

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

Luận văn

**Xây dựng bộ
chỉnh lưu cầu một pha tiristor có công suất
 $P = 1\text{kW}$, điện áp $U = 220\text{V}$ có
bộ lọc điện, cấp điện cho động cơ một chiều
để điều chỉnh tốc độ bằng điện
áp.**

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. Các thiết bị sử dụng điện áp một chiều đều có dải điều chỉnh rộng, trơn láng, đó là một yêu cầu lớn cần phải có trong các hệ thống tự động truyền động 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 thức năng lực 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 bộ chỉnh lưu cầu một pha tiristor có công suất $P = 1kW$, điện áp $U = 220V$ có bộ lọc điện, cấp điện cho động cơ một chiều để điều chỉnh tốc độ bằng điện áp.***” 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 : Thiết kế bộ chỉnh lưu cầu một pha cho động cơ điện một chiều.

Chương 3 : Lắp ráp bộ chỉnh lưu cầu một pha và kết quả thí nghiệm.

Những sản phẩm kết quả đạt được ngày hôm nay tuy không lớn lao. Nhưng đó là thành quả của sự cố gắng bốn năm học tập. Là thành công bước đầu của em trước khi ra trường.

CHƯƠNG 1. CÁC BỘ CHỈNH LƯU CÓ ĐIỀU KHIỂN.

Để cấp nguồn cho tải một chiều, cần thiết kế 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 công, 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.

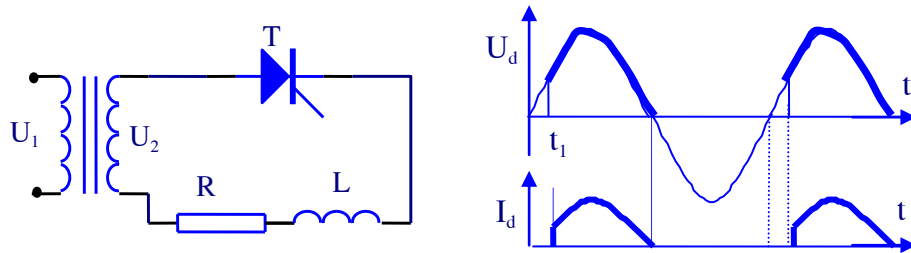
1.1.1. Chỉnh lưu một nửa chu kỳ.

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 anot 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:

$$U_{do} = 0,45.U_2 \quad (1 - 1)$$

Chất lượng điện áp xấu và cũng cho hệ số sử dụng máy biến áp xấu:

$$S_{ba} = 3,09 \cdot U_d \cdot I_d. \quad (1 - 2)$$

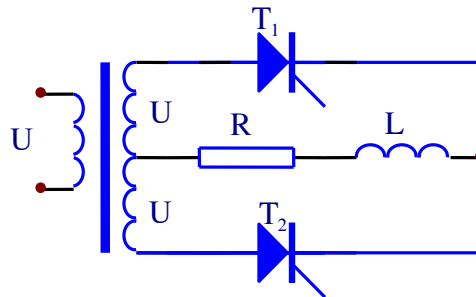


Hình 1.1 Sơ đồ chỉnh lưu một nửa chu kỳ.

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.

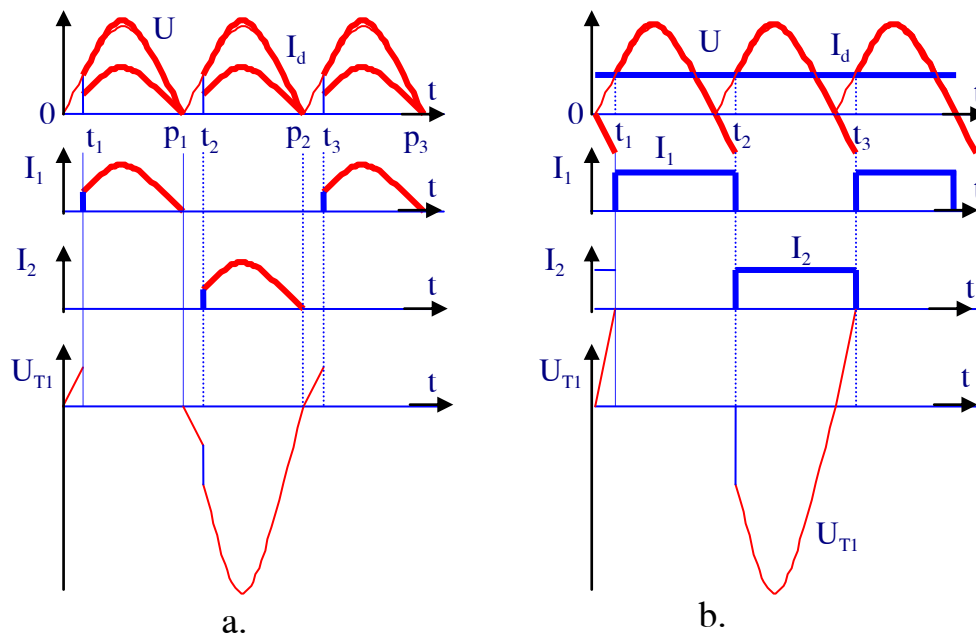
1.1.2. Chỉnh lưu cả chu kỳ với biến áp có điểm trung tính.



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 ($f_{dm} = 2f_1$). 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 T_1 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 :

$$U_d = U_{do} \cdot (1 + \cos\alpha) / 2. \quad (1 - 3)$$

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:

$$U_d = U_{do} \cdot \cos\alpha \quad (1 - 4)$$

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

$$U_{mv} = 2\sqrt{2}U_{\sim}$$

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 $I_{hd} = 0,71.I_d$.

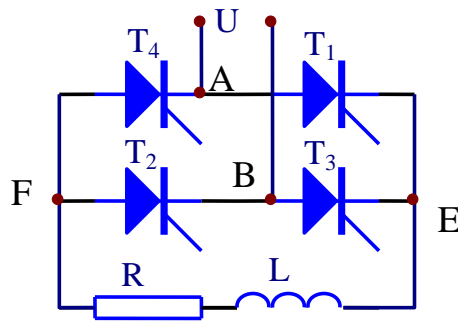
Một số ưu nhược điểm của sơ đồ.

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.

1.1.3. Chỉnh lưu cầu một pha đối xứng.

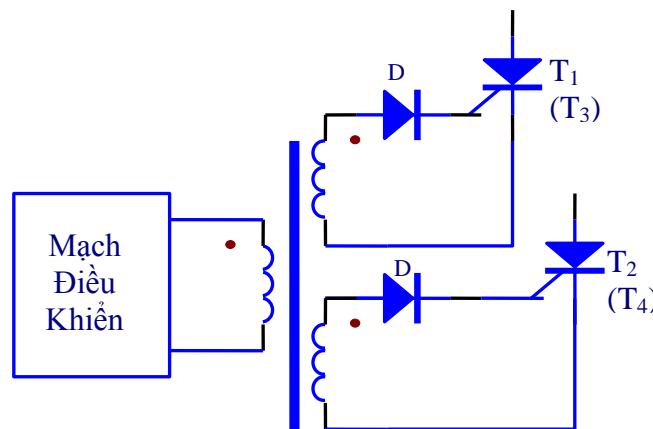
Chỉnh lưu cầu một pha đối xứng được cấu tạo từ bốn tiristor mắc theo hình 1.4.

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



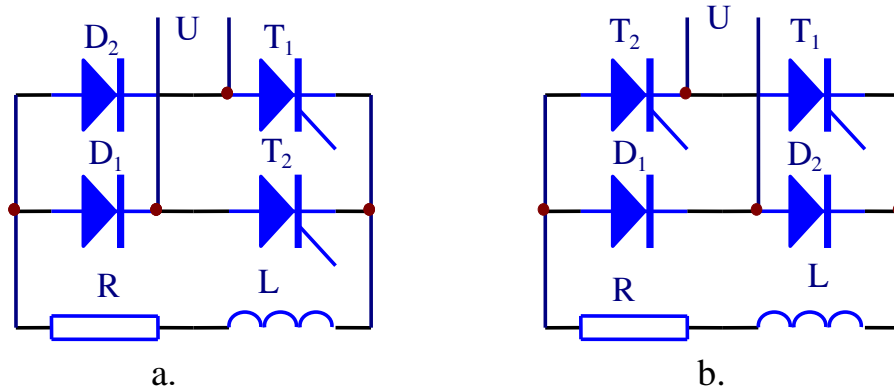
Hình 1.5 Phương án cấp xung chỉnh lưu cầu 1 pha.

1.1.4. 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 chùng mực 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.

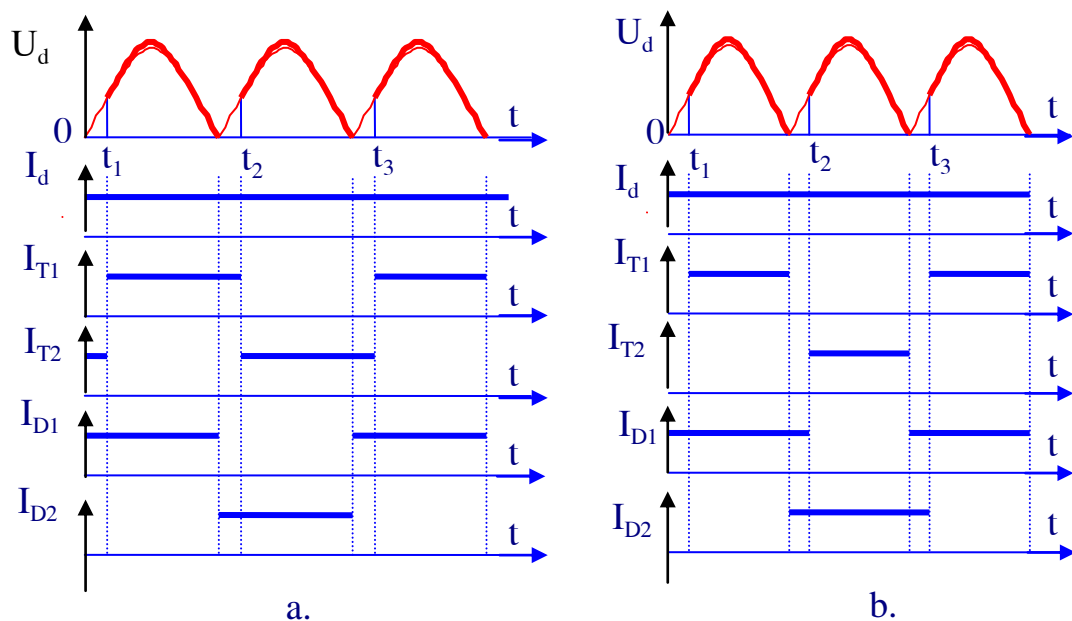


Hình 1.6 Sơ đồ chỉnh lưu cầu một pha điều khiển không đối xứng.

