

BỘ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG



**THIẾT KẾ CHẾ TẠO BỘ CHỈNH LƯU THYRISTOR
ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ MỘT CHIỀU**

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP HỆ ĐẠI HỌC CHÍNH QUY
NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP

Hải Phòng – 2016

BỘ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG



**THIẾT KẾ CHẾ TẠO BỘ CHỈNH LƯU THYRISTOR
ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ MỘT CHIỀU**

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP HỆ ĐẠI HỌC CHÍNH QUY
NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP

Sinh viên: Vũ Hải Sơn

Giáo viên hướng dẫn: Th.S Nguyễn Đoàn Phong

Hải Phòng - 2016

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
ĐỘC LẬP TỰ DO HẠNH PHÚC

-----o0o-----

BỘ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên: Vũ Hải Sơn

Mã sinh viên: 1212102003

Lớp: ĐC1601

Ngành: Điện Tự Động CN

Tên đề tài: Thiết kế chế tạo bộ chỉnh lưu Thyristor điều khiển động cơ một chiều.

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp (về lý luận, thực tiễn, các số liệu tính toán và các bản vẽ).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các số liệu cần thiết để thiết kế, tính toán.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp.

.....

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn thứ nhất

Họ và tên : Nguyễn Đoàn Phong
Học hàm, học vị : Thạc sĩ
Cơ quan công tác : Đại Học Dân Lập Hải Phòng
Nội dung hướng dẫn : Toàn bộ đề tài

Người hướng dẫn thứ hai

Họ và tên :
Học hàm, học vị :
Cơ quan công tác :
Nội dung hướng dẫn :

Đề tài được giao ngày tháng năm 2016

Yêu cầu phải hoàn thành trước ngày tháng năm 2016

Đã nhận nhiệm vụ Đ. T. T. N
Sinh viên

Đã nhận nhiệm vụ Đ. T. T. N
Cán bộ hướng dẫn Đ. T. T. N

Vũ Hải Sơn

Th.S Nguyễn Đoàn Phong

Hải Phòng, ngàytháng năm 2016

HIỆU TRƯỞNG

GS.TS.NGŨT Trần Hữu Nghị

LỜI NÓI ĐẦU

Sự bùng nổ của tiến bộ khoa học kỹ thuật trong các lĩnh vực điện, điện tử, tin học trong những năm gần đây đã ảnh hưởng sâu sắc cả về lý thuyết và thực tiễn và ứng dụng rộng rãi có hiệu quả cao trong rất nhiều lĩnh vực khác nhau. Đặc biệt là lĩnh vực điều khiển tự động và các dây chuyền công nghiệp khép kín ra đời trong đó có lĩnh vực điều khiển động cơ điện .

Điều khiển động cơ điện một chiều là một lĩnh vực không mới và được ứng dụng rất nhiều trong thực tế công nghiệp sản xuất, có khá nhiều các phương án điều khiển . Trong giới hạn đề án tốt nghiệp vận dụng các linh kiện điện tử đơn giản và các phương pháp điều khiển được học . Em được giao nhiệm vụ “ **thiết kế chế tạo bộ chỉnh lưu tia ba pha điều khiển động cơ một chiều** “ do thầy giáo **Th.S Nguyễn Đoàn Phong** hướng dẫn

Nội dung đề tài bao gồm các chương :

- Chương 1 : Tổng quan về động cơ điện một chiều và các phương pháp điều chỉnh tốc độ.
- Chương 2 : Tổng quan về bộ chỉnh lưu tia 3 pha.
- Chương 3 : Tính toán và thiết kế mạch động lực bảo vệ
- Chương 4 : Tính toán mạch điều khiển

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN VỀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

1.1. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

1.1.1 *Khái quát chung*

Động cơ điện một chiều cho phép điều chỉnh tốc độ quay liên tục trong một phạm vi rộng và trong nhiều trường hợp cần có đặc tính cơ đặc biệt, thiết bị đơn giản hơn và rẻ tiền hơn các thiết bị điều khiển của động cơ bap ha. Vì một số ưu điểm như vậy như vậy nên động cơ điện một chiều được sử dụng rất phổ biến trong công nghiệp , trong giao thông vận tải...

1.1.2 *Cấu tạo của động cơ điện một chiều.*

Động cơ điện một chiều chia thành 2 phần chính:

- Phần tĩnh(Stato) gồm :
 - + Cực từ chính : là bộ phận sinh ra từ trường, gồm lõi sắt cực từ và dây quấn kích từ lồng ngoài lõi sắt cực từ
 - Lõi sắt cực từ làm bằng lá thép kỹ thuật điện dày(0,5-1mm) ép lại và cán chặt
 - Dây quấn kích từ được quấn bằng dây đồng bọc cách điện và mỗi cuộn dây đều được cách điện kỹ thành một khối và tẩm sơn cách điện trước khi đặt trên các cực từ. Các cuộn dây kích từ đặt trên các cực từ này được nối tiếp với nhau

Trong các máy có công suất nhỏ cực từ chính là một nam châm vĩnh cửu. Còn trong máy có công suất lớn cực từ là nam châm điện.

+ Cực từ phụ đặt giữa cực từ chính và dùng để cải thiện tình trạng làm việc của máy điện và đổi chiều.

- Lõi thép cực từ phụ có thể có một khối hoặc được ghép bằng các lá thép tùy theo chế độ làm việc. Cực từ phụ cũng được gắn vào vỏ máy nhờ những bulong

+Gông từ dùng để làm mạch từ nối liền các cực từ đồng thời làm vỏ máy. Trong động cơ nhỏ và thường dùng tấm thép dày uốn hàn lại. Trong động cơ điện lớn thường dùng thép đúc.

+ Các bộ phận khác

-Nắp động cơ : để bảo vệ động cơ khỏi bị những vật ngoài rơi vào làm hư hỏng dây cuốn hay an toàn cho người khỏi chạm phải điện. Trong động cơ điện nhỏ và vừa , nắp động cơ có tác dụng làm giá đỡ ổ bi

-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 một lò xo tì chặt lên cổ góp. Hộp chổi than được cố định trên giá chổi than và cách điện với giá.

- Phần quay (Roto) gồm :

+ Lõi sắt phản ứng : dùng để dẫn từ , thường dùng những tấm thép kỹ thuật điện dày 0.5 mm phủ cách điện ở hai mặt rồi ép chặt lại để giảm hao tổn do dòng điện xoáy gây lên. Trên lá thép có dập hình dạng rãnh để sau khi ép lại thì đặt dây quấn vào.

Trong những động cơ cỡ nhỏ, lõi sắt phản ứng được ép chặt trực tiếp vào trục. Trong động cơ điện cỡ lớn , giữa trục và lõi sắt có đặt giá roto. Dùng giá roto có thể tiết kiệm thép kỹ thuật điện và giảm nhẹ trọng lượng roto. Trong động cơ cỡ trung trở lên người ta còn dập những lỗ thông gió để ép lại thành lõi sắt có thể tạo được những lỗ thông gió dọc trục . Trong động cơ cỡ lớn thì lõi sắt chia thành từng đoạn nhỏ, giữa các đoạn ấy có để một khe hở gọi là khe thông

gió ngang trục. Khi động cơ làm việc, gió thổi qua các khe làm nguội dây quấn và lõi sắt.

- + Dây quấn phản ứng : là phần sinh ra suất điện động và có dòng điện chạy qua. Dây quấn phản ứng thường làm bằng dây đồng có bọc cách điện. Trong động cơ điện nhỏ thường dùng dây tiết diện tròn. Trong động cơ điện vừa và lớn thường dùng dây tiết diện hình chữ nhật. Dây quấn được cách điện cẩn thận với rãnh của lõi thép.
- + Cổ góp (còn gọi là vành góp hay vành đổi chiều) dùng để đổi chiều dòng điện xoay chiều thành một chiều. Cổ góp có nhiều phiến đồng có đuôi nhận cách điện với nhau bằng lớp mica dày 0,4mm đến 1,2mm và hợp thành một trụ tròn. Hai đầu trụ tròn dùng hai vành ốp chữ V ép chặt lại. Giữa vành góp có cao hơn một ít để hàn các đầu dây của phần tử dây quấn vào các phiến góp được dễ dàng.
- + Các bộ phận khác
 - Cánh quạt : Dùng để quạt gió làm nguội động cơ. Động cơ điện một chiều thường được chế tạo theo kiểu bảo vệ . Ở hai đầu lắp động cơ có lỗ thông gió . Cánh quạt lắp trên động cơ, khi động cơ quay, cánh quạt hút gió từ ngoài vào động cơ . Gió đi qua vành góp, cực từ, lõi sắt và dây cuốn rồi qua quạt gió ra ngoài làm nguội động cơ .
 - Trục động cơ : trên đó đặt lõi sắt phản ứng, cổ góp, cánh quạt và ổ bi . Thường được làm bằng thép cacbon tốt.

1.1.3 Phân loại động cơ điện một chiều

- Động cơ điện một chiều kích từ độc lập : có cuộn kích từ được cấp điện từ một nguồn điện ngoài độc lập với nguồn điện cấp cho mạch phản ứng.
- Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp : có cuộn kích từ mắc nối tiếp với cuộn dây phản ứng.

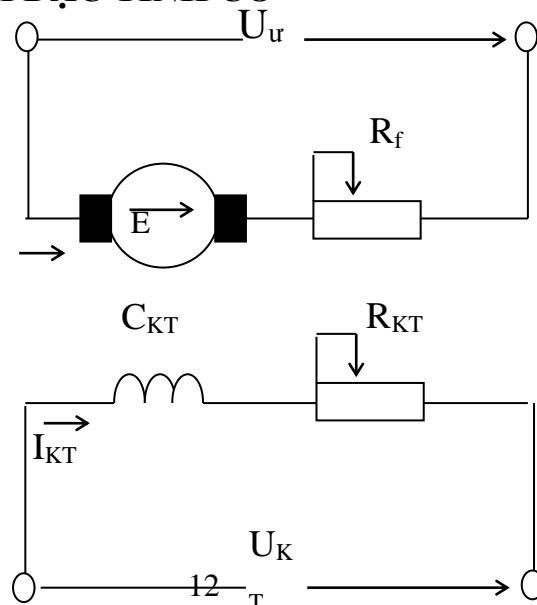
- Động cơ điện một chiều kích từ hỗn hợp : gồm 2 dây quấn kích từ là dây quấn kích từ song song và dây quấn kích từ nối tiếp

1.1.4 Sơ đồ nguyên lý của động cơ một chiều kích từ độc lập

Khi nguồn điện một 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 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 . Trong tất cả các trường hợp, khi mở máy bao giờ cũng phải đảm bảo có 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 $E_r = 0$ và theo biểu thức $U = E_r + R_r I_r$ thì dòng điện I_r sẽ rất lớn làm cháy động cơ. Nếu momen do động cơ điện sinh ra lớn hơn momen cản ($M > M_C$) roto bắt đầu quay và suất điện động E_r sẽ tăng lên tỉ lệ với tốc độ quay n . Do sự xuất hiện và tăng lên của E_r dòng điện I_r sẽ giảm theo, M giảm khiến n tăng chậm hơn. Tăng dần I_r bằng cách tăng U_r hoặc giảm điện trở mạch điện phần ứng cho đến khi máy đạt tốc độ định mức. Trong quá trình tăng I_r cần chú ý không để lớn quá so với I_{dm} để không xảy ra cháy động cơ.

1.2 PHƯƠNG TRÌNH ĐẶC TÍNH CƠ



Hình 1.1 : Sơ đồ nguyên lý đặc tính cơ

Theo sơ đồ hình (1.1) ta có thể viết phương trình cân bằng điện áp của mạch phần ứng như sau:

$$U_{ur} = E_{ur} + (R_{ur} + R_f)I_{ur} \quad (1.1)$$

Trong đó: U_{ur} - điện áp phần ứng, (V)

E_{ur} - sức điện động phần ứng, (V)

R_{ur} - điện trở của mạch phần ứng, (Ω)

R_f - điện trở phụ trong của mạch phần ứng, (Ω)

Với: $R_{ur} = r_{ur} + r_{cf} + r_b + r_{ct}$

Trong đó: r_{ur} - điện trở cuộn dây phần ứng.

r_{cf} - điện trở cuộn cực từ phụ.

r_b - điện trở cuộn bù.

r_{ct} - điện trở tiếp xúc chổi than.

Sức điện động E_{ur} của phần ứng động cơ được xác định theo biểu thức:

$$E_{ur} = \frac{pN}{2\pi a} \phi \omega = k \phi \omega$$

Trong đó: p - số đôi cực từ chính.

N - số thanh dẫn tác dụng của cuộn dây phần ứng.

A - số đôi mạch nhánh song song của cuộn dây phần ứng.

ϕ - từ thông kích từ dưới một cực từ.

ω - tốc độ góc, rad/s.

$$k = \frac{pN}{2\pi a} - \text{hệ số cấu tạo của động cơ.}$$

Nếu bỏ qua các tổn thất cơ và tổn thất thép thì mômen cơ trên trục động cơ bằng mômen điện từ, ta ký hiệu là M . Nghĩa là $M_{dt} = M_e = M$. Khi đó ta được:

$$\pi = \frac{U_{\square}}{K\Phi} - \frac{R_{\square} + R_f}{(K\Phi)^2} M \quad (1.2)$$

Đây là phương trình đặc tính cơ động cơ điện một chiều kích từ độc lập

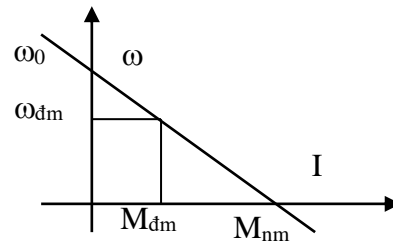
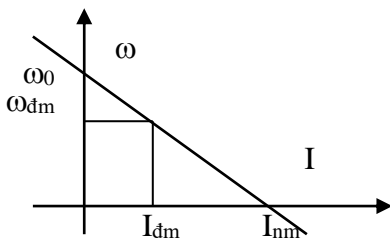
Theo các đồ thị trên, khi $I_r = 0$ hoặc $M = 0$ ta có:

$$\pi = \frac{U_{\square}}{K\Phi} = \omega_o$$

ω_o : gọi là tốc độ không tải lý tưởng của động cơ.

Còn khi $\omega = 0$ ta có: $I_r = \frac{U}{R_{\square} + R_f} = I_{nm}$

Và $M = K\phi I_{nm} = M_{nm} I_{nm}$,



Hình 1.2 : Đặc tính cơ của động cơ điện
a. Đặc tính cơ điện của động cơ điện một chiều kích từ độc lập

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

I_{nm}, M_{nm} được gọi là dòng điện ngắn mạch và mômen ngắn mạch.

Mặt khác từ phương trình đặc tính cũng có thể được viết dưới dạng:

$$\pi = \frac{U_{\square}}{K\Phi} - \frac{RI}{K\Phi} = \omega_o - \Delta\omega$$

$$\pi = \frac{U_{\square}}{K\Phi} - \frac{RM}{(K\Phi)^2} = \omega_o - \Delta\omega$$

$$\pi = \frac{U_{\square}}{K\Phi}$$

$$\Delta\omega = \frac{R}{K\Phi} I_{\square} = \frac{R}{(K\Phi)^2} M : \text{gọi là độ sụt tốc độ ứng với giá trị của } M.$$

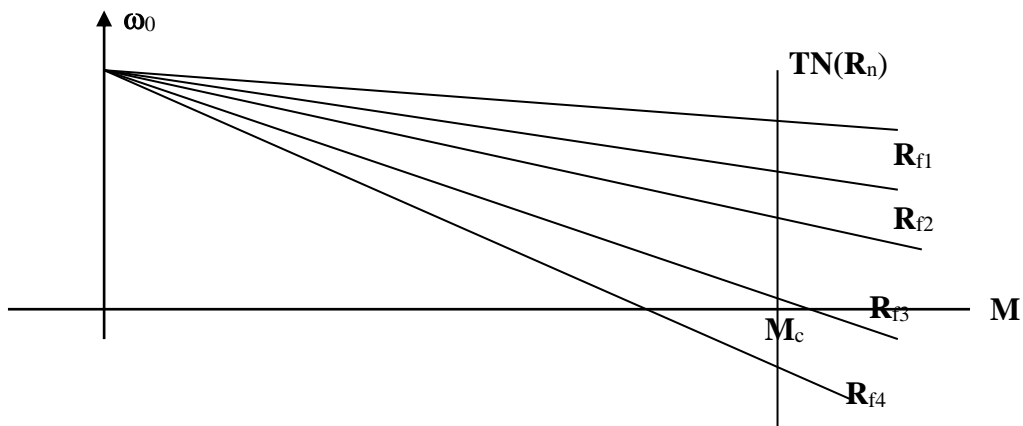
1.2.1 Xét các ảnh hưởng các tham số đến đặc tính cơ

Từ phương trình đặc tính cơ ta thấy có ba tham số ảnh hưởng đến đặc tính cơ: Từ thông động cơ Φ , điện áp phần ứng U_u , và điện trở phần ứng động cơ. Ta lần lượt xét ảnh hưởng của từng tham số đó:

1.2.1.1 Ảnh hưởng của điện trở phần ứng

Giả thiết rằng $U_u = U_{dm} = \text{Const}$ và $\Phi = \Phi_{dm} = \text{const}$.

Muốn thay đổi điện trở mạch phần ứng ta nối thêm điện trở phụ R_f vào mạch phần ứng.



Hình 1.3 : Ảnh hưởng của điện trở phần ứng

Trong trường hợp này tốc độ không tải lý tưởng:

$$\omega_0 = \frac{U_{dm}}{K\Phi_{dm}^*} = \text{const}$$

Độ cứng đặc tính cơ:

$$\beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega} = -\frac{(K\Phi)^2}{R_{\square} + R_f} = \text{var}$$

Khi R_f càng lớn β càng nhỏ nghĩa là đặc tính cơ càng dốc.

Ứng với $R_f=0$ ta có đặc tính cơ tự nhiên:

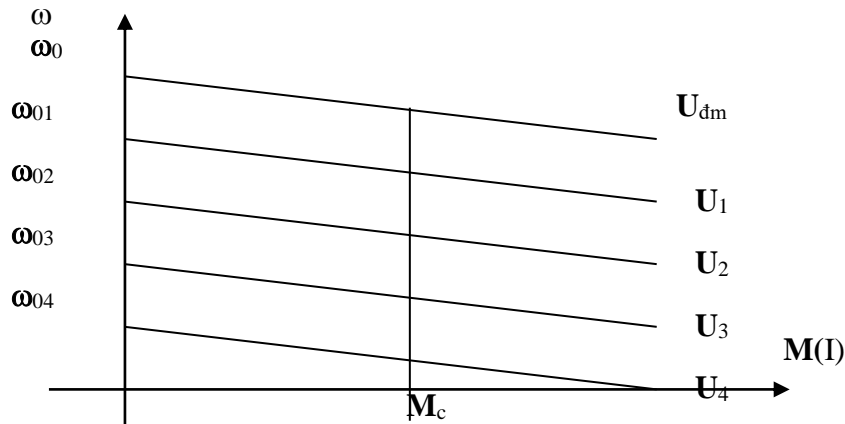
$$\beta_{TN} = -\frac{(K\Phi_{dm})^2}{R_{\square}} \quad (1.3)$$

β_{TN} có giá trị lớn nhất nên đặc tính cơ tự nhiên có độ cứng hơn tất cả các đường đặc tính có điện trở phụ. Như vậy khi thay đổi điện trở R_f ta được một họ đặc tính biến trở như hình ứng với mỗi phụ tải M_c nào đó, nếu R_f càng lớn thì tốc độ cơ càng giảm, đồng thời dòng điện ngắn mạch và mômen ngắn

mạch cũng giảm. Cho nên người 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.

1.2.1.2 Ảnh hưởng của điện áp phần ứng

Giả thiết từ thông $\phi = \phi_{dm} = \text{const}$, điện trở phần ứng $R_r = \text{const}$. Khi thay đổi điện áp theo hướng giảm so với U_{dm} , ta có:



Hình 1.4 : Ảnh hưởng của điện áp phần ứng

Tốc độ không tải:

$$\omega_{ox} = \frac{U_x}{K\Phi_{dm}} = \text{var}$$

Độ cứng đặc tính cơ:

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

Như vậy khi thay đổi điện áp đặt vào phần ứng động cơ ta được một họ đặc tính cơ song song như trên

Ta 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 được sử dụng để điều chỉnh tốc độ động cơ và hạn chế dòng điện khi khởi động.

1.2.1.3 Ảnh hưởng của từ thông

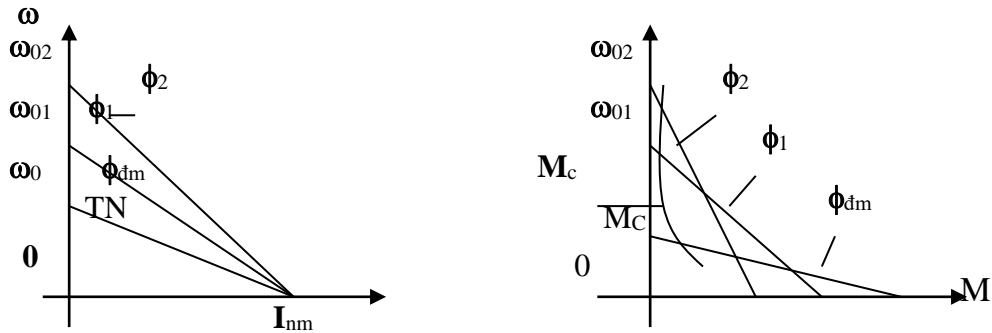
Giả thiết điện áp phần ứng $U_r = U_{dm} = \text{const}$. Điện trở phần ứng $R_r = \text{const}$. Muốn thay đổi từ thông ta thay đổi dòng điện kích từ I_{kt} động cơ. Trong trường hợp này:

$$\text{Tốc độ không tải} : \tilde{\omega}_{0x} = \frac{U_{dm}}{K\Phi_x} = \text{var}$$

$$\text{Độ cứng đặc tính cơ} : \beta = -\frac{(K\Phi_x)^2}{R_{\square}} = \text{var}$$

Do cấu tạo của động cơ điện, thực tế thường điều chỉnh giảm từ thông.

