

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



ISO 9001:2008

**XÂY DỰNG HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH DÒNG ĐIỆN
BỘ CHỈNH LƯU MỘT PHA TẢI ĐIỆN TRỞ R BIẾN
ĐỔI**

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

HẢI PHÒNG - 2017

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



ISO 9001:2008

**XÂY DỰNG HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH DÒNG ĐIỆN
BỘ CHỈNH LƯU MỘT PHA TẢI ĐIỆN TRỞ R BIẾN
ĐỔI**

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

Sinh viên : Đinh Trọng Vinh
Người hướng dẫn: GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn

HẢI PHÒNG - 2017

Cộng hoà xã hội chủ nghĩa Việt Nam

Độc lập – Tự Do – Hạnh Phúc

-----o0o-----

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên : Đinh Trọng Vinh

MSV : 1312102001

Lớp : ĐC1701

Ngành : Điện Tự Động Công Nghiệp

Tên đề tài : Xây dựng hệ thống điều chỉnh dòng điện bộ chỉnh

lưu một pha tải điện trở R biến đổi

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 cần tính toán và các bản vẽ).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp.....

CÁC CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn thứ nhất:

Họ và tên : Thân Ngọc Hoàn
Học hàm, học vị : Giáo Sư Tiến Sĩ Khoa Học
Cơ quan công tác : Trường 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 tốt nghiệp được giao ngày.....tháng.....năm 2017.

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày.....tháng.....năm 2017

Đã nhận nhiệm vụ Đ.T.T.N
Sinh viên

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

Đinh Trọng Vinh

GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2017

HIỆU TRƯỞNG

GS.TS. NGUYỄN VĂN HỮU NGHỊ

PHẦN NHẬN XÉT TÓM TẮT CỦA CÁN BỘ HƯỚNG DẪN

1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp.

.....

.....

.....

.....

.....

2. Đánh giá chất lượng của Đ.T.T.N (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T.T.N, trên các mặt lý luận thực tiễn, tính toán giá trị sử dụng, chất lượng các bản vẽ..)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Cho điểm của cán bộ hướng dẫn

(Điểm ghi bằng số và chữ)

Ngày.....tháng.....năm 2017

Cán bộ hướng dẫn chính

(Ký và ghi rõ họ tên)

NHẬN XÉT ĐÁNH GIÁ CỦA NGƯỜI CHĂM PHẢN BIỆN
ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

1. Đánh giá chất lượng đề tài tốt nghiệp về các mặt thu thập và phân tích số liệu ban đầu, cơ sở lý luận chọn phương án tối ưu, cách tính toán chất lượng thuyết minh và bản vẽ, giá trị lý luận và thực tiễn đề tài.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Cho điểm của cán bộ chấm phản biện
(*Điểm ghi bằng số và chữ*)

Ngày.....tháng.....năm 2017

Người chấm phản biện
(*Ký và ghi rõ họ tên*)

MỤC LỤC

LỜI MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG 1. CÁC BỘ CHỈNH LƯU CÓ ĐIỀU KHIỂN.....	2
1.1.CHỈNH LƯU MỘT PHA.....	3
1.1.1.Chỉnh lưu một nửa chu kỳ.	3
1.1.2.Chỉnh lưu cả chu kỳ với biến áp có điểm trung tính.	3
1.1.3.Một số ưu nhược điểm của sơ đồ.	5
1.1.4.Chỉnh lưu cầu một pha đối xứng.....	5
1.1.5.Chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng.	7
1.2.CHỈNH LƯU BA PHA.....	10
1.2.1.Chỉnh lưu tia ba pha.	10
1.2.2.Chỉnh lưu cầu ba pha đối xứng.	13
1.2.3.Chỉnh lưu cầu 3 pha không đối xứng.	16
1.3.CHỈNH LƯU KHI CÓ ĐIÓT NGƯỢC.....	18
CHƯƠNG 2.GIỚI THIỆU BỘ CHỈNH LƯU CẦU MỘT PHA CHO TẢI ĐIỆN TRỞ R BIẾN ĐỔI	21
2.1.THIẾT KẾ CÔNG THỨC TÍNH TOÁN MẠCH ĐỘNG LỰC.	21
2.1.1.Tính toán van động lực.	21
2.2.TÍNH TOÁN CUỘN KHÁNG LỌC ĐIỆN.	23
2.2.1.Xác định góc mở cực tiểu và cực đại.....	23
2.2.2.Xác định các thành phần của sóng hài.	23
2.2.3.Xác định điện cảm của cuộn kháng.	25
2.2.4.Thiết kế kết cấu cuộn kháng lọc.	26
2.3.TÍNH CHỌN THIẾT BỊ BẢO VỆ MẠCH ĐỘNG LỰC.	30
2.3.1.Bảo vệ quá nhiệt độ cho các van bán dẫn.	31
2.3.2.Tính toán cánh tản nhiệt:.....	31
2.3.3.Bảo vệ quá dòng điện cho các van bán dẫn.	31
2.3.4.Bảo vệ quá điện áp cho các van bán dẫn.	32

2.4. THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN.....	33
2.4.1. Các yêu cầu đối với mạch điều khiển.	33
2.4.2. Nguyên lý hoạt động của mạch điều khiển mở tiristor.....	34
2.4.3. Lựa chọn khâu khuếch đại và tạo xung.	36
2.4.4. Lựa chọn khâu so sánh.....	38
2.4.5. Lựa chọn khâu đồng pha và tạo điện áp răng cưa.....	40
2.4.6. Khôi nguồn nuôi.....	43
CHƯƠNG 3. TỔNG HỢP VÀ MÔ PHỎNG BỘ ĐIỀU CHỈNH DÒNG ĐIỆN CỦA BỘ CHỈNH LƯU MỘT PHA TIRISTOR CẤP ĐIỆN CHO ĐIỆN TRỞ R.....	45
3.1. SƠ ĐỒ CẤU TRÚC ĐIỀU KHIỂN.	46
3.1.1. Giới thiệu chức năng các khối	46
3.2. THIẾT KẾ MẠCH VÒNG ĐIỀU CHỈNH.....	53
3.3. CHỈNH ĐỊNH THÔNG SỐ VÀ MÔ PHỎNG.....	56
KẾT LUẬN.....	60
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	61

LỜI MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây cùng với sự phát triển ngày càng mạnh mẽ của các lĩnh vực khoa học, ứng dụng của điện tử công suất vào công nghiệp nói chung và công nghiệp điện tử nói riêng, các thiết bị điện tử có công suất lớn đã được chế tạo ngày càng nhiều, đặc biệt là ứng dụng của nó vào các ngành kinh tế quốc dân và đời sống, làm cho yêu cầu về sự hiểu biết và thiết kế các loại thiết bị này hết sức cần thiết đối với lại kỹ sư ngành điện. Điện áp một chiều là loại năng lượng được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống truyền động điện và trang bị điện. Việc sản xuất điện một chiều sử dụng máy phát điện một chiều có nhiều tốn kém và phức tạp. Để đơn giản mà lại rất hiệu quả thì ta dùng các bộ chỉnh lưu. Những kiến đạt được trong quá trình học tập tại trường sẽ được đánh giá qua đợt làm đồ án tốt nghiệp. Vì vậy em đã cố gắng tận dụng tất cả những kiến thức đã học ở trường cùng với sự tìm tòi nghiên cứu để hoàn thành tốt nhiệm vụ được giao.

Qua thời gian học tập tại trường em được giao đề tài: “***Xây dựng hệ thống điều chỉnh dòng điện bộ chỉnh lưu 1 pha tải điện trở R biến đổi.***” với sự hướng dẫn của GS.TSKH.Thân Ngọc Hoàn, giảng viên bộ môn Điện tự động công nghiệp, trường Đại Học Dân Lập Hải Phòng

Đề tài gồm những nội dung:

Chương 1: Các bộ chỉnh lưu có điều khiển.

Chương 2: Giới thiệu bộ chỉnh lưu cầu một pha cho tải điện trở R biến đổi.

Chương 3: Tổng hợp và mô phỏng bộ điều chỉnh dòng điện của bộ chỉnh lưu một pha tiristor cấp điện cho điện trở R.

CHƯƠNG 1.

CÁC BỘ CHỈNH LƯU CÓ ĐIỀU KHIỂN.

Để cấp nguồn cho tải một chiều, cần thiết kể các bộ chỉnh lưu. Các bộ chỉnh lưu biến đổi năng lượng điện xoay chiều thành một chiều. Các loại bộ biến đổi này có thể là chỉnh lưu có điều khiển hoặc không điều khiển. Để giảm công suất vô cùng, người ta thường mắc song song ngược với tải một chiều một điốt (loại sơ đồ này được gọi là sơ đồ có điốt ngược). Trong các sơ đồ chỉnh lưu có điốt ngược, khi có và không có điều khiển năng lượng được truyền từ phía lưới xoay chiều sang một chiều, nghĩa là các loại chỉnh lưu đó chỉ có thể làm việc ở chế độ chỉnh lưu nhận năng lượng từ lưới. Các bộ chỉnh lưu có điều khiển, không có điốt ngược có thể trao đổi năng lượng theo cả hai chiều. Khi năng lượng truyền từ lưới xoay chiều sang tải một chiều, bộ nguồn làm việc ở chế độ chỉnh lưu nhận năng lượng từ lưới, khi năng lượng truyền theo chiều ngược lại (nghĩa là từ phía tải một chiều về lưới xoay chiều) thì bộ nguồn làm việc ở chế độ nghịch lưu trả năng lượng về lưới.

Theo dạng xoay chiều cấp nguồn, có thể chia thành một hay ba pha. Các thông số quan trọng của sơ đồ chỉnh lưu là: dòng điện và điện áp tải; dòng điện chạy trong cuộn dây thứ cấp của máy biến áp; số lần đập mạch trong một chu kỳ. Dòng điện chạy trong cuộn dây thứ cấp của máy biến áp có thể là một chiều hay xoay chiều, có thể phân loại thành sơ đồ có dòng điện biến áp một chiều hay xoay chiều. Số lần đập mạch trong một chu kỳ là quan hệ của tần số sóng hài thấp nhất của điện áp chỉnh lưu với tần số điện áp xoay chiều.

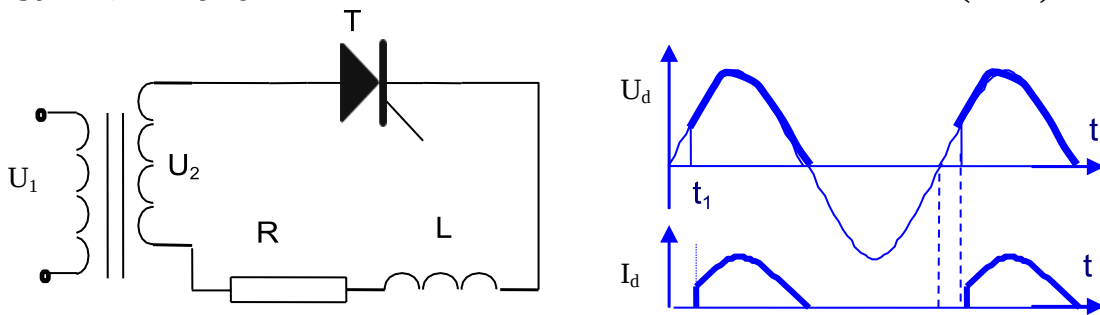
Chỉnh lưu có thể là loại có hoặc không có điều khiển, trong đề tài này em xin đi nghiên cứu sâu về loại chỉnh lưu có điều khiển.

1.1.CHỈNH LƯU MỘT PHA.

1.1.1.Chỉnh lưu một nửa chu kỳ.

Ở sơ đồ chỉnh lưu một nửa chu kỳ hình 1.1, sóng điện áp ra một chiều sẽ bị gián đoạn trong một nửa chu kỳ, khi điện áp anốt của van bán dẫn âm. Do vậy khi sử dụng sơ đồ chỉnh lưu một nửa chu kỳ, chất lượng điện áp xấu, trị số điện áp tải trung bình lớn nhất(khi không điều khiển) được tính: $U_{d0} = 0,45.U_2$ (1 - 1)

Chất lượng điện áp xấu và cũng cho hệ số sử dụng máy biến áp xấu:
 $S_{ba} = 3,09.U_d.I_d.$ (1 - 2)

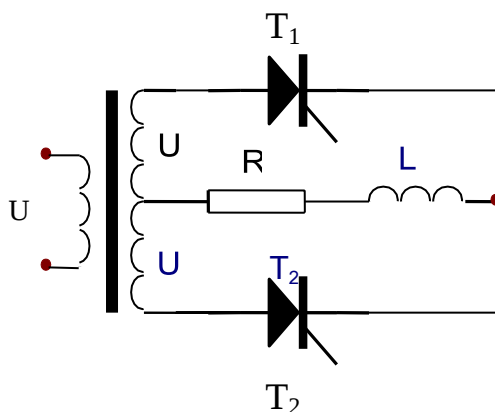


Hình 1.1: Sơ đồ chỉnh lưu một nửa chu kỳ.

Đánh giá chung về loại chỉnh lưu này có thể nhận thấy đây là loại chỉnh lưu cơ bản, sơ đồ nguyên lý đơn giản. Tuy vậy các chất lượng kỹ thuật như: chất lượng điện áp một chiều; hiệu suất sử dụng máy biến áp quá xấu. Do đó loại chỉnh lưu này ít được ứng dụng trong thực tế.

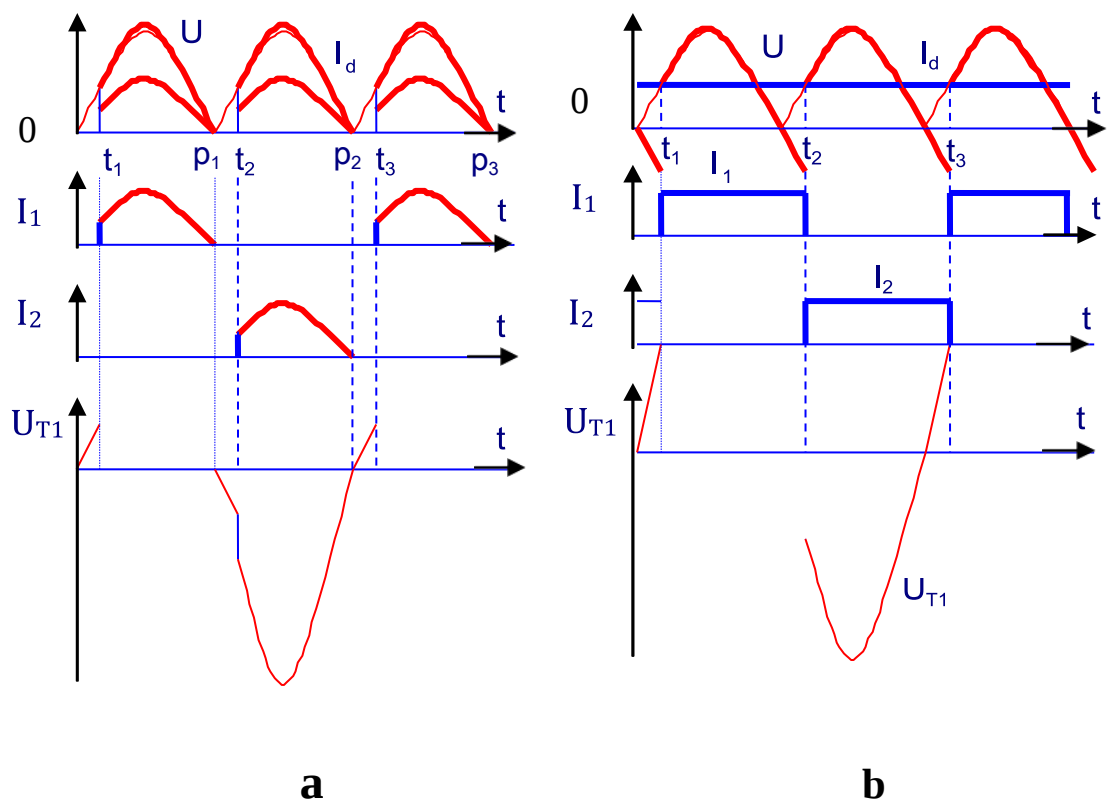
Khi cần chất lượng điện áp tốt hơn, người ta thường sử dụng sơ đồ chỉnh lưu cả chu kỳ theo các phương án sau.

1.1.2.Chỉnh lưu cả chu kỳ với biến áp có điểm trung tính.



Hình 1.2: Sơ đồ chỉnh lưu hai nửa chu kỳ với biến áp có điểm trung tính.

Theo sơ đồ hình 1.2, biến áp phải có hai cuộn dây thứ cấp với tổng số giống hệt nhau, có thể coi đây là hai sơ đồ chỉnh lưu một nửa chu kỳ hình 1.1, hoạt động lệch pha nhau 180° . Ở mỗi nửa chu kỳ có một van dẫn cho dòng điện chạy qua. Cho nên ở cả hai nửa chu kỳ sóng điện áp tải trùng với điện áp cuộn dây có van dẫn. Điện áp tải đập mạch trong cả hai nửa chu kỳ, với tần số bằng 2 lần tần số điện áp xoay chiều ($f_{đm} = 2f_1$). Hình dạng các đường cong điện áp, dòng điện tải, (U_d, I_d), dòng điện các van bán dẫn I_1, I_2 và điện áp của van T1 mô tả trên hình 1.3a khi tải thuần trở và trên hình 1.3b khi tải điện cảm lớn.



Hình 1.3: Các đường cong điện áp, dòng điện tải, dòng điện các van và điện áp của Tiristor T1.

Điện áp trung bình trên tải, khi tải thuần trở (dòng điện gián đoạn) được tính :

$$U = U_{do} \cdot \frac{1 + \cos \alpha}{2}$$

Trong đó:

U_{do} - Điện áp chỉnh lưu không điều khiển và bằng:

$$U_{do} = 0,9 \cdot U_2$$

α - Góc mở của các Tiristor.

Khi tải điện cảm lớn, dòng điện, điện áp tải liên tục, lúc này điện áp một chiều được tính:

$$U_d = \alpha \quad (1 - 4)$$

Trong các sơ đồ chỉnh lưu, thì loại này có điện áp ngược của van phải chịu lớn nhất:

$$U_{nv} = 2 \cdot \sqrt{2} \cdot U$$

Mỗi van dẫn trong một nửa chu kỳ, do vậy dòng điện trung bình mà van bán dẫn phải chịu tối đa bằng một nửa dòng điện tải, trị hiệu dụng của dòng điện chạy qua van $I_{hd} = 0,71 \cdot I_d$.

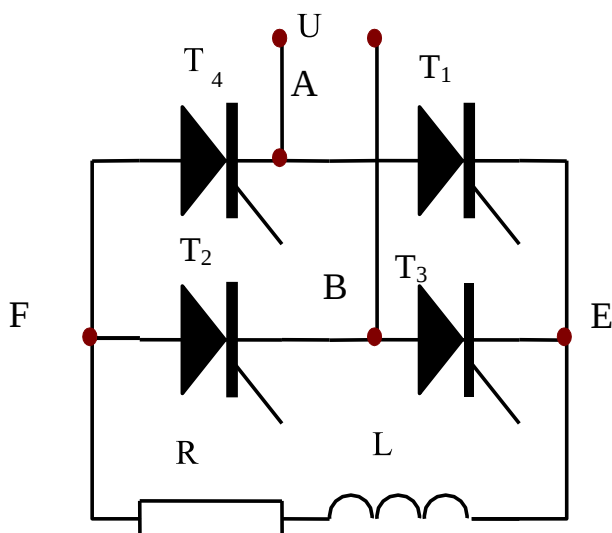
1.1.3. Một số ưu nhược điểm của sơ đồ.

So với chỉnh lưu một nửa chu kỳ thì loại chỉnh lưu này có chất lượng điện áp tốt hơn. Dòng điện chạy qua van không quá lớn, tổng điện áp rơi trên van nhỏ. Đối với chỉnh lưu có điều khiển, thì sơ đồ hình 1.2 nói chung và việc điều khiển các van bán dẫn ở đây tương đối đơn giản. Tuy vậy việc chế tạo biến áp có hai cuộn dây thứ cấp giống nhau, mà mỗi cuộn chỉ làm việc ở một nửa chu kỳ là rất phức tạp, hiệu suất sử dụng máy biến áp xấu đi. Mặt khác điện áp ngược của các van bán dẫn phải chịu có trị số lớn nhất, làm cho việc lựa chọn van bán dẫn khó hơn.

