

LỜI NÓI ĐẦU

Trong những năm gần đây cùng với sự phát triển ngày càng mạnh mẽ của khoa học kỹ thuật thì ứng dụng của điện tử công suất vào các ngành công nghiệp nói chung và công nghiệp điện tử nói riêng. Các thiết bị điện tử có công suất lớn được chế tạo ngày một nhiều và động cơ một chiều được coi là quan trọng và được sử dụng rộng rãi ở nhiều ngành nghề khác nhau. Chủ yếu là được làm động cơ điện, máy phát điện...

Để hiểu rõ được vai trò của ĐTCS và động cơ điện một chiều, thì trong đề án tốt nghiệp về: **Thiết kế nguồn cấp cho động cơ điện một chiều kích từ độc lập có đảo chiều**” của em ta sẽ hiểu rõ hơn.

Do kiến thức đã học và kinh nghiệm thực tế còn hạn chế của em thì không tránh khỏi những sai sót, nên kính mong các thầy cô thông cảm và bỏ qua cho em.

Em xin chân thành cảm ơn các thầy cô trong bộ môn TĐHXNCN đặc biệt là thầy giáo **TS. Trần Văn Huy** đã nhiệt tình hướng dẫn để em hoàn thành đề án tốt nghiệp này.

Em xin chân thành cảm ơn tha

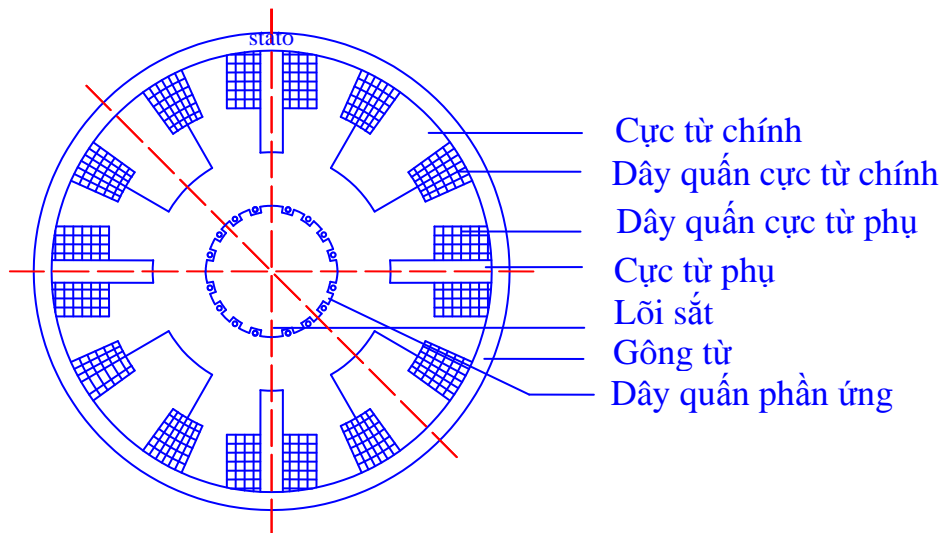
Sinh viên
Nguyễn Ngọc Hợp

CHƯƠNG 1
TỔNG QUAN VỀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Ngày nay, mặc dù dòng điện xoay chiều được sử dụng rộng rãi nhưng động cơ điện một chiều vẫn tồn tại. Trong công nghiệp, động cơ điện một chiều được sử dụng ở những nơi yêu cầu mô-men lớn hoặc yêu cầu điều chỉnh tốc độ bằng phẳng và phạm vi rộng. Vì động cơ điện một chiều có đặc tính làm việc rất tốt trên các mặt điều chỉnh tốc độ (phạm vi điều chỉnh rộng, thậm chí từ tốc độ bằng 0).. Động cơ điện một chiều có đặc tính điều chỉnh tốc độ tốt, có nhiều ưu điểm hơn so với một số loại động cơ khác. Không những cấu tạo đơn giản mà còn đạt chất lượng điều chỉnh tốc độ tốt, vì vậy nhiều ngành công nghiệp sử dụng.

1.1 Cấu tạo động cơ điện một chiều:

Động cơ điện một chiều có thể chia làm hai phần chính là: Phần tĩnh (stato)
Phần quay (rôto)

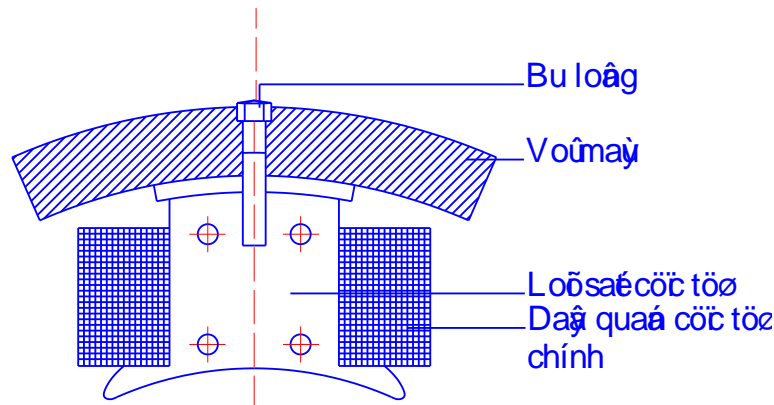


Hình 1-1. Cấu tạo động cơ điện một chiều

1.1.1. Phần tĩnh (stato)

Đây là phần đứng yên của động cơ, bao gồm các bộ phận chính sau:

a. *Cực từ chính:*



Hình 1.2 Cực từ chính

- Cực từ chính: là bộ phận sinh ra từ trường, gồm lõi sắt cực từ và dây quấn kích từ.
- + Lõi sắt cực từ làm bằng thép kỹ thuật điện dày (0,5 –1)mm ép lại và tán chặt.
- + Dây quấn kích từ được quấn bằng dây đồng bọc cách điện.

Trong các máy công suất nhỏ, cực từ chính là một nam châm vĩnh cửu.

Trong các máy công suất trung bình và lớn, cực từ chính là nam châm điện.

b. *Cực từ phụ:*

- Cực từ phụ: đặt giữa cực từ chính và dùng để cải thiện điều kiện làm việc của máy điện và đổi chiều
- + Lõi thép cực từ phụ có thể là một khối hoặc có thể được ghép bởi các lá thép tùy theo chế độ làm việc.

Xung quanh cực từ phụ được đặt dây quấn cực từ phụ, dây quấn cực từ phụ được nối với dây quấn phần ứng.

c. *Gông từ:*

- Gông từ: dùng để làm mạch từ nối liền các cực từ đồng thời làm vỏ máy.

d. *Các bộ phận khác:*

- Nắp động cơ: để bảo vệ động cơ khỏi những vật ngoài rơi vào làm hư hỏng dây quấn hay an toàn cho người sử dụng.
- Cơ cấu chổi than: để đưa dòng điện từ phần quay ra ngoài. Cơ cấu chổi than gồm có chổi than đặt trong hộp chổi than và nhờ 1 lò xo tì chặt lên cổ góp. Hộp chổi than được cố định trên giá đỡ chổi than và cách điện với giá.

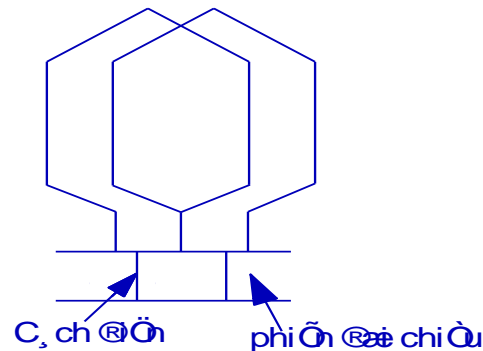
1.1.2 Phần quay (rôto)

Phần quay (rôto) bao gồm những bộ phận sau:

a. *Lõi thép phản ứng*: dùng để dẫn từ, thường dùng những tấm thép kĩ thuật điện dày 0,5mm phủ cách điện mỏng ở hai mặt rồi ép chặt lại để giảm tổn hao do dòng điện xoáy gây lên.

- Trong máy điện nhỏ, lõi thép phản ứng được ép trực tiếp vào trục.
- Trong máy điện lớn, giữa trục và lõi sắt có đặt giá rôto.

b. *Dây quấn phản ứng*:

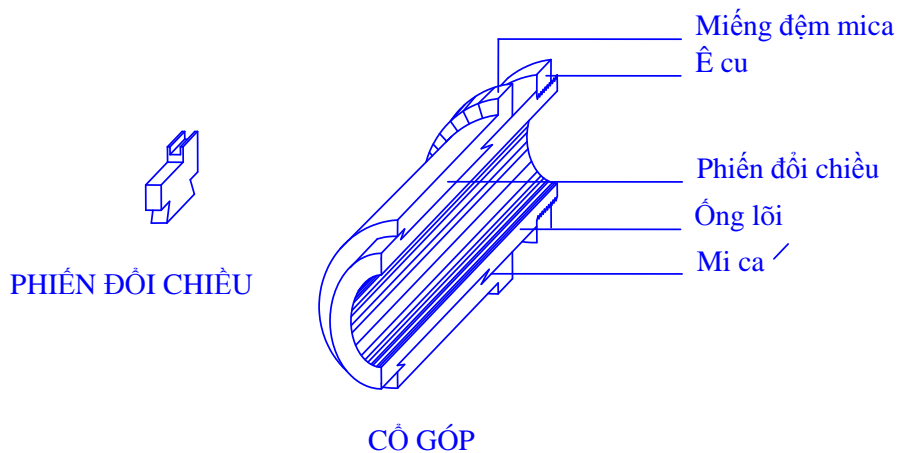


Hình 1-3. Sơ đồ cách quấn dây

Là phần sinh ra sức điện động và có dòng điện chạy qua.

- Dây quấn phản ứng thường làm bằng đồng có bọc cách điện. Trong máy điện công suất nhỏ, dây quấn phản ứng dùng dây tiết diện tròn. Trong máy điện công suất vừa và lớn, dây quấn phản ứng dùng dây tiết diện hình chữ nhật.

c. *Cổ góp*:



Hình 1- 4. Cấu tạo cổ góp

- Cổ góp dùng để đổi chiều dòng điện xoay chiều thành một chiều.
- Cổ góp có nhiều phiến đồng có đuôi nhọn, cách điện với nhau bằng lớp mica dày 0,4—1,2mm và hợp thành một trụ tròn. Hai đầu trụ tròn dùng hai vành ổ hình

chữ V ép lại. Giữa vành góp có cao hơn để làm các đầu dây của các phần tử dây quấn vào các phiến góp được dễ dàng.

d. Các bộ phận khác:

- Cánh quạt: quạt gió làm mát động cơ.
- Trục động cơ: trên đó đặt lõi sắt phần ứng, cổ góp, cánh quạt và ổ bi.

1.2 Phân loại động cơ điện một chiều

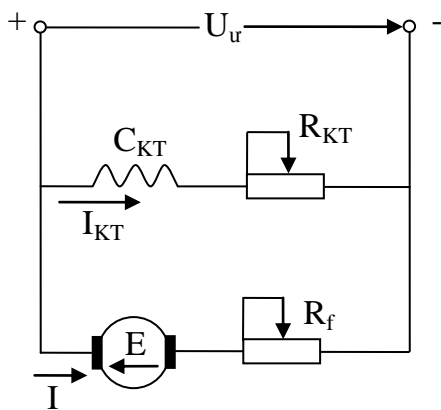
Có 4 loại động cơ điện một chiều thường dùng sau:

- Động cơ điện kích từ độc lập

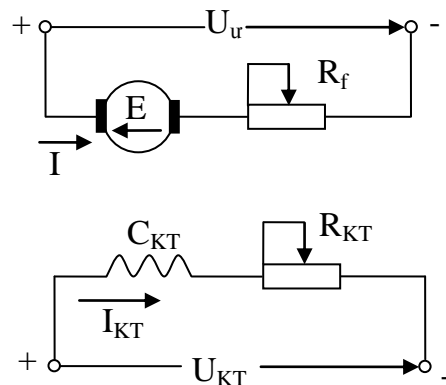
Khi nguồn một chiều có công suất không đủ lớn, mạch điện phần ứng và mạch kích từ mắc vào hai nguồn 1 chiều độc lập nhau nên

$$I = I_u$$

- Động cơ điện kích từ song song



Hình 1-5. Sơ đồ nối dây của động cơ kích từ song song

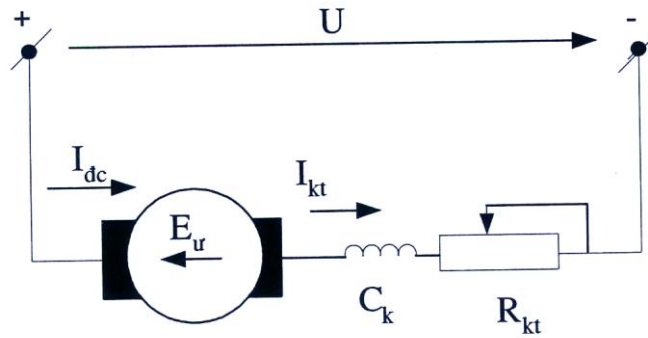


Hình 1-6. Sơ đồ nối dây của động cơ kích từ độc lập

Khi nguồn một chiều có công suất vô cùng lớn và điện áp không đổi, mạch kích từ được mắc song song với mạch phần ứng nên

$$I = I_u + I_t$$

- Động cơ điện kích từ nối tiếp



Hình 1.7: Sơ đồ nối dây của động cơ kích từ nối tiếp

Cuộn kích từ mắc nối tiếp với cuộn dây phần ứng, cuộn kích từ có tiết diện lớn, điện trở nhỏ, số vòng dây ít chế tạo dễ dàng nên ta có

$$I = I_u = I_t$$

- **Động cơ điện kích từ hỗn hợp**

Động cơ kích từ hỗn hợp gồm 2 dây quấn kích từ: dây quấn kích từ song song và dây quấn kích từ nối tiếp trong đó dây quấn kích từ song song là chủ yếu.

$$I = I_u + I_t$$

1.3 Các thông số ảnh hưởng:

Phương trình đặc tính cơ điện :
$$\omega = \frac{U_u}{K\phi} - \frac{R_u + R_f}{K\phi} I_u$$

Phương trình đặc tính cơ :
$$\omega = \frac{U_u}{K\phi} - \frac{R_u + R_f}{(K\phi)^2} M$$

- Trong đó:
- + U_u : điện áp phần ứng (V)
 - + E : sức điện động phần ứng (V)
 - + R_u : điện trở của mạch phần ứng (Ω)
 - + R_f : điện trở phụ của mạch phần ứng (Ω)
 - + I_u : dòng điện mạch phần ứng. (A)
 - + Φ : từ thông qua một cực từ (Wb)
 - + ω : tốc độ góc của rôto, $\omega = \frac{n}{9,55}$ (rad/s)
 - + $k = \frac{pN}{2\pi a}$ hệ số cấu tạo của động cơ

+ M : mô men điện của động cơ

Từ hai phương trình đặc tính trên ta có các thông số ảnh hưởng :

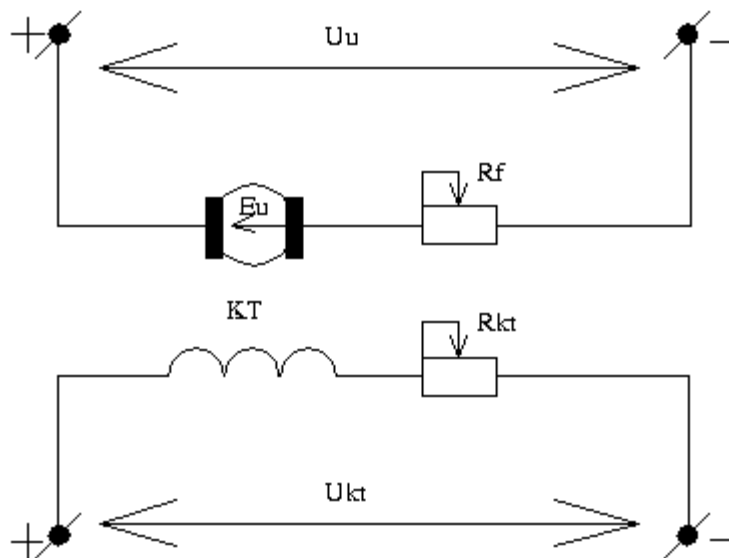
+ Ảnh hưởng của điện trở phần ứng: để thay đổi điện trở phần ứng ta nối thêm điện trở phụ R_f vào mạch phần ứng. R_f càng lớn thì tốc độ của động cơ càng giảm, đồng thời dòng điện ngắn mạch và mômen ngắn mạch cũng giảm.

+ Ảnh hưởng của điện áp phần ứng: khi giảm điện áp thì mômen ngắn mạch giảm, dòng điện ngắn mạch giảm và tốc độ của động cơ cũng giảm ứng với một phụ tải nhất định.

+ Ảnh hưởng của từ thông: thay đổi từ thông bằng cách thay đổi dòng điện I_{kt} động cơ. Khi giảm từ thông thì vận tốc động cơ tăng.

1.4 Nguyên lý hoạt động động cơ điện một chiều:

Khi nguồn điện một chiều có công suất không đủ lớn thì mạch điện phần ứng và mạch kích từ mắc vào hai nguồn một chiều độc lập với nhau, lúc này động cơ được gọi là động cơ kích từ độc lập.