Nên khi từ thông giảm



Hình 1.5 : Ảnh hưởng của từ thông

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

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

dần và độ cứng của đặc tính giảm dần khi giảm từ thông. Ta nhận thấy rằng khi thay đổi từ thông:

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

$$\text{Mômen ngắn mạch: } M_{nm} = K\phi_x I_{nm} = \text{Var}$$

Các đặc tính cơ điện và đặc tính của động cơ khi giảm từ thông được biểu diễn ở hình (1.5)a. Với dạng mômen phụ tải M_c thích hợp với chế độ làm việc của động cơ khi giảm từ thông tốc độ động cơ tăng lên, như ở hình (1.5)b.

1.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

1.3.1 Phương pháp điều khiển bằng điện trở phụ phân ứng

- Nguyên lý điều chỉnh

Nối thêm điện trở phụ R_f vào mạch phần ứng. Lúc này giá trị điện trở mạch phần ứng $R = R_r + R_f$. Khi tăng giá trị của R_f thì tốc độ của động cơ giảm, khi giảm giá trị của R_f thì tốc độ của động cơ tăng.

$$\text{Tốc độ không tải lý tưởng : } \omega = \frac{U_{dm}}{k \cdot \Phi_{dm}} = \text{const}$$

- Nhận xét : Nếu R_f càng lớn thì tốc độ động cơ càng giảm, đồng thời I_{nm} và M_{nm} cũng giảm. Phương pháp này dùng để hạn chế dòng điện động cơ khi khởi động
 - Ưu điểm : Đơn giản, dễ thực hiện
 - Nhược điểm : + Độ cứng đặc tính cơ thấp
 - + Tổn thất năng lượng trên điện trở lớn
 - + Phạm vi điều chỉnh hẹp

1.3.2 Phương pháp điều chỉnh bằng từ thông kích từ

- Nguyên lý điều chỉnh

Điều chỉnh từ thông kích từ của động cơ điện một chiều là điều chỉnh momen điện từ của động cơ $M = k \cdot \Phi \cdot I_r$ và sức điện động quay của động cơ $E_r = k \cdot \Phi \cdot \omega$

Để thay đổi được tốc độ ω ta cần thay đổi Φ_{kt} mà từ thông kích từ do dòng kích từ sinh ra. Vậy để điều chỉnh Φ_{kt} ta mắc thêm biến trở R_v vào mạch kích từ

$$\text{- Tốc độ không tải lý tưởng : } \omega = \frac{U_{dm}}{k \cdot \Phi_{dm}} = \text{var}$$

$$\text{- Độ cứng đặc tính cơ : } \beta = \frac{(k \Phi_x)^2}{R_u} = \text{var}$$

$$\text{- Momen ngắn mạch : } M_{nm} = k \cdot \Phi_x \cdot I_{nm} = \text{var} (M_{nm} > M_{nm1} > M_{nm2})$$

Do cấu tạo của động cơ điện, thực tế hướng điều chỉnh giảm từ thông. Nên khi từ thông giảm thì ω_x tăng, còn β giảm

+ Tốc độ nhỏ nhất bị chặn bởi đặc tính tự nhiên ($\Phi = \Phi_{dm}$)

+ Tốc độ lớn nhất ϖ_{\max} bị giới hạn bởi độ bền cơ khí và điều kiện chuyển mạch của động cơ

Ưu điểm : Công suất mạch điều chỉnh nhỏ, tổn thất năng lượng nhỏ. Cũng có thể sản xuất những động cơ giới hạn điều chỉnh 1:5 hoặc đến 1:8 nhưng phải dùng những phương pháp không chế đặc biệt, do đó cấu tạo và công nghệ chế tạo phức tạp khiến cho giá thành của máy tăng lên

1.3.3 Phương pháp điều chỉnh động cơ điện một chiều bằng thay đổi điện áp phản ứng

Từ phương trình đặc tính cơ : $\varpi = \frac{U_u}{k\Phi} - \frac{R_u + R_f}{(k\Phi)^2} M$

Khi thay đổi điện áp phản ứng ta có :

- Tốc độ không tải lý tưởng: $\varpi = \frac{U_{dm}}{k\Phi_{dm}} = var$
- Độ tính của đặc tính cơ : $\beta = \frac{(k\Phi)^2}{R_u} = const$
- Để điều chỉnh điện áp đặt vào phản ứng động cơ, ta dùng các bộ nguồn điều áp như: máy phát điện một chiều, các bộ biến đổi van hoặc khuếch đại từ... Các bộ biến đổi trên dùng để biến dòng xoay chiều của lưới điện thành dòng một chiều và điều chỉnh giá trị sức điện động của nó cho phù hợp theo yêu cầu

$$n = \frac{U}{K_E \Phi} - \frac{R_u + R_f}{K_E K_M \Phi^2} M$$

- Phương trình đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập:
- Ta có tốc độ không tải lý tưởng: $n_o = U_{dm}/K_E \Phi_{dm}$.
- Nhận xét: Phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp đặt vào phản ứng động cơ sẽ giữ nguyên độ cứng của đường đặc

tính cơ nên được dùng nhiều trong máy cắt kim loại và cho những tốc độ nhỏ hơn n_{cb} .

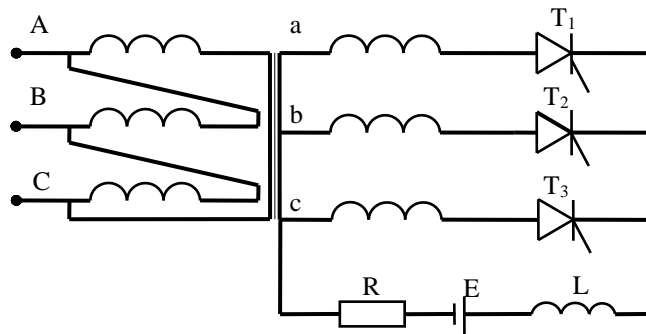
*Ưu điểm: Đây là phương pháp điều chỉnh triệt để, vô cấp có nghĩa là có thể điều chỉnh tốc độ trong bất kỳ vùng tải nào kể cả khi ở không tải lý tưởng.

*Nhược điểm: Phải cần có bộ nguồn có điện áp thay đổi được nên vốn đầu tư cơ bản và chi phí vận hành cao.

CHƯƠNG 2

TỔNG QUAN VỀ BỘ CHỈNH LƯU TIA 3 PHA

2.1 SƠ ĐỒ CHỈNH LƯU HÌNH TIA 3 PHA



Hình 2.1: Sơ đồ chỉnh lưu tia 3 pha

Hình 2.2 :Sơ đồ dạng sóng tia 3 pha

Sơ đồ chỉnh lưu 3 pha

Gồm 1 máy biến áp 3 pha có thứ cấp nối Y_0 , 3 pha Thyristor nối với tải như hình 2.1

* Điều kiện khi cấp xung điều khiển chỉnh lưu:

+Thời điểm cấp xung điện áp pha tương ứng phải dương hơn so với trung tính.

+Khi biến áp đấu hình sao (Y) trên mỗi pha A,B,C nối một van. 3 catod đấu chung cho điện áp dương của tải, còn trung tính biến áp, sẽ là điện áp âm. Ba pha này dịch góc 120° theo các đường cong điện áp pha, có điện áp của 1 pha dương hơn điện áp của 2 pha kia trong khoảng thời gian $1/3$ chu kỳ.

+Nếu có các Thyristor khác đang dẫn thì điện áp pha tương ứng phải dương hơn pha kia. Vì thế phải xét đến thời gian cấp xung đầu tiên.

Góc mở tự nhiên:

+Góc mở α được xác định từ lúc điện áp đặt lên van tương ứng chuyển từ âm đến 0 (từ đóng sang khoá) cho đến khi bắt đầu đặt xung điều khiển vào.

+Điện áp gây nên quá trình chuyển mạch: điện áp dây.

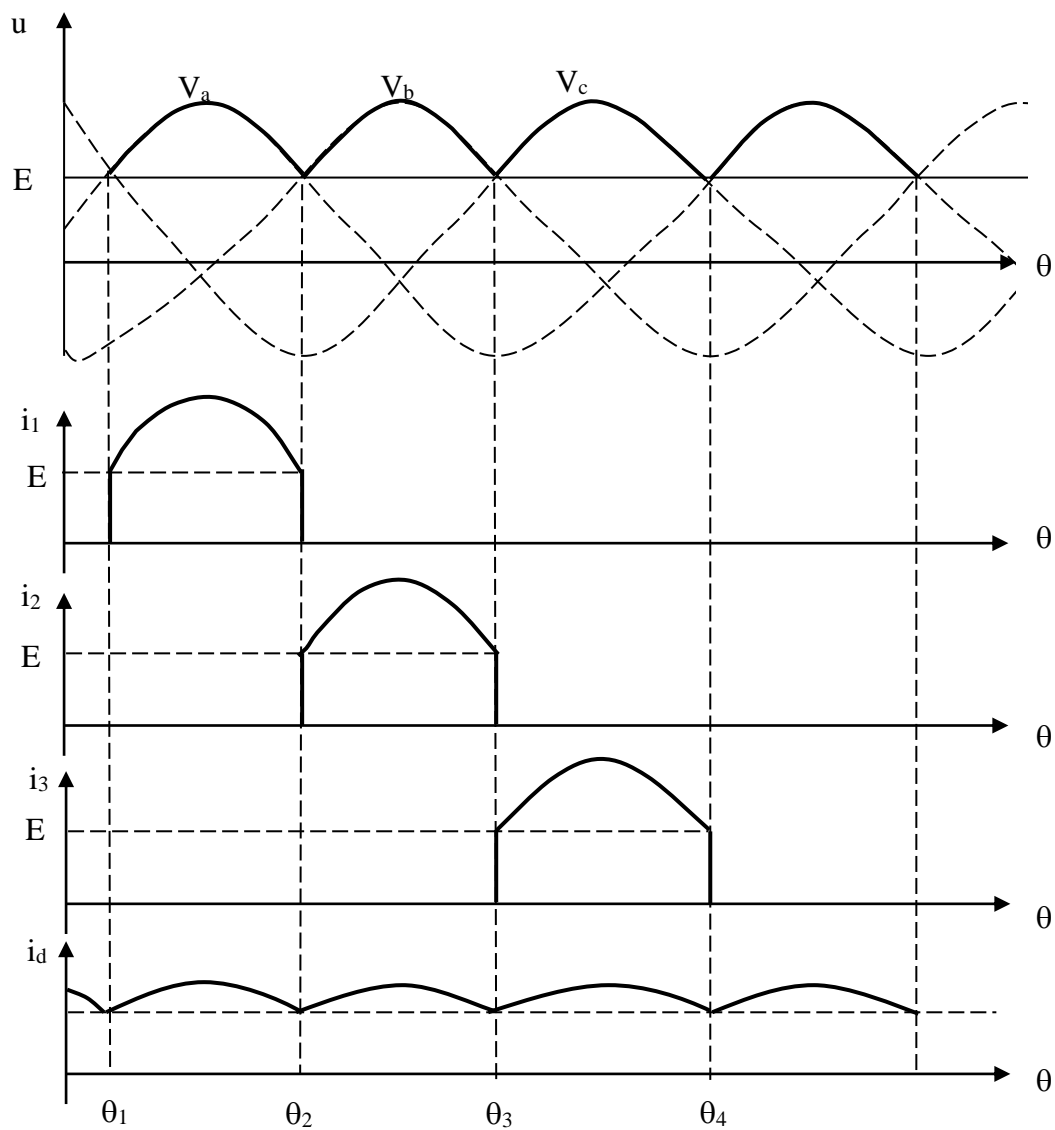
$$+0 \leq \alpha < \pi - \gamma - \mu$$

Trong đó γ : góc dẫn

μ : góc chuyển mạch

2.1.2 Nguyên lý hoạt động

2.1.2.1 Xét khi góc mở $\alpha = 0$



Hình 2.3 : Góc mở $\alpha = 0$

- Điện áp pha thứ cấp máy biến áp

$$v_a = \sqrt{2}u_2 \sin \theta$$

$$v_b = \sqrt{2}u_2 \sin(\theta - 2\pi/3)$$

$$v_c = \sqrt{2}u_2 \sin(\theta + 2\pi/3)$$

- Qua hình trên ta thấy:

• Lúc $\theta_1 < \theta < \theta_2 \rightarrow v_a > v_b > v_c$. v_a có giá trị lớn nhất nên T_1 mở cho dòng chạy

qua T_2 ; T_3 khoá $i_1 = \frac{v_a - E}{R}$

• Lúc $\theta_2 < \theta < \theta_3 \rightarrow v_b > v_c > v_a$. v_b có giá trị lớn nhất nên T_2 mở cho dòng

chạy qua T_1 ; T_3 khoá $i_2 = \frac{v_b - E}{R}$

• Lúc $\theta_3 < \theta < \theta_1$. $v_c > v_a > v_b$, T_3 mở; T_1, T_2 khoá; $i_3 = \frac{v_c - E}{R}$

Trong đó: R : điện trở của động cơ.

E : suất điện động phản kháng của động cơ.

$$I_d = \frac{u_d - E}{R}$$

Dòng trung bình:

$$I_1 = I_2 = I_3 = \frac{1}{2\pi} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} I_d \cdot d\theta = \frac{I_d}{3}$$

2.1.2.2 Xét khi góc mở $\alpha \neq 0$

Giả thiết tải : R, L, E_u , chuyển mạch tức thời.

Điện áp pha thứ cấp của máy biến áp:

$$u_1 = U_m \sin \theta$$

$$u_2 = U_m \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$u_3 = U_m \sin\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right)$$

*Nhịp V_1 : khoảng thời gian từ $\theta_1 \rightarrow \theta_2$. Tại θ_1 điện áp đặt lên $u_1 > 0$, có xung kích khởi: T_1 mở, khi đó:

$$\begin{cases} u_{v1} = 0 \\ u_{v2} = u_2 - u_1 < 0 \\ u_{v3} = u_3 - u_1 < 0 \end{cases}$$

T_1 mở, T_2, T_3 đóng, lúc này:

+Điện áp chỉnh lưu bằng điện áp u_1 : $u_d = u_1$

+Dòng điện chỉnh lưu bằng dòng điện qua van 1: $i_d = I_d = i_1$

+Dòng điện qua T_2, T_3 bằng 0: $i_2 = i_3 = 0$

Trong nhịp V_1 : u_{v2} từ âm chuyển lên 0, khi $u_{v2} = 0$ thì T_2 mở, lúc này $u_{v1} = u_1 - u_2 = 0$ và bắt đầu âm nên T_1 đóng, kết thúc nhịp V_1 , bắt đầu nhịp V_2 .

*Nhịp V_2 : từ $\theta_2 \rightarrow \theta_3$

$$\text{Lúc này : } \begin{cases} u_{v2} = 0 \\ u_{v1} = u_1 - u_2 \\ u_{v3} = u_3 - u_2 \end{cases}$$

T_2 mở, T_1, T_3 đóng.

+Điện áp chỉnh lưu bằng điện áp u_2 : $u_d = u_2$

+Dòng điện chỉnh lưu bằng dòng điện qua van 2: $i_d = I_d = i_2$

+Dòng điện qua T_1, T_3 bằng 0: $i_1 = i_3 = 0$

Trong nhịp V_2 : u_{v3} từ âm chuyển lên 0, khi $u_{v3} = 0$ thì T_3 mở, lúc này $u_{v2} = u_2 - u_3 = 0$ và bắt đầu âm nên T_2 đóng, kết thúc nhịp V_2 , bắt đầu nhịp V_3 .

*Nhịp V_3 : từ $\theta_3 \rightarrow \theta_4$

$$\text{Lúc này : } \begin{cases} u_{v3} = 0 \\ u_{v1} = u_1 - u_3 \\ u_{v2} = u_2 - u_3 \end{cases}$$

T_3 mở, T_1, T_2 đóng.

+Điện áp chỉnh lưu bằng điện áp u_3 : $u_d = u_3$

+Dòng điện chỉnh lưu bằng dòng điện qua van 3: $i_d = I_d = i_3$

+Dòng điện qua T_1, T_2 bằng 0: $i_1 = i_2 = 0$

Trong nhịp V_3 : u_{v1} từ âm chuyển lên 0, khi $u_{v1} = 0$ thì T_1 mở, lúc này $u_{v3} = u_3 - u_1 = 0$ và bắt đầu âm nên T_3 đóng, kết thúc nhịp V_3 , bắt đầu nhịp V_1 .

Trong mạch ,dạng sóng của dòng điện phụ thuộc vào tải, tải thuần trở dòng điện i_d cùng dạng sóng u_d ,khi điện kháng tải tăng lên ,dòng điện càng

trở nên bằng phẳng hơn, khi L_d tiến tới vô cùng dòng điện i_d sẽ không đổi, $i_d = I_d$.

Trị trung bình của điện áp tải:

$$U_d = \frac{2}{3\pi} \int_{\frac{\pi}{6}+\alpha}^{\frac{5\pi}{6}+\alpha} \sqrt{2} \cdot U_2 \cdot \sin \theta \cdot d\theta = \frac{3\sqrt{6}U_2}{2\pi} \cdot \cos \alpha = 1,17U_2 \cos \alpha.$$

(2.1)

Trong đó α : Góc mở Thyristor.

Trùng dẫn:

$$e_a = \sqrt{2} \cdot U_2 \cdot \sin \theta$$

$$e_b = \sqrt{2} \cdot U_2 \cdot \sin(\theta - \frac{2\pi}{3})$$

$$e_c = \sqrt{2} \cdot U_2 \cdot \sin(\theta + \frac{2\pi}{3})$$

Giả sử T_1 đang cho dòng chạy qua, $i_{T1} = I_d$. Khi $\theta = \theta_2$ cho xung điều khiển mở T_2 . Cả 2 Thyristor T_1 và T_2 đều cho dòng chảy qua làm ngắn mạch 2 nguồn e_a và e_b . Nếu chuyển gốc tọa độ từ θ sang θ_2 ta có:

$$e_a = \sqrt{2} \cdot U_2 \cdot \sin(\theta + \frac{5\pi}{6} + \alpha)$$

$$e_b = \sqrt{2} \cdot U_2 \cdot \sin(\theta + \frac{\pi}{6} + \alpha)$$

Điện áp ngắn mạch:

$$U_c = e_b - e_a = \sqrt{2} \cdot U_2 \cdot \sin(\theta + \alpha) \quad (2.2)$$

Dòng điện ngắn mạch được xác định bởi phương trình:

$$\sqrt{6} \cdot U_2 \cdot \sin(\theta + \alpha) = 2 \cdot X_c \cdot \frac{di_c}{dt} \quad (2.3)$$

Do đó:

$$i_c = \frac{\sqrt{6}.U_2}{2.X_c} [\cos \alpha - \cos(\theta + \alpha)]$$

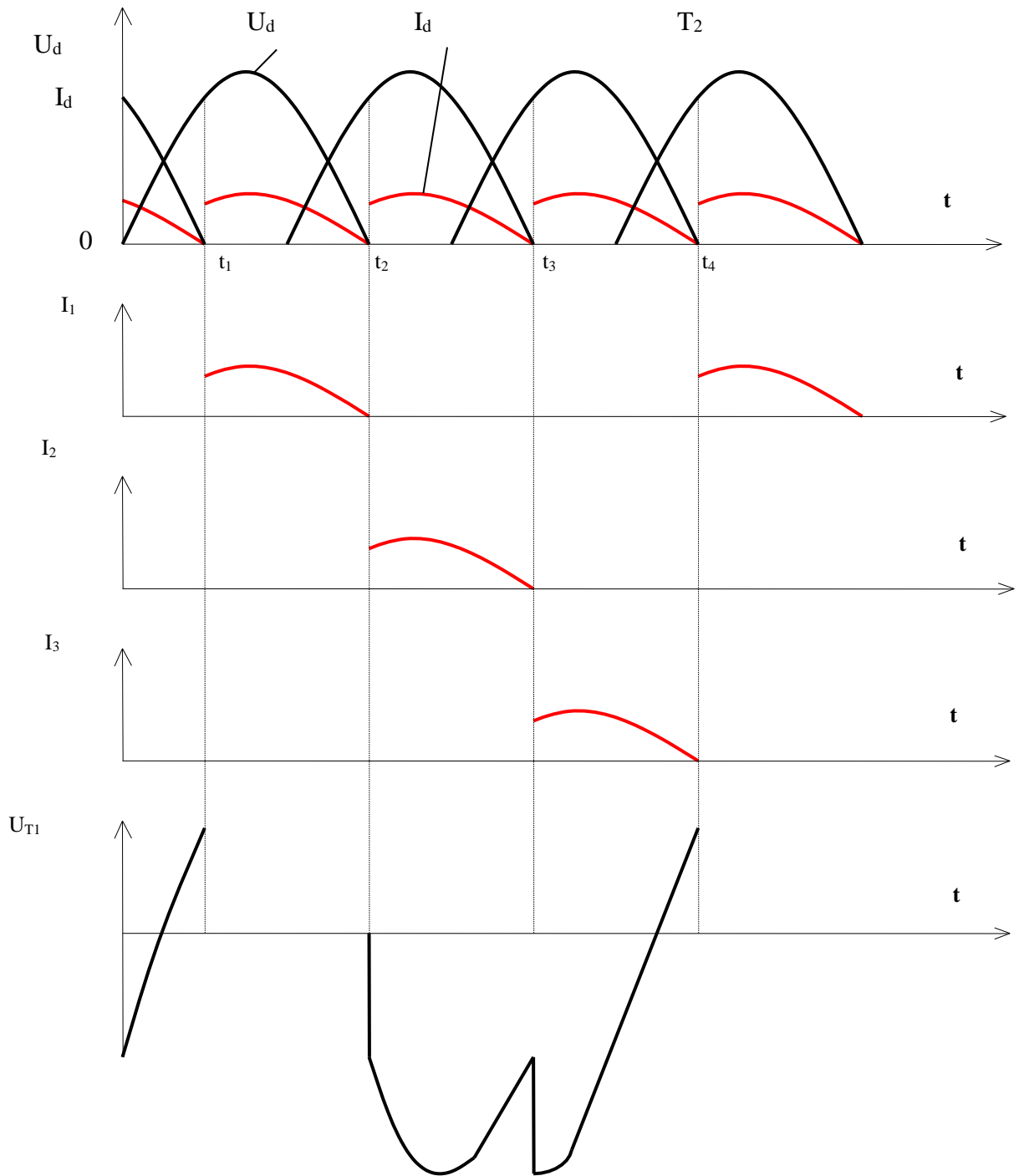
Nguyên tắc điều khiển các Thyristor : Khi anod của Thyristor nào dương hơn Thyristor đó mới được kích mở. Thời điểm của 2 pha giao nhau được coi là góc thông tự nhiên của các Thyristor. Các Thyristor chỉ được mở với góc mở nhỏ nhất .

