

Chương III : Thiết kế bộ chỉnh lưu điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều

Chương III : THIẾT KẾ BỘ CHỈNH LƯU ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

§ 3.1. Nguyên lý điều khiển Thyristor trong mạch điện xoay chiều.

Để điều khiển Thyristor trong mạch điện xoay chiều ta có nhiều nguyên tắc khác nhau nhưng trong thực tế người ta thường dùng hai nguyên tắc điều khiển sau :

- Nguyên tắc điều khiển thẳng đứng tuyến tính .
- Nguyên tắc điều khiển thẳng đứng “arcos”.

Để thực hiện điều chỉnh vị trí xung điều khiển đặt nên cực điều khiển ,trong nửa chu kì dương của điện áp đặt nên hai cực Anốt và Catốt của Thyristor .

3.1.Nguyên tắc điều khiển thẳng đứng tuyến tính .

Theo nguyên tắc này người ta dùng hai dạng điện áp .

- Điện áp đồng bộ ,kí hiệu là U_S , đồng bộ với điện áp đặt trên Anốt-Catốt của Thyristor. Thường đặt vào đầu đảo của khâu so sánh .

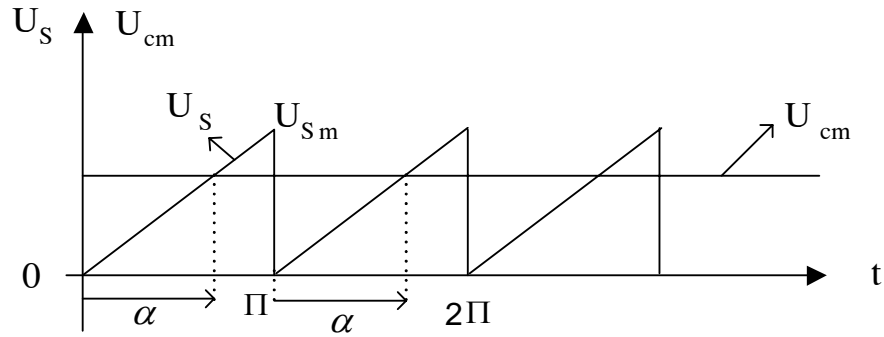
- Điện áp điều khiển, kí hiệu là U_{cm} (điện áp một chiều, có thể điều chỉnh được biên độ). Thường đặt vào đầu không đảo của khâu so sánh .

+ Khi đó hiệu điện thế đầu vào khâu so sánh là :

$$U_d = U_{cm} - U_S .$$

+ Mỗi khi $U_{cm} = U_S$ thì khâu so sánh lật trạng thái, ta nhận được “sườn xuống” của điện áp đầu ra của khâu so sánh . “Sườn xuống” này thông qua đa hài một trạng thái ổn định , tạo ra một xung điều khiển .

Chương III : Thiết kế bộ chỉnh lưu điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều



Hình3.1: Nguyên tắc điều khiển thẳng đứng tuyến tính

Như vậy bằng cách thay đổi biên độ điện áp U_{cm} , ta có thể điều chỉnh được thời điểm xuất hiện xung ra, tức là điều chỉnh được góc mở α đưa vào cực điều khiển của Thyristor.

Ta có quan hệ :

$$\alpha = \Pi \frac{U_{cm}}{U_{sm}}$$

Người ta lấy $U_{cm \max} = U_{sm}$

3.2. Nguyên tắc điều khiển thẳng đứng “Arccos”.

Theo nguyên tắc này người ta dùng hai dạng điện áp .

- Điện áp đồng bộ U_s , vượt trước $U_{AK} = U_m \sin \omega t$, của Thyristor một góc bằng $\Pi/2$.

$$U_s = U_m \cos \omega t.$$

- Điện áp điều khiển U_{cm} , là điện áp một chiều, có thể điều chỉnh được biên độ theo hai chiều dương và âm.