Trên sơ đồ hình 1.6a (với minh họa bằng các đường cong hình 1.7a) khi điện áp anod T_1 dương và catod D_1 âm có dòng điện tải chạy qua T_1 , D_1 đến khi điện áp đổi dấu (với anod T_2 dương) mà chưa có xung mở T_2 , năng lượng của cuộn dây tải L được xả ra qua D_2 , T_1 . Như vậy việc chuyển mạch của các van không điều khiển D_1 , D_2 xảy ra khi điện áp bắt đầu đổi dấu. Tiristor T_1 sẽ bị khoá khi có xung mở T_2 . 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 D_1, D_2 , 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.

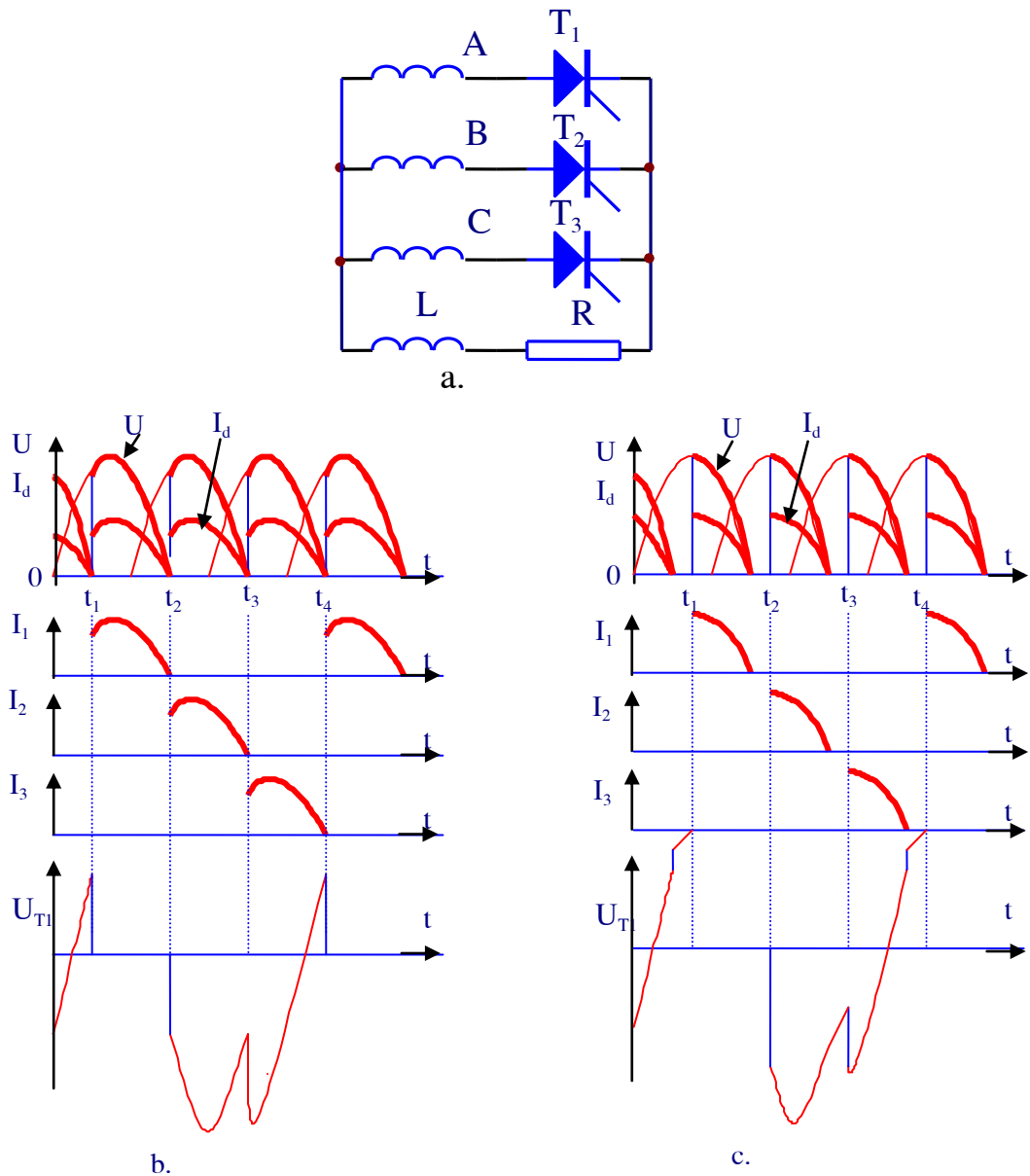
1.2. CHỈNH LƯU BA PHA.

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 đấu 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 120^0 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 kì (120^0). 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 $\alpha = 0^0$ sẽ dịch pha so với điện áp pha một góc là 30^0).



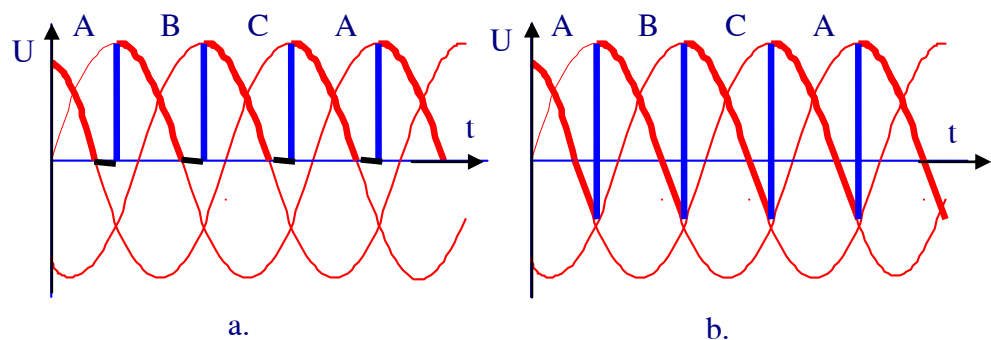
Hình 1.8 Chỉnh lưu tia 3 pha.

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

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 kỳ (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 $1/3 \cdot I_d$. 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 áp 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 $t_3 \div t_4$ các tiristor T_1, T_2 khoá, còn T_3 dẫn lúc này T_1 chịu điện áp dây U_{AC} .

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

U_{2f} - điện áp pha thứ cấp biến áp.

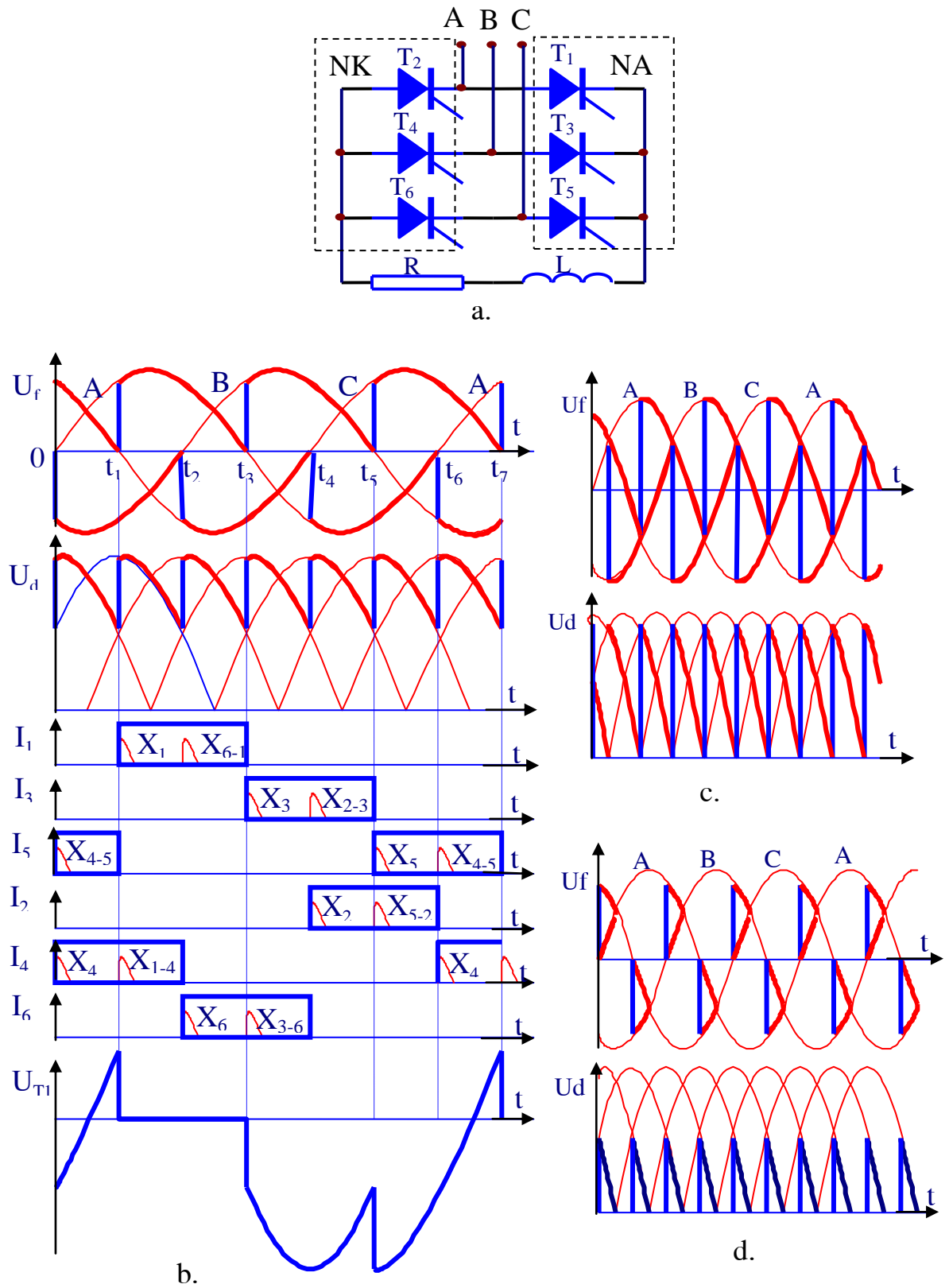
Nhận xét: So với chỉnh lưu một pha, chỉnh lưu tia ba pha có chất lượng điện một chiều tốt hơn, biên độ điện áp đập mạch thấp hơn, thành phần sóng hài bậc cao bé hơn, việc điều khiển các van bán dẫn trong trường hợp này cũng tương đối đơn giản. Dòng điện mỗi cuộn dây thứ cấp là dòng một chiều, nhờ có 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 T_1, T_4 . 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 đối chỗ cho nhau. Điều này có thể thấy rõ trong khoảng $t_1 \div t_3$ như trên hình 1.10b Tiristor T_1 nhóm NA dẫn, nhưng trong nhóm NK T_4 dẫn trong khoảng $t_1 \div t_2$ còn T_6 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 T_1 (đường cong cuối cùng của hình 1.10b) trong khoảng $t_1 \div t_3$ van T_1 dẫn điện áp bằng 0, trong khoảng $t_3 \div t_5$ van T_3 dẫn lúc này T_1 chịu điện áp ngược U_{BA} , đến khoảng $t_5 \div t_7$ van T_5 dẫn T_1 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.

