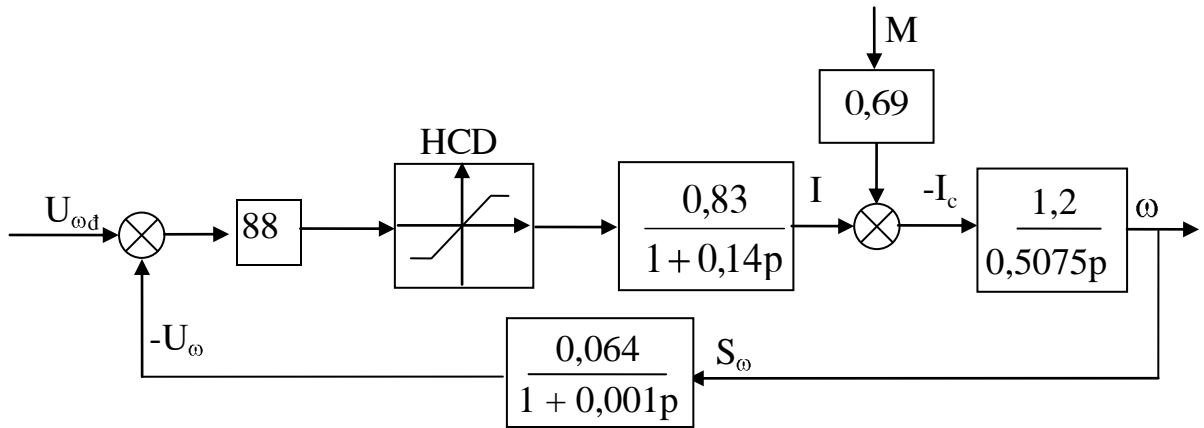
Chọn khi : $\omega = \omega_{dm}$

$$U_\omega = 10 \text{ (V)}$$

Từ đó $\Rightarrow K_{\omega} = \frac{10}{157} = 0,064$

$T_{\omega} = 0,001$

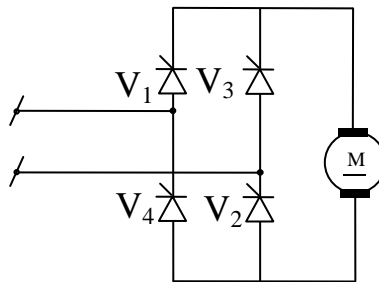
Thay số ta có cấu trúc mạch vòng tốc độ như sau :



Hình 3-12. Sơ đồ cấu trúc của hệ điều chỉnh tốc độ

3.2. THIẾT KẾ MẠCH LỰC.

3.2.1. Lựa chọn sơ đồ thiết kế.



Hình 3-13. Sơ đồ mạch lực

3.2.2. Tính chọn thyristor.

Tính chọn van dựa vào các yếu tố cơ bản như điện áp ngược cực đại của van, dòng điện định mức của van. Từ sơ đồ thiết kế cầu một pha và các thông số động cơ ta có:

Điện áp ngược của van là:

$$U_{lv} = k_{nv} \cdot U_2 \quad (3 - 1)$$

Với $U_2 = U_d / k_r = 266,67$ thay vào (3-1) ta có:

$$U_{lv} = k_{nv} \cdot \frac{U_d}{k_r} = \sqrt{2} \cdot \frac{240}{0,9} = 377 \text{ V} \quad (3 - 2)$$

Trong đó:

+ U_d, U_2, U_{lv} - điện áp phân ứng động cơ điện, điện áp nguồn xoay chiều, điện áp ngược của van.

+ k_{nv}, k_r - các hệ số điện áp ngược, điện áp phân ứng động cơ điện.

Để chọn van theo điện áp hợp lý thì điện áp ngược của van cần chọn phải lớn hơn điện áp làm việc tức điện áp ngược cực đại: (với k_{dtU} - hệ số dự trữ)

$$U_{nv} = k_{dtU} \cdot U_{lv} = 1,8 \cdot 377 = 678,6 \text{ (V)} \quad (3 - 3)$$

Dòng điện làm việc của van là:

$$I_{lv} = I_{hd} = k_{hd} \cdot I_d = 10 / \sqrt{2} = 7,1 \text{ (A)} \quad (3 - 4)$$

Trong đó:

I_{hd}, I_d - Dòng điện hiệu dụng của van và dòng điện tải.

k_{hd} - Hệ số xác định dòng điện hiệu dụng.

Để thyristor có thể làm việc an toàn, không bị chọc thủng về nhiệt chúng ta phải chọn và thiết kế hệ thống tản nhiệt hợp lý tức có cánh tản nhiệt với đầy đủ diện tích tản nhiệt, không quạt đối lưu không khí. Theo điều kiện tản nhiệt đã chọn tiến hành tính thông số dòng điện định mức của van cần có:

$$I_{dmv} = k_i \cdot I_{lv} = 4 \cdot 7,1 = 28,4 \text{ (A)} \quad (3-5)$$

Với các thông số định mức cơ bản đã chọn ở trên, tra bảng thông số các van thyristor chọn các van có thông số điện áp ngược max (U_{nv}), dòng điện định mức (I_{dmv}) lớn hơn gần nhất với thông số đã tính được ở trên.

Tra bảng ta được thyristor loại: HT40/08OJ4 có các thông số định mức:

Dòng điện định mức của van	:	$I_{dmv} = 40 \text{ (A)}$
Điện áp ngược cực đại của van	:	$U_{nv} = 800 \text{ (V)}$
Độ sụt áp trên van	:	$\Delta U_{max} = 1,65 \text{ (V)}$

Dòng điện dòng cực đại	:	$I_r = 6 \text{ (mA)}$
Điện áp điều khiển	:	$U_{dk} = 3 \text{ (V)}$
Dòng điện điều khiển	:	$I_{dk} = 100 \text{ (mA)}$
Đỉnh xung dòng điện	:	$I_{pik} = 900 \text{ (A)}$
Tốc độ biến thiên điện áp	:	$dU/dt = 200 \text{ V/s}$
Thời gian chuyển mạch	:	$t_{cm} = 150 \mu\text{s}$
Nhiệt độ làm việc cực đại cho phép	:	$T_{max} = 125^\circ \text{ C}$

3.2.3. Thiết kế cuộn kháng san bằng L_D .

Cuộn kháng lọc L_D được mắc nối tiếp vào mạch phần ứng động cơ với mục đích làm giảm dòng điện gián đoạn, làm giảm xung dòng một chiều đồng thời cải thiện điều kiện chuyển mạch của động cơ điện.

Với :

$$U_d = 220 \text{ V}$$

$$I_d = 10 \text{ A}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

Vậy giá trị mong muốn của điện cảm lọc được tính theo công thức:

$$L = \frac{R_r}{m_{dm} \cdot W_1} \cdot \sqrt{k_{sb}^2 - 1}$$

Trong đó:

R_r : là tổng trở của mạch phần ứng.

m_{dt} : số lần đập mạch của điện áp chỉnh lưu trong chu kỳ.

Với sơ đồ cầu 1 pha điều khiển thì $m_{dm} = 2$

W_1 : tần số góc của điện áp xoay chiều.

k_{sb} : hệ số san bằng.

Với :

$$k_{sb} = \frac{k_{dmv}}{k_{dmr}} = \frac{0,667}{0,07} = 9,5$$

k_{dmv} : hệ số đập mạch vào ($k_{dmv} = 0,667$)

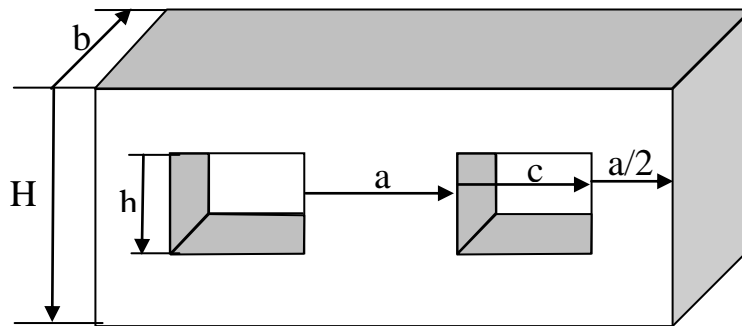
k_{dmr} : hệ số đập mạch ra ($k_{dmr} = 0,07$)

$$R_r = U_r / I_r = 220 : 10 = 22 \Omega$$

$$\Rightarrow L = \frac{22}{2.2\pi.50} \sqrt{9,5^2 - 1} = 0,33H$$

- *Xác định kích thước lõi thép.*

$$a = 2,6 \cdot \sqrt{L \cdot I_d^2} = 2,6 \cdot \sqrt{0,33 \cdot 10^2} = 6,23 \text{ (cm)}$$



Hình 3-14. Kích thước lõi thép của cuộn lọc một chiều

Chọn : a = 6,5 (cm)

Lấy : b = 1,23 . a = 8 (cm)

c = 0,92 . a = 6 (cm)

h = 3 . a = 19,5 (cm)

Tiết diện lõi thép : $S_{th} = a \cdot b = 6,5 \cdot 8 = 52 \text{ (cm}^2\text{)}$

Diện tích cửa sổ : $S_{cs} = h \cdot c = 19,5 \cdot 6 = 117 \text{ (cm}^2\text{)}$

Độ dài trung bình của đường sức :

$$L_{th} = 2(a + h + c) = 2 \cdot (6,5 + 19,5 + 6) = 64 \text{ (cm)}$$

Độ dài trung bình dây quấn :

$$l_{dq} = 2(a + b) + \pi \cdot c = 2 \cdot (6,5 + 8) + 3,14 \cdot 6 = 47,84 \text{ (cm)}$$

Thể tích lõi thép :

$$V_{th} = 2 \cdot a \cdot (a + h + c) = 2 \cdot 6,5 \cdot (6,5 + 19,5 + 6)$$

$$V_{th} = 416 \text{ (cm}^3\text{)}$$

- *Tính điện trở dây quấn ở nhiệt độ 20°C đảm bảo độ sụt áp cho phép.*

$$r_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{\frac{\Delta U}{I_d}}{1 + 4,26 \cdot 10^{-3} (T_{\text{mt}} + \Delta T - 20^{\circ}\text{C})}$$

Trong đó :

ΔU : Sụt áp một chiều tối đa trên cuộn kháng.

Lấy: $\Delta U = (5 \div 10) \% U_d$

$$\Delta U = 10\% U_d = 5\% \cdot 220 = 2,2 \text{ V}$$

T_{mt} : Nhiệt độ môi trường nơi đặt cuộn kháng, lấy $T_{\text{mt}} = 40^{\circ}\text{C}$

ΔT : Chênh lệch nhiệt độ cho phép giữa điện cảm và môi trường.

$$\Delta T = 50^{\circ}\text{C}$$

Ta có:

$$r_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{\frac{2,2}{10}}{1 + 4,26 \cdot 10^{-3} (40 + 50 - 20)} = 0,924(\Omega)$$

- Số vòng dây dẫn cuộn cảm.

$$W = 414 \sqrt{\frac{r_{20^{\circ}\text{C}} \cdot S_{\text{cs}}}{I_{\text{dq}}}} = 414 \cdot \sqrt{\frac{0,924 \cdot 117}{47,48}} = 622(\text{vòng})$$

- Tính mật độ từ trường.

$$H = \frac{100 \cdot W \cdot I_d}{l_{\text{th}}} = \frac{100 \cdot 622 \cdot 10}{64} = 9718,75 \text{ (A/h)}$$

- Cường độ từ cảm.