- Nếu đặt U_s vào cổng đảo và U_{cm} vào cổng không đảo của khâu so sánh thì khi $U_s = U_{cm}$, ta nhận được một xung rất mạnh ở đầu ra của khâu so sánh khi khâu này lật trạng thái.

$$U_m \cos \omega t = U_{cm}$$

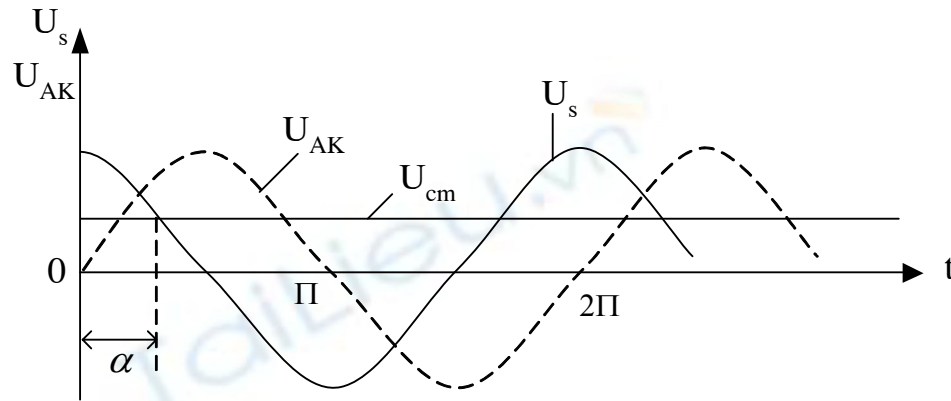
Chương III : Thiết kế bộ chỉnh lưu điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều

Do đó $\alpha = \arccos \left(\frac{U_{cm}}{U_m} \right)$

+ Khi $U_{cm} = U_m$ thì $\alpha = 0$.

+ Khi $U_{cm} = 0$ thì $\alpha = \pi/2$.

+ Khi $U_{cm} = -U_m$ thì $\alpha = \pi$.



Hình3.2: Nguyên tắc điều khiển thẳng đứng Arccos

Như vậy khi điều chỉnh U_{cm} từ trị số $U_{cm} = +U_m$ đến $U_{cm} = -U_m$, ta có thể điều chỉnh được góc α từ $0^\circ \rightarrow 180^\circ$.

Nguyên tắc điều khiển thẳng đứng “Arccos” được sử dụng trong các thiết bị chỉnh lưu đòi hỏi chất lượng điều chỉnh cao.

§ 3.2. Thiết kế mạch cầu chỉnh lưu điều khiển Thyristor .

3.2.1. Tính chọn Thyristor .

Thông số của động cơ :

$$P_{dm} = 2,8 \text{ Kw.}$$

$$U_{dm} = 220 \text{ V.}$$

$$I_{dm} = 17 \text{ A.}$$

Tính chọn Thyristor dựa vào các yếu tố cơ bản : dòng tải, điều kiện tỏa nhiệt, điện áp làm việc. Các thông số cơ bản của van được tính như sau :

Chương III : Thiết kế bộ chỉnh lưu điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều

+ Điện áp ngược lớn nhất mà Thyristor phải chịu .

$$U_{ng \max} = k_{nv} \cdot U_2 = k_{nv} \frac{U_d}{K_u}$$

Với : $k_{nv} = \sqrt{2}$

$$k_u = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}$$

$$U_{ng \max} = \sqrt{2} \cdot \frac{220}{2\sqrt{2}} \pi$$

$$U_{ng \max} = 345,4 \text{ (V)}$$

Điện áp ngược của Thyristor cần chọn :

$$U_{ng V} = k_{dt U} \cdot U_{ng \max}$$

Với : $k_{dt U}$ là hệ số dự trữ điện áp $k_{dt U} = 1,8$

$$U_{ng \max} = 1,8 \cdot 345,4$$

$$U_{ng \max} = 621,72 \text{ (V)}$$

$$U_{ng \max} = 622 \text{ (V)}$$

+ Dòng điện làm việc của van được tính theo dòng hiệu dụng .

$$I_{lv} = I_{hd} = k_{hd} \cdot I_d$$

Với : $k_{hd} = \frac{1}{2}$

$$I_{lv} = \frac{I_d}{2} = \frac{17}{2}$$

$$I_{lv} = 8,5 \text{ (A)}$$

+ Dòng điện định mức của van .