1.1.4. Chỉnh lưu cầu một pha đối xứng.

Chỉnh lưu cầu một pha đối xứng được cấu tạo từ bốn tiristor mắc theo

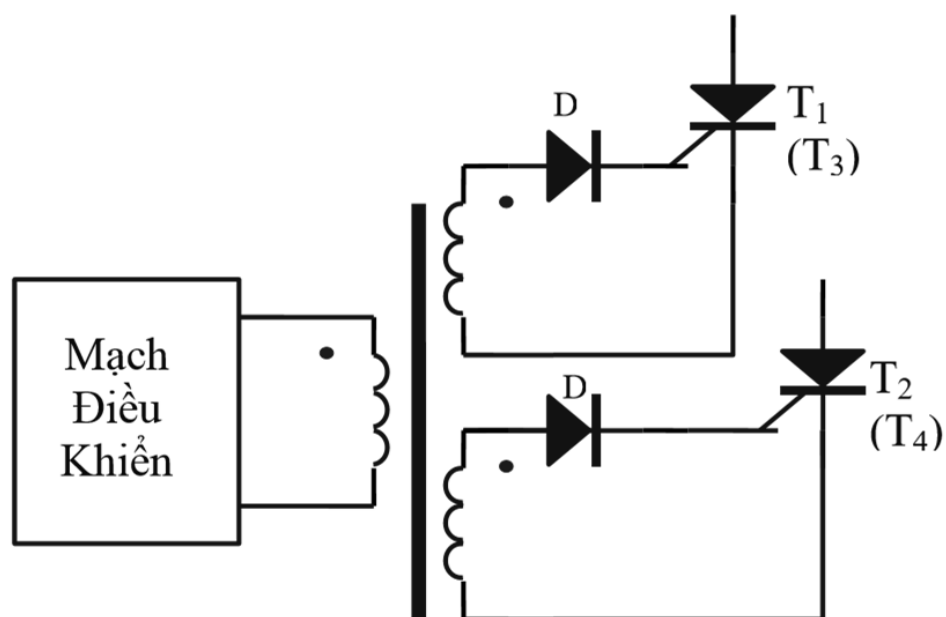
hình 1.4. Hoạt động của sơ đồ khái quát có thể mô tả như sau. Trong nửa chu kỳ đầu ($U_{AB} > 0$) điện áp anod của Tiristor T_1 dương (catod T_2 âm), nếu có xung điều khiển mở cho cả hai van T_1, T_2 đồng thời, thì các van này sẽ được dẫn để đặt điện áp lưới lên tải. Điện áp tải một chiều còn trùng với điện áp xoay chiều chừng nào các Tiristo còn dẫn (khoảng dẫn của các tiristo phụ thuộc vào tính chất của tải). Đến nửa chu kỳ sau, điện áp đổi dấu ($U_{AB} < 0$), anod của tiristo T_3 dương và T_4 âm, nếu có xung điều khiển cho cả 2 van T_3, T_4 đồng thời, thì các van này sẽ được dẫn, để đặt điện áp lưới lên tải, với điện áp một chiều trên tải có chiều trùng với nửa chu kỳ trước.



Hình 1.4 : Sơ đồ chỉnh lưu cầu một pha đối xứng.

Chỉnh lưu cầu một pha hình 1.4 có chất lượng điện áp ra hoàn toàn giống như chỉnh lưu cả chu kỳ với biến áp có trung tính như sơ đồ hình 1.2. Hình dạng các đường cong điện áp, dòng điện tải, dòng điện các van bán dẫn tương tự như trên hình 1.3 a,b. Trong sơ đồ này, dòng điện chạy qua van giống như sơ đồ hình 1.2, nhưng điện áp ngược van phải chịu nhỏ hơn $U_{nv} = \sqrt{2} \cdot U_2$. Việc điều khiển đồng thời các Tiristor T_1, T_2 và T_3, T_4 có thể thực hiện được bằng nhiều cách, một trong những cách đơn giản nhất là sử dụng

dụng biến áp xung có hai cuộn thứ cấp như hình 1.5.

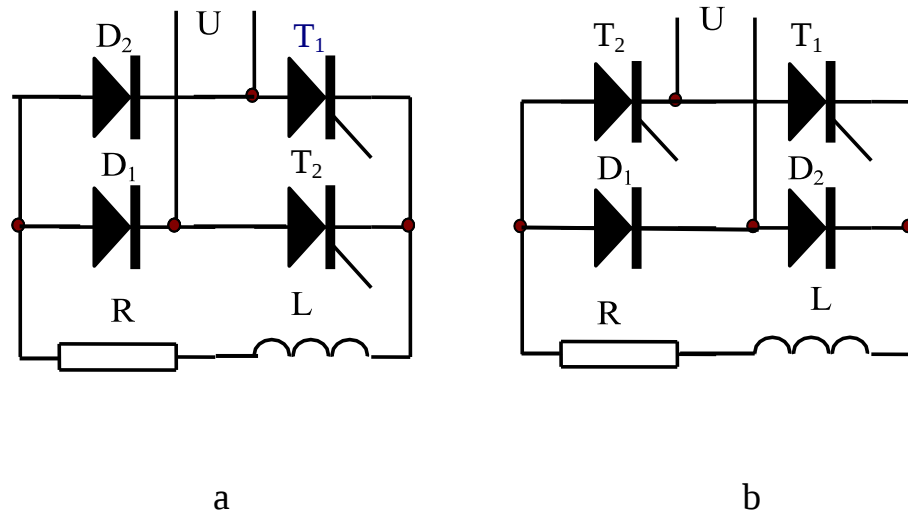


Hình 1.5: Phương án cấp xung chỉnh lưu cầu 1 pha.

1.1.5. Chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng.

Điều khiển các Tiristo trong sơ đồ hình 1.4 đôi lúc gặp khó khăn khi cần mở tiristo đồng thời, nhất là khi công suất xung không đủ lớn. Để tránh việc mở đồng thời các van như trên, mà chất lượng điện áp chỉnh lưu nào đó vẫn có thể đáp ứng được, người ta có thể sử dụng chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng.

Chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng có thể thực hiện bằng hai phương án khác nhau như hình 1.6. Giống nhau ở hai sơ đồ này là: chúng đều có hai Tiristor và hai điốt, mỗi lần cấp xung điều khiển chỉ cần một xung; điện áp một chiều trên tải có hình dạng như trên hình 1.7a,b và trị số giống nhau, đường cong điện áp tải chỉ có phần điện áp dương, nên sơ đồ không làm việc với tải có nghịch lưu trả năng lượng về lưới. Sự khác nhau giữa hai sơ đồ trên được thể hiện rõ rệt khi làm việc với tải điện cảm lớn, lúc này dòng điện chạy qua các van điều khiển và không điều khiển sẽ khác nhau.

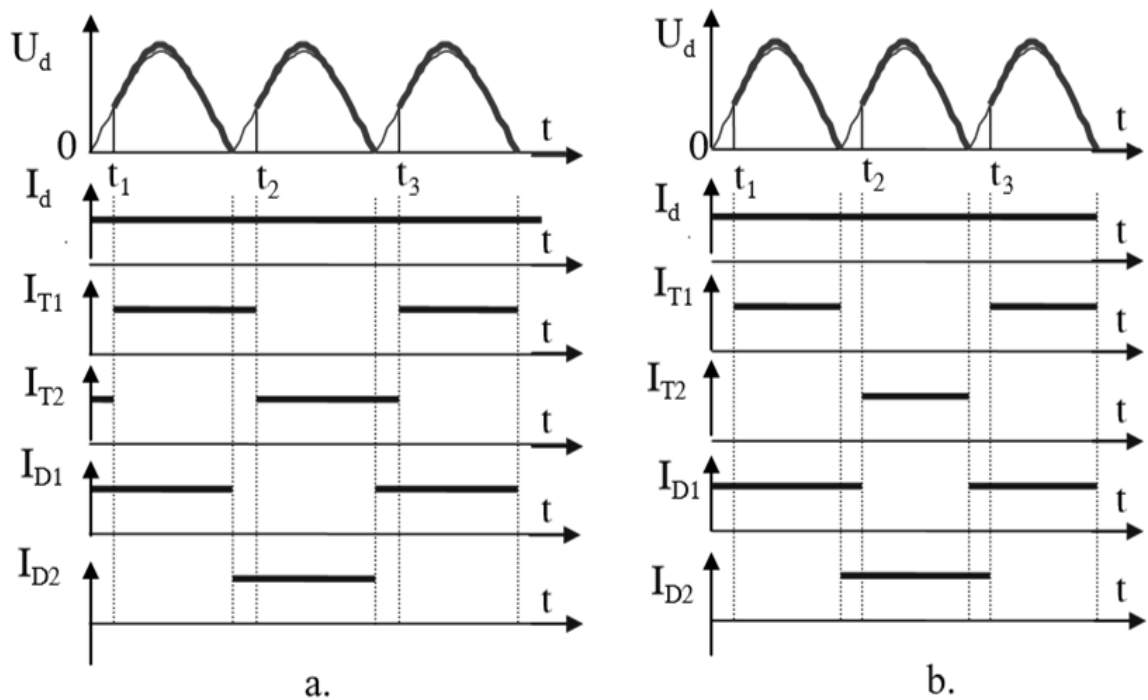


Hình 1.6 : Sơ đồ chỉnh lưu cầu một pha điều khiển không đối xứng.

Trên sơ đồ hình 1.6a (với minh họa bằng các đường cong hình 1.7a) khi điện áp anod T₁ dương và catod D₁ âm có dòng điện tải chạy qua T₁, D₁ đến khi điện áp đổi dấu (với anod T₂ dương) mà chưa có xung mở T₂, năng lượng của cuộn dây tải L được xả ra qua D₂, T₁. Như vậy việc chuyển mạch của các van không điều khiển D₁, D₂ xảy ra khi điện áp bắt đầu đổi dấu. Tiristor T₁ sẽ bị khoá khi có xung mở T₂. Kết quả là chuyển mạch các van có điều khiển được thực hiện bằng việc mở van kế tiếp. Từ những giải thích trên thấy rằng, các van bán dẫn được dẫn trong một nửa chu kì (các điốt dẫn từ đầu đến cuối nửa chu kì điện áp âm catod, còn các Tiristor được dẫn từ thời điểm có xung mở và bị khoá bởi việc mở Tiristor ở nửa chu kì kế tiếp). Về trị số, dòng điện trung bình chạy qua van bằng $I_{tb} = (1/2) \cdot I_d$. Dòng điện hiệu dụng của van $I_{hd} = 0,71 \cdot I_d$.

Theo sơ đồ hình 1.6b (với minh họa bằng các đường cong hình 1.7b), khi điện áp lưới đặt vào anod và catod của các tiristor thuận chiều và có xung điều khiển, thì việc dẫn của các van hoàn toàn giống như sơ đồ hình 1.6a. Khi điện áp đổi dấu, năng lượng của cuộn dây L được xả ra qua các điốt D₁, D₂, các van này đóng vai trò của điốt ngược. Chính do đó mà các

Tiristor sẽ tự động khoá khi điện áp đổi dấu. Từ đường cong dòng điện các van trên hình 1.7b có thể thấy rằng, ở sơ đồ này dòng điện qua tiristor nhỏ hơn dòng điện qua các điốt.



Hình 1.7 :Giản đồ các đường cong.

a- cho hình 1.6a; b- cho hình 1.6b.

Nhìn chung, các loại chỉnh lưu cầu một pha có chất lượng điện áp tương đương như chỉnh lưu cả chu kì với biến áp có trung tính. Chất lượng điện áp một chiều như nhau, dòng điện làm việc của van bằng nhau, nên việc ứng dụng chúng cũng tương đương nhau. Mặc dù vậy chỉnh lưu cầu một pha có ưu điểm hơn ở chỗ: điện áp ngược trên van bé hơn; biến áp dễ chế tạo và có hiệu suất cao hơn. Thế nhưng, chỉnh lưu cầu một pha có số lượng van nhiều gấp hai lần, làm giá thành cao hơn, sụt áp trên van lớn gấp hai lần nên đối với tải điện áp thấp hiệu suất bộ chỉnh lưu thấp, chỉnh lưu cầu điều khiển đối xứng điều khiển phức tạp hơn.

Các sơ đồ chỉnh lưu một pha cho điện áp với chất lượng chưa cao, biên độ đập mạch điện áp quá lớn, thành phần hài bậc cao lớn điều này không đáp ứng được cho nhiều loại tải. Muốn có chất lượng điện áp tốt hơn phải sử dụng các sơ đồ có số pha nhiều hơn.

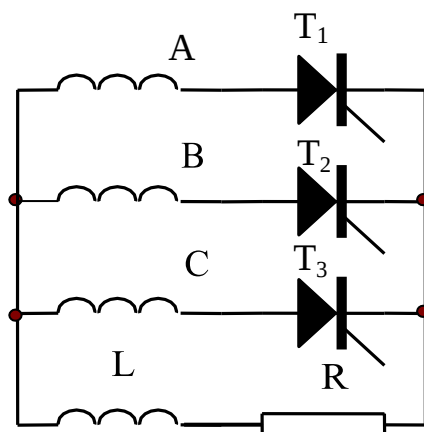
1.2.CHỈNH LƯU BA PHA.

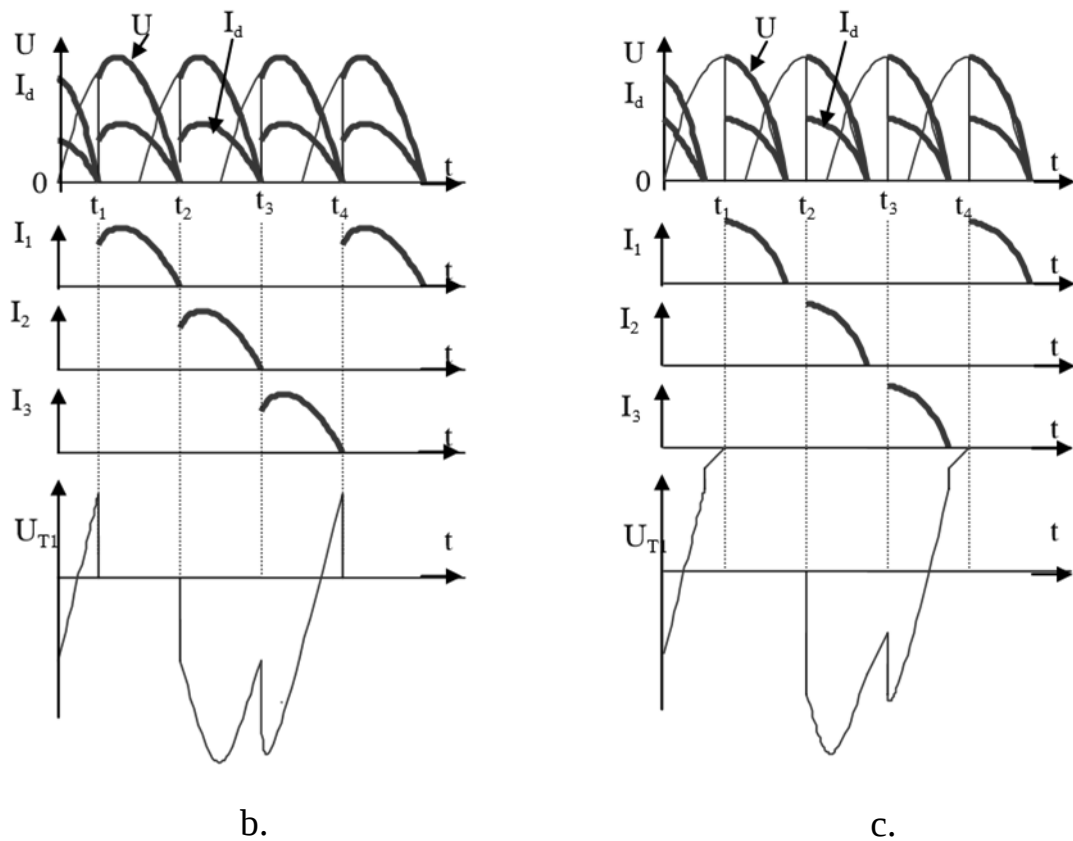
1.2.1.Chỉnh lưu tia ba pha.

Chỉnh lưu tia ba pha có cấu tạo từ một biến áp ba pha với thứ cấp đấu sao có trung tính, ba van bán dẫn nối cùng cực tính để nối tới tải, ba đầu còn lại của van bán dẫn nối tới các pha biến áp. Tải được nối giữa đầu nối chung của van bán dẫn với trung tính như giới thiệu trên hình 1.8a.

Khi biến áp có ba pha đầu sao (Y) trên mỗi pha A,B,C nối một van như hình 1.8a, ba catod đấu chung cho điện áp dương của tải, còn trung tính biến áp sẽ là điện áp âm. Ba pha điện áp A,B,C dịch pha nhau một góc là 120° theo các đường cong điện áp pha, có điện áp của một pha dương hơn điện áp của hai pha kia trong khoảng thời gian $1/3$ chu kỳ (120°). Từ đó thấy rằng, tại mỗi thời điểm chỉ có điện áp của một pha dương hơn hai pha kia.

Nguyên tắc điều khiển các tiristor ở đây là: khi anod của tiristor nào dương hơn tiristor đó mới được kích mở. Thời điểm điện áp của hai pha giao nhau được coi là góc thông tự nhiên của các tiristor. Các tiristor chỉ được mở với góc mở nhỏ nhất tại thời điểm góc thông tự nhiên (như vậy trong chỉnh lưu ba pha, góc mở nhỏ nhất $\alpha = 0^\circ$ sẽ dịch pha so với điện áp pha một góc là 30°).



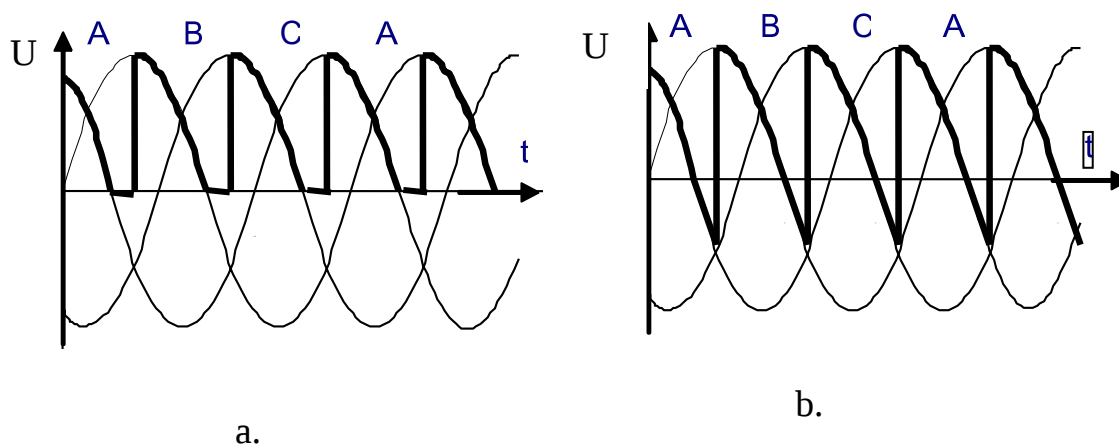


Hình 1.8 :Chỉnh lưu tia 3 pha.

a- Sơ đồ động lực; b- giản đồ các đường cong khi góc mở $\alpha=30^0$ tải thuần trở; c- giản đồ các đường cong khi góc mở $\alpha= 60^0$.

Theo hình 1.8b,c, tại mỗi thời điểm nào đó chỉ có một tiristor dẫn, như vậy dòng điện tải liên tục, mỗi tiristor dẫn trong 1/3 chu kì (đường cong I_1 , I_2 , I_3 trên hình 1.8b), còn nếu điện áp tải gián đoạn thì thời gian dẫn của các tiristor nhỏ hơn. Tuy nhiên, trong cả hai trường hợp dòng điện trung bình của các tiristor đều bằng $1/3.I_d$. Trong khoảng thời gian tiristor dẫn, dòng điện của tiristor bằng dòng điện tải, trong khoảng tiristor khoá dòng điện tiristor bằng 0. Điện áp của tiristor phải chịu bằng điện dây giữa pha có tiristor khoá với pha có tiristor đang dẫn. Ví dụ trong khoảng $t_2 \div t_3$ tiristor T_1 khoá còn T_2 dẫn do đó tiristor T_1 phải chịu một điện áp dây U_{AB} , đến khoảng t_3 T_1 , T_2 khoá, còn T_3 dẫn lúc này T_1 chịu điện áp dây U_{AC} . các tiristor

Khi tải thuần trở dòng điện và điện áp tải liên tục hay gián đoạn phụ thuộc góc mở của các Tiristor. Nếu góc mở Tiristor nhỏ hơn $\alpha \leq 30^\circ$, các đường cong U_d , I_d liên tục hình 1.8b, khi góc mở lớn hơn $\alpha > 30^\circ$ điện áp và dòng điện tải gián đoạn (đường cong U_d , I_d trên hình 1.8c).



Hình 1.9 : Đường cong điện áp khi góc mở $\alpha = 60^\circ$

a- Tải thuần trở, b.- Tải điện cảm

Khi tải điện cảm (nhất là điện cảm lớn) dòng điện, điện áp tải 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, như đường cong nét đậm trên hình 1.9b (tương tự như vậy là đường cong U_d trên hình 1.8b). Trên hình 1.9 mô tả một ví dụ so sánh các đường cong điện áp tải khi góc mở $\alpha = 60^\circ$ tải thuần trở hình 1.9a và tải điện cảm hình 1.9b. Trị số điện áp trung bình của tải sẽ được tính như công thức (1 - 4) nếu điện áp tải liên tục, khi điện áp tải gián đoạn (điển hình khi tải thuần trở và góc mở lớn) điện áp tải được tính:

$$U_d = \frac{U_{do}}{\sqrt{3}} \left[1 + \sin \left(\frac{\pi}{3} - \alpha \right) \right] \quad (1 - 5)$$

Trong đó:

$U_{do} = 1,17.U_{2f}$. điện áp chỉnh lưu tia ba pha khi van là điốt.

U_{2f} - điện áp pha thứ cấp biến áp.