Tại mỗi thời điểm nào đó chỉ có 1 Thyristor dẫn ,như vậy dòng điện qua tải liên tục, mỗi t dẫn trong 1/3 chu kì.còn nếu điện áp tải gián đoạn thì thời gian dẫn của các Thyristor nhỏ hơn .Tuy nhiên, trong cả 2 TH dòng điện trung bình của các Thyristor đều bằng 1/3 I_d .trong khoảng thời gian Thyristor dẫn dòng điện của Thyristor bằng dòng điện tải. Dòng điện Thyristor khoá = 0. Điện áp Thyristor phải chịu bằng điện dây giữa pha có Thyristor khoá với pha có Thyristor đang dẫn.

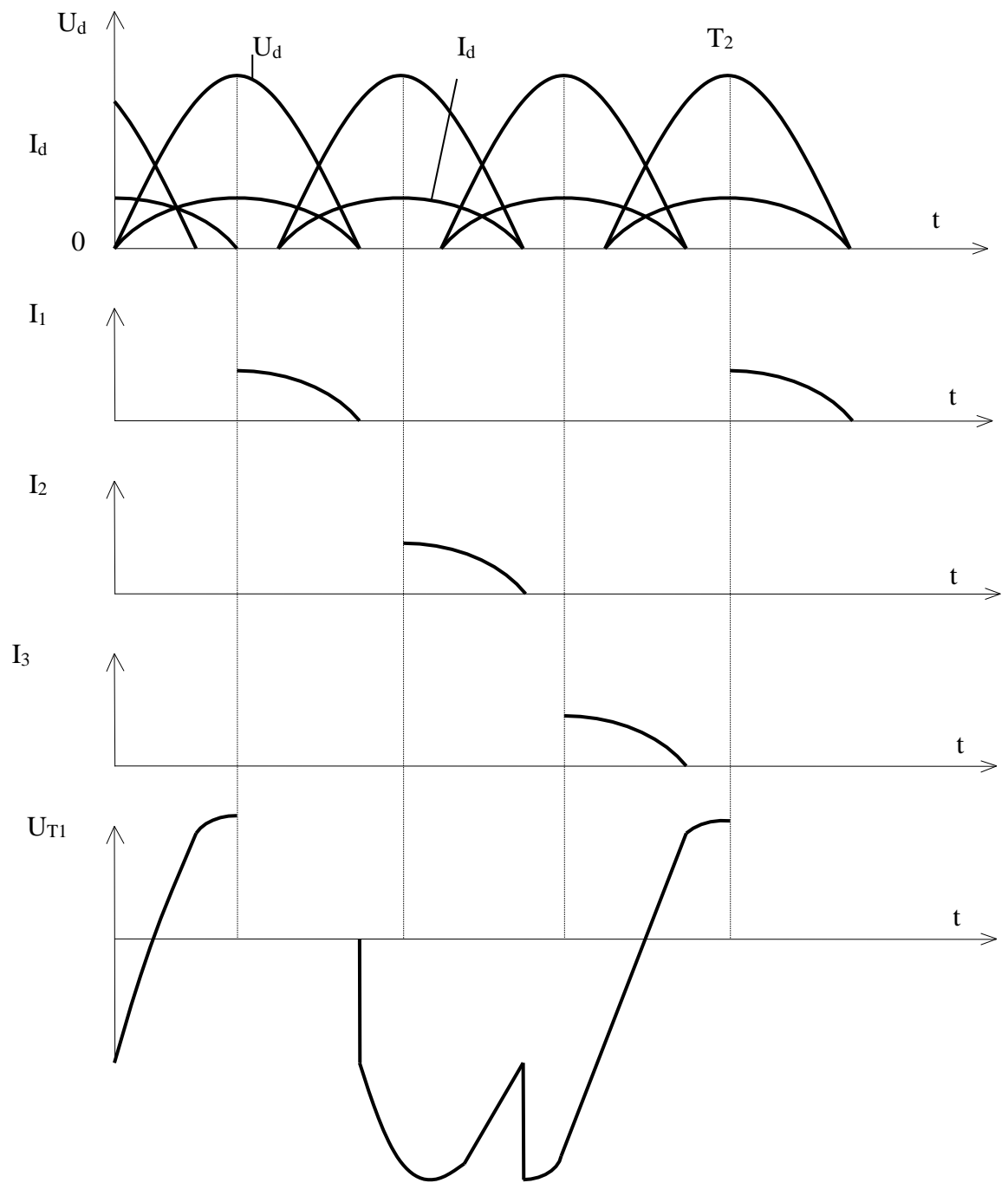
Khi tải thuần trở dòng điện và điện áp tải liên tục hay gián đoạn phụ thuộc vào góc mở Thyristor .

+Nếu $\alpha \leq 30 \rightarrow U_d, I_d$ liên tục.

+Nếu $\alpha > 30 \rightarrow U_d, I_d$ gián đoạn



Hình 2.4 Giải đồ đường cong khi $\alpha = 30^\circ$ tải thuần trở



Hình 2.5 Giản đồ đường cong khi góc mở $\alpha =$

✳️ **Nhận xét** : So với chỉnh lưu 1 pha:

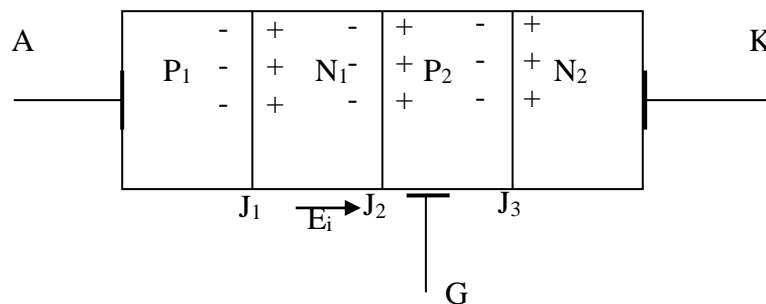
- +Chỉnh lưu tia 3 pha có chất lượng điện một chiều tốt hơn.
- +Biên độ điện áp đập mạch tốt hơn.
- +Thành phần sóng hài bậc cao bé hơn .
- +Việc điều khiển các van bán dẫn cũng tương đối đơn giản hơn.

Dòng điện mỗi cuộn thứ cấp là dòng điện 1 chiều ,do biến áp 3 pha 3 trụ mà từ thông lõi thép biến áp là từ thông xoay chiều không đối xứng làm cho công suất biến áp phải lớn. Khi chế tạo biến áp động lực, các cuộn dây thứ cấp phải đấu sao(Y) ,có dây trung tính phải lớn hơn dây pha vì dây trung tính chịu dòng tải.

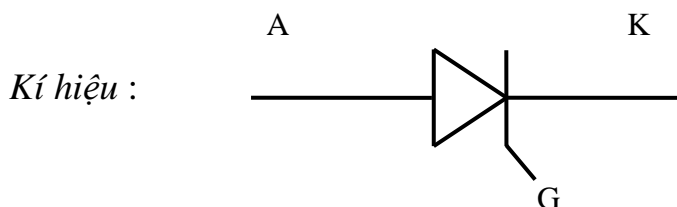
2.1.3. Tổng quan về Thyristor

2.1.3.1 Cấu tạo

Là dụng cụ bán dẫn gồm 4 lớp bán dẫn loại P và N ghép xen kẽ nhau và có 3 cực anốt, catốt và cực điều khiển riêng G .



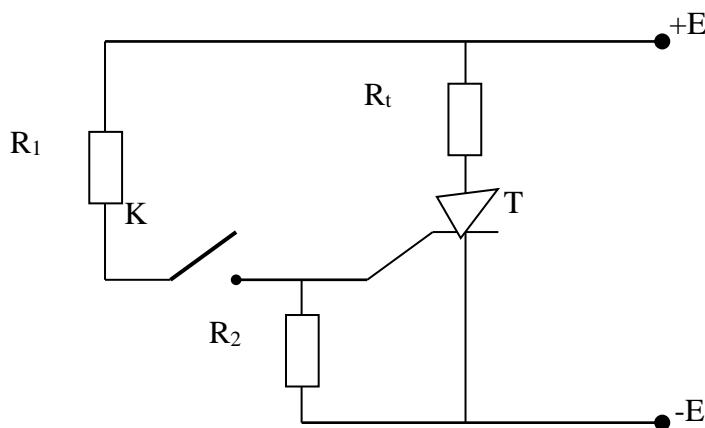
Hình 2.6 :Cấu tạo thyristor



2.1.3.2 Nguyên lý hoạt động

Khi Thyristor được nối với nguồn một chiều $E > 0$ tức cực dương đặt vào anốt cực âm đặt vào catốt, thì tiếp giáp J_1, J_3 được phân cực thuận còn miền J_2 phân cực ngược, gần như toàn bộ điện áp được đặt lên mặt ghép J_2 , điện trường nội tại E_1 của J_2 có chiều từ N_1 hướng tới P_2 . Điện trường ngoài tác động cùng chiều với E_1 , vùng chuyển tiếp là vùng cách điện càng được mở rộng ra, không có dòng điện chạy qua tiristor mặc dù nó được đặt dưới 1 điện áp dương.

+Mở Thyristor : Nếu cho một xung điện áp dương U_g tác động vào cực G (dương so với K) thì các electron từ N_2 chạy sang P_2 . Đến đây một số ít trong chúng chảy về nguồn U_g và hình thành dòng điều khiển I_g chảy theo mạch $G_1 - J_3 - K - G$, còn phần lớn điện tử dưới sức hút của điện trường tổng hợp của mặt J_2 lao vào vùng chuyển tiếp này chúng được tăng tốc do đó có động năng rất lớn sẽ bẻ gãy các liên kết giữa các nguyên tử Si, tạo nên các điện tử tự do mới. Số điện tử này lại tham gia bắn phá các nguyên tử Si khác trong vùng chuyển tiếp. Kết quả của các phản ứng dây chuyền này làm xuất hiện càng nhiều điện tử chạy vào vùng N_1 qua P_1 và đến cực dương của nguồn điện ngoài, gây nên hiện tượng dẫn điện ào ạt làm cho J_2 trở thành mặt ghép dẫn điện bắt đầu từ một điểm nào đó ở xung quanh cực rồi phát triển ra toàn bộ mặt ghép với tốc độ lan truyền khoảng $1m/100\mu s$



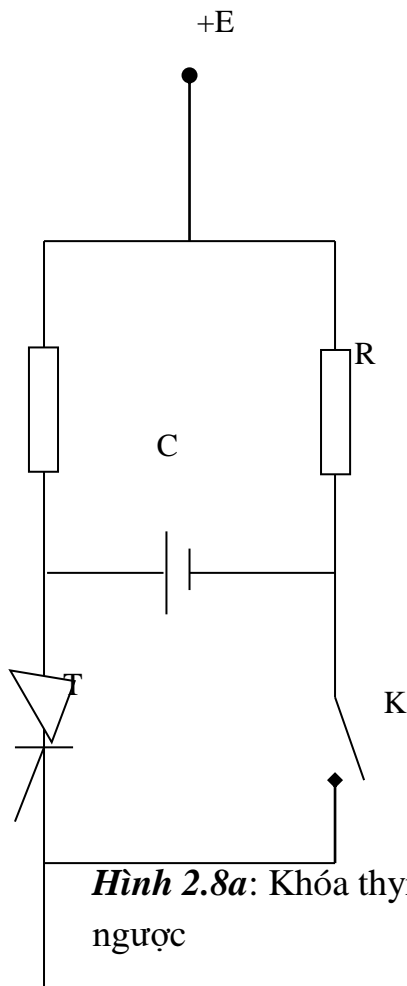
Hình 2.7Sơ đồ mở thyristor

Có thể hình dung như sau : Khi đặt Thyristor ở $U_{AK} > 0$ thì Thyristor ở tình trạng sẵn sàng mở cho dòng chảy qua, nhưng nó còn đợi tín hiệu I_g ở cực điều khiển, nếu $I_g > I_{gst}$ thì Thyristor mở.

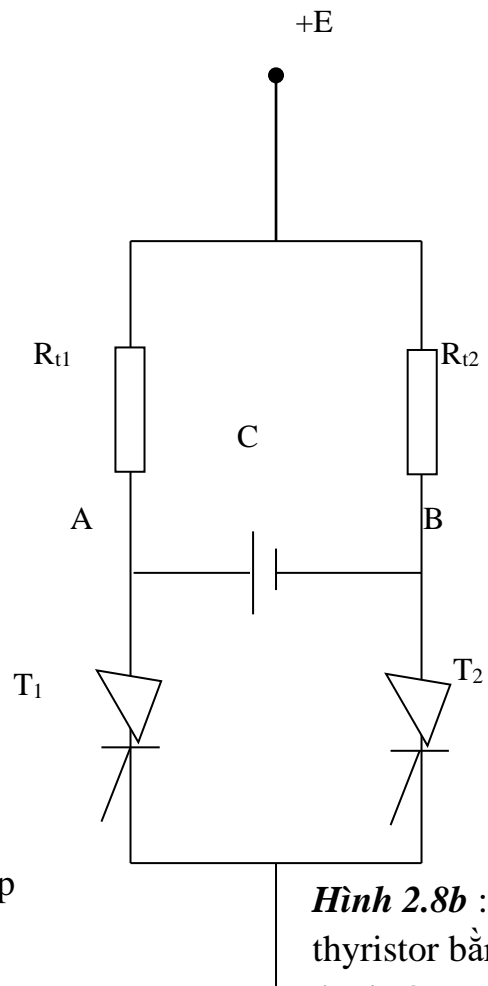
+Khoá Thyristor

Một khi Thyristor đã mở thì tín hiệu thì tín hiệu I_g không còn tác dụng nữa. Để khoá Thyristor có 2 cách :

- . Giảm dòng điện làm việc I xuống giá trị dòng duy trì I_{dt}
- . Đặt một điện áp ngược lên Thyristor $U_{AK} < 0$, hai mặt J_1, J_3 phân cực ngược, J_2 phân cực thuận. Những điện tử trước thời điểm đảo cực tính $U_{AK} < 0$ đang



Hình 2.8a: Khóa thyristor bằng điện áp ngược



Hình 2.8b : Khóa thyristor bằng điện áp thuận

có

Hình 2.8: Sơ đồ khóa thyristor

mặt tại P_1, N_1, P_2 , bây giờ đảo chiều hành trình, tạo nên dòng điện ngược chảy từ Catốt về Anốt và về cực âm của nguồn điện áp ngoài.

- Lúc đầu quá trình từ $t_0 \rightarrow t_1$, dòng điện ngược khá lớn, sau đó J_1, J_3 trở nên cách điện. Còn một ít điện tử được giữ lại giữa hai mặt ghép, hiện tượng khuếch tán sẽ làm chúng ít dần đi cho đến hết và J_2 khôi phục lại tính chất của mặt ghép điều khiển.

- Thời gian khoá t_{off} được tính từ khi bắt đầu xuất hiện dòng điện ngược bằng 0 (t_2) đây là thời gian mà sau đó nếu đặt điện áp thuận lên Thyristor thì Thyristor vẫn không mở, t_{off} kéo dài khoảng vài chục μs . Trong bất kỳ trường hợp nào cũng không được đặt tiristor dưới điện áp thuận khi Thyristor chưa bị khoá nếu không sẽ có nguy cơ gây ngắn mạch nguồn. Trên sơ đồ hình (a), việc khoá Thyristor bằng điện áp ngược được thực hiện bằng cách đóng khoá K. còn sơ đồ (b) cho phép khoá Thyristor một cách tự động. Trong mạch hình (b) khi mở Thyristor này thì tiristor kia sẽ khoá lại. Giả thuyết cho một xung điện áp dương đặt vào $G_1 \rightarrow T_1$ mở dẫn đến xuất hiện 2 dòng điện : Dòng thứ nhất chảy theo mạch : $+E - R_1 - T_1 - -E$, còn dòng thứ 2 chảy theo mạch $+E - R_2 - T_1 - -E$.

- Tụ C được nạp điện đến giá trị E, bản cực dương ở B, bản cực âm ở A. Bây giờ nếu cho một xung điện áp dương tác động vào $G_2 \rightarrow T_2$ mở nó sẽ đặt điện thế điểm B vào catốt của T_1 . Như vậy là T_1 bị đặt dưới điện áp $U_c = -E$ và T_1 bị khoá lại.

- T_2 mở lại xuất hiện 2 dòng điện : Dòng thứ nhất chảy theo mạch : $+ E - R_1 - C - T_2 - -E$. Còn dòng thứ hai chảy theo mạch : $+E - R_2 - T_2 - -E$.

- Tụ C được nạp ngược lại cho đến giá trị E, chuẩn bị khoá T_2 khi ta cho xung mở T_1

2.1.3.3 Điện dung của tụ điện chuyển mạch

- Trong sơ đồ hình (a), (b) một câu hỏi được đặt ra là : Tụ điện C phải có giá trị bằng bao nhiêu thì có thể khoá được Thyristor ?

→ Như đã nói ở trên khi T_1 mở cho dòng chảy qua thì C được nạp điện đến giá trị E. bản cực “+” ở phía điểm B. tại thời điểm cho xung mở T_2 (cả 2 Thyristor điều mở), ta có phương trình mạch điện.

$$E = i.R_1 + U_c \text{ với } i = C \frac{du_c}{dt} \quad (2.4)$$

$$\text{Nên } E = C.R_1 \frac{du_c}{dt} + U_c$$

Viết dưới dạng toán tử Laplace :

$$\frac{P}{E} = C.R_1 \{P.[U_c(p) - U_c(0)]\} + U_c(p)$$

$$\text{Vì } U_c(0) = -E \text{ nên } U_c(p) = \frac{Q.E}{p(p+a)} \text{ với } a = \frac{1}{R_1.C}$$

Từ đó ta có : $U_c(t) = E(1 - 2.e^{-at}) = U_{T1}$. Thời gian t_{off} là khoảng thời gian kể từ khi mở T_2 cho đến khi U_{T1} bắt đầu trở thành dương, vậy ta có :

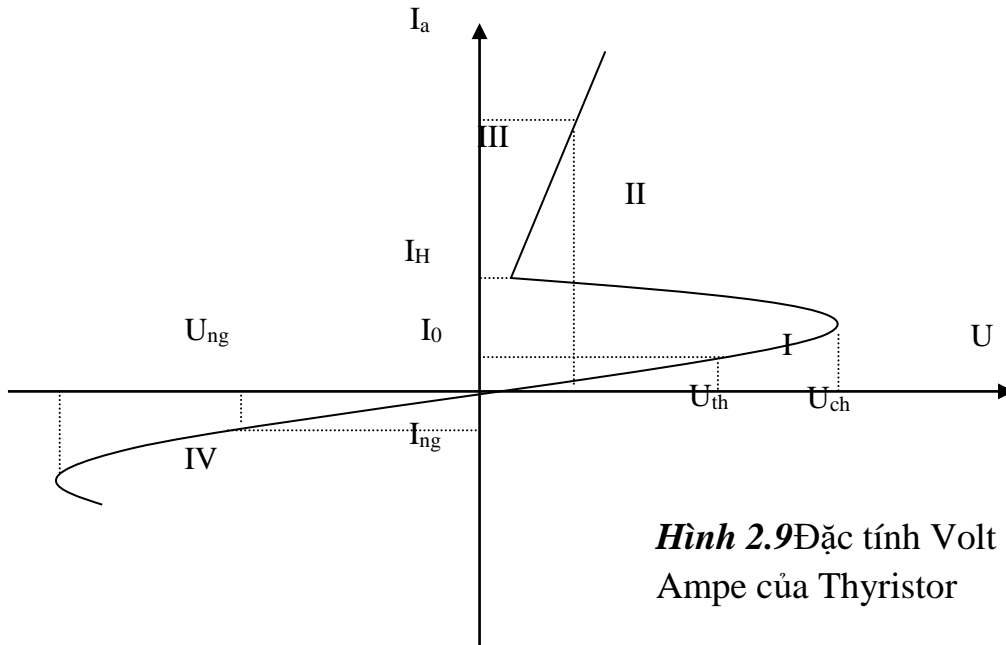
$$E(1 - 2.e^{-a.t_{off}}) = 0 \rightarrow t_{off} = 0,693.R_1C \text{ hoặc}$$

$$C = \frac{t_{off}}{0,693.R_1}$$

$$R_1 = \frac{E}{I} \text{ sẽ nhận được } C = \frac{1,44.I.t_{off}}{E}$$

$t_{off} : \mu$; I : Ampe ; E : Volt ; C : μF

2.1.3.4 Đặc tính Volt - Ampe của Thyristor



Hình 2.9 Đặc tính Volt - Ampe của Thyristor

Đoạn 1 : Ứng với trạng thái khoá của Thyristor, chỉ có dòng điện rò chảy qua Thyristor khi tăng U lên đến U_{ch} (điện áp chuyển trạng thái), bắt đầu quá trình tăng nhanh chóng của dòng điện. Thyristor chuyển sang trạng thái mở.