Chọn điều kiện làm việc của van là có cánh tản nhiệt và đầy đủ diện tích tản nhiệt. Không có quạt đối lưu không khí, với điều kiện đó dòng định mức của van cần chọn :

$$I_{dmV} = k_i \cdot I_{lv}$$

Với : k_i là hệ số dự trữ dòng điện và chọn $k_i = 4$

Chương III : Thiết kế bộ chỉnh lưu điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều

$$I_{dm\ V} = 4. 8,5 = 34 \text{ (A)}$$

$$I_{dm\ V} = 34 \text{ (A)}$$

Từ các thông số U_{nv} , I_{dmv} ta chọn được 4 Thyristor loại NO29RH10. Có các thông số sau :

- + Điện áp ngược cực đại của van : $U_{ng} = 1000 \text{ (V)}$.
- + Dòng điện định mức của van : $I_{dm} = 50 \text{ (A)}$.
- + Dòng điện của xung điều khiển : $I_{dk} = 0,15 \text{ (A)}$.
- + Điện áp của xung điều khiển : $U_{dk} = 3 \text{ (V)}$
- + Dòng điện rò : $I_r =$
- + Sụt áp lớn nhất của Thyristor ở trạng thái dẫn là : $\Delta U = 0,85 \text{ (V)}$.
- + Tốc độ biến thiên điện áp : $\frac{dU}{dt} = (200 \div 500) \frac{V}{\mu s}$.
- + Tốc độ biến thiên dòng điện : $\frac{dI}{dt} = (10 \div 70) \frac{A}{\mu s}$.
- + Thời gian chuyển mạch : $t_{cm} = 100 \mu s$.
- + Nhiệt độ làm việc cực đại cho phép : $T_{max} = 125^0C$.

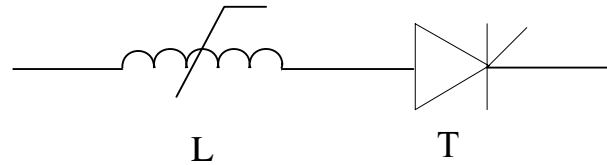
3.2.2.Tính toán các mạch bảo vệ Thyristor .

Các Thyristor cần được bảo vệ khỏi tốc độ tăng dòng điện và tăng điện áp quá lớn .

Khi đề cập đến cách bảo vệ các Thyristor chống lại các nguyên nhân gây hư hỏng ta dựa vào các giá trị dòng điện và điện áp mà mỗi Thyristor phải chịu .

- Bảo vệ tăng dòng điện quá lớn .
- Bảo vệ quá dòng điện nhờ nối tiếp vào mạch một cuộn kháng bão hoà lõi thép Ferit với một vòng dây. Cuộn kháng có tác dụng hạn chế tốc độ tăng trưởng dòng điện sự cố .

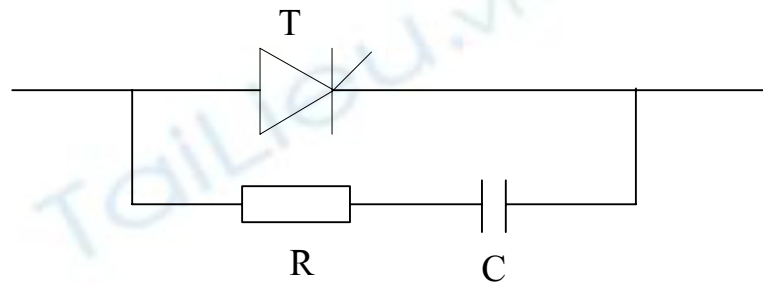
Chương III : Thiết kế bộ chỉnh lưu điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều



L được chọn theo kinh nghiệm : $L = (50 \div 100) \mu H$.

