

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG.....**

Luận văn

**Xây dựng hệ truyền
động điện điều chỉnh tốc độ động cơ điện
một chiều kích từ độc lập hai
mạch vòng điều chỉnh tốc độ và dòng điện**

LỜI MỞ ĐẦU

Ngày nay trong cuộc sống hàng ngày chúng ta thường xuyên gặp hệ truyền động điện ở bất kỳ nơi đâu. Nó có vai trò rất quan trọng trong cuộc sống và trong lao động sản xuất. Do sự phát triển ngày càng mạnh mẽ của kỹ thuật điện tử và tin học nên các hệ truyền động điện cũng có các bước phát triển nhảy vọt. Việc ứng dụng tin học và kỹ thuật điện tử vào hệ truyền động điện làm cho hệ truyền động điện ngày càng có ưu điểm nổi bật so với hệ truyền động cũ như: dải điều chỉnh rộng, độ tin cậy cao, gọn nhẹ và khả năng tự động hoá cao. Em nhận thấy việc nghiên cứu ứng dụng công nghệ điều khiển trên là cần thiết. Do vậy em được giao thiết kế đề tài về “ **Xây dựng hệ truyền động điện điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập hai mạch vòng điều chỉnh tốc độ và dòng điện.**”

Nội dung thiết kế đồ án gồm 3 chương :

Chương 1: Giới thiệu chung về động cơ điện một chiều

Chương 2: Tổng hợp hệ truyền động và mô hình hệ thống

Chương 3: Thiết kế và xây dựng hệ truyền động điện một chiều

Trong thời gian làm thiết kế đồ án, được sự giúp đỡ và chỉ bảo tận tình của thầy giáo hướng dẫn GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn cùng với sự chỉ bảo của các thầy cô giáo trong bộ môn Điện tự động công nghiệp cũng như sự giúp đỡ của bạn bè. Do thời gian có hạn và năng lực còn hạn chế nên đồ án của em không tránh khỏi những thiếu sót. Em rất mong được sự chỉ bảo thêm của các thầy cô, bạn bè để thiết kế của em được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

Sinh viên

Lê Quang Đông

CHƯƠNG 1

GIỚI THIỆU CHUNG VỀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

1.1. Cấu tạo động cơ điện một chiều kích từ độc lập

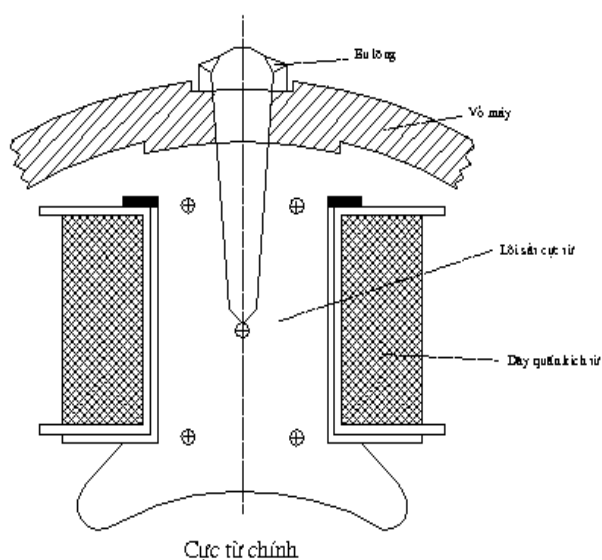
Cấu tạo động cơ điện một chiều gồm 2 phần chính là phần tĩnh (stato) và phần động (rotor) .

A) Phần tĩnh gồm có :

a) Cực chính

Cực từ chính là phần sinh ra từ trường gồm có lõi sắt và cuộn dây :

Lõi sắt cực từ được làm từ các lá thép kỹ thuật ghép lại , mặt cực có nhiệm vụ làm cho từ thông dễ đi qua khe khí . Cuộn dây kích từ đặt trên lõi cực cách điện với thân cực bằng một khuôn cuộn dây cách điện . Cuộn dây kích từ làm bằng dây đồng có tiết diện tròn , cuộn dây được tẩm sơn cách điện nhằm chống thấm nước và tăng độ dẫn nhiệt . Để tản nhiệt tốt cuộn dây được tách ra thành những lớp , đặt cách nhau một rãnh làm mát .



b) Cực phụ

Cực phụ nằm giữa các cực chính , thông thường số cực phụ bằng $\frac{1}{2}$ số cực chính . lõi thép cực phụ thường là bột thép ghép lại , ở những máy có tải

thay đổi thì lõi thép cực phụ cũng được ghép bằng các lá thép . Khe hở không khí ở cực phụ lớn hơn khe hở không khí ở cực chính .

c) Thân máy

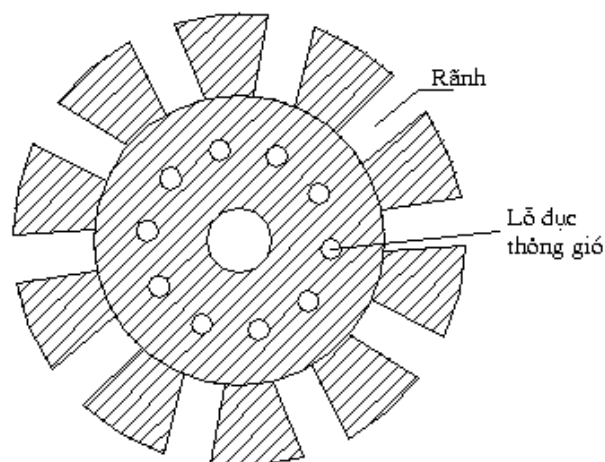
Thân máy làm bằng gang hoặc thép , cực chính và cực phụ được gắn vào thân máy . tùy thuộc vào công suất của máy mà thân máy có chứa hộp ổ bi hoặc không . Máy có công suất lớn thì hộp ổ bi làm rời khỏi thân máy . Thân máy được gắn với chân máy . Ở vỏ máy có gắn bảng định mức với các thông số : công suất định mức P_{dm} , tốc độ định mức n_{dm} , điện áp định mức U_{dm} , dòng điện định mức I_{dm} , dòng kích từ định mức $I_{ktđm}$.

B) Phần động gồm có :

a) Lõi sắt phần ứng

Lõi sắt phần ứng dùng để dẫn từ , thường được làm bằng tôn Silic có phủ một lớp cách điện sau đó được ép lại để giảm tổn hao dòng Fucô gây nên . Trên các lá thép có dập các rãnh để khi ép lại tạo thành các rãnh đặt cuộn dây phần ứng vào . Lõi sắt là hình trụ tròn và được ép cứng vào với trục tạo thành một khối thống nhất .

Trong các máy điện công suất trung bình trở lên người ta thường dập các rãnh để khi ép lại tạo thành các lỗ thông gió làm mát các cuộn dây và mạch từ .



Lõi sắt phần ứng

b) Dây quấn phần ứng

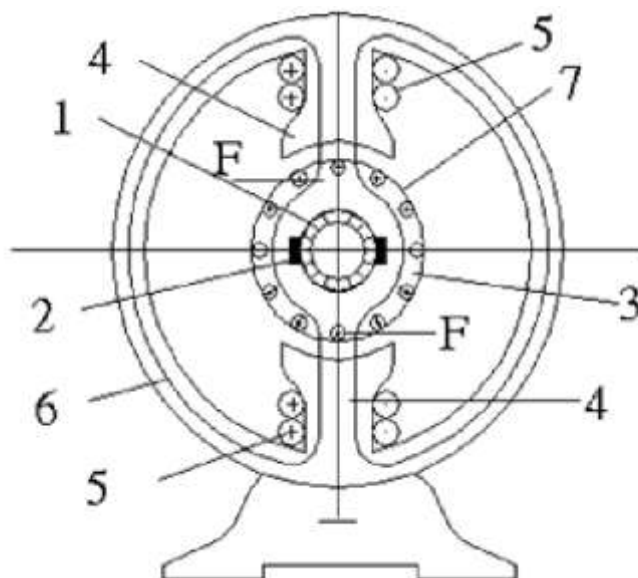
Trong các máy điện nhỏ dây quấn phần ứng có tiết diện tròn , với động cơ có công suất lớn thì tiết diện dây là hình chữ nhật .

c) Cổ góp

Cuộn dây rotor là cuộn dây khép kín , mỗi cạnh của nó nối với phiến góp . Các phiến góp được ghép cách điện với nhau và với trục hình thành một cổ góp . Phiến góp được làm bằng đồng , vừa có độ dẫn điện tốt vừa có độ bền cơ học cao , chống mài mòn .

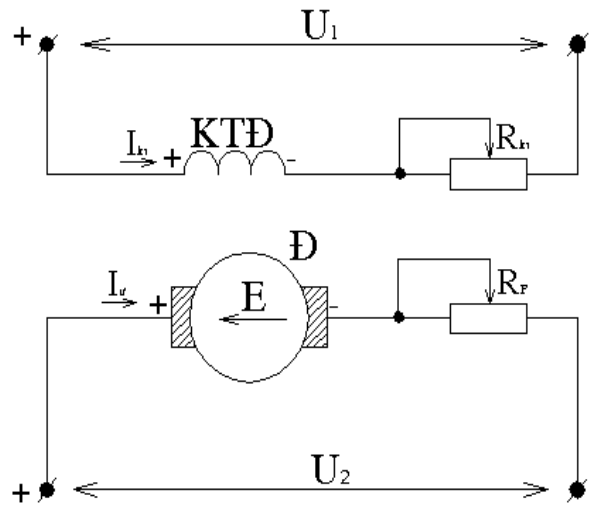
1.2. Nguyên lý hoạt động

Từ trường của động cơ được tạo ra nhờ các cuộn dây 5 có dòng điện một chiều chạy qua . Các cuộn dây này gọi là cuộn cảm (hay cuộn kích từ) và được quấn quanh các cực từ 4 . Trên hình vẽ động cơ điện một chiều , stato 6 của động cơ có đặt các cuộn cảm nên stato còn gọi là phần cảm , từ trường do cuộn cảm tạo ra sẽ tác dụng một từ lực vào các dây dẫn rotor 7 đặt trong các rãnh của rotor 3 khi có dòng điện chạy qua . Cuộn dây này được gọi là cuộn ứng . Dòng điện đưa vào cuộn ứng qua các chổi than 2 và cổ góp 1 . Rotor mang cuộn ứng nên gọi là phần ứng của động cơ .



Hình 1.2 : Sơ đồ nguyên lý cấu tạo động cơ điện một chiều

1.3. Đặc tính cơ động cơ điện một chiều



Hình 1.3 : Sơ đồ nguyên lý động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Khi động cơ làm việc , rotor mang cuộn dây phản 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 , ta có phương trình cân bằng điện áp của mạch phản ứng như sau :

$$U_u = E_u + (R_u + R_p).I_u \quad (*)$$

Trong đó :

U_u là điện áp phản ứng động cơ

E_u là sức điện động phản ứng động cơ

R_u là điện trở cuộn dây phản ứng

R_p là điện trở phụ mạch phản ứng

I_u là dòng điện phản ứng động cơ

Sức điện động E_u của phản ứng động cơ được xác định theo biểu thức:

$$E_u = \frac{PN}{2\pi a} \Phi \omega = k\Phi \omega \quad (**)$$

Trong đó P: Số đôi cực từ chính

N: Thanh dẫn tác dụng của cuộn dây phản ứng

a: số đôi mạch nhánh song song của cuộn dây phản ứng

Φ : Từ thông kích từ d-ới cực từ ω_b

ω : Tốc độ góc rad/s

$$K = \frac{PN}{2\pi a} \quad \text{Hệ số cấu tạo của động cơ}$$

+Nếu biểu diễn sức điện động theo tốc độ quay n (vòng/phút) thì:

$$E_c = K_e \Phi n$$

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

$$\text{Vì vậy } E_c = \frac{PN}{60a} \Phi n$$

$$K_e = \frac{PN}{60a} \quad : \text{Hệ số sức điện động của động cơ}$$

$$K_e = \frac{k}{9,55} \approx 0,105K$$

Từ ph-ơng trình (*) và (**) ta có:

$$\omega = \frac{U_u}{K\Phi} - \frac{R_u + R_f}{K\Phi} I_c \quad (***)$$

Biểu thức (***) là ph-ơng trình đặc tính cơ điện của động cơ.