Hình 1.8 Sơ đồ nguyên lý động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Để tiến hành mở máy, đặt mạch kích từ vào nguồn U_{kt} , dây cuộn kích từ sinh ra từ thông Φ_{max} tức là phải giảm điện trở của mạch kích từ R_{kt} đến nhỏ nhất có thể. Cũng cần đảm bảo không xảy ra đứt mạch kích thích vì khi đó $\Phi = 0$, $M = 0$, động cơ sẽ không quay được, do đó $E_u = 0$ và theo biểu thức $U = E_u = R_u \cdot I_u$ thì dòng điện sẽ rất

lớn làm cháy động cơ. Nếu mômen động cơ điện sinh ra lớn hơn mômen cản rôto bắt đầu quay và suất điện động E_r sẽ tăng lên tỉ lệ với tốc độ quay n . Do sự suất hiện và tăng lên của E_r , dòng điện I_r sẽ giảm theo, M giảm khiến n tăng chậm hơn.

Động cơ điện một chiều có hai nguồn năng lượng:

- Nguồn kích từ cấp vào cuộn kích từ để sinh ra từ thông kích từ.
- Nguồn phân ứng được đưa vào hai chổi than để đưa vào hai cổ góp của phần ứng.

Khi cho điện áp một chiều vào hai chổi than trong dây quấn phần ứng có điện. Các thanh dẫn cho dòng điện nằm trong từ trường sẽ chịu lực tác dụng làm rôto quay. Chiều lực từ xác định theo quy tắc bàn tay trái.

Khi phần ứng quay được nửa vòng, vị trí các thanh dẫn đổi chỗ cho nhau. Do đó có phiếu góp chiều dòng điện giữ nguyên làm cho lực từ tác động không thay đổi.

Khi quay, các thanh dẫn cắt từ trường sẽ cảm ứng với suất điện động E_r chiều của nó được xác định theo quy tắc bàn tay phải, ở động cơ chiều SĐĐ E_r ngược chiều dòng điện I_r nên E_r gọi là sức phản điện động.

1.5 Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều:

Từ phương trình đặc tính cơ của động cơ điện một chiều

$$\omega = \frac{U_u}{K\phi} - \frac{R_u + R_f}{(K\phi)^2} . M$$

ta thấy việc điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều có thể thực hiện bằng cách thay đổi các đại lượng R_u , U , Φ .

Điều khiển tốc độ là một trong những nội dung chính của truyền động điện tự động nhằm đáp ứng yêu cầu công nghệ của các máy sản xuất. Để đánh giá chất lượng của một hệ thống truyền động điện thường căn cứ vào một số chỉ tiêu sau:

- Sai số tốc độ:

Sai số tĩnh tốc độ là đại lượng đặc trưng cho độ chính xác duy trì tốc độ đặt và được đánh giá thông qua:

$$s\% = \frac{\omega_d - \omega}{\omega_d} \times 100$$

Mong muốn: sai số $\omega_d = \omega$

$s\%$ càng nhỏ càng tốt.

- Tính liên tục(độ trơn dải điều chỉnh)

$$\gamma = \omega_{i+1}/\omega_i$$

$\omega_{i+1} \approx \omega_i$: hệ thống điều khiển liên tục

$\omega_{i+1} \neq \omega_i$: hệ thống điều khiển nhảy cấp

Mong muốn $\gamma \rightarrow 1$: hệ truyền động có thể làm việc ổn định ở mọi giá trong suốt dải điều chỉnh.

- Dải điều khiển tốc độ

Dải điều khiển tốc độ (D) là tỉ số giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của tốc độ làm việc ứng với mômen tải đã cho:

$$D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}}$$

Mong muốn D càng lớn càng tốt

Ngoài ra còn các chỉ tiêu khác như: chỉ tiêu kinh tế, kích thước.

1.5.1 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở phản ứng:

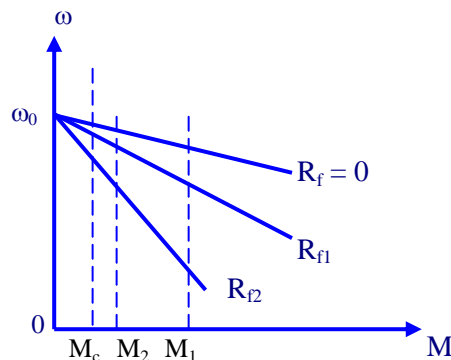
- Nguyên lý điều khiển

Trong phương pháp này người ta giữ $U = U_{dm}$; $\Phi = \Phi_{dm}$ và nối thêm điện trở phụ vào mạch phản ứng để tăng điện trở phản ứng.

Độ cứng của đường đặc tính cơ:

$$\beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega} = - \frac{(k \cdot \Phi_{dm})^2}{R_l + R_f}$$

Ta thấy khi điện trở càng lớn thì β càng nhỏ nghĩa là đặc tính cơ càng dốc và do đó càng mềm hơn.



Hình 1.9 đường đặc tính cơ khi thay đổi R_f

ứng với $R_f = 0$ ta có độ cứng tự nhiên β_{TN} có giá trị lớn nhất nên đặc tính cơ tự nhiên có độ cứng lớn hơn tất cả các đường đặc tính cơ có điện trở phụ.

Như vậy, khi ta thay đổi R_f ta được một họ đặc tính cơ thấp hơn đặc tính cơ tự nhiên.

- Đặc điểm của phương pháp
- + Điện trở mạch phản ứng càng tăng thì độ dốc đặc tính càng lớn, đặc tính cơ càng mềm, độ ổn định tốc độ càng kém và sai số tốc độ càng lớn.
- + Phương pháp này chỉ cho phép điều chỉnh tốc độ trong vùng dưới tốc độ định mức (chỉ cho phép thay đổi tốc độ về phía giảm).
- + Chỉ áp dụng cho động cơ điện có công suất nhỏ, vì tổn hao năng lượng trên điện trở phụ làm giảm hiệu suất của động cơ và trên thực tế thường dùng ở động cơ điện trong cần trục.
- Đánh giá các chỉ tiêu
- + Tính liên tục: phương pháp này không thể điều khiển liên tục được mà phải điều khiển nhảy cấp.
- + Dải điều chỉnh phụ thuộc vào chỉ số mômen tải. Tải càng nhỏ thì dải điều chỉnh $D = \omega_{\max} / \omega_{\min}$ càng nhỏ. Phương pháp này có thể điều chỉnh trong dải $D = 3 : 1$
- + Giá thành đầu tư ban đầu rẻ nhưng không kinh tế do tổn hao trên điện trở phụ lớn.
- + Chất lượng không cao dù điều khiển rất đơn giản.

1.5.2 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi từ thông :

- Nguyên lý điều khiển

Giả thiết $U = U_{dm}$; $R_r = \text{const}$. Muốn thay đổi từ thông động cơ ta thay đổi dòng điện kích từ.

Thay đổi dòng điện trong mạch kích từ bằng cách nối nối tiếp biến trở vào mạch kích từ hay thay đổi điện áp cấp cho mạch kích từ.

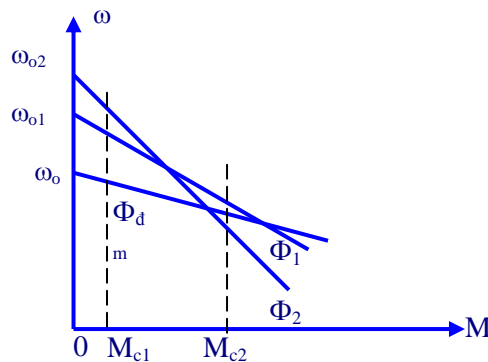
Bình thường động cơ làm việc ở chế độ định mức với kích thích tối đa ($\Phi = \Phi_{\max}$) mà phương pháp này chỉ cho phép tăng điện trở vào mạch kích từ nên chỉ có thể điều chỉnh theo hướng giảm từ thông Φ tức là điều chỉnh tốc độ trong vùng trên tốc độ định mức.

→ Khi giảm Φ thì tốc độ không tải lý tưởng $\omega_o = \frac{U_{dm}}{k\Phi}$ tăng, còn độ

cứng đặc tính cơ $\beta = -\frac{(k\Phi)^2}{R_u}$ giảm, ta

thu được họ đặc tính cơ nằm trên đặc tính cơ tự nhiên.

Khi tăng tốc độ động cơ bằng cách giảm từ thông thì dòng điện tăng và tăng vượt quá mức giá trị cho phép nếu mômen không đổi. Vì vậy muốn giữ cho dòng



Hình 1.10 đặc tính cơ khi thay đổi từ thông

điện không vượt quá giá trị cho phép đồng thời với việc giảm từ thông thì ta phải giảm M_t theo cùng tỉ lệ.

- Đặc điểm của phương pháp
 - + Phương pháp này có thể thay đổi tốc độ về phía tăng.
 - + Phương pháp này chỉ điều khiển ở vùng tải không quá lớn so với định mức.
 - + Việc thay đổi từ thông không làm thay đổi dòng điện ngắn mạch.
 - + Việc điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi từ thông là phương pháp điều khiển với công suất không đổi.
- Đánh giá các chỉ tiêu điều khiển
 - + Sai số tốc độ lớn: đặc tính điều khiển nằm trên và dốc hơn đặc tính tự nhiên.
 - + Dải điều khiển phụ thuộc vào phần cơ của máy. Có thể điều khiển trong dải điều chỉnh $D = 3 : 1$
 - + Tính liên tục: vì công suất của cuộn dây kích từ bé, dòng điện kích từ nhỏ nên ta có thể điều khiển liên tục với $\Phi \approx 1$
 - + Phương pháp này được áp dụng tương đối phổ biến, có thể thay đổi liên tục và kinh tế (vì việc điều chỉnh tốc độ thực hiện ở mạch kích từ với dòng kích từ = $(1 - 10)\% I_{dm}$ của phần ứng nên tổn hao điều chỉnh thấp).

→ Đây là phương pháp gần như là duy nhất đối với động cơ điện một chiều khi cần điều chỉnh tốc độ lớn hơn tốc độ điều khiển.

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

- Nguyên lý làm việc

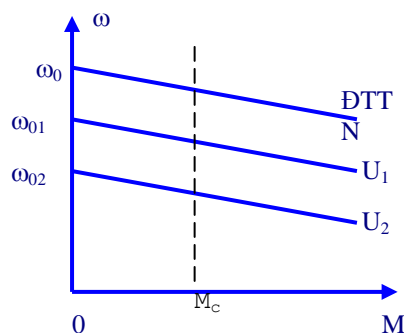
Để điều chỉnh điện áp phản ứng động cơ một chiều cần có thiết bị nguồn (máy phát điện một chiều kích từ độc lập, các bộ chỉnh lưu điều khiển.)

ở phương pháp này: $U = \text{var}$;

$$\Phi_{dm} = \text{const}; R_f = 0$$

Khi thay đổi phản ứng (thay đổi theo chiều giảm điện áp), vì từ thông của động cơ được giữ không đổi nên độ cứng đặc tính cơ cũng không đổi, còn tốc độ không tải lí tưởng $\omega_o = U / k.\Phi$ thay đổi tùy thuộc vào giá trị điện áp phản ứng.

Do đó ta thu được họ đặc tính mới song song và thấp hơn đặc tính cơ tự nhiên tức là vùng điều khiển tốc độ nằm dưới tốc độ định mức.

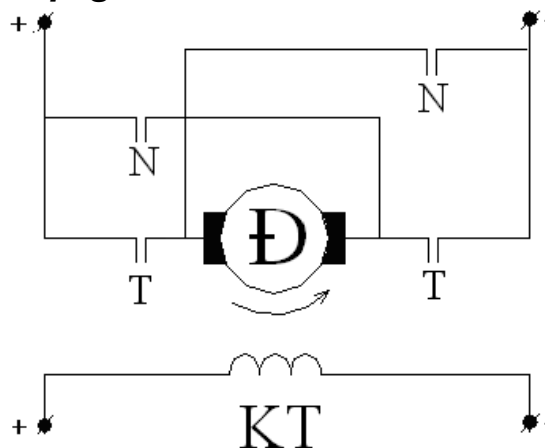


Hình 1.11 đặc tính cơ khi thay đổi U_r

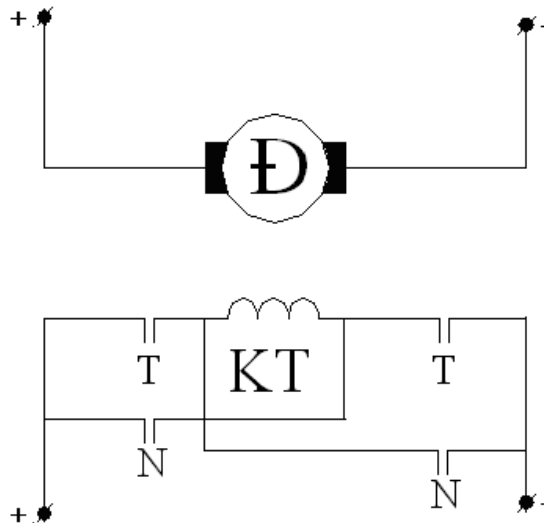
- Đặc điểm của phương pháp
- + Điện áp phản ứng càng giảm, tốc độ động cơ càng thấp.
- + Điều chỉnh tron trong toàn bộ dải điều chỉnh.

- + Độ cứng đặc tính cơ cao và được giữ không đổi trong toàn dải điều chỉnh.
 - + Chỉ thay đổi tốc độ về phía giảm
 - + Rất dễ tự động hóa khi dùng chỉnh lưu có điều khiển.
 - + Phương pháp này điều khiển với mômen không đổi vì Φ và I_r đều không đổi.
 - Đánh giá chỉ tiêu điều khiển
 - + Sai số tốc độ lớn (sai số tốc độ bằng sai số tốc độ của đặc tính cơ tự nhiên)
 - + Tính liên tục: điện áp của động cơ được điều khiển bằng bộ biến đổi. Các bộ biến đổi hiện nay đều có công suất bé nên có thể điều chỉnh liên tục.
 - + Dải điều chỉnh có thể đạt được $D = 10:1$
 - Đây là phương pháp duy nhất có thể điều chỉnh liên tục tốc độ động cơ trong vùng tốc độ thấp hơn tốc độ định mức đối với động cơ một chiều.
- ⇒ Qua việc xét ba phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ ta thấy phương pháp điều chỉnh điện áp phản ứng là triệt để và có nhiều ưu điểm hơn cả nên ta chọn phương pháp này để điều khiển tốc độ động cơ điện một chiều.

1.6 Đảo chiều động cơ:



Hình 1.12 sơ đồ nguyên lý đảo chiều phản ứng



Hình 1.13 sơ đồ nguyên lý đảo chiều phân kích từ

- Chiều lực từ tác dụng vào dòng điện được xác định theo qui tắc bàn tay trái. Khi đảo chiều từ thông hay đảo chiều dòng điện thì lực từ có chiều ngược lại, vậy muốn đảo chiều động cơ điện 1 chiều ta thực hiện 1 trong 2 cách như hình vẽ trên. Và đường đặc tính cơ khi quay thuận và khi quay ngược là đối xứng nhau qua gốc tọa độ.
- Nguyên lý:

Khi ta thực hiện 1 trong 2 cách đảo chiều phần ứng động cơ hoặc phân kích từ thì nguyên tắc chung là:

Ta muốn quay thuận thì chỉ việc ấn 2 tiếp điểm thường đóng T lại khi đó 2 tiếp điểm thường mở là N sẽ mở ra và dòng điện sẽ đi qua 2 tiếp điểm T → Quay thuận.

Ta muốn quay ngược thì chỉ việc nhả 2 tiếp điểm T ra và ấn 2 tiếp điểm thường mở lại khi đó dòng điện sẽ chạy qua 2 tiếp điểm N → Quay ngược.

CHƯƠNG 2
PHÂN TÍCH VÀ LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN

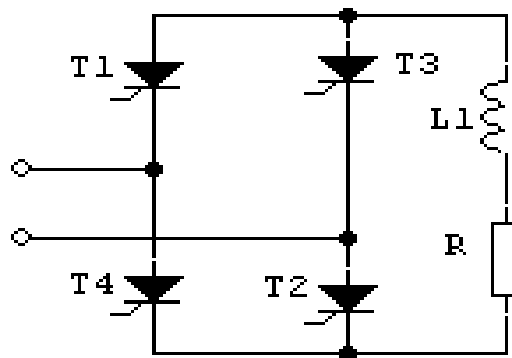
Như đã tìm hiểu về động cơ điện một chiều ở chương 1, ta thấy, nguồn cấp cho động cơ điện một chiều có thể có thể dùng bộ biến đổi một chiều. Vì bộ biến đổi một chiều có thể thiết kế dễ dàng nhờ các mạch chỉnh lưu sử dụng van bán dẫn. Hơn nữa các mạch chỉnh lưu sử dụng van điều khiển còn có thể điều khiển dễ dàng ,độ tin cậy cao. Do đó, ta đi tìm hiểu và thiết kế nguồn cấp một chiều, qua mạch chỉnh lưu điện áp xoay chiều lấy từ lưới điện cho động cơ điện một chiều.