- Bảo vệ quá điện áp.

Để bảo vệ quá điện áp ta có thể dùng mạch RC mắc song song với Thyristor để chống quá điện áp khi chuyển mạch nhiều.



Chọn R,C có thể dựa vào công thức sau :

$$+ C = C_{\min}^* \cdot \frac{2Q}{U_{im}}$$

C_{\min}^* là thông số chung gian phụ thuộc vào k.

K là hệ số quá áp : $k = \frac{U_{in} \cdot P}{b \cdot U_{im}}$

b là hệ số dự trữ về áp.

U_{im} là giá trị điện áp ngược thực tế đặt vào van.

Q là điện lượng tích tụ $Q = f\left(\frac{dI}{dt}\right)$ tra trong sổ tay kỹ thuật.

$$+ R_{\min} \cdot \sqrt{\frac{L \cdot U_{\min}}{2Q}} \leq R^* \leq R_{\max} \cdot \sqrt{\frac{L \cdot U_{\min}}{2Q}}$$

Dựa vào các công thức trên, hình vẽ biểu diễn mối quan hệ C^* và R^* theo k.

Kinh nghiệm thực tế ta chọn được :

Chương III : Thiết kế bộ chỉnh lưu điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều

$$R = (10 \div 1000) \Omega .$$

$$\text{Chọn: } R = 10(\Omega)/3(w) .$$

$$C = 0,1 (\mu F)/600(mV) .$$

3.2.3. Vấn đề làm mát cho Thyristor khi làm việc .

Khi Thyristor mở cho dòng chảy qua , công suất tổn thất bên trong Thyristor bao gồm :

- Tổn hao khi Thyristor dẫn theo chiều thuận .
- Tổn hao do chuyển mạch .
- Tổn hao trong mạch điều khiển do năng lượng của xung điều khiển trên cực điều khiển gây ra .

Các tổn hao này sinh ra nhiệt làm phát nóng Thyristor , do đó ta phải lắp thêm cánh tản nhiệt ở ngoài vỏ. Nhiệt lượng này sẽ được truyền ra vỏ qua lớp chuyển tiếp rồi đến cánh tản nhiệt . Thyristor bán dẫn nếu không được làm mát thì khả năng chịu dòng chỉ còn khoảng $(30 \div 50) \% I_{dm}$.

- Làm mát tự nhiên: Có thể khai thác chỉ cỡ 35% giá trị dòng trung bình cho phép qua van .
- Làm mát cưỡng bức bằng quạt gió: có thể khai thác đến 50% giá trị dòng trung bình qua van .
- Làm mát cưỡng bức bằng nước: khai thác đến 95% giá trị dòng trung bình qua van .

Như vậy để khai thác triệt để dòng điện qua van ,ta có thể làm mát bằng cách cho nước chảy trực tiếp qua cánh tản nhiệt .

§ 3.3. Thiết kế mạch điều khiển .

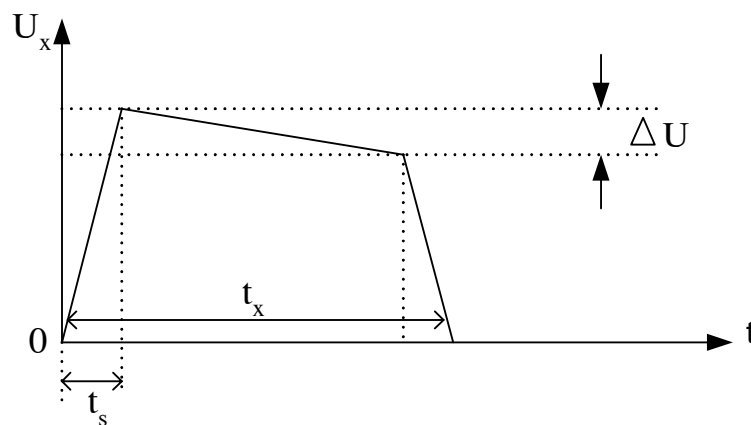
Ta đã biết Thyristor chỉ mở cho dòng điện chảy qua khi có điện áp dương đặt nên Anốt và có xung dương đặt vào cực điều khiển. Sau khi Thyristor

Chương III : Thiết kế bộ chỉnh lưu điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều

mở thì xung điều khiển không còn tác dụng. Vì vậy việc Thyristor mở cho dòng điện chảy qua là do thông số mạch điều khiển quyết định .