Mặt khác mômen điện từ M_{dt} của động cơ đ-ợc xác định bởi :

$$M_{dt} = K\Phi I_c$$

Suy ra :

$$I_c = \frac{M_{dt}}{K\Phi}$$

Thay giá trị I_c vào (***) ta đ-ợc ph-ơng trình :

$$\omega = \frac{U_u}{K\Phi} - \frac{R_u + R_f}{(K\Phi)^2} M_{dt} \quad (****)$$

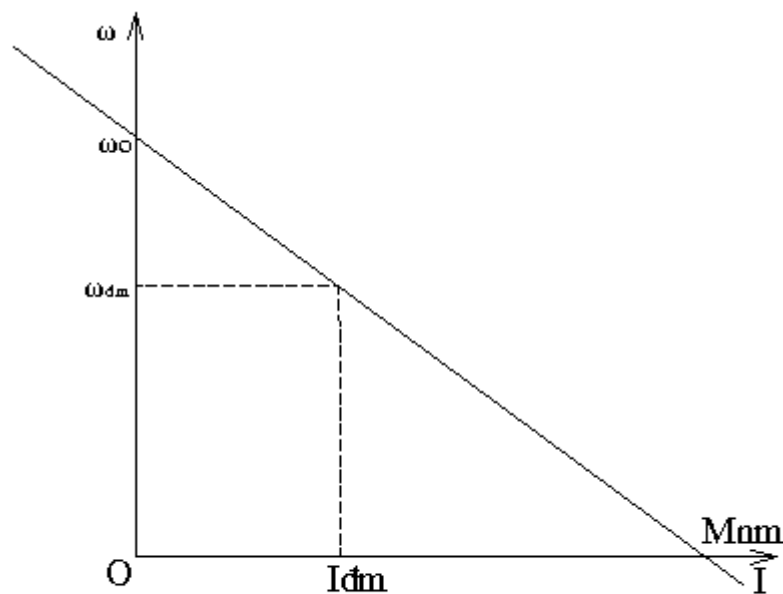
Nếu chúng ta bỏ qua tổn thất cơ và tổn thất thép thì mômen cơ trên trục động cơ bằng với mômen điện từ, ta ký hiệu M . Nghĩa là $M_{dt} = M_{cs} = M$.

Phương trình đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập :

$$\omega = \frac{U_u}{K\Phi} - \frac{R_u + R_f}{K\Phi} M$$

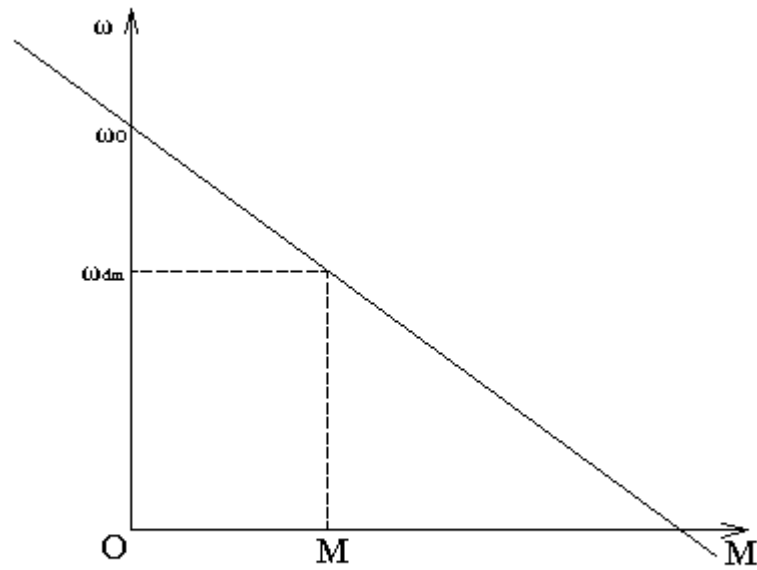
Giả sử rằng phản ứng của động cơ được bù đủ, từ thông $\Phi = \text{const}$, thì phương trình đặc tính cơ điện(***) và phương trình đặc tính cơ(****) là tuyến tính. Khi đó đồ thị của chúng được biểu diễn trên hình vẽ là những đường thẳng.

a. Đặc tính cơ điện của động cơ điện một chiều kích từ độc lập.



Đặc tính cơ điện của động cơ điện
1 chiều kích từ độc lập

b. Đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập.



Đặc tính cơ của động cơ điện
1 chiều kích từ độc lập

Theo đồ thị trên khi $I_a = 0$ hoặc $M = 0$ ta có:

$$\omega = \frac{U_a}{K\Phi} = \omega_0 \quad (1.1)$$

Khi đó thì ω_0 được là tốc độ không tải lý tưởng của động cơ. Còn khi $\omega = 0$ ta có từ phương trình đặc tính cơ của động cơ và phương trình đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập. Ta có:

$$I_a = \frac{U}{R_a + R_f} = I_{nm} \quad (1.2)$$

$$M = K\Phi I_{nm} \quad (1.3)$$

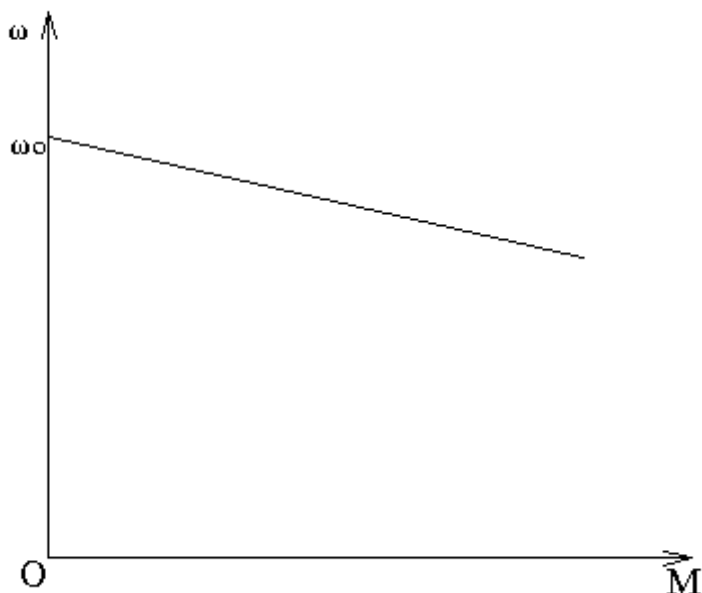
Và I_{nm} , M_{nm} được gọi là dòng điện ngắn mạch và momen ngắn mạch của động cơ.

Qua đồ thị đường đặc tính cơ điện, đặc tính cơ của động cơ một chiều ta thấy đồ thị là đường thẳng. Nên phương trình đặc tính cơ có dạng :

$$\omega = \frac{U_a}{K\Phi} - \frac{R_a + R_f}{(K\Phi)^2} M \quad (1.4)$$

là hàm bậc nhất $y = Ax + B$, nên đường biểu diễn trên hệ tọa độ $M\omega$ là một đường thẳng với độ dốc âm. Đường đặc tính cơ cắt trục tung $O\omega$ tại điểm có tung độ:

$$\varpi = \frac{U}{K\Phi} \quad (1.5)$$

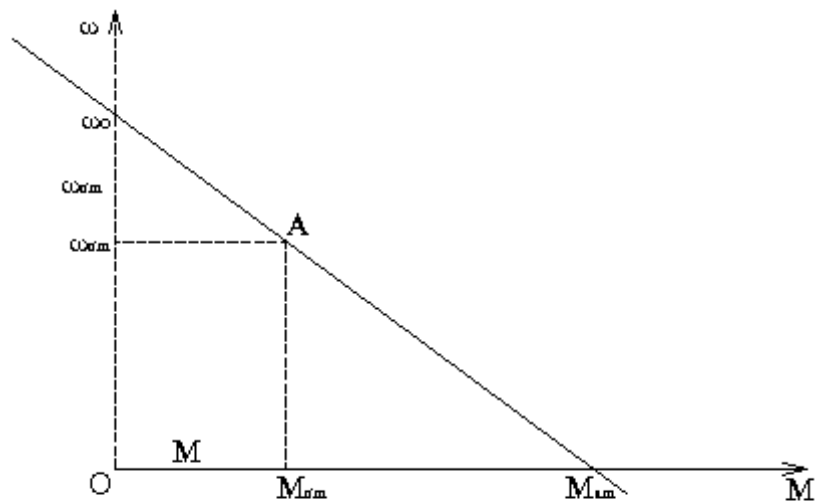


Tốc độ động cơ ϖ_0 là tốc độ ứng với $M_c = 0$ nghĩa là khi không có lực cản nào cả. Đó là tốc độ lớn nhất của động cơ mà không thể đạt được ở chế độ động cơ vì không bao giờ xảy ra trường hợp $M_c = 0$ (do lực ma sát luôn luôn tồn tại khi động cơ quay). Vì vậy nh- ta đã nói ở trên ϖ_0 được gọi là tốc độ không tải lý t-ởng của động cơ.

Khi mà toàn bộ các thông số điện của động cơ là định mức nh- thiết kế và không mắc thêm điện trở phụ vào mạch động cơ thì $R_{\Sigma} = R$ và ph-ơng trình đặc tính cơ của động cơ được viết là:

$$\varpi = \frac{U_u}{K\Phi} - \frac{R_{u\Sigma}}{(K\Phi)^2} M \quad (1.6)$$

Thì khi này đường đặc tính cơ lúc này được gọi là đường đặc tính cơ tự nhiên và đường đặc tính cơ tự nhiên được biểu diễn nh- hình vẽ:



Đặc tính cơ tự nhiên của động cơ
điện 1 chiều kích từ độc lập

- Với đ-ờng đặc tính cơ nh- vậy.khi mà phụ tải của động cơ tăng dần từ $M_c = 0$ đến $M_c = M_{dm}$ ($\Delta M_c = M_{dm} - 0$) thì tốc độ động cơ sẽ giảm dần từ xuống Φ_{dm} ($\Delta \varpi = \varpi_0 - \varpi_{dm}$). Khi đó điểm $A(\varpi_{dm}, M_{dm})$ gọi là điểm làm việc định mức của động cơ.

Ph-ơng trình :

$$\varpi = \frac{U_u}{K\Phi} - \frac{R_{u\Sigma}}{(K\Phi)^2} M \quad (1.7)$$

Và :

$$\varpi = \frac{U_u}{K\Phi_{dm}} - \frac{R_u}{(K\Phi)^2} M \quad (1.8)$$

Có thể viết d-ới dạng $\varpi = \varpi_0 - \Delta \varpi$ với độ sụt dốc tỷ lệ với mômen tải:

$$\Delta M = \frac{R_{u\Sigma}}{(K\Phi)^2} M \quad (1.9) \quad \text{Chúng}$$

ta có thể thấy rõ rằng đ-ờng đặc tính cơ có thể vẽ đ-ợc nhờ vào hai điểm ϖ_0 và A. Cũng có thể kết hợp một trong hai điểm đó với một điểm thứ ba là điểm cắt của đ-ờng đặc tính cơ với trục hoành OM. Điểm này có tung độ $\varpi = 0$ và hoành độ đ-ợc suy ra từ ph-ơng trình(*) :

$$M = M_{nm} = K\Phi_{dm} \frac{U_{dm}}{R_u} = K\Phi_{dm} I_{nm} \quad (1.10)$$

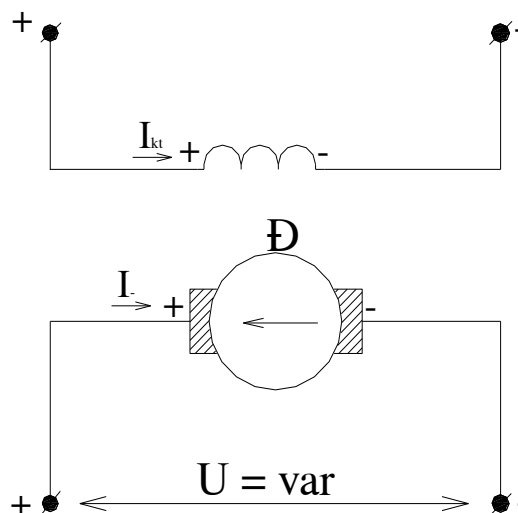
Trong đó :

$$I_{nm} = \frac{U_{dm}}{R_u} \quad (1.11)$$

M_{nm} , I_{nm} là giá trị mômen lớn nhất và dòng điện lớn nhất của động cơ khi đ-ợc cấp điện đầy đủ mà tốc độ bằng không. Tr-ờng hợp này xảy ra khi bắt đầu mở máy, và khi động cơ đang chạy mà bị dừng lại vì kẹt hoặc tải quá lớn không kéo đ-ợc. Và dòng điện I_{nm} này lớn và th-ờng bằng $I_{nm} = (10420) I_{dm}$. Nó có thể gây cháy hỏng động cơ nếu hiện t-ợng này kéo dài. Chính vì nguyên nhân này để đảm bảo tuổi thọ của động cơ, đồng thời bảo vệ động cơ. Nên khi mở máy chúng ta phải thêm điện trở phụ vào mạch rotor để hạn chế dòng điện mở máy và khi động cơ đang chạy mà bị sự cố dừng đột ngột thì cần phải cắt điện cấp cho động cơ ngay.