Với chỉnh lưu cầu một pha điều khiển thì tần số đập mạch là:

$$f_{\text{dm}} = 2 \cdot 50 = 100 \text{ (Hz)}$$

$$B = \frac{\Delta U \sim \cdot 10^4}{4,44 \cdot W \cdot f_{\text{dm}} \cdot S_{\text{th}}}$$

Trong đó:

$\Delta U \sim$: Là hệ số sụt áp xoay chiều tối đa cho phép trên cuộn kháng

$$\Delta U \sim = 6 \text{ (V)}$$

$$\Rightarrow B = \frac{6 \cdot 10^4}{4,44 \cdot 622 \cdot 100 \cdot 52} = 0,00418(\text{T})$$

- *Tính hệ số M theo B và H.*

Vì $B = 0,00418$ (T) nên ta tính M theo công thức:

$$M = 542 \left(\frac{H}{1000} \right)^{0,75} \cdot 10^{-6}$$

$$M = 542 \left(\frac{9718,75}{1000} \right)^{0,75} \cdot 10^{-6} = 2983,37 \cdot 10^{-6} \text{ H/m}$$

- *Tính trị số điện cảm thực nhận được.*

$$L_d = \frac{M \cdot W^2 \cdot S_{th}}{100 \cdot l_{th}} = \frac{2983,37 \cdot 10^{-6} \cdot 622^2 \cdot 52 \cdot 10^{-2}}{100 \cdot 64} = 0,09378 \text{ H}$$

- *Tính tiết diện và đường kính dây quấn.*

$$S = 0,072 \cdot \sqrt{\frac{I_{dq} \cdot S_{cs}}{r_{20^\circ\text{C}}}} = 0,072 \cdot \sqrt{\frac{47,84 \cdot 117}{0,924}} = 5,6 \text{ mm}^2$$

Đường kính dây quấn : $d = 1,13 \sqrt{5,6} = 2,675$ (mm)

- *Xác định khe hở tối ưu.*

$$I_{kh} = 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot W \cdot I_d = 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot 622 \cdot 10 = 9,952$$
 (mm)

Tấm đệm có độ dày là:

$$L_{\text{đệm}} = 0,5 \cdot I_{kh} = 0,5 \cdot 9,952 = 4,976$$
 (mm)

- *Kích thước cuộn dây.*

Chọn lõi cuộn dây có độ dày 6,5 mm nên độ cao sử dụng của cuộn dây là:

$$h_{sd} = h - 2\Delta C$$

Với ΔC là chiều dày khung bìa cuộn dây, chọn $\Delta C = 6,5$ (mm)

$$\rightarrow h_{sd} = h - 2 \cdot \Delta C = 19,5 - 2 \cdot 6,5 \cdot 10^{-1} = 18,2$$
 (cm)

Số vòng dây trong một lớp:

$$W' = h_{sd} / d = (18,2 \cdot 10) : 2,675 = 68$$
 (vòng)

Số lớp dây:

$$n = W / W' = 622 : 68 \approx 9,14 \approx 9 \text{ (lớp)}$$

Nếu lấy khoảng cách giữa hai lớp dây quấn dành cho cách điện là

$$\Delta_{cd} = 1 \text{ (mm)} \text{ thì độ dày của cuộn dây là:}$$

$$l_{cd} = n (d + \Delta_{cd}) = 10 \cdot (0,2675 + 0,1) = 3,675 \text{ (cm)}$$

Bề dày cửa sổ $c = 4 \text{ (cm)}$ nên ta thấy cuộn dây nằm lọt trong cửa sổ

Kiểm tra sự chênh lệch nhiệt độ.

$$P_{Cu} = \frac{1,02 \cdot \Delta U \cdot I_d}{1 + 4,26 \cdot 10^{-3} (T_{mt} - 20)} = \frac{1,02 \cdot 2,2 \cdot 10}{1 + 4,26 \cdot 10^{-3} \cdot (40 - 20)} = 20,67$$

+) Tổng diện tích bề mặt của cả cuộn dây:

$$S = 2 \cdot h_{sd} (a + b + \pi \cdot L_{cd}) + 1,4 \cdot L_{cd} (\pi \cdot L_{cd} + 2a)$$

$$S = 2 \cdot 14,7 \cdot (6,5 + 8 + 3,14 \cdot 3,675) + 1,4 \cdot 3,675 \cdot (3,14 \cdot 3,675 + 2 \cdot 6,5)$$

$$S = 892 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+) Hệ số phát nhiệt α :

$$\alpha = 1 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt[6]{\frac{5}{h_{sd}}} = 1,03 \cdot 10^{-3} \sqrt[6]{\frac{5}{18,2}} = 0,83 \cdot 10^{-3}$$

+) Độ chênh lệch nhiệt độ:

$$\Delta t = \frac{P_{Cu}}{\alpha \cdot S} = \frac{20,67}{0,83 \cdot 10^{-3} \cdot 892} = \frac{20,67}{0,83 \cdot 10^{-3} \cdot 892} = 28^\circ C$$

Theo tính toán điện cảm lớn hơn 20% trị số cần thiết nên có thể giảm số vòng dây xuống, lúc đó số lớp chỉ còn 9 lớp và do cửa sổ còn rộng ta có thể tăng khoảng cách giữa các lớp dây quấn để tăng cường làm mát cho từng lớp do có mặt thoáng rộng hơn, làm cho Δt giảm.

Khi đó số vòng dây sẽ là :

$$W = n \cdot W' = 8 \cdot 68 = 544 \text{ (vòng)}$$

$$\Rightarrow L_d = \frac{M \cdot W^2 \cdot S_{th}}{100 \cdot l_{th}} = \frac{2983,37 \cdot 10^{-6} \cdot 544^2 \cdot 52 \cdot 10^{-2}}{100 \cdot 64} = 0,0717 \text{ (H)}$$

Vậy chọn : $l_d = 0,0717 \text{ (H)}$

3.2.4. Tính chọn các thiết bị bảo vệ mạch động lực.

a. Sơ đồ mạch động lực có các thiết bị bảo vệ (hình 3 - 3).

Khi làm việc với dòng điện có dòng điện chạy qua trên van có sụt áp, do đó có tổn hao công suất Δp , tổn hao này sinh ra nhiệt đốt nóng van bán dẫn. Mặt khác, van bán dẫn chỉ được phép làm việc dưới nhiệt độ cho phép T_{cp} nào đó, nếu quá nhiệt độ cho phép thì các van bán dẫn sẽ bị phá hỏng. Để van bán dẫn làm việc an toàn, không bị chọc thủng về nhiệt, ta phải chọn và thiết kế hệ thống toả nhiệt hợp lý.

+ Tính toán cánh tản nhiệt

+ Tổn thất công suất trên 1 Tiristo:

$$\Delta p = \Delta U \cdot I_{IV} = 2,2 \cdot 7,1 = 15,62 \text{ (w)}$$

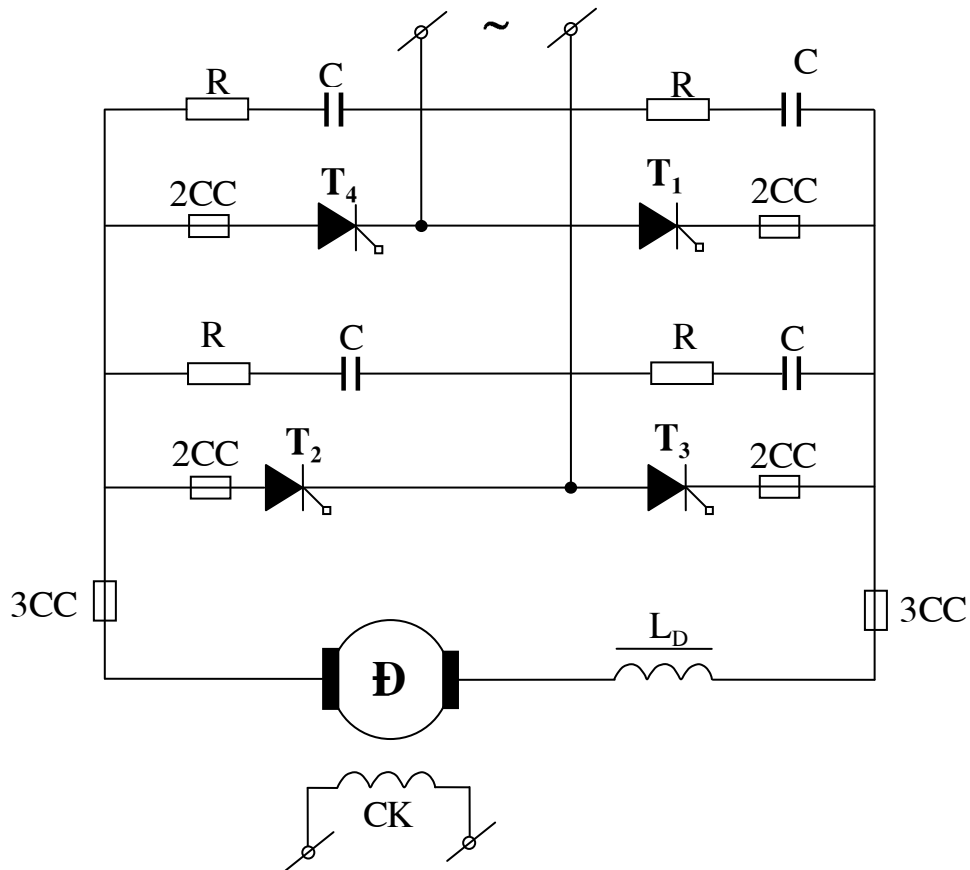
+ Diện tích bề mặt toả nhiệt:

$$S_m = \Delta p / k_m \cdot \tau$$

Trong đó:

Δp - tổn hao công suất (w)

τ - độ chênh lệch so với môi trường.



Hình 3-15. Mạch lực có các thiết bị bảo vệ

Chọn nhiệt độ môi trường $T_{mt} = 40^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ làm việc cho phép của Tiristo

$T_{cp} = 125^{\circ}\text{C}$. Chọn nhiệt độ trên cánh toả nhiệt $T_{lv} = 80^{\circ}\text{C}$

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

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

Vậy: $s_m = 0,2294 \text{ (m}^2\text{)}$

Chọn loại cánh toả nhiệt có 12 cánh, kích thước mỗi cánh $a \times b = 10 \times 10 \text{ (cm x cm)}$.

Tổng diện tích toả nhiệt của cánh $S = 12 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 10 = 2400 \text{ (cm}^2\text{)}$

- Bảo vệ quá dòng điện cho van.

+Aptomat dùng để đóng cắt mạch động lực, tự động đóng mạch khi quá tải và ngắt mạch tiristo, ngắt mạch đầu ra độ biến đổi, ngắt mạch thứ cấp máy biến áp ngắt mạch ở chế độ nghịch lưu.