Dưới đây là một số mạch chỉnh lưu cơ bản hay được sử dụng:

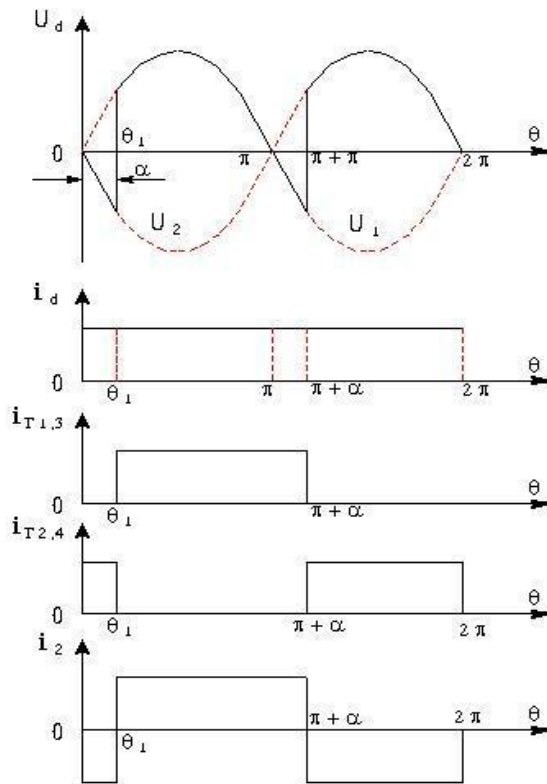
- Chỉnh lưu cầu 1 pha.
- Chỉnh lưu hình tia 3 pha.
- Chỉnh lưu cầu 3 pha điều khiển đối xứng
- Chỉnh lưu tia 2 pha.

2.1 Chỉnh lưu hình cầu 1 pha

2.1.1. Sơ đồ động lực



Hình 2.3 Chỉnh lưu cầu 1 pha điều khiển đối xứng



Hình 2.4 Giải đồ điện áp chỉnh lưu cầu 1 pha

2.1.2. Nguyên lý hoạt động:

Trong 1/2 chu kỳ điện áp của thyristo T1 dương (khi đó catot T2 âm) nếu cấp xung điều khiển đồng thuận với điều khiển phải cả 2 xung cùng một lúc thì T1 , T2 sẽ dẫn. Đến 1/2 sau thì điện áp đổi dấu anot T3 dương, catot T4 âm, nếu có xung điều khiển đồng thời cho cả 2 van thì các van được mở thông.

- Góc mở van α , góc dẫn các van λ

$0 - \alpha$: T₁, T₂ dẫn

$\alpha - \alpha + \lambda$: T₃, T₄ dẫn ,khóa T₁ ,T₂ lại.

2.1.3 Công thức:

Điện áp ra:

$$U_{d\alpha} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 \cos\alpha = 0,9U_2 \cos\alpha$$

$$I_{d\alpha} = \frac{U_{d\alpha}}{R_d}$$

$$I_v = \frac{I_d}{2}$$

$$S_{ba} = 1,23P_d$$

$$U_{ngmax} = \sqrt{2} U_2$$

$$I_2 = 1,11I_d$$

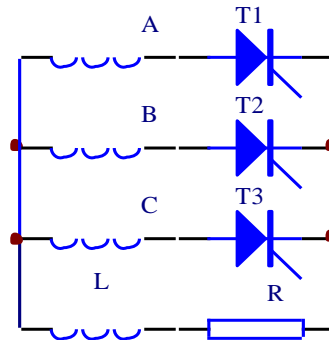
2.1.4 Nhận xét:

Chỉnh lưu cầu một pha sử dụng rộng rãi trong thực tế, nhất là với cấp điện áp tải lớn hơn 10V. Dòng tải lớn tới 100A. Ưu điểm của nó là không nhất thiết phải có biến áp nguồn. Tuy nhiên do số lượng van gấp 2 hình tia nên sụt áp trong mạch cũng gấp 2. Do đó nó không phù hợp với tải có dạng dòng lớn nhưng áp nhỏ.

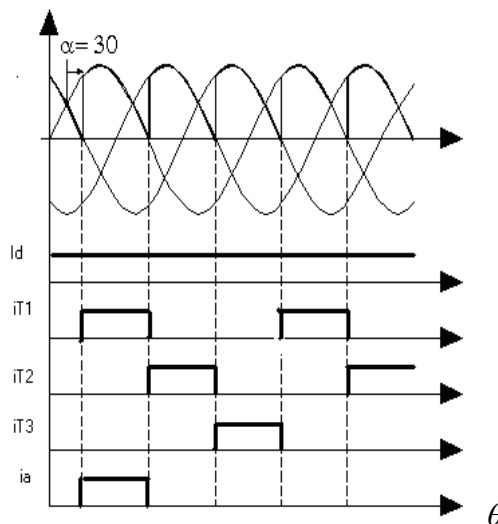
2.2 Chỉnh lưu hình tia 3 pha:

2.2.1 Sơ đồ nguyên

lý:



Hình 2.5 Chỉnh lưu hình tia 3 pha



Hình 2.6 giản đồ điện áp và dòng điện chỉnh lưu tia 3 pha

2.2.2 Nguyên lý hoạt động:

Nguyên tắc mở thông và điều khiển các van: khi anod của van nào dương hơn

thì van đó mới được kích mở, thời điểm hai điện áp của hai pha giao nhau được coi là góc thông tự nhiên của các van bán dẫn. Còn các Tiristo chỉ được mở thông với góc mở nhỏ nhất tại thời điểm góc mở tự nhiên (như vậy trong chỉnh lưu tia 3 pha, góc mở nhỏ nhất $\alpha = 0$ sẽ dịch pha so với điện áp pha một góc là 30°).

Chỉnh lưu tia 3 pha được phân biệt bởi hai vùng mở khác nhau:

Khi $\alpha < \pi/6$ thì việc mở van bán dẫn không phụ thuộc vào tải dạng gì. Trong vùng mở điện áp dương các Tiristo dẫn liên tục: có sự chuyển mạch từ van này sang van kia, không có sự hoàn trả năng lượng về lưới. Các đường cong U_d , I_d liên tục.

Khi $\alpha > \pi/6$ thì Tiristo sẽ được mở trong khoảng nào tùy thuộc vào tích chất của tải: nếu tải thuần trở thì đường cong điện áp và dòng điện là gián đoạn còn nếu tải điện cảm (nhất là điện cảm lớn) thì đường cong dòng điện và điện áp là các đường cong liên tục nhờ năng lượng dự trữ trong cuộn dây đủ lớn để duy trì dòng điện khi điện áp đổi dấu. Với tải điện cảm, Tiristo được dẫn có phần âm điện áp nên có sự trả năng lượng về lưới.

2.2.3 Công thức liên quan:

- Điện áp ra:

$$U_{da} = \frac{3\sqrt{6}}{2\pi} U_2 \cos\alpha = 1,17U_2 \cos\alpha$$

Với: α góc điều khiển

U_2 tham số cố định

- Dòng điện trên van:

$$I_v = \frac{I_d}{3}$$

- Công suất biến áp

$$S_{ba} = 1,35P_d$$

- Điện áp ngược lớn nhất trên van

$$U_{ngmax} = \sqrt{6} U_2$$

- Trị số hiệu dụng dòng điện cuộn thứ cấp biến áp nguồn:

$$I_2 = 0,58I_d$$

- I_d trị số trung bình dòng điện ra tải

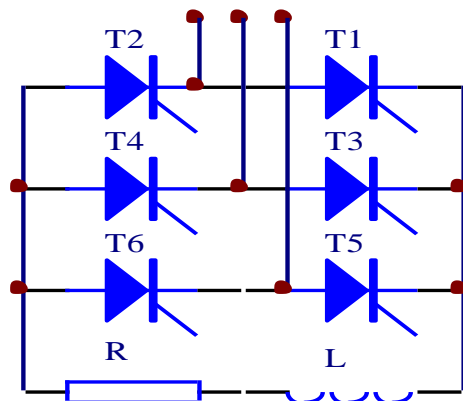
2.2.4 Nhận xét:

Việc điều khiển các van tương đối đơn giản.

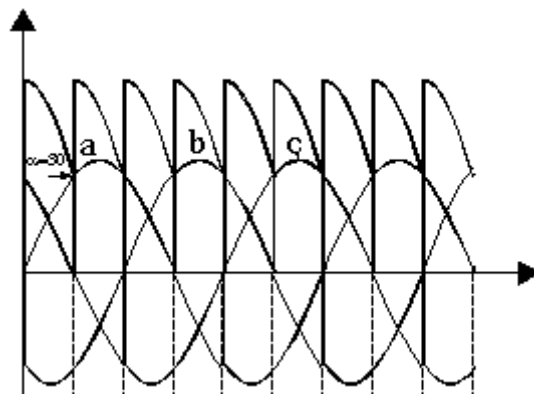
Chỉnh lưu tia 3 pha cần có biến áp nguồn để đưa điểm trung tính ra tải. Công suất máy biến áp này nhỏ hơn công suất 1 chiều 1,35 lần, tuy nhiên sụt áp trên van nhỏ nên thích hợp với điện áp thấp. Vì sử dụng nguồn 3 pha nên cho phép nâng công suất tải lên gấp nhiều lần, mặt khác độ đập mạch của điện áp chỉnh lưu giảm đáng kể nên kích thước bộ lọc nhỏ đi nhiều.

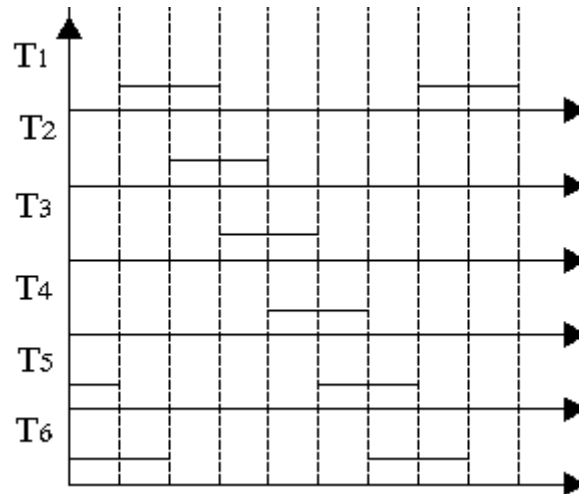
2.3 Chỉnh lưu cầu 3 pha điều khiển đối xứng:

2.3.1 Sơ đồ nguyên lý:



Hình 2.11 Sơ đồ chỉnh lưu cầu 3 pha điều khiển đối xứng





Hình 2.12: giản đồ điện áp và dòng điện dẫn qua van

2.3.2 Nguyên lý hoạt động:

Theo hoạt động của chỉnh lưu cầu 3 pha điều khiển đối xứng, dòng điện chạy qua tải là dòng điện chạy từ pha này về pha kia, do đó tại mỗi thời điểm cần mở Tiristo chúng ta cần cấp 2 xung điều khiển đồng thời (1 xung ở nhóm anod, 1 xung ở nhóm catod). Hai xung điều khiển có: một xung chính quyết định góc mở, 1 xung đệm để có dòng điện.

Các van T_1, T_3, T_5 thay nhau dẫn cho điện áp ở điểm katot chung U_{kc}

Các van T_2, T_4, T_6 thay nhau dẫn ở điểm anot chung U_{ac} .

2.3.3. Công thức liên quan:

- Điện áp ra:

$$U_{da} = U_{do} \cos \alpha = \frac{3\sqrt{6}}{\pi} U_2 \cos \alpha$$

- Dòng trung bình trên van

$$I_{tbv} = \frac{I_d}{3}$$

- Điện áp ngược lớn nhất:

$$U_{ngmax} = \sqrt{6} U_2$$

- Công suất máy biến áp:

$$S_{ba} = 1,05P_d$$

- Trị số hiệu dụng dòng điện cuộn thứ cấp biến áp nguồn:

$$I_2 = 0,816I_d$$

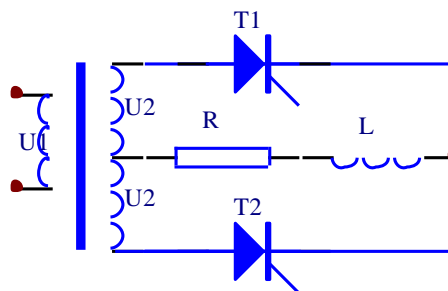
2.3.4. Nhận xét:

Chỉnh lưu cầu ba pha là loại được sử dụng rộng rãi nhất trong thực tế, vì nó có nhiều ưu điểm. Nó cho phép có thể đấu thẳng vào lưới điện 3 pha, độ đập mạch nhỏ 5%. Nếu có sử dụng máy biến áp thì gây méo lưới điện ít hơn các loại khác. Đồng thời công suất mạch chỉnh lưu này lớn lên tới vài trăm KW.

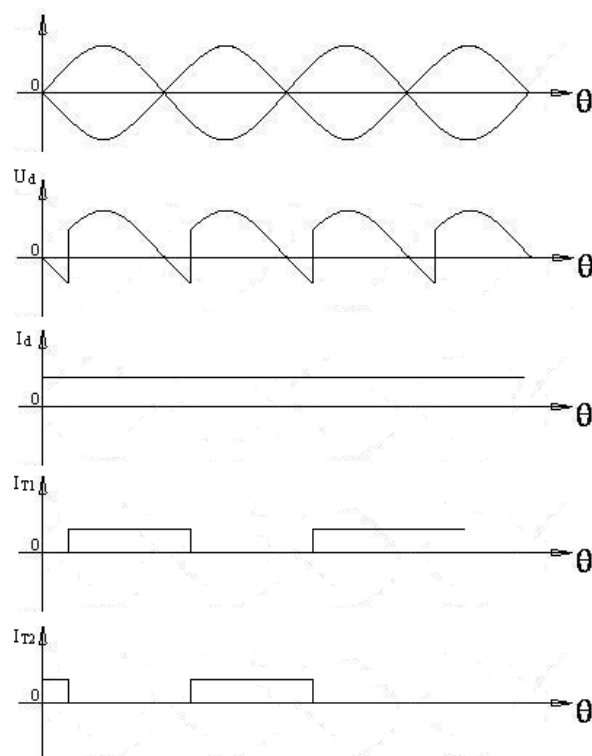
Nhược điểm là sụt áp trên van gấp đôi trên van của sơ đồ hình tia.

2.4. Chỉnh lưu tia 2 pha:

2.4.1. Sơ đồ nguyên lý:



Hình 2.13 chỉnh lưu tia 2 pha



Hình 2.14 giản đồ điện áp

2.4.2 Nguyên lý hoạt động:

Khi T_1 được mở sẽ có dòng điện chạy qua tải và duy trì T_1 ở trạng thái dẫn tới lúc dòng điện bằng không, lúc đó điện áp đổi dấu và kích mở T_2 chuyển sang dẫn.

Khi tải có điện cảm thì dòng điện gián đoạn hau liên tục là do năng lượng điện từ tích lũy trong cuộn dây lớn hay bé

$W_{dt} = Li^2/2$ phụ thuộc vào L, I do α quyết định (nếu α càng lớn thì i^2 càng lớn, vùng gián đoạn nhỏ đi).

Khi tải điện cảm lớn tới mức dòng điện của van đang dẫn bằng 0 đã mở van kế tiếp thì đường cong điện áp, dòng điện là liên tục.

2.4.3 Công thức liên quan:

- Điện áp ra:

$$U_{da} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 \cos\alpha = 0,9U_2 \cos\alpha$$

Với α : góc điều khiển

$$U_2 = \text{const}$$

- Dòng điện trên van:

$$I_v = \frac{I_d}{2}$$

- Công suất biến áp:

$$S_{ba} = 1,48P_d$$

P_d công suất tải

$$P_d = U_{d0} \cdot I_d$$

- Điện áp ngược:

$$U_{ngmax} = 2,83U_2$$

- Trị số hiệu dụng dòng điện cuộn thứ cấp biến áp nguồn:

$$I_2 = 0,58I_d$$

2.4.4 Nhận xét:

- Việc điều khiển các van tương đối đơn giản.
- Điện áp ra tải thấp do độ sụt áp trong mạch van thấp hơn.
- Việc chế tạo biến áp phức tạp, hiệu suất sử dụng biến áp xấu hơn.

- Buộc phải có biên áp nguồn để tạo điểm giữa cho mạch hoạt động.

2.5 Kết luận:

Qua tìm hiểu một số sơ đồ mạch chỉnh lưu cơ bản, và yêu cầu của đề án với số liệu:

$$P_{dm} = 2,2 \text{ KW}$$

$$n = 1450 \text{ v/p}$$

$$i_{udm} = 14,4 \text{ A}$$

$$i_{kt} = 0,72 \text{ A}$$

$$R_r = 1,6 \ \Omega$$

$$\eta = 80\%$$

$$\Rightarrow U_d = P_{dm} / i_{udm} \cdot \eta = 191 \text{ (V)}$$

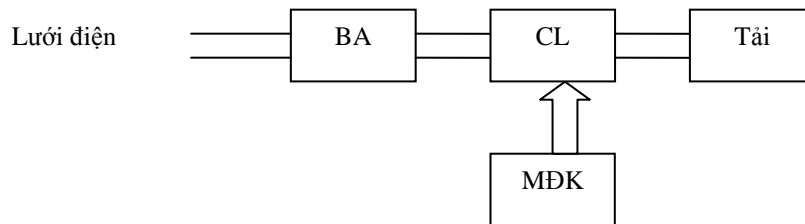
Ta thấy P_{dm} nhỏ hơn 15 KW nên dùng sơ đồ chỉnh lưu 1 pha

U_d khá lớn nên dùng sơ đồ cầu.