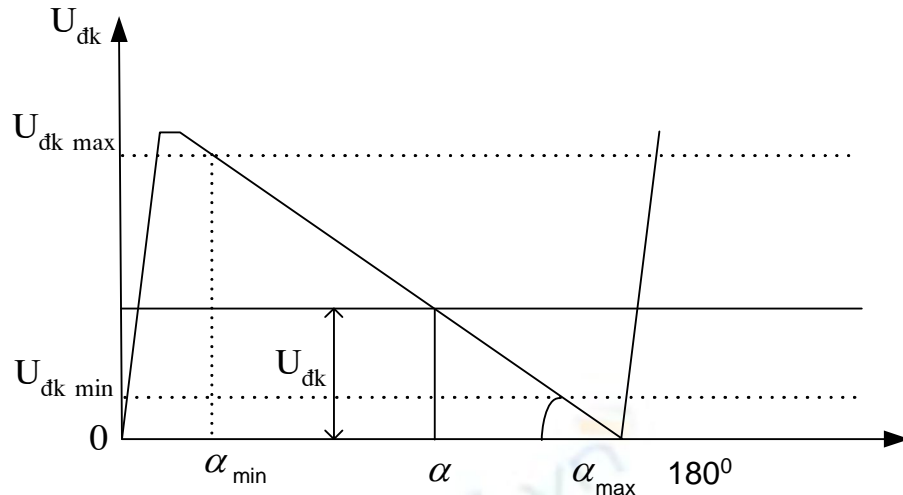
3.3.1. Mạch điều khiển có chức năng sau :

- Điều chỉnh được vị trí xung điều khiển trong phạm vi nửa chu kỳ của điện áp dương đặt nên Anốt-Catốt của Thyristor .
- Tạo ra được các xung điều khiển đủ điều kiện mở được Thyristor. Xung điều khiển có biên độ xung từ $(2 \div 10) \text{ V}$, độ rộng xung điều khiển $t_x = (20 \div 100) \mu\text{s}$ (đối với thiết bị chỉnh lưu) , $t_x < 100 \mu\text{s}$ (đối với thiết bị biến đổi tần số cao) .
- Sườn xung ngắn ($t_s = 0,5 \div 1) \mu\text{s}$.
- Đảm bảo tính đối xứng với các kênh điều khiển .
- Độ tác động nhanh của mạch điều khiển .
- Đảm bảo cách ly giữa mạch lực và mạch điều khiển .



3.3.2. Yêu cầu đối với xung điều khiển :

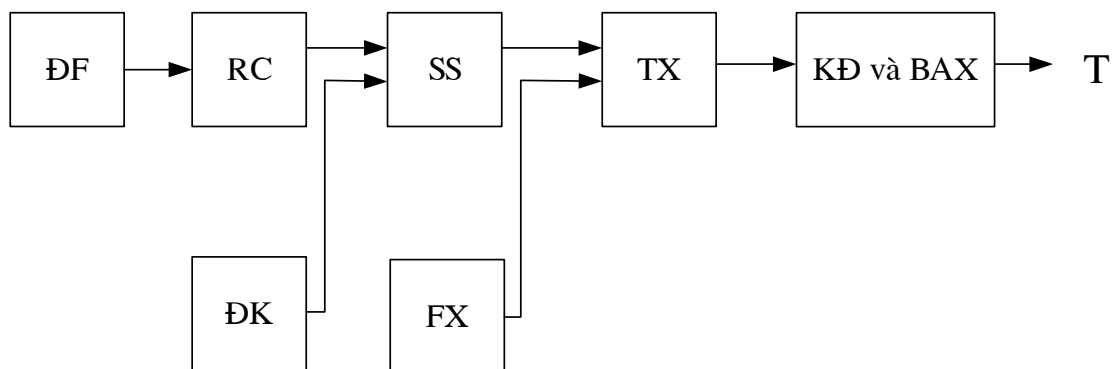
Chương III : Thiết kế bộ chỉnh lưu điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều



Giới hạn góc điều khiển

- Xung điều khiển đến các van lực theo đúng pha và góc điều khiển α cần thiết .
- Đảm bảo phạm vi điều chỉnh góc điều khiển $\alpha_{\min} + \alpha_{\max}$ tương ứng với phạm vi thay đổi điện áp ra của tải .
- Cho phép bộ chỉnh lưu làm việc bình thường với các chế độ khác nhau do tải yêu cầu .
- Có độ đối xứng xung điều khiển tốt .
- Xung điều khiển phát tới các van lực phù hợp để mở các van lực .
- Có khả năng chống nhiễu công nghiệp tốt .

Sơ đồ khối mạch điều khiển góc mở α theo nguyên tắc thẳng đứng :



Hình3.3: Sơ đồ khối mạch điều khiển

Chương III : Thiết kế bộ chỉnh lưu điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều

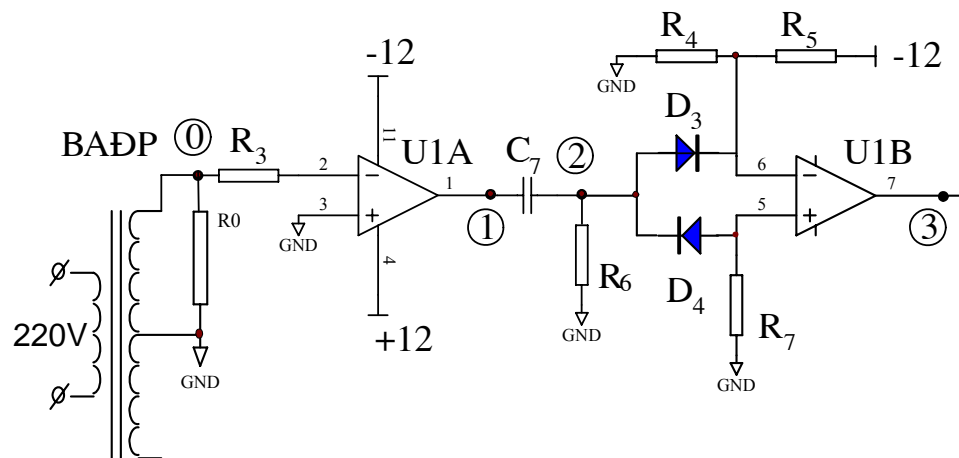
- Khâu ĐF: tạo ra điện áp đồng pha với điện áp nguồn .
- Khâu SS : tạo thời điểm phát ra xung điều khiển bằng cách so sánh điện áp điều khiển với điện áp tựa. Tại thời điểm hai điện áp này bằng nhau sẽ xuất hiện một xung , lấy sườn dương để chế thành xung điều khiển mở Thyristor .
- Khâu KĐX và BAX: khuếch đại xung đảm bảo biên độ , độ rộng xung đủ để mở Thyristor, và cách ly mạch điều khiển với mạch lực .

Để điều khiển góc mở α theo nguyên tắc thẳng đứng cho bản đồ án này ta sử dụng mạch điều khiển góc mở α dùng IC(LM324) và IC(LM741) được trình bày như sau :

3.3.3.Tính toán các khâu của mạch điều khiển :

3.3.3.1. Khâu đồng pha .

1.Sơ đồ nguyên lý .



Hình3.4: Sơ đồ nguyên lý khâu đồng pha

2. Đồ thị dạng điện áp ra .