Đoạn 2 : Ứng với giai đoạn phân cực thuận của J_2 . Trong giai đoạn này mỗi lượng tăng nhỏ của dòng điện ứng với một lượng giảm lớn của điện áp đặt lên Thyristor, đoạn này gọi là đoạn điện trở âm.

Đoạn 3 : Ứng với trạng thái mở của Thyristor. Khi này cả 3 mặt ghép đã trở thành dẫn điện. Dòng chảy qua Thyristor chỉ còn bị hạn chế bởi điện trở mạch ngoài. Điện áp rơi trên Thyristor rất lớn khoảng 1V. Thyristor được giữ ở trạng thái mở chừng nào I còn lớn hơn dòng duy trì I_H .

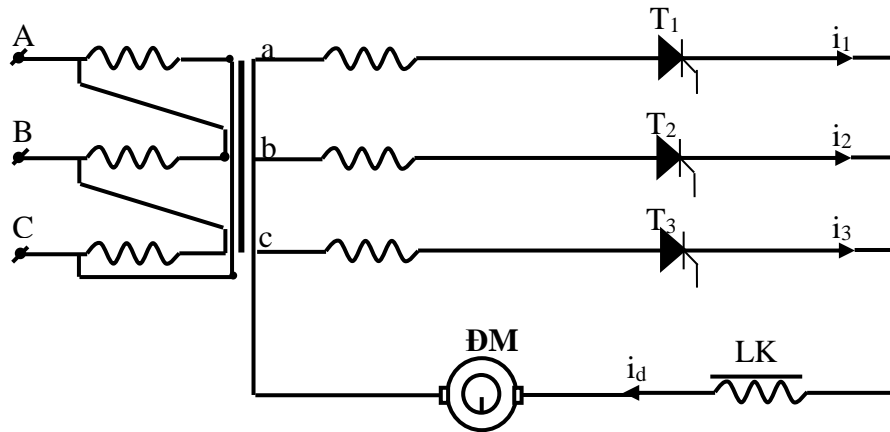
Đoạn 4 : Ứng với trạng thái Thyristor bị đặt dưới điện áp ngược. Dòng điện rất lớn, khoảng vài chục mA. Nếu tăng U đến U_{ng} thì dòng điện ngược

tăng lên nhanh chóng, mặt ghép bị chọc thủng, Thyristor bị hỏng. Bằng cách cho I_g lớn hơn 0 sẽ nhận được đặc tính Volt - Ampe với các U_{ch} nhỏ dần đi.

CHƯƠNG 3

TÍNH TOÁN VÀ THIẾT KẾ MẠCH ĐỘNG LỰC BẢO VỆ

3.1 SƠ ĐỒ MẠCH ĐỘNG LỰC



Hình3.1:Sơ đồ nguyên lý mạch động lực

3.2 NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG

-Bộ biến đổi Thyristor có nhiệm vụ biến dòng điện xoay chiều của lưới thành dòng điện một chiều cung cấp cho phần ứng động cơ. Nó có thể điều khiển suất điện động bộ biến đổi nên có khả năng điều chỉnh tốc độ động cơ.

-Trong bộ biến đổi Thyristor : máy Biến áp lực có nhiệm vụ biến đổi điện áp lưới cho phù hợp với điện áp cung cấp cho động cơ , tạo điểm trung tính , tạo pha cho chỉnh lưu nhiều pha,hạn chế biên độ dòng ngắn mạch,giảm $d_i/d_t < d_i/d_{t_{cp}}$ nhằm bảo vệ van....

-Hệ thống Thyristor : nắn dòng cho phù hợp với động cơ.

-Bộ điều khiển dùng làm biến thiên góc α ,do đó biến thiên U_o dẫn đến thay đổi ω

-Bộ lọc gồm tụ điện C_o và cuộn kháng L nhằm lọc các thành phần sóng hài bậc cao sao cho $K_{sb} < K_{sb_{cp}}$, với $K_{sb_{cp}}$ phụ thuộc yêu cầu của tải.

3.3 TÍNH CHỌN CÁC THIẾT BỊ CƠ BẢN MẠCH ĐỘNG LỰC

3.3.1 TÍNH CHỌN THYRISTOR

3.3.1.1 Điện áp ngược của van

$$U_{lv} = k_{nv} \cdot U_2 \quad (3.1)$$

$$\text{Với } U_2 = \frac{U_d}{k_u} = \frac{220}{1,17} = 188,03 \text{ (V)}$$

Trong đó: U_d : Điện áp tải của van

U_2 : Điện áp nguồn xoay chiều của van

k_u : Hệ số điện áp tải

k_{nv} : Hệ số điện áp ngược

U_{lv} : Điện áp ngược của van.

$$U_{lv} = \sqrt{6} \times 188,03 = 460,58 \text{ (V)}$$

Để chọn van theo điện áp hợp lý thì điện áp ngược của van cần chọn phải lớn hơn điện áp làm việc.

$$U_{nv} = k_{dtu} \cdot U_{lv} = 1,8 \times 460,58 = 829,04 \text{ (V)}$$

Trong đó: k_{dtu} : hệ số dự trữ ($k_{dtu} = 1,5 \div 1,8$)

3.3.1.2 Dòng điện làm việc của van

Dòng điện làm việc của van được chọn theo dòng điện hiệu dụng chạy qua van

$$I_{lv} = I_{hd} \quad (3.2)$$

Dòng điện hiệu dụng $I_{hd} = k_{hd} \cdot I_d = 0,58 \times 59,5 = 34,51 \text{ (A)}$

Trong đó: k_{hd} : Hệ số xác định dòng điện hiệu dụng. ($k_{hd} = 0,58$)

I_{hd} : Dòng điện hiệu dụng của van.

I_d : Dòng điện tải.

Với các thông số làm việc ở trên, chọn điều kiện làm việc của van là: có cánh tản nhiệt với đủ diện tích bề mặt, cho phép van làm việc tới 40% I_{dmv} .

$$I_{dmv} = k_i \cdot I_{lv} = 1,4 \times 34,51 = 48,314 \text{ (A)}$$

Trong đó: K_i : hệ số dự trữ dòng điện. $k_i = (1,1 \div 1,4)$

Vậy thông số van là: $U_{nv} = 829,04 \text{ (V)}$

$$I_{dmv} = 48,314 \text{ (A)}$$

Chọn Thyristor loại T60N1000VOF với các thông số định mức

- Dòng điện định mức của van: $I_{dm} = 60$ (A)
- Điện áp ngược cực đại của van: $U_{nv} = 1000$ (V)
- Đỉnh xung dòng điện : $I_{pik} = 1400$ (A)
- Điện áp của xung điều khiển: $U_{dk} = 1,4$ (V)
- Dòng điện của xung điều khiển: $I_{dk} = 150$ (mA)
- Dòng điện rò: $I_r = 25$ (mA)
- Độ sụt áp trên van: $\Delta U = 1,8$ (V)
- Tốc độ biến thiên điện áp $\frac{du}{dt} = 1000$ V/s
- Thời gian chuyển mạch : $t_{cm} = 180$ μ s
- Nhiệt độ làm việc cho phép : $T_{max} = 125^\circ$ C

3.4 TÍNH TOÁN MÁY BIẾN ÁP CHỈNH LƯU

Ta chọn máy biến áp 3 pha 3 trụ, có sơ đồ đấu dây ΔY , làm mát tự nhiên bằng không khí.

THÔNG SỐ CƠ BẢN :

+ Điện áp các cuộn dây:

Điện áp pha sơ cấp máy biến áp:

$$U_1 = 380 \text{ (V)}$$

Điện áp pha thứ cấp máy biến áp:

Phương trình cân bằng điện áp khi có không tải:

$$U_{do} \cdot \cos \alpha_{min} = U_d + 2\Delta U_v + \Delta U_{dn} + \Delta U_{ba} \quad (3.3)$$

Trong đó: U_d : Điện áp chỉnh lưu.

$\alpha_{min} = 10^\circ$: góc dự trữ khi có suy giảm điện áp lưới

$\Delta U_v = 1,8$ (V) : sụt áp trên Thyristor

$\Delta U_{dn} \approx 0$: sụt áp trên dây nối

$\Delta U_{ba} = \Delta U_r + \Delta U_x$: sụt áp trên điện trở và điện kháng máy biến

áp

$$\text{Sơ bộ } \Delta U_{ba} = 5\% \cdot U_d = 220 \times 5\% = 11 \text{ (V)}$$

$$\text{Suy ra } U_{do} = \frac{U_d + 2 \cdot \Delta U_v + \Delta U_{dn} + \Delta U_{ba}}{\cos \alpha_{\min}} = \frac{220 + 2 \times 1,8 + 0 + 11}{\cos 10^\circ} = 238,22 \text{ (V)}$$

$$\text{Điện áp pha thứ cấp máy biến áp: } U_{2f} = \frac{U_{do}}{K_u} = \frac{238,22}{1,17} = 203,6 \text{ (V)}$$

+ Dòng điện các cuộn dây:

Dòng điện hiệu dụng thứ cấp máy biến áp:

$$I_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot I_d = \sqrt{\frac{2}{3}} \times 59,5 = 48,58 \text{ (A)}$$

Dòng điện hiệu dụng sơ cấp máy biến áp:

$$I_1 = k_{BA} \cdot I_2 = \frac{U_2}{U_1} \times I_2 = \frac{203,6}{380} \times 48,58 = 26,03 \text{ (A)}$$

3.5 TÍNH SƠ BỘ MẠCH TỪ

+ Tiết diện sơ bộ trụ Q_{Fe} :

$$Q_{Fe} = k_Q \sqrt{\frac{S_{ba}}{m \cdot f}} \quad (3.4)$$

Trong đó: S_{ba} : Công suất biến áp.

k_Q : Hệ số phụ thuộc phương thức làm mát, lấy $k_Q = 6$ (biến áp khô)

m : Số pha máy biến áp ($m=3$)

f : tần số nguồn điện xoay chiều. ($f = 50\text{hz}$)

Công suất biến áp nguồn cấp được tính:

$$S_{ba} = k_S \cdot P_{d\max} = k_S \times U_{do} \times I_d = 1,345 \times 238,22 \times 59,5 = 19064,15 \text{ (W)}$$

Trong đó: k_S : Hệ số công suất theo sơ đồ mạch động lực ($k_S = 1,345$)

$P_{d\max}$: Công suất cực đại của tải [W]

$$\text{Suy ra: } Q_{Fe} = 6 \cdot \sqrt{\frac{19064,15}{3 \times 50}} = 67,64 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+ Đường kính trụ:

$$\Rightarrow d_{Fe} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{Fe}}{\pi}} = 9,28 \text{ (cm)}$$

Chuẩn hoá đường kính trụ theo tiêu chuẩn $d = 9 \text{ (cm)}$

+ Chọn loại thép:

Ta chọn loại thép $\exists 330$, các lá thép có độ dày 0,5 (mm).

Chọn sơ bộ mật độ từ cảm trong trụ $B = 1 \text{ Tesla}$

+ Chọn tỷ số : $m = \frac{h}{d_{Fe}} = 2,3 \quad (m = 2 - 2,5)$

$$\Rightarrow h = 2,3 \times d_{Fe} = 2,3 \times 9 = 20,7 \text{ (cm)}$$

Suy ra : chọn chiều cao trụ là 21 (cm)

3.6 TÍNH TOÁN DÂY QUẤN

+ Số vòng dây mỗi pha sơ cấp máy biến áp:

$$W_1 = \frac{U_1}{4,44 \cdot f \cdot B \cdot Q_{Fe}} = \frac{380}{4,44 \times 50 \times 1 \times 67,64 \cdot 10^{-4}} = 253,06 (\text{vòng})$$

Trong đó : B: Từ cảm (B=1)

Chọn $W_1 = 253$ (vòng)

+ Số vòng dây mỗi pha thứ cấp máy biến áp:

$$W_2 = \frac{U_2}{U_1} \times W_1 = \frac{203,6}{380} \times 253 = 135,55 (\text{vòng})$$

Chọn $W_2 = 136$ (vòng)

+ Chọn sơ bộ mật độ dòng điện trong máy biến áp:

Đối với dây dẫn bằng đồng, máy biến áp khô : $J = 2,75 \text{ [A/mm}^2\text{]}$

\Rightarrow Chọn $J_1 = J_2 = 2,75 \text{ (A/mm}^2\text{)}$

+ Tiết diện dây dẫn sơ cấp máy biến áp:

$$S_1 = \frac{I_1}{J_1} = \frac{26,03}{2,75} = 9,46 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Chuẩn hoá tiết diện theo tiêu chuẩn: $S_1 = 9,51 \text{ (mm}^2\text{)}$

Chọn dây dẫn tiết diện chữ nhật, cách điện cấp B

Kích thước dây có kể cách điện: $S_{1\text{cd}} = a_1 \cdot b_1 = 2,63 \cdot 3,80 \text{ (mm)}$

+ Tính lại mật độ dòng điện trong cuộn sơ cấp:

$$J_1 = \frac{I_1}{S_1} = \frac{26,03}{9,51} = 2,74 \text{ (A/mm}^2\text{)}$$

+ Tiết diện dây dẫn thứ cấp máy biến áp:

$$S_2 = \frac{I_2}{J_2} = \frac{48,58}{2,75} = 17,66 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Chuẩn hoá tiết diện theo tiêu chuẩn: $S_2 = 17,70 \text{ (mm}^2\text{)}$

Chọn dây dẫn tiết diện chữ nhật, cách điện cấp B

Kích thước dây có kể cách điện: $S_{2\text{cd}} = a_2 \cdot b_2 = 1,95 \cdot 9,30 \text{ (mm)}$

+ Tính lại mật độ dòng điện trong cuộn sơ cấp:

$$J_2 = \frac{I_2}{S_2} = \frac{34,51}{17,7} = 2,74 \text{ (A/mm}^2\text{)}$$

3.7 KẾT CẤU DÂY DẪN SƠ CẤP

Thực hiện dây quấn kiểu đồng tâm bố trí theo chiều dọc trục.

+ Tính sơ bộ số vòng dây trên 1 lớp của cuộn sơ cấp:

$$W_{II} = \frac{h - 2h_g}{b_1} \cdot k_c = \frac{21 - 2 \times 1,5}{0,38} \cdot 0,95 = 45 \text{ (vòng)}$$

Trong đó : h - chiều cao trụ

h_g - khoảng cách từ gông đến cuộn dây sơ cấp $h_g = 1,5$ (cm)

k_c - hệ số ép chặt $k_c = 0,95$

+ Tính sơ bộ số lớp dây ở cuộn sơ cấp:

$$n_{II} = \frac{W_1}{W_{II}} = \frac{253}{45} = 5,62 \text{ (lớp)}$$

+ Chọn số lớp $n_{II} = 6$ lớp

Như vậy 253 vòng chia thành 6 lớp, 5 lớp đầu mỗi lớp có 42 vòng, lớp thứ 6 có 43 vòng

+ Chiều cao thực tế của cuộn sơ cấp:

$$h_1 = \frac{W_{II} \times b_1}{k_c} = \frac{45 \times 0,38}{0,95} = 18 \text{ (cm)}$$

+ Chọn ống quấn dây làm bằng vật liệu cách điện có bề dày : $S_{01} = 0,1$ (cm)

+ Khoảng cách từ trụ tới cuộn sơ cấp: $cd_{01} = 1,0$ (cm)

+ Đường kính trong của ống cách điện:

$$D_1 = d_{Fe} + 2 \times cd_{01} - 2 \times S_{01} = 9 + 2 \times 1 - 2 \times 0,1 = 10,8 \text{ (cm)}$$

+ Đường kính trong của cuộn sơ cấp:

$$D_{t1} = D_1 + 2 \times S_{01} = 10,8 + 2 \times 0,1 = 11 \text{ (cm)}$$

+ Chọn bề dày cách điện giữa các lớp dây ở cuộn sơ cấp: $cd_{11} = 0,1$ (mm)

+ Bề dày cuộn sơ cấp:

$$B_{d1} = (a_1 + cd_{11}) \times n_{II} = (0,263 + 0,1) \times 6 = 1,638 \text{ (cm)}$$

+ Đường kính ngoài của cuộn sơ cấp:

$$D_{n1} = D_{t1} + 2 \times B_{d1} = 11 + 2 \cdot 1,638 = 14,27 \text{ (cm)}$$

+ Đường kính trung bình của cuộn sơ cấp :

$$D_{tb1} = \frac{D_{t1} + D_{n1}}{2} = \frac{11 + 14,27}{2} = 12,64 \text{ (cm)}$$

+ Chiều dài dây quấn sơ cấp :

$$l_1 = W_1 \cdot \pi \cdot D_{tb1} = 253 \times \pi \times 12,64 = 10046,56 \text{ (cm)} \sim 100,46 \text{ (m)}$$

+ Chọn bề dày cách điện giữa cuộn sơ cấp và thứ cấp: $cd_{12} = 1,0 \text{ (cm)}$

3.8 KẾT CẤU DÂY QUẤN THỨ CẤP

+ Chọn sơ bộ chiều cao cuộn thứ cấp:

$$h_1 = h_2 = 18 \text{ (cm)}$$

+ Tính sơ bộ số vòng dây trên 1 lớp:

$$W_{12} = \frac{h_2}{b_2} \times k_c = \frac{18}{0,93} \times 0,95 \approx 18 \text{ (vòng)}$$

+ Tính sơ bộ số lớp dây quấn thứ cấp:

$$n_{12} = \frac{W_2}{W_{12}} = \frac{136}{18} = 7,5 \text{ (lớp)}$$

+ Chọn số lớp dây quấn thứ cấp:

Như vậy 136 vòng chia thành 8 lớp : mỗi lớp có 17 vòng.

+ Chiều cao thực tế của cuộn thứ cấp:

$$h_2 = \frac{W_{12} \cdot b_2}{k_c} = \frac{18 \times 0,93}{0,95} = 17,62 \text{ (cm)}$$

+ Đường kính trong của cuộn thứ cấp:

$$D_{t2} = D_{n1} + 2 \cdot cd_{12} = 14,27 + 2 \times 1,0 = 16,27 \text{ (cm)}$$

+ Chọn bề dày cách điện giữa các lớp dây ở cuộn thứ cấp: $cd_{21} = 0,01 \text{ (cm)}$

+ Bề dày cuộn thứ cấp:

$$B_{d2} = (a_2 + cd_{21}) \cdot n_{12} = (0,195 + 0,01) \cdot 8 = 1,64 \text{ (cm)}$$

+ Đường kính ngoài của cuộn thứ cấp:

$$D_{n2} = D_{t2} + 2 \cdot B_{d2} = 16,27 + 2 \cdot 1,64 = 19,55 \text{ (cm)}$$

+ Đường kính trung bình của cuộn thứ cấp:

$$D_{tb2} = \frac{D_{t2} + D_{n2}}{2} = \frac{16,27 + 19,55}{2} = 17,91 \text{ (cm)}$$

+ Chiều dài dây quấn thứ cấp:

$$l_2 = \pi \cdot W_2 \cdot D_{tb2} = \pi \cdot 135 \cdot 17,91 = 7652,169 \text{ (cm)} = 76,52 \text{ (m)}$$

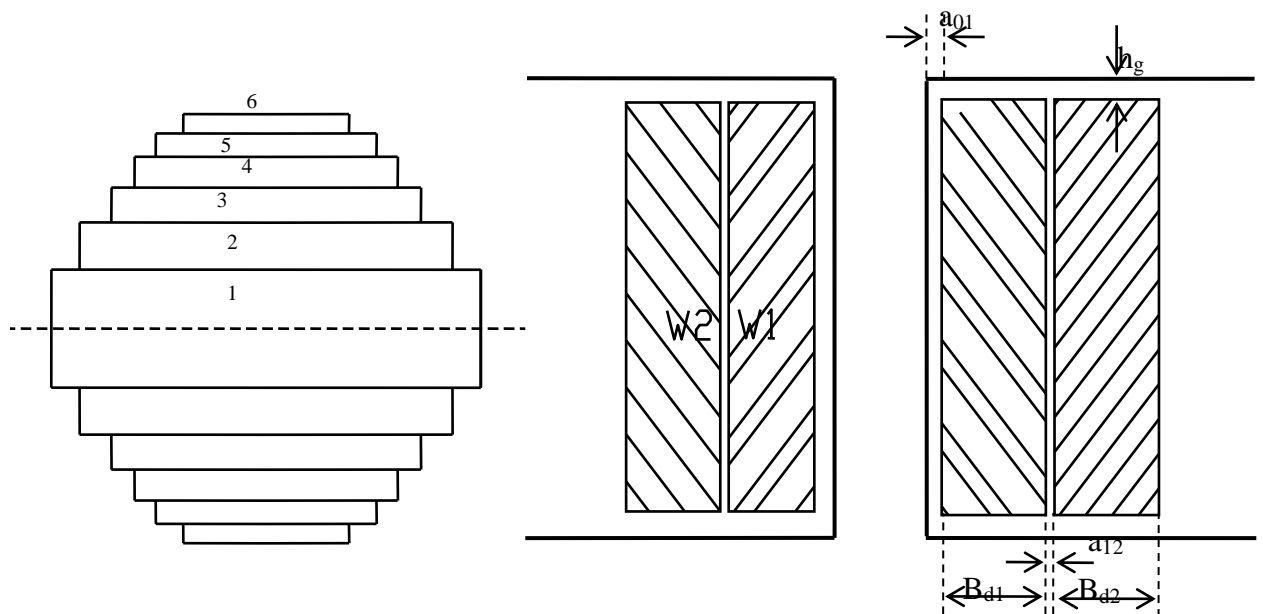
+ Đường kính trung bình các cuộn dây:

$$D_{12} = \frac{D_{t1} + D_{n2}}{2} = \frac{11 + 19,55}{2} = 15,27 \text{ (cm)}$$

$$\text{Suy ra : } r_{12} = \frac{D_{12}}{2} = \frac{15,27}{2} = 7,6 \text{ (cm)}$$

+ Chọn khoảng cách giữa 2 cuộn thứ cấp: $cd_{22} = 2 \text{ (cm)}$

3.9 TÍNH KÍCH THƯỚC MẠCH TỪ



Hình 3.2: Sơ đồ chỉnh lưu một nửa chu kì

+ Đường kính trụ $d = 9 \text{ (cm)}$, chọn số bậc là 6 bậc.