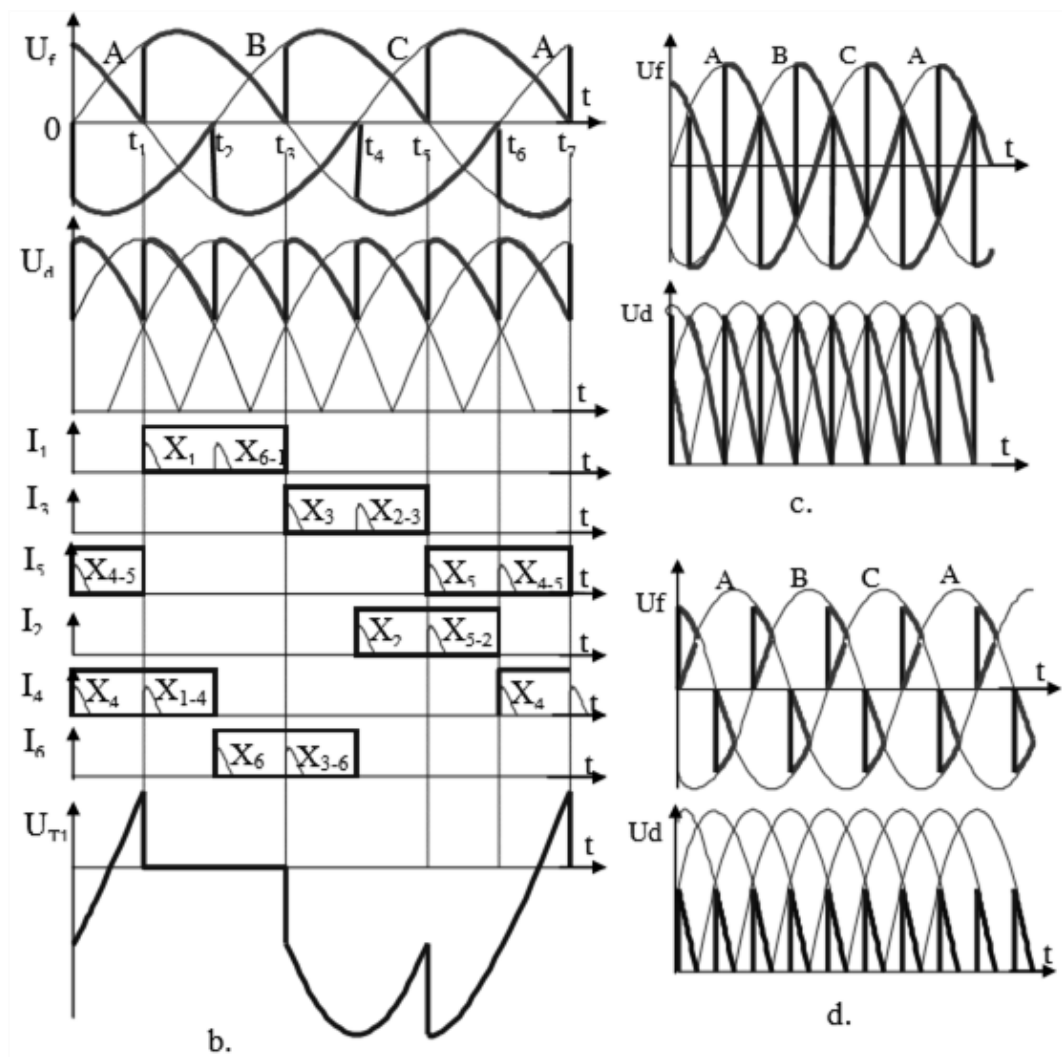
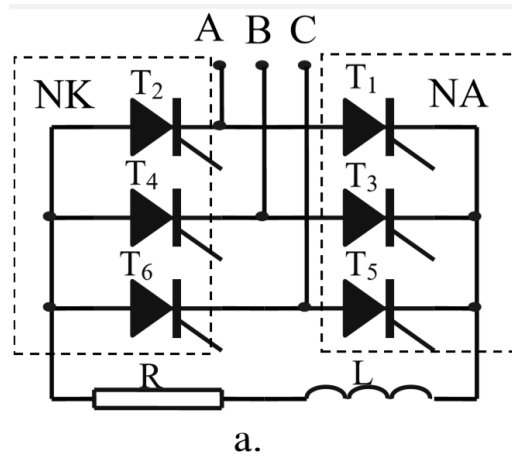
Nhận xét: So với chỉnh lưu một pha, chỉnh lưu tia ba pha có chất lượng điện một chiều tốt hơn, biên độ điện áp đập mạch thấp hơn, thành phần sóng hài bậc cao bé hơn, việc điều khiển các van bán dẫn trong trường hợp này cũng tương đối đơn giản. Dòng điện mỗi cuộn dây thứ cấp là dòng một chiều, nhờ có biến áp ba pha ba trụ mà từ thông lõi thép biến áp là từ thông xoay chiều không đối xứng làm cho công suất biến áp phải lớn, nếu ở đây biến áp được chế tạo từ ba biến áp một pha thì công suất các biến áp còn lớn hơn nhiều. Khi chế tạo biến áp động lực, các cuộn dây thứ cấp phải được đấu sao (Y) có dây trung tính phải lớn hơn dây pha vì theo sơ đồ hình 1.8a dây trung tính chịu dòng điện tải.

1.2.2.Chỉnh lưu cầu ba pha đối xứng.

Sơ đồ chỉnh lưu cầu ba pha đối xứng hình 1.10a có thể coi như hai sơ đồ chỉnh lưu tia ba pha mắc ngược chiều nhau, nhóm anod (NA) ba Tiristor T_1, T_3, T_5 tạo thành một chỉnh lưu tia ba pha cho điện áp dương, nhóm catod (NK) T_2, T_4, T_6 tạo thành một chỉnh lưu tia cho điện áp âm, hai chỉnh lưu này ghép lại thành cầu ba pha.

Theo hoạt động của chỉnh lưu cầu ba pha 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 Tiristor đòi hỏi cấp hai xung điều khiển đồng thời (một xung ở nhóm NA, một xung ở nhóm NK).

Ví dụ tại thời điểm t_1 trên hình 1.11b cần mở Tiristor T_1 của pha A phía NA cấp xung X_1 , đồng thời tại đó cấp thêm xung X_4 cho Tiristor T_4 của pha B phía NK. Các thời điểm tiếp theo cũng tương tự. Cần chú ý rằng thứ tự cấp xung điều khiển cũng cần tuân thủ theo đúng thứ tự pha.



Hình 1.10 : Chỉnh lưu cầu 3 pha đối xứng.

a- sơ đồ động lực, b-giản đồ các đường cong điện áp cơ bản,
c, d – Điện áp tải khi góc mở $\alpha=60^\circ$

Khi cấp đúng các xung điều khiển, dòng điện sẽ được chạy từ pha có điện áp dương hơn về pha có điện áp âm hơn.

Ví dụ trong khoảng $t_1 \div t_2$ pha A có điện áp dương hơn, pha B có điện áp âm hơn, dòng điện được chạy từ A về B qua T1, T4. Khi góc mở van nhỏ hoặc điện cảm lớn, trong mỗi khoảng dẫn của một van của nhóm này (NA hay NK) thì sẽ có hai van của nhóm kia đổi chỗ cho nhau. Điều này có thể thấy rõ trong khoảng $t_1 \div t_3$ như trên hình 1.10b Tiristor T1 nhóm NA dẫn, nhưng trong nhóm NK T4 dẫn trong khoảng $t_1 \div t_2$ còn T6 dẫn tiếp trong khoảng $t_2 \div t_3$. Điện áp ngược các van phải chịu ở chỉnh lưu cầu ba pha sẽ bằng 0 khi van dẫn và bằng điện áp dây khi van khoá. Ta có thể lấy ví dụ cho van T1 (đường cong cuối cùng của hình 1.10b) trong khoảng $t_1 \div t_3$ van T1 dẫn điện áp bằng 0, trong khoảng $t_3 \div t_5$ van T3 dẫn lúc này T1 chịu điện áp ngược U_{BA} , đến khoảng $t_5 \div t_7$ van T5 dẫn T1 sẽ chịu điện áp ngược U_{CA} .

Khi điện áp tải liên tục, như đường cong U_d trên hình 1.10b trị số điện áp tải được tính theo công thức (1 - 4).

Khi góc mở các tiristor lớn lên tới góc $\alpha > 60^\circ$ và thành phần điện cảm của tải quá nhỏ, điện áp tải sẽ bị gián đoạn như các đường nét đậm trên hình 1.10d (cho trường hợp góc mở các Tiristor $\alpha = 90^\circ$ với tải thuần trở).

Trong các trường hợp này dòng điện chạy từ pha này về pha kia là do các van bán dẫn có phân cực thuận theo điện áp dây đặt lên chúng (các đường nét mảnh trên giản đồ U_d của các hình 1.10b, c, d), cho tới khi điện áp dây đổi dấu, các van bán dẫn sẽ có phân cực ngược nên chúng tự khoá.

Bảng 1.1 :Thứ tự mở các Tiristo trong chỉnh lưu cầu 3 pha.

Thời điểm	Mở	Khóa
$\theta_1 = \pi/6 + \alpha$	T1	T5
$\theta_2 = 3\pi/6 + \alpha$	T2	T6
$\theta_3 = 5\pi/6 + \alpha$	T3	T1
$\theta_4 = 7\pi/6 + \alpha$	T4	T2
$\theta_5 = 9\pi/6 + \alpha$	T5	T3
$\theta_6 = 11\pi/6 + \alpha$	T6	T4

Sự phức tạp của chỉnh lưu cầu ba pha đối xứng như đã nói trên là cần phải mở đồng thời hai tiristor theo đúng thứ tự pha, do đó gây không ít khó khăn khi chế tạo, vận hành và sửa chữa. Để đơn giản hơn người ta có thể sử dụng điều khiển không đối xứng.

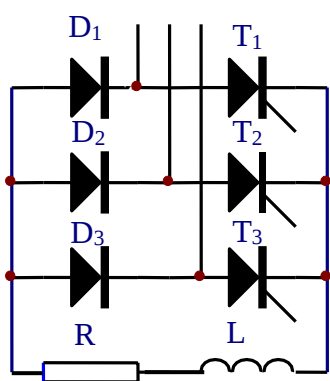
1.2.3.Chỉnh lưu cầu 3 pha không đối xứng.

Loại chỉnh lưu này được cấu tạo từ một nhóm (NA hoặc NK) có điều khiển và một nhóm không điều khiển như mô tả trên hình 1.11a. Trên hình 1.11b mô tả giản đồ điện áp chỉnh lưu (đường cong trên cùng), sóng điện áp tải U_d (đường cong nét đậm thứ hai trên hình 1.11b), khoảng dẫn các van bán dẫn T1, T2, T3, D1, D2, D3. Các Tiristor được dẫn từ thời điểm có xung mở cho đến khi mở Tiristor của pha kế tiếp.

Ví dụ T1 dẫn từ t_1 (thời điểm phát xung mở T1) tới t_3 (thời điểm phát xung mở T2). Trong trường hợp điện áp tải gián đoạn Tiristor được dẫn từ thời điểm có xung mở cho đến khi điện áp dây đổi dấu. Các diốt tự động dẫn khi điện áp đặt lên chúng thuận chiều.

Ví dụ D_1 phân cực thuận trong khoảng $t_4 \div t_6$ và nó sẽ mở cho dòng điện chạy từ pha B về pha A trong khoảng $t_4 \div t_5$ và từ pha C về pha A trong

khoảng $t_5 \div t_6$. Chính lưu cầu ba pha không đối xứng có dòng điện và điện áp tải liên tục khi góc mở các tiristor nhỏ hơn 60° , khi góc mở tăng lên và thành phần điện cảm của tải nhỏ, dòng điện và điện áp sẽ gián đoạn.

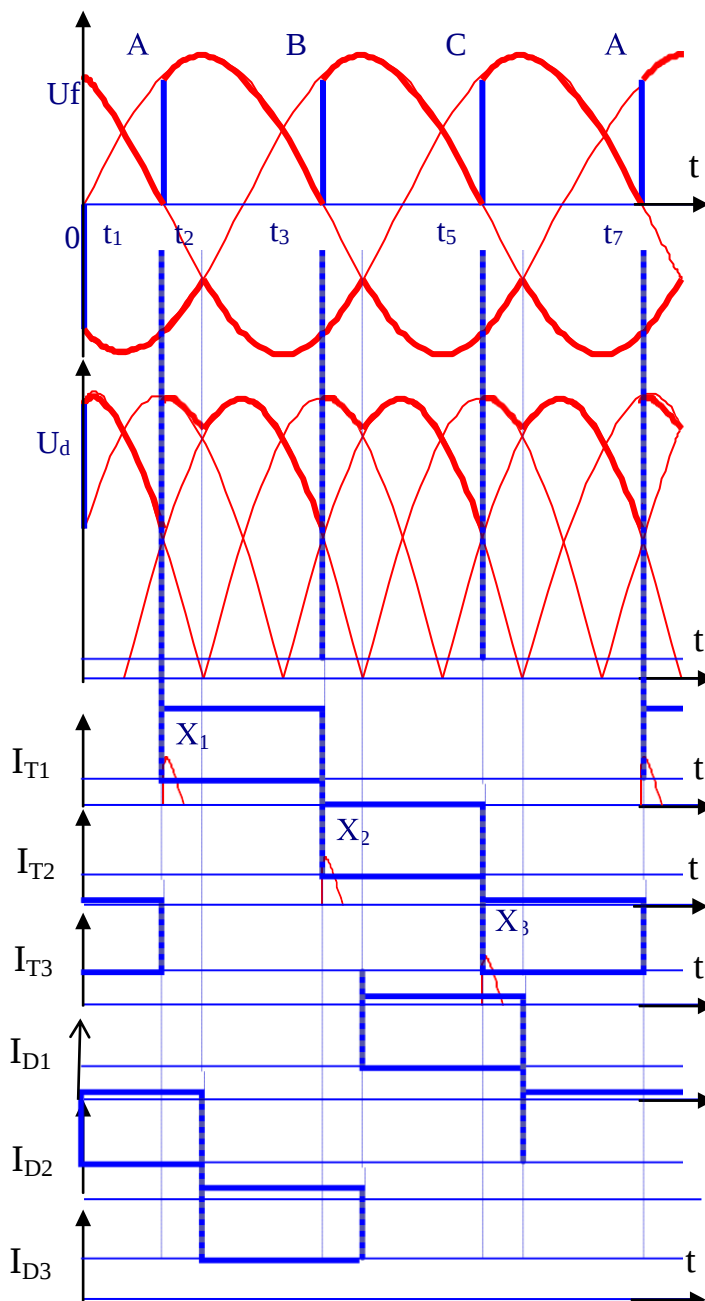


a.

Hình 1.11 Chính lưu cầu ba pha không đối xứng.

a- sơ đồ động lực,

b- giản đồ các đường cong điện áp.



b.

Theo dạng sóng điện áp tải, trị số điện áp trung bình trên tải bằng 0 khi góc mở đạt tới 180° . Người ta có thể coi điện áp trung bình trên tải là kết quả của tổng hai điện áp chỉnh lưu tia ba pha.

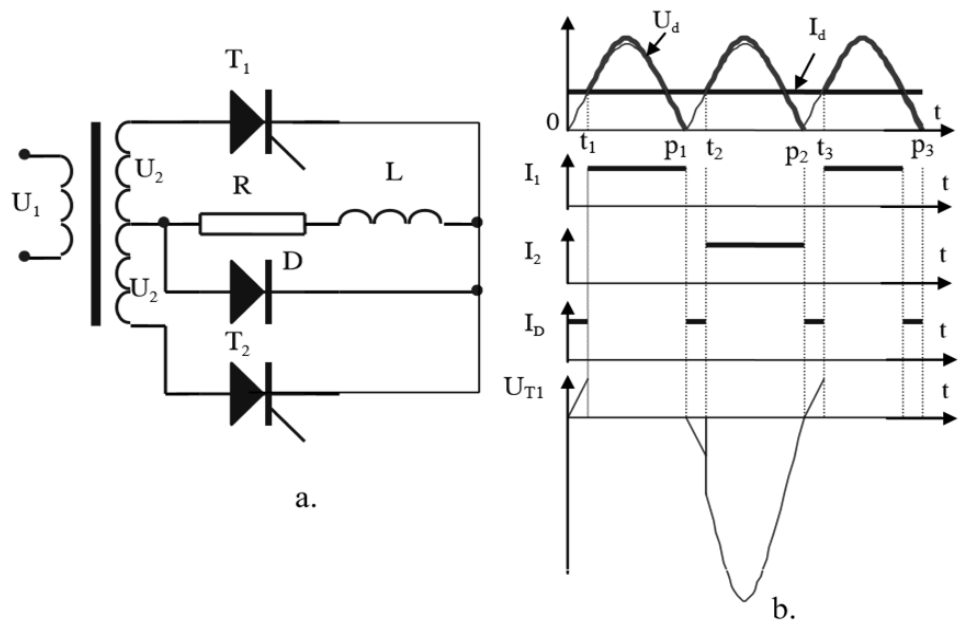
$$U_{tb} = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} U_{fmax}(1 + \cos\alpha) = \frac{3}{2\pi} U_{day max}(1 + \cos\alpha) \quad (1-6)$$

Điều khiển các tiristor trong chỉnh lưu cầu ba pha không đối xứng dễ dàng hơn, nhưng các điều hoà bậc cao của tải và của nguồn lớn hơn.

Khác với chỉnh lưu cầu ba pha đối xứng, trong sơ đồ này việc điều khiển các van bán dẫn được thực hiện đơn giản hơn. Ta có thể coi mạch điều khiển của bộ chỉnh lưu này như điều khiển một chỉnh lưu tia ba pha. Chỉnh lưu cầu ba pha hiện nay là sơ đồ có chất lượng điện áp tốt nhất, hiệu suất sử dụng biến áp tốt nhất. Tuy vậy đây cũng là sơ đồ phức tạp.

1.3.CHỈNH LƯU KHI CÓ ĐIỐT NGƯỢC.

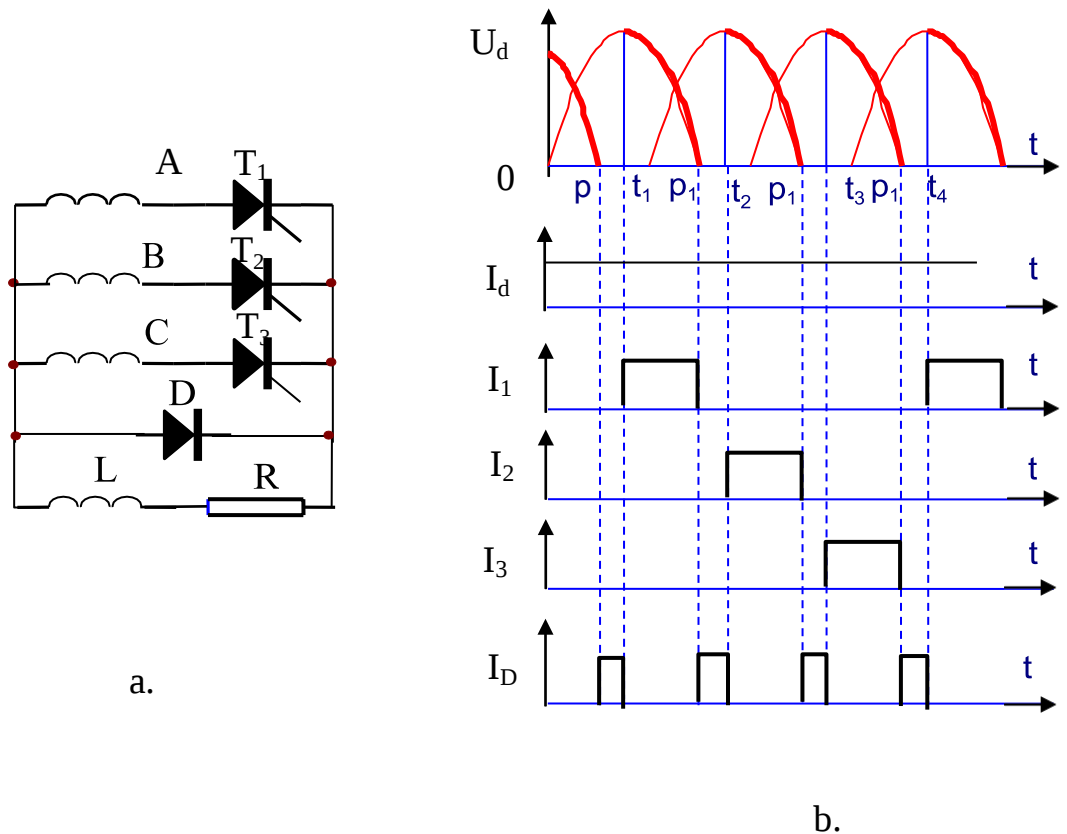
Dưới đây là sơ đồ chỉnh lưu hai nửa chu kỳ với biến áp có điểm trung tính khi có điốt mắc song song ngược.



Hình 1.12: Sơ đồ chỉnh lưu hai nửa chu kỳ có diode ngược

a-Sơ đồ động lực; b- Giải đồ đường cong.

Như đã nêu ở trên, khi chỉnh lưu làm việc với tải điện cảm lớn ($L = H$), năng lượng của cuộn dây tích lũy sẽ được xả ra khi điện áp nguồn đổi dấu. Như mô tả trên hình 1.12, khi điện áp nguồn đổi dấu điốt D đặt ngược điện áp lên các tiristor (trong các khoảng $0 \div t_1$, $p_1 \div p_2$), nên các tiristor bị khoá, điện áp tải bằng 0. Dòng điện chạy qua các tiristor I_1, I_2 chỉ tồn tại trong khoảng (t_{11}, t_{22}, t_{33}) khi tiristor được phân cực thuận. Khi điện áp đổi dấu, năng lượng của cuộn dây tích lũy xả qua điốt, để tiếp tục duy trì dòng điện I_d trong mạch tải.



Hình 1.13: Chỉnh lưu tia ba pha có điốt xả năng lượng.

a- Sơ đồ; b- Giảm đồ các đường cong điện áp, dòng điện.