1.4. Các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều

1.4.1. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp phản ứng



Hình 1.5 : Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp phản ứng

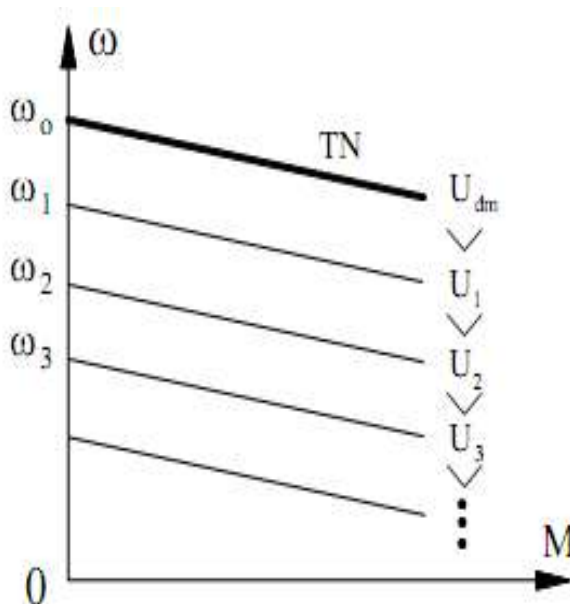
Giả sử từ thông $\Phi = \Phi_{dm} = \text{const}$ điện trở phần ứng $R_u = \text{const}$. Khi chúng thay đổi điện áp theo hướng giảm so với U_{dm} . Vì điện áp đặt vào phần ứng không thể thay đổi vượt qua giá trị định mức. Trong trường hợp này, độ dốc (hay độ cứng) của đặc tính cơ không thay đổi.

$$\beta = - \frac{(K\Phi)^2}{R_u} = \text{const}$$

Còn tốc độ không tải lý tưởng ω_0 thay đổi tỷ lệ thuận với điện áp cấp cho động cơ:

$$\omega_0 = \frac{U}{K\Phi_{dm}} = \text{var}$$

Như vậy khi thay đổi điện áp đặt vào phần ứng, ta được một họ đường đặc tính cơ song song với đường đặc tính cơ tự nhiên (TN) và thấp hơn đường đặc tính cơ tự nhiên. Các đường đặc tính cơ này gọi là các đường đặc tính cơ nhân tạo.



Hình 1.6 : Đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi giảm điện áp phần ứng

Chúng ta có thể nhận thấy rằng khi thay đổi điện áp (giảm áp) thì mômen ngắn mạch, dòng điện ngắn mạch của động cơ giảm và tốc độ động cơ cũng giảm ứng với một phụ tải nhất định. Do đó phương pháp này cũng

đ- ợc sử dụng để điều chỉnh tốc độ động cơ và hạn chế dòng điện khi khởi động.

1.4.2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi từ thông

Giả thiết điện áp phân ứng $U_- = U_{dm} = \text{const}$. Điện trở phản ứng $R_- = \text{const}$. Để thay đổi dòng kích từ I_{kt} nhờ biến trở R_{kt} mắc ở cuộn cảm. Trong tr- ờng hợp này tốc độ không tải lý t- ởng và độ cứng đặc tính cơ đều thay đổi.

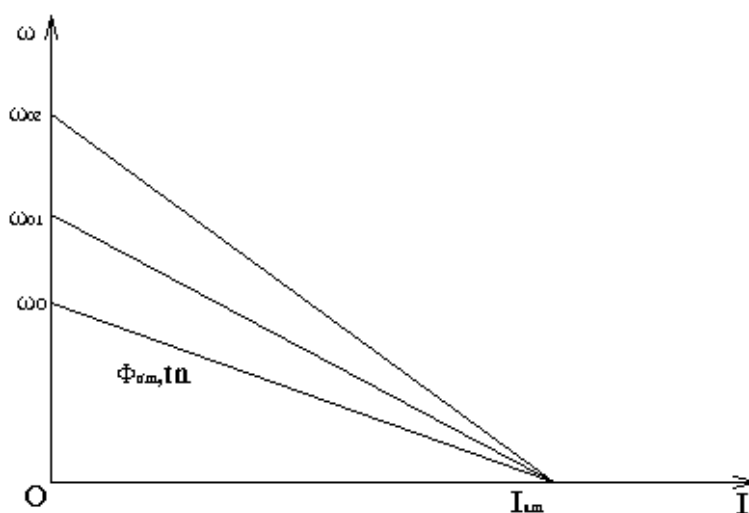
+ Tốc độ không tải lý t- ởng

$$\omega_{ox} = \frac{U_{dm}}{K\Phi_x} = \text{var}$$

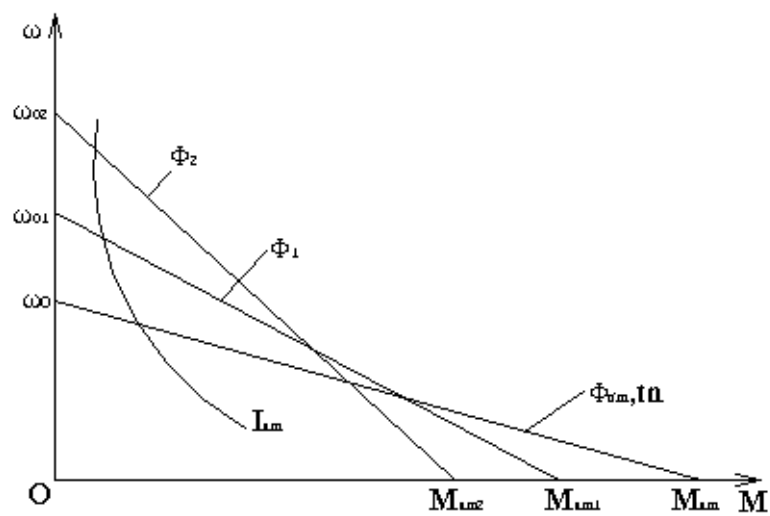
+ Độ cứng đặc tính cơ :

$$\beta = \frac{(K\Phi_x)^2}{R_u} = \text{var}$$

Do cấu tạo của động cơ điện, thực tế th- ờng điều chỉnh giảm từ thông. Nên khi từ thông giảm thì ω_{ox} tăng còn β giảm. Ta có một họ đặc tính cơ với ω_{ox} tăng dần và độ cứng của đặc tính cơ giảm dần khi giảm từ thông.



Đặc tính cơ điện của động cơ điện 1 chiều kích từ độc lập khi giảm từ thông



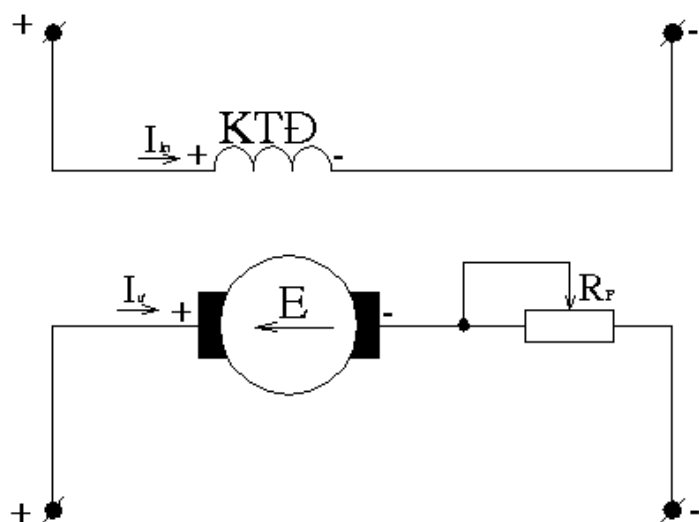
Đặc tính cơ của động cơ điện 1 chiều
kích từ độc lập khi giảm từ thông

Ta nhận thấy rằng khi thay đổi từ thông :

Dòng điện ngắn mạch :
$$I_{nm} = \frac{U_{dm}}{R_u} = const$$

Momen ngắn mạch :
$$M_{nm} = K\Phi_{dm} I_{nm} = Var$$

1.4.3. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở mạch phản ứng



Giả thiết $U_- = U_{dm} = \text{const}$ và $\Phi = \Phi_{dm} = \text{const}$

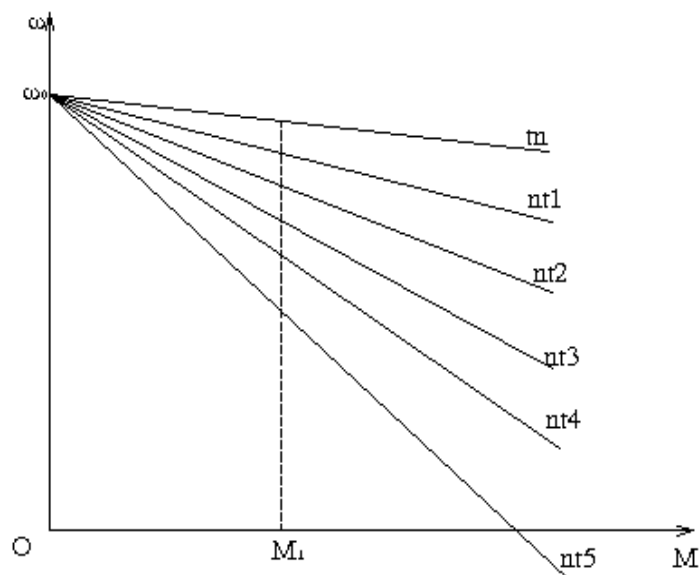
Để thay đổi điện trở mạch phản ứng ta nối thêm điện trở phụ vào mạch phản ứng. Trong trường hợp này tốc độ không tải lý tưởng

$$\omega = \frac{U_{dm}}{K\Phi_{dm}} = \text{const}$$

Còn độ dốc (hay độ cứng) sẽ thay đổi theo tỷ lệ thuận theo điện trở tổng cộng phản ứng :

$$\beta = - \frac{R_{u\Sigma}}{(K\Phi)^2} = \text{var}$$

Nh- vậy khi tăng điện trở phụ R_f trong mạch phản ứng ta đ- ợc một họ đ- ờng đặc tính nhân tạo cùng đi qua điểm O (0,0).



Hình 1.8 : Đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi thay đổi điện trở mạch phản ứng

Khi tăng R_f lớn, β càng nhỏ nghĩa là đ- ờng đặc tính cơ càng dốc. Ứng với giá trị $R_f = 0$ ta có đ- ờng đặc tính cơ tự nhiên

$$\beta = \frac{(K\Phi_{dm})^2}{R_u + R_f} = \text{var}$$

Khi $R_f = 0$ suy ra :

$$\beta_{TN} = \frac{(K\Phi_{dm})^2}{R_u} \quad (1.12)$$

Từ đó suy ra β_{TN} có giá trị lớn nhất nên đặc tính cơ tự nhiên có độ cứng hơn tất cả các đặc tính có điện trở phụ.

Tóm lại khi ta thay đổi điện trở phụ R_f ta được một họ đặc tính biến trở có dạng nh- hình vẽ. Ứng với mỗi phụ tải M_c nào đó, nếu R_f càng lớn thì tốc độ động cơ càng giảm. Cho nên nên ta thường sử dụng phương pháp này để hạn chế dòng điện và điều chỉnh tốc độ động cơ phía dưới tốc độ cơ bản.

CHƯƠNG 2

TỔNG HỢP HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN ĐỘNG CƠ ĐIỆN

MỘT CHIỀU

2.1. Cấu trúc hệ truyền động điện

Trong quá trình làm việc tốc độ của động cơ điện thường bị thay đổi do sự biến thiên của tải, của nguồn và do đó gây ra sự sai lệch về tốc độ thực so với tốc độ đặt, hay tốc độ mong muốn (tốc độ làm việc của hệ thống truyền động điện do công nghệ yêu cầu). Bởi vậy, việc điều chỉnh tốc độ là một trong những vấn đề quan trọng trong truyền động điện tự động.

Một yêu cầu đặt ra khi thiết kế hệ truyền động là sự phù hợp giữa đặc tính điều chỉnh của động cơ điện và đặc tính của tải. Ngoài ra thường chọn hệ truyền động cũng như phương pháp điều chỉnh nào cho đặc tính điều chỉnh bám sát yêu cầu của tải. Mặt khác, vẫn phải luôn đảm bảo được tính ổn định công tác trong chế độ làm việc xác lập cũng như quá trình quá độ.

Đối với động cơ điện một chiều kích từ độc lập, về phương diện điều chỉnh tốc độ có nhiều ưu việt do khả năng điều chỉnh tốc độ dễ dàng, cấu trúc mạch lạc, mạch điều khiển đơn giản, chất lượng điều chỉnh cao trong dải điều chỉnh tốc độ rộng. Từ những phân tích về ưu nhược điểm các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập ta sử dụng phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp phản ứng động cơ thông qua bộ chỉnh lưu Tiristor.