+ Toàn bộ tiết diện bậc thang của trụ:

$$Q_{bt} = 2 \cdot (1,6 \times 8,5 + 1,1 \times 7,5 + 0,7 \times 6,5 + 0,6 \times 5,5 + 0,4 \times 4,5 + 0,7 \times 2) = 65,8 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+ Tiết diện hiệu quả của trụ:

$$Q_T = k_{hq} \cdot Q_{bt} = 0,95 \times 65,8 = 62,51 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+ Tổng chiều dày các bậc thang của trụ:

$$d_t = 2 \cdot (1,6 + 1,1 + 0,7 + 0,6 + 0,4 + 0,7) = 10,2 \text{ (cm)}$$

+ Số lá thép dùng trong các bậc:

$$\text{Bậc 1: } n_1 = \frac{16}{0,5} \cdot 2 = 64 \text{ (lá)}$$

$$\text{Bậc 2: } n_2 = \frac{11}{0,5} \cdot 2 = 44 \text{ (lá)}$$

$$\text{Bậc 3: } n_3 = \frac{7}{0,5} \cdot 2 = 28 \text{ (lá)}$$

$$\text{Bậc 4: } n_4 = \frac{6}{0,5} \cdot 2 = 24 \text{ (lá)}$$

$$\text{Bậc 5: } n_5 = \frac{4}{0,5} \cdot 2 = 16 \text{ (lá)}$$

$$\text{Bậc 6: } n_6 = \frac{7}{0,5} \cdot 2 = 28 \text{ (lá)}$$

Ta chọn gông có tiết diện hình chữ nhật có các kích thước sau:

- Chiều dày của gông bằng chiều dày của trụ: $b = d_t = 10,2 \text{ (cm)}$

- Chiều cao của gông bằng chiều rộng tập lá thép thứ nhất của trụ: $a = 8,5 \text{ (cm)}$

$$\text{Tiết diện gông: } Q_{bg} = a \cdot b = 8,5 \cdot 10,2 = 86,7 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+ Tiết diện hiệu quả của gông:

$$Q_g = k_{hq} \cdot Q_{bg} = 0,95 \cdot 86,7 = 82,365 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+ Số lá thép dùng trong một gông:

$$h_g = \frac{b}{0,5} = \frac{10,2}{0,5} = 204 \text{ (lá)}$$

+ Tính chính xác mật độ từ cảm trong trụ:

$$B_T = \frac{U_1}{4,44 \cdot f \cdot W_1 \cdot Q_T} = \frac{380}{4,44 \times 50 \times 253 \times 62,51 \cdot 10^{-4}} = 1,082 \text{ (T)}$$

+ Mật độ từ cảm trong gông:

$$B_g = B_T \cdot \frac{Q_T}{Q_g} = 1,082 \cdot \frac{62,51}{82,365} = 0,82 \text{ (T)}$$

+ Chiều rộng cửa sổ:

$$c = 2 \cdot (cd_{01} + B_{d1} + cd_{12} + B_{d2}) + cd_{22} = 2 \cdot (1 + 1,638 + 1 + 1,64) + 2 = 12,56 \text{ (cm)}$$

+ Khoảng cách giữa 2 tâm trụ:

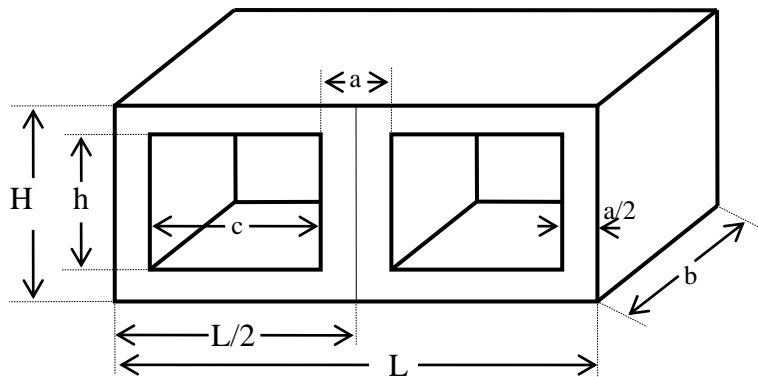
$$c' = c + d = 12,56 + 9 = 21,56 \text{ (cm)}$$

+ Chiều rộng mạch từ:

$$L = 2 \times c + 3 \times d = 2 \times 12,56 + 3 \times 9 = 52,12 \text{ (cm)}$$

+ Chiều cao mạch từ:

$$H = h + 2 \times a = 21 + 2 \times 8,5 = 38 \text{ (cm)}$$



Hình 3.4 : Sơ đồ kết cấu lõi thép biến áp

3.10 TÍNH KHỐI LƯỢNG CỦA SẮT VÀ ĐỒNG

+ Thể tích của trụ:

$$V_T = 3 \cdot Q_T \cdot h = 3 \times 62,51 \times 21 = 3938,13 \text{ (cm}^3\text{)}$$

+ Thể tích của gông:

$$V_g = 2 \cdot Q_g \cdot L = 2 \times 82,365 \times 52,12 = 8585,73 \text{ (cm}^3\text{)}$$

+ Khối lượng trụ:

$$M_T = V_T \cdot m_{Fe} = 3,938 \times 7,85 = 31 \text{ (kg)}$$

+ Khối lượng gông:

$$M_g = V_g \cdot m_{Fe} = 8,586 \times 7,85 = 67,4 \text{ (kg)}$$

+ Khối lượng sắt:

$$M_{Fe} = M_T + M_g = 31 + 67,4 = 98,4 \text{ (kg)}$$

+ Thể tích của đồng:

$$V_{Cu} = 3 \cdot (S_1 \cdot l_1 + S_2 \cdot l_2) = 3 \cdot (9,51 \cdot 10^{-4} \times 100,46 \cdot 10 + 17,7 \cdot 10^{-4} \times 76,52 \cdot 10) = 6,93 \text{ (dm}^3\text{)}$$

+ Khối lượng đồng:

$$M_{Cu} = V_{Cu} \cdot m_{Cu} = 6,9 \times 8,9 = 61,67 \text{ (kg)}$$

3.11 TÍNH CÁC THÔNG SỐ CỦA MÁY BIẾN ÁP

+ Điện trở trong của cuộn sơ cấp máy biến áp ở 75°C:

$$R_1 = \rho \frac{l_1}{S_1} = 0,02133 \cdot \frac{100,46}{9,51} = 0,225 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Trong đó : $\rho_{75} = 0,02133 \text{ (}\Omega\text{)}$

+ Điện trở trong của cuộn thứ cấp máy biến áp ở 75°C:

$$R_2 = \rho \frac{l_2}{S_2} = 0,02133 \cdot \frac{76,52}{17,7} = 0,092 \text{ (}\Omega\text{)}$$

+ Điện trở máy biến áp quy đổi về thứ cấp:

$$R_{BA} = R_2 + R_1 \left(\frac{W_2}{W_1} \right)^2 = 0,092 + 0,225 \cdot \left(\frac{136}{253} \right)^2 = 0,16 \text{ (}\Omega\text{)}$$

+ Sụt áp trên điện trở máy biến áp:

$$\Delta U_r = R_{BA} \cdot I_d = 0,16 \times 59,5 = 9,52 \text{ (V)}$$

+ Điện kháng máy biến áp quy đổi về thứ cấp:

$$\begin{aligned} X_{BA} &= 8 \cdot \pi^2 \cdot (W_2)^2 \cdot \left(\frac{r}{h_{qd}} \right) \cdot \left(a_{12} + \frac{B_{d1} + B_{d2}}{3} \right) \cdot \omega \cdot 10^{-7} \\ &= 8 \cdot \pi^2 \cdot 136^2 \cdot \left(\frac{8,315}{18} \right) \cdot \left[0,001 + \frac{(1,638 + 1,64) \cdot 10^{-2}}{3} \right] \cdot 314 \cdot 10^{-7} \\ &= 0,253 \text{ (}\Omega\text{)} \end{aligned}$$

+ Điện cảm máy biến áp quy đổi về thứ cấp:

$$L_{BA} = \frac{X_{BA}}{\omega} = \frac{0,253}{314} = 0,0008 \text{ (H)} = 0,8 \text{ (mH)}$$

+ Sụt áp trên điện kháng máy biến áp:

$$\Delta U_x = \frac{3}{\pi} \cdot X_{BA} \cdot I_d = \frac{3}{\pi} \cdot 0,253 \cdot 59,5 = 14,37 \text{ (V)}$$

$$R_{dt} = \frac{3}{\pi} \cdot X_{BA} = \frac{3}{\pi} \cdot 0,253 = 0,24 \text{ (\Omega)}$$

+ Sụt áp trên máy biến áp:

$$\Delta U_{BA} = \sqrt{\Delta U_r^2 + \Delta U_x^2} = \sqrt{9,52^2 + 14,37^2} = 17,24 \text{ (V)}$$

+ Điện áp trên động cơ khi có góc mở : $\alpha_{\min} = 10^\circ$

$$U = U_{do} \cdot \cos \alpha_{\min} - 2 \cdot \Delta U_v - \Delta U_{BA} = 238,22 \cdot \cos 10^\circ - 2 \times 1,8 - 17,24 = 213,76 \text{ (V)}$$

+ Tổng trở ngắn mạch quy đổi về thứ cấp:

$$Z_{BA} = \sqrt{R_{BA}^2 + X_{BA}^2} = \sqrt{0,16^2 + 0,253^2} = 0,3(\Omega)$$

+ Tổn hao ngắn mạch trong máy biến áp:

$$\Delta P_n = 3 \cdot R_{BA} \cdot I_2^2 = 3 \cdot 0,16 \cdot 48,58^2 = 1132,8 \text{ (W)}$$

$$\Delta P_n \% = \frac{\Delta P_n}{S} \cdot 100\% = \frac{1132,8}{19064,15} \cdot 100\% = 5,94\%$$

+ Tổn hao không tải có kể đến 15% tổn hao phụ:

$$P_o = 1,3 \cdot n_f \cdot (M_T \cdot B_T^2 + M_g \cdot B_g^2) \\ = 1,3 \cdot 1,15 \cdot (31 \cdot 1,082^2 + 67,4 \cdot 0,82^2) = 122,01 \text{ (W)}$$

$$\Delta P_o \% = \frac{P_o}{S} \cdot 100\% = \frac{122,01}{19064,15} \cdot 100\% = 0,64 \%$$

+ Điện áp ngắn mạch tác dụng:

$$U_{nr} = \frac{R_{BA} \cdot I_2}{U_2} \cdot 100\% = \frac{0,16 \times 48,58}{203,6} \cdot 100\% = 3,82 \%$$

+ Điện áp ngắn mạch phản kháng:

$$U_{nx} = \frac{X_{BA} \cdot I_2}{U_2} \cdot 100\% = \frac{0,253 \times 48,58}{203,6} \cdot 100\% = 6,04\%$$

+ Điện áp ngắn mạch phần trăm:

$$U_n = \sqrt{U_{nr}^2 + U_{nx}^2} = \sqrt{3,82^2 + 6,04^2} = 7,15(\text{V})$$

+ Dòng điện ngắn mạch xác lập:

$$I_{2nm} = \frac{U_2}{Z_{BA}} = \frac{203,6}{0,3} = 678,6 (\text{A})$$

+ Dòng điện ngắn mạch tức thời cực đại:

$$I_{\max} = \sqrt{2} \cdot I_{2nm} \cdot \left(1 + e^{-\frac{\pi U_{nr}}{U_{nx}}}\right)$$

$$= \sqrt{2} \cdot 678,6 \cdot \left(1 + e^{-\frac{\pi \cdot 0,0382}{0,0604}}\right) = 1091,27 (\text{A})$$

$$I_{\max} = 1091,27 (\text{A}) < I_{\text{pik}} = 1400 (\text{A})$$

Trong đó : I_{pik} :Đỉnh xung max của Thyristor.

+ Hiệu suất thiết bị chỉnh lưu:

$$\eta = \frac{U_d \cdot I_d}{S} = \frac{220 \times 59,5}{16064,15} = 81\%$$

3.11 THIẾT KẾ CUỘN KHÁNG LỘC

3.11.1 Xác định góc mở cực tiểu và cực đại

Chọn góc mở cực tiểu $\alpha_{\min} = 10^\circ$. Với góc mở α_{\min} là dự trữ, ta có thể bù được sự giảm điện áp lưới.

-Khi góc mở nhỏ nhất $\alpha = \alpha_{\min}$, điện áp trên tải lớn nhất

$$U_{d \max} = U_{do} \cdot \cos \alpha_{\min} = U_{d \text{ dm}} \text{ và tương ứng với tốc độ động cơ sẽ lớn nhất}$$

$$n_{\max} = n_{\text{dm}}$$

-Khi góc mở lớn nhất $\alpha = \alpha_{\max}$, điện áp trên tải nhỏ nhất

$$U_{d \min} = U_{do} \cdot \cos \alpha_{\max} \text{ và tương ứng với tốc độ động cơ là nhỏ nhất } n_{\min}$$

Ta có:

$$\alpha_{\max} = \arccos \frac{U_{d \min}}{U_{do}} = \arccos \left(\frac{U_{d \min}}{2,34.U_2} \right) \quad (3.5)$$

Trong đó $U_{d \min}$ được xác định như sau:

$$U_{d \min} = \frac{1}{20} \cdot \left[2,34.203,6.\cos 10^\circ + (20-1).59,5 \cdot \left(0,187 + 0,16 + \frac{3}{\pi}.0,253 \right) \right]$$

$$U_{d \min} = 56,73 \text{ (V)}$$

$$\text{Suy ra } \alpha_{\max} = \arccos \left(\frac{U_{d \min}}{U_{do}} \right) = \arccos \left(\frac{U_{d \min}}{2,34.U_2} \right)$$

$$= \arccos \left(\frac{56,73}{2,34 \times 203,6} \right) = 83,16^\circ$$

3.11.2 Xác định các thành phần sóng hài

Để thuận tiện cho việc khai triển chuỗi Fourier, ta chuyển gốc tọa độ sang điểm θ_1 , khi đó điện áp tức thời trên tải khi thyristor T1, T4 dẫn là:

$$U_d = U_{ab} = \sqrt{6} \cdot U_2 \cdot \cos \left(\theta - \frac{\pi}{6} + \alpha \right) \text{ Với } \theta = \Omega.t \quad (3.6)$$

Điện áp tức thời trên tải U_d không sin và tuần hoàn với chu kỳ :

$$\tau = \frac{2\pi}{p} = \frac{2\pi}{6} = \frac{\pi}{3}$$

Trong đó $p = 6$ là số xung đập mạch trong một chu kỳ điện áp lưới.

Khai triển chuỗi Fourier của điện áp U_d :

$$U_d = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \left(a_n \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau} \cdot k\theta + b_n \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau} \cdot k\theta \right) \quad (3.7)$$

$$\begin{aligned} \text{Hay : } U_d &= \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_n \cdot \cos 6.k\theta + b_n \cdot \sin 6.k\theta) \\ &= \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} U_{n.m} \sin(6k\theta + \varphi k) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Trong đó: } a_n &= \frac{2}{\tau} \int_0^{\tau} U_d \cos 6k\theta d\theta \\
&= \frac{6}{\pi} \int_0^{\tau} \sqrt{6}U_2 \cos\left(\theta - \frac{\pi}{6} + \alpha\right) \cos 6k\theta d\theta \\
&= \frac{3\sqrt{6}}{\pi} U_2 \frac{(-2)}{(6k)^2 - 1} \cdot 2 \cdot \sin \frac{\pi}{6} \cos \alpha \\
&= \frac{3\sqrt{6}}{\pi} U_2 \frac{(-2)}{(6k)^2 - 1} \cdot \cos \alpha
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
b_n &= \frac{2}{\tau} \int_0^{\tau} U_d \sin 6k\theta d\theta \\
&= \frac{6}{\pi} \int_0^{\tau} \sqrt{6}U_2 \cos\left(\theta - \frac{\pi}{6} + \alpha\right) \sin 6k\theta d\theta \\
&= \frac{3\sqrt{6}}{\pi} U_2 \frac{(-2)}{(6k)^2 - 1} \cdot 2 \cdot \sin \frac{\pi}{6} \sin \alpha \\
&= \frac{3\sqrt{6}}{\pi} U_2 \frac{(-2)}{(6k)^2 - 1} \cdot \sin \alpha
\end{aligned}$$

$$\text{Ta có: } \frac{a_0}{2} = \frac{3\sqrt{6}}{\pi} U_2 \cos \alpha$$

Vậy ta có biên độ điện áp:

$$U_{kn} = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$$

$$U_{kn} = \frac{3\sqrt{6}}{\pi} U_2 \frac{1}{(6k)^2 - 1} \sqrt{\cos^2 \alpha + (6k)^2 \sin^2 \alpha}$$

$$U_{kn} = 2 \frac{D_{d0}}{(6k)^2 - 1} \sqrt{1 + (6k)^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

$$U_d \approx \frac{3\sqrt{6}}{\pi} \cos \alpha + \sum_n U_{kn} \sin(6\theta - \varphi_1)$$

3.11.3 Xác định điện cảm cuộn kháng lọc

Điện kháng lọc còn được tính khi góc mở $\alpha = \alpha_{\max}$.