Vậy để phù hợp yêu cầu đề án ta chọn sơ đồ cầu 1 pha điều khiển đối xứng.

CHƯƠNG 3
TÍNH TOÁN MẠCH LỰC

3.1. Sơ đồ cấu trúc



Hình 3.1- Sơ đồ cấu trúc

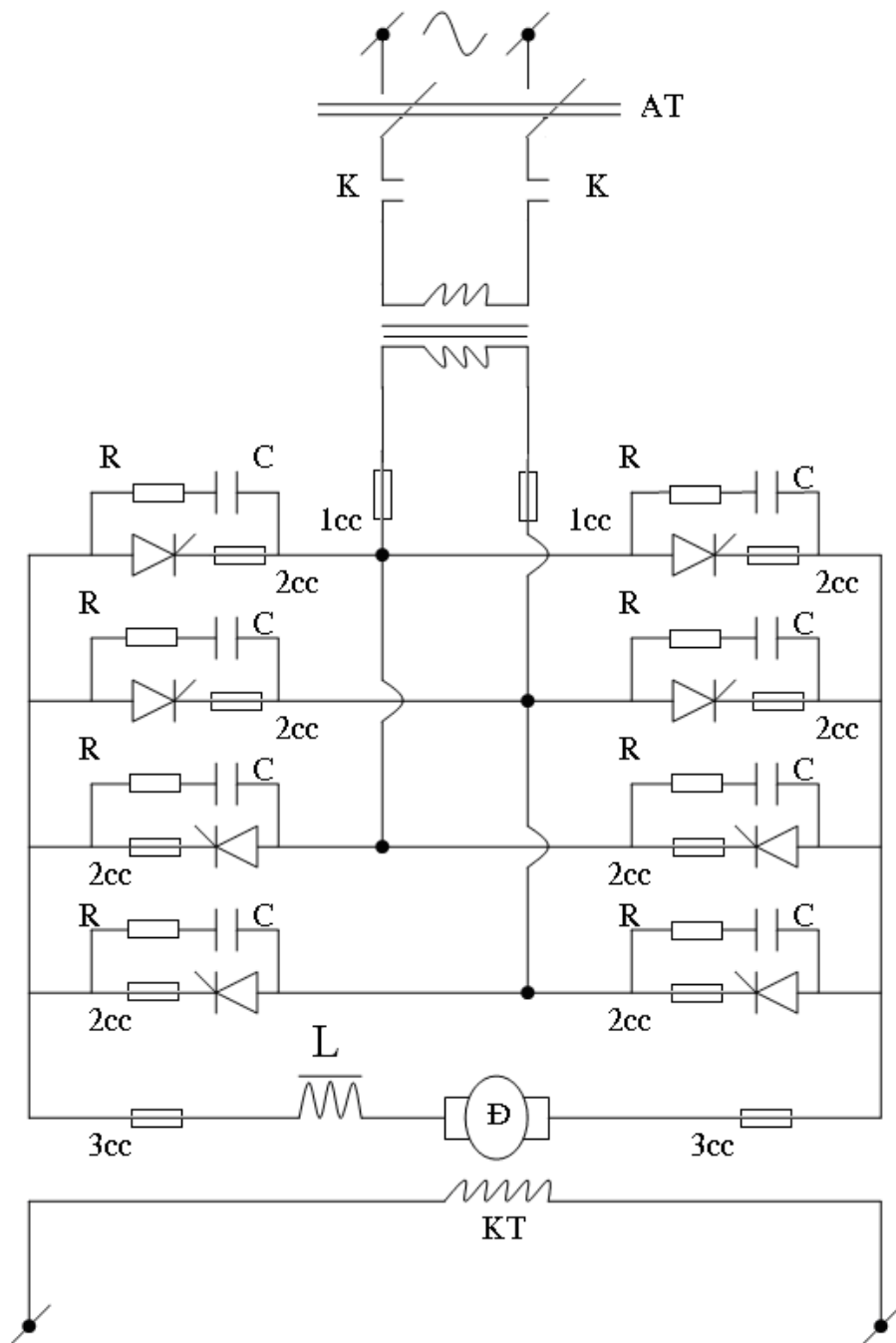
Trong đó:

+BA: có tác dụng chuyển điện áp và số pha chuẩn từ lưới điện sang giá trị điện áp và số pha thích hợp với mạch lực và tải. Nếu điện áp, số pha đã cho phù hợp thì không cần dùng BA.

+CL: có tác dụng biến đổi điện áp xoay chiều sang 1 chiều.

+MĐK: có tác dụng vào các thời điểm cần thiết nhằm khống chế năng lượng đưa vào.

3.2. Sơ đồ mạch lực



Hình 3.2 sơ đồ mạch lực

3.3. Tính chọn van

Các van trong mạch CL công suất làm việc nhỏ với dòng điện không lớn vì vậy phải chọn van sao cho phù hợp mới đảm bảo được mạch hoạt động tốt.

- Tính chọn van dựa vào các yếu tố cơ bản như điện áp ngược cực đại ($U_{ng\ max}$) của

van. Dòng điện định mức của van. Từ sơ đồ cầu 1 pha và các thông số động cơ ta có:

$$U_d = \frac{P_{dm}}{I_{dm} \cdot \eta} = \frac{2200}{14,4 \cdot 0,8} = 191 \text{ (V)}$$

$$U_2 = \frac{U_d}{K_u} = \frac{191}{0,9} = 212 \text{ (V)}$$

Điện áp ngược cực đại của van là :

$$U_{ngmax} = K_{nv} \cdot U_2 = 1,41 \cdot U_2 = 299 \text{ (V)}$$

$$U_v = K_{lv} \cdot U_{ngmax} = 1,8 \cdot 299 = 538,2 \text{ (V)}$$

Dòng điện định mức của van là :

$$I_{tbv} = \frac{I_d}{2} = \frac{14,4}{2} = 7,2 \text{ (A)}$$

Dòng điện trên van là :

$$I_v = K_{lv} \cdot I_{tbv} = 2,2 \cdot 7,2 = 15,84 \text{ (A)}$$

Khi làm việc, dòng điện qua động cơ, các van thường xuyên làm việc ở chế độ quá tải nên ta chọn hệ số dự trữ...ở đây ta sử dụng chế độ làm mát tự nhiên, dòng điện chỉ cho phép bằng 25% dòng định mức.

Với thông số trên ta tra bảng được :T46N600COC

+) Điện áp ngược cực đại	$U_{ngmax} = 600 \text{ V}$
+) Dòng làm việc cực đại	$I_{dmmax} = 46 \text{ A}$
+) Dòng điện đỉnh cực đại	$I_{pik max} = 1000 \text{ A}$
+) Dòng điện xung điều khiển	$I_{g max} = 150 \text{ mA}$
+) Điện áp xung điều khiển	$U_{gmax} = 2,5 \text{ V}$
+) Dòng điện rò	$I_{rmax} = 10 \text{ mA}$
+) Dòng điện duy trì	$I_{kmax} = 1 \text{ A}$
+) Sụt áp trên Thyristo ở trạng thái bán dẫn	$\Delta U_{max} = 1,9 \text{ V}$
+) Tốc độ biến thiên điện áp	$du/dt = 400 \text{ V}/\mu\text{s}$
+) Nhiệt độ làm việc cực đại	$T_{max} = 125^\circ \text{C}$

3.4. Tính toán chọn máy biến áp

Các đại lượng cần tính cho mạch chỉnh lưu cầu 1 pha

$$U_{d0} = U_d + \Delta U_{ba} + \Delta U_v + \Delta U_{ck}$$

Trong đó :

U_{d0} : Điện áp chỉnh lưu không tải

U_d : Điện áp chỉnh lưu .

ΔU_{ba} : Sụt áp trên biến áp .

ΔU_v : Sụt áp trên van .

ΔU_{ck} : Sụt áp trên cuộn kháng

$$\Rightarrow U_{d0} = 191 + 0,05 \cdot 191 \cdot 2 + 1,9 = 212 \text{ (V)}$$

- Công suất tối đa của tải :

$$P_{d \max} = U_{d0} \cdot I_{dm} = 212 \cdot 14,4 = 3,053 \text{ (Kw)}$$

- Công suất của biến áp nguồn

$$S_{ba} = K_p \cdot P_{d \max} = 1,23 \cdot 3,053 = 3,755 \text{ (KVA)}$$

- Điện áp định mức phía thứ cấp :

$$U_{2dm} = \frac{U_{d0}}{K_u} = \frac{212}{0,9} = 236 \text{ (V)}$$

$$\text{Hệ số MBA: } K_{ba} = \frac{U_{1dm}}{U_{2dm}} = \frac{220}{236} = 0,9$$

- Tính toán sơ bộ mạch từ

Tiết diện trụ Q_{Fe} của lõi thép biến áp được tính từ công thức :

$$Q_{Fe} = K_Q \sqrt{\frac{S_{ba}}{m \cdot f}}$$

Trong đó:

K_Q : Hệ số phụ thuộc làm mát ($K_Q = 6$)

m : Số trụ MBA ($m = 2$)

$$\Rightarrow Q_{Fe} = 6 \sqrt{\frac{3755}{2 \cdot 50}} = 36,77 \text{ (cm}^2\text{)}$$

- Đường kính trụ

$$d = \sqrt{\frac{4Q_{Fe}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 36,77}{\pi}} = 6,84 \text{ (cm)}$$

Ta chuẩn hóa đường kính trụ theo tiêu chuẩn $d = 7$ (cm)

Chọn loại thép E330 các lá thép có độ dày 0,35 mm

-Tính toán dây quấn MBA

+Tính toán điện áp của các cuộn dây

Điện áp cuộn thứ cấp

$$U_2 = \frac{U_{d0}}{K_u} = \frac{212}{0,9} = 236 \text{ (V)}$$

+Tính dòng điện trong các cuộn dây

$$I_1 = \frac{K_{p1} \cdot P_{d \max}}{U_1} = \frac{1,23 \cdot 0,53}{220} = 17,07 \text{ (A)}$$

$$I_2 = \frac{S_{ba}}{U_2} = \frac{3755}{236} = 16 \text{ (A)}$$

-Tính vòng dây của mỗi cuộn

Ta có :

$$\text{Số Vôn/vòng} = 4,44 \cdot B \cdot Q_{Fe} \cdot f \cdot 10^{-4}$$

$$B = 1,5 \text{ (T)}; Q_{Fe} = 36,77 \text{ (cm}^2\text{)}; f = 50 \text{ (Hz)}$$

Thay số :

Số vòng dây của cuộn một :

$$\text{Số Vôn/vòng} = 4,44 \cdot 1,5 \cdot 36,77 \cdot 50 \cdot 10^{-4} = 1,2244$$

$$W_1 = (\text{Số Vôn/vòng}) \cdot U_1 = 1,2244 \cdot 220 = 269 \text{ (vòng)}$$

$$W_2 = (\text{Số Vôn/vòng}) \cdot U_2 = 1,2244 \cdot 236 = 289 \text{ (vòng)}$$

-Tính toán tiết diện dây quấn

$$S_{Cu} = \frac{I}{J}$$

Trong đó :

I : Cường độ dòng điện trong các cuộn dây

J : Mật độ dòng điện trong các cuộn dây

$$\text{Chọn } J = 2,75 \text{ (A/mm}^2\text{)}$$

Thay số :

$$S_{Cu2} = \frac{17,07}{2,75} = 6,2 \text{ (mm}^2\text{)} \Rightarrow D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6,2}{\pi}} = 2,8 \text{ (mm)}$$

$$\text{Chuẩn kích thước : } S_{Cu1} = a_1 \cdot b_1 = 1,81 \cdot 3,53 = 6,18 \text{ (mm}^2\text{)}$$

+Tính lại mật độ dòng

$$J_1 = \frac{I_1}{S_1} = \frac{17,07}{6,18} = 2,76 \text{ (A/mm)}$$

+ Tính dây quấn thứ cấp

$$S_2 = \frac{I_2}{J} = \frac{16}{2,75} = 5,8 \text{ (mm}^2 \text{)}$$

Ta chuẩn hóa : $S_2 = 5,7 \text{ (mm}^2 \text{)}$

+ Tính lại mật độ dòng

$$J_2 = \frac{I_2}{S_2} = \frac{16}{5,7} = 2,8 \text{ (A/mm)}$$

-Tính kích thước mạch từ

Do chọn lá thép dày 0,35mm

Diện tích của sổ cần thiết :

$$Q_{CS} = Q_{CS1} + Q_{CS2}$$

Với :

$$Q_{CS1} = k_{ld} \cdot W_1 \cdot S_{Cu1} ; Q_{CS2} = k_{ld} \cdot W_2 \cdot S_{Cu2}$$

Trong đó :

Q_{CS1}, Q_{CS2} : Phần do cuộn sơ cấp và thứ cấp chiếm chỗ

W_1, W_2 : Số vòng dây sơ cấp và thứ cấp

k_{ld} : Hệ số lấp đầy , chọn $k_{ld} = 2.5$

$$\Rightarrow Q_{CS} = 2,5 \cdot 269 \cdot 6,2 + 2,5 \cdot 289 \cdot 5,8 = 8360 \text{ (mm}^2 \text{)} = 83,6 \text{ (cm}^2 \text{)}$$

-Tính kích thước cửa sổ

Khi đã có diện tích cửa sổ Q_{CS} cần chọn các kích thước cơ bản là chiều cao h và chiều rộng của cửa sổ mạch từ .Tuỳ theo thiết kế mà chọn giá trị cơ bản c và h .

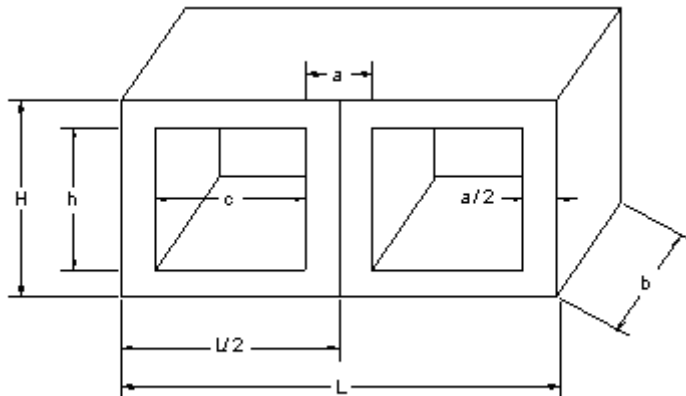
Thông thường chọn theo hệ số phụ như sau :

$$m = \frac{h}{a} = 2.5 ; n = \frac{c}{a} = 0.5 ; l = \frac{b}{a} = 1 \div 1.5$$

Tính toán ta được : $a = 7,6 \text{ (cm) ; } b = 11 \text{ (cm) ; } c = 3,8 \text{ (cm) ; } h = 19 \text{ (cm)}$

Chiều rộng toàn bộ mạch từ là : $C = 2 \cdot c + 3 \cdot a = 2 \cdot 3,8 + 3 \cdot 7,6 = 30,4 \text{ (cm)}$

Chiều cao toàn bộ mạch từ là : $H = h + 2 \cdot a = 19 + 2 \cdot 7,6 = 34,2 \text{ (cm)}$



-Tính số vòng trên mỗi lớp

Dây quấn được bố trí theo dọc trụ , mỗi cuộn dây quấn thành nhiều lớp . Mỗi lớp được quấn liên tục, các vòng dây sát nhau, Các lớp dây cách nhau bằng một bìa cách điện.