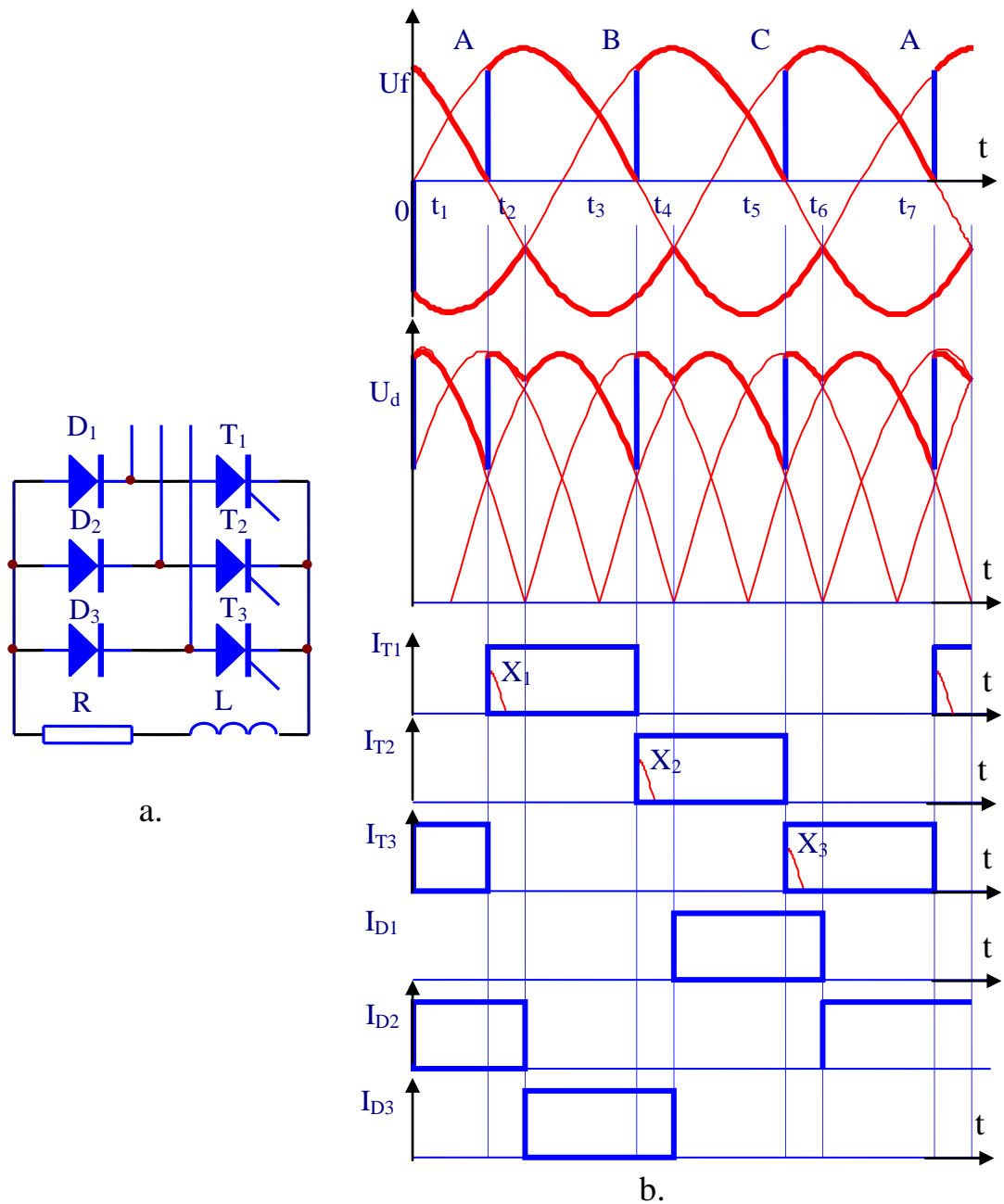
1.2.3. Chỉnh lưu cầu 3 pha không đối xứng.

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 $T_1, T_2, T_3, D_1, D_2, D_3$. Các Tiristor được dẫn từ thời điểm có xung mở cho đến khi mở Tiristor của pha kế tiếp.

Ví dụ T_1 dẫn từ t_1 (thời điểm phát xung mở T_1) tới t_3 (thời điểm phát xung mở T_2). 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 $t_5 \div t_6$. Chỉnh lưu cầu ba pha không đối xứng có dòng điện và điện áp

tải liên tục khi góc mở các tiristor nhỏ hơn 60^0 , khi góc mở tăng lên và thành phần điện cảm của tải nhỏ, dòng điện và điện áp sẽ gián đoạn.



Hình 1.11 Chỉnh lưu cầu ba pha không đối xứng.

a- sơ đồ động lực, b- giản đồ các đường cong điện áp.

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

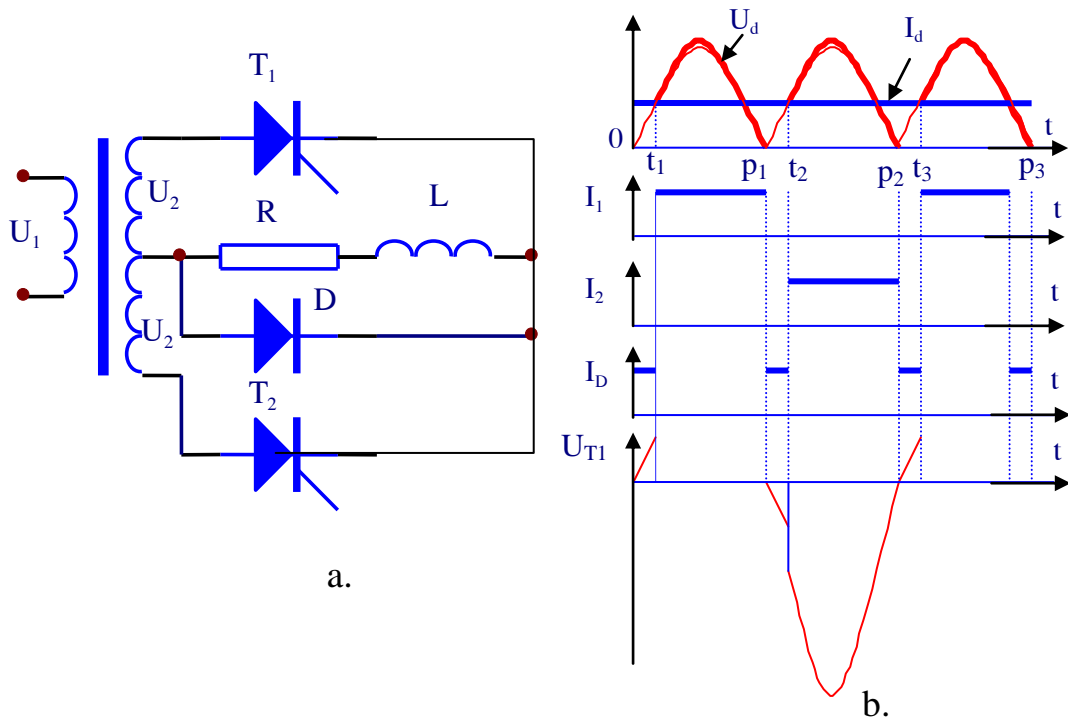
$$U_{tb} = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} U_{f \max} (1 + \cos \alpha) = \frac{3}{2\pi} U_{day \max} (1 + \cos \alpha) \quad (1-6)$$

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.

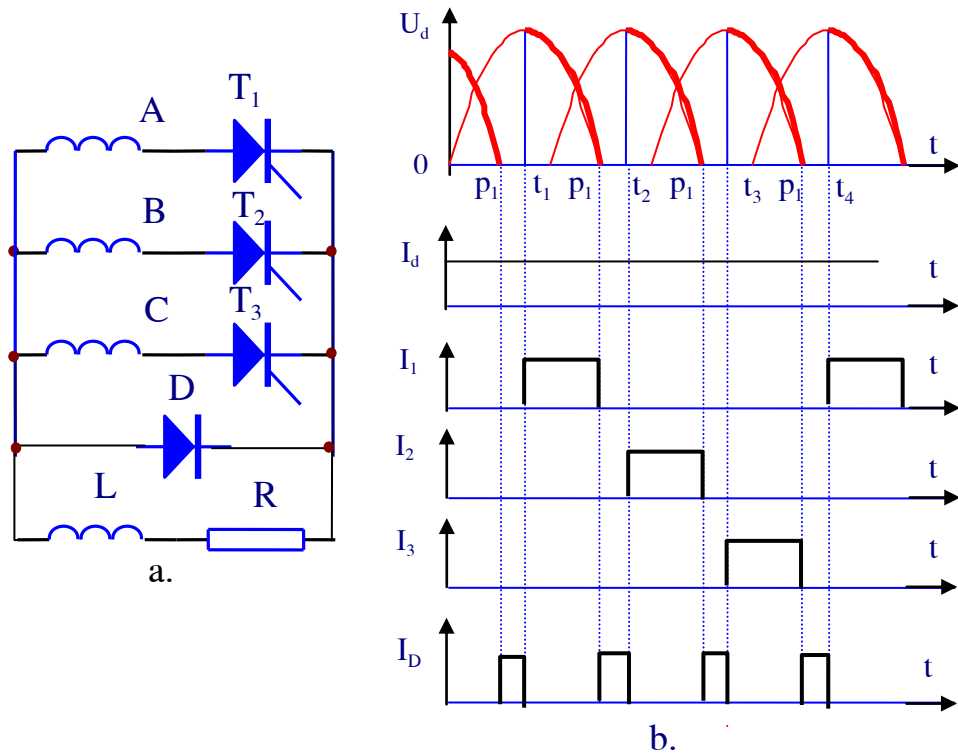
Dưới đây là sơ đồ chỉnh lưu hai nửa chu kỳ với biến áp có điểm trung tính khi có điốt mắc song song ngược.



Hình 1.12 Sơ đồ chỉnh lưu hai nửa chu kỳ có diode ngược
a- Sơ đồ động lực; b- Giảm đồ đường cong.

Như đã nêu ở trên, khi chỉnh lưu làm việc với tải điện cảm lớn ($L = \infty$ 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 $0 \div t_1$, $p_1 \div t_2$, $p_2 \div t_3$), 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 $(t_1 \div p_1, t_2 \div p_2, t_3 \div p_3)$ 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- Giải 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.

1.4. TỔNG KẾT CHƯƠNG 1.

Trong chương 1 chúng ta nghiên cứu các bộ chỉnh lưu có điều khiển, các bộ chỉnh lưu đó đều có các ưu, nhược điểm riêng. Trong đề tài nghiên cứu của em sẽ đi sâu và nghiên cứu, thiết kế bộ chỉnh lưu cầu một pha có điều khiển đối xứng với công suất khoảng 1kw, có cuộn kháng lọc điện cấp điện cho động cơ một chiều để điều chỉnh tốc độ theo phương pháp điều chỉnh điện áp. Trình tự thiết kế sẽ được trình bày chi tiết trong chương sau.

CHƯƠNG 2. THIẾT KẾ BỘ CHỈNH LƯU CẦU MỘT PHA CHO ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU.