+ Chọn 1 apomat có:

$$I_{dm} = 1,1 \cdot I_d = 11 \text{ (A)}$$

$$U_{dm} = 220 \text{ (V)}$$

Có 2 tiếp điểm chính, có thể đóng cắt bằng tay hoặc bằng nam châm điện. Chính định dòng ngắn mạch.

$$I_{nm} = 2,5 I_{ld} = 25 \text{ (A)}$$

Dòng quá tải:

$$I_{qt} = 1,5 I_{ld} = 15 \text{ (A)}$$

Chọn cầu giao có dòng định mức:

$$I_{qt} = 1,1 \cdot I_d = 11 \text{ (A)}$$

Cầu dao dùng để tạo khe hở an toàn khi sửa chữa hệ thống truyền động
+ Dùng dây chảy tác động nhanh để bảo vệ ngắn mạch các Tiristo, ngắn mạch đầu ra của bộ chỉnh lưu

Nhóm 1cc:

dòng điện định mức dây chảy nhóm 1 cc:

$$I_{1cc} = 1,1 \cdot I_2 = 11 \text{ (A)}$$

Nhóm 2 cc :

dòng điện định mức dây chảy nhóm 2cc :

$$I_{2cc} = 1,1 \cdot I_{hd} = 1,1 \cdot 7,1 = 7,81 \text{ (A)}$$

Nhóm 3 cc :

dòng điện định mức dây chảy nhóm 3cc :

$$I_{3cc} = 1,1 \cdot I_d = 11 \text{ (A)}$$

Vậy chọn cầu nhảy nhóm: 1cc loại 11 A

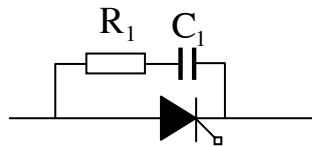
2cc loại 8 A

3cc loại 11 A

- *Bảo vệ quá điện áp cho van.*

Bảo vệ quá điện áp do quá trình đóng cắt Tiristo được thực hiện bằng cách mắc R - C song song với Tiristo. Khi có sự chuyển mạch các điện tích tích tụ trong các lớp bán dẫn phóng ra ngoài tạo ra dòng điện ngược trong

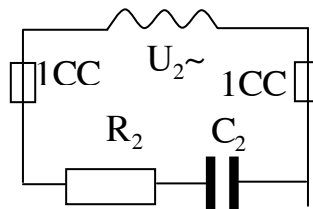
khoảng thời gian ngắn, sự biến thiên nhanh chóng của dòng điện ngược gây ra sức điện động cảm ứng rất lớn trong các điện cảm làm cho quá điện áp giữa Anod và catod của Tiristo. Khi có mạch R - C mắc song song với Tiristo tạo ra mạch vòng phóng điện tích trong quá trình chuyển mạch nên Tiristo không bị quá điện áp



Hình 3 - 16. Mạch R_C bảo vệ quá điện áp do chuyển mạch.

Theo kinh nghiệm $R_1 = (5 \div 30) \Omega$; $C_1 = (0,25 \div 4) \mu\text{F}$

Chọn tài liệu [4] : $R_1 = 5,1\Omega$; $C_1 = 0,25 \mu\text{F}$



Hình 3-17. Mạch RC bảo vệ quá điện áp từ l-ới .

+Bảo vệ xung điện áp từ lưới điện ta mắc mạch R - C như (hình 3 – 6) nhờ có mạch lọc này mà đỉnh xung gần như nằm lại hoàn toàn trên điện trở đường dây.

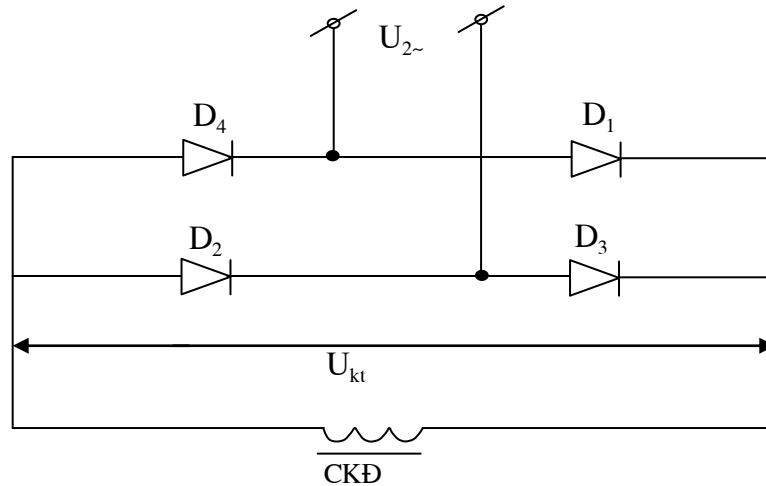
Trị số RC được chọn theo tài liệu [4] : $R_2 = 12,5 \Omega$; $C_2 = 4 \mu\text{F}$

3.2.5. Tính chọn sơ đồ cho mạch kích từ động cơ.

Theo điều kiện bài toán thì động cơ điện một chiều kích từ độc lập có phần của động cơ và phần kích từ được mắc vào hai nguồn độc lập với nhau.

Như vậy, để cung cấp nguồn một chiều cho cuộn kích từ của động cơ phải có một bộ chỉnh lưu biến đổi nguồn xoay chiều thành nguồn một chiều.

Do điều khiển điện áp ở phần ứng động cơ cùng với cuộn kích và để cho đơn giản cũng như về kinh tế ta có thể chọn bộ chỉnh lưu điốt đầu theo sơ đồ cầu một pha là sử dụng được vì không có yêu cầu cao về chất lượng điện áp.



Hình 3-18. Sơ đồ mạch chỉnh l-u kích từ động cơ

Với $U_{kt} = 240$ (V), $I_{kt} = 0,1$ (A)

Để đảm bảo đưa điện áp 240 (V) ra cuộn kích từ dòng điện 0,1 (A) ta phải bù điện áp do điện trở, điện cảm của dây quấn máy biến áp và sụt áp trên Điốt. Vì vậy U_d thực tế là:

$$U_d = U_{dt} + \Delta U_r + \Delta U_x + \Delta U_v \quad (1)$$

Với $\Delta U_v = 1,2$ (V)

a. ΔU_r là sụt áp trên trở dây quấn máy biến áp:

$$\Delta U_r = 2 \cdot I_d \cdot r_{ba}$$

Với $r_{ba} = \frac{U_2^2}{S_{ba}} \cdot e_r$

Với e_r là sụt áp do điện trở dây quấn máy biến áp.

$$e_r = 4\%$$

S_{ba} là công suất biểu kiến của máy biến áp.

$$S_{ba} = 1,23 \cdot P_d = 1,23 \cdot U_d \cdot I_d$$

$$U_d = 0,9 \cdot U_2 \Rightarrow U_2 = U_d / 0,9$$

$$\Rightarrow \Delta U_r = 2 \cdot I_d \cdot \left(\frac{U_d}{0,9} \right)^2 \cdot \frac{e_r}{1,23 \cdot U_d \cdot I_d} = 2 \cdot U_d \cdot e_r$$

$$\Delta U_r = 2 \cdot U_d \cdot e_r \quad (2)$$

b. Sụt áp do điện cảm dây quấn máy biến áp thể hiện qua hiện tượng trùng dẫn nên ta tính theo công thức.

$$\Delta U_x = \frac{2 \cdot X_{ba} \cdot I_d}{\pi}$$

$$X_{ba} = \frac{U_2^2}{S_{ba}} \cdot e_x$$

Với $U_2 = \frac{U_d}{0,9}$ $S_{ba} = 1,23 \cdot U_d \cdot I_d$

$$\begin{aligned} \Delta U_x &= \frac{2 \cdot I_d}{\pi} \cdot \frac{U_2^2}{S_{ba}} \cdot e_x \\ &= \frac{2}{\pi} \cdot \left(\frac{U_d}{0,9} \right)^2 \cdot \frac{e_x \cdot I_d}{1,23 \cdot U_d \cdot I_d} = 0,64 \cdot U_d \cdot e_x \end{aligned} \quad (3 - 6)$$

Trong đó: $e_x = 1,5\%$

Thay (2) và (3) vào (1) ta có:

$$U_d = U_{dt} + \Delta U_r + \Delta U_x + \Delta U_v$$

$$U_d = U_{dt} + \Delta U_v + 2 \cdot U_d \cdot e_r + 0,64 \cdot U_d \cdot e_x$$

$$U_d = \frac{U_{dt} + \Delta U_v}{1 - 2 \cdot e_r + 0,64 \cdot e_x}$$

Với $U_{dt} = U_{kt} = 240 \text{ (V)}$

$$\Rightarrow U_d = \frac{240 + 1,2}{1 - 2 \cdot 0,04 + 0,64 \cdot 0,015} = 292 \text{ V}$$

Điện áp thứ cấp máy biến áp:

$$U_2 = \frac{U_d}{0,9} = \frac{292}{0,9} = 324 \text{ (V)}$$

Điện áp ngược đặt lên Điốt là:

$$U_{ngMAX} = \sqrt{2} \cdot U_2 = \sqrt{2} \cdot 324 = 458,2 \text{ (V)}$$

Dòng trung bình chảy trong Điốt ở mỗi chu kỳ là:

$$I_{tb} = \frac{I_d}{2} = \frac{0,324}{2} = 0,162 \text{ (A)}$$

Từ thông số U_{ngMAX} và I_{tb} ta chọn Điốt loại 324 A có $I = 10 A$

$$U_{ngMAX} = 800 (V).$$

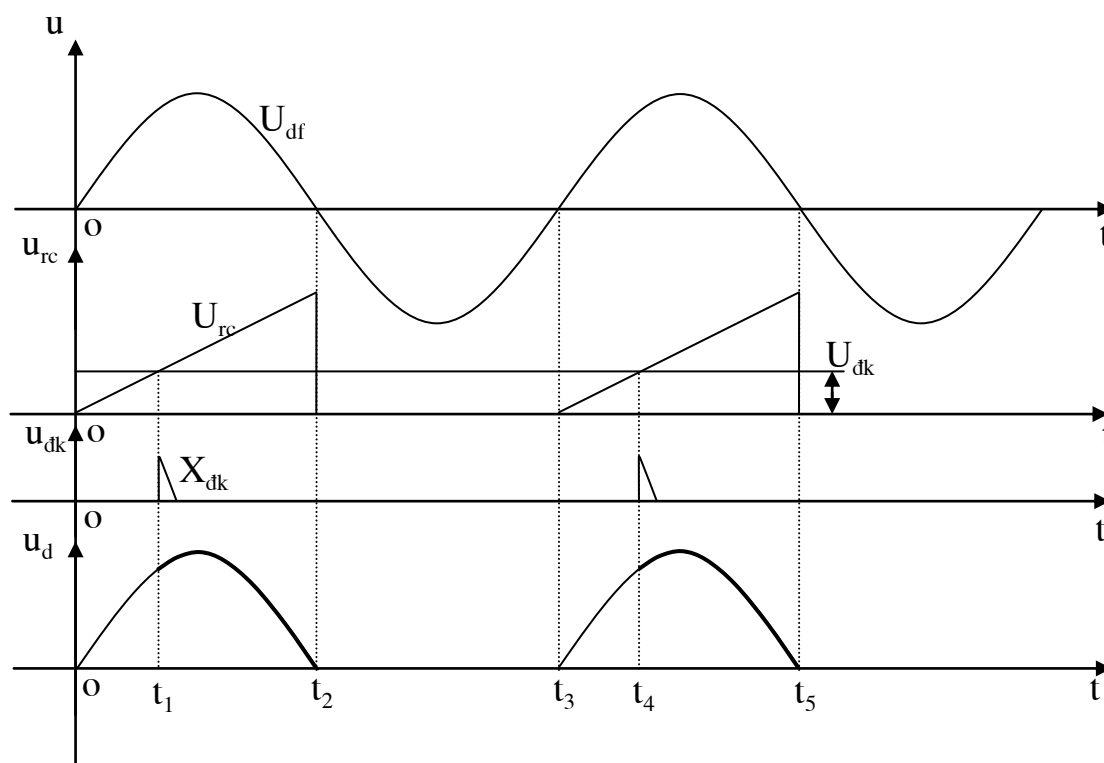
3.3. THIẾT KẾ VÀ TÍNH TOÁN MẠCH ĐIỀU KHIỂN.