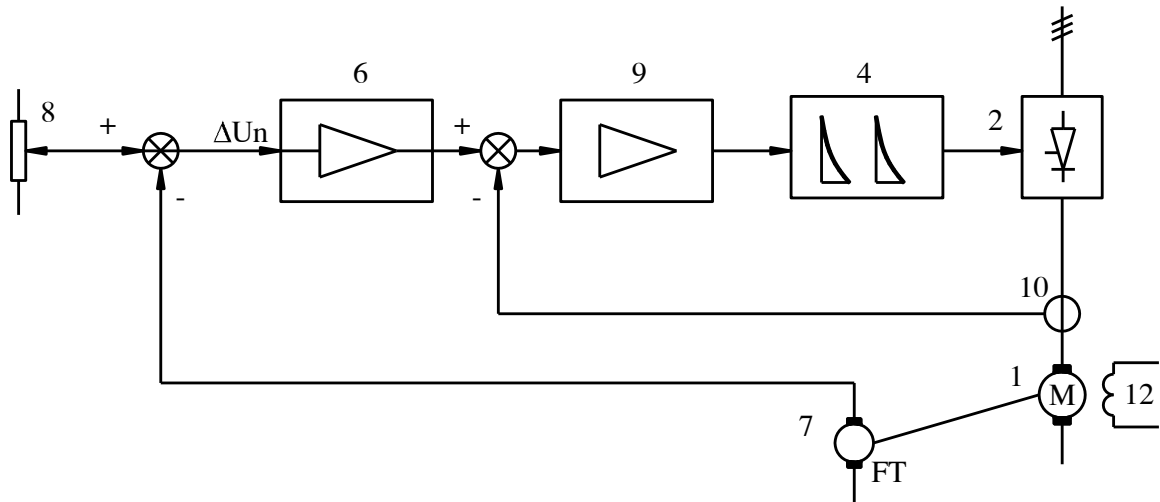
Qua phân tích thực tế người ta thấy rằng:

-Hệ thống có phần tử phi tuyến hoạt động kém hơn hệ thống mắc song song

-Với những hệ đơn giản, có số lượng khâu quán tính ở kênh chính nhỏ hơn 2 thì hệ song song và nối tiếp có tính chất như nhau

-Khi hệ thống phức tạp có nhiều khâu quán tính ở kênh chính thì hệ thống nối tiếp tốt hơn.

Bởi vậy ta lựa chọn hệ thống TĐĐ tiristor mắc nối tiếp với khâu phản hồi tốc độ và dòng điện .



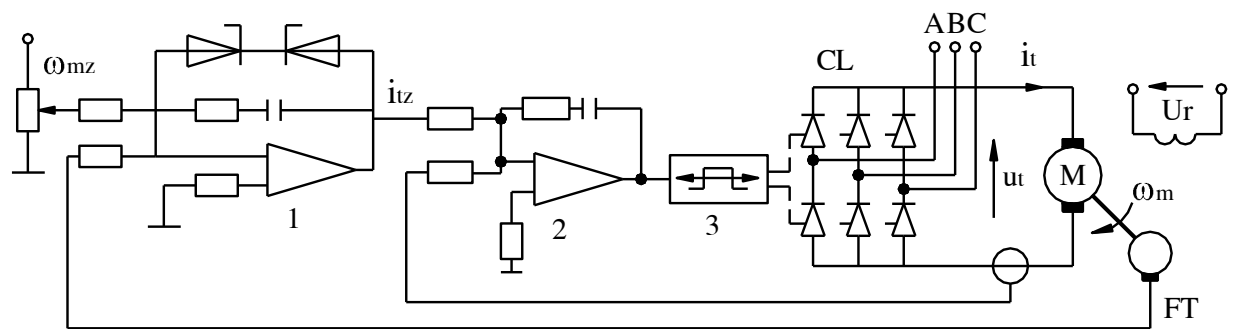
Hình 2.1 : Sơ đồ hệ thống TĐĐ ti-ri-sto mắc nối tiếp khâu phản hồi tốc độ và dòng điện. 6-khuyếch đại điều chỉnh phản hồi tốc độ có đặt giới hạn điện áp ra, ΔU_n -tín hiệu điện áp sai số điều chỉnh tốc độ

Hệ thống hoạt động như sau: Ti-ri-sto của bộ biến đổi 2 được hệ thống điều khiển 4 mở . Hệ thống 4 được cấp điện từ bộ khuếch đại-điều chỉnh 9 trên cơ sở khuếch đại hiệu điện áp cho trước của bộ khuếch đại-điều chỉnh 6 và điện áp đo được từ cảm biến dòng 10. Tín hiệu ra của bộ điều tốc U_6 , đồng thời là tín hiệu cho trước của bộ điều chỉnh dòng điện. Vì trong tính chất của điều khiển bộ (6) có giới hạn tín hiệu ra, do đó nó có thể giới hạn dòng phản ứng.

Trong quá trình khởi động, sau khi đóng điện áp cho trước, khuếch đại 6 đạt được điều khiển hoàn toàn rất nhanh và đạt giá trị U_{max} , vì tín hiệu phản hồi âm tốc độ lúc đầu bằng không, sau đó tăng cùng với tốc độ tăng. Ở pha này của quá trình khởi động, bộ điều chỉnh dòng 9 giữ cho dòng stato có giá trị không đổi khi nó điều khiển để thay đổi góc mở của hệ thống 4 khi tốc độ động cơ tăng.

Sự lựa chọn cấu trúc và giá trị các bộ điều chỉnh quyết định tính chất động của mạch điều chỉnh. Trong các hệ thống truyền động điện với bộ biến đổi tĩnh người ta thường sử dụng bộ điều chỉnh tuyến tính điện tử loại PI làm nhiệm vụ điều khiển.

Trên hình 2.2 biểu diễn sơ đồ chức năng của hệ thống nghiên cứu. Để tổng hợp các bộ điều chỉnh giả thiết rằng, dòng điện chạy qua van trong suốt quá trình điều chỉnh và mô men của động cơ có tính liên tục.

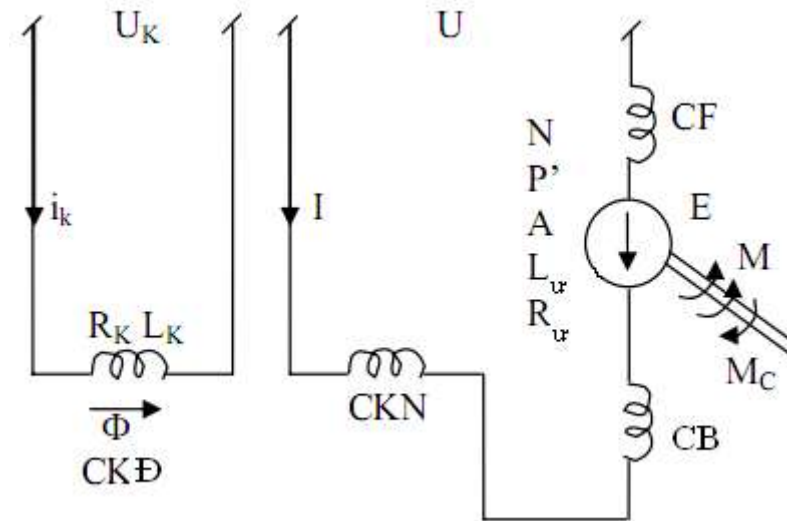


Hình 2.2 : Sơ đồ cơ bản của hệ thống truyền động điện dòng một chiều cấp điện từ bộ chỉnh lưu.

2.2. Mô hình toán hệ thống

2.2.1. Mô hình toán động cơ điện một chiều

Cho đến nay động cơ điện một chiều vẫn còn dùng phổ biến trong các hệ thống truyền động điện chất lượng cao, dải công suất động cơ một chiều từ vài W đến hàng MW.



Hình 2.3 : Sơ đồ thay thế động cơ một chiều.

Trong đó :

- + CKĐ : dây quấn kích từ độc lập
- + CKN : dây quấn kích từ nối tiếp
- + CB : dây quấn bù
- + CF : dây quấn cực từ phụ
- + U_K : điện áp kích thích
- + ω , M , M_C là tốc độ góc, mômen điện từ và mômen cản của động cơ.

Hệ thống các phương trình mô tả động cơ một chiều thường là phi tuyến, trong đó tín hiệu đầu vào (tín hiệu điều khiển) thường là điện áp phản ứng U_u , điện áp kích từ U_k , tín hiệu ra thường là tốc độ góc của động cơ ω , mô men quay M , dòng điện phản ứng I_u , hoặc trong một số trường hợp là vị trí của rô to φ . Mô men tải M_c là mô men do cơ cấu làm việc truyền về trục động cơ, mô men tải là nhiễu loạn quan trọng nhất của hệ truyền động điện.

Các phương trình mô tả động cơ điện một chiều kích từ độc lập như sau:

$$- U_u = i_u R_u + L \frac{di_u}{dt} + k\Phi\omega \quad (2.1)$$

$$- E = k\Phi\omega \quad (2.2)$$

$$- U_{kt} = i_{kt} + L_{kt} \frac{di_{kt}}{dt} \quad (2.3)$$

$$- M = \frac{p'N}{2\pi a} \cdot \Phi I = k\Phi I \quad (2.4)$$

$$- M - M_c = J \frac{d\omega}{dt} \quad (2.5)$$

Trong đó:

U_k, I_k : điện áp và dòng điện kích từ.

U_u, I_u : điện áp và dòng điện phần ứng.

R_u, L_u : điện trở và điện cảm phần ứng.

M : mô men của động cơ một chiều.

M_c : mô men tải (mô men cản).

p' - số đôi cực của động cơ.

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

a - số mạch nhánh song song của dây quấn phần ứng.

k - hệ số kết cấu của máy.

R_u - điện trở mạch phần ứng của động cơ

Dạng phương trình cân bằng điện áp () khi chuyển sang toán tử Laplace

$$\begin{aligned} U &= R_u I_u + p L_u \cdot I_u + E \\ \Rightarrow I_u &= \frac{(U - E) \cdot 1 / R_u}{1 + p \cdot \frac{L_u}{R_u}} = (U - E) \frac{1 / R_u}{1 + p \cdot T_u} \end{aligned} \quad (2.6)$$

- Phương trình mômen điện từ

$$M_{dt} = K\phi \cdot I_u \quad (2.7)$$

- Phương trình động học

$$M = M_c + J \frac{d\omega}{dt} \quad (2.8)$$

Với M_c - mômen cản trên trục động cơ

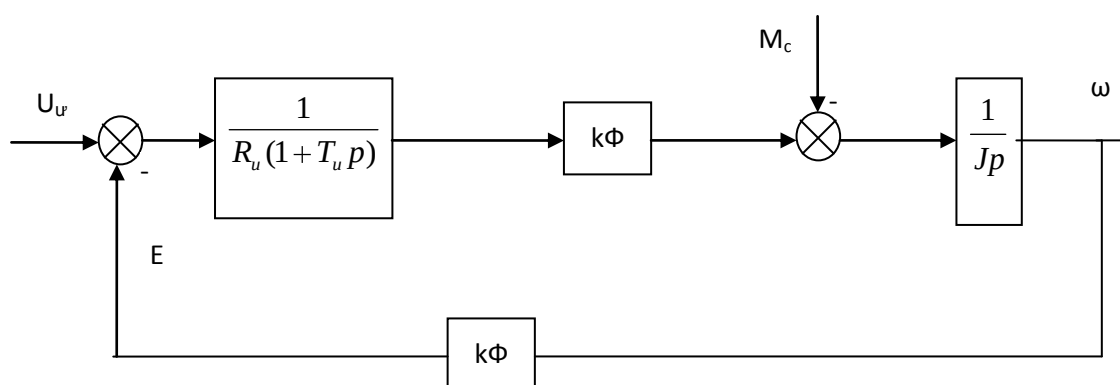
J - mômen quán tính của động cơ

- Phương trình động học khi chuyển sang dạng toán tử Laplace

$$M = M_c + J.p.\omega \quad (2.9)$$

$$\Rightarrow \omega = \frac{M - M_c}{Jp} \quad (2.10)$$

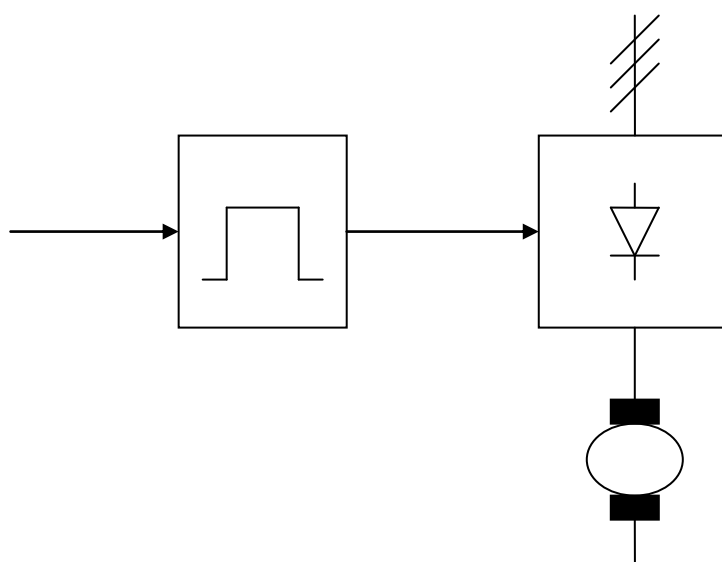
Vậy ta có được sơ đồ cấu trúc của động cơ một chiều kích từ độc lập khi dòng điện kích từ động cơ không đổi tức là động cơ được kích thích bằng nam châm vĩnh cửu như sau :



Hình 2.4 : Sơ đồ cấu trúc chung của động cơ một chiều kích từ độc lập .

2.2.2. Mô hình toán bộ chỉnh lưu

Sơ đồ khối chỉnh lưu có điều khiển như trên hình 2.5 :



Hình 2.5 : Sơ đồ khối bộ chỉnh lưu có điều khiển.

Trong sơ đồ trên mạch điều khiển biến đổi điện áp một chiều U_{dk} thành xung điện áp có góc α thích hợp đưa vào mở Thyristor cấp nguồn cho động cơ.