- Số vòng dây trên mỗi lớp:

+ Kết cấu dây quấn sơ cấp :

Khi dây quấn tiết chữ nhật :

$$W_{1L} = \frac{h - 2h_g}{b_n} k_e = \frac{19 - 2 \cdot 0.5}{0,353} \cdot 0,9 = 48,5 \approx 49(\text{vong})$$

Trong đó:

h : chiều cao cửa sổ.

b_n : bề rộng dây quấn kể cả cách điện.

h_g : khoảng cách cách điện với gông: h_g = 5(mm)

k_e : hệ số ép chặt k_e = 0.95

Số lớp dây trong cửa sổ được tính bằng tỷ số số vòng dây W của cuộn W₁ hoặc W₂ cần tính trên số vòng dây trên một lớp.

$$W_{1d} = \frac{W_1}{W_{1l}} = \frac{269}{49} = 5,5(\text{lớp}) \approx 6(\text{lớp})$$

Chiều cao thực tế của cuộn

$$h_1 = \frac{w_{11} \cdot b_1}{k_e} = \frac{49 \cdot 0,353}{0,95} = 18,2(\text{cm})$$

sơ cấp :

– Tính chiều dài của các cuộn dây đồng

Chọn ống quấn dây làm bằng vật liệu cách điện có bề dày : S₀₁=0,1 (cm)

Khoảng cách từ trụ tới cuộn sơ cấp a₀₁= 1,0(cm)

Đường kính trong của ống cách điện

$$D_t = d_{fe} + 2 \cdot a_{01} - 2 \cdot S_{01} = 2,8 + 2 \cdot 1 - 2 \cdot 0,1 = 4,6(\text{cm})$$

Đường kính trong của cuộn sơ cấp

$$D_{t1} = D_t + 2 \cdot S_{01} = 4,6 + 2 \cdot 0,1 = 4,8(\text{cm})$$

Chọn bề dày cách điện giữa các lớp dây ở cuộn sơ cấp

$$cd_{11} = 0,1(\text{mm})$$

Bề dày cuộn sơ cấp

$$Bd_1 = (a_1 + cd_{11}) \cdot n_{11} = (1,81+0,1) \cdot 6,1 = 11,46(\text{mm}) = 1,15(\text{cm})$$

Đường kính ngoài của cuộn sơ cấp

$$D_{n1} = D_{t1} + 2 \cdot Bd_1 = 1,15 \cdot 2 + 4,8 = 7,1(\text{cm})$$

Đường kính trung bình của cuộn sơ cấp :

$$D_{tb1} = (D_{t1} + D_{n1}) / 2 = (7,1 + 4,8) / 2 = 5,95 (\text{cm})$$

Chiều dài dây cuộn sơ cấp :

$$l_1 = W_1 \cdot \pi \cdot D_{tb} = 2,69 \cdot \pi \cdot 5,95 = 5028,27 (\text{cm}) = 50,283 (\text{m})$$

Chọn bề dày cách điện giữa cuộn sơ cấp và thứ cấp :

$$cd_{01} = 1(\text{cm})$$

+ Kết cấu dây quấn thứ cấp

Chọn sơ bộ chiều cao cuộn thứ cấp

$$h_1 = h_2 = 19 (\text{cm})$$

Tính sơ bộ số vòng dây trên 1 lớp:

$$w_{12} = \frac{h_2}{b_2} \cdot k_e = \frac{19}{0,38} \cdot 0,95 \approx 48 (\text{vòng})$$

Tính sơ bộ số lớp dây quấn trên cuộn thứ cấp :

$$n_{12} = \frac{w_2}{w_{12}} = \frac{298}{48} = 6 (\text{lớp})$$

Chiều cao thực tế của cuộn thứ cấp :

$$h_2 = \frac{w_{12} \cdot b_2}{k_e} = \frac{48 \cdot 0,38}{0,95} = 19,2 (\text{cm})$$

Khoảng cách từ trụ tới cuộn thứ cấp là: $a_{12} = 1,0 (\text{cm})$

Đường kính trong của cuộn thứ cấp :

$$D_{t2} = D_{n1} + 2 \cdot a_{12} = 7,1 + 2 = 9,1 (\text{cm})$$

$$\Rightarrow r_{t2} = D_{t2} / 2 = 9,1 / 2 = 4,6 (\text{cm})$$

Chọn bề dày cách điện giữa các lớp dây ở cuộn thứ cấp $cd_{22} = 0,1(\text{mm})$

Bề dày cuộn thứ cấp :

$$Bd_2 = (a_2 + cd_{22}) \cdot n_{12} = (0,156 + 0,1) \cdot 6 = 1,536 (\text{cm})$$

Đường kính ngoài của cuộn thứ cấp:

$$D_{n2} = D_{t2} + 2 \cdot Bd_2 = 9,1 + 2 \cdot 1,536 = 12,172(\text{cm})$$

Đường kính trung bình của cuộn thứ cấp :

$$D_{tb2} = (D_{t2} + D_{n2}) / 2 = (9,1 + 12,172) / 2 = 10,636(\text{cm})$$

Chiều dài dây quấn thứ cấp :

$$l_2 = \pi \cdot w_2 \cdot D_{tb2} = \pi \cdot 298,4,6 = 4306,5(\text{cm})$$

$$\Rightarrow l_2 \approx 43,1 \text{ (m)}$$

Đường kính trung bình các cuộn dây:

$$D_{12} = (D_{t1} + D_{n2}) / 2 = (4,8 + 12,172)/2 = 8,5(\text{cm})$$

$$\Rightarrow r_{12} = D_{12}/2 = 4,25 \text{ (cm)}$$

-Tính sụt áp trên MBA

+Điện áp rơi trên trở

$$\Delta U_r = [R_2 + R_1 \left(\frac{W_2}{W_1} \right)^2] I_d$$

Trong đó:

R_1, R_2 : điện trở thuần của các cuộn dây

$$R_1 = \rho_{Cu} \frac{l_1}{s} = 0,0000172 * \frac{50,283}{6,2} = 0,081(\Omega)$$

$$R_2 = \rho_{Cu} \frac{l_2}{s} = 0,000072 * \frac{43,1}{5,8} = 0,074(\Omega)$$

Với $\rho_{Cu} = 0,0000172 \Omega\text{mm}$.

I_d : dòng tải một chiều.

$$\Delta U_r = [R_2 + R_1 \left(\frac{W_2}{W_1} \right)^2] I_d$$

$$= 2,41 \text{ (V)}$$

+Điện áp ra trên cuộn kháng

$$\Delta U_x = \frac{1}{\Pi} m_f X_n I_d$$

Trong đó:

$$X_n = 8\Pi^2 \cdot W_2^2 \left(\frac{R_{bk}}{h} \right) \left[cd + \frac{Bd_1 + Bd_2}{3} \right] \omega \cdot 10^{-7}$$

m_f : số pha biến áp.

W_2 : số vòng dây thứ cấp biến áp.

R_{bk} : bán kính dây thứ cấp.

l : chiều cao lá thép.

h : Chiều cao cửa sổ lõi thép

cd : bề dày cách điện của các cuộn dây với nhau .

$$X_n = 8 \cdot \pi^2 \cdot 289^2 \cdot \frac{428}{19} \left[0,2 + \frac{1,15 + 1,536}{3} \right] \cdot 314 \cdot 10^{-7}$$

$$= 50,73 (\Omega)$$

$$\Rightarrow \Delta U_x = 50,73 \cdot \frac{1}{\pi} 14,4 = 232,5 (V)$$

+Điện kháng MBA quy đổi về thứ cấp:

$$L_{ba} = \frac{X_{ba}}{w} = \frac{50,73}{314} = 0,1616(\mu H)$$

+Điện trở ngắn mạch

$$R_{nm} = R_2 + \left(\frac{W_2}{W_1} \right)^2 \cdot R_1$$

$$= 0,074 + \left(\frac{289}{236} \right)^2 0,081 u$$

$$= 0,195 (\Omega)$$

+Tổng trở ngắn mạch

$$Z_{nm} = \sqrt{r_{nm}^2 + x_{nm}^2} = \sqrt{0,195^2 + 50,73^2} = 50,73 (\Omega)$$

+Sụt áp trên MBA:

$$\Delta U_{ba} = \sqrt{\Delta U^2 + \Delta U_x^2} = \sqrt{2,41^2 + 232,5^2} = 232,5 (\Omega)$$

-Tính điện áp phần trăm ngắn mạch

+ Điện áp ngắn mạch

$$U_{n\lambda} = \frac{R_{ba} \cdot I_2}{U_2} \cdot 100 = \frac{0,167 \cdot 16}{236} \cdot 100 = 1,13 (V)$$

+ Điện áp ngắn mạch phản kháng

$$U_{nx} = X_{ba} \cdot \frac{I_2}{U_2} \cdot 100 = 16 \cdot \frac{50,73}{236} = 344 (V)$$

+ Điện áp ngắn mạch

$$U_{nm} = \sqrt{U_{n\lambda}^2 + U_{nx}^2} = \sqrt{1,13^2 + 344^2} = 344 (V)$$

+ Dòng ngắn mạch

$$I_{nm} = \frac{U_2}{Z_{ba}} = \frac{236}{50,73} = 4,65 \text{ (A)}$$

3.5. Tính toán bộ lọc

Vì hệ số đập mạch chỉnh lưu cầu 1 pha là $K_{dmv} = 0,67$; $K_{dms} = 0,5$ nên hệ số san bằng:

$$K_{sb} = \frac{K_{dmv}}{K_{dms}} = \frac{0,67}{0,5} = 1,34$$

Ta có điện trở tương đương

$$R_d = \frac{U_d}{I_d} = \frac{191}{14,4} = 13,26 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$L = \frac{R_d}{m_{dm} \cdot f} \sqrt{K_{sb}^2 - 1} = \frac{16,26}{2.50} \sqrt{1,34^2 - 1} = 0,12 \text{ (H)}$$

Tính kích thước lõi thép:

- Kích thước cơ sở:

$$a = 2,6 \sqrt[4]{LI_d^2}$$

Chọn $a = 3 \text{ (cm)}$

$$b = 1,2a = 3,6 \text{ (cm)}$$

$$c = 0,9a = 2,7 \text{ (cm)}$$

$$h = 3a = 9 \text{ (cm)}$$

- Tiết diện lõi thép:

$$S_{th} = ab = 3.3,6 = 10,8 \text{ (cm}^2\text{)}$$

- Diện tích của sổ :

$$S_{cs} = h.c = 9.2,7 = 24,3 \text{ (cm}^2\text{)}$$

- Độ dài trung bình đường sức:

$$l_{th} = 2.(a+b+c) = 2.(3+3,6+2,7) = 18,6 \text{ (cm)}$$

- Độ dài trung bình dây quấn:

$$l_{dq} = 2(a+b) + \pi c = 2(3+3,6) + \pi.2,7 = 21,7 \text{ (cm)}$$

- Thể tích lõi thép:

$$V_{th} = 2ab(a+h+c) = 2.3.3,6.(3+9+2,7) = 317,52$$

*) Tính điện trở của dây quấn ở $t^0 = 20^0\text{C}$ đảm bảo độ sụt áp cho phép:

$$\Delta U = 7,5\% U_{dm} = \frac{7,5.191}{100} = 14,325 \text{ (v)}$$

$$T_{mt} = 40^{\circ}\text{C} ; \quad \Delta T = 50^{\circ}\text{C}$$

Theo tính toán:

$$r_{20} = \frac{\Delta U / I_d}{1 + 4,26 \cdot 10^{-3} (T_{mt} + \Delta T - 20)} = \frac{0,99}{1 + 4,26 \cdot 10^{-3} \cdot 65} = 0,775 (\Omega)$$

$$r_{20} = 0,091(\Omega)$$

*) Số vòng dây của cuộn cảm

$$W = 414 \sqrt{\frac{r_{20} \cdot S_{cs}}{l_{dq}}} = 414 \sqrt{\frac{0,775 \cdot 24,3}{21,7}} = 385,7(\text{V})$$

*) Tính mật độ từ trường

$$H = 100 \cdot \frac{W \cdot I_d}{l_{th}} = 100 \cdot \frac{358,7 \cdot 14,7}{18,6} = 29860,5 (\text{A/m})$$

*) Tính cường độ từ cảm

$$\beta = \frac{\Delta U \cdot 10^4}{4,44 W \cdot f_{\text{m}} \cdot S_{th}} = \frac{14,325 \cdot 10^4}{4,44 \cdot 358,7 \cdot 50 \cdot 10,8} = 0,15 (\text{T})$$

*) Tính hệ số từ thẩm:

Theo thực nghiệm ta có:

$$\mu = 542 \cdot \left(\frac{H}{1000} \right)^{-0,75} \cdot 10^{-6} = 0,424 \cdot 10^{-4}$$

Trị số điện cảm nhận được

$$L_{tt} = \frac{\mu \cdot W^2 \cdot S_{th}}{100 \cdot l_{th}} = \frac{0,424 \cdot 10^{-4} \cdot 385,7^2 \cdot 10,8}{100 \cdot 18,6} = 0,0293(\text{H})$$

*) Tiết diện dây quấn

$$s = 0,072 \cdot \sqrt{\frac{l_{dq} \cdot S_{cs}}{r_{20}}} = \sqrt{\frac{21,7 \cdot 24,3}{0,775}} = 1,878 (\text{mm}^2)$$

Đường kính của dây quấn

$$d = 1,13 \sqrt{s} = 1,13 \sqrt{1,878} = 1,55 (\text{mm})$$

Chọn dây có $d = 2(\text{mm})$

*) Xác định khe hở tối ưu:

$$l_{kk} = 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot W \cdot I = 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot 385,7 \cdot 14,4 = 8,9(\text{m})$$

Vì trên đường đi mạch từ có hai đoạn khe hở nên miếng đệm cơ đo chiều dài bằng $1/2 l_{kk}$.

$$l_{d\text{em}} = 0,5.l_{kk} = 4,45(\text{mm})$$

*) Kích thước cuộn dây

Chọn dây quấn dày 0,5mm, độ cao sử dụng dây quấn.

$$h_{\text{ssd}} = h - 2\Delta C = 19 - 2 \cdot 0,35 = 18,3 \text{ (cm)}$$

- Số vòng dây trong 1 lớp:

$$W' = \frac{h_{sd}}{h_d} = \frac{18,3}{2} = 9 \text{ (vòng)}$$

- Tính số lớp dây:

$$n = \frac{W}{W'} = \frac{385,7}{9} = 43$$

Vậy cần quấn 43 lớp

- Độ dày của cả cuộn dây

$$\Delta_{cd} = n(d + \Delta_{cd})$$

Trong đó: $\Delta_{cd} = 1(\text{mm})$

$$\Delta_{cd} = 43 \cdot (0,2 + 1) = 12,9 \text{ (cm)}$$

Độ dày của cuộn dây Δ_{cd} bằng một nửa kích thước cửa sổ $c = 2,7$ nên dây lọt vào trong cửa sổ.

*) Kiểm tra chênh lệch nhiệt độ:

$$P_{Cu} = \frac{1,02 \cdot \Delta U \cdot I_d}{1 + 4,26 \cdot 10^{-3} \cdot (T_{mt} - 25)} = \frac{1,02 \cdot 14,325 \cdot 14,4}{1 + 63,9 \cdot 10^{-3}} = 197,7 \text{ (W)}$$

$$S_{Cu} = 2h_{sd}(a+b+\pi\Delta_{cd}) + 1,4 \cdot \Delta_{cd} (\pi\Delta_{cd} + 2a)$$

$$S_{Cu} = 2 \cdot 18,3(3+3,6+\pi \cdot 12,9) + 1,4 \cdot 12,9 \cdot (\pi \cdot 12,9 + 6) = 2565 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Hệ số phát nhiệt:

$$\alpha = 1,03 \cdot 10^{-3} \sqrt[6]{\frac{5}{h_{sd}}} = 0,06 \frac{W}{\text{C} \cdot \text{cm}}$$

Độ chênh lệch nhiệt độ:

$$\Delta T = \frac{P_{Cu}}{\alpha \cdot S_{Cu}} = \frac{197,7}{0,06 \cdot 2565} = 128^\circ \text{C}$$

$$\Delta T_{tt} < \Delta T \text{ cho phép} \Rightarrow \text{Thỏa mãn}$$

3.6. Tính toán bảo vệ mạch lực

- Tính toán cánh tản nhiệt

Tổn thất công suất trên 1 thyristor :

$$\Delta P = \Delta U \cdot I_{tb} = 1,9 \cdot 7,2 = 13,68 \text{ (W)}$$

Diện tích bề mặt tỏa nhiệt :

$$S_m = \Delta P \cdot K_m \cdot \tau$$

Trong đó:

ΔP : tổn hao trên P

τ : độ chênh lệch của môi trường $T_{mt} = 40^\circ \text{C}$

Nhiệt độ cho phép Thyristor : $T_{cp} = 125^\circ \text{C}$

Chọn nhiệt trên cách tỏa nhiệt : $T_{lv} = 80^\circ \text{C}$

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

K_m : hệ số tỏa nhiệt tối ưu và bức xạ

$K_m = 8 \text{ [}/m^2 \cdot \text{C]}$, $S_m = 43,7 \text{ (m}^2\text{)}$. Ta chọn cánh tản nhiệt có 12 cánh

Kích thước : $a \cdot b = 10 \cdot 10 = 100$

$$\rightarrow \text{Tổng diện tích : } S = 12 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 10 = 2400 \text{ (cm}^2\text{)}$$

-Tính bảo vệ dòng

Thực tế thì trong van đã có hệ thống bảo vệ nhưng theo yêu cầu của đề bài nên ta tính như sau:

Ta chọn Atomat có:

$$I_{dm} = 1,1 \cdot I_d = 1,1 \cdot 14,4 = 15,84 \text{ (A)}$$

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

Có 2 tiếp điểm chính có thể đóng cắt bằng tay hoặc nam châm điện

Chỉnh định dòng ngắn mạch

$$I_{nm} = 2,5 I_d = 2,5 \cdot 14,4 = 36 \text{ (A)}$$

Dòng quá tải: $I_{qt} = 1,5 I_d = 1,5 \cdot 14,4 = 21,6 \text{ (A)}$

Chọn cầu dao có dòng định mức: $I_{cd} = 1,1 \cdot I_d = I_{dm} = 15,84 \text{ (A)}$

dùng dây tác dụng nhanh để bảo vệ thyristor ngắn mạch đầu ra của bộ chỉnh lưu

Nhóm 1CC: dòng định mức nhóm 1 CC

$$I_{1cc} = 1,1 \cdot I_d = 1,1 \cdot 14,4 = 15,84 \text{ (A)}$$

Nhóm 2CC: $I_{2cc} = 1,1 \cdot I_{tb} = 1,1 \cdot 7,2 = 7,92 \text{ (A)}$

Nhóm 3CC: $I_{3cc} = 1,1 \cdot I_d = 1,1 \cdot 14,4 = 15,84 \text{ (A)}$

\Rightarrow Ta chọn cầu chì nhóm 1CC và 2CC là 16 (A) còn 3CC là 8 (A)

-Bảo vệ quá điện áp cho van

Bảo vệ quá điện áp do quá trình đóng cắt thyristor được thực hiện bằng cách mắc R-

C song song với thyristor. Khi có sự chuyển mạch các điện tích tụ 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 anốt và katot của thyristor. Khi có R_C mắc song song với thyristor tạo ra mạch vòng phóng điện tích trong quá trình chuyển mạch của Thyristor không quá áp.