Ta có:

$$U_d + u_{\sim} = E + R_u \sum I_d + R_n \sum i_{\sim} + L \frac{di_{\sim}}{dt} \quad (3.8)$$

Cân bằng 2 vế:

$$U_{\sim} = Ri_{\sim} + L \frac{di}{dt} \text{ vì } Ri_{\sim} \ll L \frac{di}{dt}$$

$$\text{Nên: } U_{\sim} = L \frac{di}{dt}$$

Trong các thành phần xoay chiều bậc cao, thành phần sóng bậc $k = 1$ có mức độ lớn nhất, gần đúng ta có:

$$U_{\sim} = U_{1m} \sin(6\theta + \varphi_1)$$

$$\text{Nên } i = \frac{1}{L} \int U_{\sim} dt = \frac{U_{1m}}{\rho 2\pi f L} \cos(6\theta + \varphi_1) = I_m \cos(6\theta + \varphi_1)$$

$$\text{Vậy: } I_m = \frac{U_{1dm}}{6.2\pi \cdot f \cdot L} \leq 0,1 \cdot I_{udm}$$

Suy ra:

$$L \geq \frac{U_{1m}}{6.2\pi \cdot f \cdot 0,1 I_{dm}}$$

$\rho = 6$ là số xung đập mạch trong một chu kỳ điện áp lưới.

$$U_{1m} = 2 \cdot \frac{U_{do} \cos \alpha_{\max}}{6^2 - 1} \sqrt{1 + 6^2 \operatorname{tg}^2 \alpha_{\max}}$$

$$U_{1m} = 2 \cdot \frac{2,34 \times 203,6 \times \cos 83,16^\circ}{36 - 1} \sqrt{1 + 36 \operatorname{tg}^2 83,16^\circ} = 162,21 \text{ (V)}$$

$$L = \frac{162,21}{6 \times 2 \times \pi \times 50 \times 0,1 \times 59,5} = 0,0145 \text{ (H)} = 14,5 \text{ (mH)}$$

Điện cảm mạch phản ứng đã có:

$$L_{uc} = L_u + 2L_{BA} \quad (3.9)$$

Trong đó: L_u : điện cảm mạch phản ứng

$$L_u = \gamma \cdot \frac{U_{dm} \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot p \cdot n_{dm} \cdot I_{dm}} = 0,25 \cdot \frac{220 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot 1500 \cdot 59,5}$$

$$= 0,00294 \text{ (}\mu\text{H)} = 2,94 \text{ (mH)}$$

$\gamma = 0,25$ là hệ số lấy cho động cơ có cuộn bù.

$$L_{uc} = 2,94 + 2 \times 0,8 = 4,704 \text{ (mH)}$$

Điện cảm cuộn kháng lọc:

$$L_k = L - L_{uc} = 14,5 - 4,704 = 9,796 \text{ (mH)}$$

3.11.4 Thiết kế kết cấu cuộn kháng lọc

- Do điện cảm cuộn kháng lớn và điện trở rất bé, ta có thể coi tổng trở cuộn kháng xấp xỉ bằng điện kháng cuộn kháng:

$$Z_k = X_k = 2 \cdot \pi \cdot m \cdot f \cdot L_k = 2 \cdot \pi \times 6 \times 50 \times 9,796 \cdot 10^{-3} = 18,46(\Omega)$$

- Điện áp xoay chiều rơi trên cuộn kháng lọc

$$\Delta U = Z_k \cdot \frac{I_{1m}}{\sqrt{2}} = 18,46 \cdot \frac{5,95}{\sqrt{2}} = 77,68 \text{ (V)}$$

Trong đó : $I_{1m} = 10\% \cdot I_{dm} = 10\% \cdot 59,5 = 5,95 \text{ (A)}$

- Công suất của cuộn kháng lọc

$$S = \Delta U \cdot \frac{I_{1m}}{\sqrt{2}} = 77,68 \cdot \frac{5,95}{\sqrt{2}} = 326,85 \text{ (VA)}$$

- Tiết diện cực từ chính của cuộn kháng lọc

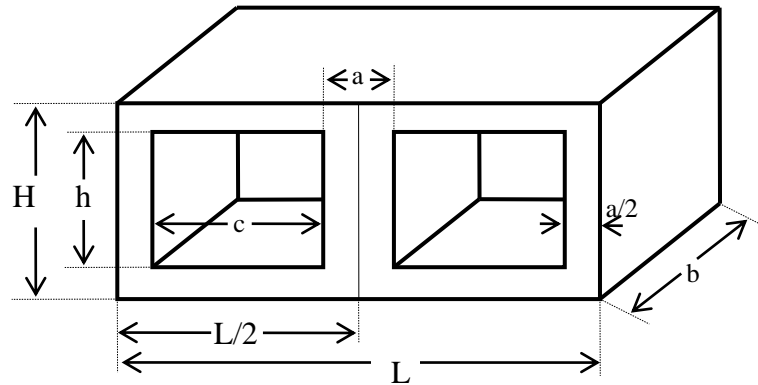
$$Q = k_Q \cdot \sqrt{\frac{S}{mf}} = 5 \cdot \sqrt{\frac{326,85}{6 \cdot 50}} = 5,22 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Chuẩn hoá tiết diện trụ theo kích thước có sẵn, chọn $Q = 4,25 \text{ (cm}^2\text{)}$

- Với tiết diện trụ $Q = 4,25 \text{ (cm}^2\text{)}$

Chọn loại thép 330A, là thép dày 0,35 (mm)

$$a = 20 \text{ (mm)}, b = 25 \text{ (mm)}$$



Hình 3.4: Kết cấu cuộn từ mạch kháng

- Chọn mật độ từ cảm trong trụ: $B_T = 0,8 \text{ T}$

- Khi có thành phần điện xoay chiều chạy qua cuộn kháng thì trong cuộn kháng sẽ xuất hiện một sức điện động E_K :

$$E_K = 4,44 \cdot W \cdot f' \cdot B_T \cdot Q \quad (3.10)$$

Gần đúng ta có thể viết: $E_K = \Delta U = 74,44 \text{ (V)}$

$$W = \frac{\Delta U}{4,44 \cdot f' \cdot B_T \cdot Q} = \frac{77,68}{4,44 \cdot 6.50 \cdot 0,8 \cdot 4,25 \cdot 10^{-4}} = 171,5 \text{ (vòng)}$$

Lấy $W = 172 \text{ (vòng)}$

- Dòng điện chạy qua cuộn kháng:

$$i(t) = I_d + I_{1m} \cos(6\theta + \varphi_1)$$

Dòng điện hiệu dụng chạy qua cuộn kháng:

$$I_K = \sqrt{I_d^2 + \left(\frac{I_{1m}}{\sqrt{2}}\right)^2} = \sqrt{59,5^2 + \left(\frac{5,95}{\sqrt{2}}\right)^2} = 59,65 \text{ (A)}$$

- Chọn mật độ dòng điện qua cuộn kháng: $J = 2,75 \text{ (A/mm}^2\text{)}$

Tiết diện dây quấn cuộn kháng:

$$S_K = \frac{I_K}{J} = \frac{59,65}{2,75} = 21,7(\text{mm}^2)$$

Chọn dây tiết diện chữ nhật, cách điện cấp B, chọn $S_K = 21,9 (\text{mm}^2)$

Chọn kích thước dây : $a_K \cdot b_K = 3,8 \times 5,9 (\text{mm})$

Tính lại mật độ dòng điện $J = \frac{I_K}{S_K} = \frac{59,65}{21,9} = 2,72(\text{A} / \text{mm}^2)$

- Chọn hệ số lấp đầy

$$K_{ld} = \frac{W \cdot S_K}{Q_{CS}} = 0,7$$

- Diện tích cửa sổ

$$Q_{CS} = \frac{W \times S_K}{K_{ld}} = \frac{172 \times 21,9}{0,7} 10^{-2} = 53,81(\text{cm}^2)$$

- Tính kích thước mạch từ

$$Q_{CS} = c \cdot h$$

chọn $m = \frac{h}{a} = 3$, suy ra $h = 3 \cdot a = 3 \cdot 20 = 60 (\text{mm})$

$$c = \frac{Q_{CS}}{h} = \frac{53,81}{6} = 8,97(\text{cm})$$

- Chiều cao mạch từ

$$H = h + a = 60 + 20 = 80 (\text{mm})$$

- Chiều dài mạch từ

$$L = 2 \cdot c + 2 \cdot a = 2 \cdot 8,97 + 2 \cdot 20 = 21,94 (\text{mm})$$

- Chọn khoảng cách từ gông tới cuộn dây: $h_g = 2 (\text{mm})$

- Tính số vòng dây trên một lớp

$$W_1 = \frac{h - 2 \cdot h_g}{b_K} = \frac{60 - 2 \times 2}{5,9} = 9,49(\text{vòng}) \approx 10(\text{vòng})$$

- Tính số lớp dây quấn

$$n_1 = \frac{W}{W_1} = \frac{172}{10} = 17,2 (\text{lớp}) \approx 17 (\text{lớp})$$

Mỗi lớp 10 vòng.

- Chọn khoảng cách cách điện giữa dây quấn với trụ: $a_{01} = 3$ (mm)

Cách điện giữa các lớp: $cd_1 = 0,1$ (mm)

- Bề dày cuộn dây

$$B_d = (a_k + cd_1) \cdot n_1 = (3,8 + 0,1) \cdot 17 = 66,3 \text{ (mm)}$$

- Tổng bề dày cuộn dây

$$B_{d\Sigma} = B_d + a_{01} = 66,3 + 3 = 69,3 \text{ (mm)}$$

- Chiều dài của vòng dây trong cùng

$$l_1 = 2 \cdot (a + b) + 2 \cdot \pi \cdot a_{01} = 2 \cdot (20 + 25) + 2 \cdot \pi \cdot 3 = 108,8 \text{ (mm)}$$

- Chiều dài của vòng dây ngoài cùng

$$l_2 = 2 \cdot (a + b) + 2 \cdot \pi \cdot (a_{01} + B_d) = 2 \cdot (20 + 25) + 2 \cdot \pi \cdot (3 + 66,3) = 525,20 \text{ (mm)}$$

- Chiều dài trung bình của 1 vòng dây

$$l_{tb} = \frac{l_1 + l_2}{2} = \frac{108,8 + 525,2}{2} = 317 \text{ (mm)}$$

- Điện trở của dây quấn ở 75°C

$$R = \rho_{75} \cdot \frac{l_{tb} \cdot W}{S_k} = 0,02133 \cdot \frac{317 \cdot 10^{-3} \cdot 172}{21,9} = 0,03 \text{ (\Omega)}$$

Ta thấy điện trở rất bé nên giả thiết ban đầu bỏ qua điện trở là đúng.

- Thể tích sắt

$$\begin{aligned} V_{\text{Fe}} &= 2 \cdot a \cdot b \cdot h + a \cdot b \cdot L = a \cdot b \cdot (2 \cdot h + L) \\ &= 20 \cdot 25 \cdot 10^{-4} \cdot (2 \cdot 60 + 219,4) \cdot 10^{-2} = 0,17 \text{ (dm}^3\text{)} \end{aligned}$$

- Khối lượng sắt

$$M_{\text{Fe}} = V_{\text{Fe}} \cdot m_{\text{Fe}} = 0,17 \cdot 7,85 = 1,334 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng đồng

$$\begin{aligned} M_{\text{Cu}} &= V_{\text{Cu}} \cdot m_{\text{Cu}} = S_k \cdot l_{tb} \cdot W \cdot m_{\text{Cu}} \\ &= 21,7 \cdot 317 \cdot 172 \cdot 8,9 \cdot 10^{-6} = 10,53 \text{ (kg)} \end{aligned}$$

3.12 TÍNH CHỌN CÁC THIẾT BỊ BẢO VỆ MẠCH ĐỘNG LỰC

3.12.1 Giới thiệu

Các phần tử bán dẫn công suất được sử dụng ngày càng rộng rãi, có nhiều ưu điểm như: gọn nhẹ, làm việc với độ tin cậy cao, tác động nhanh, hiệu suất cao, dễ dàng tự động hoá.....

Tuy nhiên những phần tử bán dẫn công suất rất khó tính toán và cũng hay bị hư hỏng do nhiều nguyên nhân khác nhau.

Do đó cần phải bảo vệ các Thyristor, cần phải tôn trọng các tỉ số giới hạn sử dụng do nhà chế tạo đã định với từng phần tử.

- Điện áp ngược lớn nhất
- Giá trị trung bình lớn nhất đối với dòng điện
- Nhiệt độ lớn nhất đối với thiết bị
- Tốc độ tăng trưởng lớn nhất của dòng điện $\frac{di}{dt}$
- Thời gian khoá t_{off}
- Thời gian mở t_{on}
- Dòng điện kích thích
- Điện áp kích

Các phần tử bán dẫn công suất cần được bảo vệ chống nhiều sự cố bất ngờ xảy ra gây nhiều loạn nguy hiểm như: ngắn mạch tải, quá điện áp hoặc quá dòng điện.

3.12.2 Bảo vệ quá nhiệt độ cho các van bán dẫn

Khi van bán dẫn làm việc, có dòng điện chạy qua, trên van có sụt áp ΔU , do đó có tổn hao công suất Δp . Tổn hao này sinh nhiệt, đốt nóng van bán dẫn. Mặc khác, van bán dẫn chỉ được phép làm việc dưới nhiệt độ cho phép (T_{cp}), nếu quá nhiệt độ cho phép các van sẽ bị phá hỏng. Để van bán dẫn hoạt động an toàn, không bị chọc thủng vì nhiệt, chọn và thiết kế hệ thống tỏa nhiệt hợp lý.

⇒ Tính toán cánh tỏa nhiệt :

Thông số cần có :

+Tổn thất công suất trên Thyristor : $\Delta p = \Delta U \times I_v = 1,8 \times 34,51 = 62,12$ (W)

+Diện tích bề mặt tỏa nhiệt : $S_{TN} = \frac{\Delta p}{K_m \times \tau}$

Trong đó : Δp : Tổn hao công suất W

τ : Độ chênh nhiệt độ so với môi trường

Chọn nhiệt độ môi trường $T_{mt} = 40^\circ C$

Nhiệt độ làm việc cho phép của Thyristor $T_{cp} = 125^\circ C$

Chọn nhiệt độ trên cánh tỏa nhiệt $T_{lv} = 80^\circ C$

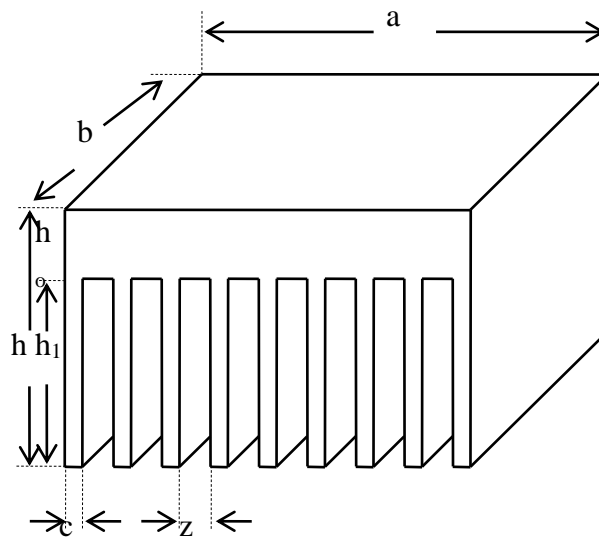
$$\tau = T_{lv} - T_{mt} = 40^\circ C$$

K_m : Hệ số tỏa nhiệt đối lưu và bức xạ. Chọn $K_m = 8W/m^2C$

Vậy $S_{TN} = 0,194 m^2$

Chọn loại cánh tỏa nhiệt có 12 cánh ,kích thước mỗi cánh: $a \times b = 10 \times 10 (cm \times cm)$

Tổng diện tích tỏa nhiệt của cánh $S_{TN} = 12 \times 2 \times 10 \times 10 = 2400 cm^2$



Kích thước cơ bản :

$$a < 200mm$$

$$b < 200mm$$

$$h < 180mm$$

$$h_0 = 5,15mm$$

$$c = 2 \div 3mm$$

$$z = 5 \div 12mm$$

Hình 3.5: Hình dáng và kích thước giới hạn cho cánh tỏa nhiệt một van bán dẫn

3.12.3 Bảo vệ quá dòng điện cho van

- Aptomat dùng để đóng cắt mạch động lực ,tự động cắt mạch khi quá tải và ngắn mạch Thyristor, ngắn mạch đầu ra bộ biến đổi ,ngắn mạch thứ cấp MBA ngắn mạch ở chế độ nghịch lưu.

+ Chọn aptomat có :

$$\text{Dòng điện làm việc chạy qua aptomat : } I_{lv} = \frac{S_{ba}}{\sqrt{3} \times 380} = 28,96\text{A}$$

$$\text{Dòng điện aptomat cần chọn : } I_{dm} = 1,1 \times I_{lv} = 1,1 \times 28,96 = 31,86 \text{ A}$$

$$U_{dm} = 380\text{V}$$

Có 3 tiếp điểm chính ,có thể đóng cắt bằng tay hoặc nam châm điện .Chỉ định dòng ngắn mạch : $I_{nm} = 2,5 \times I_{lv} = 72,41 \text{ A}$

$$\text{Dòng quá tải : } I_{qt} = 1,5 \times I_{lv} = 43,45 \text{ A}$$

Từ thông số trên chọn aptomat :.....

$$+\text{Chọn cầu dao có : dòng định mức : } I_{qt} = 1,1 I_{lv} = 31,86 \text{ A}$$

Cầu dao dùng để tạo khe hở an toàn khi sửa chữa hệ thống truyền động và dùng để đóng cắt nguồn chỉnh lưu khi khoảng cách từ nguồn cấp tới bộ chỉnh lưu đáng kể.

+ Dùng dây chảy: tác động nhanh để bảo vệ ngắn mạch các Thyristor, ngắn mạch đầu ra của bộ chỉnh lưu.

Nhóm 1cc :dòng điện định mức dây chảy nhóm 1cc

$$I_{1cc} = 1,1 \times I_2 = 1,1 \times 48,58 = 53,45 \text{ A} \quad \Rightarrow \text{Chọn 1cc loại 60 A}$$

Nhóm 2cc :dòng điện định mức dây chảy nhóm 2cc

$$I_{2cc} = 1,1 \times I_{hd} = 1,1 \times 34,51 = 37,96 \text{ A} \quad \Rightarrow \text{Chọn 2cc loại 40 A}$$

Nhóm 3cc :dòng điện định mức dây chảy nhóm 3cc

$$I_{3cc} = 1,1 \times I_d = 1,1 \times 59,5 = 65,46 \text{ A} \quad \Rightarrow \text{Chọn 3cc loại 70 A}$$

3.12.4 Bảo vệ quá điện áp cho van

Bảo vệ quá điện áp cho 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 tích tụ trong 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

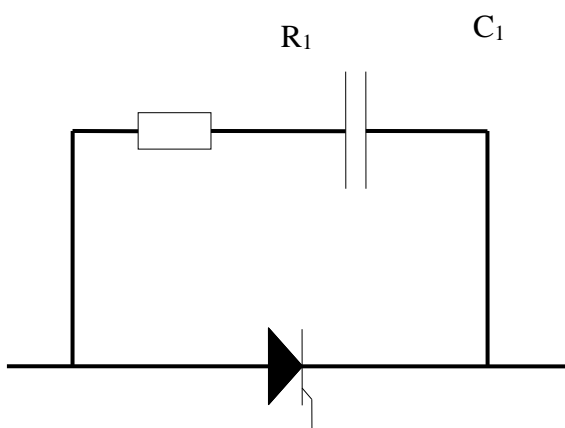
suất điện động cảm ứng rất lớn trong các điện cảm làm cho quá điện áp giữa Anot và Ktot của Thyristor. Khi có mạch mắc R-C song song với Thyristor tạo ra mạch vòng phóng điện tích trong quá trình chuyển mạch nên Thyristor không bị quá điện áp.

Thông thường : $R_1 = (5 \div 30)\Omega$; $C_1 = (0,25 \div 4)\mu F$

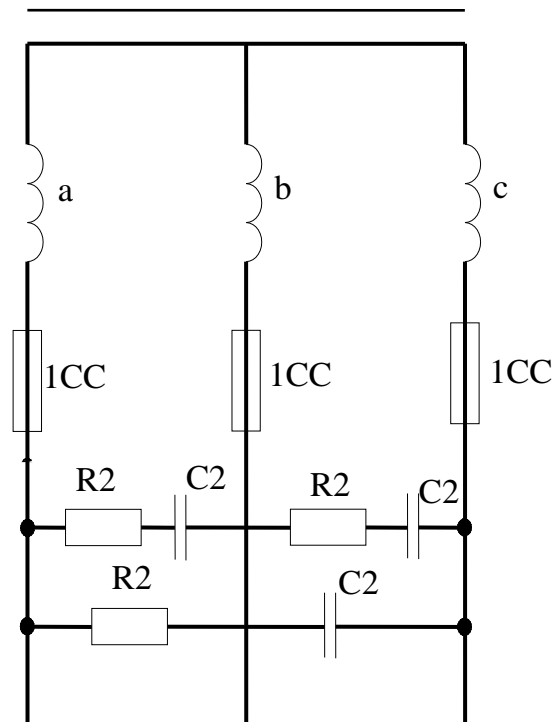
Theo tài liệu : $R_1 = 5,1\Omega$; $C_1 = 0,25\mu F$

Bảo vệ xung điều khiển từ lưới điện ta mắc mạch R-C nhờ có mạch lọc này mà đỉnh xung gần như nằm lại hoàn toàn trên điện trở đường dây.