Khi đầu vào biến đổi một lượng ΔU_{dk} thì ở đầu ra biến thiên một lượng ΔU_d . Vì vậy mà tín hiệu ra bị trễ so với tín hiệu vào một khoảng thời gian:

$$\Delta t = \frac{\alpha + T_v - \alpha_0}{\omega}$$

Điện áp đầu ra:

$$U_d(t) = K_{cl} \cdot U_{dk} \cdot [t - T_v] \quad (2.11)$$

Trong đó:

ω : Tốc độ của điện áp lưới

T_v : Thời gian trễ của van.

Hàm truyền của bộ chỉnh lưu có điều khiển khi bỏ qua phần phi tuyến là:

$$W_{cl}(p) = \frac{U_d}{U_{dk}} = K_{cl} \cdot e^{-pT_v} = \frac{k_{cl}}{1 + pT_{dk}} \quad (2.12)$$

2.3. Tổng hợp mạch vòng dòng điện

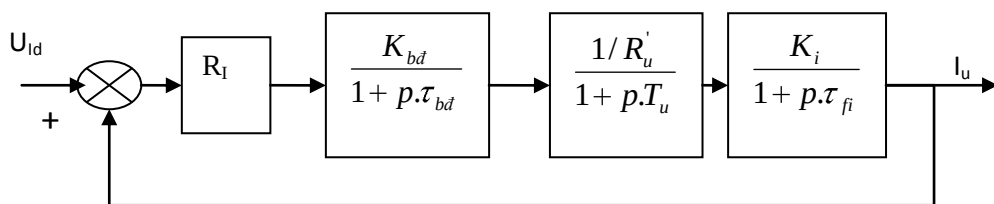
Để thực hiện tổng hợp mạch điều chỉnh dòng rô to, ngoài giả thiết là dòng điện liên tục, còn phải giả thiết thêm:

a. Coi sđđ của động cơ là nhiều, nên bỏ qua ảnh hưởng của sđđ này lên tính động của mạch điều chỉnh dòng điện vì nó sẽ thay đổi rất chậm so với thời gian ổn định của dòng điện rô to i_t . Khi giả thiết $T_M \rightarrow \infty$ đồng nghĩa với việc dừng động cơ.

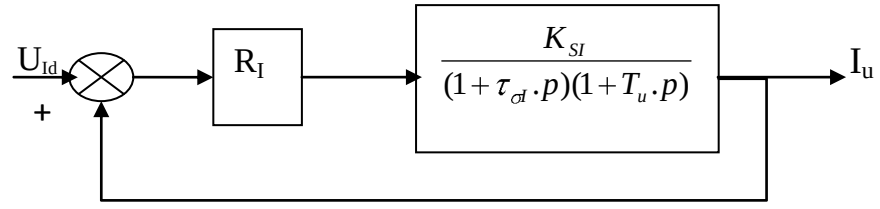
b. Khi $T_e \gg T_0$, bộ biến đổi ti-ri-sto có thể thay thế bằng khâu quán tính bậc 1 và nhận :

$$e^{-sT_0} \approx \frac{1}{1 + sT_0} \quad (2.13)$$

Ta có cấu trúc điều khiển mạch vòng dòng điện như sau:



Mạch vòng dòng điện đảm bảo quá trình điện từ, ta bỏ qua tác động phần cơ, chuyển về dạng chuẩn để áp dụng tiêu chuẩn tối ưu Module ta có:



Do τ_{bd} và $\tau_{fi} \ll T_u$ nên gần đúng ta có thể coi hai khâu quán tính bậc nhất của bộ biến đổi và của cảm biến dòng thành một khâu quán tính bậc nhất có hằng số thời gian quán tính là: $\tau_{\sigma I} = \tau_{bd} + \tau_{fi}$.

$$\text{Hệ số khuếch đại : } K_{SI} = \frac{K_{bd}}{R'_u} \cdot K_i \quad (2.14)$$

Áp dụng tiêu chuẩn tối ưu module ta có bộ điều khiển R_I là một bộ PI với hàm truyền :

$$R_I = \frac{T_u}{2 \cdot K_{SI} \cdot \tau_{\sigma I}} \cdot \frac{1 + T_u \cdot p}{T_u \cdot p} \quad (2.15)$$

Trong đó:

$$T_u = \frac{L_u}{R_u}$$

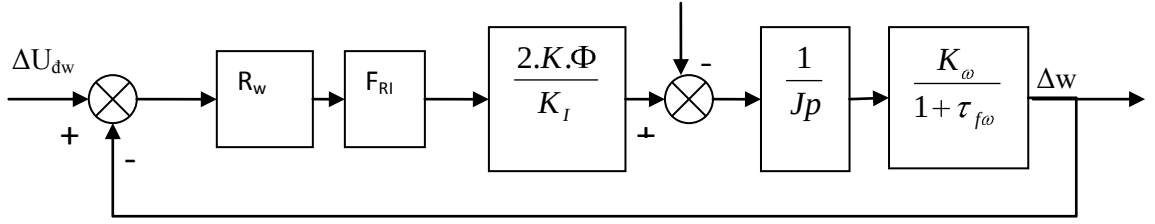
$$\tau_{\sigma I} = \tau_{bd} + \tau_{fi}$$

Hàm truyền hệ kín của mạch điều chỉnh dòng sau khi áp dụng tiêu chuẩn tối ưu module là:

$$F_{RI} = \frac{1}{1 + 2 \cdot \tau_{\sigma I} \cdot p + 2 \cdot \tau_{\sigma I}^2 \cdot p^2} \quad (2.16)$$

2.4. Tổng hợp mạch vòng điều chỉnh tốc độ

Sau khi đã tổng hợp mạch vòng điều chỉnh dòng điện, ta coi cả mạch vòng đó thành một hàm truyền $F_{RI} = \frac{1}{1 + 2 \cdot \tau_{\sigma I} \cdot p + 2 \cdot \tau_{\sigma I}^2 \cdot p^2}$. Ta có cấu trúc cơ bản của mạch vòng điều chỉnh tốc độ như sau:

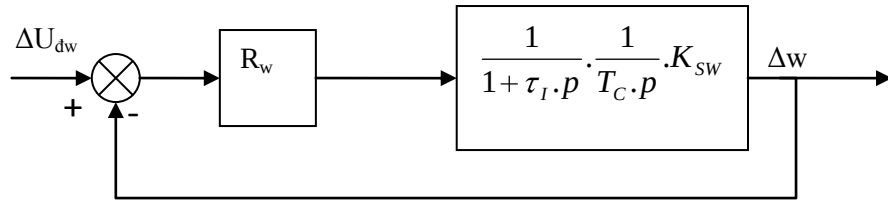


Do $\tau_{\sigma l}$ rất bé nên ta có thể coi gần đúng hàm truyền hệ kín của mạch vòng

điều chỉnh dòng điện là: $F_{RI} = \frac{1}{1 + 2\tau_{\sigma l} \cdot p}$

Do $\tau_{f\omega} = 5(\text{ms})$ cũng rất nhỏ nên ta coi hai khâu F_{RI} và khâu đo tốc độ là một khâu quán tính bậc nhất có hằng số thời gian $\tau_I = 2\tau_{\sigma l} + T_{f\omega}$

Ta có cấu trúc vòng điều chỉnh tốc độ lúc này như sau:



Trong đó:

$$- T_C = \frac{J.R_u}{(k.\phi)^2} \quad (2.17)$$

$$- K_{SW} = 2 \cdot \frac{K_\omega}{K_I} \cdot \frac{R_u}{k.\phi} \quad (2.18)$$

Sử dụng tiêu chuẩn tối ưu đối xứng ta có bộ điều khiển tốc độ là một khâu PI có hàm truyền như sau:

$$R_w = K_{Rw} \cdot \frac{1 + \tau_{Rw} \cdot p}{\tau_{Rw} \cdot p} \quad (2.19)$$

Ở đó:

$$K_{Rw} = \frac{T_C}{2.K_{SW} \cdot \tau_I}$$

$$\tau_{Rw} = 4\tau_I$$

Hàm truyền của kín của mạch vòng điều chỉnh tốc độ lúc này là:

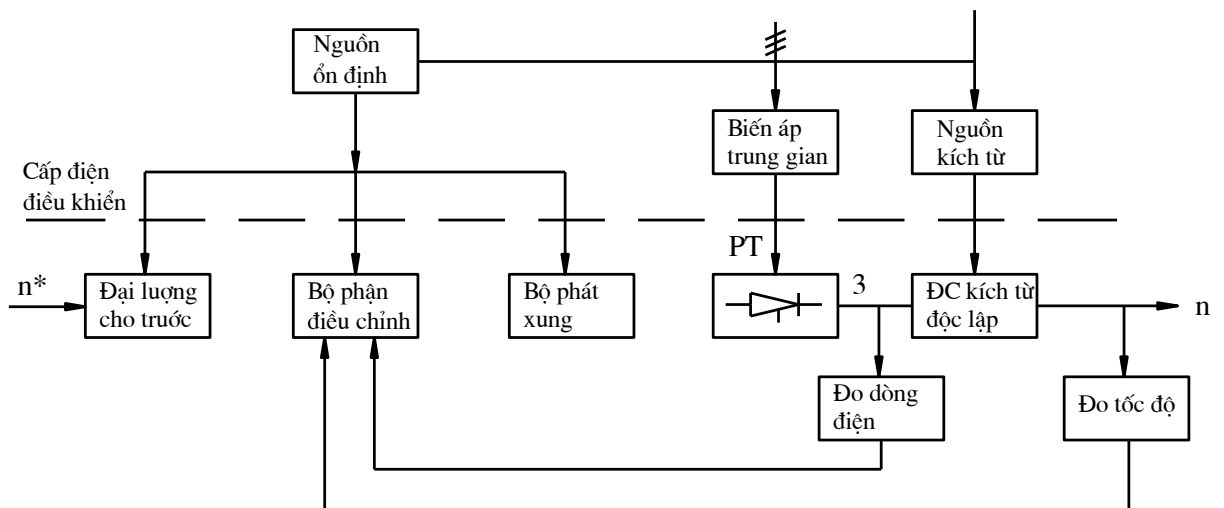
$$F_{RW} = \frac{1 + 4\tau_I \cdot p}{1 + 4\tau_I \cdot p + 8\tau_I^2 \cdot p^2 + 8\tau_I^3 \cdot p^3}$$

CHƯƠNG 3

THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN MỘT CHIỀU

3.1. Mở đầu

Cấu trúc cơ bản của hệ thống truyền động điện điều chỉnh động cơ điện một chiều cấp điện từ các bộ biến đổi. Hệ thống truyền động điện ti-ri-sto cơ bản được xây dựng với 2 vòng phản hồi âm: vòng phản hồi dòng điện ở trong và vòng phản hồi điều chỉnh tốc độ ở ngoài :



Hình 3.1: Sơ đồ chức năng truyền động điện tự động ti-ri-sto điều chỉnh tốc độ

Trong đó :

Đại lượng cho trước : tốc độ đặt

Bộ phận điều chỉnh : hai bộ điều khiển PI cho hai mạch vòng điều chỉnh tốc độ và dòng điện .

Bộ phát xung : mạch phát xung mở các Tiristor ở bộ chỉnh lưu .

DC kích từ độc lập : động cơ điện một chiều kích từ độc lập .

Đo tốc độ : mạch đo tốc độ động cơ phản hồi âm về bộ phận điều chỉnh

Đo dòng điện : mạch đo dòng điện phản hồi âm về bộ phận điều chỉnh.

3.2. Chọn động cơ

Để tổng hợp hệ truyền động điện ta chọn động cơ **II 111** của Nga có các thông số kỹ thuật như sau :

$$* P_{dm} = 75(\text{kW})$$

$$* n_{dm} = 750(\text{vòng/phút})$$

$$* I_{dm} = 347(\text{A})$$

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

$$* 2a = 2$$

$$* \Phi = 39.1(\text{MWb})$$

$$* 2p = 4$$

$$* n_{max} = 1500(\text{vòng/phút})$$

Tính toán các thông số của động cơ :

$$\text{- Hệ số: } K = \frac{p \cdot N}{2\pi a} = \frac{2 \cdot 210}{2 \cdot 3,14 \cdot 1} = 66,88 \quad (3.1)$$

$$K\phi = 66,88 \cdot 0,0391 = 2,62 \quad (3.2)$$

- Một cách gần đúng ta có thể xác định điện cảm phản ứng như sau:

$$L_u = \frac{K \cdot U_{dm}}{I_{dm} \cdot n_{dm} \cdot p'} = \frac{1,8 \cdot 220}{387 \cdot 750 \cdot 2} = 0,68 \cdot 10^{-3} H \quad (3.3)$$

- Hằng số thời gian điện từ của phần ứng động cơ:

$$T_u = \frac{L_u}{R_u} = \frac{0,68 \cdot 10^{-3}}{0,0236} = 0,03s \quad (3.4)$$

- Mômen quán tính:

$$J_{HT} = 3J_U = 3 \cdot 20,4 = 61,2 \text{ kgm}^2 \quad (3.5)$$

- Hằng số thời gian cơ học:

$$T_c = \frac{R_u \cdot J}{(K\phi)^2} = \frac{0,0236 \cdot 61,2}{(2,62)^2} = 0,21s \quad (3.6)$$

- Hệ số khyếch đại

$$K_{SI} = \frac{K_{bd}}{R_u} \cdot K_i = \frac{30}{0,76} \cdot 0,02 = 0,8 \quad (3.7)$$

$$K_{SW} = 2 \cdot \frac{K_{\omega}}{K_I} \cdot \frac{R_u}{k \cdot \phi} = 2 \cdot \frac{0,17}{0,02} \cdot \frac{0,058}{39,3,0,0869} = 0,2887 \quad (3.8)$$

3.3. Xây dựng khối điều khiển PI

3.3.1. Bộ điều khiển PI

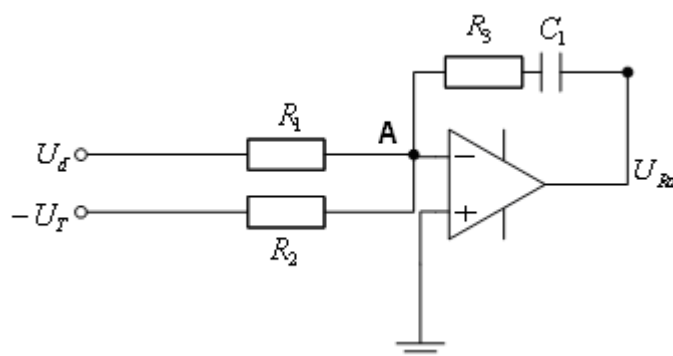
Bộ điều khiển PI có phương trình theo thời gian như sau:

$$u(t) = K_p \cdot (e(t) + \frac{1}{\tau_i} \int e(t) dt)$$

Thực hiện biến đổi Laplace nó có dạng như sau:

$$U(p) = K_p(p) \cdot (1 + \frac{1}{p \cdot \tau_i}) \cdot E(p).$$

Ta thực hiện xây dựng bộ PI bằng các phần tử analog.