-Hệ số biên áp của van

$$K = U_{cp} / b \cdot U_{tt}$$

Trong đó:

U_{cp} : điện áp max cho phép đặt lên van

U_{tt} : điện áp thực tế đặt lên thyristor

K: hệ số

b: hệ số giữ trữ điện áp ($b=1$)

$$\Rightarrow K = \frac{269}{1.299} = 0,89$$

Tra bảng và đồ thị ta có:

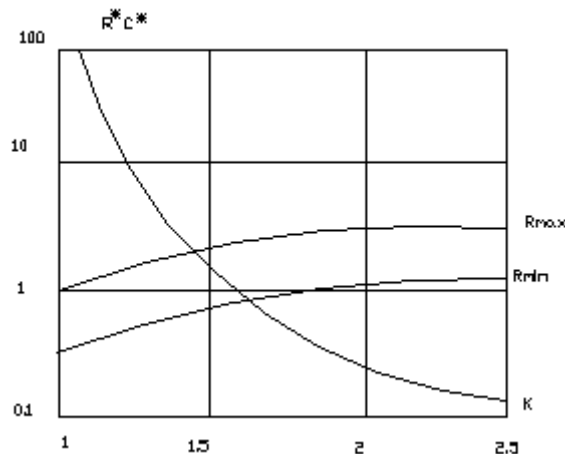
$$C_{min} = 0,77$$

$$R_{min} = 0,8$$

$$R_{max} = 1,7$$

Xác định R_C

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



-Kiểm tra tốc độ tăng thuận qua van $d_u/d_t = U_{\max} \cdot R_f / 2$ với R_f là điện trở tải. Nếu giá trị này vượt quá giá trị cho phép của van thì lại tính lại từ đầu

-Tính công suất điện trở

Theo thực nghiệm được tính gần đúng:

$$P_R = f_y \cdot C \cdot U_{y\max}^2$$

CHƯƠNG 4 THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN

Sau khi thiết kế và tính toán mạch lực ta nhận thấy cần có một hệ thống đúng để điều khiển mạch lực nói trên. Mạch điều khiển này phải đáp ứng được nhu cầu cần thực hiện của mạch điều khiển.

Có hai hệ điều khiển cơ bản là hệ đồng bộ và hệ không đồng bộ

- Hệ đồng bộ: Trong hệ này góc điều khiển mở, α luôn được xác định xuất phát từ một thời điểm cố định của điện áp mạch lực. Vì vậy trong mạch điều khiển phải có một khâu thực hiện nhiệm vụ này gọi là khâu đồng bộ để đảm bảo mạch điều khiển hoạt động theo nhịp của điện áp lực.

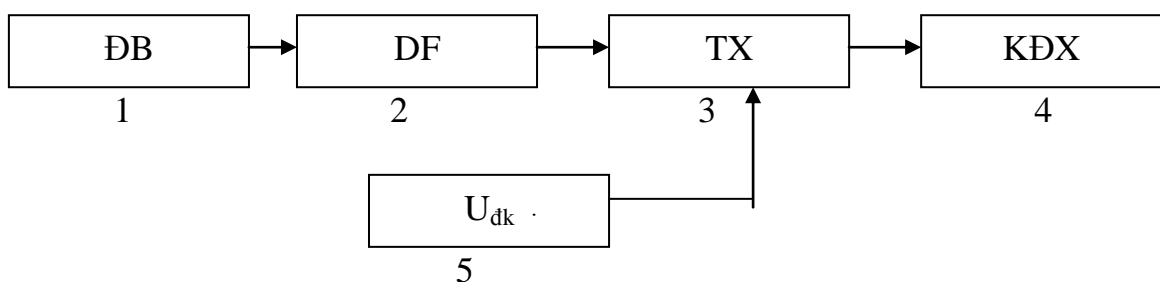
- Hệ không đồng bộ: Trong hệ này α không xác định theo điện áp lực mà được tính dựa vào trạng thái của tải chỉnh lưu và góc điều khiển của lần phát xung mở van ngay trước đó. Do đó mạch điều khiển loại này không cần khâu điều khiển đồng bộ. Tuy nhiên để bộ chỉnh lưu hoạt động bình thường bắt buộc phải thực hiện điều khiển theo mạch vòng kín.

Hiện nay đại đa số các mạch chỉnh lưu điều khiển thực hiện theo sơ đồ đồng bộ vì khâu đồng bộ có ưu điểm hoạt động ổn định và dễ thực hiện.

4.1.Cấu trúc mạch điều khiển

4.1.1. Cấu trúc điều khiển ngang

a. Sơ đồ



Trong đó: 1 - Khâu đồng bộ
2 - Khâu dịch pha
3 - Khâu tạo xung
4 - Khâu khuếch đại xung
5 - Khâu tạo $U_{đk}$

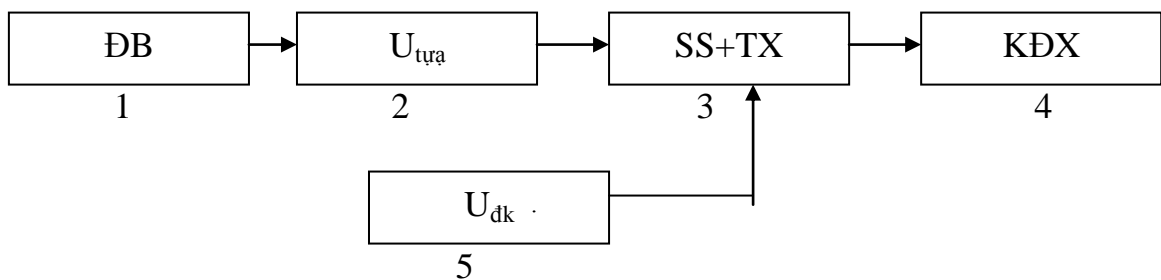
Nguyên tắc điều khiển ngang.

Khâu đồng bộ thường tạo ra điện áp hình sin có góc lệch pha cố định so với

điện áp lực. Khâu dịch pha có nhiệm vụ thay đổi góc pha của điện áp theo tác động của điện áp điều khiển. Xung điều khiển được tạo ra ở khâu tạo xung (TX) vào thời điểm khi điện áp dịch pha U_{DF} qua điểm O. Xung này nhờ khâu khuếch đại xung KĐX được tăng đủ công suất gửi tới cực điều khiển của van. Như vậy góc α hay thời điểm phát xung mở van thay đổi được nhờ sự tác động của $U_{đk}$ làm điện áp U_{DF} di chuyển theo chiều ngang của trục thời gian.

4.1.2 .Cấu trúc điều khiển dọc

a. Sơ đồ cấu trúc



- Trong đó:
- 1 - Khâu đồng bộ
 - 2 - Khâu tạo $U_{tựa}$
 - 3 - Khâu tạo xung và so sánh
 - 4 - Khâu khuếch đại xung
 - 5 - Khâu tạo $U_{đk}$

b. Nguyên tắc điều khiển

$U_{đồng}$ khâu đồng bộ thường tạo ra điện áp hình sin có góc lệch pha cố định so với điện áp lực. Khâu tạo U_T tạo ra điện áp tựa có dạng cố định theo chu kỳ do nhịp đồng bộ của $U_{ĐB}$. Khâu so sánh xác định điểm cân bằng của hai điện áp U_T và $U_{ĐK}$ để phát động khâu tạo xung TX. Như vậy trong nguyên tắc này thời điểm phát xung mở van hay góc điều khiển thay đổi do sự thay đổi trị số của $U_{ĐK}$. Theo đồ thị đó là sự di chuyển dọc trục biên độ.

4.1.3. Chức năng điều khiển

- Phát xung điều khiển đến các van lực theo đúng pha và góc điều khiển α cần thiết.

- Đảm bảo phạm vi điều chỉnh góc $\alpha_{\max} + \alpha_{\min}$ tương ứng với điện áp ra của tải mạch lực.
- Cho phép bộ chỉnh lưu làm việc bình thường với các chế độ khác nhau do tải yêu cầu như chế độ khởi động, chế độ nghịch lưu, chế độ dòng điện liên tục.
- Có độ đối xứng xung điều khiển tốt, không vượt quá $1^0 \div 3^0$ điện tức là góc điều khiển với mọi van không được lệch quá giá trị cho phép.
- Đảm bảo mạch hoạt động ổn định và tin cậy khi lưới điện xoay chiều giao động cả về giá trị điện áp và tần số.
- Có khả năng chống nhiễu công nghiệp tốt.
- Độ tác động của mạch điều khiển nhanh, dưới 1ms.
- Thực hiện các yêu cầu về bảo vệ bộ chỉnh lưu từ há điều khiển nếu cần nên ngắt xung điều khiển khi sự cố, thông báo các hiện tượng không bình thường của lưới điện và bản thân bộ chỉnh lưu.
- Đảm bảo xung điều khiển phát tới các van lực để mở chắc chắn van, phải thoả mãn yêu cầu:
 - + Đủ công suất
 - + Có sườn xung đối xứng để mở van chính xác vào thời điểm quy định, thường tốc độ tăng áp điều khiển phải đạt $10V/\mu s$ tốc độ tăng điều khiển.
 - + Độ rộng xung điều khiển đủ cho dòng qua van kịp vượt trị số dòng điện duy trì I_{dt} của nó để khi ngắt van vẫn giữ được trạng thái dẫn.
 - + Có dạng phù hợp với sơ đồ chỉnh lưu và tính chất tải.

4.1.4. Nguyên lý hoạt động

Tín hiệu xoay chiều sau khi đi qua biến áp nguồn được chỉnh lưu bởi 2 Diốt D_1 và D_2 . Điện sau chỉnh lưu so sánh với điện áp chuẩn U_0 để tạo tín hiệu đồng bộ trùng với thời điểm điện áp lưới đi qua điểm 0. Khi tín hiệu đồng bộ âm tụ C được nạp và ngược lại khi tín hiệu đồng bộ dương tụ C phóng. Như vậy ở đầu ra của IC sẽ có tín hiệu răng cưa. Sau đó tín hiệu răng cưa được so sánh với tín hiệu điều khiển (Lấy từ khâu phản hồi tốc độ) bằng khuếch đại thuật toán.

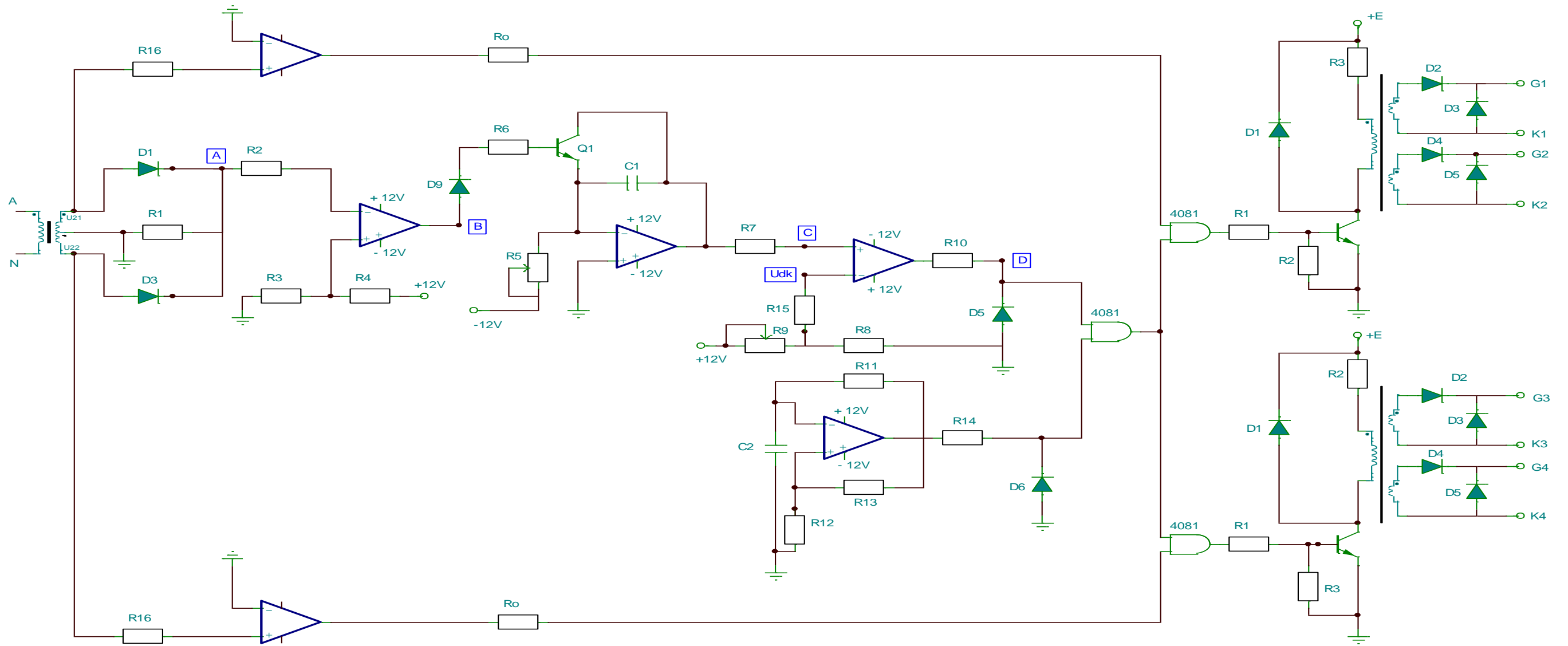
Bộ OA7 là một đa hài đợi dao động tạo xung chùm có tần số cao với mục đích giảm kích thước của máy biến áp xung. Tín hiệu cao tần trộn với tín hiệu sau khi so

sánh rồi tiếp tục được trộn với tín hiệu phân phối nhằm tạo ra tín hiệu cho từng Thyristo riêng biệt. Những tín hiệu này được khuếch đại và thông qua biến áp xung đưa trực tiếp lên cực điều khiển của Thyristo.

Do yêu cầu của đề bài là dùng sơ đồ cầu 3 pha nên cần thiết kế 3 kênh tương tự nhau cho các pha A, B, C.