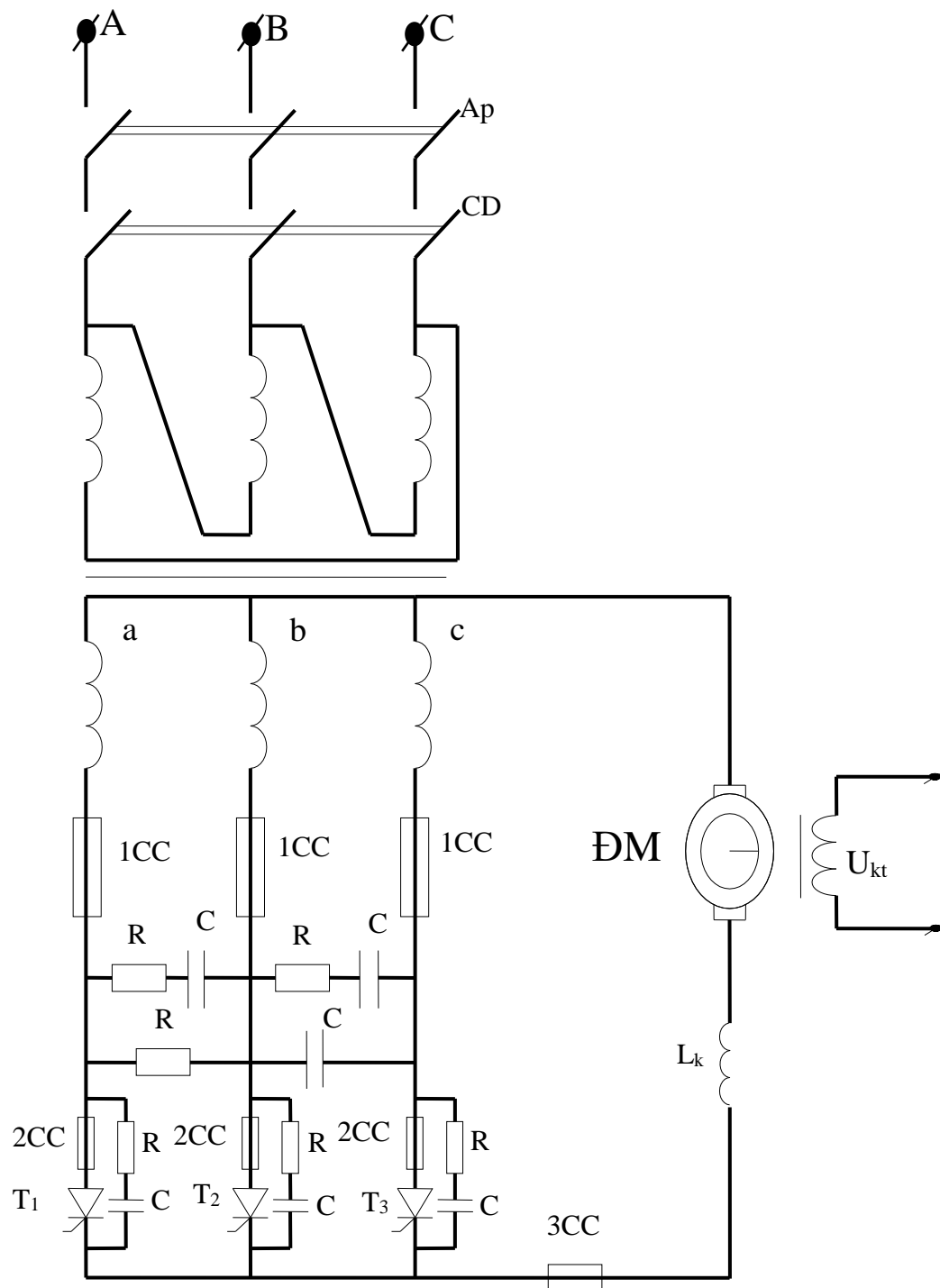
Trị số R-C chọn : $R_2 = 12,5\Omega$; $C_2 = 4\mu F$



Hình 3.6 : Mạch R-C bảo vệ quá điện áp do chuyển mạch



Hình 3.7: Mạch R-C bảo vệ điện áp từ lưới



Hình 3.8 : Sơ đồ nguyên lý mạch động lực

CHƯƠNG 4

TÍNH TOÁN MẠCH ĐIỀU KHIỂN

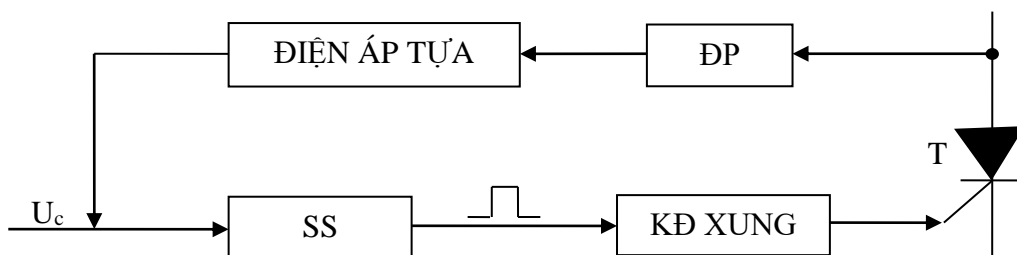
4.1 XÁC ĐỊNH YÊU CẦU CƠ BẢN

Mạch điều khiển được tính xuất phát từ yêu cầu về xung mở Thyristor. Các thông số cơ bản để tính mạch điều khiển.

- +Điện áp điều khiển Thyristor : $U_{đk} = 1,4 \text{ V}$
- +Dòng điện điều khiển Thyristor : $I_{đk} = 150 \text{ mA}$
- +Thời gian mở Thyristor: $t_m = 180 \mu\text{s}$
- +Độ rộng xung xung điều khiển $t_x = 2t_m = 2 \cdot 180 = 360 \mu\text{s}$.
- +Tần số xung điều khiển : $f_x = 3 \text{ kHz}$.
- +Điện áp nguồn nuôi mạch điều khiển : $U = \pm 18 \text{ V}$.
- +Mức sụt biên độ xung: $s_x = 0,15$

Góc thông tự nhiên của mạch chỉnh lưu tia ba pha dịch pha so với điện áp pha một góc là 30° (nếu lệch mở Thyristor trước thời điểm góc thông tự nhiên này Thyristor không dẫn, vì Thyristor pha trước đó đang dẫn, điện áp còn đang dương hơn). Do đó, điện áp tụt làm nền đưa vào để mở Thyristor cũng cần dịch pha một góc 30° . Để dịch pha điện áp đồng pha đi một góc 30° cần nối biến áp đồng pha có sơ cấp nối tam giác. Khi đó điện áp thứ cấp mỗi pha biến áp trùng pha với điện áp dây (điện áp dây dịch pha so với điện áp pha một góc là 30°). U_{AC}

4.2 SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ MẠCH ĐIỀU KHIỂN



Hình 4.1 : Sơ đồ khối điều khiển thyristor

4.3 NGUYÊN TẮC ĐIỀU KHIỂN

4.3.1 Nguyên tắc điều khiển thẳng đứng tuyến tính

Theo nguyên tắc này người ta thường dùng hai điện áp :

- Điện áp đồng bộ (U_s), đồng bộ với điện áp đặt trên anôt – catôt của Thyristor, thường đặt vào đầu đảo của khâu so sánh .
- Điện áp điều khiển (U_{dk}), là điện áp một chiều, có thể điều chỉnh được biên độ . Thường đặt vào đầu không đảo của khâu so sánh

Khi $U_s = U_{dk}$ 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 bền ổn định tạo ra xung điều khiển .

Như vậy bằng cách làm biến đổi U_{dk} , ta có thể điều chỉnh được thời điểm xuất hiện xung ra, tức là điều chỉnh góc α .

$$\text{Giữa } \alpha \text{ và } U_{dk} \text{ có quan hệ sau : } \alpha = \pi \cdot \frac{U_{dk}}{U_{smax}} ;$$

Người ta lấy $U_{dkmax} = U_{smax}$.

4.3.2 Nguyên tắc điều khiển thẳng đứng arccos

Theo nguyên tắc này người ta dùng hai điện áp :

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

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

- Điện áp điều khiển U_{dk} 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 sẽ nhận được một xung rất mảnh ở đầu ra của khâu so sánh khi khâu này lật trạng thái .

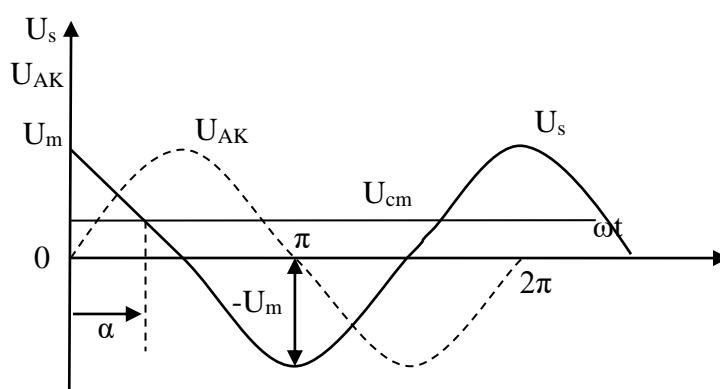
$$U_m \cos \alpha = U_{dk} ; \quad (4.1) \quad \text{Do đó}$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{U_{dk}}{U_m}\right) ;$$

Khi $U_{dk} = U_m$ thì $\alpha = 0$;

Khi $U_{dk} = 0$ thì $\alpha = \frac{\pi}{2}$;

Khi $U_{dk} = -U_m$ thì $\alpha = \pi$;



Hình 4.2 :Nguyên tắc điều khiển thẳng đứng arccos

Như vậy , khi điều chỉnh U_{dk} từ trị $U_{dk} = +U_m$, đến trị $U_{dk} = -U_m$ ta có thể điều chỉnh được góc α từ 0 đến α .

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

Bằng cách tác động vào U_{dk} ta có thể điều chỉnh được vị trí xung điều khiển, cũng tức là điều chỉnh được góc mở α

-Mạch điều khiển tia 3 pha thường được thiết kế theo nguyên tắc thẳng đứng tuyến tính.

-Để tạo thành 1 mạch điều khiển thường sử dụng các linh kiện: biến áp đồng pha, vi mạch TCA 780 (công tắc ngưỡng), tranzitor, máy biến áp xung, các diot và diot zener và một số linh kiện điện tử khác.

4.4 LỰA CHỌN VÀ THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN

4.4.1 Vi mạch TCA 780

4.4.1.1 Giới thiệu

4.4.1.2 Sơ đồ vi mạch TCA 780

Hình 4.4: Sơ đồ vi mạch TCA 780

Bảng chú thích 4.1: Ký hiệu các chân trong TCA 780

Chân	Symbol Ký hiệu	Function
1	GND	Ground
2	$\overline{Q_2}$	Output 2 inverted
3	Q U	Output U
4	$\overline{Q_1}$	Output 1 inverted
5	V_{SYNC}	Synchronous voltage
6	I	Inhibit
7	Q Z	Output Z
8	V_{REF}	Stabilized voltage

9	R_9	Ramp resistance
10	C_{10}	Ramp capacitance
11	V_{11}	Control voltage
12	C_{12}	Pulse extension
13	L	Long pulse
14	Q 1	Output 1
15	Q 2	Output 2
16	V_s	Supply voltage

Vi mạch TCA 780 còn được gọi là công tắc ngưỡng.

-Được bán rộng rãi trên thị trường, vi mạch này do hãng Siemens chế tạo, được sử dụng để điều khiển các thiết bị chỉnh lưu, thiết bị điều chỉnh dòng điện xoay chiều.

-TCA 780 là vi mạch phức hợp thực hiện 4 chức năng của một mạch điều khiển:

+“Tê đầu” điện áp đồng bộ.

+Tạo điện áp răng cưa đồng bộ.

+So sánh.

+Tạo xung ra

-Có thể điều chỉnh góc mở α từ 0^0 đến 180^0 điện.

-Thông số chủ yếu của TCA 780:

+Điện áp nuôi: $U_s = 18 \text{ V}$

+Dòng điện tiêu thụ: $I_s = 10 \text{ mA}$

+Dòng điện ra: $I = 50 \text{ mA}$

+Điện áp răng cưa: $U_{r \max} = (U_s - 2) \text{ V}$

+Điện trở trong mạch tạo điện áp răng cưa: $R_9 = 20 \text{ k}\Omega - 500 \text{ k}\Omega$

+Điện áp điều khiển: $U_{11} = -0,5 - (U_s - 2) \text{ V}$

+Dòng điện đồng bộ: $I_s = 200 \mu \text{ A}$

+Tụ điện: $C_{10} = 0,5 \mu \text{ F}$

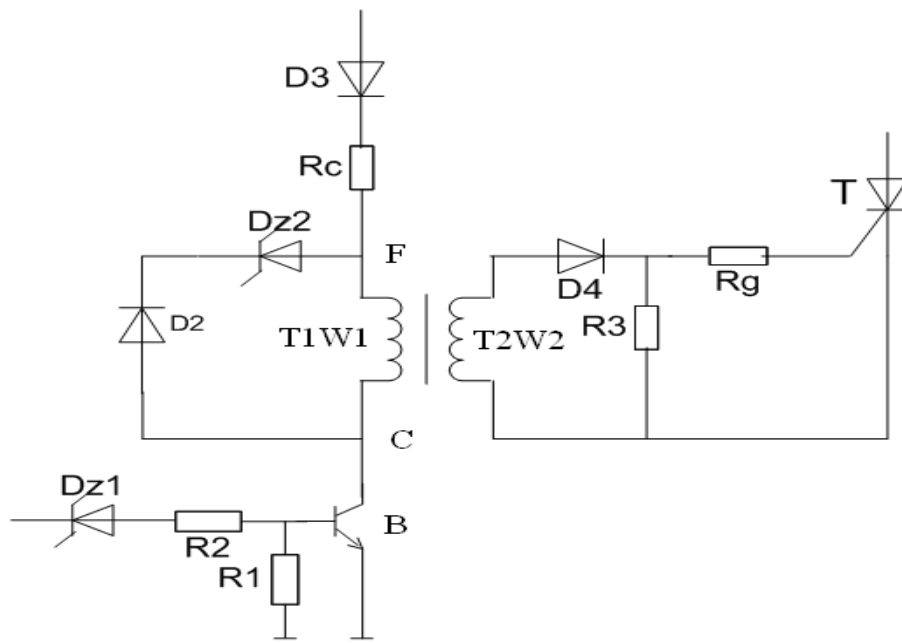
+Tần số xung ra: $f = 10 - 500 \text{ Hz}$

4.4.2 Khâu khuếch đại xung

-Xung ra trên vi mạch TCA 780 chưa đủ lớn để có thể mở Thyristor, do đó cần khuếch đại xung có biên độ đủ lớn để có thể mở Thyristor động lực.

-Khuếch đại tạo xung gồm các linh kiện: transistor, biến áp xung, diot và các điện trở phân cực cho tranzit

4.4.2.1 Sơ đồ 1 pha của khâu khuếch đại xung



Hình 4.5: Sơ đồ 1 pha của khâu khuếch đại xung

4.4.2.2 Chức năng của các linh kiện

- Dz1: diot ổn áp, ổn định điện áp đầu vào của khâu khuếch đại .

- D3: hướng dòng cung cấp cho transistor.
- D2, Dz₂: hạn chế quá điện áp trên cực collector và emitter của transistor.
- R1, R2: điện trở hạn chế dòng phân cực I_B của transistor.
- R_c: điện trở hạn chế dòng collector.
- D4: ngăn chặn xung áp âm có thể có khi T bị khóa.
- R_g: hạn chế dòng điều khiển
- R3: điều khiển biên độ và sườn xung ra.

4.4.2.3 Hoạt động của sơ đồ khuếch đại xung

Giả sử tín hiệu vào U_c (là tín hiệu logic) được lấy từ chân 15 (và 14) của TCA 780.

- Khi U_c = “1” (mức logic 1) thì tranzitor dẫn bão hoà

Giả sử khi t = 0, U_c = “1”, tranzitor dẫn, điện cảm L của biến áp xung

ngăn không cho $I_c = \frac{U_s}{R_c}$ ngay, mà dòng I_c tăng từ từ theo hàm mũ .

$$i_c = \frac{U_c}{R_c} (1 - e^{-\frac{t}{T}}) \quad \text{với } T = \frac{L_1}{R_c}$$

- Khi U_c = “0” (mức logic 0) thì Dz₁ bị chặn lại và tranzitor bị khoá.

Khi t = t₁ U_c = “0” ta có:

Tranzitor bị khoá → I_c = 0

Vậy nếu không có diot D₂ thì năng lượng $W = \frac{1}{2} L I_0^2$ sinh ra quá điện áp trên

cực C và E, quá điện áp có thể vượt quá 100V nên có thể phá huỷ transistor.

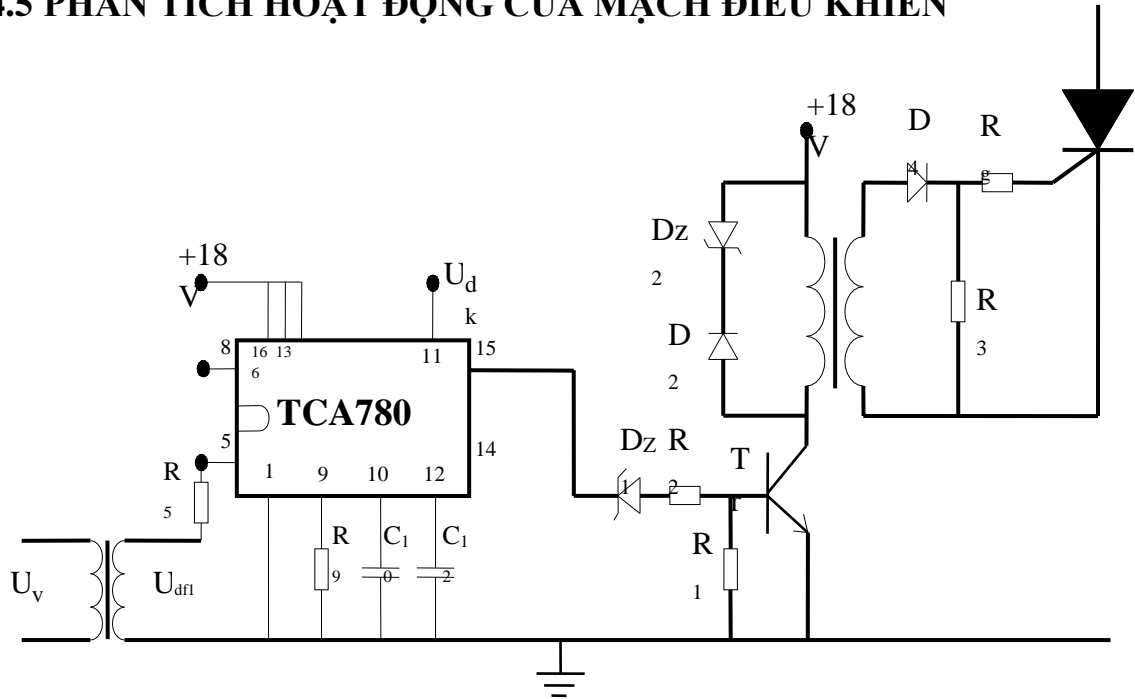
Khi có D₂: U_{CE} = U_C - U_E = 0,8 (V) thì D₂ mở cho dòng chạy qua làm ngắn mạch 2 điểm C, F trên cuộn sơ cấp máy biến áp xung.

Do đó: U_{CE} = U_S + 0,8 (V)

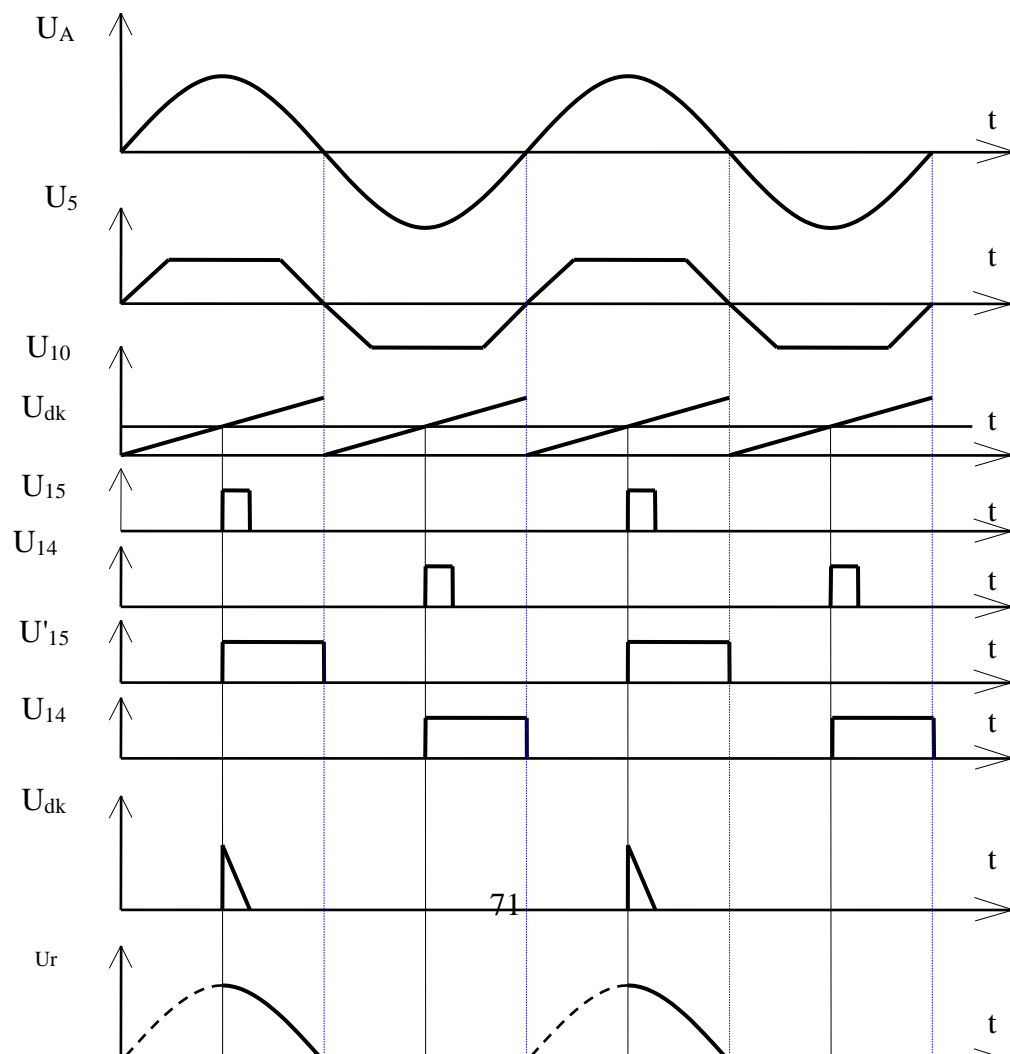
4.4.2.4 Khâu truyền hàm điều khiển

Khi có xung ở cuộn dây thứ cấp của máy biến áp xung, xung này truyền qua D₄ đến điều khiển mở Thyristor khi T được phân cực thuận.

4.5 PHÂN TÍCH HOẠT ĐỘNG CỦA MẠCH ĐIỀU KHIỂN Thyristor.



Hình 4.6: Sơ đồ 1 pha điều khiển Thyristor.



Hoạt động của sơ đồ

-TCA 780 hoạt động theo nguyên tắc điều khiển thẳng đứng tuyến tính .