Hình 1.13 là chỉnh lưu tia ba pha có điốt ngược với tải có điện cảm lớn, dòng điện tải giả thiết là đường thẳng. Trong các khoảng tiristor dẫn ($t_1 \div p_2$, $t_2 \div p_3$, $t_3 \div p_4$), dòng điện tải là dòng điện chạy qua tiristor, điện áp

tải (đường nét đậm của đường cong trên cùng) trùng với điện áp pha. Khi điện áp đổi dấu, trong các khoảng $p_1 \div t_1$, $p_2 \div t_2$, $p_3 \div t_3$ năng lượng của cuộn dây L xả qua điốt xả D, khi đó các tiristor khoá điện áp tải bằng 0, dòng điện tải là dòng điện chạy qua điốt.

Như vậy, mặc dù tải có điện cảm lớn, dòng điện tải liên tục (gần với đường thẳng), nhưng điện áp tải có dạng gián đoạn như tải thuần trở. Điều đó có nghĩa là năng lượng của cuộn dây điện cảm đã tích lũy khi điện áp dương được xả qua điốt lên tải trong thời gian điện áp đổi dấu.

CHƯƠNG 2.

GIỚI THIỆU BỘ CHỈNH LƯU CẦU MỘT PHA CHO TẢI ĐIỆN TRỞ R BIẾN ĐỔI

2.1. THIẾT KẾ CÔNG THỨC TÍNH TOÁN MẠCH ĐỘNG LỰC.

2.1.1. Tính toán van động lực.

Điện áp ra sau bộ chỉnh lưu là :

$$U_d = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot U_2 \cdot \cos\alpha \quad (V)$$

Vì van là một thiết bị rất quan trọng trong mạch lực. Trong quá trình làm việc, van rất nhạy với sự thay đổi của nhiệt độ, điện áp và dòng điện. Hai thông số để chọn van là điện áp và dòng điện.

Điện áp ngược lớn nhất đặt trên van:

$$U_{ng\ max} = 2\sqrt{2} \cdot U_2 \quad (V)$$

Điện áp ngược mà van chịu được là:

$$U_{ngv} = k_{dtU} \cdot U_{ng\ max} \quad (V)$$

k_{dtU} : Hệ số dự trữ điện áp

Để cho van bán dẫn làm việc an toàn, nhiệt độ làm việc của van không vượt quá trị số cho trước, vì vậy cần có phương thức làm mát cho van. Có ba phương pháp làm mát là:

- ***Làm mát bằng gió tự nhiên:***

Khi van bán dẫn được làm mát vào cánh tản nhiệt bằng đồng hay bằng nhôm, nhiệt độ của van được tỏa ra môi trường xung quanh nhờ bề mặt của cánh tản nhiệt. Sự tỏa nhiệt như trên là nhờ vào sự chênh lệch giữa cách tản

nhệt với môi trường xung quanh khi cách tản nhiệt nóng lên, nhiệt độ xung quanh cánh tản nhiệt tăng lên làm cho tốc độ ra không khí bị chậm lại với những lí do vì hạn chế của tốc độ dẫn nhiệt khi van bán dẫn được làm mát bằng cánh toả nhiệt mà chỉ nên cho van làm việc với dòng điện.

$$I_{lv} = 25\% i_{dm}$$

- ***Làm mát bằng thông gió cưỡng bức:***

Khi có quạt đối lưu không khí thổi dọc theo khe của cánh tản nhiệt nhiệt độ xung quanh cánh tản nhiệt thấp hơn tốc độ dẫn nhiệt ra môi trường tốt hơn, hiệu suất cao hơn. Do đó cho van làm việc với dòng điện.

$$I_{lv} = 35\% i_{dm}$$

- ***Làm mát bằng nước:***

Khi làm mát bằng nước hiệu suất trao đổi nhiệt tốt hơn, cho phép làm việc với dòng điện $I_{lv} = 90\% i_{dm}$. Quá trình làm mát bằng nước phải đảm bảo xử lý nước không dẫn điện. Bằng cách khử ion trong nước hoặc giảm độ dẫn điện của nước (tăng điện trở nước) theo nguyên tắc chiều dài hay giảm tiết diện đường cong ống dẫn nước ta có thể coi độ dẫn điện của nước không đáng kể.

Ta chọn chế độ làm việc của van là có cánh tản nhiệt và có đủ diện tích tản nhiệt, không có quạt đối lưu không khí, với điều kiện này đó dòng điện định mức của van là:

$$I_{lv}=25\%i_{dm}$$

Trong đó:

$$I_{lv} = I_{hd} = k_{hd} \cdot I_d \quad (A)$$

$$I_{dmv}=I_{lv} \cdot K_i$$

K_i : hệ số dự trữ dòng điện

2.2.TÍNH TOÁN CUỘN KHÁNG LỘC ĐIỆN.

2.2.1.Xác định góc mở cực tiểu và cực đại.

Chọn góc mở cực tiểu là $\alpha_{\min}$. Với góc $\alpha_{\min}$ là dự trữ để có thể bù được sự giảm điện áp lưới.

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

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

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

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

Ta có:

$$\alpha_{\max} = \arccos \frac{U_{d \min}}{U_{do}} = \arccos \frac{U_{d \min}}{0,9 U_2}$$

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

$$D = \frac{n_{\max}}{n_{\min}} = \frac{U_{d \text{ đm}} - I_{udm} R_{u\Sigma}}{U_{d \min} - I_{udm} R_{u\Sigma}}$$

$$U_{d \min} = \frac{1}{D} \cdot U_{d \text{ đm}} + D - 1 \cdot I_{udm} R_{u\Sigma}$$

2.2.2.Xác định các thành phần của sóng hài.

Điện áp tức thời trên tải khi Thyristor T₁ và T₃ dẫn

$$U_d = \sqrt{2} U_2 \cdot \cos(\theta + \alpha)$$

Với $\theta = \omega \cdot t$

Điện áp tức thời trên tải điện U_d không sin và tuần hoàn với chu kì

$$\tau = \frac{2\pi}{P}$$

Trong đó P là số xung đập mạch trong một chu kì điện áp lưới.

Khai triển chuỗi Furier của điện áp U_d :

$$\begin{aligned} U_d &= \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} a_n \cdot \cos 2k\theta + b_n \sin 2k\theta \\ &= \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} U_{nm} \cdot \sin(2k\theta + \varphi_k) \end{aligned}$$

Trong đó:

$$a = \frac{2}{\tau} \int_0^{\tau} U_d \cdot \cos 2k\theta d\theta = \frac{2}{\pi} \int_0^{\tau} \sqrt{2} U_2 \cdot \cos(\theta + \alpha) \cdot \cos 2k\theta d\theta$$

$$a_n = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot U_2 \cdot \frac{-2}{(2k)^2 - 1} \cdot \cos \alpha$$

$$b_n = \frac{2}{\tau} \int_0^{\tau} U_d \cdot \sin 2k\theta d\theta = \frac{2}{\pi} \int_0^{\tau} \sqrt{2} U_2 \cdot \cos(\theta + \alpha) \cdot \sin 2k\theta d\theta$$

$$= \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot U_2 \cdot \frac{-2}{(2k)^2 - 1} \cdot \sin \alpha$$

Ta có :

$$\frac{a_0}{2} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot U_2 \cos \alpha$$

Vậy ta có biên độ điện áp:

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

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

$$U_{kn} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot U_{do} \cdot \frac{1}{(2k)^2 - 1} \cdot \sqrt{1 + (2k)^2 tg^2 \alpha}$$

Vậy ta có:

$$U_d \approx \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot U_2 \cdot \cos \alpha + \sum_n U_{kn} \sin(2\theta - \varphi_1)$$

2.2.3. Xác định điện cảm của cuộn kháng.

Từ phân tích trên ta thấy rằng khi góc mở càng tăng, biên độ thành phần sóng hài bậc cao càng lớn, có nghĩa là đập mạch của điện áp, dòng điện càng tăng lên. Sự đập mạch này làm xấu chế độ chuyển mạch của vành góp, đồng thời gây ra tổn hao phụ dưới dạng nhiệt trong động cơ. Để hạn chế sự đập mạch này ta phải mắc nối tiếp với động cơ một cuộn kháng lọc đủ lớn để $I_m \leq 0,1 \cdot I_{rđm}$.

Ngoài tác dụng hạn chế thành phần sóng hài bậc cao, cuộn kháng lọc còn có tác dụng hạn chế vùng dòng điện gián đoạn.

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

Ta có:

$$U_r + U_{\sim} = E + R_{u\Sigma} \cdot I_d + R_{u\Sigma} \cdot i_{\sim} + L \frac{di_{\sim}}{dt}$$

Cân bằng hai vế ta được:

$$U_{\sim} = R \cdot i_{\sim} + L \frac{di_{\sim}}{dt} \text{ vì } R \cdot i_{\sim} \ll L \frac{di_{\sim}}{dt} \text{ nên } U_{\sim} = L \frac{di_{\sim}}{dt}$$

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

$$U_{\sim} = U_m \sin(2\theta + \varphi) \text{ nên:}$$

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

Vậy :

$$I_m = \frac{U_{1m}}{2.2.\pi.f.L} \leq 0,1 I_{ur\ dm}$$

=>

$$L \geq \frac{U_{1m}}{2.2.\pi.f.0,1I_{dm}}$$

$\rho = 2$ là số xung đập mạch trong một chu kì điện áp

Trong đó :

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

Điện cảm cuộn kháng lọc

$$L_k = L - L_{urc} \quad (mH)$$

2.2.4.Thiết kế kết cấu cuộn kháng lọc.

Các thông số:

- + Điện cảm yêu cầu của cuộn kháng lọc L_k (mH)
- + Dòng điện định mức chạy qua cuộn kháng I_m (A)
- + Biên độ dòng điện xoay chiều bậc 1 $I_{1m} = 10\%I_{dm}$ (A)

Các CT tính toán:

1. Do dòng điện cuộn kháng lớn và điện trở bé do đó ta có thể coi tổng trở của cuộn kháng xấp xỉ bằng điện kháng của cuộn kháng.

$$Z_k = X_k = 2.\pi.m.f.L_k \quad (\Omega)$$

2. Điện áp xoay chiều rơi trên cuộn kháng lọc .

$$\Delta U_k = Z_k \cdot \frac{I_{1dm}}{\sqrt{2}} \quad (V)$$

3. Công suất của cuộn kháng lọc:

$$S_k = \Delta U_k \cdot \frac{I_{1dm}}{\sqrt{2}} \quad (VA)$$

4. Tiết diện cực từ chính của cuộn kháng lọc .

$$Q = k_Q \sqrt{\frac{S_k}{m \cdot f}} \quad (cm)$$

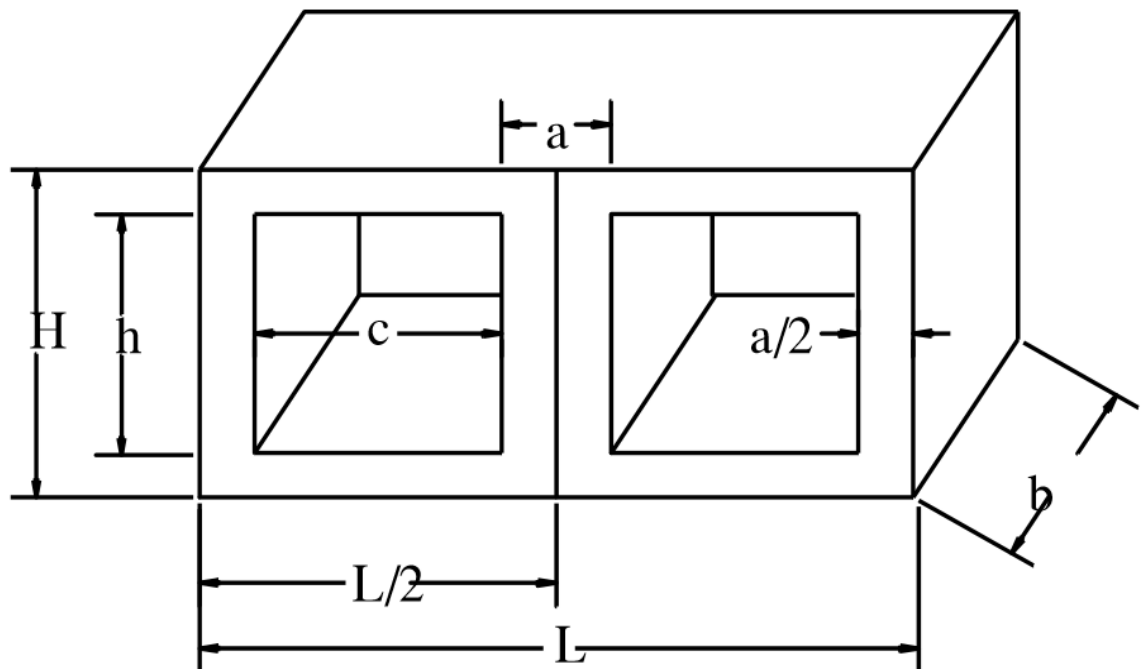
k_Q là hệ số phụ thuộc phương thức làm mát, khi làm mát bằng không khí tự nhiên $k_Q = 5$.

- Chọn tiết diện trụ Q

5. Tìm ra tiết diện trụ Q

- Chọn loại thép (độ dày)

6. Chọn mật độ từ cảm trong trụ B_T



Hình 2.1: Kết cấu mạch từ của cuộn kháng.

7. Ta có dòng điện chạy qua cuộn kháng: $i_T = I_d + i_{1m} \cos(2\theta + \varphi_1)$

Dòng điện hiệu dụng chạy qua cuộn kháng:

$$I_k = \sqrt{I_d^2 + \left(\frac{I_{1m}}{\sqrt{2}}\right)^2} \quad (A)$$

8. Chọn mật độ dòng điện qua cuộn kháng: J (A/mm)

9. Tiết diện dây dẫn qua cuộn kháng:

$$S_1 = \frac{I_k}{J} \quad (mm^2)$$

⇒ Chọn dây dẫn tiết diện hình gì, cách điện cấp độ bao nhiêu, chọn S_k (mm²) với kích thước dây có đường kính là d .

Tính lại mật độ dòng:

$$j = \frac{I_k}{S_k} \quad (A/mm^2)$$

10. Chọn tỉ số lấp đầy:

$$K_{ld} = \frac{w \cdot S_k}{Q_{cs}}$$

11. Diện tích cửa sổ:

$$Q_{cs} = \frac{w \cdot S_k}{k_{ld}}$$

12. Kích thước mạch từ:

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

$$\text{chọn } m = h/a$$

13. Chiều cao mạch từ:

$$H=h+a$$

14. Chiều dài mạch từ:

$$C=2.c+2.a$$

15. Khoảng cách từ gông tới cuộn dây: h_g

16. Tính số vòng trên một lớp:

$$w_1 = \frac{h - 2h_g}{d}$$

(vòng)

17. Tính số lớp dây quấn:

$$n_1 = \frac{w}{w_1}$$

(lớp)

18. Chọn khoảng cách cách điện giữa dây quấn với trụ :

a_{01} Cách điện giữa các lớp : cd_1

19. Bề dày cuộn dây:

$$B_d=(d+cd_1).n_1 \quad (\text{mm})$$

20. Tổng bề dày cuộn dây:

$$B_{d\Sigma}=(B_d+a_{01}) \quad (\text{mm})$$

21. Chiều dài vòng dây trong cùng:

$$l_1=2(a+b)+.2\pi a_{01} \quad (\text{mm})$$

22. Chiều dài vòng dây ngoài cùng:

$$l_1=2(a+b)+.2\pi(a_{01}+B_d) \quad (\text{mm})$$

23. Chiều dài trung bình của một vòng dây:

$$l_{tb} = (l_1+l_2)/2 \quad (\text{mm})$$

24. Điện trở của dây quấn ở n độ C:

$$R = \rho_n \cdot l_{tb} w / s_k$$

25. Thể tích sắt:

$$V_{Fe} = 2.a.b.h + 2.a/2.b/l = a.b.(2h+1) = 0,073 \text{ dm}^3$$

26. Khối lượng sắt:

$$M_{Fe} = V_{Fe} \cdot m_{Fe} \quad (\text{Kg})$$

Trong đó m_{Fe} là khối lượng riêng của sắt $m_{Fe} = 7,85 \text{ kg/dm}^3$

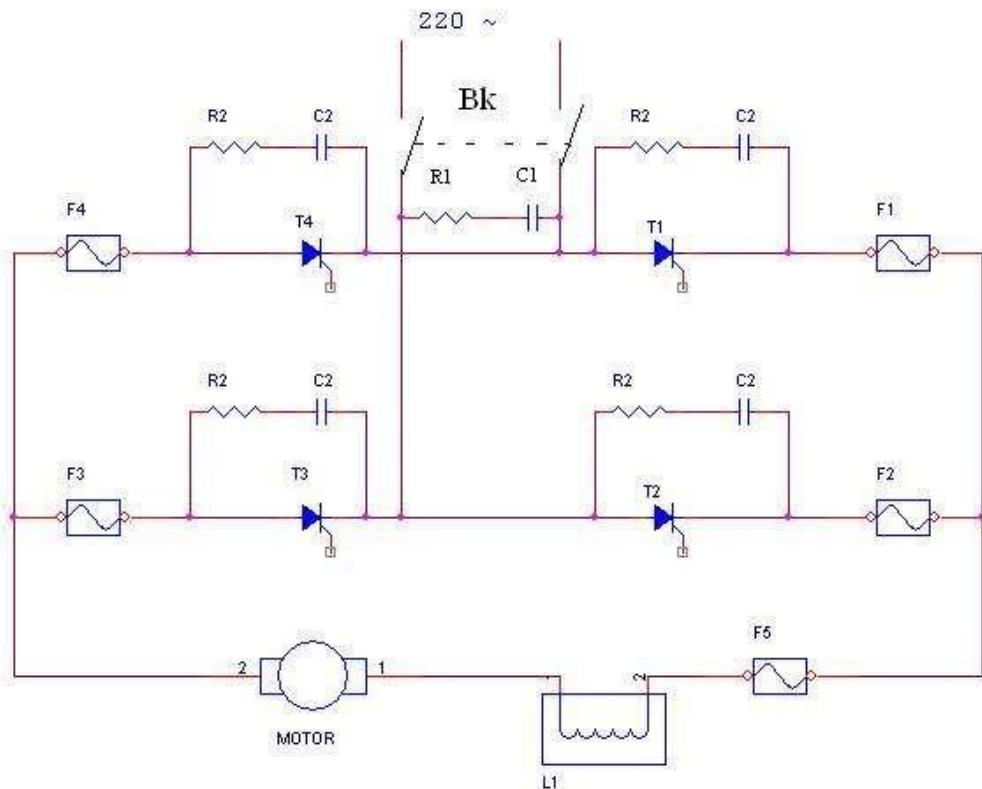
27. Khối lượng đồng:

$$M_{Cu} = V_{Cu} \cdot m_{Cu} = s_k l_{tb} \cdot w \cdot m_{Cu} \quad (\text{Kg})$$

Trong đó: $m_{Cu} = 8,9 \text{ kg/dm}^3$ là khối lượng riêng của đồng.

2.3. TÍNH CHỌN THIẾT BỊ BẢO VỆ MẠCH ĐỘNG LỰC.

Sơ đồ mạch động lực khi có các thiết bị bảo vệ.



Hình 2.2: Sơ đồ mạch động lực khi có thiết bị bảo vệ

2.3.1. 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. Mặt khác, van bán dẫn chỉ được phép làm việc dưới nhiệt độ cho phép (T_{cp}), nếu quá nhiệt độ cho phép các van bán dẫn sẽ bị phá hỏng. Để van bán dẫn làm việc an toàn, không bị chọc thủng về nhiệt, phải chọn và thiết kế hệ thống toả nhiệt hợp lí.

2.3.2. Tính toán cánh tản nhiệt:

Thông số cần có:

+ Tổn thất công suất trên 1 Tiristor: $\Delta p = \Delta U \cdot I_{IV} \quad (w)$

+ Diện tích bề mặt toả nhiệt: $STN = \Delta p / k_m \cdot \tau$

Trong đó:

Δp - tổn hao công suất W

τ - độ chênh nhiệt độ so với môi trường

2.3.3. Bảo vệ quá dòng điện cho các van bán dẫn.

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

+ Chọn 1 apomat có

Dòng điện làm việc chạy qua aptomat. Vì bộ chỉnh lưu nối trực tiếp với nguồn điện xoay chiều không qua máy biến áp vậy ta chọn loại aptomat phù hợp

Có 2 tiếp điểm chính, có thể đóng cắt bằng tay hoặc bằng nam châm điện. Chỉnh định dòng ngắn mạch $I_{nm} = 2,5 I_{IV} \quad (A)$

Dòng quá tải $I_{qt} = 1,5 \cdot I_{lv}$ (A)

Chọn cầu dao có dòng định mức $I_{qt} = 1,1 \cdot I_{lv}$ (A)

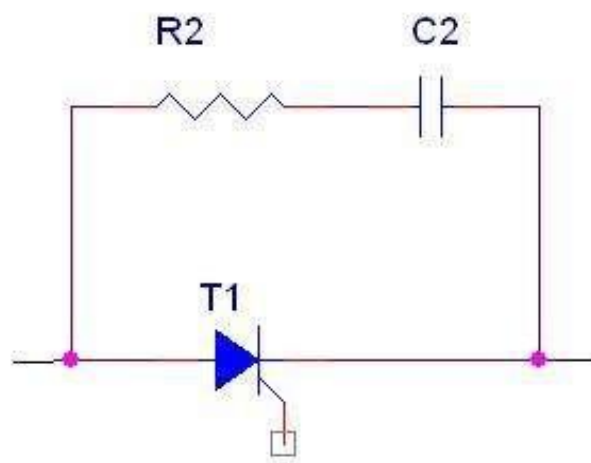
Cầu dao dùng để tạo khe hở an toàn khi sửa chữa hệ thống truyền động và dùng để đóng, cắt bộ nguồn chỉnh lưu khi khoảng cách từ nguồn cấp tới bộ chỉnh lưu đáng kể

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

Dòng điện cầu chì: $I_{CC} = 1,1 I_{hd}$ (A)

2.3.4. Bảo vệ quá điện áp cho các van bán dẫn.

Bảo vệ quá điện áp do quá trình đóng cắt Tiristor được thực hiện bằng cách mắc R- C song song với Tiristor. Khi có sự chuyển mạch, các điện tích tích tụ trong các lớp bán dẫn phóng ra ngoài tạo ra dòng điện ngược trong khoảng thời gian ngắn, sự biến thiên nhanh chóng của dòng điện ngược gây ra sức điện động cảm ứng rất lớn trong các điện cảm làm cho quá điện áp giữa Anod và catod của Tiristor. Khi có mạch R- C mắc song song với Tiristor tạo ra mạch vòng phóng điện tích trong quá trình chuyển mạch nên Tiristor không bị quá điện áp



Hình 2.3: Mạch R_C bảo vệ quá điện áp do chuyển mạch.