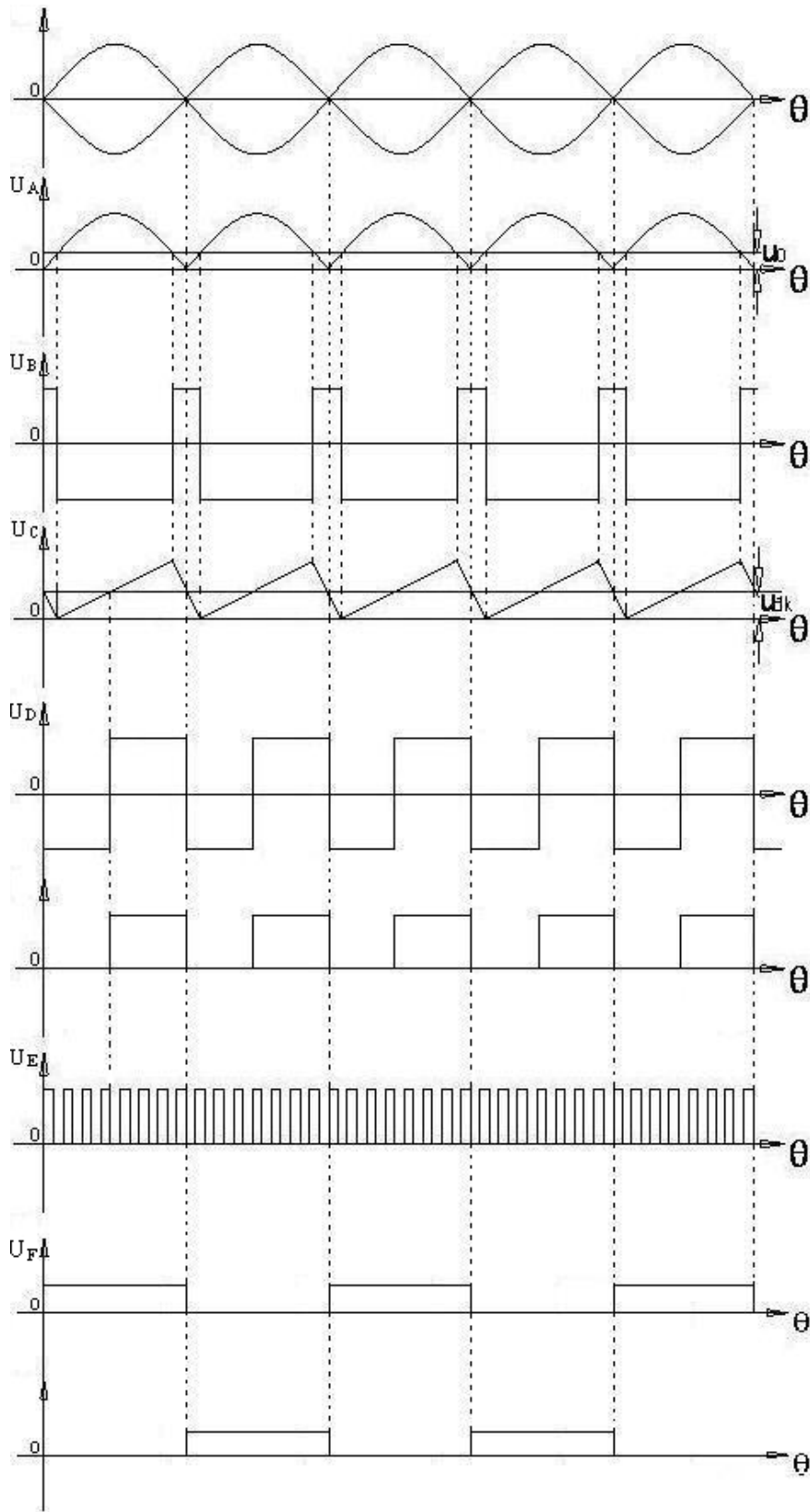
4.2 Sơ đồ mạch điều khiển

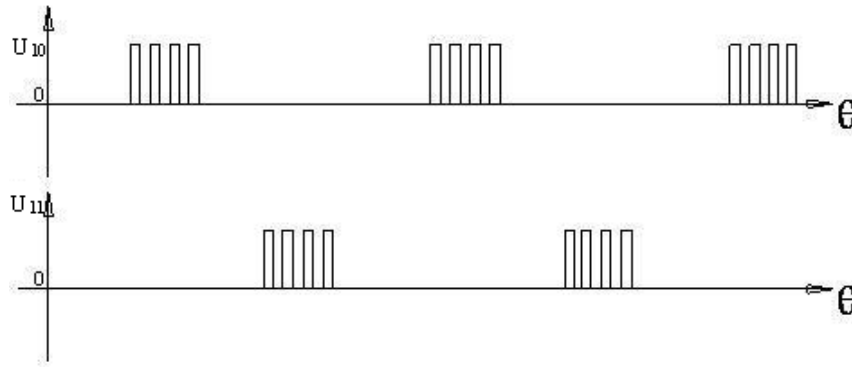
AD645A



Hình 4.1 Sơ đồ mạch điều khiển

4.2.1. Dạng ổn áp điều khiển



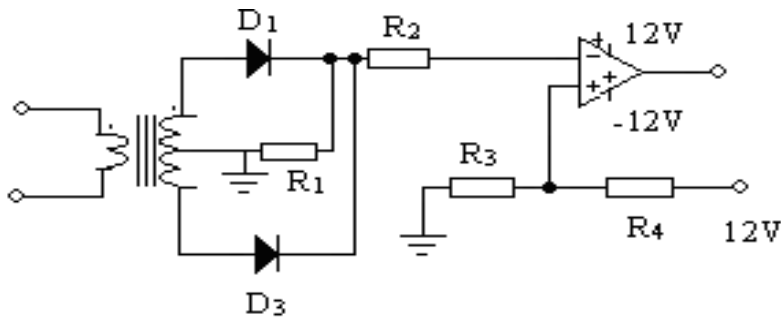


Hình 4.2 Giản đồ mạch điều khiển

4.3. Tính toán mạch điều khiển

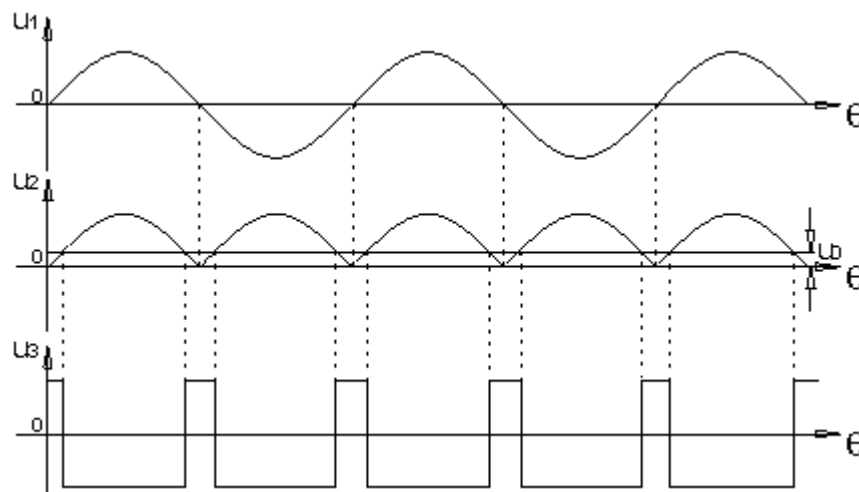
4.3.1. Tính toán khâu đồng pha.

a. Nguyên lý hoạt động



Hình 4.3 sơ đồ khâu đồng pha

b. Giản đồ điện áp



Hình 4.4 Giản đồ điện áp

Điện áp xoay chiều 220v được đưa qua mạch chỉnh lưu một pha hai nửa chu kỳ.

Nửa chu kỳ đầu $U_2 > 0$ và $U_2' \Rightarrow D_1$ dẫn.

Nửa chu kỳ sau $U_2 < 0$ và $U_2' > 0 \Rightarrow D_2$ dẫn. Ta được điện áp U_I như hình vẽ. U được đưa vào cực thuận của OP_1 . Điều chỉnh R_{X1} để được điện áp U_0 đưa vào cửa đảo.

Nếu $U_I < U_0$ thì $U_{II} < 0$ và bằng $-(E - 2)v$

Nếu $U_I > U_0$ thì $U_{II} > 0$ và bằng $(E - 2)v$

Điện áp ra U_{II} là dạng xung chữ nhật

Điện áp xoay chiều 220v được đưa qua mạch chỉnh lưu một pha hai nửa chu kỳ.

Nửa chu kỳ đầu $U_2 > 0$ và $U_2' \Rightarrow D_1$ dẫn.

Nửa chu kỳ sau $U_2 < 0$ và $U_2' > 0 \Rightarrow D_2$ dẫn. Ta được điện áp U_I như hình vẽ. U được đưa vào cực thuận của OP_1 . Điều chỉnh R_{X1} để được điện áp U_0 đưa vào cửa đảo.

Nếu $U_I < U_0$ thì $U_{II} < 0$ và bằng $-(E - 2)v$

Nếu $U_I > U_0$ thì $U_{II} > 0$ và bằng $(E - 2)v$

Điện áp ra U_{II} là dạng xung chữ nhật

c) Tính toán

- Chọn $\theta_1 = 3^\circ \rightarrow U_{ref} = 12\sqrt{2} \sin \theta_1 = 12 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin 3^\circ = 0,84$ (V)

$$\text{Ta có } I = \frac{E}{R_3 + R_4} = \frac{E - U_{ref}}{R_3}$$

$$\Leftrightarrow \frac{12 - 0,84}{R_3} = \frac{12}{R_3 + R_4}$$

$$\Rightarrow 12R_3 = 11,16R_3 + 11,16R_4$$

$$\Rightarrow 0,84R_3 = 11,16R_4$$

$$\Rightarrow R_3 = 13,2 R_4$$

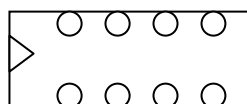
- Tính R_1 : Chọn $R_3 = 13 \text{ K} \rightarrow R_4 = 1 \text{ K}$

Chọn $I = 10 \text{ mA}$; $U = E = 12 \text{ V}$

$\rightarrow R_1 = U/I = 12/10 \cdot 10^{-3} = 1,2 \text{ K}$

Chọn $R_2 = 5 \text{ K}$

Chọn D_1 và D_2 là loại D-1001 với $I = 1$ (A); $U_{ng\max} = 200$ (V); khuếch đại thuật toán $\mu A741$ 8 chân



- Chân 1 : chân bù
- Chân 2 : chân vào không đảo
- Chân 3 : chân vào đảo
- Chân 4 : chân nguồn nuôi (-)
- Chân 5 : chân bù
- Chân 6 : chân ra
- Chân 7 : chân nguồn nuôi (+)
- Chân 8 : chân bù

Các thông số của nhà sản xuất của μ A741 là:

$$U_{ngmax} = \pm 3 \div 22 \text{ (V)}$$

$$U_{nf} = \pm 15 \text{ V}$$

$$U_{df} = \pm 30 \text{ V}$$

$$K_0 = 5.10^6$$

$$P_1 = 100 \mu \text{ W}$$

$$J = 55^\circ \div 125^\circ \text{ C}$$

$$I_{ra} = \pm 25 \text{ mA}$$

$$E_n = \pm 15 \text{ V}$$

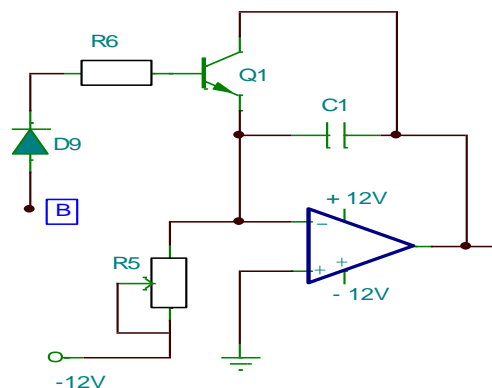
$$Z_{ra} = 60 \Omega$$

$$Z_{vào} = 300 \text{ K}\Omega$$

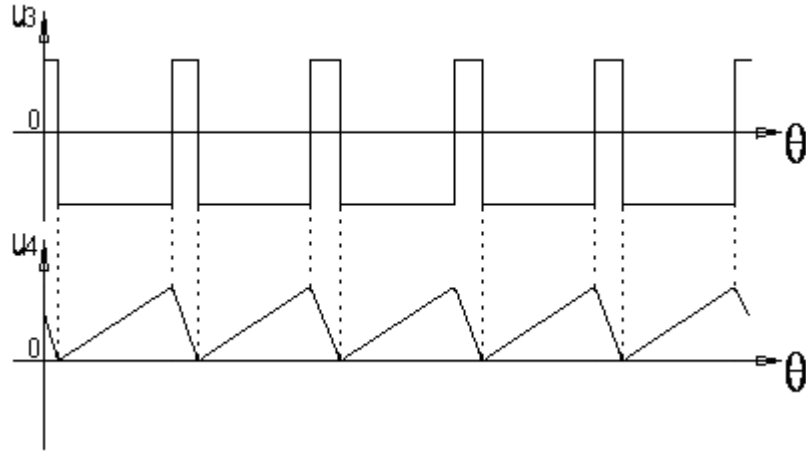
$$d_u/d_t = 0,5 \text{ V}$$

4.3.2. Khâu tạo điện áp răng cưa

a) Sơ đồ và nguyên lý hoạt động



Hình 4.5 Sơ đồ khâu răng cưa



Hình 4.6 giản đồ răng cưa

* Khi $U_{II} < 0$ thì D_3 dẫn, áp ở cửa đảo của OA_2 âm $U_- < 0$

nên $U_{III} = k_0 (U_+ - U_-) > 0 \Rightarrow$ điện áp ra ở cửa ra của OA là bão hoà dương.

Chọn $R_3 \ll R_{x2}$ để bỏ qua $i_{R_{x2}}$ trong giai đoạn này. Dòng qua tụ là dòng i_{R_2} vì dòng vào cửa âm của OA không đáng kể

Điện áp ra bằng điện áp tụ C và bằng:

$$U_{III} = U_C = \frac{1}{C} \int i_C dt = \frac{1}{C} \int \frac{U_a}{R_3} dt = \frac{1}{C} \frac{U_{bh}}{R_3} t$$

Như vậy điện áp trên tụ C tăng trưởng tuyến tính khi điện áp này đạt tụ rò ngưỡng D_z thì thông và giữ ở điện áp này (Nếu không có D_z thì điện áp tăng U_{bh})

* Khi $U_{II} > 0$ thì D_3 khoá $\Rightarrow i_{R_2} = 0$ lúc này dòng đi qua tụ C là dòng đi qua R_{x2} , dòng điện này ngược chiều với dòng đi qua tụ C khi $U_{II} < 0$ nghĩa là nó phóng điện.

$$U_{III} = U_C = U_{OA12} - \frac{1}{C} \int i_{R_{x2}} dt = U_{Dz} - \frac{1}{C} \cdot \frac{R}{R_{x2}} t$$

b) Tính toán

Ta có: $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 200 \text{ ms}$

Do đó nửa chu kỳ đầu tạo điện áp răng cưa sao cho :

$$T_{rc} = \frac{T}{2} = 10 \text{ ms} = t_n + t_f$$

$$t_n + t_f = 180^\circ$$

Trong đó : t_n : thời gian tụ nạp

t_f : thời gian tụ phóng

$$t_n = 174^\circ \rightarrow T_{rc} = \frac{10}{180} \cdot 174 = 9.46 \text{ (ms)}$$

$$t_f=6^\circ \rightarrow T_{rc} = \frac{10}{180} \cdot 6 = 0,33 \text{ (ms)}$$

-Khi C_1 nạp tức dòng đi qua R_5 , khi đó $U_{r5} > U_{db}$.

$$\Rightarrow U_c = \frac{1}{C} \cdot \frac{E}{R_5} \cdot t_n$$

Vì $U_c \leq U_{db} = 12 \text{ V}$; chọn $C = 0,5 \mu\text{F}$

$$\Rightarrow 12 = \frac{1}{0,5 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{12}{R_5} \cdot 9,64 \cdot 10^{-3}$$

$$\Rightarrow R_5 = \frac{9,67}{0,5} \cdot 10^{-3} = 19,34 \cdot 10^{-3} \text{ (}\Omega\text{)}$$

Chọn $R_5 = 20 \text{ K}$

-Khi C_2 phóng tức thời thì $U_{db} > U_{r5}$

$$\rightarrow U_c(t) = U_{db} - \frac{1}{C} \int_0^t i_c dt = U_{db} - \frac{1}{C} \cdot \frac{E}{R_6} \cdot 0,33 \cdot 10^{-3}$$

Trong thời gian tụ phóng thì tụ U_c phải phóng bằng giá trị ổn áp nên:

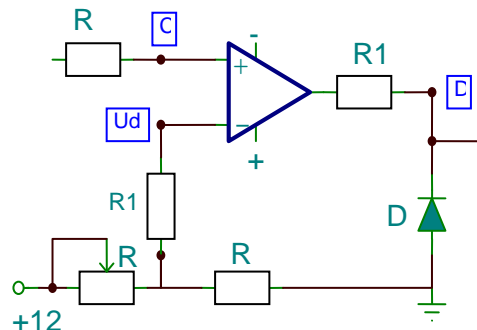
$$12 = \frac{1}{0,5 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{12}{R_6} \cdot 0,33 \cdot 10^{-3}$$

$$R_6 = 0,66 \cdot 10^{-3} \text{ (}\Omega\text{)}$$

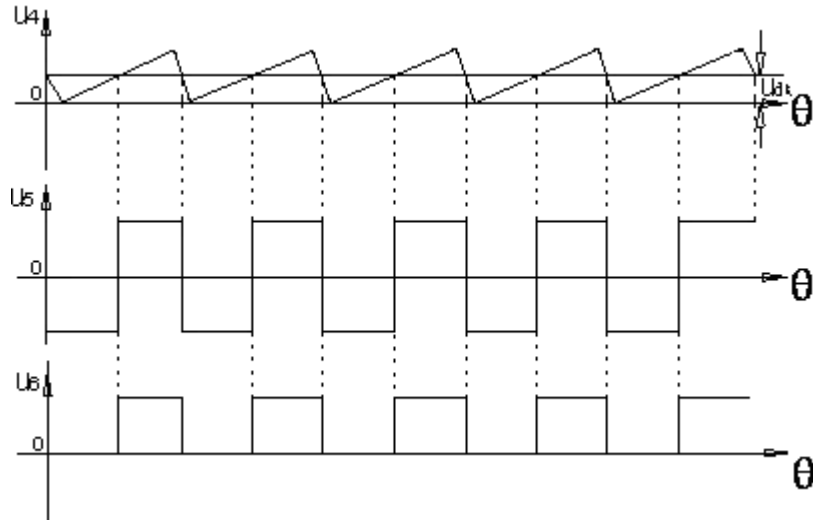
$$\Rightarrow R_6 = 1 \text{ K}$$

4.3. 3. Khâu so sánh.

a) Sơ đồ và nguyên lý hoạt động



Hình 4.7 sơ đồ khâu so sánh



Hình 4.8 Giản đồ khâu so sánh

Điện áp răng cưa của U_3 được đưa vào cửa đảo của OA3, còn điện áp điều khiển U_{dk} được đưa vào cửa không đảo. Khi đó điện áp ra là:

$$U_4 = K_0(U_{dk} - U_3).$$

Do đó khi $U_{dk} > U_3$ thì điện áp ra là dương bão hoà, còn khi $U_{dk} < U_3$ thì điện áp ra U_4 là dương bão hoà.