Hình 3.2 : Cấu trúc bộ điều khiển PI bằng phần tử Analog

Xét phương trình cân bằng dòng điện điếm nút A ta có:

$$\frac{U_d - V_A}{R_1} + \frac{(-U_T) - V_A}{R_2} = \frac{V_A - U_{Ra}}{R_3 + \frac{1}{C_1 \cdot p}} \quad (*)$$

Giả sử OA là lý tưởng $\rightarrow V_A = 0$. Bên cạnh đó ta chọn $R_1 = R_2 = R$.

Vậy phương trình (*) trở thành.

$$-\frac{R_3}{R} \cdot \frac{1 + R_3 C_1 \cdot p}{R_3 \cdot C_1} \cdot (U_d - U_T) = U_{Ra} \cdot$$

$$\rightarrow \begin{cases} K_p = \frac{R_3}{R} \\ \tau_I = R_3 \cdot C_1 \end{cases}$$

Bây giờ ta tiến hành lựa chọn cụ thể cho từng vòng điều chỉnh.

3.3.2. Lựa chọn thông số bộ PI ở vòng điều chỉnh dòng

Hàm truyền của bộ điều khiển dòng R_I là:

$$R_I = 12,5 \cdot \frac{1 + 0,06.p}{0,06.p} \rightarrow \begin{cases} K_p = 12,5 \\ \tau_I = 0,06(s) \end{cases}$$

Chọn giá trị tụ $C_1 = 2.2 \mu F$. Ta có $R_3 = 27(k\Omega)$. $\rightarrow$ chọn $R_3 = 27(k\Omega)$.

Với $K_p = 12,5$ ta có $R_1 = R_2 = 2160(\Omega)$

Hàm truyền của bộ điều khiển dòng R_I là:

$$R_I = 12,5 \cdot \frac{1 + 0,06.p}{0,06.p} \rightarrow \begin{cases} K_p = 12,5 \\ \tau_I = 0,06(s) \end{cases}$$

Chọn giá trị tụ $C_1 = 2.2 \mu F$. Ta có $R_3 = 27(k\Omega)$. $\rightarrow$ chọn $R_3 = 27(k\Omega)$.

Với $K_p = 12,5$ ta có $R_1 = R_2 = 2160(\Omega)$

Chọn KĐTT: Ở đây ta chọn OA là IC **LM318S8**. Các tham số của nó như sau:

- $V_{CC} = \pm 20 (V)$
- Giải thông: 15MHz.
- SlewRate: 50 (V/ μs).
- Dòng Bias: $I_{bias} = 250 (nA)$.
- Có bảo vệ quá tải đầu vào và đầu ra.

3.3.3. Lựa chọn thông số bộ PI ở vòng điều chỉnh tốc độ

Hàm truyền của bộ điều chỉnh tốc độ R_W là:

$$R_I = 8,0272 \cdot \frac{1 + 0,044.p}{0,044.p} \rightarrow \begin{cases} K_p = 8,0272 \\ \tau_I = 0,044(s) \end{cases}$$

Chọn giá trị tụ $C_1 = 2.2 \mu F$. Ta có $R_3 = 20(k\Omega)$. $\rightarrow$ chọn $R_3 = 20(k\Omega)$.

Với $K_p = 8,0272$ ta có $R_1 = R_2 = 2490(\Omega)$

Vậy các giá trị điện trở và tụ của bộ PI cho vòng điều chỉnh dòng được chọn như sau:

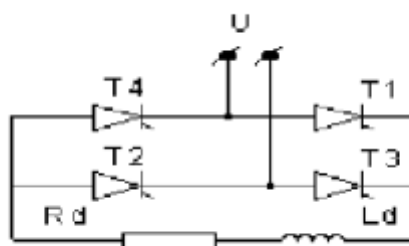
$$\begin{cases} R_1 = R_2 = 2490(\Omega) \\ R_3 = 20(k\Omega) \\ C_1 = 2.2(\mu F) \end{cases}$$

Chọn KĐTT: Ở đây ta cũng chọn OA là IC **LM318S8**.

3.4. Xây dựng bộ chỉnh lưu

3.4.1. Chọn bộ chỉnh lưu

Để cấp nguồn cho tải một chiều (Động cơ điện một chiều kích thích độc lập) chúng ta cần thiết kế các bộ chỉnh l-u với mục đích biến đổi năng l- ượng điện xoay chiều thành một chiều . Với yêu cầu không cao của hệ truyền động ta có thể sử dụng chỉnh lưu cầu một pha để cấp nguồn cho động cơ .



Hình 3.3 : Sơ đồ chỉnh lưu cầu một pha 4 Tiristor

Hoạt động của sơ đồ này khái quát có thể mô tả nh- sau . Trong nửa bán kỳ điện áp anod của Thyristor T1 d- ược (+) (lúc đó catot của T2 âm (-)) nếu có xung điều khiển đồng thời cho cả 2 van T1,T2 thì các van này sẽ đ- ược mở thông để đặt điện áp l- ới lên tải ,điện áp tải một chiều còn bằng điện áp xoay chiều chừng nào các van còn dẫn thông (khoảng dẫn của các thysistor phụ thuộc vào tính chất của tải) . Đến nửa bán kỳ sau , điện áp đổi dấu , anod của thysistor T3 d- ược (+) catod T4 âm (-)Nếu có xung điều khiển cho cả 2 van T₃, T₄, đồng thời thì các van này sẽ đ- ược mở thông và đặt điện áp l- ới trên tải, với điện áp một chiều trên tải có chiều trùng với nửa bán kỳ tr- ớc.

Chỉnh l-u cầu một pha hình(3-4) có chất l- ượng điện áp ra hoàn toàn giống nh- chỉnh l-u cả chu kỳ với biến áp trung tính.Nghĩa là trong tr- ờng hợp tải thuần trở dòng điện gián đoạn thì điện áp trung bình đ- ược của tải tính bằng:

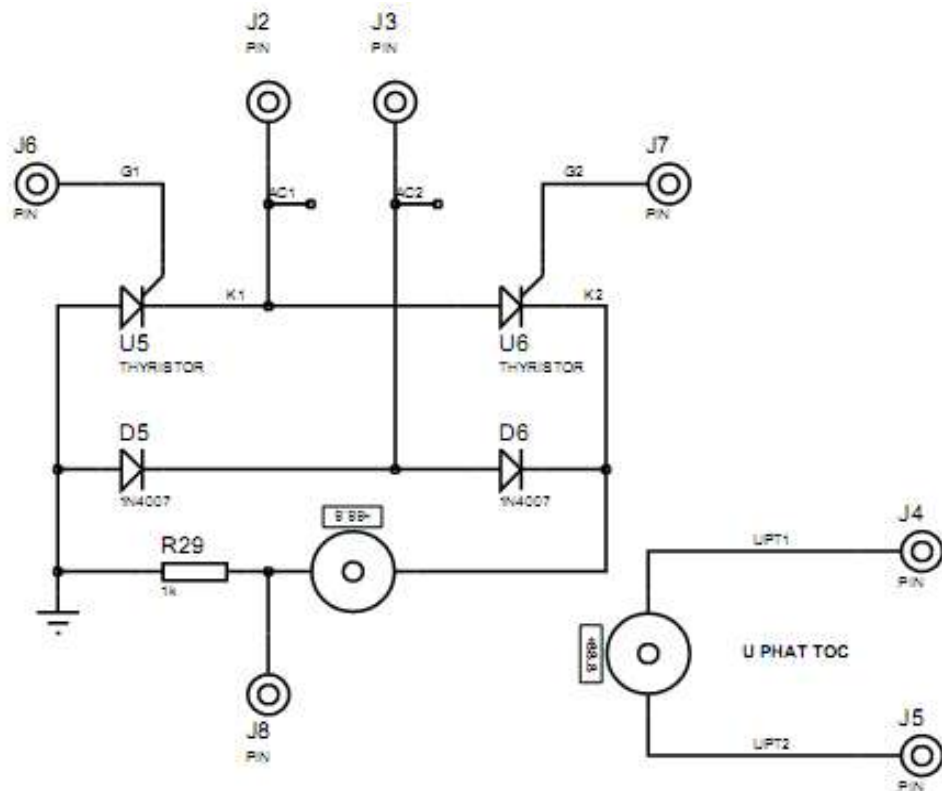
$$U_d = U_{d0}(1 + \cos\alpha)/2$$

Còn khi tải điện cảm lớn dòng điện , điện áp của tải liên tục thì điện áp một chiều :

$$U_d = U_{d0} \cos \alpha$$

Việc điều khiển đồng thời các Tiristor T_1 , T_2 , và T_3 , T_4 có thể thực hiện bằng nhiều cách. Một trong những cách đơn giản nhất là sử dụng biến áp xung có 2 cuộn thứ cấp.

Tuy vậy chúng ta sẽ gặp khó khăn trong khi mở các van điều khiển nhất là khi công suất xung không đủ lớn. Để tránh việc mở đồng thời các van nh- trên mà trong chừng mực nào đó vẫn có thể đáp ứng đ- ợc yêu cầu về chất l- ợng điện áp ng- ời ta sử dụng chỉnh l- u cầu một pha không đối xứng:

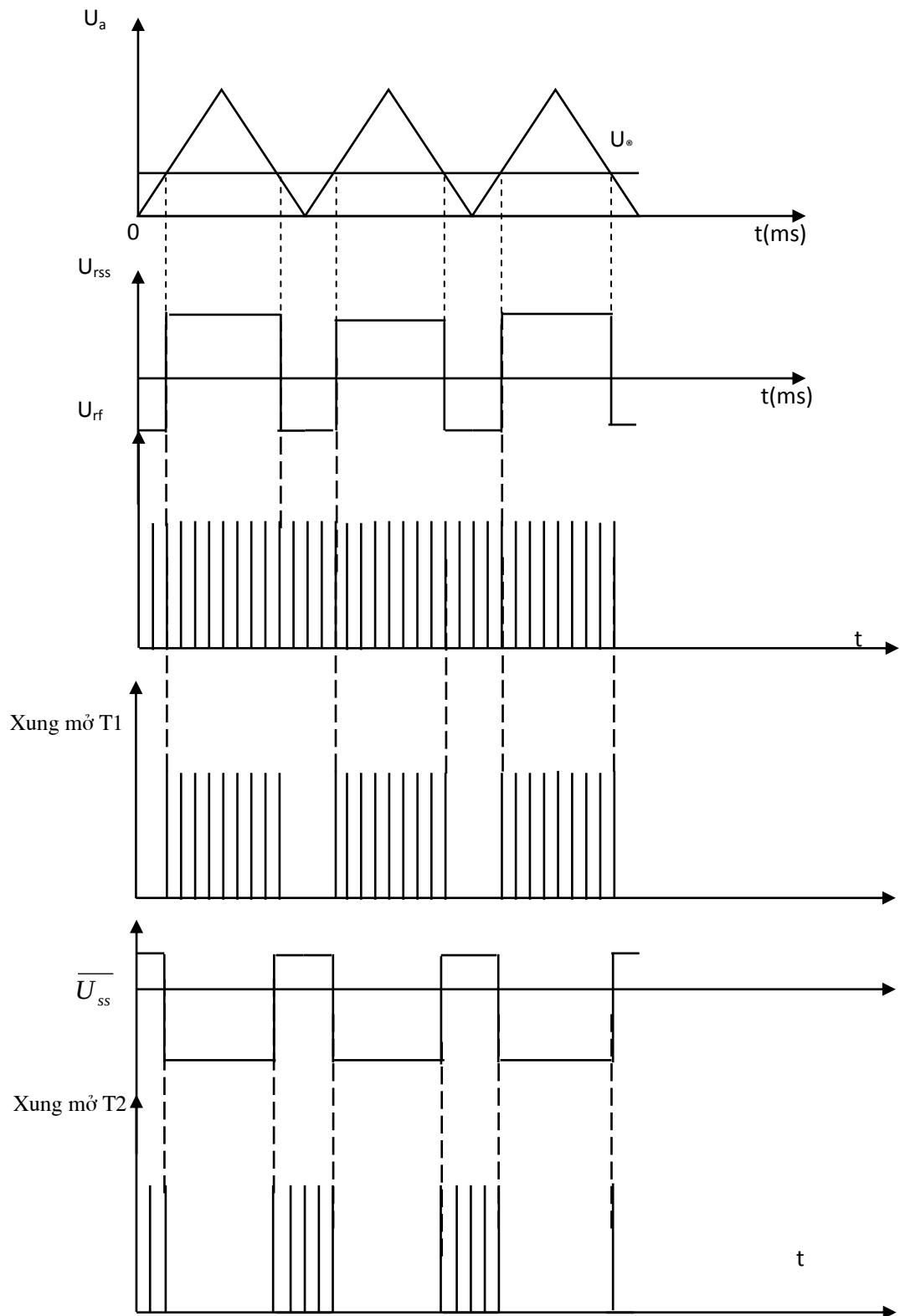


Hình 3.4 : Sơ đồ chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng

Về hoạt động, khi điện áp d- ới đặt vào anod và catod của các van bán dẫn thuận chiều và có xung điều khiển thì việc dẫn dòng các van làm việc giống nhau. Khi điện áp đổi dấu năng l- ợng của cuộn L đ- ợc xả qua các diode D_1, D_2 các van này sẽ đóng vai trò của diod ng- ợc. Chính đó mà các Tiristor sẽ tự động khoá lại khi điện áp đổi dấu. Việc chuyển mạch các có điều khiển đ- ợc thực hiện bằng việc mở van kế tiếp và các van dẫn thông trong một nửa chu kỳ.

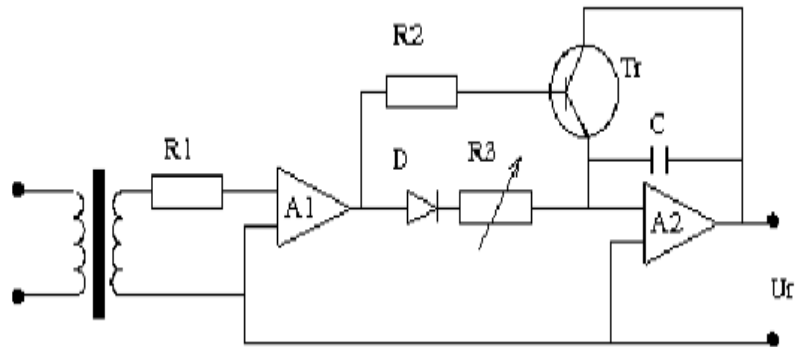
3.4.2. Thiết kế mạch phát xung mở Tiristor

Sơ đồ phát xung mở Tiristor



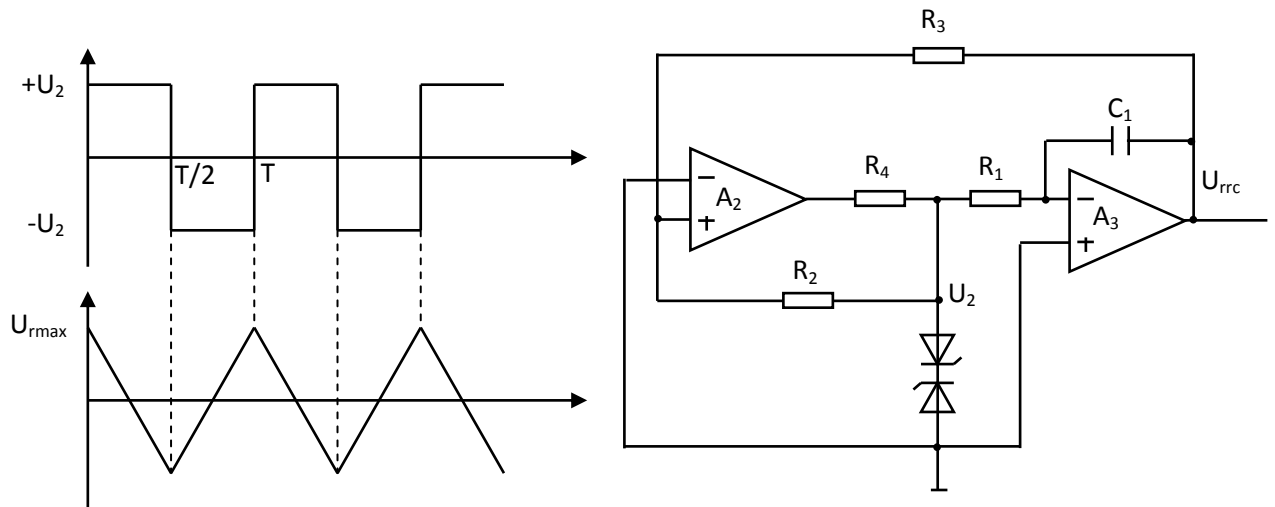
Điện áp đặt so sánh điện áp từ phát tốc ($U_{dw}-U_w$) qua mạch điều chỉnh tốc độ. So sánh điện áp từ mạch do dòng ($U_{dl}-U_i$) qua khâu hạn chế để so sánh với điện áp của khâu răng c- a .

- Khâu đồng pha



Hình 3.5 : Sơ đồ khâu đồng pha trong mạch phát xung

- Khâu phát xung tam giác



Hình 3.6 : Sơ đồ khâu tạo xung tam giác

Ta có điện áp đầu ra là:

$$U_r = -U_{2\max} \frac{t}{R_1 C_1} + U_{r\max}$$

Tại $t=T/2$ điện áp tích phân đạt giá trị:

$$U_r = -U_{r\max} = \frac{R_3}{R_2} U_{2\max}$$

Thời gian một chu kỳ

$$T = 4R_1C_1 \frac{R_3}{R_2}$$

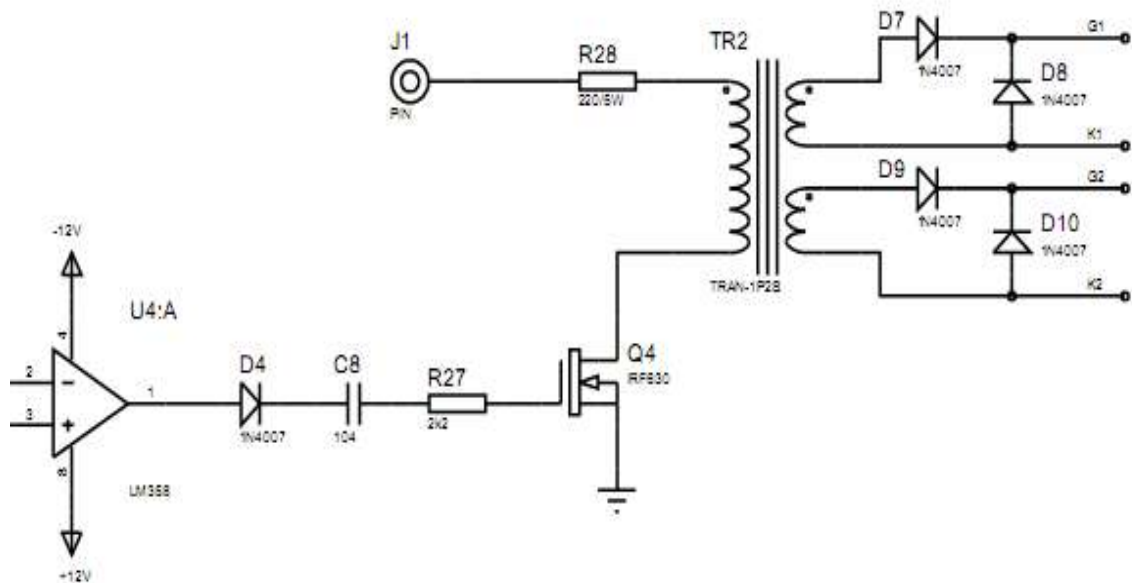
$$T = 0,0025 = 4R_1C_1 \frac{R_3}{R_2} = \frac{1}{f}$$

f : tần số băm xung

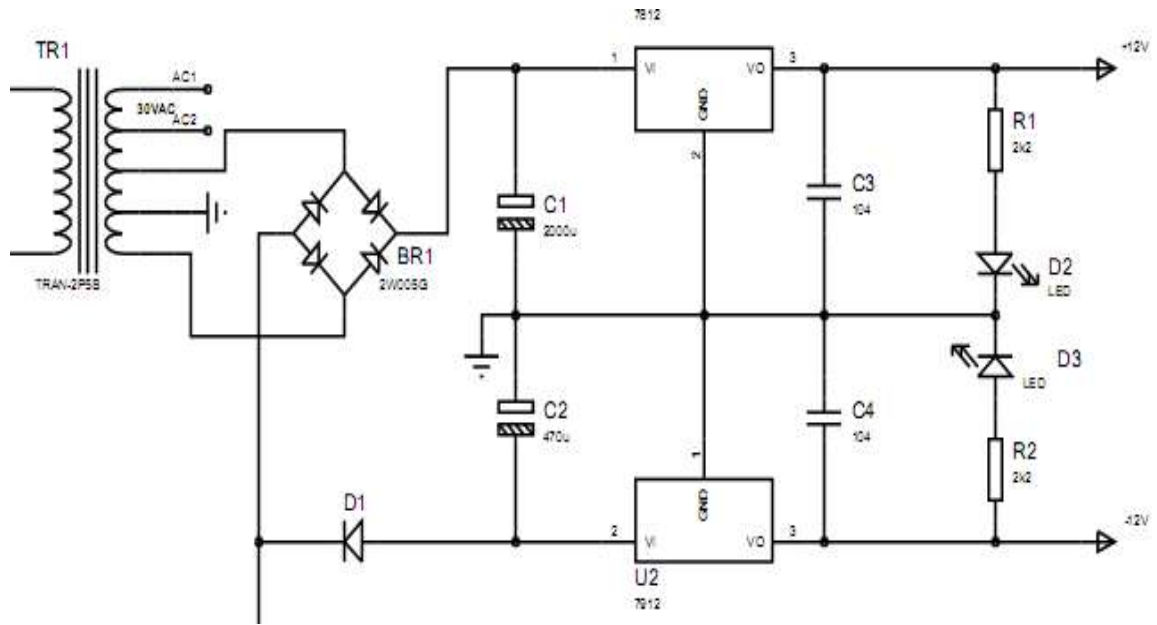
chọn $R_2=R_1=R_3=R_4=10K$

$C_1=62nF$

* Khâu phát xung mở Tiristor



* Khâu tạo nguồn nuôi



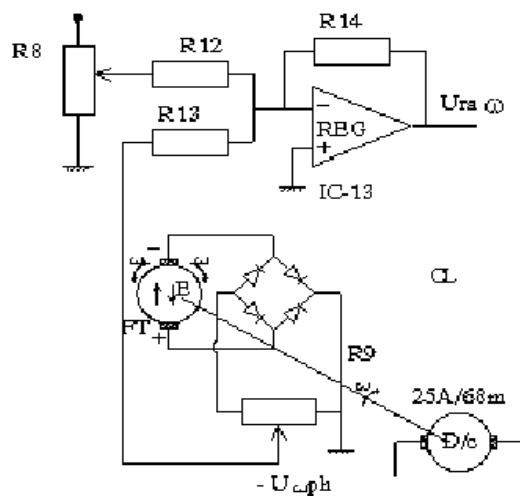
Hình 3.7 : Sơ đồ mạch cấp nguồn 12V

3.5. Thiết kế mạch đo tốc độ

Để đo tốc độ trong hệ truyền động này ta dùng máy phát tốc một chiều loại 100v – 2000 vòng /phút , ở tốc độ định mức : $\omega_{dm} = 1500$ vòng /phút . Thế điện áp ra của máy phát tốc t-ơng ứng :