2.1. THIẾT KẾ TÍNH TOÁN MẠCH ĐỘNG LỰC.

Giả sử ta thiết kế bộ chỉnh lưu cầu một pha cho động cơ điện một chiều có các thông số sau:

$U_{dm} = 200 \text{ V}$; $n_{dm} = 1000 \text{ vòng/phút}$; $P = 1\text{kW}$; $\eta_{dm} = 0,85$; số đôi cực là $p=2$.

2.1.1. Tính toán van động lực.

Giả sử góc mở nhỏ nhất của bộ chỉnh lưu là $\alpha = 10^\circ$

Điện áp ra sau bộ chỉnh lưu là :

$$U_d = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot U_2 \cdot \cos\alpha = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot 220 \cdot \cos 10^\circ \approx 195 \text{ (V)}$$

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:

$$U_{ng \max} = \sqrt{2} \cdot U_2 = \sqrt{2} \cdot 220 \approx 311 \text{ V}$$

Chọn $U_{ng \max} = 311 \text{ (V)}$.

Điện áp ngược mà van chịu được là:

$$U_{ngv} = k_{dtU} \cdot U_{ng \max} = 1,6 \cdot 311 = 497 \text{ (V)}.$$

k_{dtU} : Hệ số dự trữ điện áp chọn $k_{dtU} = 1,6$.

Chọn $U_{ngv} = 500 \text{ (V)}$.

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 toả ra môi trường xung quanh nhờ bề mặt của cánh tản nhiệt. Sự toả nhiệt như trên là nhờ vào sự chênh lệch giữa cách tản nhiệt 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 tản 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:

$$I_{lv} = I_{hd} = k_{hd} \cdot I_d = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1000}{195} = 3,63 \text{ A}$$

(do trong sơ đồ cầu 1 pha, hệ số dòng điện hiệu dụng: $k_{hd} = \frac{1}{\sqrt{2}}$)

Do đó:

$$I_{dmv} = I_{IV} \cdot K_i = 3,63 \cdot 3,2 = 11,62 \text{ (A)}$$

Chọn hệ số dự trữ dòng điện $K_i = 3,2$.

Vì vậy ta phải chọn van chịu được dòng điện là 12 (A)

Từ các thông số tính toán ở trên ta chọn được 4 Tiristor loại S8015L có các thông số:

Điện áp ngược cực đại của van : $U_{max} = 800 \text{ (V)}$

Dòng điện định mức của van : $I_{dm} = 15 \text{ (A)}$

Dòng điện đỉnh cực đại : $I_{pikmax} = 150 \text{ A}$

Dòng điện cực đại của xung điều khiển : $I_{gmax} = 30 \text{ mA}$

Điện áp cực đại của xung điều khiển : $U_{gmax} = 2 \text{ V}$

Dòng điện rò : $I_r = 4 \text{ mA}$

Sụt áp lớn nhất của Tiristo ở trạng thái dẫn : $\Delta U_{max} = 1,7 \text{ V}$

Tốc độ biến thiên điện áp: $du/dt = 100 \text{ V}/\mu\text{s}$

Thời gian chuyển mạch (mở và khóa) $T_{cm} = 35 \mu\text{s}$

Nhiệt độ làm việc lớn nhất : $T_{max} = 110 \text{ }^\circ\text{C}$

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 $\alpha_{min} = 10^\circ$. Với góc mở α_{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 là lớn nhất.

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

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

$U_{dmin} = U_{do} \cdot \cos \alpha_{max}$ 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.

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

$$U_{d \min} = \frac{1}{D} \cdot U_{ddm} + (D - 1) \cdot I_{udm} \cdot R_{u\Sigma}$$

$$U_{d \min} = \frac{1}{D} \cdot 0,9.U_2 \cdot \cos \alpha_{\min} + (D - 1) \cdot I_{udm} \cdot (R_u + R_{BA} + R_{dt})$$

$$= \frac{1}{20} \cdot 0,9.U_2 \cdot \cos \alpha_{\min} + (20 - 1) \cdot I_{udm} \cdot (R_u + R_{BA} + R_{dt})$$

Thay số:

$$\text{Với } R_u = 0,5(1-\eta) \frac{U_{udm}}{I_{udm}} = 0,5(1-0,85) \frac{220}{5,35} = 16,5 \text{ (V)}$$

$$U_{d \min} = \frac{1}{20} \cdot 0,9 \cdot 220 \cdot \cos \alpha_{\min} + (20 - 1) \cdot 5,35 \cdot (16,5 + 0 + 0)$$

$$U_{d \min} = 16,5 \text{ V}$$

Thay số vào (4.3) ta được:

$$\alpha_{\max} = \arccos \frac{U_{d \min}}{U_{do}} = \arccos \frac{16,5}{0,9 \cdot 220} = 85,22^\circ$$

2.2.2. Xác định các thành phần của sóng hài.

Điện áp tức thời trên tải khi Thyristor T_1 và T_3 dẫn

$$U_d = \sqrt{2} \cdot U_2 \cdot \cos(\theta + \alpha) \quad \text{Với } \theta = \omega \cdot t$$

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

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

Trong đó $P = 2$ là số xung đập mạch trong một chu kì điện áp lưới.

Khai triển chuỗi Fourier của điện áp U_d :

$$U_d = \frac{a_o}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} [a_n \cdot \cos 2.k\theta + b_n \cdot \sin 2.k\theta]$$

$$= \frac{a_o}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} U_{nm} \cdot \sin(2.k\theta + \varphi_k)$$

Trong đó

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

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

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

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

Ta có $\frac{a_o}{2} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot U_2 \cdot \cos \alpha$

Vậy ta có biên độ của điện áp:

$$U_{k,n} = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$$

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

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

Vậy ta có:

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

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 $I_m \leq 0,1 \cdot I_{udm}$.

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:

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

Cân bằng hai vế ta được:

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

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

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

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

$$\text{Vậy } I_m = \frac{U_{1m}}{2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L} \leq 0,1 I_{udm}$$

$$\text{Suy ra } L \geq \frac{U_{1m}}{2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot 0,1 \cdot I_{dm}}$$

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

Trong đó:

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

$$U_{Im} = 2 \cdot \frac{0,9 \cdot 220 \cdot \cos 85,22^\circ}{4 - 1} \sqrt{1 + 4 \operatorname{tg}^2 85,22^\circ} = 76,87 \text{ V}$$

Thay số:

$$L = \frac{76,87}{2 \cdot 2 \cdot 50 \cdot \pi \cdot 0,1 \cdot 11,62} = 0,1053 \text{ H} = 105,3 \text{ mH}$$

Điện cảm mạch phản ứng ta có:

$$L_{uc} = L_u + 2 \cdot L_{BA} = \gamma \frac{U_{dm} \cdot 60}{2\pi \cdot 2 \cdot n_{dm} \cdot I_{dm}} + 2 \cdot 0$$

$$L_{uc} = 0,25 \frac{220 \cdot 60}{2\pi \cdot 2 \cdot 1000 \cdot 11,62} = 0,0226 \text{ H} = 22,6 \text{ mH}$$

Điện cảm cuộn kháng lọc .

$$L_k = L - L_{uc} = 105,3 - 22,6 = 82,7 \text{ mH}$$

2.2.4. Thiết kế kết cấu cuộn kháng lọc.

Các thông số ban đầu:

Điện cảm yêu cầu của cuộn kháng lọc $L_k = 82,7 \text{ mH}$

Dòng điện định mức chạy qua cuộn kháng $I_m = 11,62 \text{ A}$

Biên độ dòng điện xoay chiều bậc 1 $I_{1m} = 10\% I_{dm} = 1,162 \text{ A}$

Các bước 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.

$$Z_k = X_k = 2 \cdot \pi \cdot m \cdot f \cdot L_k = 2 \cdot \pi \cdot 2.50 \cdot 82,7 \cdot 10^{-3} = 51,96 \Omega$$

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

$$\Delta U_K = Z \cdot \frac{I_{1dm}}{\sqrt{2}} = 51,96 \cdot \frac{1,162}{\sqrt{2}} = 42,69 \text{ V}$$

3. Công suất của cuộn kháng lọc .

$$S_k = \Delta U_K \cdot \frac{I_{1dm}}{\sqrt{2}} = 42,69 \cdot \frac{1,162}{\sqrt{2}} = 35,08 \text{ VA}$$

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

$$Q = k_Q \cdot \sqrt{\frac{S_k}{m \cdot f}} = 5 \cdot \sqrt{\frac{35,08}{2.50}} = 2,96 \text{ cm}^2$$

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

Chuẩn hoá tiết diện trụ theo kích thước có sẵn:

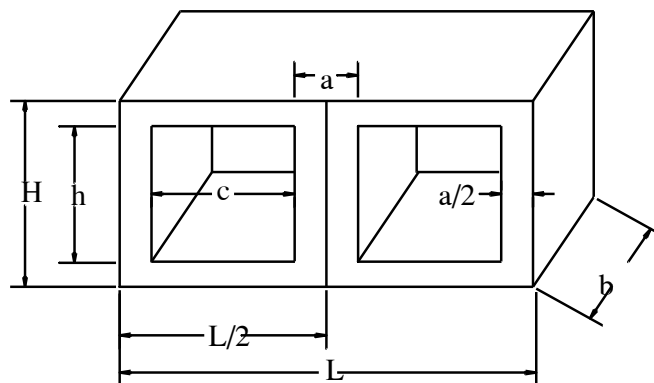
$$\text{Chọn } Q = 3 \text{ cm}^2$$

5. Với tiết diện trụ $Q = 3 \text{ cm}^2$

Chọn loại thép $\exists 330A$, tấm thép dày 0,35 mm

$$a = 17 \text{ mm}; \quad b = 18 \text{ mm}$$

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



Hình 2.1 Kết cấu mạch từ của cuộn kháng.