Bảo vệ xung điện áp 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.

2.4. THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN.

Nhiệm vụ của mạch điều khiển là tạo ra các xung vào ở những thời điểm mong muốn để mở các Tiristor của bộ chỉnh lưu trong mạch động lực.

Mạch điều khiển được tính xuất phát từ yêu cầu về xung mở Tiristo, các thông số cơ bản để thiết kế mạch điều khiển.

Điện áp điều khiển Tiristor : U_{dk} (V)

Dòng điện điều khiển Tiristor : I_{dk} (A)

Thời gian mở Tiristor : t_m (s)

Độ rộng xung điều khiển : t_x, t_m (μs)

Độ mất đối xứng cho phép : $\Delta\alpha$

Điện áp nguồn nuôi mạch điều khiển: U (V)

Mức sụt biên độ xung : s_x

2.4.1. Các yêu cầu đối với mạch điều khiển.

Mạch điều khiển là khâu quan trọng trong bộ biến đổi tiristor vì nó đóng vai trò chủ đạo trong việc quyết định chất lượng và độ tin cậy của bộ biến đổi. Yêu cầu của mạch điều khiển có thể tóm tắt trong những điểm chính sau:

Yêu cầu có thể lắp ráp với các bộ điều chỉnh.

Yêu cầu về độ rộng của xung.

Yêu cầu về độ lớn của xung.

Yêu cầu về độ dốc sườn trước của xung.

Yêu cầu về sự đối xứng của xung.

Yêu cầu về độ tin cậy.

Yêu cầu về lắp ráp vận hành.

Điện trở kênh điều khiển phải nhỏ hơn để tiristor không tự mở khi dòng rò tăng. Xung điều khiển ít phụ thuộc vào dao động nhiệt độ, dao động

điện áp nguồn.

Cần khử được nhiễu cảm ứng để tránh mở nhầm. Thiết bị thay thế dễ lắp ráp và điều chỉnh.

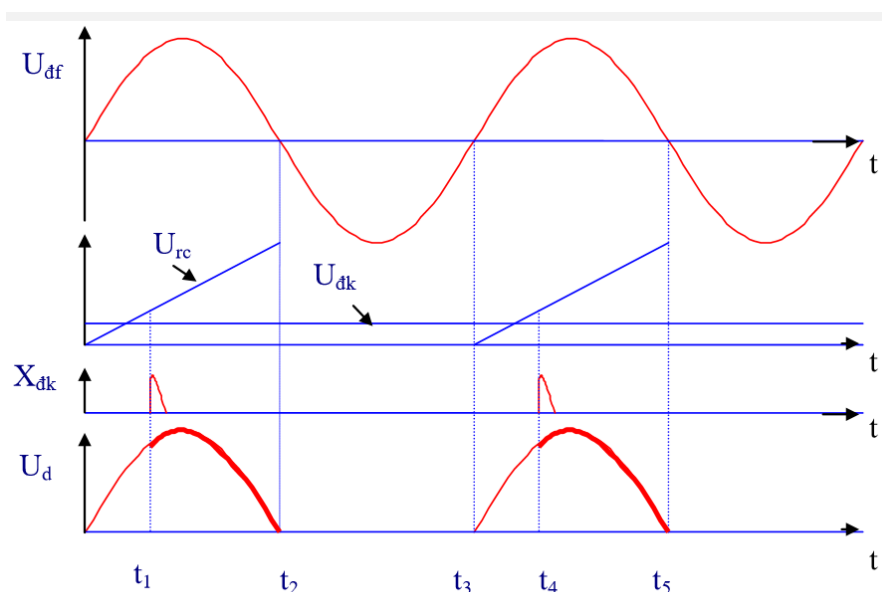
Dễ lắp và mỗi khối có khả năng làm việc độc lập.

2.4.2. Nguyên lý hoạt động của mạch điều khiển mở tiristor.

a. Nguyên lý điều khiển.

Điều khiển Tiristor trong sơ đồ chỉnh lưu hiện nay có nhiều phương pháp khác nhau, thường gặp là điều khiển theo nguyên tắc thẳng đứng tuyến tính. Nội dung của nguyên tắc này có thể mô tả theo giản đồ hình 2.4.

Khi điện áp xoay chiều hình sin (U_{df}) đặt vào anod của Tiristor. Để có thể điều khiển được góc mở α của Tiristor trong vùng điện áp dương anod, cần tạo một điện áp tựa dạng tam giác (thường gọi điện áp tựa là điện áp răng cưa của U_{rc}). Dùng một điện áp một chiều U_{dk} so sánh với điện áp tựa. Tại thời điểm (t_1, t_4) điện áp tựa bằng điện áp điều khiển ($U_{rc} = U_{dk}$), trong vùng điện áp dương anod, thì phát xung điều khiển (X_{dk}) Tiristor được mở từ thời điểm có xung điều khiển (t_1, t_4) cho tới cuối bán kì (hoặc tới khi dòng điện bằng 0).



Hình 2.4: Nguyên lý điều khiển chỉnh lưu.

Sơ đồ khối mạch điều khiển.

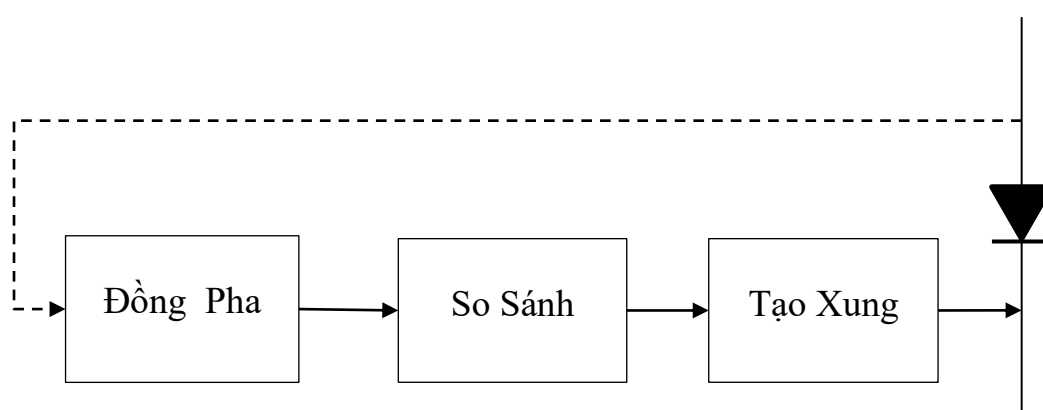
Để thực hiện được ý đồ đã nêu trong phần nguyên lý điều khiển ở trên, mạch điều khiển bao gồm ba khâu cơ bản trên hình 2.5.

Nhiệm vụ của các khâu trong sơ đồ khối hình 1.19 như sau:

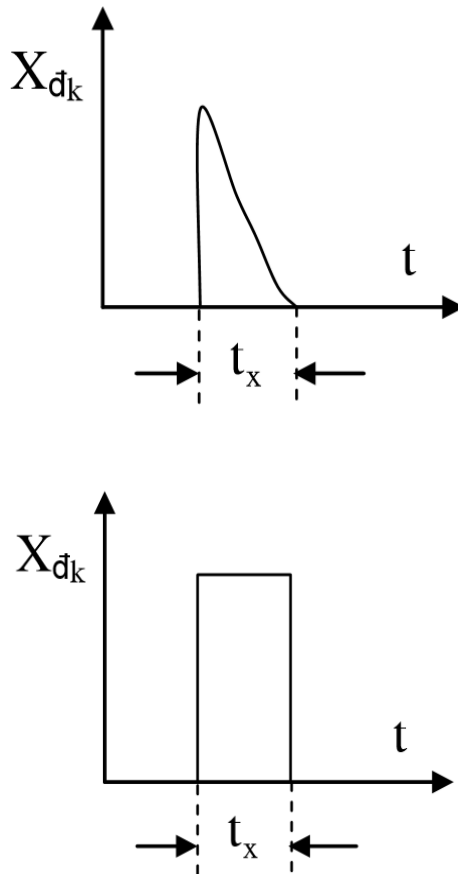
Khâu đồng pha: có nhiệm vụ tạo điện áp tựa U_{rc} (thường gấp là điện áp dạng răng cưa tuyến tính) trùng pha với điện áp anod của Tiristor.

Khâu so sánh: nhận tín hiệu điện áp răng cưa và điện áp điều khiển, có nhiệm vụ so sánh giữa điện áp tựa với điện áp điều khiển $U_{đk}$, tìm thời điểm hai điện áp này bằng nhau ($U_{đk} = U_{rc}$). Tại thời điểm hai điện áp bằng nhau, thì phát xung ở đầu ra để gửi sang tầng khuếch đại.

Khâu tạo xung: có nhiệm vụ tạo xung phù hợp để mở Tiristor. Xung để mở Tiristor có yêu cầu: sườn trước dốc thẳng đứng (hình 2.6), để đảm bảo yêu cầu Tiristor mở tức thời khi có xung điều khiển (thường gặp loại xung này là xung kim hoặc xung chữ nhật); đủ độ rộng (với độ rộng xung lớn hơn thời gian mở của Tiristor); đủ công suất; cách ly giữa mạch điều khiển với mạch động lực (nếu điện áp động lực quá lớn).



Hình 2.5: Sơ đồ khối mạch điều khiển.



Hình 2.6: Hình dạng xung điều khiển Tiristor.

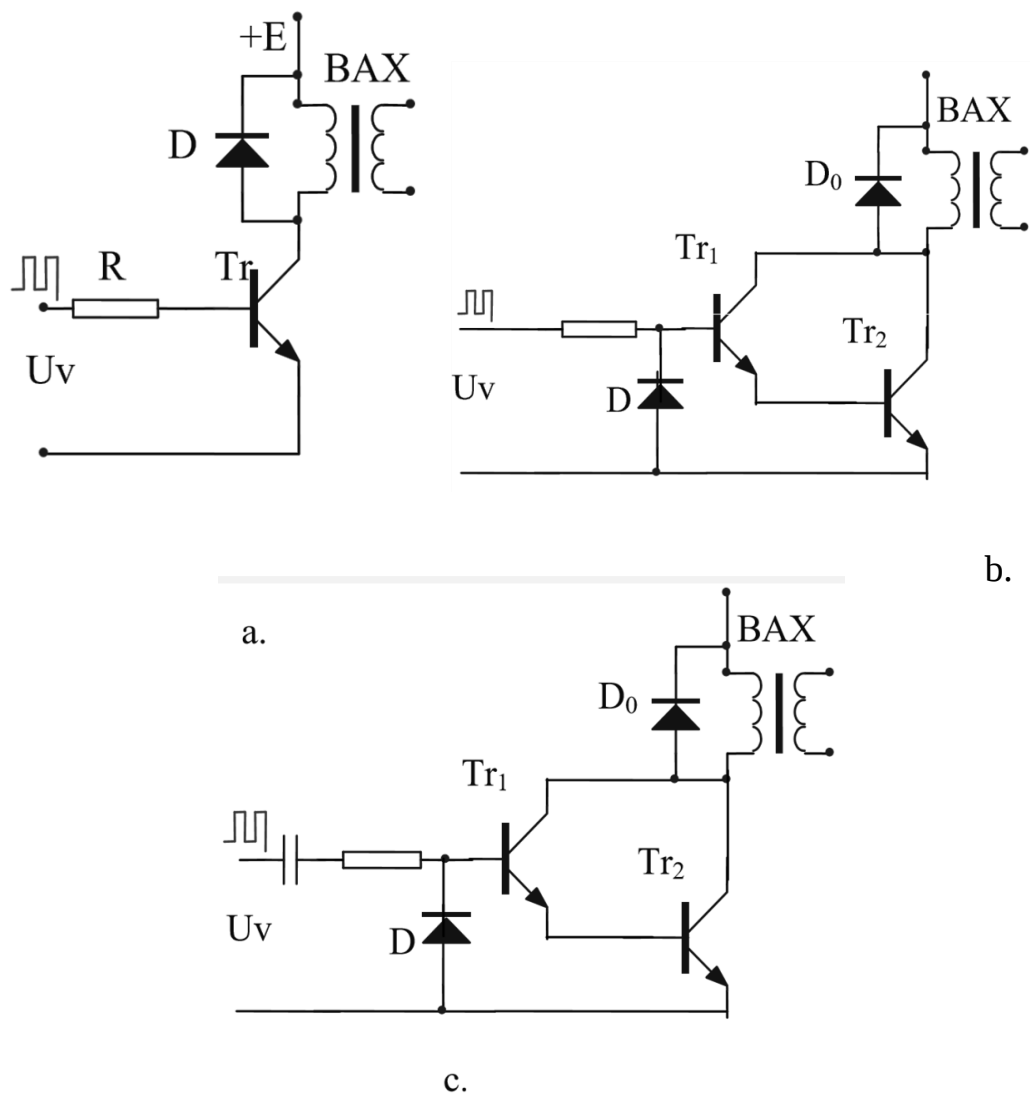
Với nhiệm vụ của các khâu như vậy tiến hành thiết kế, tính chọn các khâu cơ bản của ba khối trên. Chi tiết tính toán, lựa chọn thiết bị cho các mạch này em xin đi chi tiết ở từng phần sau.

2.4.3. Lựa chọn khâu khuếch đại và tạo xung.

Với nhiệm vụ tạo xung phù hợp để mở Tiristor như đã nêu ở trên, tầng khuếch đại cuối cùng thường được thiết kế bằng Tranzitor công suất, như mô tả trên hình 2.7a.

Để có xung dạng kim gởi tới Tiristor, ta dùng biến áp xung (BAX), để có thể khuếch đại công suất Tr2 loại công suất, điốt D bảo vệ Tr và cuộn dây sơ cấp biến áp xung khi Tr khoá đột ngột. Mặc dù với ưu điểm đơn giản, nhưng sơ đồ này được dùng không rộng rãi, bởi lẽ hệ số khuếch đại của

tranzitor loại này nhiều khi không đủ lớn, để khuếch đại được tín hiệu từ khâu so sánh đưa sang.



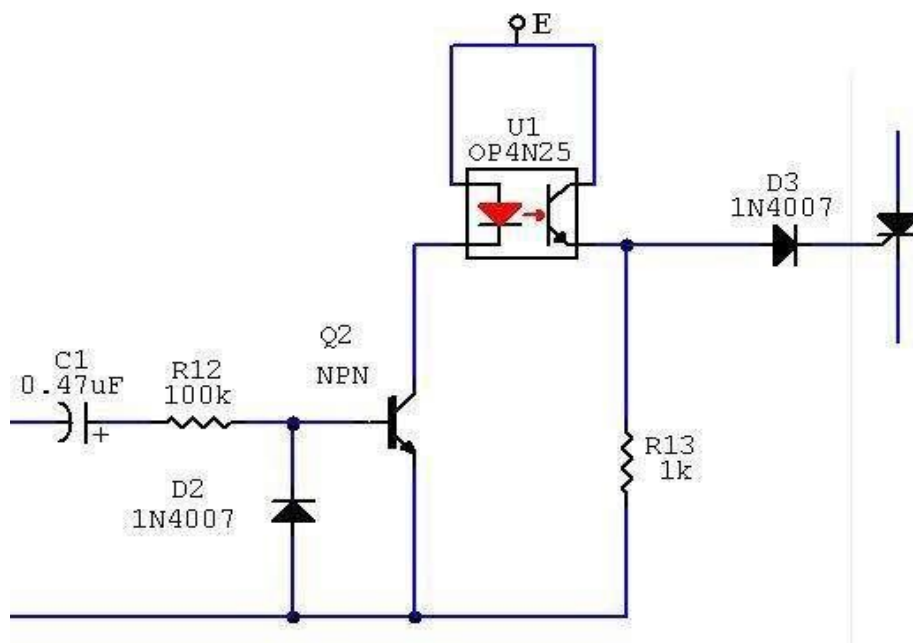
Hình 2.7: Sơ đồ các khâu khuếch đại và tạo xung

- . a- bằng tranzitor công suất; b- bằng sơ đồ darlington;
c- sơ đồ có tụ nối tầng.

Trong thực tế xung điều khiển chỉ cần có độ rộng bé (cỡ khoảng $10 \div 200$) μs), mà thời gian mở các tranzitor công suất dài (tối đa tới một nửa chu kỳ - 0.01s), làm cho công suất toả nhiệt dư của Tr quá lớn và kích thước dây quấn sơ cấp biến áp xung dư lớn. Để giảm nhỏ công suất toả nhiệt Tr và kích thước dây sơ cấp BAX có thể thêm tụ nối tầng như hình 2.7c. Theo sơ đồ

này, Tr chỉ mở cho dòng điện chạy qua trong khoảng thời gian nạp tụ, nên dòng hiệu dụng của chúng bé hơn nhiều lần

Trường hợp không dùng biến áp xung chúng ta có thể dùng một linh kiện điện tử có chức năng tương tự như biến áp xung để tạo xung điều khiển. Ghép quang tạo ra xung điều khiển có chất lượng tốt với khoảng thời gian khá dài, chất lượng điện áp và dòng điện của xung điều khiển quyết định bởi nguồn E. Với ưu điểm là ta chỉ cần dùng 1 transisto khuếch đại chứ không cần dùng 2 transisto mắc darlington, chi phí cho ghép quang và 1 transisto sẽ nhỏ hơn so với sơ đồ darlington với biến áp xung. Khâu khuếch đại và tạo xung dùng ghép quang có sơ đồ như trong hình 2.8.



Hình 2.8: Sơ đồ khâu khuếch đại và tạo xung dùng ghép quang

Điện trở R_{12} dùng để hạn chế dòng điện đưa vào Bazơ của Tranzitor Q2

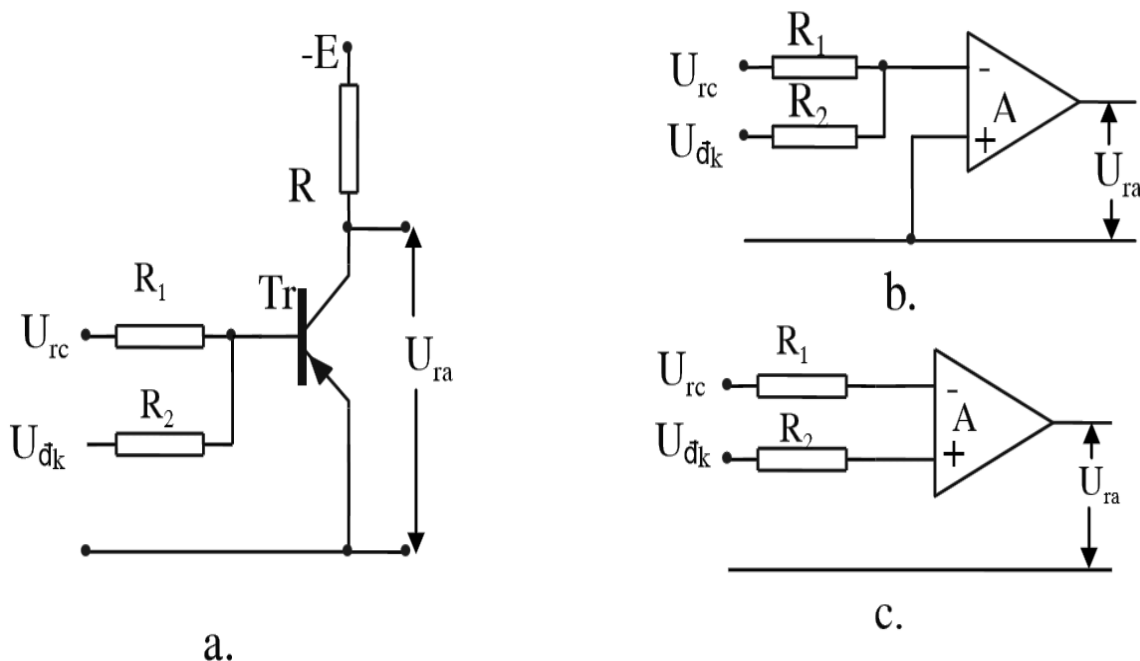
2.4.4. Lựa chọn khâu so sánh.

Muốn xác định được thời điểm mở tiristor, tiến hành so sánh hai tín hiệu $U_{đk}$ và U_{rc} . Việc so sánh các tín hiệu đó có thể được thực hiện bằng Tranzitor (Tr) như trên hình 2.9a. Tại thời điểm $U_{đk} = U_{rc}$ ở đầu vào, Tr lật

trạng thái từ khoá sang mở (hay ngược lại từ mở sang khoá), làm cho điện áp ra cũng bị lật trạng thái, tại đó xác định được thời điểm cần mở tiristor.±

Mức độ mở bão hoà của Tr phụ thuộc vào tổng đại số $U_{đk} \pm U_{rc} = U_b$, tổng đại số này có một vùng điện áp nhỏ hàng mV, làm cho Tr không làm việc ở chế độ đóng cắt như mong muốn, do đó nhiều khi làm thời điểm mở tiristor bị lệch so với điểm cần mở tại $U_{đk} = U_{rc}$.