3.3.1. Khái niệm về mạch điều khiển.

a. Nguyên lý:

Đối với chỉnh lưu Thyristor thì mạch điều khiển có vai trò rất quan trọng, vì nó quyết định đến chất lượng và độ tin cậy của bộ biến đổi. Thyristor chỉ mở khi có điện áp dương đặt vào anốt và có xung dương đặt vào cực điều khiển. Sau khi Thyristor mở xung điều khiển không còn tác dụng nữa.

Điều khiển Thyristor trong sơ đồ chỉnh lưu hiện nay thường gặp là điều khiển theo nguyên tắc thẳng đứng tuyến tính. Nội dung của nguyên tắc này có thể mô tả theo giản đồ (hình 3 - 8) như sau:



Hình 3-19. Nguyên lý điều khiển chỉnh l- u.

Khi điện áp xoay chiều hình sin đặt vào anốt của Thyristor, để có thể điều khiển được góc mở α của Tiristo trong vùng điện áp + anốt, ta cần tạo

một điện áp tựa dạng tam giác, ta thường gọi là điện áp tựa là điện áp răng cưa U_{rc} . Như vậy, điện áp tựa cần có trong vùng điện áp dương anốt.

Dùng một điện áp một chiều U_{dk} so sánh với điện áp tựa. Tại thời điểm (t_1, t_4) điện áp tựa bằng điện áp điều khiển ($U_{rc} = U_{dk}$), trong vùng điện áp dương anốt, thì phát xung điều khiển X_{dk} . Thyristor được mở từ thời điểm có xung điều khiển (t_1, t_4) cho tới cuối bán kỳ (hoặc tới khi dòng điện bằng 0).

b. Chức năng của mạch điều khiển.

+ Điều chỉnh được vị trí xung điều khiển trong phạm vi nửa chu kỳ dương của điện áp đặt trên anốt – catốt của van.

+ Tạo ra được các xung đủ điều kiện mở Thyristor.

Độ rộng của xung:

$$t_x = \frac{I_{dt}}{\frac{di}{dt}}$$

I_{dt} : là dòng duy trì của van.

$\frac{di}{dt}$: tốc độ tăng trưởng của dòng.

3.3.2. Một số yêu cầu đối với mạch điều khiển.

a. Xung điều khiển phải đảm bảo yêu cầu về độ lớn của điện áp và dòng điều khiển.

- Giá trị nhỏ nhất không vượt quá giá trị cho phép của nhà sản xuất.
- Giá trị nhỏ nhất cũng phải đảm bảo mở được Thyristor trong mọi điều kiện.
- Tổn hao công suất trên các cực điều khiển phải nhỏ hơn giá trị cho phép.

b. Độ lớn xung điều khiển.

Khi tải của mạch có điện cảm lớn thì dòng điện chậm nên phải tăng độ rộng xung điều khiển. Thông thường độ rộng xung điều khiển không nhỏ hơn $0,5\mu s$.

- *Chia độ dốc.*

Người ta chia độ dốc xung điều khiển làm hai phần: Độ dốc sườn trước và độ dốc sườn sau. Để mở Thyristor có thể dùng sườn phía nào cũng được

nhưng người ta thường sử dụng sườn sau để mở Thyristor. Vì vậy, độ dốc sườn trước xung điều khiển càng cao thì Thyristor càng tốt. Thông thường yêu

cầu độ dốc của xung điều khiển là: $d \frac{di_k}{dt} = 0,1 (A/\mu s)$.

- *Độ đối xứng của xung trong các kênh điều khiển.*

Trong bộ biến đổi nhiều pha, nhiều van, độ đối xứng của các xung điều khiển giữa các kênh sẽ quyết định đến đặc tính ra của hệ. Nếu xung điều khiển không đối xứng thì dòng điện trong các pha sẽ có giá trị và hình dạng khác nhau làm mất cân bằng sức từ động của máy biến áp. Do đó làm tăng công suất máy biến áp.

- *Độ tin cậy.*

Mạch điều khiển phải đảm bảo làm việc tin cậy trong mọi điều kiện như khi nhiệt độ môi trường thay đổi, tín hiệu nhiễu tầng...

Xung điều khiển phải ít phụ thuộc vào sự dao động của nhiệt độ, dao động của điện áp nguồn, khử được nhiễu cảm ứng và không để Thyristor mở ngoài ý muốn.

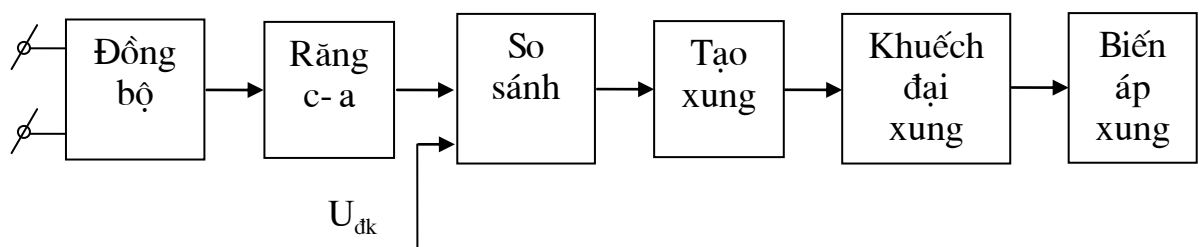
- *Lắp ráp và vận hành.*

Mạch điều khiển cũng như mạch điện phải sử dụng hết các thiết bị có sẵn, dễ thay thế, dễ lắp ráp, dễ điều chỉnh, lắp lẫn và mỗi khối có khả năng làm việc độc lập.

3.3.3. Sơ đồ cấu trúc của hệ thống điều khiển.

Các hệ thống điều khiển xung pha được chia ra làm hai loại dựa trên nguyên lý đồng bộ và không đồng bộ.

Sơ đồ cấu trúc của hệ thống điều khiển như sau:



Hình 3-20. Sơ đồ khối mạch điều khiển

Chức năng của các khâu như sau:

a. Khối đồng bộ.

Khối đồng bộ hay còn gọi là khối điện áp chuẩn sẽ tạo ra điện áp U_0 thay đổi theo thời gian có dạng hình sin, vuông, răng cưa... Nhờ khối so sánh điện áp chuẩn U_0 sẽ được so sánh với $U_{đk}$ của bộ biến đổi. Khi điện áp ra $U_0 = U_{đk}$ ở đầu ra của bộ so sánh sẽ xuất hiện xung và sau đó xung này sẽ được khuếch đại lên và đưa vào cực điều khiển Thyristor.

Điện áp chuẩn thay đổi theo thời gian được tạo ra với điện áp lưới, chính vì thế điện áp chuẩn và xung được tạo ra đồng bộ theo thời gian bộ biến đổi với điện áp lưới xoay chiều. Bằng cách thay đổi giá trị điện áp U_{dk} ta có thể thực hiện được sự dịch chuyển theo thời gian xung ra bộ biến đổi điều chỉnh góc kích α , tức là điều chỉnh điện áp ra của bộ biến đổi.

b. Khối tạo điện áp răng cưa.

Khâu này để tạo ra điện áp răng cưa so sánh với U_{dk} điểm cân bằng là thời điểm phát xung. Hình dạng của U_{rc} phụ thuộc vào nguyên tắc điều khiển, ở đây ta chọn nguyên tắc điều khiển thẳng đứng tuyến tính. Điện áp U_{rc} là điện áp đồng pha áp lưới.

Có nhiều phương pháp để tạo ra U_{rc} :

- + Sơ đồ dùng điốt và tụ điện
- + Sơ đồ dùng tranzitor
- + Sơ đồ dùng vi mạch

c. Khối so sánh.

Nhiệm vụ của khâu so sánh là tạo ra điện áp U_{rc} với U_{dk} để xác định thời điểm phát xung mở Thyristor.

Để so sánh các tín hiệu tương tự, người ta có thể dùng tranzitor hoặc KĐTT.

KĐTT có những ưu điểm sau:

- Điện trở vào vô cùng lớn : $R_v = \infty$
- Hệ số khuếch đại : $K = \infty$
- Điện trở ra : $R_r = 0$.

Nên ngày nay, chủ yếu dùng KĐTT

d. Khối tạo xung.

Bộ tạo xung có nhiệm vụ tạo ra xung có dạng độ dài và công suất đủ để mở Thyristor.

Các bộ tạo xung thường có dạng sau:

- Bộ tạo xung đơn là các bộ khuếch đại xung có nhiệm vụ tạo ra các xung đơn có độ dài ổn định.

- Bộ tạo xung có độ dài tùy ý và được trộn với xung có tần số cấu trúc.

- Bộ tạo xung tạo ra các số lượng khác nhau tùy theo chế độ hoặc sơ đồ.

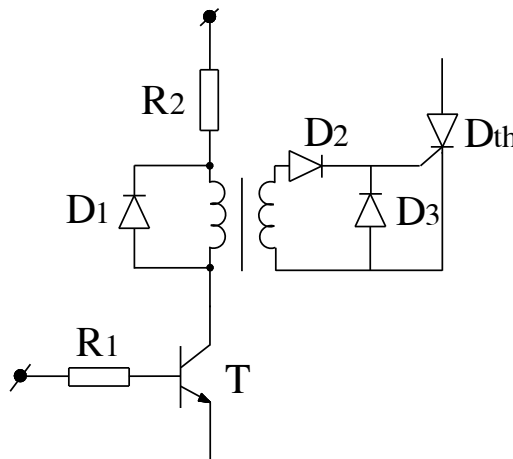
Bộ tạo xung đơn có sơ đồ đơn giản nhất, độ tin cậy cao và thường được dùng cho mạch điều khiển đơn giản.

Bộ tạo xung có trộn xung với tần số cao cho phép sử dụng các xung có độ dài tùy ý, nhưng vẫn đảm bảo kích thước máy biến áp xung gọn nhẹ. Bộ tạo xung kiểu này thích hợp với những xung có độ dài $T_x > 60^\circ$.

Bộ tạo xung có số lượng xung đơn tùy ý cho phép giảm được nhược điểm của bộ phát xung rộng. Bộ này hay được dùng cho bộ biến đổi ở chế độ dòng gián đoạn và khi không muốn đưa xung lên cực điều khiển kyhi điện áp anốt âm hơn so với catốt, do đó tăng độ tin cậy của sơ đồ.

e. Khuếch đại xung

- Sơ đồ nguyên lý



Hình 3-21. Mạch khuếch đại xung

- Chức năng

Khuếch đại có nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu điều khiển đưa đến để điều khiển các van bán dẫn công suất đảm bảo các tham số cơ bản như biên độ, độ

rộng và công suất. Hơn nữa, nó còn có nhiệm vụ cách ly giữa mạch điều khiển và mạch lực.