+ U_c : điện áp điều khiển lấy từ chân 11 (Khoảng 0,5 – 16 V)

+ $U_s = U_c - U_v$: khi $U_c = U_s$ tức $U_v = 0$ thì TCA làm nhiệm vụ so sánh và tạo xung ra. Bằng cách làm thay đổi U_{dk} có thể điều chỉnh thời điểm xuất hiện xung ra tức điều chỉnh được góc mở α

+Tụ C_{10} : tham gia vào khâu tạo ra điện áp răng cưa, nó được nạp bằng dòng điện i từ chân số 10 và dòng i được điều chỉnh bằng R_9 (thường $R_9 = 20 \text{ k}\Omega - 500 \text{ k}\Omega$).

Dòng điện i được tính:

$$i = \frac{U_8}{R_9} = \frac{3,3}{R_9} \quad (\text{Thường chọn } R_9 = 200 \text{ k}\Omega)$$

$$U_{10} = \frac{i \cdot t}{C_{10}} \quad (\text{Thường chọn } C_{10} = 0,5 \mu\text{F})$$

+Tại thời điểm $t = t_0$, $U_{10} = U_c = U_{11}$, xuất hiện xung dương ở chân 15 nên $V(t) > 0$, xuất hiện xung ra ở chân 14 nếu $V(t) < 0$

$$t_0 = \frac{C_{10} \cdot U_{10}}{i} = \frac{R_9 \cdot C_{10} \cdot U_c}{U_8}$$

$$\text{Góc mở } \alpha = \omega t_0 = \omega \cdot R_9 \cdot C_{10} \cdot \frac{U_c}{U_8} = K \cdot U_c$$

Vậy góc mở α biến thiên từ $(0 - 180^\circ \text{ điện})$ cũng có thể thay đổi bằng cách thay đổi U_c hoặc R_9 .

+Tụ C_{12} có tác dụng khuếch đại độ rộng xung ra. C_{12} có thể chọn $0 - 100$ pF. Muốn có độ rộng xung lớn có thể chọn $C_{12} > 300$ pF.

+ U_S : điện áp nguồn nuôi từ các chân 6, 13, 16 với điện áp 1 chiều (18 V)

(Trong các khoảng $t_1 \rightarrow t_2$, $t_4 \rightarrow t_5$) ta sẽ có xung U_{dk} làm mở thông các Tranzitor, kết quả là ta nhận được chuỗi xung nhọn X_{dk} trên biến áp xung , để đưa tới mở Thyristor T .

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

Hiện nay đã có nhiều hãng chế tạo các vi xử lý chuyên dụng để điều khiển các thyristor rất tiện lợi. Tuy nhiên những linh kiện loại này chưa được phổ biến trên thị trường .

Lưu ý: +Trường hợp sơ đồ chỉnh lưu hình tia 3 pha sử dụng 3 Thyristor ta chỉ cần sử dụng xung ra lấy từ chân số 15.

+Để có được xung điều khiển lần lượt cho cả 3 Thyristor cần có 3 vi mạch TCA 780 đảm nhận.

4.6. TÍNH CHỌN CÁC THÔNG SỐ PHẦN TỬ MẠCH ĐIỀU KHIỂN

4.6.1 Tính chọn các phần tử trong khâu khuếch đại xung

Chọn diot D4 dùng điều khiển của Thyristor T60N1000VOF:

$$U_S = 18 \text{ V}, I_g = 300 \text{ mA}$$

Chọn diot D4 loại S310 của Liên Xô với các thông số:

$$U_{CE} = 40 \text{ V}, U_{BE} = 3 \text{ V}, I_{c \max} = 300 \text{ mA}, \beta = 13 - 25$$

Với $I_C = 150 \text{ mA}$, chọn $\beta = 20$

$$\rightarrow I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{150}{20} = 7,5 \text{ mA}$$

Điện trở R_c :

$$R_c = \frac{U_{CE} - U_1 - \Delta U_{D3}}{I_c} = \frac{U_s - U_1 - \Delta U_{D3}}{I_c} = \frac{18 - 15,2 - 0,6}{150 \cdot 10^{-3}} = 14,667 (\Omega)$$

$$\Rightarrow R_c = 15 (\Omega)$$

Tính chọn R_1 :

$$R_1 = \frac{U_{BE}}{I_c \cdot I_B} = \frac{3 \cdot 10^6}{150 \cdot 7,5 \cdot 10^{-6}} = 70,58 (\Omega)$$

Chọn D2, D3 loại S310 có các thông số:

$$I = 0,5 \text{ A}, U_{ng \max} = 20 \text{ V}, U_V = \Delta U_{D3} = 0,6 \text{ V}$$

Diode Dz2 là loại diode zener loại 1W3815 có các thông số:

$$I_{\max} = 264 \text{ mA}, U_{0N} = 16 \text{ V}, P_{\max} = 2 \text{ W}$$

Tính chọn Dz1 và R_2 :

Dòng điện ra từ chân 14 và 15 qua diode D1 là 50 mA

Biên độ xung ra $U_x = 16 \text{ V}$

Chọn Dz1 là diode zener loại KU139A có các thông số

$$U = 3,7 \text{ V}; I_{\max} = 70 \text{ mA}; I_{\min} = 30 \text{ mA}$$

Dòng điện ra trên chân 14 và 15 qua diode D1 là 50 mA.

Biên độ xung ra $U_x = 16 \text{ V}$

Điện trở R_2 được tính như sau:

$$R_2 = \frac{U_x - U - U_{BE}}{I} = \frac{16 - 3,7 - 3}{150} = 186 (\Omega)$$

Chọn Tranzitor công suất Tr loại 2SC9111 làm việc ở chế độ xung có các thông số:

+Tranzitor loại n-p-n, vật liệu bán dẫn là Si.

+Điện áp giữa colecto và bazơ khi hở mạch emito: $U_{CB0} = 40 \text{ V}$.

+Điện áp giữa emito và bazơ khi hở mạch colecto: $U_{EB0} = 4 \text{ V}$.

+Dòng điện lớn nhất ở colecto có thể chịu đựng : $I_{cmax}=500$ mA.

+Công suất tiêu tán ở colecto : $P_C=1,7$ W.

+Nhiệt độ lớn nhất ở mặt tiếp giáp: $T_1 =175^0C$.

+Hệ số khuếch đại : $\beta =50$.

+Dòng làm việc của colecto: $I_{C3}=I_1= 50$ mA.

+Dòng điện làm việc của bazơ: $I_{B3}=I_{C3}/\beta=50/50=1$ mA.

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

$U_{dk}=1,4$ V, $I_{dk}=0,15$ A

4.6.2 Chọn các phần tử bên ngoài TCA 780

Ta chọn : $R_9 = 100(k\Omega)$; $C_{10} = 0,5(\mu F)$; $C_{12} = 0,5(\mu F)$

4.6.3 Tính toán máy biến áp đồng pha

Máy biến áp đồng pha là máy biến áp tạo nguồn cung cấp cho TCA 780.

Máy biến áp đồng pha có điện áp lớn, có sơ đồ nối dây Δ/Y để tạo ra độ lệch 30^0 một cách tự nhiên, đồng thời tạo ra sự đồng pha của máy biến áp thứ cấp.

Độ dài xung răng cưa của cả độ dài của máy biến áp đồng pha với điện áp điều khiển cực đại là:

$$U_{2max} = \frac{U_{dk}}{\sin 170^0} = \frac{U_C}{\sin 170^0} = \frac{16}{0,174} = 91,954(V)$$

TCA có dòng vào đồng bộ khoảng $I_5 = 200$ (μA)

Vậy điện trở R_5 được tính như sau:

$$R_5 = \frac{U_2}{I_5} = \frac{91,954}{200} = 0,46.10^6 (\Omega) = 460(k\Omega)$$

Tỉ số biến áp của máy biến áp đồng pha:

$$n = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{91,954} = 2,39$$

Dòng điện sơ cấp của máy biến áp là:

$$I_1 = \frac{I_2}{n} = \frac{200}{2,39} = 83,68(\mu A)$$

Công suất của máy biến áp đồng pha:

$$S = 3 \cdot U_1 \cdot I_1 = 3 \cdot 220 \cdot 83,68 \cdot 10^{-6} = 55,22 \cdot 10^{-3} \text{ (W)}$$

Công suất của máy biến áp đồng pha tương đối nhỏ.

4.6.4 Tính chọn biến áp xung

Tỉ số biến áp của biến áp xung được tính theo công thức:

$$m = \frac{U_1}{U_x} \quad (\text{Thường } m = 2 - 3) \quad \text{Chọn } m = 2$$

Vậy điện áp sơ cấp của biến áp xung là:

$$U_1 = m \cdot U_x = 2 \cdot (7 + 0,6) = 15,2 \text{ (V)}$$

Với $U_x = U_q + \Delta U_p = (7 + 0,6) \text{ (V)}$

Dòng điện sơ cấp của biến áp xung: $I_1 = \frac{I_g}{2} = 150 \text{ (mA)}$

*Mạch từ:

Chọn vật liệu sắt từ $\exists 330$, lõi sắt từ có dạng hình chữ nhật, làm việc trên 1 phần đặc tính của từ hoá tuyến tính $B_s = 2,2 \text{ T}$, $\Delta B = 1,7 \text{ T}$ làm việc ở $f = 50 \text{ Hz}$, có khe $\Delta H = 50 \text{ A/m}$.

Từ thẩm của lõi thép từ:

$$\mu = \frac{\Delta B}{\mu_0 \Delta H} = \frac{1,7}{50 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}} = 2,7 \cdot 10^4$$

Vì mạch từ có khe hở nên phải tính từ thẩm trung bình.

Sơ bộ ta chọn chiều dài trung bình của đường sức:

$L = 0,1 \text{ m}$; khe hở $l_{kh} = 10^{-5}$

$$\mu_{tb} = \frac{L}{l_{kh} + \frac{L}{\mu}} = \frac{0,1}{10^{-5} + \frac{0,1}{2,7 \cdot 10^4}} = 7,3 \cdot 10^3$$

Thể tích lõi sắt từ:

$$V = \phi_1 = \frac{\mu_{tb} \cdot \mu_0 \cdot t_x \cdot S \cdot U_{s2} \cdot I_2}{\Delta B^2} = \frac{7,3 \cdot 10^3 \cdot 4\pi 10^{-7} \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,15 \cdot 15,2 \cdot 0,15}{0,7^2}$$

$$= 1,02 \cdot 10^{-6} \text{ (m)} = 1,02 \text{ (cm}^3\text{)}$$

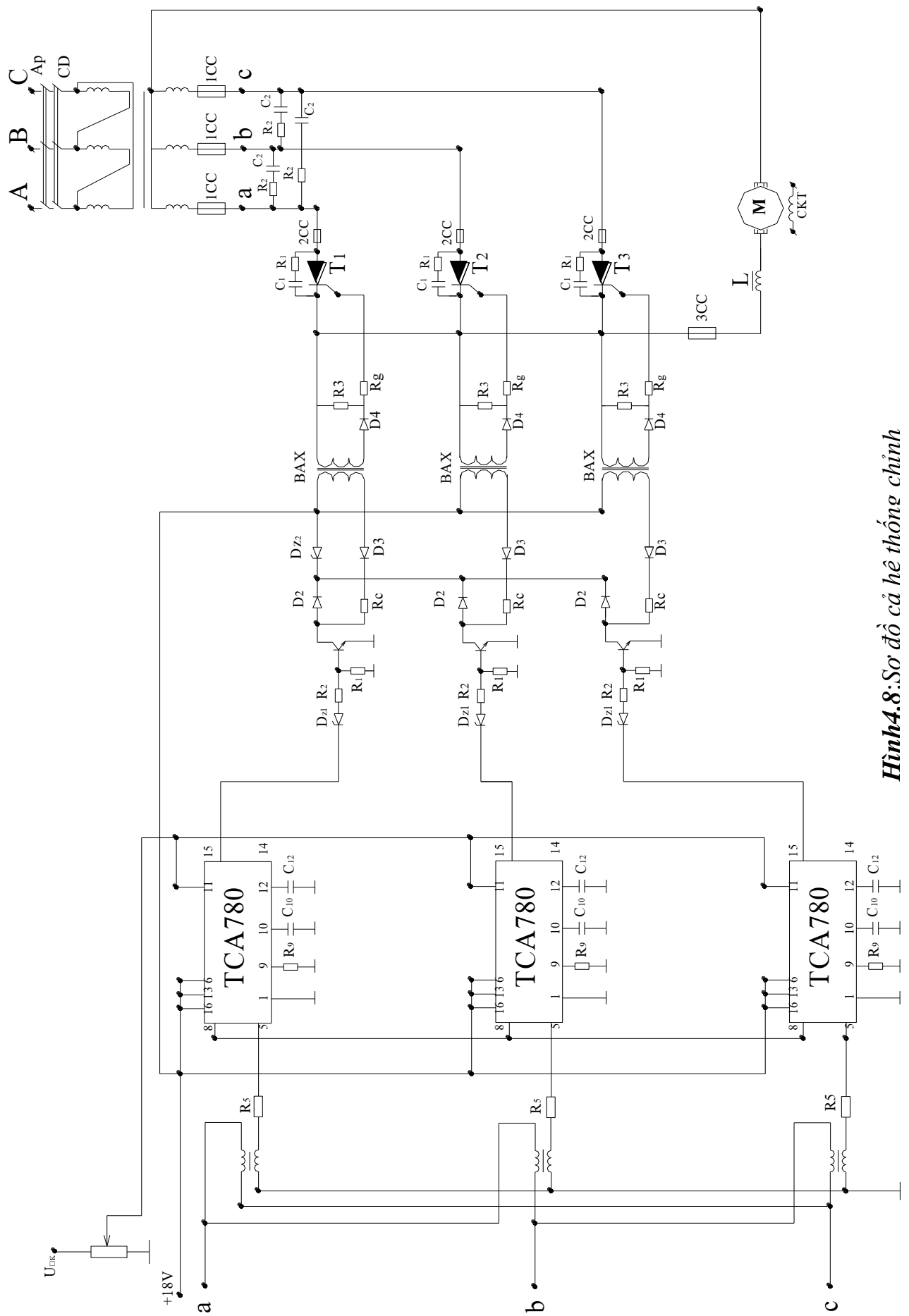
Chọn thể tích bằng 3 (cm³)

Chọn các số liệu thiết kế: $l = 1 \text{ (cm)}$, $a = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ (cm)}$

Số vòng dây cuộn sơ cấp biên áp xung:

$$W_1 = \frac{U_1 \cdot t_{x1}}{\Delta B \cdot \phi \cdot K} = \frac{15,2 \cdot 5 \cdot 10^{-4}}{0,7 \cdot 1,5 \cdot 0,76 \cdot 10^{-4}} = 95 \text{ (vòng)}$$

Số vòng dây cuộn thứ cấp biên áp xung: $W_2 = \frac{U_2}{U_1} \cdot W_1 = \frac{7,6 \cdot 95}{15,2} = 47,5 \text{ (vòng)}$



Hình 4.8. Sơ đồ cả hệ thống chỉnh

Nguyên lý hoạt động cơ sơ đồ

Với sơ đồ nguyên lý như trên, các Thyristor được nối theo nhóm katốt chung nên các phần tử chỉnh lưu có đặc điểm như sau:

- Thyristor dẫn điện là Thyristor có anốt được nối với điện áp cao nhất và phải được kích xung đồng pha với điện áp của pha đó.

- Thyristor nào dẫn điện thì nó sẽ gánh trọn dòng điện tải.

- Khi có một Thyristor dẫn điện thì hai Thyristor còn lại sẽ không dẫn (nếu ta xét bỏ qua sự chuyển mạch).

Để tiến hành điều chỉnh tốc độ động cơ, người ta thay đổi góc kích α của Thyristor sẽ thay đổi được điện áp chỉnh lưu, làm cho điện áp đặt lên phần ứng động cơ thay đổi. Xét hai trường hợp:

* *Khi $\alpha = 0$* : Ta kích Thyristor tại thời điểm chuyển mạch tự nhiên làm cho điện áp ra trung bình là cực đại: $U_{do} = U_{dmax}$

$$U_{do} = U_{dmax} \cos \alpha = \frac{m}{\pi} \sqrt{2} U_{2f} \sin \frac{\pi}{m}$$

Trong đó: - U_{do} : Điện áp chỉnh lưu tại thời điểm $\alpha = 0$.

- m : Số pha của chỉnh lưu ($m = 3$).

- U_{2f} : Điện áp pha thứ cấp máy biến áp.

* *Khi $\alpha \neq 0$* : $U_d = U_{dmax} \cos \alpha$

$$U_d = \frac{m}{\pi} \sqrt{2} U_{2f} \sin \frac{\pi}{m} \cos \alpha$$

- Khi $0 < \alpha < 30^\circ$: Dòng chỉnh lưu sẽ liên tục .

Trong khoảng thời gian $t_1 t_2$ điện áp ra U_a có giá trị lớn nhất, đồng thời tại thời điểm t_1 kích xung cho T_1 . T_1 nhận xung kích nên dẫn điện, mở cho dòng điện chạy qua còn hai van T_2 và T_3 bị khóa. Sau thời điểm t_2 trở đi U_b có giá trị lớn nhất. Tại t_2 , kích xung cho T_2 nên T_2 dẫn. Lúc này ta có $U_a < U_b$ nên

anốt của T_1 có điện thế thấp hơn so với katốt của nó, do đó T_1 bị khóa. Tương tự, tại thời điểm t_3 , T_3 dẫn còn T_1 và T_2 bị khóa.

Như vậy mỗi Thyristor sẽ cho dòng chạy qua nó trong khoảng thời gian 120° điện và giá trị trung bình của điện áp chỉnh lưu Thyristor :

$$U_d = \frac{3}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6} + \alpha}^{\frac{\pi}{6} + \alpha + \frac{2\pi}{3}} \sqrt{2} U_2 \sin \theta d\theta = \frac{3\sqrt{6}}{2\pi} U_2 \cos \alpha$$

Điện áp ngược đặt lên mỗi Thyristor là hiệu số điện thế giữa anốt và katốt của Thyristor đó:

. Khi T_2 dẫn:

$$U_{ngT1} = U_b - U_a = \sqrt{6} U_2 \cos(\theta - \frac{\pi}{3})$$

. Khi T_3 dẫn:

$$U_{ngT1} = U_c - U_a = \sqrt{6} U_2 \cos(\theta - \frac{2\pi}{3})$$

Điểm cực trị của điện áp ngược đặt lên T_1 là:

$$U_{ngT1} = \sqrt{6} U_2 \text{ khi } \theta = \frac{4\pi}{3}$$

$$U_{ngT1} = \sqrt{6} U_2 \text{ khi } \theta = \frac{11\pi}{3}$$

Dòng điện chỉnh lưu được san bằng có giá trị:

$$I_d = \frac{U_d}{R_d + X_d}$$

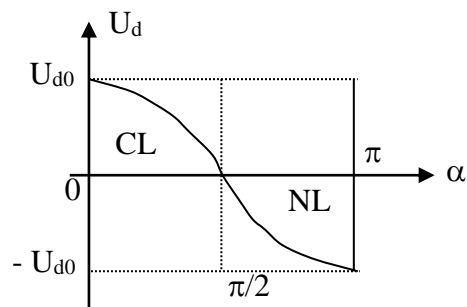
Giá trị trung bình của dòng điện chạy qua mỗi Thyristor là:

$$I_{dib} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\frac{2\pi}{3}} I_d d\theta = \frac{I_d}{3}$$

- Khi $30^0 < \alpha < 90^0$: Điện áp ra tức thời sẽ âm trong một số khoảng.

- Khi $\alpha = 90^0$: Điện áp ra trung bình $U_{dtb} = 0$.

Ta nhận thấy: Trong khoảng $0 < \alpha < 90^0$, bộ biến đổi làm việc ở chế độ chỉnh lưu với điện áp $U_d > 0$. Và trong khoảng $90^0 < \alpha < 180^0$, bộ biến đổi làm việc ở chế độ nghịch lưu với $U_d < 0$. Mối quan hệ giữa $U_d = f(\alpha)$ của bộ chỉnh lưu Thyristor được biểu diễn như sau:



Hình 4.9 Đặc tính điều chỉnh $U_d = f(\alpha)$.

KẾT LUẬN

Sau một quá trình học tập và nghiên cứu đồ án, cùng với sự hướng dẫn tận tình của thầy giáo Th.S Nguyễn Đoàn Phong , sự giúp đỡ của các thầy cô giáo trong khoa Điện- Điện tử và các bạn cùng lớp, em đã hoàn thành các nhiệm vụ được giao của bản đồ án tốt nghiệp:” Thiết kế chế tạo bộ chỉnh lưu hình tia ba pha điều khiển động cơ điện một chiều”

Trong đề tài này đã giúp em hiểu rõ hơn về:

- Động cơ điện một chiều
- Thyristor
- Bộ chỉnh lưu hình tia ba pha
- Các khâu điều khiển
- Vi mạch TCA780
- Mạch động lực và bảo vệ
- Cách tính toán các thông số của các linh kiện trong mạch

Trong quá trình thực hiện, chắc chắn bản thân em không thể tránh khỏi những thiếu sót, em rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của các thầy và các bạn để bản đồ án này được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

Hải Phòng, ngày 24 tháng 6 năm 2016

Sinh viên thực hiện .

Vũ Hải Sơn

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Văn Doanh, Nguyễn Thế Công, Trần Văn Thịnh (2007) , ***Điện tử công suất***, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật
2. Nguyễn Bính (2000) , ***Điện tử công suất*** , Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật
3. Trần Văn Thịnh (2006) , ***Tính toán thiết kế thiết bị điện tử công suất***, Nhà xuất bản giáo dục Việt Nam