KĐTT có hệ số khuếch đại vô cùng lớn, chỉ cần một tín hiệu rất nhỏ (cỡ μV) ở đầu vào, đầu ra đã có điện áp nguồn nuôi, việc ứng dụng KĐTT làm khâu so sánh là hợp lí. Các sơ đồ so sánh dùng KĐTT trên hình 2.9b,c rất thường gặp trong các sơ đồ mạch hiện nay. Ưu điểm hơn hẳn của các sơ đồ KĐTT là có thể phát xung điều khiển chính xác tại $U_{đk} = U_{rc}$.



Hình 2.9: Sơ đồ các khâu so sánh thường gặp.

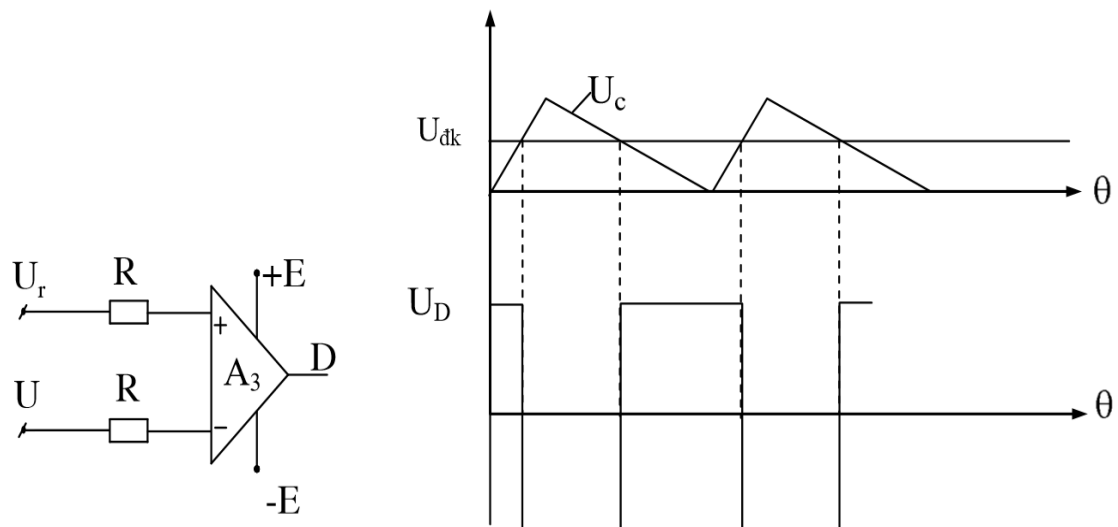
a- bằng tranzitor; b- cộng một cổng đảo của KĐTT;

b- hai cổng KĐTT.

Điện áp răng cưa đưa vào cửa đảo của A3 Điện áp điều khiển đưa vào cửa cộng của A3 Nếu $U_{rc} > U_{đk}$ đầu ra của A3 là xung âm

Nếu $U_{rc} > U_{đk}$ đầu ra của A3 là xung dương

Khi đó đầu ra của A3 có chuỗi xung vuông liên tiếp như hình 2.10.

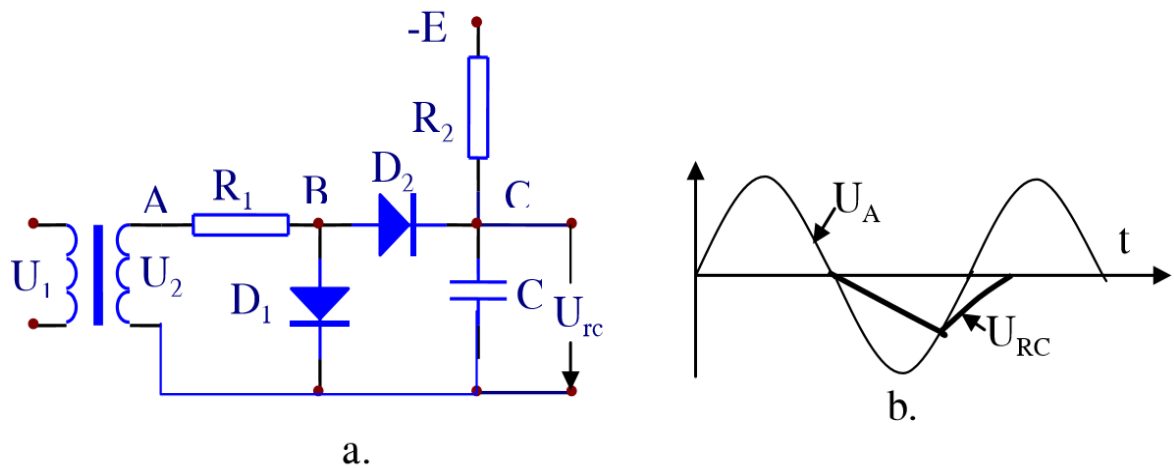


Hình 2.10: Sơ đồ và giản đồ điện áp khâu so sánh sử dụng KĐTT

2.4.5. Lựa chọn khâu đồng pha và tạo điện áp răng cưa.

Sơ đồ hình 2.12a là sơ đồ đơn giản, dễ thực hiện, với số linh kiện ít nhưng chất lượng điện áp tựa không tốt (hình 2.12b). Khi điện áp $U_A > 0$ điốt D1 dẫn làm cho tụ C ngắn mạch nên $U_{RC} = 0$, khi $U_A < 0$ D1, D2 khoá tụ C nạp với hằng số thời gian nạp tụ $R_2.C$. Tụ còn nạp chừng nào $|U_{RC}| < |U_A|$. Từ thời điểm $|U_{RC}| > |U_A|$ tụ bắt đầu xả. Khi nào tụ xả hết điện áp $U_{RC} = 0$. Độ

dài của phần biến thiên tuyến tính của điện áp tựa không phủ hết 180° . Do vậy, góc mở van lớn nhất bị giới hạn. Hay nói cách khác, nếu điều khiển theo sơ đồ này, điện áp tải không điều khiển được từ 0 tới cực đại mà từ một trị số nào đó đến cực đại.



Hình 2.12: Khâu đồng pha dùng điốt và tụ điện.

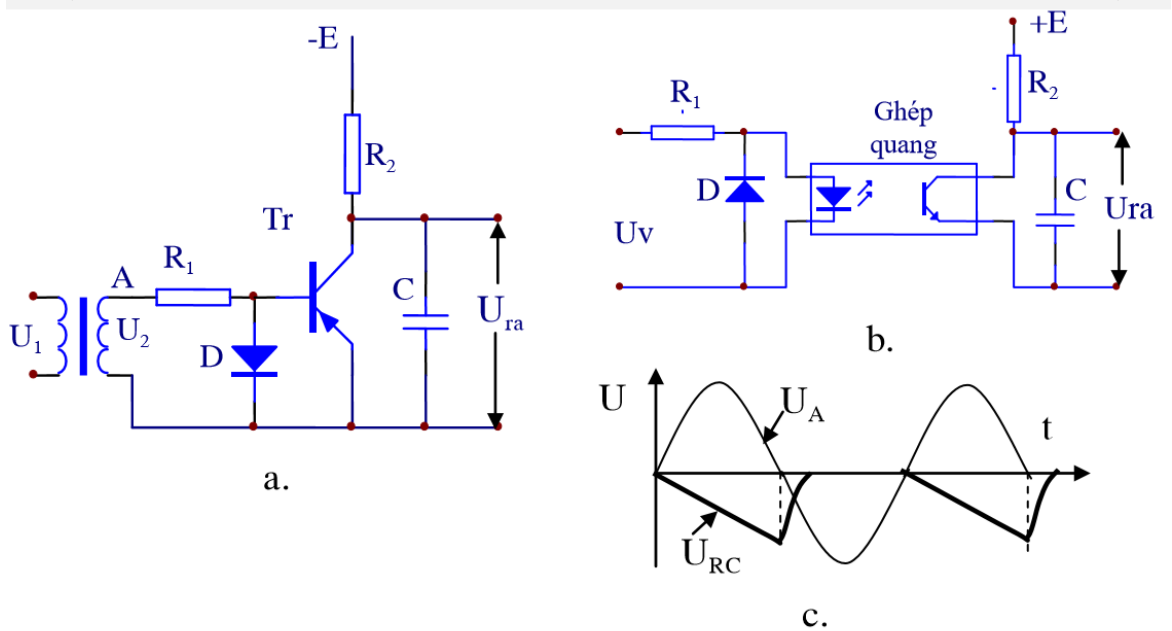
Để khắc phục nhược điểm về dải điều chỉnh ở sơ đồ hình 2.12a người ta sử dụng sơ đồ tạo điện áp tựa bằng sơ đồ hình 2.13a. Khi điện áp $U_A > 0$ tranzitor Tr khoá, tụ C nạp. Khi $U_A < 0$ tranzitor dẫn, tụ C xả tạo thành điện áp răng cưa như hình 2.13c. Điện áp tựa có phản biến thiên tuyến tính phủ hết nửa chu kì điện áp. Do vậy, khi cần điều khiển điện áp từ 0 tới cực đại là hoàn toàn có thể đáp ứng được.

Với sự ra đời của các linh kiện ghép quang, có thể sử dụng sơ đồ tạo điện áp tựa bằng bộ ghép quang như hình 2.13b. Nguyên lí và chất lượng điện áp tựa của hai sơ đồ hình 2.13a,b tương đối giống nhau. Đường cong điện áp minh hoạ cho hình 2.13b tương tự như hình 2.13c nhưng điện áp U_{rc} nằm phía trên trục hoành (vì ở đây sử dụng tranzitor npn). Ưu điểm của sơ đồ hình 2.13b là không cần biến áp đồng pha, do đó có thể đơn giản hơn trong việc chế tạo và lắp đặt.

Các sơ đồ trên đều có chung nhược điểm là việc mở, khoá các Tranzitor trong vùng điện áp lân cận 0 là thiếu chính xác làm cho việc nạp, xả tụ trong vùng điện áp đồng pha lân cận 0 không được như ý muốn.

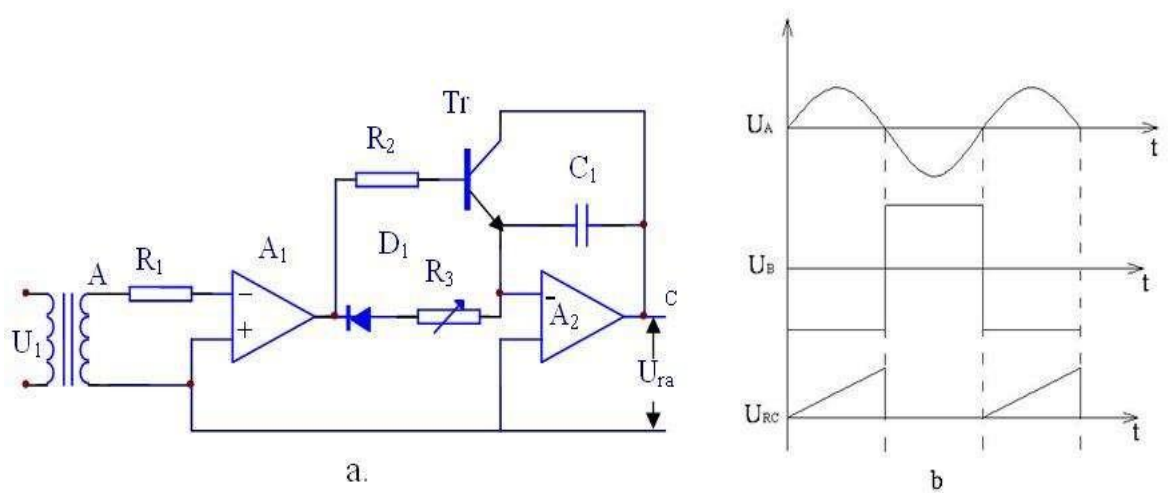
Ngày nay các vi mạch được chế tạo ngày càng nhiều, chất lượng ngày càng cao, kích thước ngày càng gọn, ứng dụng các vi mạch vào thiết kế

mạch đồng pha có thể cho chất lượng điện áp tựa tốt.



Hình 2.13: Khâu đồng pha dùng tranzitor.

a. dùng tranzitor, b. dùng bộ ghép quang, c. đường cong điện áp



Hình 2.14: Khâu đồng pha dùng KĐTT.

a- sơ đồ; b- các đường cong điện áp các khâu.

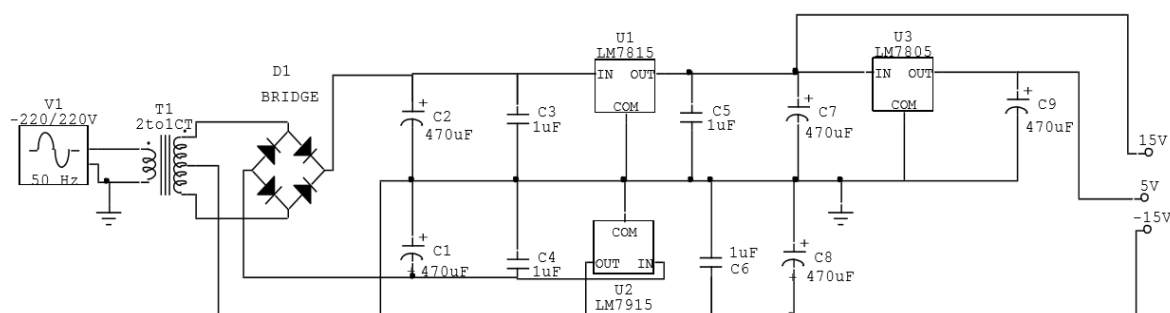
Trên hình 2.14a là sơ đồ tạo điện áp tựa dùng khuếch đại thuật toán (KĐTT), b là đường cong điện áp minh họa hoạt động của sơ đồ bên.

Điện áp tụ được hình thành do sự nạp của tụ C_1 , mặt khác để bảo đảm điện áp tụ có trong một nửa chu kỳ điện áp lưới là tuyến tính thì hằng số thời gian tụ nạp được T_r

2.4.6. Khối nguồn nuôi.

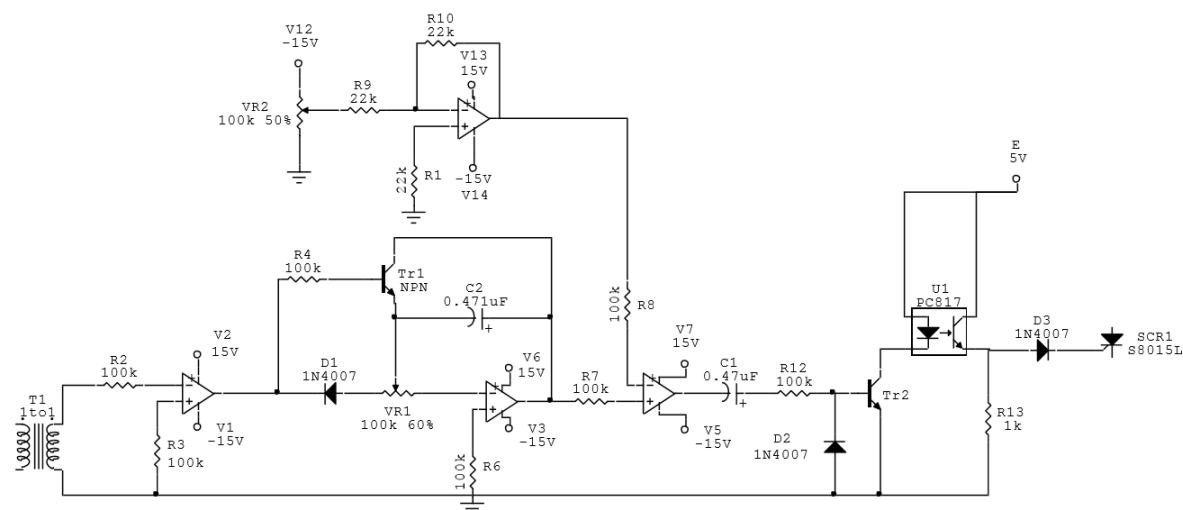
Biến áp nguồn nuôi là loại biến áp có điểm giữa, hạ áp từ điện áp 220V xoay chiều xuống các mức điện áp 24. Sau khi được hạ điện áp ta cho qua mạch chỉnh lưu và ổn áp để tạo ra điện áp cấp nguồn cho IC khuếch đại thuật toán và IC ghép quang.

Chọn biến áp nguồn nuôi và biến áp đồng pha Công suất $P = U \cdot I(W)$



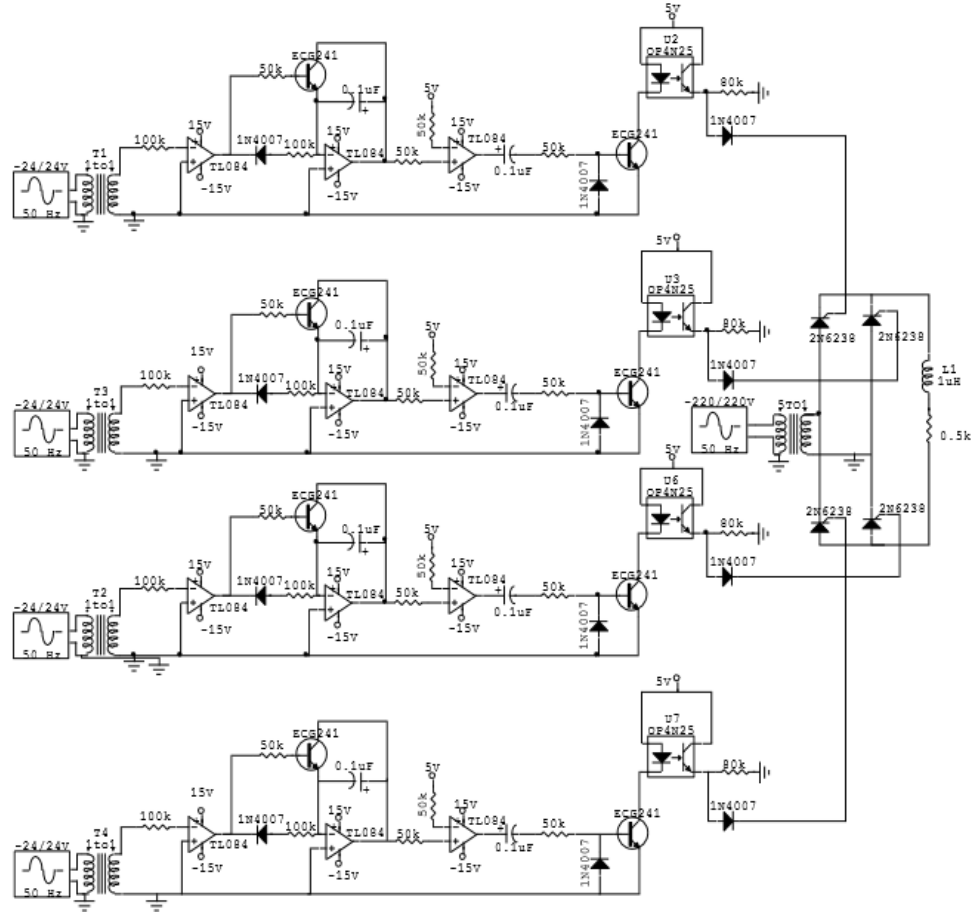
Hình 2.15: Sơ đồ khối nguồn nuôi sử dụng IC ổn áp.

Khi tính toán lựa chọn các khâu trong mạch điều khiển xong ta tiến hành ghép các khâu lại với nhau thành một mạch mở tiristo hoàn chỉnh.



Hình 2.16: Sơ đồ một kênh điều khiển mở tiristo.

Sau khi tính toán và lựa chọn xong các thiết bị và linh kiện của mạch điều khiển ta sẽ có được sơ đồ chỉnh lưu cầu một pha có điều khiển như hình 2.17.

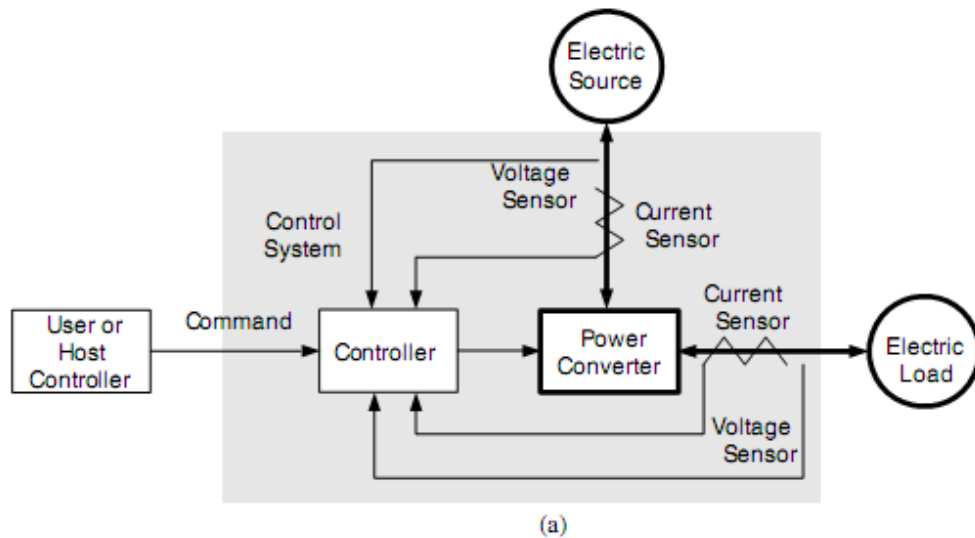


Hình 2.17: Sơ đồ tổng thể mạch điều khiển và động lực

CHƯƠNG 3.