- *Nguyên lý hoạt động*

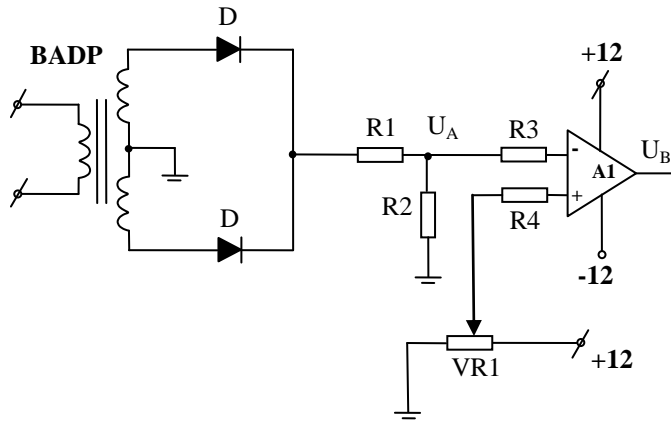
Sơ đồ gồm một khoá Tranzitor T được điều khiển bởi một xung có độ rộng xung T_x . Khi T mở bão hoà, gần như toàn bộ điện áp nguồn +E được đặt lên cuộn sơ cấp của biến áp xung. Điện áp cảm ứng bên phía thứ cấp có cực tính tương ứng mở điốt D_2 , đưa dòng điều khiển vào giữa cực điều khiển và catốt của Thyristor D_{th} . Điốt D_3 có tác dụng là giảm điện áp ngược đặt lên K và cực điều khiển của Thyristor D_{th} khi điện áp catốt dương hơn anốt. Điều này đảm bảo an toàn cho tiếp giáp G – K của Thyristor T khoá lại, dòng collector – emitor của nó bằng 0

f. Biến áp xung.

Biến áp xung để cách ly giữa mạch lực và mạch điều khiển, phối hợp trở kháng giữa tầng KĐX và cực điều khiển của Thyristor, Nhân thành nhiều xung (BAX nhiều cuộn thứ cấp) cho các van cần mở đồng thời như trường hợp phải mắc nối tiếp hoặc song song nhiều van. Yêu cầu lớn nhất của biến áp xung là truyền xung từ mạch điều khiển lên cực điều khiển của Thyristor với độ méo phi tuyến ít nhất.

3.3.4. Tính toán các khối trong mạch điều khiển.

a. Khối đồng pha.



Hình 3-22. Sơ đồ tạo điện áp đồng pha

Mạch tạo tín hiệu đồng bộ dùng chỉnh lưu nửa chu kỳ có điểm trung tính (D_1 , D_2) để tạo ra điện áp chỉnh lưu $U_{(1)}$ hình (3 - 9).

Điện áp $U_{(1)}$ được so sánh với U_o để tạo ra các tín hiệu tương ứng với điểm mà điện áp nguồn đi qua điểm không.

U_o càng nhỏ thì xung $U_{(2)}$ càng hẹp và phạm vi điều chỉnh càng lớn.

Nếu chọn $\alpha_{\max} = 175^\circ$ thì:

$$U_o = \sqrt{2} \cdot U_2 \sin 5^\circ$$

Theo yêu cầu thiết kế đồ án. BADP dùng lõi thép kỹ thuật điện hình chữ E có tiết diện lõi thép là:

$$S = 12 \text{ cm}^2 \text{ với công suất bằng tương ứng là } P = 12^2 / 1,44 = 100 \text{ (W)}$$

Điện áp thứ cấp lấy bằng 12 V, còn điện áp cuộn sơ cấp là 240 V để nối vào lưới điện.

Theo kinh nghiệm ta chọn số vòng vol là

$$n_o = K / S$$

Trong đó:

K - là hệ số biến áp: $36 \div 42$ (vòng)

$$n_o = 40 : 12 = 3,3 \text{ (vòng/vol)}$$

Số vòng dây cuộn sơ cấp :

$$W_1 = n_o \cdot U_1 = 3,3 \cdot 240 = 792 \text{ (vòng)}$$

Số vòng dây cuộn thứ cấp :

$$W_2 = n_o \cdot U_2 = 3,3 \cdot 12 = 40 \text{ (vòng)}$$

Tại điểm A.

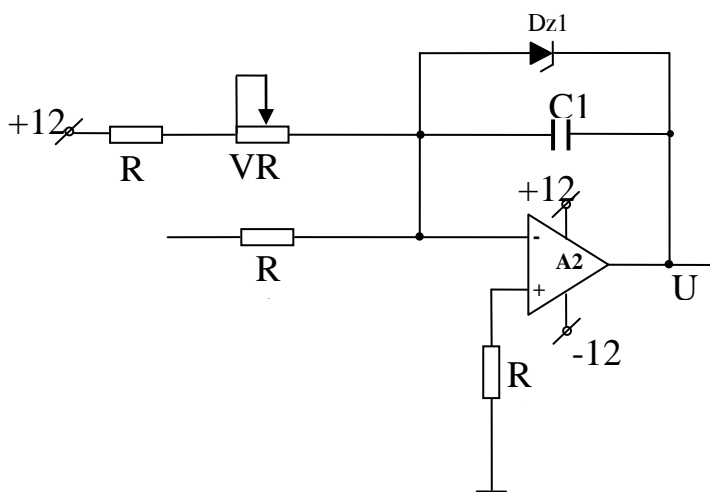
Điện áp đồng pha lấy từ cuộn thứ cấp MBA qua một mạch lọc R_1, C_1 đưa đến đầu vào của KĐTT U1A.

Ta chọn :

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10 \text{ K}\Omega$$

$$VR1 = 50 \text{ K}\Omega$$

b. Mạch tạo điện áp tựa (điện áp răng cưa).



Hình 3-23. Sơ đồ tạo điện áp tựa

Ta thường chọn sơ đồ tạo điện áp tựa dùng khuếch đại thuật toán. Sơ đồ này được xây dựng trên nguyên tắc sử dụng mạch tích phân. Quá trình phóng nạp của tụ được thực hiện nhờ nguồn nạp cho tụ là nguồn hai cực tính. Khi điện áp đầu vào $U_{(1)}$ mang dấu dương (+E), điện áp trên tụ (U_2) sẽ được nạp theo công thức như sau:

$$U_2 = U_C = \frac{-E}{R_2 \cdot C} \cdot T_1$$

Điện áp trên tụ theo phương trình là đường tuyến tính dốc xuống phía dưới. Nếu điện áp đầu vào mang dấu âm (-E), điện áp ra sẽ được tính theo công thức:

$$U_2 = U_C = \frac{E}{R_2 \cdot C} \cdot T_2$$

Điện áp trên tụ lúc này là đường đi lên phía trên.

Bằng cách thay đổi thời gian phóng (T_1), thời gian nạp (T_2) và các giá trị VR2, VR3 một cách tương ứng, ta có thể thay đổi được dạng điện áp răng cưa.

Ta chọn:

$$VR2 = 10 \text{ K}\Omega$$

$$VR3 = 50 \text{ K}\Omega$$

$$R_5 = 1 \text{ K}\Omega$$

$$R_6 = 56 \text{ K}\Omega$$

$$R_7 = 330 \Omega$$

$$R_8 = 10 \text{ K}\Omega$$

$$D2, D3 \text{ loại 1ê}$$

$$C_1 = 0,1 \mu\text{F}$$

c. Khâu so sánh.

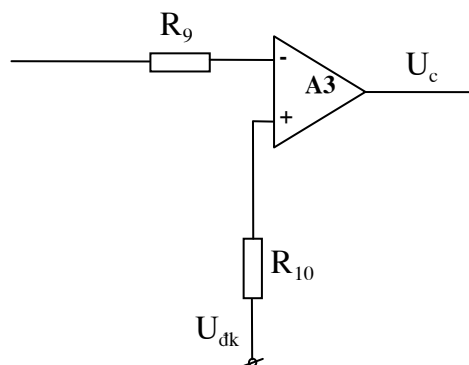
KĐTT U1A làm việc trong chế độ so sánh nên đầu ra điện áp dạng xung hình chữ nhật đối xứng.

Gọi điện áp qua trở R_2 là U_1

Gọi điện áp qua trở R_3 là U_2

Nếu $U_1 > U_2$ thì điện áp tại điểm B bị lật xuống âm nguồn

$U_1 < U_2$ thì điện áp tại điểm B lật lên trên dương nguồn.



Hình 3-24. Sơ đồ khâu so sánh

Ta chọn :

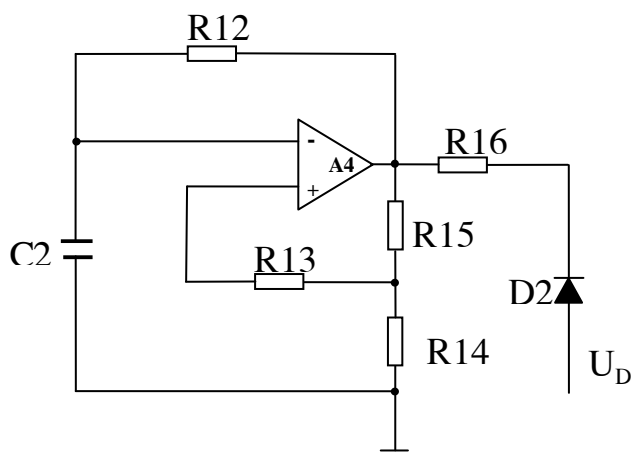
$$R_9 = R_{10} = 10 \text{ K}\Omega$$

d. Khâu tạo xung.

Khâu so sánh 1 ta đã nhận được xung vuông rộng kéo dài từ khi xuất hiện đến nửa chu kỳ đang xét của điện áp chỉnh lưu. Nếu xung điều khiển xuất hiện từ thời điểm kéo dài cho đến hết nửa chu kỳ mới kết thúc sẽ làm hỏng cực điều khiển.

Để tạo xung với vài μs ta dùng mạch vi phân R_{12}, C_2 .

Tụ C_2 và R_{12} là để vi phân xung vuông sau khâu so sánh thành xung đơn có biên độ bằng hai lần biên độ hình chữ nhật



Hình 3-25. Sơ đồ khâu tạo xung

$$t_D = R_{12} \cdot C_2 = 100 \mu s = 10^{-4} (s)$$

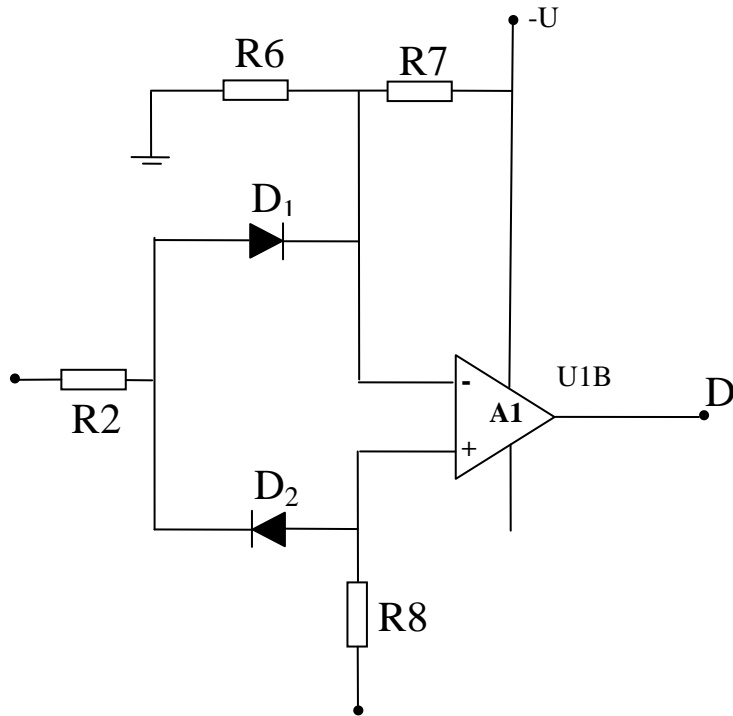
chọn $C_2 = 0,047 \mu F = 0.047 \cdot 10^{-6} F$

$$\Rightarrow R_{12} = \frac{10^{-4}}{0,047 \cdot 10^{-6}} = 2,13 K\Omega$$

Khi điện áp đưa từ khâu so sánh ở mức thấp ($-U_{bh}$) thì tụ C_2 được nạp bằng nguồn âm lên đến trị số bằng U_{bh} .