8. 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:

$$I_k = \sqrt{I_d^2 + \left(\frac{I_{1m}}{\sqrt{2}}\right)^2} = \sqrt{11.62^2 + \left(\frac{1.162}{\sqrt{2}}\right)^2} = 11.65 \text{ A}$$

9. Chọn mật độ dòng điện qua cuộn kháng: $J = 2.75 \text{ A/mm}^2$

10. Tiết diện dây dẫn qua cuộn kháng:

$$S_1 = \frac{I_k}{J} = \frac{11.65}{2.75} = 4.24 \text{ mm}^2$$

Chọn dây dẫn tiết diện hình tròn, cách điện cấp B, chọn $S_k = 4.24 \text{ mm}^2$

với kích thước dây có đường kính là $d = 1.35 \text{ mm}$

Tính lại mật độ dòng: $j = \frac{I_k}{S_k} = \frac{11.65}{4.24} = 2.747 \text{ A/mm}^2$

11. Chọn tỷ số lấp đầy: $K_{ld} = \frac{w \cdot S_k}{Q_{cs}} = 0.7$

12. Diện tích cửa sổ: $Q_{cs} = \frac{w \cdot S_k}{k_{ld}} = \frac{283 \cdot 4.24}{0.7} = 17.14 \text{ cm}^2$

13. Tính kích thước mạch từ: $Q_{cs} = c \cdot h$

Chọn $m = \frac{h}{a} = 3$

Suy ra $h = 3 \cdot a = 3 \cdot 17 = 51 \text{ mm}$

$$c = \frac{Q_{cs}}{h} = \frac{17.14}{5.1} = 3.4 \text{ cm} = 34 \text{ mm}$$

14. Chiều cao mạch từ: $H = h + a = 51 + 17 = 68 \text{ mm}$

15. Chiều dài mạch từ: $C = 2 \cdot c + 2 \cdot a = 2 \cdot 34 + 2 \cdot 17 = 102 \text{ mm}$

16. Chọn khoảng cách từ gông tới cuộn dây: $h_g = 2 \text{ mm}$

17. Tính số vòng trên một lớp: $w_1 = \frac{h - 2.h_g}{d} = 35$ vòng

18. Tính số lớp dây quấn: $n_1 = \frac{w}{w_1} = \frac{283}{35} = 8$ lớp

19. Chọn khoảng cách cách điện giữa dây quấn với trụ: $a_{01} = 3$ mm.

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

20. Bề dày cuộn dây:

$$B_d = (d + cd_1) \cdot n_1 = (1,35 + 0,1) \cdot 9 = 13,5 \text{ mm}$$

21. Tổng bề dày cuộn dây:

$$B_{d\Sigma} = B_d + a_{01} = 13,5 + 3 = 16,5 \text{ mm}$$

22. Chiều dài của vòng dây trong cùng:

$$l_1 = 2(a+b) + 2 \cdot \pi a_{01} = 2(17 + 18) + 2 \cdot \pi \cdot 3 = 88,85 \text{ mm}$$

23. Chiều dài của vòng dây ngoài cùng:

$$l_2 = 2(a + b) + 2\pi \cdot (a_{01} + B_d) = 2 \cdot (17 + 18) + 2\pi(3 + 13,5) = 173,7 \text{ mm}$$

24. Chiều dài trung bình của một vòng dây:

$$l_{tb} = (l_1 + l_2) / 2 = (88,85 + 173,7) / 2 = 131,3 \text{ mm}$$

25. Điện trở của dây quấn ở 75°C :

$$R = \rho_{75} \cdot l_{tb} w / s_k = 0,02133 \cdot 219,1 \cdot 10^{-3} \cdot 283 / 4,24 = 0,3119 \Omega$$

với $\rho_{75} = 0,02133$ ($\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$) là điện trở suất của đồng ở 75°C

26. Thể tích sắt:

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

27. Khối lượng sắt:

$$M_{fe} = V_{fe} \cdot m_{fe} = 0,57 \text{ Kg}$$

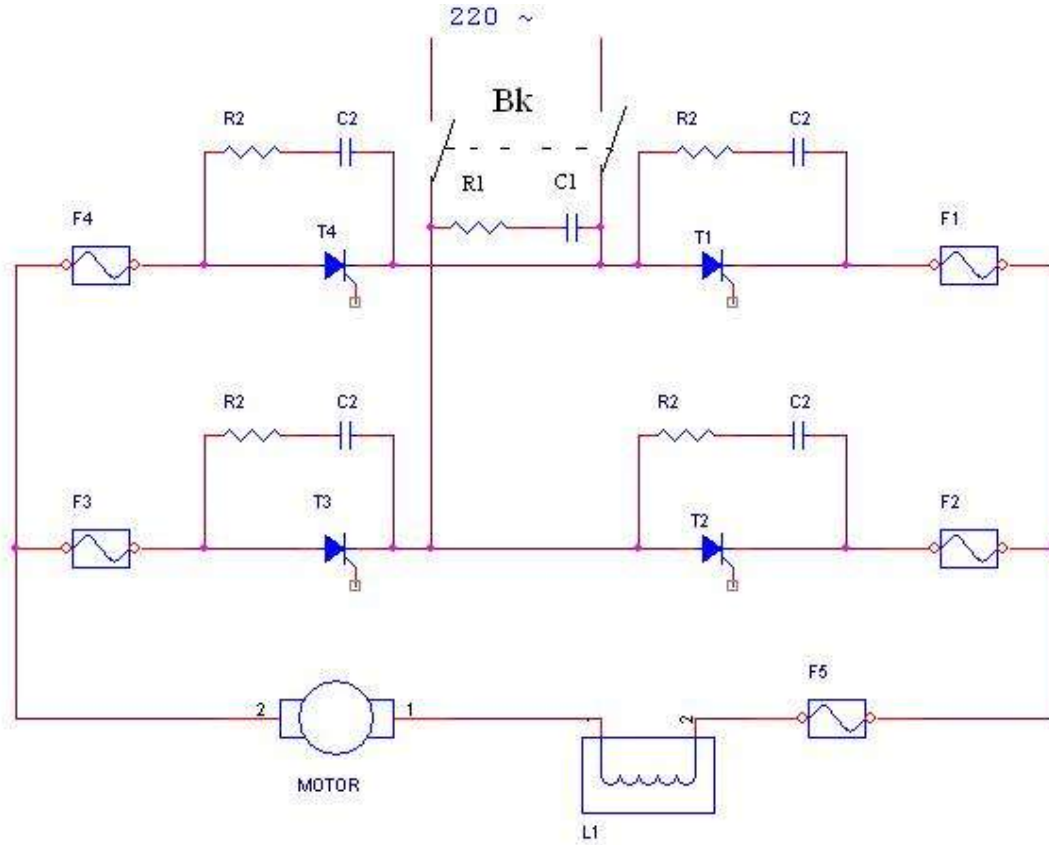
Trong đó m_{fe} là khối lượng riêng của sắt $m_{fe} = 7,85 \text{ kg/dm}^3$

28. Khối lượng đồng: $M_{cu} = V_{cu} \cdot m_{cu} = s_k l_{tb} \cdot w \cdot m_{cu} = 1,4 \text{ Kg}$.

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 tản nhiệt hợp lý.

Tính toán cánh tản nhiệt:

Thông số cần có:

+ Tổn thất công suất trên 1 Tiristor: $\Delta p = \Delta U \cdot I_{IV} = 3,63 \cdot 1,7 = 6,2 \text{ w}$

+ Diện tích bề mặt toả nhiệt: $S_{TN} = \Delta p / k_m \cdot \tau$

Trong đó:

Δp - tổn hao công suất W

τ - độ chênh nhiệt độ so với môi trường

Chọn nhiệt độ môi trường $T_{mt} = 40^0 \text{ c}$. Nhiệt độ làm việc cho phép của Tiristor

$T_{cp} = 110^0 \text{ c}$. Chọn nhiệt độ trên cánh toả nhiệt $T_{lv} = 70^0 \text{ c}$

$\tau = T_{lv} - T_{mt} = 70^0 \text{ c} - 40^0 \text{ c} = 30^0 \text{ c}$

K_m hệ số toả nhiệt bằng đối lưu và bức xạ. Chọn $K_m = 8 \text{ w/m}^2 \cdot ^0 \text{ C}$

vậy $S_{TN} = 0,0258 \text{ m}^2$

Chọn loại cánh toả nhiệt có 6 cánh, kích thước mỗi cánh:

$a \times b = 4 \times 6 \text{ (cm x cm)}$.

Tổng diện tích toả nhiệt của cánh: $S = 6 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 6 = 288 \text{ cm}^2$

2.3.2. 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 nghịch lưu.

+ Chọn 1 aptomat có

Dòng điện làm việc chạy qua aptomat. Vì bộ chỉnh lưu nối trực tiếp với nguồn điện xoay chiều 220V không qua máy biến áp vậy ta chọn loại aptomat có các thông số như sau:

Dòng điện aptomat cần chọn

$$I_{dm} = 10 \text{ A}$$

$$I_n = 4 \text{ A}$$

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

Có 2 tiếp điểm chính, có thể đóng cắt bằng tay hoặc bằng nam châm điện. Chính định dòng ngắn mạch $I_{nm} = 2,5 I_{IV} = 2,5 \cdot 3,63 = 9,075 \text{ A}$

$$\text{Dòng quá tải } I_{qt} = 1,5 \cdot I_{IV} = 1,5 \cdot 3,63 = 5,445 \text{ A}$$

Từ thông số trên chọn aptomat SA11B do hãng Fuji chế tạo, có thông số $I_{dm} = 10 \text{ A}$, $U_{dm} = 220 \text{ V}$.

$$\text{Chọn cầu dao có dòng định mức } I_{qt} = 1,1 \cdot I_{IV} = 1,1 \cdot 3,63 = 4 \text{ A}$$

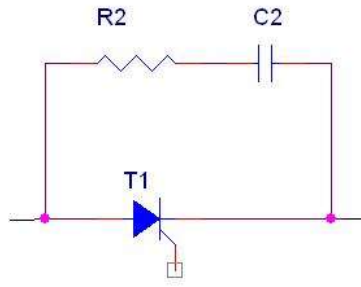
Cầu dao dùng để tạo khe hở an toàn khi sửa chữa hệ thống truyền động và dùng để đóng, cắt bộ nguồn chỉnh lưu khi khoảng cách từ nguồn cấp tới bộ chỉnh lưu đáng kể

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

$$\text{Dòng điện cầu chì: } I_{cc} = I_{hd} \cdot 1,1 = 1,1 \cdot 3,63 = 4 \text{ A. Chọn cầu chì } I_{dc} = 5 \text{ A}$$

2.3.2. 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.

Theo kinh nghiệm $R_2 = (5 \div 30) \Omega$; $C_2 = (0,25 \div 4) \mu\text{F}$

Chọn theo tài liệu [1]: $R_2 = 10 \Omega$; $C_2 = 0,25 \mu\text{F}$

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.

Trị số RC được chọn theo tài liệu [1]: $R_1 = 12,5 \Omega$; $C_1 = 4 \mu\text{F}$.

2.4. TÍNH TOÁN 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 tính mạch điều khiển.

Điện áp điều khiển Tiristor: $U_{dk} = 20 \text{ V}$

Dòng điện điều khiển Tiristor: $I_{dk} = 0,2 \text{ A}$

Thời gian mở Tiristor: $t_m = 35 \text{ s}$

Độ rộng xung điều khiển $t_x = 2.t_m = 70 (\mu\text{s})$ - tương đương khoảng $1,5^\circ$ điện.

Độ mất đối xứng cho phép $\Delta\alpha = 2^\circ$

Điện áp nguồn nuôi mạch điều khiển: $U = \pm 15 \text{ V}$

Mức sụt biên độ xung: $s_x = 0,15$

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.