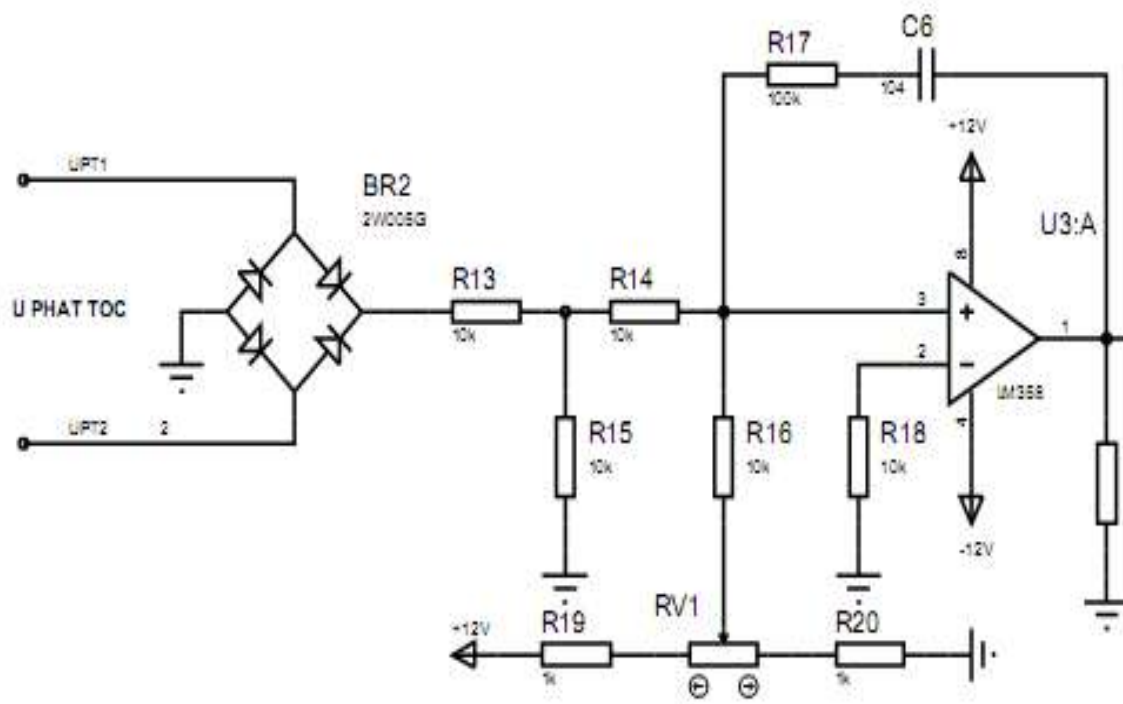
$$\frac{100.1500}{2000} = 75(V)$$

Sơ đồ mạch đo tốc độ :



Hình 3.8 : Sơ đồ mạch đo tốc độ phản hồi

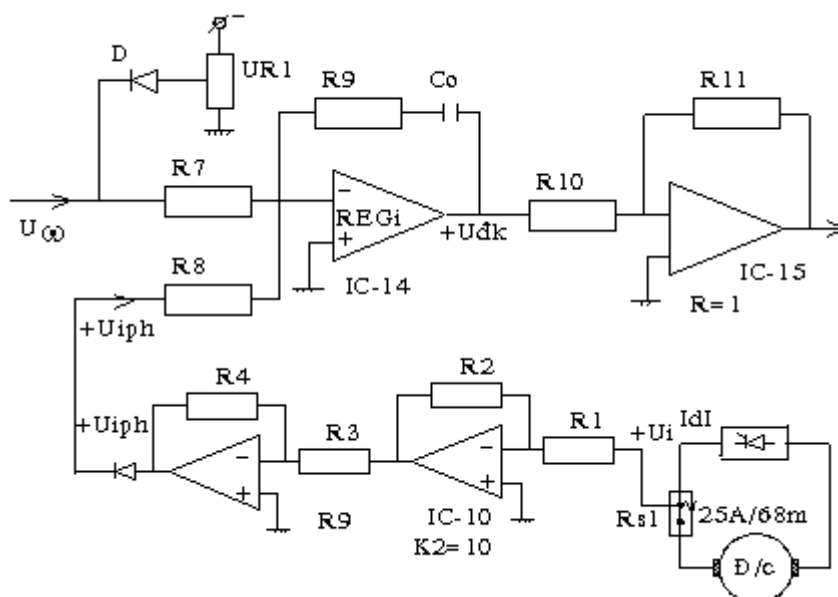
Khâu phản hồi tốc độ



Hình 3.9 : Sơ đồ bộ điều chỉnh mạch vòng tốc độ

3.6. Thiết kế mạch đo dòng điện

Để thực hiện khâu phản hồi dòng điện, người ta dùng các điện trở Shunt và các khuếch đại thuật toán, mắc theo sơ đồ dưới đây :



- Xét động cơ điện một chiều :

$$P = 2,7 \text{ KW} , \eta = 0,83$$

$$U_{dm} = 220 \text{ V} , n_{dm} = 1500 \text{ V/P} = 157 \text{ rad/s}$$

Ta có :

$$K_M \Phi = \frac{U_{dm} - I_{dm} \cdot R_u}{n_{dm}} = \frac{220 - 14,8 \cdot 1,264}{157} = 1,282$$

$$I_{dm} = \frac{P}{U_{dm} \eta} = \frac{2,7 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,83} = 14,8 \text{ (A)}$$

- Hằng số thời gian trễ của hệ thống chỉnh l- u :

$$\tau = \frac{1}{3,50} = 0,0067$$

- Chọn điện trở Shunt loại 25 A/60mv.

$$\text{Khi đó lấy } K_1 = K_2 = 10 \Rightarrow K = K_1 \cdot K_2 = 100$$

$$\text{Suy ra : } U_{iph} = k \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 6 \text{ (V)}.$$

$$\text{Vậy : } K_i = \frac{U_{iph}}{I_{sh}} = \frac{6}{25} = 0,24$$

$$* \text{ Chọn } R_1 = 10 \text{ k}\Omega \Rightarrow R_2 = K_1 \cdot R_1 = 10 \cdot 10 = 100 \text{ (K}\Omega\text{)}$$

$$\text{Chọn } R_3 = 10 \text{ K}\Omega \Rightarrow R_4 = K_2 \cdot R_3 = 10 \cdot 10 = 100 \text{ (K}\Omega\text{)}$$

$$\text{Chọn } R_5 = 1 \text{ K}\Omega \Rightarrow R_6 = K \cdot R_5 = 100 \text{ (K}\Omega\text{)}$$

$$\text{ở đây chọn } K_3 = 100$$

Sau khi thiết kế ta phải kiểm tra tính ổn định và chất l- ợng của hệ thống truyền động T- Đ.

3.7. Lắp ráp hệ thống



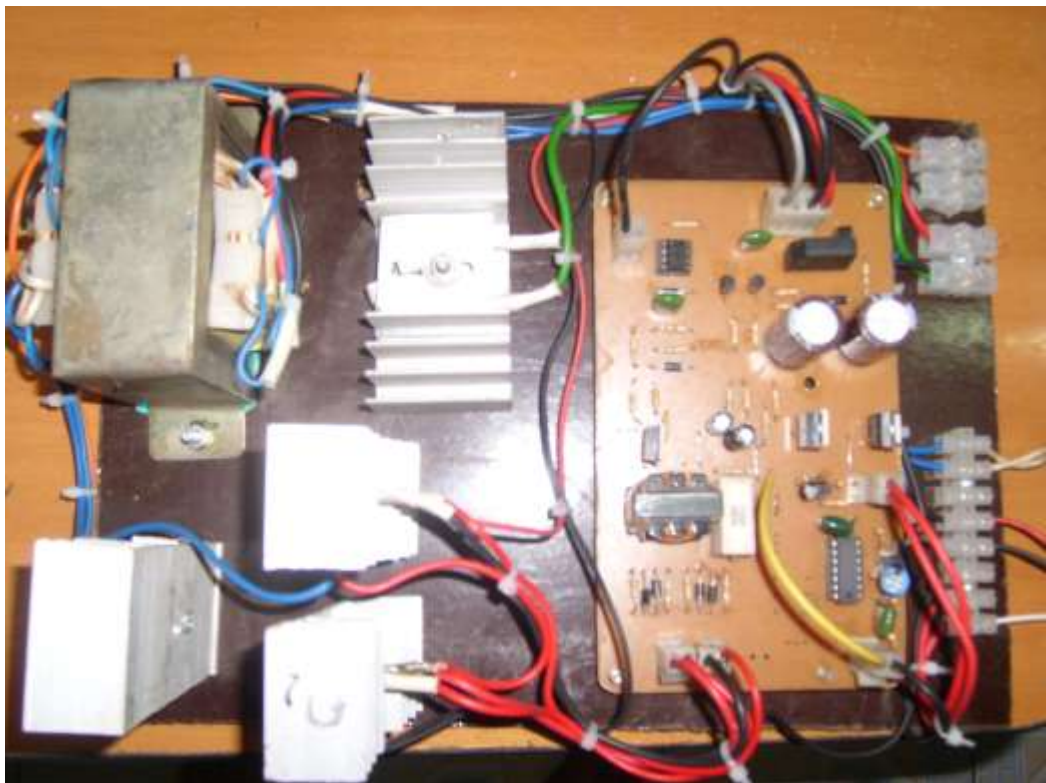
Bộ chỉnh lưu cầu và biến áp cấp nguồn hệ thống



Động cơ điện một chiều kích từ độc lập



Mạch điều khiển



Toàn bộ phần mạch điều khiển động cơ

3.8. Kết quả đo lường

Sau khi lắp ráp hệ thống ta tiến hành đo kiểm tra thực nghiệm mô hình

Với tải = const

Tốc độ đặt $V_{set}(v/ph)$	Tốc độ đáp ứng động cơ $V_{real}(v/ph)$	Sai lệch (%)
500	498	0.4
350	335	4.3
150	130	13.4

Ta nhận thấy rằng hệ thống đã đáp ứng được yêu cầu về điều chỉnh tốc độ , dải điều chỉnh tốc độ rộng tuy nhiên khi điều chỉnh tốc độ sai số vẫn lớn .

KẾT LUẬN

Sau một thời gian tìm hiểu nghiên cứu theo sự hướng dẫn của thầy giáo hướng dẫn GS.TSKH.Thân NgọcHoàn cùng các thầy cô trong bộ môn Điện tự động công nghiệp, thiết kế đồ án tốt nghiệp của em đã hoàn hành với các yêu cầu đặt ra của đề tài :

- Tìm hiểu về động cơ điện một chiều kích từ độc lập
- Tổng hợp hệ truyền động điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập hai mạch vòng điều chỉnh .
- Tính toán lựa chọn các phần tử trong hệ truyền động điện .
- Xây dựng và lắp ráp được mô hình hệ truyền động .

Do thời gian có hạn và khả năng còn hạn chế nên đồ án không tránh khỏi những thiếu sót, những vấn đề đề cập đến còn rất hạn chế. Với điều kiện cho phép em sẽ nghiên cứu tiếp các vấn đề sau:

- Hiện thị tốc độ , điện áp và dòng điện đáp ứng của hệ thống trên máy tính bằng phần mềm LABVIEW.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. GS.TSKH.Thân Ngọc Hoàn ,TS.Nguyễn Tiến Ban – *Tự động truyền động điện* NXB KHKT – 2007 .
- [2]. GS.TSKH.Thân Ngọc Hoàn – *Máy điện* NXB Xây dựng – 2005 .
- [3]. Bùi Đình Tiểu, Phạm Duy Nhi – *Cơ sở truyền động điện tự động 1* NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp Hà Nội – 1982 .
- [4]. Nguyễn Phùng Quang *MATLAB và simulink dành cho kỹ sư điều khiển tự động* NXB KHKT Hà Nội – 2004.
- [5]. Trần Văn Thịnh – *Tính toán thiết kế các thiết bị điện tử công suất* NXB KHKT- 2004.
- [6]. Diễn đàn Điện Tử Việt Nam (www.dientuvietnam.net).
- [7]. Diễn đàn Sinh viên Bách Khoa (www.svbkol.org).
- [8]. Datasheet của các Linh kiện Điện tử (www.datasheetcatalog.com).

MỤC LỤC

LỜI MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU CHUNG VỀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU...2	
1.1. Cấu tạo động cơ điện một chiều kích từ độc lập.....	2
1.2. Nguyên lý hoạt động	4
1.3. Đặc tính cơ động cơ điện một chiều	5
1.4. Các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều.....	11
1.4.1. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp phản ứng	11
1.4.2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi từ thông	13
1.4.3. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở mạch phản ứng.....	14
CHƯƠNG 2: TỔNG HỢP HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU	17
2.1. Cấu trúc hệ truyền động điện	17
2.2. Mô hình toán hệ thống	19
2.2.1. Mô hình toán động cơ điện một chiều	19
2.2.2. Mô hình toán bộ chỉnh lưu	22
2.3. Tổng hợp mạch vòng dòng điện.....	24
2.4. Tổng hợp mạch vòng điều chỉnh tốc độ.....	25
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN MỘT CHIỀU	27
3.1. Mở đầu	27
3.2. Chọn động cơ	28
3.3. Xây dựng khối điều khiển PI	29
3.3.1. Bộ điều khiển PI.....	29
3.3.2. Lựa chọn thông số bộ PI ở vòng điều chỉnh dòng	30
3.3.3. Lựa chọn thông số bộ PI ở vòng điều chỉnh tốc độ	30

3.4. Xây dựng bộ chỉnh lưu.....	31
3.4.1. Chọn bộ chỉnh lưu.....	31
3.4.2. Thiết kế mạch phát xung mở Tiristor.....	33
3.5. Thiết kế mạch đo tốc độ	36
3.6. Thiết kế mạch đo dòng điện	37
3.7. Lắp ráp hệ thống.....	39
3.8. Kết quả đo lường.....	41
KẾT LUẬN	42
TÀI LIỆU THAM KHẢO	43