TỔNG HỢP VÀ MÔ PHỎNG BỘ ĐIỀU CHỈNH DÒNG ĐIỆN CỦA BỘ CHỈNH LƯU MỘT PHA TIRISTOR CẤP ĐIỆN CHO ĐIỆN TRỞ R

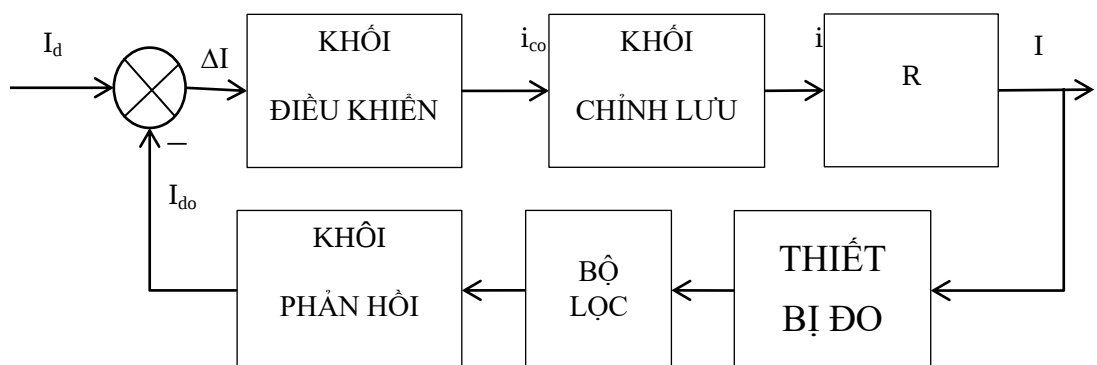
Để tiếp cận với đối tượng điều khiển là máy điện và bộ biến đổi công suất qua sự chuyển đổi năng lượng điện hoặc cơ điện thì biến vào và ra của máy điện và bộ biến đổi công suất sẽ nằm ở phạm vi chấp nhận được và những biến này sẽ được điều chỉnh theo giá trị tức thời hoặc theo giá trị trung bình. Thông thường các biến số điện được điều khiển là dòng điện, điện áp và công suất. Từ thông có thể tính toán dựa trên các biến đo được và từ thông móc vòng cũng có thể được điều chỉnh dựa trên các đại lượng tính toán. Những đại lượng cơ khí được điều chỉnh thường là mô men, gia tốc, tốc độ và vị trí (góc). Qua việc điều chỉnh các đại lượng điện và cơ này thì máy điện và bộ biến đổi có thể hoàn thành chức năng yêu cầu. Trong H.4.1 một sơ đồ khối của một hệ thống điều khiển công suất điện điển hình và hệ thống điện cơ điển hình được giới thiệu. Nguồn này có thể là DC hoặc AC mà tần số của nó cũng có thể thay đổi. Bằng cách đo điện áp và dòng điện của giá trị tức thời vào hay ra, hàm điều khiển có thể được thực hiện. Ở H.4.1b một hệ thống điều khiển máy điện qua bộ biến đổi công suất được chỉ ra, ở đây máy điện có thể hoạt động như động cơ hoặc như máy phát. Tuy nhiên dòng năng lượng từ máy điện tới nguồn qua bộ biến đổi là bộ biến đổi 2 chiều.. Nếu bộ biến đổi không chấp nhận công suất được tạo ra thì công suất này phải được tiêu tán bằng cách khác như bộ hãm dao động hoặc điện trở hãm. Ở điều khiển máy điện thường dòng điện chạy đến máy điện được đo lường cũng như điện áp và dòng điện chạy đến bộ biến đổi. Thêm nữa vị trí, tốc độ và gia tốc cũng được đo lường



Hình.4.1 : Sơ đồ khối của một hệ thống điều khiển công suất điện điện hình

3.1.SƠ ĐỒ CẤU TRÚC ĐIỀU KHIỂN.

Để thực hiện được yêu cầu đưa ra, sơ đồ cấu trúc điều khiển có những khâu cơ bản như trên hình 3.1.



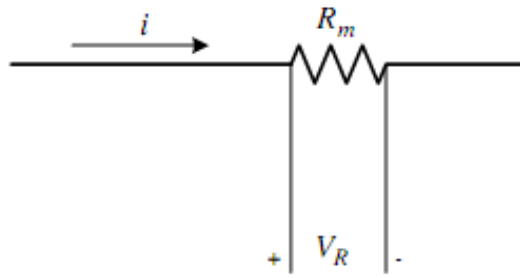
Hình 3.2:Sơ đồ cấu trúc điều khiển.

3.1.1.Giới thiệu chức năng các khối

Thiết bị đo

- Đo dòng điện bằng điện trở.

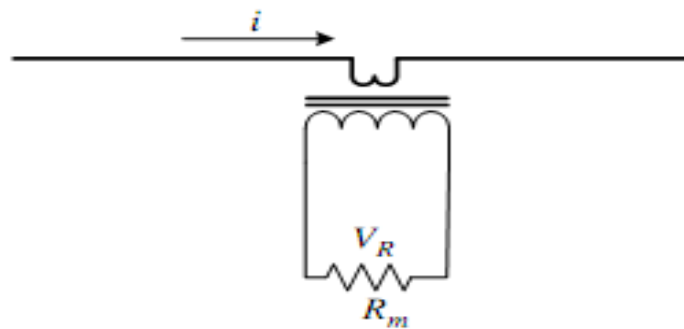
Phương pháp này dễ dàng và đơn giản khi biên độ dòng điện nhỏ . trên H.3.2 chỉ ra cách nối điện trở để đo dòng điện bằng độ sụt áp trên điện trở khi có dòng điện chạy qua. Tuy nhiên độ tổn hao trên điện trở là iV_R nên biên độ của dòng điện bị giới hạn.



Hình 3.3: Thiết bị đo dòng bằng điện trở

- Đo dòng điện bằng biến dòng (CT=current transformer))

Bằng các đo dòng thứ cấp chạy qua điện trở R_m có thể dễ dàng xác định dòng sơ cấp, độ sụt áp trên điện trở tỷ lệ với dòng điện phía sơ cấp. Phương pháp này đơn giản, dễ thực hiện đặc biệt khi dòng là AC. Sơ đồ đo dòng điện bằng biến dòng cho ở H.3.3



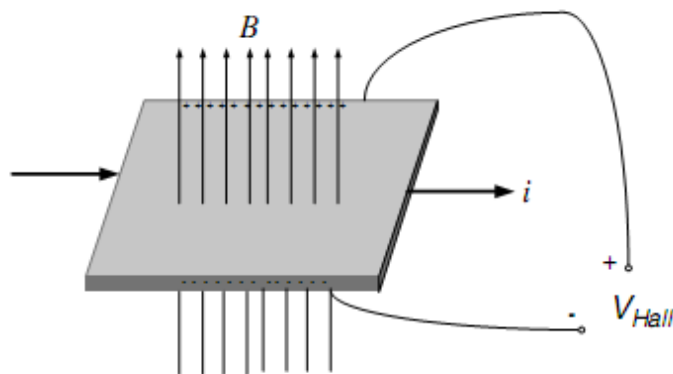
Hình 3.4:Sơ đồ đo dòng điện bằng biến dòng

phương pháp này không dùng cho dòng DC được.

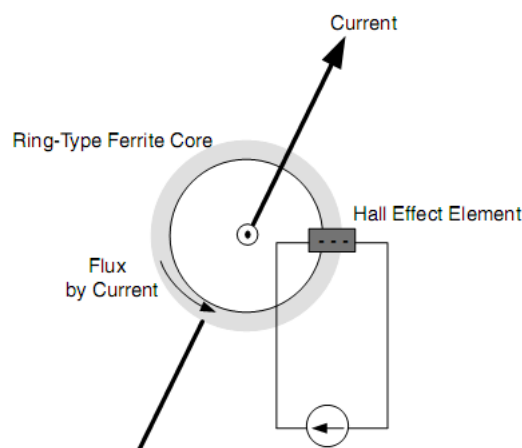
- Đo dòng điện bằng bộ cảm biến Hall

Khi dòng điện chạy qua dây dẫn xung quanh sẽ có từ trường. Biên độ của từ trường tỷ lệ với dòng điện và không có trễ giữa từ trường và dòng điện do đó đo từ trường thì suy ra dòng điện một cách gián tiếp. Để đo từ trường ta dùng cảm biến Hall. Nguyên lý hoạt động của cảm biến Hall biểu diễn trên h.4.5, khi có dòng điện i chạy qua chất bán dẫn và cảm ứng từ B có hướng vuông góc với dòng điện sẽ xuất hiện hiệu điện áp V_{Hall} (gọi là điện áp Hall) giữa 2 mặt của chất bán dẫn, hướng của điện áp trùng với hướng của dòng điện và cũng trùng với hướng của từ thông. Biên độ của điện áp tỷ lệ với biên độ từ thông khi dòng điện không đổi, vì vậy về nguyên

tắc Hall đo từ thông chạy qua cảm biến . Việc đo dòng điện dựa trên nguyên tắc này biểu diễn trên H.4.6. Ở đây nếu dòng điện chạy qua dây dẫn được cố định ở giữa vật liệu từ mềm ví dụ ferit thì từ thông sẽ xuyên qua lõi thép và từ thông tỷ lệ với dòng điện không có trễ. Một sen sơ hall được điều khiển bởi dòng DC được đặt ở trong lõi theo hướng của từ thông và sen sơ sẽ cung cấp một tín hiệu điện áp tỷ lệ với dòng điện chạy trong dây dẫn nhờ hiệu ứng hall. Vì nhiệt độ phụ thuộc phi tuyến với hiệu ứng hall do đó việc sử dụng hall để đo dòng điện không được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên ngày nay bằng nhiều phương pháp người ta đã loại trừ được nhược điểm trên của hall nên nó được sử dụng rộng rãi đặc biệt trong trường hợp khi từ thông sinh ra bởi dòng điện nhỏ ở cuộn dây ngắn mạch khác quấn xung quanh lõi như H.3.4



Hình 3.4:Đo dòng điện bằng bộ cảm biến Hall

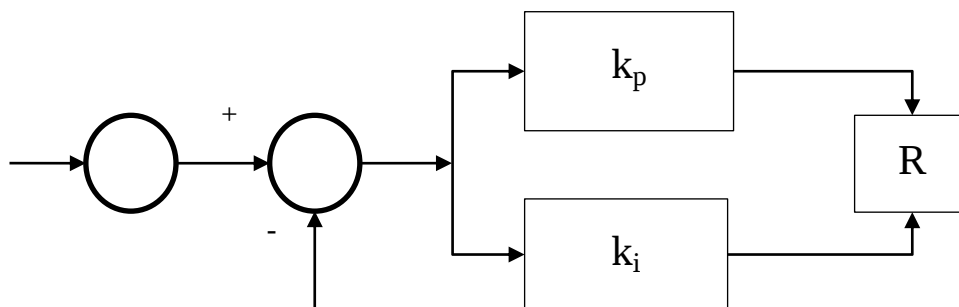


Hình 3.6: Thiết bị đo dòng bằng cảm biến

đã khử từ thông của dòng điện ở dây dẫn trong trung tâm của lõi để từ thông trong lõi thép bằng không do điều khiển phản hồi. Cảm biến ở vòng kín này là lý do chính xác để phép đo lường độ rộng băng thông có thể mở rộng tới vài trăm kHz. Hiện nay cảm biến Hall được chế tạo ở dạng chip bề mặt nên kích thước và giá thành rẻ do đó việc áp dụng các cảm biến Hall đo dòng điện tăng lên. Ngày loại sen sơ từ điện trở lớn (GMR) có thể thay đổi điện trở theo từ thông cũng được sử dụng để đo từ thông của dòng điện chạy trong dây dẫn qua đó đo dòng điện. Tuy nhiên còn tồn tại một số vấn đề như sự phụ thuộc nhiệt độ và phi tuyến. Tuy nhiên với sự phát triển của vi điện tử và chính nó GMR thì vấn đề này sẽ sớm được khắc phục. Đã có một số loại GMR được bán trên thương trường và do dùng GMR để đo dòng điện bản thân nó đã cách li nên có hiệu quả hơn, đo chính xác hơn các loại cảm biến khác hi vọng trong tương lai gần kích thước bộ cảm biến này sẽ giảm nhanh.

Khối Điều Khiển:

Bộ điều chỉnh là một trong các phần tử quan trọng nhất trong hệ điều chỉnh tự động TĐĐ bởi vì nó đảm bảo chất lượng động và tĩnh của hệ. Trong bài này cần dùng bộ PI để điều chỉnh dòng điện cho tải điện trở R, bộ điều khiển gồm 2 khâu là khâu tỉ lệ (P) và khâu tích phân (I) như hình 3.6.



Hình 3.7: Khối điều khiển PI.

Bộ điều chỉnh có 2 nhiệm vụ:

- + Khuếch đại tín hiệu sai lệch nhỏ của hệ.
- + Tạo hàm điều khiển đảm bảo chất lượng động và tĩnh của hệ.

Tuỳ theo loại tín hiệu điều khiển mà ta có các bộ điều chỉnh tương tự bộ điều chỉnh số .

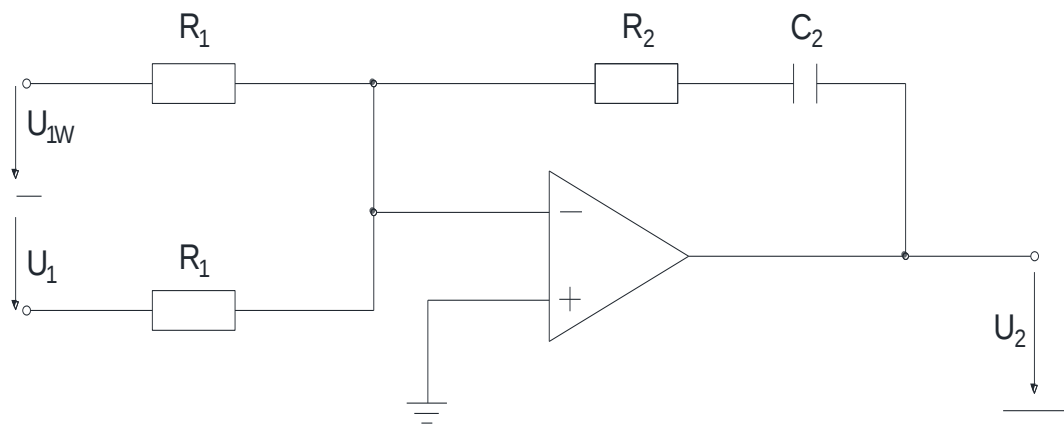
Theo yêu cầu ta dùng bộ điều chỉnh tích phân tỷ lệ PI.

Nếu chọn:

$$Y_1(p) = \frac{1}{R_1}$$

$$Y_2(p) = \frac{1}{R_2 + 1/PC_2}$$

Cấu trúc của bộ điều chỉnh tích phân tỷ lệ , trình bày trên hình (3.7).



Hình 3.8: Sơ đồ nguyên lý bộ điều chỉnh PI

Hàm truyền bộ điều chỉnh PI

$$F_R(p) = K_R + \frac{1}{\tau_1 p}$$

Trong đó:

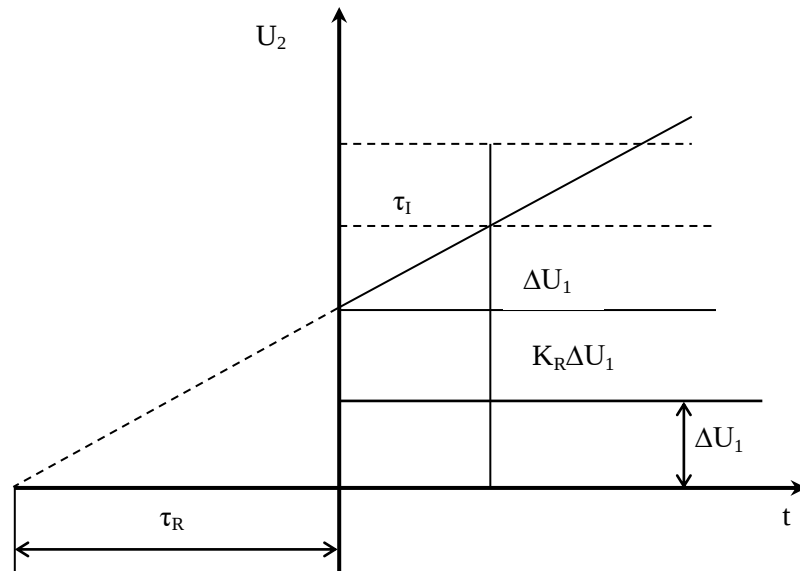
$$K_R = \frac{R_2}{R_1}$$

$$\tau_1 = R_1 \cdot C_2$$

Có thể viết hàm truyền ở dạng khác:

$$F_R(p) = K_R \frac{1 + \tau_R p}{\tau_R p}$$

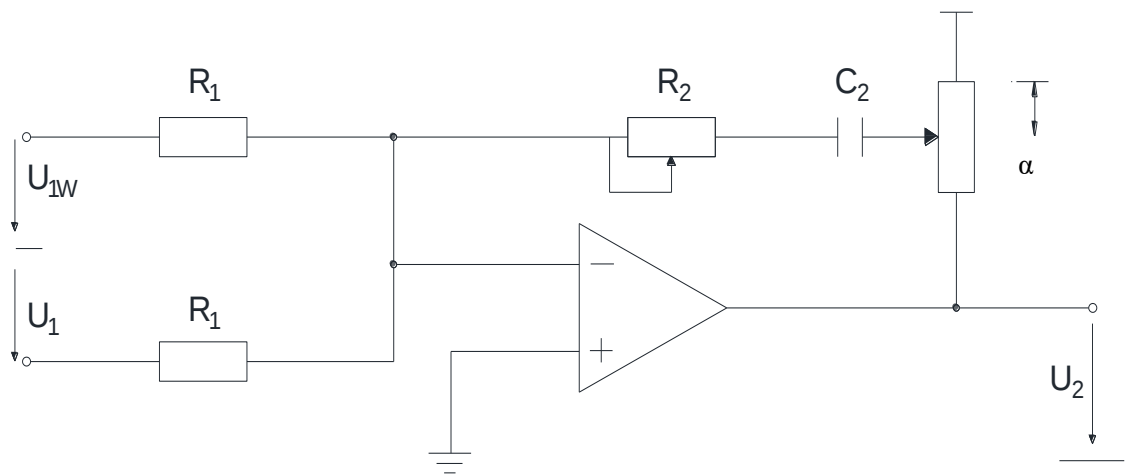
Đặc tính quá độ bộ điều chỉnh PI và cách xác định K_R, τ_I, τ_R được xác định trên hình (2.19).



Hình 3.9: Đặc tính quá độ bộ điều chỉnh PI

Bộ điều chỉnh PI hình 3.8 có nhược điểm trong việc chỉnh định độc lập hai thông số K_R và τ_R .

Sơ đồ hình 3.9 giải quyết được nhược điểm đó .



Hình 3.10: Bộ điều chỉnh PI , điều chỉnh độc lập tham số K_R, τ_R

Ta có :

$$Y_2(p) = \frac{I_2}{U_2} = \frac{\alpha}{R_2 + R_p + \frac{1}{pC_2}}$$

Trong đó : $R_p = \alpha(1-\alpha)R$

$$\begin{cases} \tau_R = R_2 C_2 \\ K_R \approx \frac{R_2}{R_1 \alpha} \end{cases}$$

Vậy ta có thể chỉnh định hằng số thời gian τ_R bằng thay đổi R_2 , sau đó chỉnh hệ số khuếch đại bằng việc chỉnh α không ảnh hưởng tới hằng số thời gian đồng thời vùng thay đổi hệ số khuếch đại rất rộng

$$\frac{R_2}{R_1} \leq K_{R < \infty}$$

Khối Chỉnh Lưu

Là bộ chỉnh lưu liên hệ nguồn xoay chiều với tải một chiều ,nghĩa là đổi điện áp xoay chiều của nguồn thành điện áp một chiều cho tải.(đã nêu ở chương 2) hàm truyền của khối chỉnh lưu có dạng:

$$W(p) = \frac{K}{1 + \tau p}$$

Khối phản hồi

Mục đích: phản hồi lại thông số để điều chỉnh.