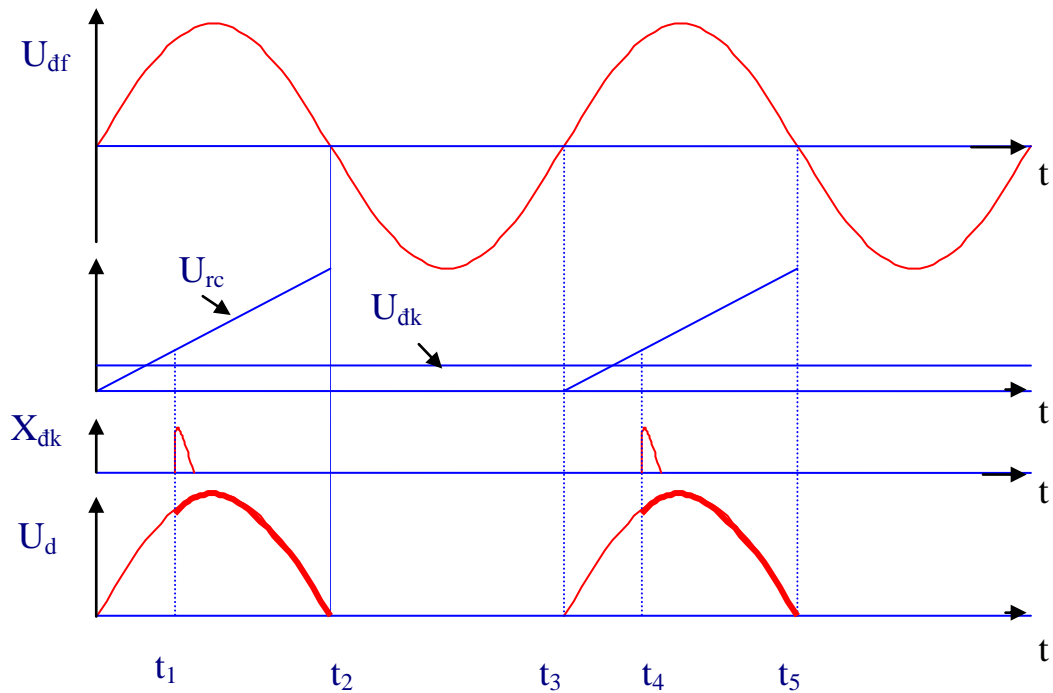
2.4.2. Nguyên lý hoạt động của mạch.

a. Nguyên lí 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 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 lí điều khiển chỉnh lưu.

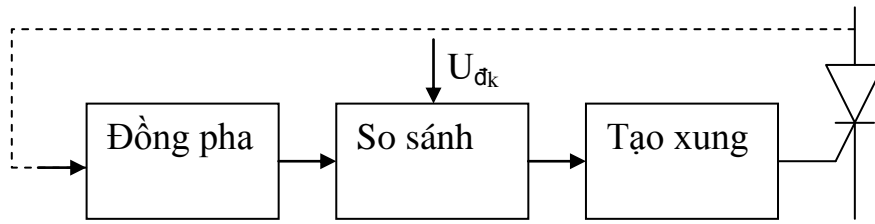
b. Sơ đồ khối mạch điều khiển.

Để thực hiện được ý đồ đã nêu trong phần nguyên lí 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:

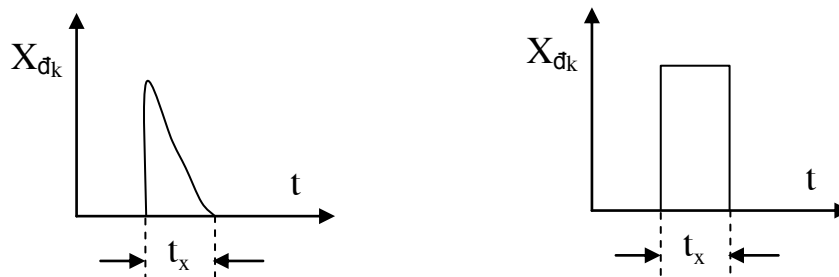
Khâu đồng pha: có nhiệm vụ tạo điện áp tựa U_{rc} (thường gặp là điện áp dạng răng cưa tuyến tính) trùng pha với điện áp anod của Tiristor.

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_{dk} , tìm thời điểm hai điện áp này bằng nhau ($U_{dk} = U_{rc}$). Tại thời điểm hai điện áp bằng nhau, thì phát xung ở đầu ra để gửi sang tầng khuếch đại.



Hình 2.5. Sơ đồ khối mạch điều khiển.

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 2.6. Hình dạng xung điều khiển Tiristor.

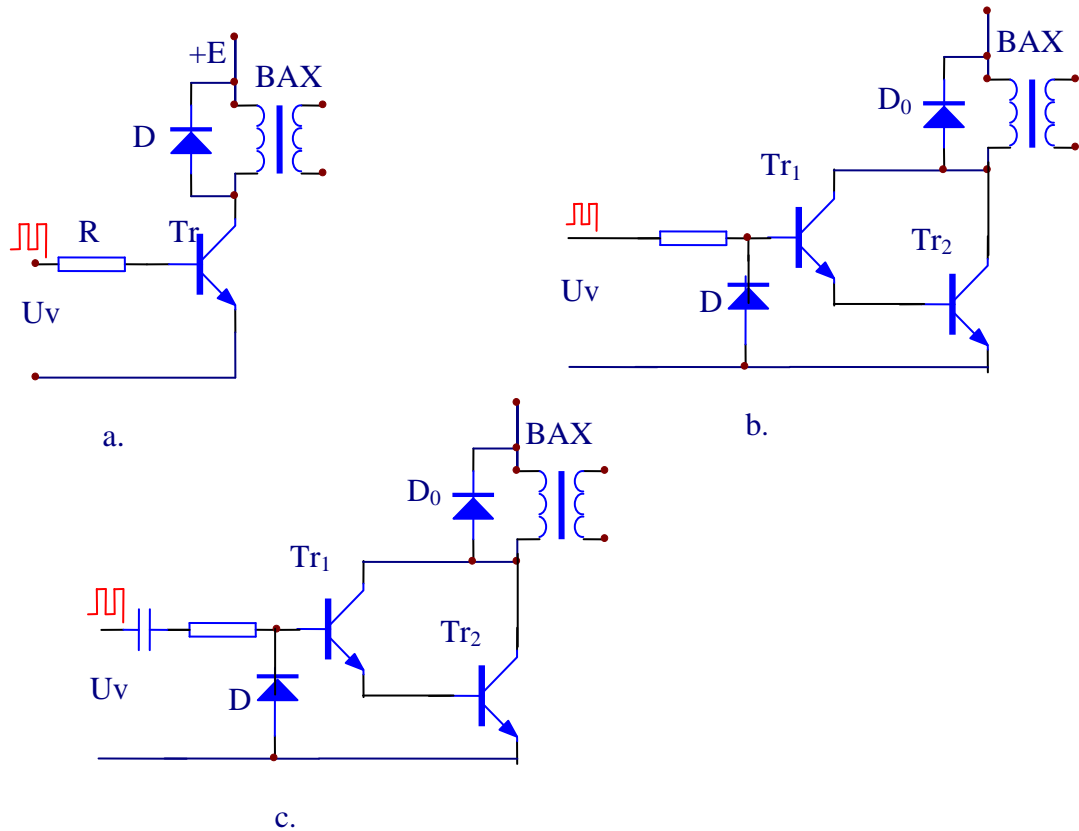
Với nhiệm vụ của các khâu như vậy tiến hành thiết kế, tính chọn các khâu cơ bản của ba khối trên. Chi tiết tính toán, lựa chọn thiết bị cho các mạch này em xin đi chi tiết ở từng phần sau.

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 gửi tới Tiristor, ta dùng biến áp xung (BAX), để có thể khuếch đại công suất Tr_2 loại công suất, điốt D bảo vệ Tr và cuộn dây

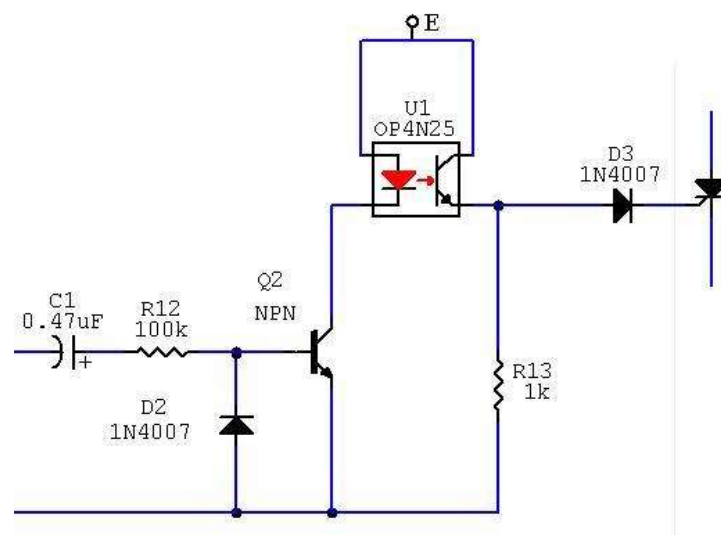
sơ cấp biến áp xung khi Tr khoá đột ngột. Mặc dù với ưu điểm đơn giản, nhưng sơ đồ này được dùng không rộng rãi, bởi lẽ hệ số khuếch đại của tranzitor loại này nhiều khi không đủ lớn, để khuếch đại được tín hiệu từ khâu so sánh đưa sang.



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 Bazo của Tranzitor Q_2 , chọn $R_{12} = 100 \text{ k}\Omega$, điện trở $R_{13} = 1 \text{ k}\Omega$.

Chọn tụ nối tầng $C_1 = 0,47 \mu\text{F}$, Ic ghép quang là PC817 của hãng SHARP sản xuất.

Tất cả các diod trong mạch điều khiển đều dùng loại 1N4007 có tham số:

Dòng điện định mức : $I_{dm} = 1 \text{ A}$

Điện áp ngược lớn nhất : $U_N = 25 \text{ V}$,

Điện áp để cho diod mở thông : $U_m = 0,6 \text{ V}$

Chọn transisto là loại C828 làm việc ở chế độ xung có các thông số:

Tranzitor loại NPN, vật liệu bán dẫn là Si .

Điện áp giữa Colecto và Bazơ khi hở mạch Emito: $U_{CBO} = 30 \text{ V}$

Điện áp giữa Emito và Bazơ khi hở mạch Colecto: $U_{EBO} = 7 \text{ V}$

Dòng điện lớn nhất ở Colecto có thể chịu đựng : $I_{cmax} = 100 \text{ mA}$.

Công suất tiêu tán ở colecto : $P_c = 400 \text{ mW} = 0,4 \text{ W}$

Nhiệt độ lớn nhất ở mặt tiếp giáp : $T_1 = 150^\circ \text{ C}$

Hệ số khuếch đại : $\beta = 100$

Dòng làm việc của colecto : $I_{c3} = I_1 = 50 \text{ mA}$.