Khi điện áp so sánh chuyển lên mức ($+U_{bh}$) vào thời điểm này R_4 xuất hiện 1 xung điện áp có giá trị bằng điện áp có sẵn trên tụ (U_{bh}) cộng điện áp ra của khâu so sánh cũng bằng U_{bh} . Do chúng mắc nối tiếp nhau nên tổng bằng $+2U_{bh}$. Sau đó tụ C_2 bắt đầu quá trình nạp đảo để cuối cùng đạt trị số U_{bh} nhưng ngược dấu ban đầu.

Xung vi phân được đưa đến KĐTT U1B



Hình 3-26. Sơ đồ tạo điện áp U_D

Đầu vào (-) U1B đặt dưới điện áp do phân áp R_6, R_7 tạo nên. Như vậy, điện áp tại điểm C = 0 V, diốt D_1 thông làm đầu vào (-) của KĐTT âm hơn đầu vào (+) nên đầu ra của KĐTT sẽ bão hoà ở gần (+) nguồn.

Khi xung nhọn ở điểm C có giá trị (-). Diốt D_1 khoá, D_2 thông làm đầu vào (+) của KĐTT âm hơn so với đầu vào (-). Kết quả đầu ra cũng bị lật xuống âm nguồn. Như vậy, tại D có dạng xung với phần (-) rất hẹp tại thời điểm này điện áp anốt đi qua giá trị bằng 0. Đây là tín hiệu điều khiển cho mạch tạo xung răng cưa trên KĐTT U1C.

Chọn R_5, R_6, R_7, R_8 dựa trên điều kiện sau:

$$|U_+^{U1B}| > |U_-^{U1B}|$$

$$\left| \frac{U_c \cdot R_5}{R_5 + R_8} \right| > \left| \frac{-U_c \cdot R_6}{R_6 + R_8} \right| \Rightarrow \frac{R_5}{R_5 + R_8} > \frac{R_6}{R_6 + R_8}$$

Vậy chọn :

$$\begin{array}{l} R_5 = R_8 = R_7 = 10 \text{ K}\Omega \\ R_6 = 5 \text{ K}\Omega \end{array} \quad \Rightarrow \quad (\text{thoả mãn điều kiện})$$

e. Tính biến áp xung.

+ Chọn vật liệu làm lõi là sắt Ferit HM. Lõi có dạng hình xuyên, làm việc trên một phần của đặc tính từ hoá có: $\Delta B = 0,3$ (T), $\Delta H = 30$ (A/m) [1], 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: $U_2 = U_{dk} = 3,0$ (v)

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

$$U_1 = m \cdot U_2 = 3 \cdot 3 = 9 \text{ (v)}$$

+ Dòng điện thứ cấp biến áp xung:

$$I_2 = I_{dk} = 0,1 \text{ (A)}$$

+ Dòng điện sơ cấp biến áp xung:

$$I_1 = I_2 / m = 0,1 / 3 = 0,033 \text{ (A)}$$

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

$$\mu_{tb} = \Delta B / \mu_0 \cdot \Delta H = 8 \cdot 10^3$$

trong đó :

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

Thể tích của lõi thép cần có:

$$V = Q \cdot L = (\mu_{tb} \cdot \mu_0 \cdot t_x \cdot s_x \cdot U_1 \cdot I_1) / \Delta B^2$$

Thay số $V = 0,834 \cdot 10^{-6} \text{ (m}^3) = 0,834 \text{ (cm}^3)$.

Chọn mạch từ có thể tích $V = 1,4 \text{ (cm}^3)$. Với thể tích đó ta có kích thước mạch từ như sau: [1]

$$a = 4,5 \text{ mm}$$

$$b = 6 \text{ mm}$$

$$Q = 0,27 \text{ cm}^2 = 27 \text{ mm}^2$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$D = 21 \text{ mm}$$

Chiều dài trung bình mạch từ : $l = 5,2$ (cm)

+ Số vòng quấn dây sơ cấp biến áp xung:

Theo định luật cảm ứng điện từ :

$$U_1 = w_1 \cdot Q \cdot dB/dt = w_1 \cdot Q \cdot \Delta B/t_x$$

$$w_1 = U_1 t_x / \Delta B \cdot Q = 186 \text{ (vòng)}$$

+ Số vòng dây thứ cấp

$$W_2 = w_1 / m = 186 / 3 = 62 \text{ (vòng)}$$

+ Tiết diện dây quấn thứ cấp:

$$S_1 = I_1 / J_1 = 33,3 \cdot 10^{-3} / 0,5 = 0,066 \text{ (mm}^2\text{)}.$$

Chọn mật độ dòng điện: $j_1 = 0,5 \text{ (A/mm}^2\text{)}.$

+ Đường kính dây quấn sơ cấp :

$$d_1 = \sqrt{\frac{4S_1}{\pi}} = 0,084 \text{ (mm)}$$

Chọn: $d = 0,1 \text{ (mm)}.$

+ Tiết diện dây quấn thứ cấp:

$$S_2 = I_2 / J_2 = 0,1 / 2 = 0,05 \text{ (mm}^2\text{)}.$$

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

+ Đường kính dây quấn thứ cấp:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4S_2}{\pi}} = 0,178 \text{ (mm)}$$

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

+ Kiểm tra hệ số lấp đầy:

$$K_{ld} = \frac{S_1 \cdot W_1 + S_2 \cdot W_2}{(\pi + \frac{d^2}{4})} = \frac{d_1^2 \cdot W_1 + d_2^2 \cdot W_2}{d} = 0,03$$

Như vậy, cửa sổ đủ diện tích cần thiết

f. Tính tầng khuếch đại cuối cùng.

Chọn Tranzitor công suất loại T_{r3} loại 2SC9111 làm việc ở chế độ xung có các thông số:

Tranzitor loại npn, vật liệu bán dẫn là Si .

Điện áp giữa Colecto và Bazơ khi hở mạch Emito : $U_{CBO} = 40\text{(v)}$

Điện áp giữa Emito và Bazơ khi hở mạch Colecto : $U_{EBO} = 4\text{(v)}$

Dòng điện lớn nhất ở Colecto có thể chịu đựng	: $I_{cmax} = 500$ (mA).
Công suất tiêu tán ở Colecto	: $P_c = 1,7$ (w)
Nhiệt độ lớn nhất ở mặt tiếp giáp	: $T_1 = 175^0$ C
Hệ số khuếch đại	: $\beta = 50$

Dòng làm việc của Colecto: $I_{c3} = I_1 = 33,3$ (mA).

Dòng làm việc của Bazơ : $I_{B3} = I_{c3} / \beta = 33,3/50 = 0,66$ (A)

Ta thấy rằng với loại Tiristo đã chọn có công suất điều khiển khá bé $U_{dk} = 3,0$ (v), $I_{dk} = 0,1$ (A), nên dòng Colecto – Bazơ của Tranzito I_{r3} khá bé, trong trường hợp này, ta có thể không cần Tranzito I_2 mà vẫn có đủ công suất điều khiển Tranzito.

Chọn nguồn cấp cho biên áp xung: $E = +12$ (V) ta phải mắc thêm điện trở R_{10} nối tiếp với cực Emitter của I_{r3} , R_1 .

$$R_{10} = (E - U_1) / I_1 = 90 (\Omega)$$

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

+ Dòng điện định mức	: $I_{dm} = 10$ (A)
+ Điện áp ngược lớn nhất	: $U_N = 25$ (v),
+ Điện áp đề cho điôt mở thông	: $U_m = 1$ (v)

g. Tính chọn bộ tạo xung chòm.

Mỗi kênh điều khiển phải dùng 4 khuếch đại thuật toán, do đó ta chọn 6 IC loại TL 084 do hãng TexasInstruments chế tạo, mỗi IC này có 4 khuếch đại thuật toán.

Thông số của TL084 :

Điện áp nguồn nuôi	: $V_{cc} = \pm 18$ (V) chọn $V_{cc} = 12$ (V)
Hiệu điện thế giữa hai đầu vào	: ± 30 (V)
Nhiệt độ làm việc	: $T = -25 \div 85^0$ C
Công suất tiêu thụ	: $P = 680$ (mW) = 0,68 (W)
Tổng trở đầu vào	: $R_{in} = 10^6$ (M Ω)
Tốc độ biến thiên điện áp cho phép	: $du/dt = 13$ (V/ μ s)

Mạch tạo chùm xung có tần số $f = 1/2f_x = 3$ (kHz) hay chu kỳ của xung chùm

$$T = 1/f = 334 (\mu s)$$

ta có : $T = 2 \cdot R_8 \cdot C_2 \cdot \ln(1 + 2 \cdot R_6 / R_7)$

Chọn $R_6 = R_7 = 33(\mu s)$. thì $T = 2,2 R_8 \cdot C_2 = 334 (\mu s)$

vậy : $R_8 \cdot C_2 = 151,8 (\mu s)$

Chọn tụ $C_2 = 0,1\mu s$ có điện áp $U = 16$ (V) ; $R_8 = 1,518$ (Ω).

Để thuận tiện cho việc điều chỉnh khi lắp mạch thì ta chọn R_8 là biến trở 2 K Ω

h. Tính chọn tầng so sánh.

Khuếch đại thuật toán đã chọn loại TL 084

Chọn : $R_4 = R_5 > U_v / I_v = 12 / 1 \cdot 10^{-3} = 12$ (K Ω)

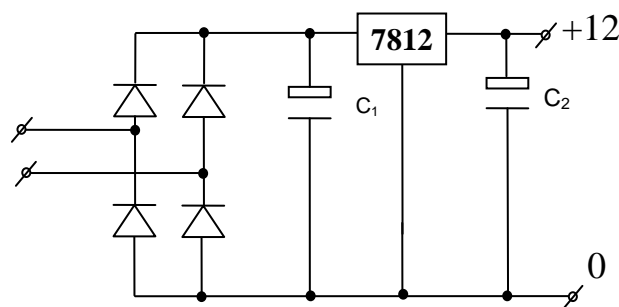
Trong đó nếu nguồn nuôi $V_{cc} = 12$ (V) Thì điện áp vào A_3 là $U_v \approx 12$ (v).

Dòng điện vào được hạn chế để $I_v < 1$ (m A).

Do đó ta chọn $R_4 = R_5 = 15$ (K Ω) khi đó dòng vào A_3 :

$$I_{vmax} = 12 / (15 \cdot 10^3) = 0,8$$
 (m A)

i. Tạo nguồn nuôi.



Hình 3-27. Sơ đồ nguyên lí tạo nguồn nuôi 12V

Ta cần tạo ra nguồn điện áp 12 (V) để cấp cho biến áp xung, nuôi IC , các bộ điều chỉnh dòng điện, tốc độ và điện áp đặt tốc độ.

Nếu dùng mạch chỉnh lưu cầu 3 pha dùng Điốt, điện áp thứ cấp máy biến áp nguồn nuôi: $U_2 = 12 / 2,34 = 5,1$ (v) ta chọn $U_2 = 9$ (v)

Để ổn định điện áp ra của nguồn nuôi ta dùng vi mạch ổn áp 7812, các thông số chung của vi mạch này:

Điện áp đầu vào : $U_V = 7 \div 35 \text{ (V)}$.

Điện áp đầu ra : $U_{ra} = +12 \text{ (V)}$ với IC 7812.