Điốt D_5 để lọc phần âm của điện áp U_4 , do đó U_5 chỉ lấy phần điện áp dương

b) Tính toán

Vì dòng vào khuếch đại thuật toán rất nhỏ nên ta chọn

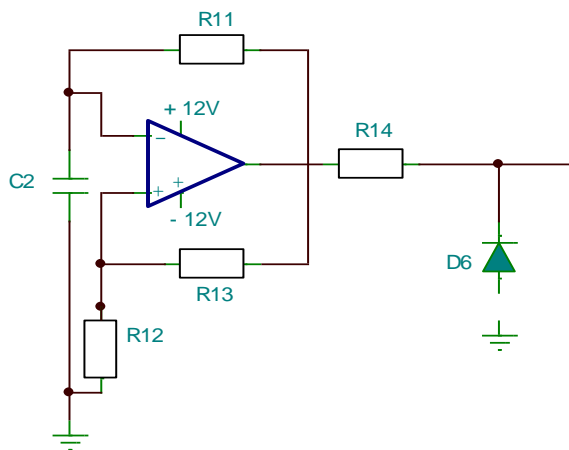
$$R_7 = R_8 =$$

$$R_9 = R_{10} = R_{15} = 10 \Omega$$

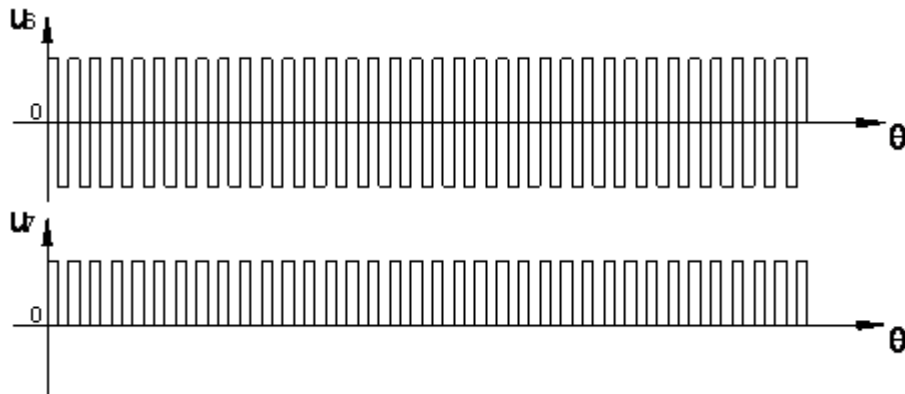
Chọn khuếch đại thuật toán μ A741

4.3.4 . Khâu phát xung chùm

a) Sơ đồ và nguyên lý hoạt động



Hình 4.10 Sơ đồ khâu phát xung chùm



Hình 4.11 Giản đồ khâu phát xung chùm

Tại thời điểm mà điện áp trên tụ $U_{C2} = 0$ thì $U_r = 0$ vì $U_r = \frac{R_{11} + R_{12}}{R_{11}} * U_p = u_n =$

$u_c = 0$

Ta tiến hành nạp cho tụ C_2 một điện áp $U_{C2} < 0$. Khi đó $U_P - U_N = U_P - U_C > 0 \Rightarrow U_r = U_{rmax}$, khi đó thì tụ điện C được nạp điện theo chiều ngược lại so với chiều mà ta nạp cho C_2 lúc ban đầu. Tụ C_2 được nạp tới giá trị :

$$U_{C2} = U_P = \frac{R_{11} + R_{12}}{R_{11}} * U_{rmax} \text{ Khi } U_r = 0 \text{ thì } U_p = 0 \text{ .Do đó } C_2 \text{ phóng điện}$$

qua R_{10} về âm nguồn của OA4 và điện áp ra của OA4 ở mức âm bão hoà . Quá trình nạp lặp lại làm đầu ra của OA4 có xung điện áp dạng chữ nhật với tần số tùy thuộc vào giá trị của R_{10} và C_2 .

b) Tính toán

Chu kỳ của xung chùm được xác định theo công thức

$$T = 2.R_1.R_2.C_2.l_n \left(\frac{R_{12} + R_{13}}{R_{13}} \right)$$

Chọn $R_{12} = R_{13} = 10 \text{ K}$

$$\Rightarrow T = 2.R_{11} .C_2. 0,69 = 1,4 R_{11}.C_2$$

Chọn $f = 10 \text{ Khz}$

$$C_2 = 0,1 \mu F$$

Vì khi phóng và nạp cho tụ C_2 thì dòng đều chạy qua R_{11} nên thời gian phóng: $T_2 = T_1 =$

$$\frac{1}{2} .T$$

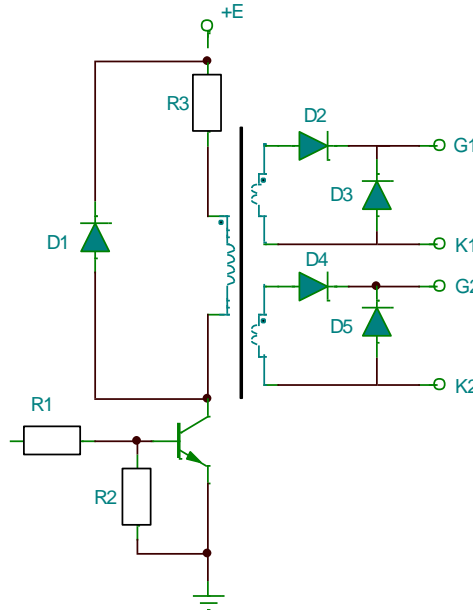
Vậy biểu thức chu kỳ là : $T = T_1 + T_2 = 1,4.R_{11}.C_2$

Có $T=1/f = 1/10.10^{-3} = 10^{-4}$

$\Rightarrow R_{11}=R_{14}= T.10^{-4}/1,4.0,1.10^{-6} = 714 (\Omega)$

4.3.5 . Khâu khuếch đại xung và biến áp xung

a) Sơ đồ và nguyên lý hoạt động



Hình 4.13 sơ đồ khâu biến áp và khuếch đại xung

Nguyên lý làm việc :

- Khi có xung vào các bóng T_1 mở , đưa xung tới biến áp xung rồi tạo xung mở Thyristo .

+ Vì biến áp xung có tính chất vi phân nên phải có điện trở R_2 để tiêu tán năng lượng tích lũy của các cuộn dây trong giai đoạn T_1 , T_2 khoá .Nếu không biên độ của các xung sẽ giảm đi đáng kể do điểm làm việc của lõi biến áp đẩy lên phía bão hoà .

+ Do R_2 mắc nối tiếp với cuộn sơ cấp của máy biến áp xung nên làm giảm điện áp đặt lên biến áp xung , để giữ điện áp ban đầu trên máy biến áp bằng nguồn E_{cs} ta thêm tụ C vào D_1 có tác dụng ngăn mạch biến áp xung khi T_1 khoá

D_2 nhằm chống quá áp gây hỏng bóng .

b) Tính toán

-Biến áp xung có nhiệm vụ tách ly mạch lực và mạch điều khiển
 Phối hợp trở kháng giữa tầng khuếch đại xung và cực điều khiển van lực.
 Dễ thay đổi cực tính của xung ra.

Tạo biên độ xung theo yêu cầu

Chọn van thyristor loại : T46N600COC

Với $U_g = 2,5 \text{ V}$

$$I_g = 150 \text{ (mA)}$$

Biến áp xung chọn loại có tỷ số biến: $m = U_1/U_2 = 1,2$

Điện áp thứ cấp biến áp xung : $U_2 = U_g = 2,5 \text{ (V)}$

Điện áp sơ cấp : $U_1 = m \cdot U_2 = 3 \text{ (V)}$

$$I_1 = I_g / 1,2 = 150 / 1,2 = 125 \text{ (mA)}$$

Có tỉ lệ biến áp xung là: 1,2

Chọn vật liệu rất từ là Ferit, lõi sắt có dạng hình chữ U làm việc trên 1 phần của đặc tính của đặc tính từ hóa.

$$\Delta B = 0,7 \text{ (T)}; \Delta H = 50 \text{ A/m}$$

Thể tích lõi Fe :

$$V = \frac{K_{ba} \cdot U_2 \cdot I_2 \cdot T_x \cdot \Delta U_x}{\Delta B \cdot \Delta H}$$

Trong đó: T_x : độ xung : $t_x = 350 \mu\text{s}$

ΔU_x : mức sụt áp cho phép : $\Delta U_x = 0,2$

U_2 : điện áp sơ cấp biến áp xung

I_2 : dòng sơ cấp biến áp xung $I_2 = I_g$

$$K_{ba} = 2$$

$$V = \frac{2 \cdot 3 \cdot 0,15 \cdot 0,0035 \cdot 0,2}{0,7 \cdot 50} = 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ (m}^3\text{)}$$

Chọn $S = 1 \text{ cm}^2$

$$h = 2 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow S = \pi d^2 / 4 \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1}{\pi}} = 1,1 \text{ (cm)}$$

Số vòng cuộn sơ cấp biến áp xung

$$W_1 = \frac{U_1 \cdot t_x}{\Delta B \cdot S} = \frac{3 \cdot 0,0035}{0,7 \cdot 0,0002} = 7,5 \text{ vòng}$$

Số vòng cuộn sơ cấp biến áp xung

$$W_2 = \frac{W_1}{n} = 6,25 \text{ vòng}$$

Tiết diện và đường kính của cuộn dây sơ cấp biến áp xung

Chọn mật độ dòng điện : $J_1 = J_2 = J_3 = J = 2 \text{ (A/mm}^2\text{)}$

$$S_1 = \frac{I_1}{J} = \frac{0,125}{2} = 0,0625 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_1}{\pi}} = 0,26 \text{ (mm)}$$

Tiết diện và đường kính của cuộn thứ biến áp xung

$$S_2 = \frac{I_2}{J} = \frac{0,15}{2} = 0,075 \text{ (mm}^2\text{)}$$

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

-Tính R_3 :

$$R_3 = \frac{E - U_{sc}}{I_{sc}} = \frac{12 - 2,5}{125 \cdot 10^{-3}} = 76 \ \Omega$$

-> chọn bóng T là 2N2369A

Ta có thông số của nhà sản xuất bang 2N2369A là:

$$I_c = 0,2 \text{ (A)}$$

$$U_c = 15 \text{ (V)}$$

$$\beta = 50$$

$$f_t = 500 \text{ MHz}$$

-Tính chọn R_1, R_2

Vì R_1, R_2 là điện trở hạn chế dòng vào cực T

$$\text{Ta có: } \frac{U_c}{I_c} < R_1 = R_2 < \frac{E}{K \cdot I_f}$$

$$75 < R_1 < \frac{12}{0,15}$$

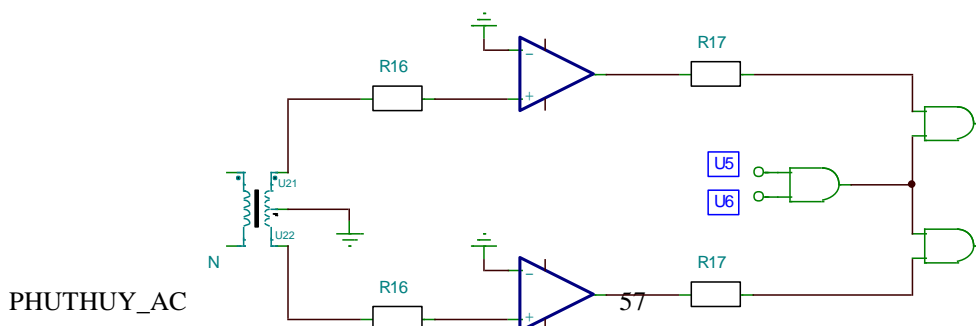
$$75 < R_1 < 80$$

Chọn $R_1 = R_2 = 78 \ \Omega$

Ta chọn D_1, D_2, D_3, D_z là loại điốt: B3-320

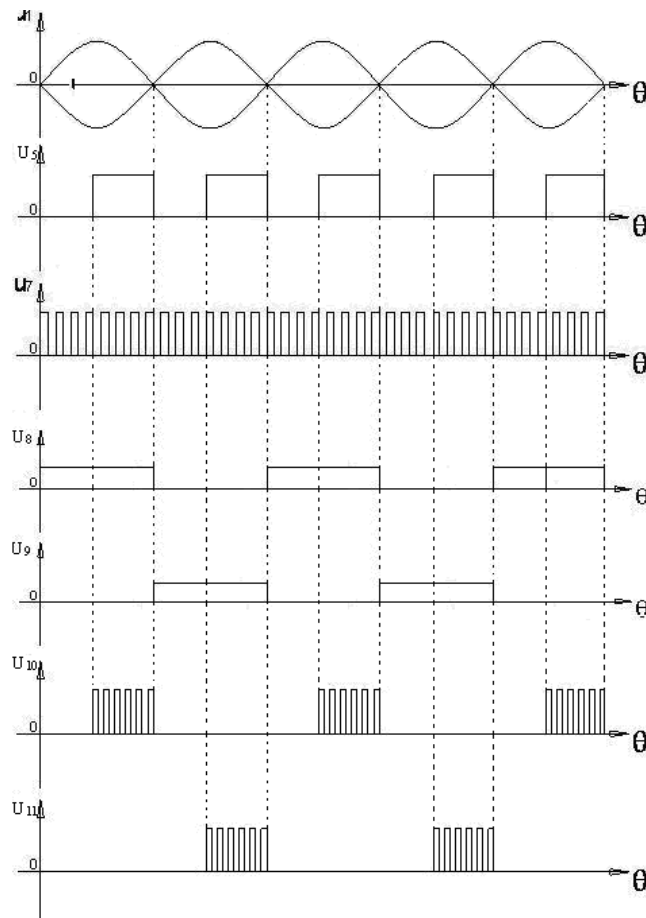
4.3.6 Khâu tách xung

a. Sơ đồ:



Hình 4.14 Sơ đồ khâu tách xung

b.giản đồ:



Hình 4.15 Giản đồ khâu tách xung

c. Nguyên lý hoạt động:

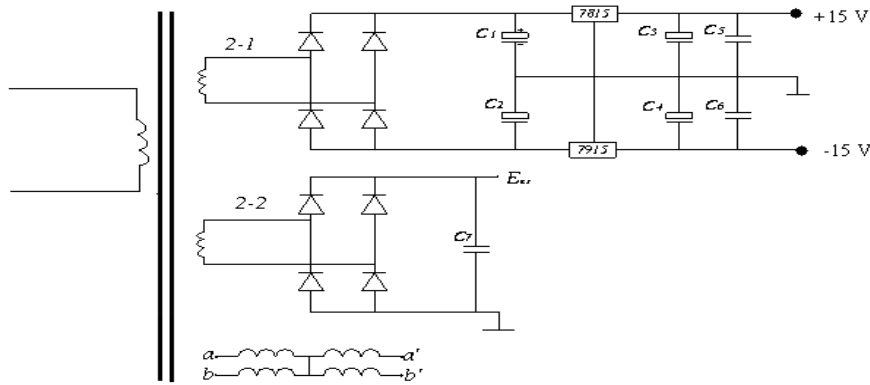
- ở mỗi chu kỳ thì mạch khuếch đại thuật toán chỉ cho một pha đi qua.vì vậy tạo ra sự tách xung.

d. Tính toán:

- vì dòng điện qua mạch khuếch đại thuật toán là rất nhỏ nên ta chọn $R_{16} = 10k\Omega$,chọn mạch khuếch đại thuật toán là $\mu A741$. Chọn $R_{17} = 10 k\Omega$.

4.3.7 Khâu tạo nguồn nuôi

a. sơ đồ:



Hình 4.16 Sơ đồ tạo nguồn nuôi

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

Tụ điện C_4, C_5 lọc các thành phần bậc cao

Chọn $C_4 = C_5 = C_6 = C_7 = 470(\mu F)$, $U = 24(V)$

Ta cần tạo ra nguồn điện áp $\pm 15V$ để cấp cho máy biến áp xung và nuôi IC, các bộ điều chỉnh dòng điện, tốc độ và điện áp đặt tốc độ.

Ta chọn mạch chỉnh lưu cầu dùng điôt, điện áp thứ cấp máy biến áp nguồn nuôi:

$$U_2 = \frac{24}{0,9} = 26,7(V). \text{ Chọn } U_2 = 30(V)$$

Để ổn định điện áp ra của nguồn nuôi, ta dùng hai vi mạch ổn áp 7815 và 7915 là vi mạch ổn áp cho ta điện áp $-15(V)$.

Các thông số của vi mạch:

$$\text{Điện áp đầu vào: } U_V = 24 \div 30V$$

$$\text{Điện áp đầu ra: } U_R = 15V \text{ với IC7815}$$

$$U_R = -15V \text{ với IC7915}$$

4.3.8 Khâu phản hồi tốc độ:

Khi thiết kế hệ điều chỉnh tự động truyền động điện cần phải đảm bảo hệ thực hiện được các yêu cầu được đặt ra đó là yêu cầu công nghệ các chỉ tiêu chất lượng và các yêu cầu về kinh tế.

Độ ổn định và độ chính xác điều chỉnh là hai chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng bậc nhất của hệ thống tự động. Độ chính xác được đánh giá trên cơ sở phân tích các sai lệch điều

chỉnh, các sai lệch này phụ thuộc rất nhiều yếu tố. Sự biến thiên của các tín hiệu đặt gây ra các sai lệch không thể tránh được trong quá trình quá độ và cũng có thể sai lệch trong quá trình xác lập. Trên cơ sở phân tích các sai lệch điều chỉnh ta có thể chọn được các bộ điều chỉnh ta có thể chọn được các bộ điều chỉnh, các mạch bù thích hợp để nâng cao độ chính xác của hệ thống.

Để đạt được nhưng chỉ tiêu về công nghệ trong điều chỉnh tự động điều chỉnh hệ thống truyền động động cơ 1 chiều ta sử dụng mạch vòng điều chỉnh, tổng hợp 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 thường được sử dụng trong thực tế kỹ thuật. Hệ điều chỉnh tốc độ được hình thành từ hệ thống điều chỉnh dòng điện.