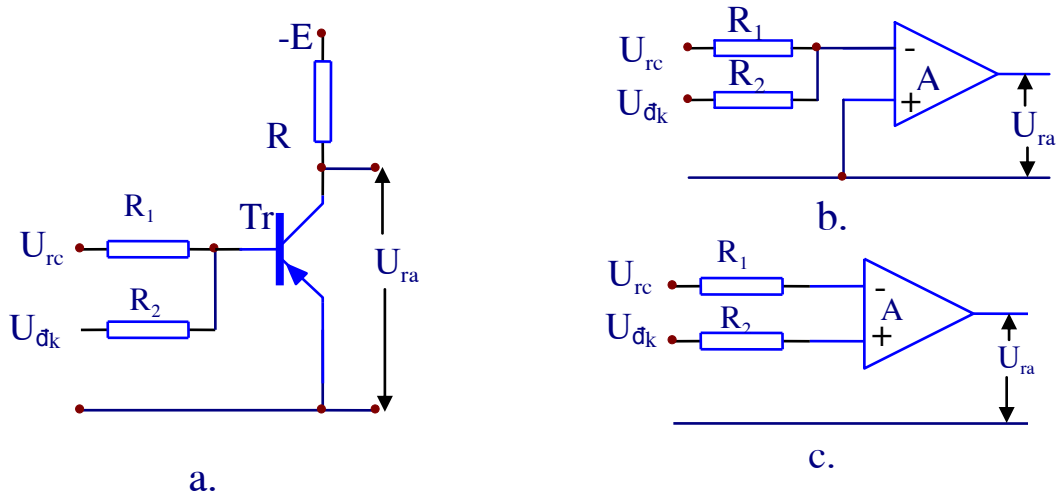
Dòng làm việc của Bazơ : $I_{B3} = I_{c3} / \beta = 50 / 100 = 0,5 \text{ mA}$

2.4.3. Lựa chọn khâu so sánh.

Muốn xác định được thời điểm mở tiristor, tiến hành so sánh hai tín hiệu U_{dk} 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 $U_{dk} = U_{rc}$ 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 $U_{dk} \pm U_{rc} = U_b$, 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 $U_{dk} = U_{rc}$.

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 $U_{dk} = U_{rc}$.



Hình 2.9 Sơ đồ các khâu so sánh thường gặp.

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

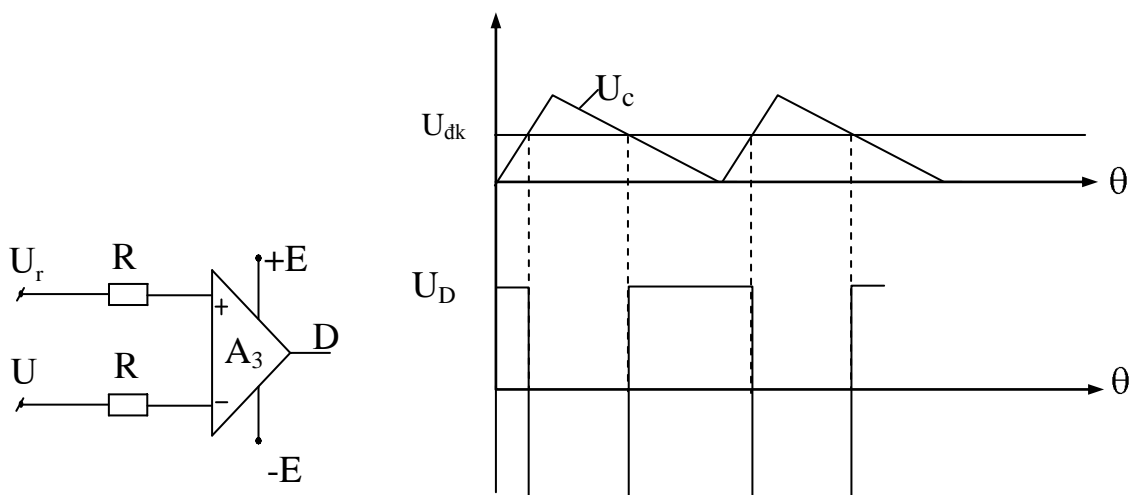
Điện áp răng cưa đưa vào cửa đảo của A_3

Điện áp điều khiển đưa vào cửa cộng của A_3

Nếu $U_{rc} > U_{dk}$ đầu ra của A_3 là xung âm

Nếu $U_{rc} < U_{dk}$ đầu ra của A_3 là xung dương

Khi đó đầu ra của A_3 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.

Phần tử chính của khâu so sánh là A_3 loại TL084 do hãng Texas Instruments chế tạo có các thông số sau:

Điện áp nguồn nuôi: $V_{cc} = \pm 18V$ chọn $V_{cc} = \pm 15V$

Hiệu điện thế giữa hai đầu vào: $\pm 30 \text{ V}$

Nhiệt độ làm việc: $T = -25 \div 85^{\circ} \text{ C}$

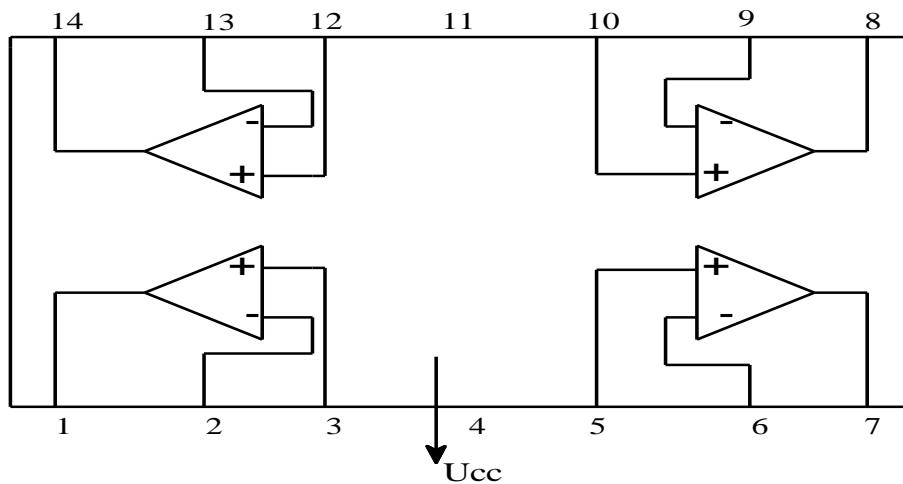
Công suất tiêu thụ: $P = 680 \text{ mW} = 0,68 \text{ W}$

Tổng trở đầu vào: $R_{in} = 10^6 \Omega$

Dòng điện đầu ra: $I_{ra} = 30 \text{ pA}$

Tốc độ biến thiên điện áp cho phép: $du/dt = 13 \text{ V}/\mu\text{s}$

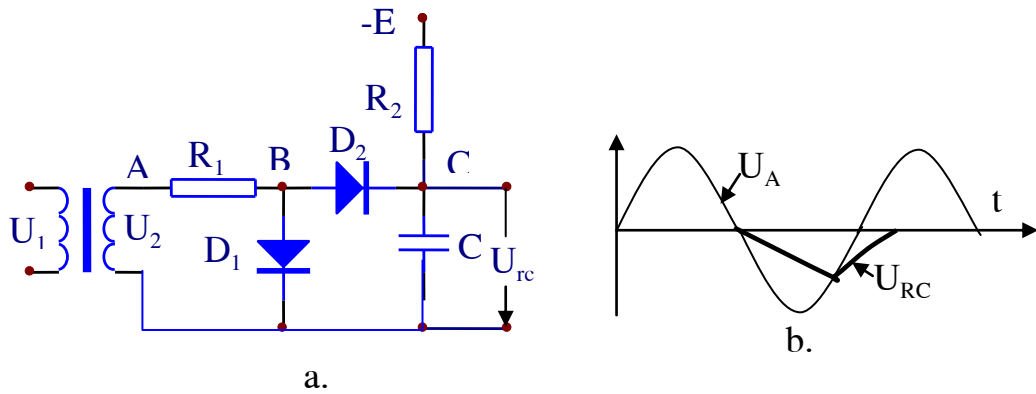
Chọn $R_8 = R_9 = 100 \text{ k}\Omega$



Hình 2.11. Sơ đồ chân IC TL084.

2.4.4. 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 D_1 dẫn làm cho tụ C ngắn mạch nên $U_{RC} = 0$, khi $U_A < 0$ D_1, D_2 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.



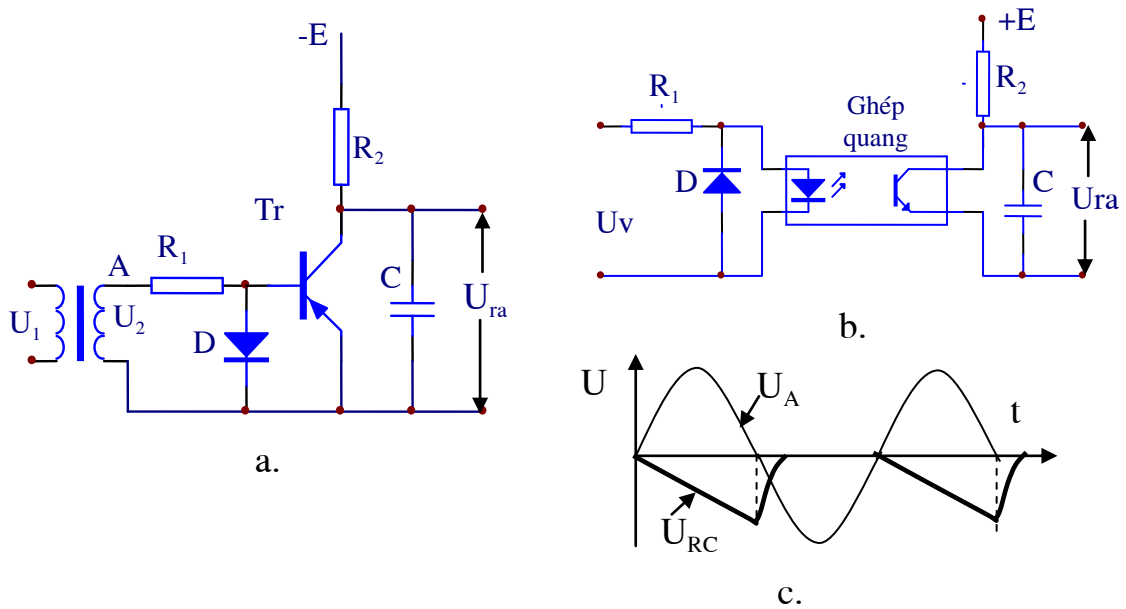
Hình 2.12. Khâu đồng pha dùng điốt và tụ điện.

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 phần 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.