Dòng điện đầu ra : $I_{ra} = 0 \div 1 \text{ (A)}$.

Tụ điện C_1, C_2 dùng để lọc thành phần sóng dài bậc cao.

Chọn : $C_1 = C_2 = 470 \text{ (}\mu\text{F)}$; $U = 35 \text{ V}$

j. Tính toán máy biến áp nguồn nuôi và đồng pha.

1- Ta thiết kế máy biến áp dùng cho cả việc tạo điện áp đồng pha và tạo nguồn nuôi, chọn kiểu máy biến áp 3 pha 3 trụ, trên mỗi trụ có 3 cuộn dây, một cuộn sơ cấp và hai cuộn thứ cấp.

2- Điện áp lấy ra ở thứ cấp máy biến áp làm điện áp đồng pha lấy ra thứ cấp làm nguồn nuôi: $U_2 = U_{2dph} = U_N = 9 \text{ (V)}$.

3- Dòng điện thứ cấp máy biến áp đồng pha:

$$I_{2dph} = 1 \text{ (mA)}$$

4- Công suất nguồn nuôi cấp cho biến áp xung:

$$P_{dph} = 6 \cdot U_{2dph} \cdot I_{2dph} = 6 \cdot 9 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 0,054 \text{ (W)}$$

5- Công suất tiêu thụ ở 6 IC TL 084 sử dụng làm khuếch thuật toán ta chọn hai IC TL 084.

$$P_{81c} = 6 \cdot P_{IC} = 6 \cdot 0,68 = 4,08 \text{ (W)}$$

6- Công suất BAX cấp cho cực điều khiển Tiristo.

$$P_x = 6 \cdot U_{dk} \cdot I_{dk} = 6 \cdot 3 \cdot 0,1 = 1,8 = 6,976 \text{ (W)}$$

7- Công suất sử dụng cho việc tạo nguồn nuôi.

$$P_N = P_{dph} + P_{81c} + P_x$$

$$P_N = 0,056 + 4,08 + 6,976 = 11,112 \text{ (W)}$$

8- Công suất của máy biến áp có kể đến 5% tổn thất trong máy:

$$S = 1,05 \cdot (P_{dph} + P_N) = 1,05 \cdot (0,054 + 11,112) = 11,72 \text{ (VA)}$$

9- Dòng điện thứ cấp máy biến áp:

$$I_2 = S : 6 \cdot U_2 = 11,72 : (6 \cdot 9) = 0,217 \text{ (A)}$$

10- Dòng điện sơ cấp máy biến áp :

$$I_1 = S / 3 \cdot U_2 = 11,72 / 3 \cdot 220 = 0,0177 \text{ (A)}$$

11- Tiết diện trụ của máy biến áp được tính theo công thức kinh nghiệm :

$$Q_t = k_Q \cdot \sqrt{\frac{S}{m \cdot f}} = 1,6 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Trong đó: $k_Q = 6$ - hệ số phụ thuộc phương thức làm mát.

$m = 3$ - số trụ của biến áp .

$f = 50$ - tần số điện áp lưới.

Chuẩn hoá tiết diện trụ theo bảng [7]

$$Q_t = 1,63 \text{ (cm}^2\text{)}.$$

kích thước mạch từ lá thép dày $\sigma = 0,5$ (mm)

Số lượng lá thép : 68 lá

$$a=12\text{mm}$$

$$b=16\text{mm}$$

$$h=30\text{mm}$$

hệ số ép chặt $k_c = 0,85$.

12- Chọn mật độ từ cảm $B = 1\text{T}$ ở trong tụ ta có số vòng dây sơ cấp :

$$w_1 = \frac{U_1}{4,44 \cdot f \cdot B \cdot Q_t} = 6080 \text{ (vòng)}$$

13- Chọn mật độ dòng điện : $J_1 = J_2 = 0,5 \text{ (A/mm}^2\text{)}$

Tiết diện dây quấn sơ cấp:

$$S_1 = \frac{S}{3 \cdot U_1 \cdot J_1} = 0,08 \text{ (mm}^2\text{)}$$

đường kính dây quấn sơ cấp :

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_1}{\pi}} = 0,074 \text{ (mm)}$$

Chọn $d_1 = 0,1$ mm để đảm bảo độ bền cơ. Đường kính có kể cách điện:

$$d_{\text{icd}} = 0,12 \text{ (mm)}.$$

14- Số vòng dây quấn thứ cấp :

$$W_2 = W_1 \cdot U_2 / U_1 = 249 \text{ (vòng)}$$

15- Tiết diện dây quấn thứ cấp :

$$S_2 = S / (6 \cdot U_2 \cdot J_2) = 0,1 \text{ (mm}^2\text{)}$$

16- Đường kính dây quấn thứ cấp :

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_2}{\pi}} = 0,3 \text{ (mm)}$$

Chuẩn hoá đường kính : $d_2 = 0,3 \text{ (mm)}$

đường kính có kể đến cách điện : $d_{2\text{cd}} = 0,31 \text{ (mm)}$

17- Chọn hệ số lấp đầy : $k_{\text{ld}} = 0,7$.

$$\text{với } k_{\text{ld}} = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot (d_{\text{icd}}^2 \cdot w_1 + d_{2\text{cd}}^2 \cdot w_1)}{k_{\text{ld}} \cdot h} = 8,3 \text{ (mm)}$$

chọn: $c = 12\text{mm}$.

18- Chiều dài mạch từ :

$$L = 2 \cdot c + 3 \cdot a = 2 \cdot 12 + 3 \cdot 12 = 60 \text{ (mm)}.$$

19- Chiều cao mạch từ:

$$H = h + 2 \cdot a = 30 + 2 \cdot 12 = 54 \text{ (mm)}.$$

20- Tính chọn điôt cho bộ chỉnh lưu nguồn nuôi :

+ Dòng điện hiệu dụng qua điôt :

$$I_{\text{D,HD}} = \frac{I_2}{\sqrt{2}} = 0,099 \text{ (A)}$$

+ Điện áp ngược lớn nhất mà điôt phải chịu : $U_{\text{Nmax}} = \sqrt{6} \cdot U_2 = 22 \text{ (v)}$

+ Chọn điôt có dòng định mức:

$$I_{\text{dm}} \geq K_i \cdot I_{\text{DMD}} = 10 \cdot 0,1 = 1,1 \text{ (A)}$$

Chọn điôt có điện áp ngược lớn nhất :

$$U_n = k_u \cdot U_{\text{Nmax}} = 2 \cdot 22 = 44 \text{ (V)}$$

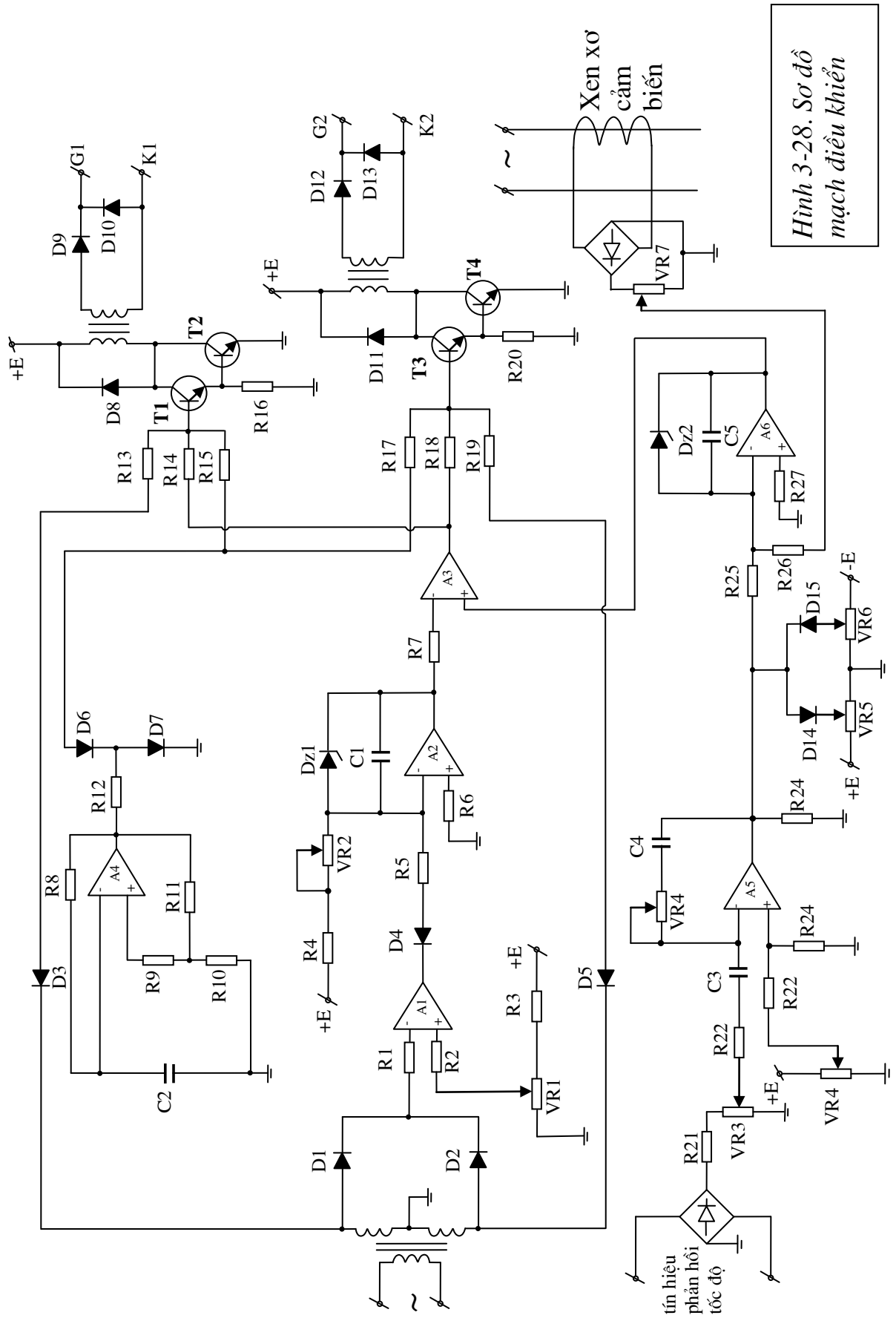
Chọn điôt loại KII208A có các thông số:

+ Dòng điện định mức : $I_{\text{dm}} = 1,5 \text{ (A)}$

+ Điện áp ngược cực đại của điôt : $U_N = 100$ (V).

Dựa trên nguyên tắc điều khiển và những yêu cầu của mạch điều khiển, ta có thể thiết kế sơ đồ mạch điều khiển như sau:

3.3.5. Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển.



Hình 3-28. Sơ đồ mạch điều khiển

a. Nguyên lý làm việc

Giả sử nửa chu kỳ đầu điốt D_1 thông, điốt D_2 khoá, nửa chu kỳ sau điốt D_1 khoá và điốt D_2 thông. Điện áp được chỉnh lưu hai nửa chu kỳ lấy điện áp âm đi qua điện trở R_1 được đưa vào đầu đảo của khuếch đại thuật toán A1 để so sánh với điện áp đặt U_0 được lấy từ đất – $R_3 - R_2$ đưa vào cửa không đảo của khuếch đại thuật toán A1.

Khi: $+ U_0 > U_1 \Rightarrow$ điện áp ra U_2 là dương

$+ U_0 < U_1 \Rightarrow$ điện áp ra U_2 là âm

Khi tín hiệu U_2 ra là dương thì điốt D_3 bị khoá tụ C được nạp ngược từ $+E - R_7 - VR_1 - C -$ đất. Điện áp trên tụ C giảm dần về 0, D_z thông.