Có các nhiệm vụ chính:

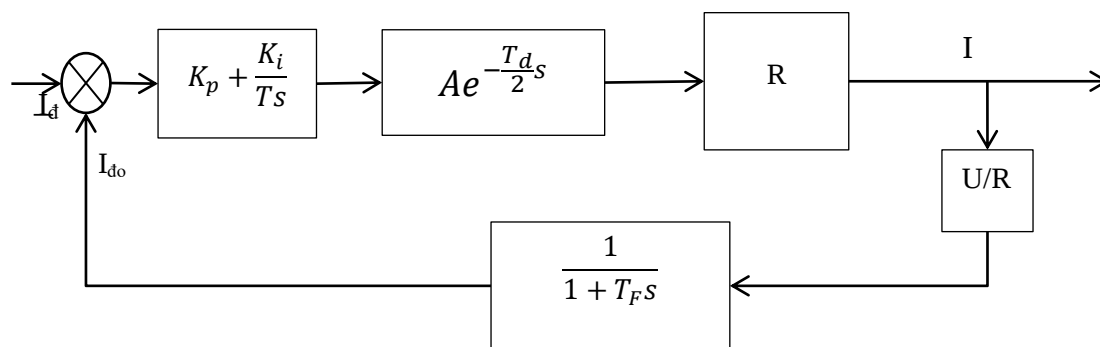
- Điều khiển quá trình các sai số khi tải R biến đổi.
- Phản hồi để điều chỉnh tín hiệu đầu ra cho bộ điều khiển.
- Giới hạn và bảo vệ R khi các thông số nhiệt,... vượt quá mức cho phép

Nguyên lý hoạt động của mạch

- Khi có tín hiệu vào bộ điều khiển, bộ điều khiển xử lý tín hiệu và phát xung điều khiển vào BBD.
- Bộ biến đổi nhận tín hiệu từ bộ điều khiển, kích mở các van tiristo, cấp nguồn cho R.
- Điện trở R được bộ phận đo lường lấy lại thông số tốc độ, rồi xử lý tín hiệu tốc độ thành tín hiệu điện áp và truyền tín hiệu lại bộ điều khiển.
- Bộ điều khiển tổng hợp và so sánh tín hiệu đặt và tín hiệu phản hồi từ đó đưa ra sai lệch và điều chỉnh.

3.2. THIẾT KẾ MẠCH VÒNG ĐIỀU CHỈNH.

Để điều khiển dòng điện của cầu chỉnh lưu 1 pha có điều khiển dùng bộ điều chỉnh PI H.3.11 được sử dụng tương đối rộng rãi vì nó đơn giản và tương đối dễ điều chỉnh hệ số khuếch đại. H.3.11 là sơ đồ khối điều chỉnh hệ thống truyền động điện động cơ một chiều cấp điện từ bộ chỉnh lưu 1 pha có điều khiển dùng bộ điều chỉnh PI để điều chỉnh dòng điện.



Hình 3.11: Sơ đồ khối điều khiển của hệ thống điều chỉnh dòng cho tải điện trở R bằng bộ chỉnh lưu một pha với bộ điều chỉnh PI.

Ở sơ đồ này ta giả thiết rằng dòng điện của máy điện liên tục và phi tuyến với điện áp V_e và góc mở α được giải quyết khi sử dụng nghịch đảo của hàm cosin. Độ sụt áp nguồn do trùng dẫn từ nguồn cảm kháng bỏ qua do đó hệ số

khuyếch đại điện áp của bộ chỉnh lưu điều khiển ,thời gian trễ có giá trị bằng 1/10 chu kỳ của điện áp vào.

:

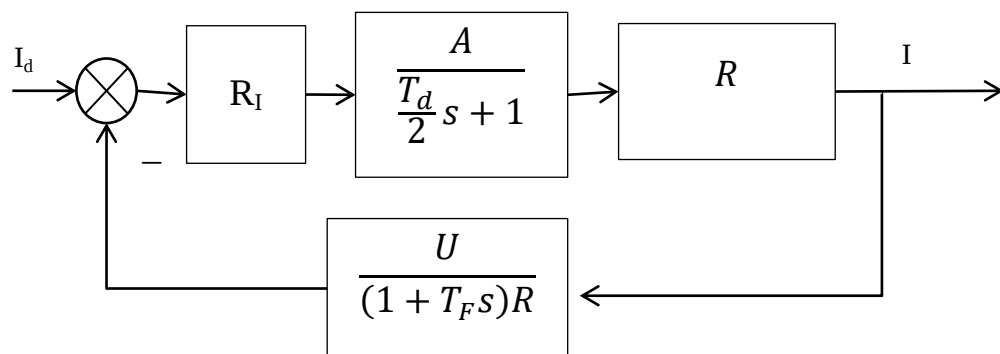
$$A = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} V_{L-L}$$

$$T_d = \frac{2\pi}{12\omega_e}$$

Trong đó ω_e là tần số góc của điện áp nguồn.

Ở H.3.11 dòng điện i_a có dạng dao động tần số dao động bằng 6 lần tần số nguồn. Để nhận được giá trị trung bình của dòng phản ứng thì dòng điện dao động trong thiết bị đo được lọc . Để thiết kế bộ điều chỉnh PI giả thiết rằng bộ lọc là bộ lọc thông thấp sóng bậc một có hằng số thời gian là T_F và tần số góc cắt là $1/T_F$, tần số cắt có thể nhận bằng tần số nguồn nạp bằng 1/6 tần số dao động của dòng điện. Thời gian trễ do điều khiển các van của bộ chỉnh lưu có điều khiển được mô hình hóa như khâu trễ bậc 1 và lúc này sơ đồ khối cho ở H.3.11 trở thành H.3.12 Hệ số khuyếch đại của vòng chứa 3 phần tử trễ gồm thời gian trễ của chỉnh lưu $T_d/2$, thời gian trễ của bộ lọc T_F còn thời gian trễ của R là $T_a = L_a/R_a$, đó là hằng số thời gian. Giá trị thời gian trễ thứ nhất và thứ 2 có thể cộng với nhau và làm gần đúng thành một độ trễ:

Ta có sơ đồ rút gọn như sau:



Hình 3.12: Sơ đồ khối của mạch vòng dòng điện

Hàm truyền đạt của đối tượng điều chỉnh:

$$G = \frac{(K_p Ts + K_i)A.R(1 + T_F s)}{s \left(\frac{T_d s}{2} + 1 \right) (1 + T_F s) + K_p Ts + K_i.A.U}$$

Trong đó $T_e = T_d/2 + T_F$

T_i là khoảng thời gian tích phân của bộ điều chỉnh PI

$$T_i = T_e(1 + 2\zeta)^2$$

$$K_p = \frac{1}{A} \left(\frac{T_a}{(1 + 2\zeta)T_e} \right)$$

Trong đó T_i là hằng số tích phân của bộ điều chỉnh PI thường có giá trị bằng 2 lần hệ khuếch đại của bộ điều chỉnh bằng K_p/K_i . Có rất nhiều phương pháp điều chỉnh hệ số khuếch đại này nhưng phương pháp thường dùng nhất là phương pháp tối ưu đối xứng. Hằng số thời gian tích phân quyết định bởi hệ số giảm chấn ζ . Để nhận được góc pha biên lớn nhất có thể nhận $\zeta = 1/\sqrt{2}$ lúc này $T_i = T_e(1 + \zeta)^2$ còn $K_r = \frac{1}{A} \frac{T_d}{(1 + 2\zeta)T_e}$ trong vòng kín này độ rộng

băng thông có giá trị $1/15,1T_e$ với thủ tục điều chỉnh này hệ thống truyền động có tần số nguồn là 60Hz thì độ rộng băng thông xấp xỉ 16 rad/s. Với thủ tục thiết kế này đồng thời điều chỉnh hệ số khuếch đại để hệ thống điều chỉnh dòng điện của bộ chỉnh lưu có điều khiển sẽ cung cấp cho ta tính chất cần thiết. Tuy nhiên còn một số vấn đề sau: độ rộng băng thông vòng kín bị giới hạn tới giá trị nhỏ hơn một vài phần rad/s và đáp ứng của dòng điện khi tín hiệu vào nhảy bậc sẽ có dao động do tính chất zero của bộ điều chỉnh PI. Tuy nhiên nếu dòng phản ứng là không liên tục thì hàm truyền của bộ chỉnh

lưu sẽ không nhận được và hàm truyền tổng quát khác với hàm truyền và tính chất điều chỉnh thấy rõ ràng bị giảm.

Hàm truyền đạt:

$$F_r(p) = K_R + \frac{1}{T \cdot p}$$

Trong đó : K_R là hệ số tỉ lệ (P)

T là hệ số tích phân (I)

Tính toán các số liệu để mô phỏng:

$$K_R = 0,7497.$$

$$T = 0,0349$$

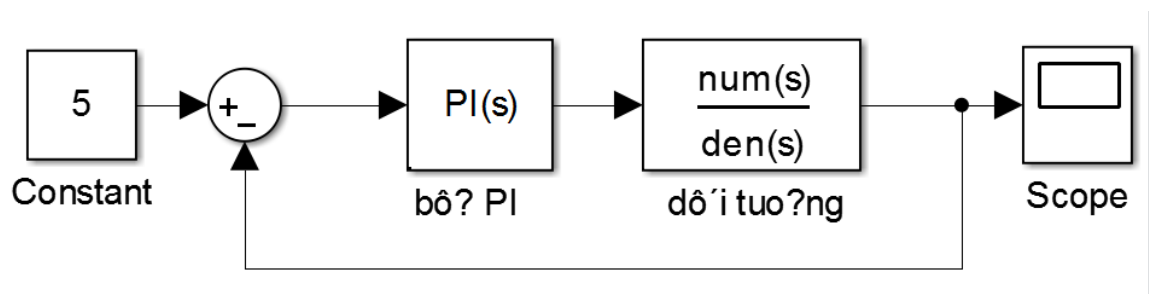
$$T_d = 0,02$$

$$T_F = 0,005$$

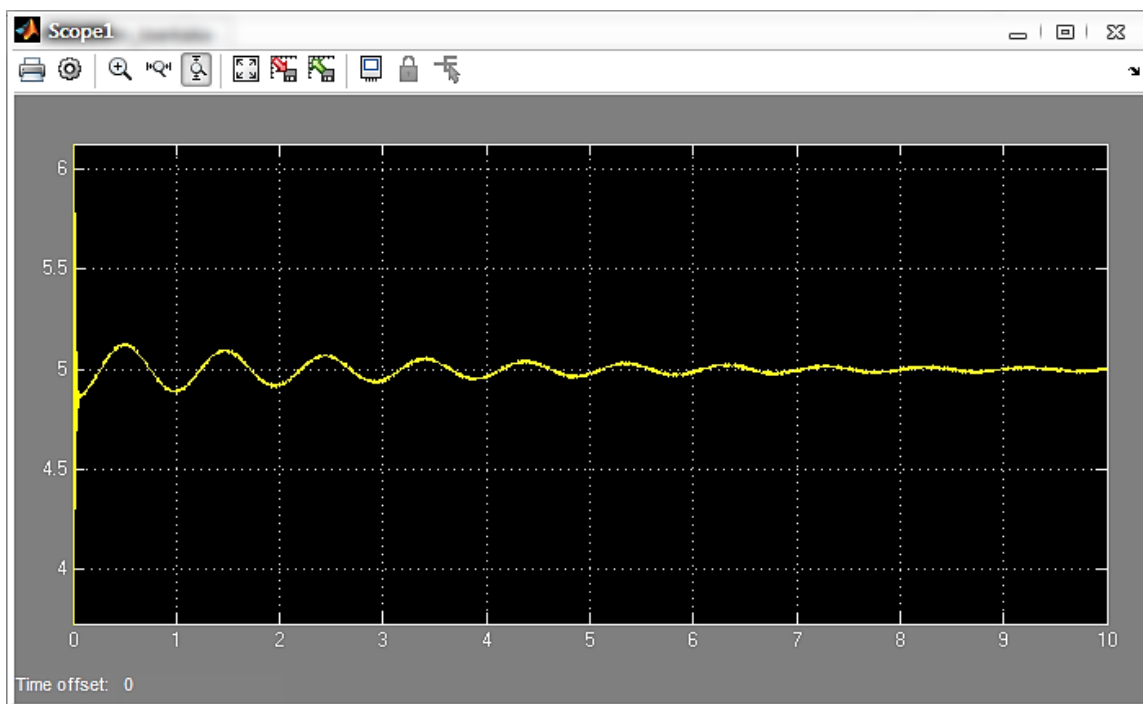
$$\text{Hằng số thời gian: } T_i = 0,014 \text{ (s)}$$

3.3.CHỈNH ĐỊNH THÔNG SỐ VÀ MÔ PHỎNG

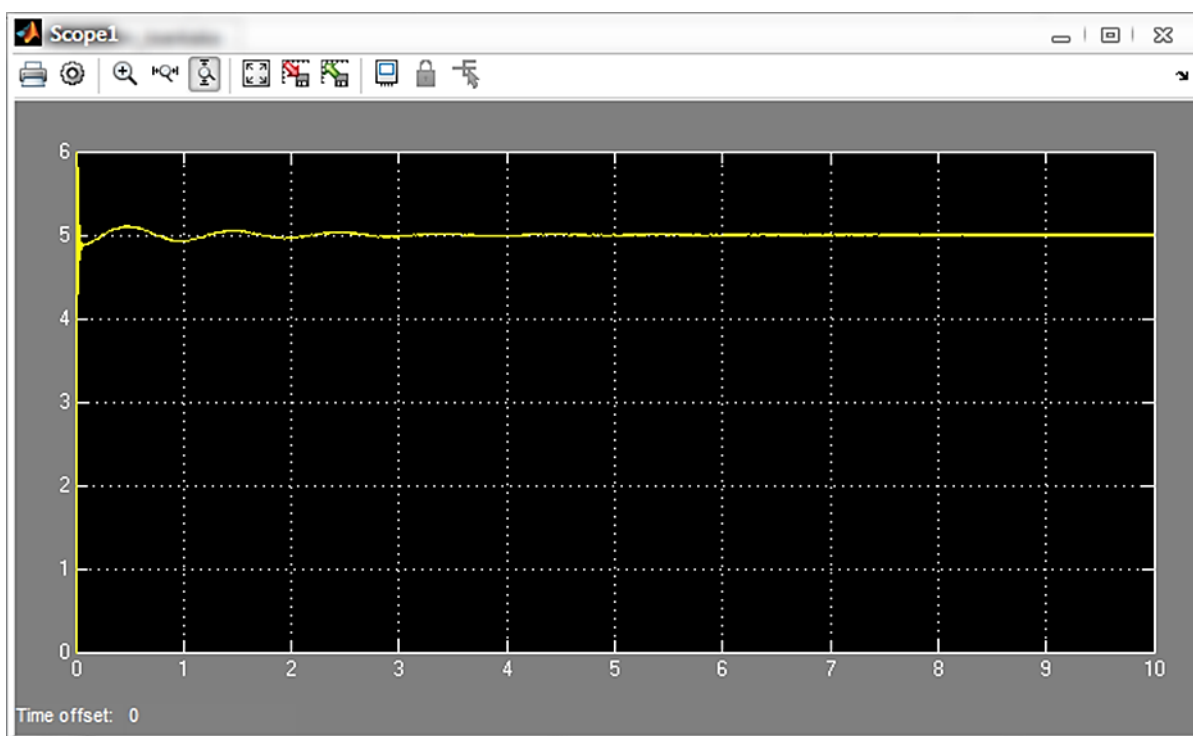
Ta sử dụng mềm matlab simulink để hiển thị kết quả mô phỏng .



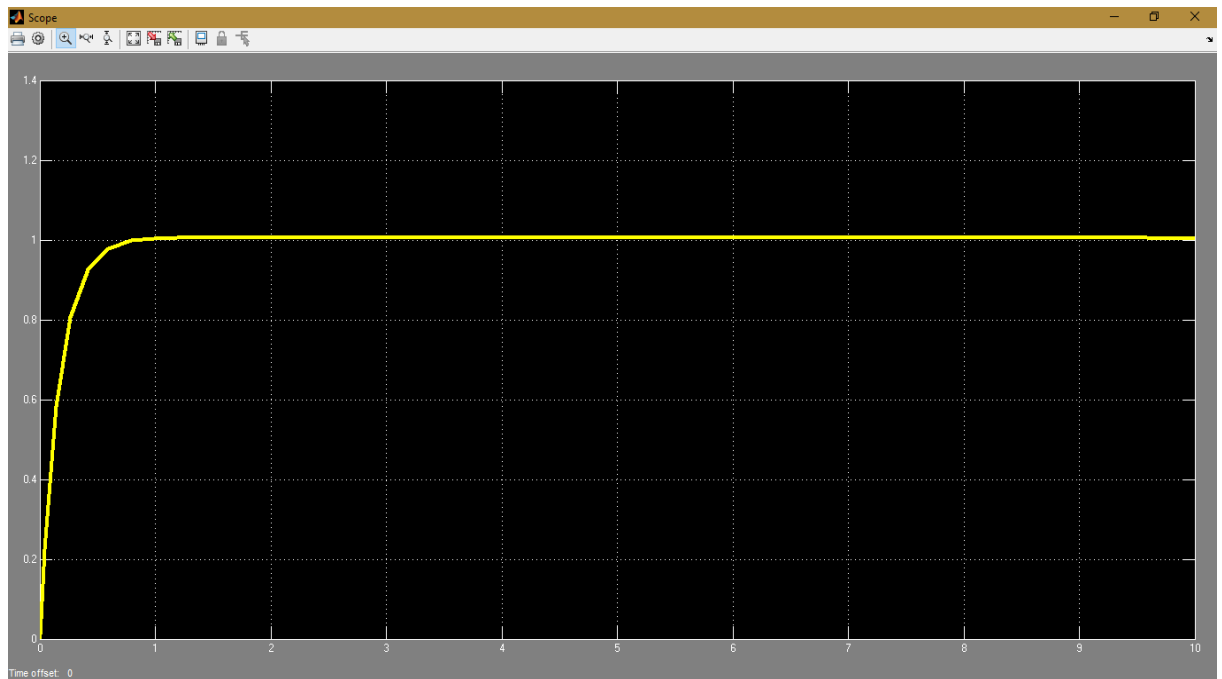
Hình 3.13: Sơ đồ cấu trúc mô phỏng trong Matlab



Hình 3.14: Kết quả trước khi chỉnh định trong số U



Hình 3.15: Kết quả sau khi chỉnh định trong số U



Hình 3.16: Kết quả sau khi chỉnh định trong số I

Xác định điện áp chỉnh lưu không tải:

Bộ biến đổi điện áp chỉnh lưu Thyristo cần có giá trị điện áp không tải đảm bảo cung cấp cho phần ứng của động cơ một chiều hoạt động.

Điện áp chỉnh lưu không tải được tính như sau:

$$U_{do} = (U_{dm} + 4\%U_{dm} + 1,5\%U_{dm} + 0,8\%U_{dm} + \Delta U_{rt}) \quad (1)$$

Trong đó: U_{dm} : điện áp chỉnh lưu cực đại. $U_{dm} = E_{rdm} = 110 \text{ V}$

$4\%U_{dm}$: sụt áp trên điện trở

$1,5\%U_{dm}$: sụt áp trên điện kháng MBA.

ΔU_{rt} : sụt áp trên 2 Tiristor nối tiếp $\Delta U_r \approx 2 \text{ V}$

Thay các trị số vào phương trình (1) ta được: $U_d = 235,86 \text{ V}$

Vậy điện áp chỉnh lưu không tải $U_d = 235,86$

V Giá trị hiệu dụng điện áp pha thứ cấp MBA.

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

Với $\alpha = 0$

$$\text{Suy ra } U_2 = 261,84\text{V}$$

Do đó tỉ số MBA là: $m = U_2/U_1 = 1,19$

Điện áp ngược lớn nhất mới nhất mỗi Tiristor phải chịu: $U_{im} = \sqrt{2} \cdot U_2 = \sqrt{2} \cdot 261,84 = 370,29 \text{ V}$

KẾT LUẬN

Sau ba tháng nghiên cứu và thực hiện đề tài dưới sự hướng dẫn tận tình của GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn cùng với sự cố gắng nỗ lực của bản thân, em đã hoàn thành đồ án tốt nghiệp của mình theo đúng kế hoạch được giao.

Qua thời gian làm đồ án tốt nghiệp em đã nắm vững hơn về cách phân tích một công việc thiết kế, cách đặt vấn đề cho bài toán thiết kế. Giúp cho em có cách xử lý sát thực hơn và biết cách kết hợp với những kiến thức đã được học để tính toán và chọn ra phương án tối ưu cho thiết kế.

Qua đề tài này giúp em nắm được những kiến thức sau:

- + Nghiên cứu tổng quan về các bộ chỉnh lưu có điều khiển.
- + Tổng hợp bộ điều chỉnh dòng điện .
- + Thiết kế mô phỏng bằng phần mềm matlab simulink.

Tuy nhiên, do thời gian và kinh nghiệm có hạn nên bên cạnh những kết quả đã đạt được, đề tài chưa thực hiện được một số vấn đề như sau :

Dù đã cố gắng hoàn thành đồ án này với cường độ làm việc cao, kỹ lưỡng và có sự hướng dẫn rất cụ thể của quý thầy cô nhưng do hiểu biết còn hạn chế và chưa có kinh nghiệm thực tiễn nên chắc chắn đồ án này còn có nhiều thiếu sót và bất cập. Vì vậy, em rất mong sự sửa chữa và đóng góp ý kiến của quý thầy cô và các bạn để em được rút kinh nghiệm và bổ sung thêm kiến thức.

SINH VIÊN THỰC HIỆN

Đinh Trọng Vinh

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn (2004), ***Điện tử công suất***, Nhà xuất bản xây dựng.
- [2]. Lê Văn Doanh –Nguyễn Thế Công –Trần Văn Thịnh (2005), ***Điện tử công suất***, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [3]. TS. Trần Văn Thịnh (2008), ***Tính toán thiết kế thiết bị điện tử công suất***, Nhà xuất bản giáo dục.
- [4]. Nguyễn Bính (2000), ***Điện tử công suất***, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [5]. Dương Minh Trí (2007), ***Sơ đồ chân linh kiện bán dẫn***, Nhà xuất bản trẻ.
- [6]. TS. Đỗ xuân Thụ (2002), ***Kỹ thuật điện tử***, Nhà xuất bản giáo dục.
- [7]. Lê Văn Doanh (1997), ***Điện tử công suất và điều khiển động cơ điện***, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- Các trang web tham khảo
- [8]. Diễn đàn Điện Tử Việt Nam (www.dientuvietnam.net).
- [9]. Diễn đàn Sinh viên Bách Khoa (www.svbkol.org).