Khi tín hiệu U_2 là âm thì điốt D_3 thông tụ C được nạp đầu ra A2 – C – $R_5 - D_3 -$ đất. Điện áp trên tụ C tăng dần bằng D_z . Khi tụ C phóng, nạp thì đầu ra có điện áp rãng của đưa vào đầu đảo của khếch đại thuật toán A3 để so sánh với điện áp điều khiển được lấy từ $+E - R_9 - VR_2 -$ đất đưa vào cửa không đảo của khếch đại thuật toán A3.

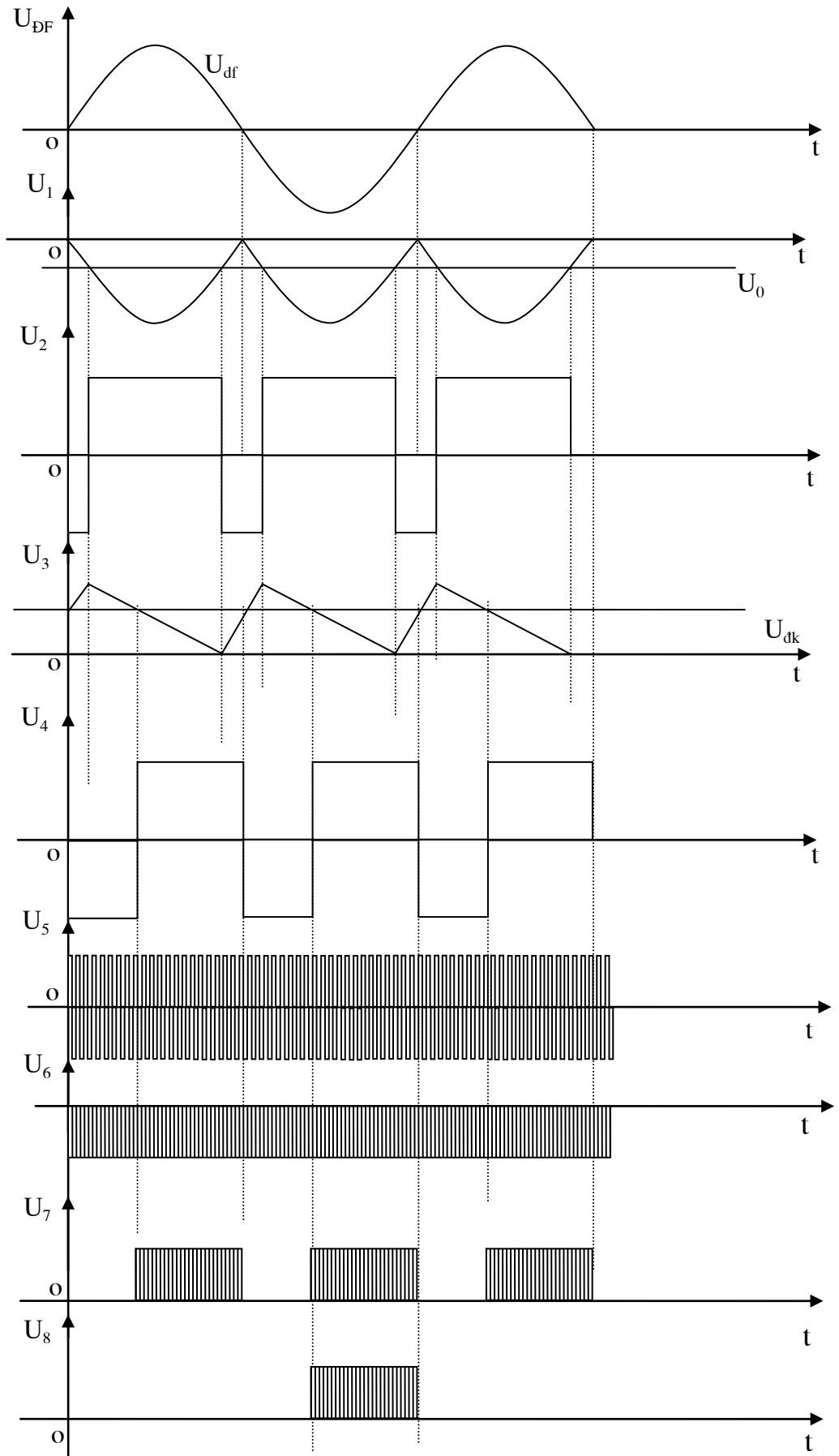
Khi: $+ U_{dk} < U_3 \Rightarrow$ điện áp ra U_4 là âm

$+ U_{dk} > U_3 \Rightarrow$ điện áp ra U_4 là dương

Vậy đầu ra của khếch đại thuật toán A3 là xung hình chữ nhật có giá trị âm dương. Xung vuông này được trộn với xung chùm có tần số 10KHz được lấy từ bộ dao động dùng khếch đại thuật toán A4.

Xét ở nửa chu kỳ đầu điốt D_{11} thông, còn điốt D_{12} khoá bóng T_1 mở, T_3 khoá. Lúc này có dòng từ $+E - R_{20} - BAX - EC_{T1} - R_{16} -$ đất. Trên R_{16} có biến áp đặt vào bazơ T_2 làm cho T_2 mở.

Trong nửa chu kỳ sau điốt D_{11} khoá còn điốt D_{12} thông, bóng T_1 khoá, T_3 mở lúc này có dòng từ $+E - R_{21} - BAX - EC_{T3} - R_{22} -$ đất. Trên R_{22} có biến áp đặt vào bazơ T_4 làm cho T_4 mở. Khi các bóng mở thì tín hiệu móc vòng qua biến áp xung, bên cuộn thứ cấp ta nhận được các xung điều khiển để mở các Thyristor.



KẾT LUẬN

Sau một thời gian tìm hiểu nghiên cứu về truyền động điện một chiều và bộ điều khiển động cơ điện một chiều, cùng với sự giúp đỡ hướng dẫn nhiệt tình của các thầy cô giáo trong khoa, đặc biệt là thầy giáo Th.S Vũ Ngọc Minh, em đã hoàn thành các yêu cầu nội dung của bản đồ án:

- Nghiên cứu tổng quan về truyền động điện một chiều .
- Thiết kế bộ điều khiển động cơ điện một chiều có ổn định tốc độ.

Do thời gian thực tế của mình không nhiều và khả năng hiểu biết còn hạn chế, nên còn nhiều vấn đề em chưa đưa vào được trong thiết kế đồ án của mình. Em mong được sự chỉ bảo góp ý của các thầy cô cùng các bạn để bản đồ án của em được hoàn thiện hơn.

Hoàn thành bản đồ án này em xin chân thành cảm ơn đến thầy giáo hướng dẫn Th.S Vũ Ngọc Minh và các thầy cô giáo trường Đại Học Dân Lập Hải Phòng, đặc biệt là các thầy cô giáo trong khoa Điện dân dụng và Công Nghiệp, đã dạy bảo em trong suốt quá trình học tập tại trường.

Sau nữa em gửi lời cảm ơn đến gia đình , bạn bè,... những người đã tạo điều kiện giúp đỡ để em hoàn thành bản đồ án này.

Em xin chân thành cảm ơn !

Hải Phòng, ngày tháng năm

Sinh viên thực hiện

Đào Trọng Toàn

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Quốc Khánh – Nguyễn Văn Liễn – Nguyễn Thị Hiền (2001)
Truyền động điện - Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật – Hà Nội.
2. Vũ Gia Hanh – Trần Khánh Hà - Phan Tử Thụ – Nguyễn Văn Sáu (1998)
Máy điện I, II - Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật – Hà Nội.
3. Bùi Quốc Khánh – Nguyễn Văn Liễn – Phạm Quốc Hải – Dương Văn Nghi (2006)
Điều chỉnh tự động truyền động điện - Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật .
4. Võ Minh Chính – Phạm Quốc Hải – Trần Trọng Minh (2004)
Điện tử công suất - Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật – Hà Nội.
5. Nguyễn Bình (1993)
Điện tử công suất – Hà Nội.
6. GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn (2005)
Máy điện – Nhà xuất bản xây dựng.
7. Trang web;
<http://hoiquandientu.com>
<http://tailieu.vn>

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	1
CHƯƠNG 1 : TỔNG QUAN VỀ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN MỘT CHIỀU	3
1.1. CẤU TRÚC VÀ PHÂN LOẠI TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN	3
1.1.1. Cấu trúc chung của hệ truyền động điện.....	3
1.1.2. Phân loại hệ thống truyền động điện.....	5
1.2. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU.....	6
1.2.1. Cấu tạo.....	6
1.2.2. Nguyên lý hoạt động của động cơ điện 1 chiều.....	9
1.3. ĐẶC TÍNH VÀ CÁC TRẠNG THÁI LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU.	10
1.3.1. Động cơ điện một chiều kích từ độc lập và kích từ song song.....	10
1.3.2. Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp.....	19
CH- ƠNG 2 : CÁC PH- ƠNG PHÁP CƠ BẢN ĐỂ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU	23
2.1 KHÁI NIỆM CHUNG.	23
2.2. PH- ƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP CẤP CHO ĐỘNG CƠ.	24
2.3. PH- ƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP CẤP CHO MẠCH KÍCH TỪ ĐỘNG CƠ.....	28
2.4. HỆ TRUYỀN ĐỘNG MÁY PHÁT - ĐỘNG CƠ MỘT CHIỀU (F-Đ)..	30
2.4.1. Cấu trúc hệ F- Đ và đặc tính cơ bản.	30
2.4.2. Các chế độ làm việc của hệ F – Đ.....	32
2.4.3. Đặc điểm của hệ F- Đ.....	36
2.5. HỆ THỐNG CHỈNH L- U - ĐỘNG CƠ MỘT CHIỀU.	36
2.5.1. Chỉnh lưu bán dẫn làm việc với động cơ điện	36
2.5.2. Khảo sát đồ thị điện áp và dòng điện tại đầu ra của bộ chỉnh lưu với góc mở α khác nhau và với tải động cơ.	38
CH- ƠNG 3 : THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU CÓ ỔN ĐỊNH TỐC ĐỘ	40
3.1. TỔNG HỢP HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN MỘT CHIỀU.	40
3.1.1. Đặt vấn đề.....	40
3.1.2. Lập mô tả toán học của các khâu và phần tử có trong sơ đồ.	44
3.1.3. Tổng hợp mạch vòng dòng điện.....	46
3.1.4. Tổng hợp hệ mạch vòng tốc độ.....	51
3.2. THIẾT KẾ MẠCH LỰC.	54
3.2.1. Lựa chọn sơ đồ thiết kế.....	54
3.2.2. Tính chọn thyristor.....	54
3.2.3. Thiết kế cuộn kháng san bằng I_D	56

3.2.4. Tính chọn các thiết bị bảo vệ mạch động lực.	60
3.2.5. Tính chọn sơ đồ cho mạch kích từ động cơ.	64
3.3. THIẾT KẾ VÀ TÍNH TOÁN MẠCH ĐIỀU KHIỂN.	67
3.3.1. Khái niệm về mạch điều khiển.....	67
3.3.2. Một số yêu cầu đối với mạch điều khiển.	68
3.3.3. Sơ đồ cấu trúc của hệ thống điều khiển.	70
3.3.4. Tính toán các khối trong mạch điều khiển.....	73
3.3.5. Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển.	73
KẾT LUẬN	90
TÀI LIỆU THAM KHẢO	91