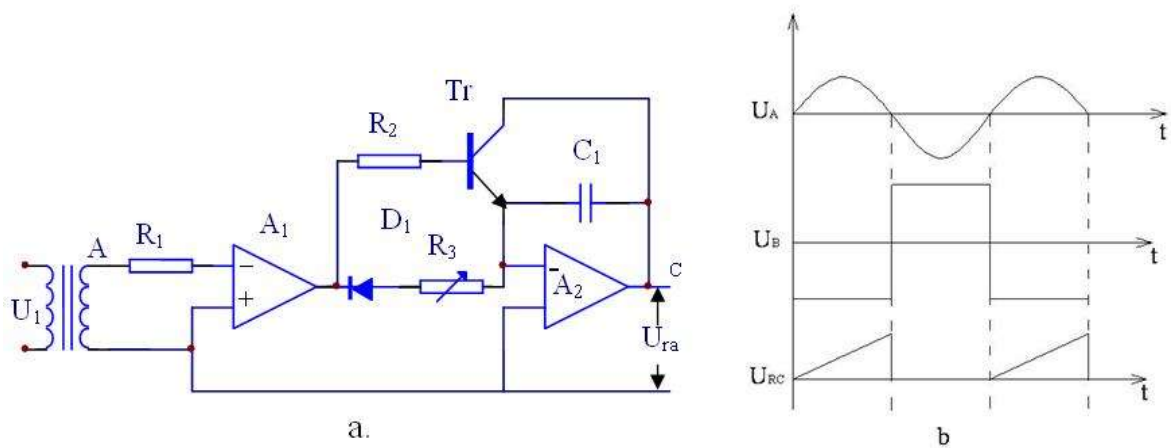
Ngày nay các vi mạch được chế tạo ngày càng nhiều, chất lượng ngày càng cao, kích thước ngày càng gọn, ứng dụng các vi mạch vào thiết kế mạch đồng pha có thể cho chất lượng điện áp tựa tốt.



Hình 2.13 Khâu đồng pha dùng tranzitor.

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

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.



Hình 2.14 Khâu đồng pha dùng KĐTT.

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

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 $T_r = R_3 \cdot C_1 = 0,005 \text{ s}$

Chọn tụ $C_1 = 0,1 \text{ (}\mu\text{F)}$ thì điện trở $R_3 = T_r / C_1 = 0,005 / 0,1 \cdot 10^{-6}$

Vậy: $R_3 = 50 \cdot 10^3 \Omega = 50 \text{ k}\Omega$

Để thuận tiện cho việc điều chỉnh khi lắp ráp mạch R_3 . Thường chọn là biến trở lớn hơn $50 \text{ k}\Omega$ là $100 \text{ k}\Omega$, chọn Tranzito T_r loại C828.

Điện trở R_2 để hạn chế dòng điện đi vào bazơ tranzito T_r được chọn như sau:

Chọn R_2 thỏa mãn điều kiện: $R_2 \geq U_{N \text{ Max}}/I_B \approx 15/0,5 \cdot 10^{-3} = 30 \text{ k}\Omega$

Chọn điện áp xoay chiều đồng pha: $U_A = 24\text{V}$.

Điện trở R_1 để hạn chế dòng điện đi vào khuếch đại thuật toán A_1 , thường chọn R_1 sao cho dòng vào khuếch đại thuật toán $I_v < 1\text{mA}$. Do đó

$R_1 > U_A/I_v = 24/1 \cdot 10^{-3} = 24 \text{ K}\Omega$. Chọn $R_1 = 27 \text{ k}\Omega$).

2.4.6. Tính toán 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 là biến áp 3A của KDK Việt Nam sản xuất, đầu ra của biến áp là $24 - 0 - 24$.

Công suất $P = U \cdot I = 24 \cdot 3 = 72\text{W}$

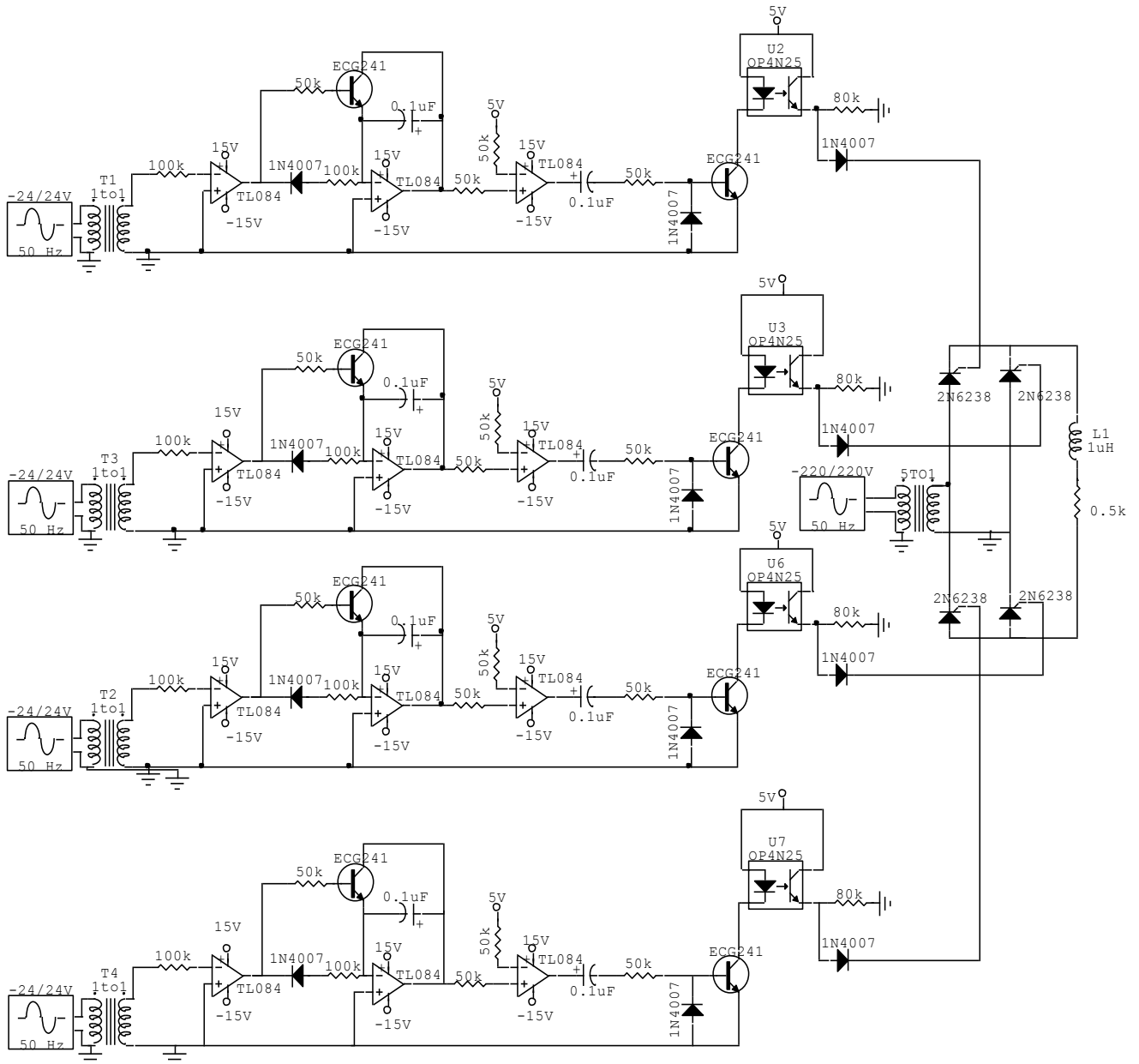
Cầu chỉnh lưu loại RS57L với dòng định mức 5A .

Để đảm bảo chất lượng điện áp cho ic luôn ổn định ta sử dụng IC ổn áp LM7815 và LM7915.

Điện áp $220\text{V}/50\text{Hz}$ được đưa tới cuộn sơ cấp của biến áp T1, điện áp lấy ra trên cuộn thứ cấp có giá trị 24V được nắn thành điện áp một chiều bằng chỉnh lưu cầu, sau đó đưa vào chân IN của LM7815 và LM7915. Tụ C_1, C_2, C_7, C_8, C_9 có vai trò là các tụ lọc nguồn.

Để đơn giản và thuận tiện cho việc lắp ráp mạch in ta chọn chung điện trở của mạch điều khiển là loại $100\text{ k}\Omega$, các linh kiện khác vẫn như trong tính toán ở phần trên.

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. LẮP RÁP BỘ CHỈNH LƯU CẦU MỘT PHA VÀ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM.

3.1. LỰA CHỌN LINH KIỆN

3.1.1. Linh kiện mạch điều khiển

Mạch điều khiển chỉnh lưu cầu một pha bao gồm 4 tiristo được điều khiển bằng 4 mạch mở tiristo riêng biệt, các tính toán và lựa chọn đã được nêu chi tiết ở chương 2 sau đây là thống kê linh kiện mạch điều khiển.

Bảng 2.1. Tổng linh kiện của mạch điều khiển

Tên linh kiện	Số lượng(chiếc)
IC khuếch đại thuật toán TL084	5
IC ghép quang PC817	4
Điện trở 100 k Ω	40
Điện trở 22 k Ω	3
Biến trở 100 k Ω	1
Điốt 1N4007	12
Transisto C828	8
Tụ hóa 470 μ F – 50V	5
Tụ hóa 0.47 μ F – 50V	4
Tụ hóa 0.1 μ F – 50V	4
Tụ gốm 10nF	4
Cầu chỉnh lưu 5A	1
Biến áp 220/24 (3A)	1
Tản nhiệt nhôm (loại nhỏ)	3

Dưới đây là hình ảnh của một số linh kiện trong mạch điều khiển. Các linh kiện như điện trở, tụ điện và điốt không còn mới mẻ vì thế em xin giới thiệu về IC khuếch đại thuật toán TL084 và IC ghép quang PC817.



Hình 3.1. Linh kiện mạch điều khiển
a- IC TL084 và b- IC ghép quang PC817.

3.1.2. Linh kiện mạch động lực

Mạch động lực bao gồm van động lực và các thiết bị bảo vệ van. Việc tính toán và lựa chọn thiết bị được trình bày chi tiết tại chương 2 dưới đây là thống kê số lượng linh kiện mạch động lực

Bảng 2.1. Tổng linh kiện của mạch động lực

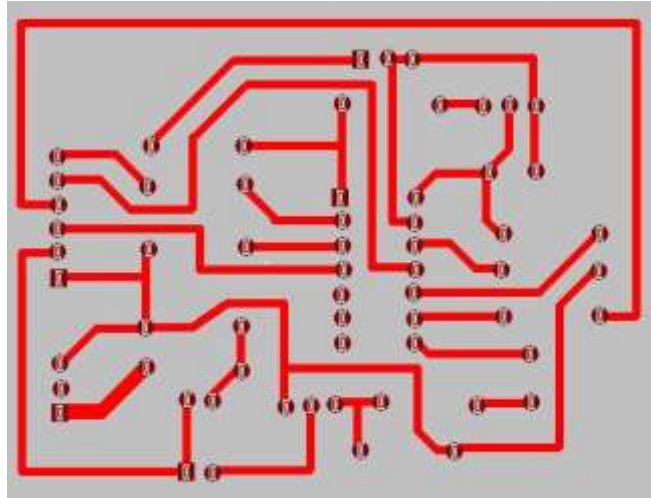
Tên thiết bị	Số lượng(chiếc)
Van bán dẫn Tiristo S8015L	4
Áptômát SA11B	1
Cầu chì 5A	4
Điện trở $R_1 = 12.5 \Omega$	1
Điện trở $R_2 = 10 \Omega$	4
Tụ điện $C_1 = 4 \mu F$	1
Tụ điện $C_2 = 0,25 \mu F$	4
Tản nhiệt nhôm	4
Cuộn kháng lọc điện	1



Hình 3.2. Một tiristo trong mạch động lực.

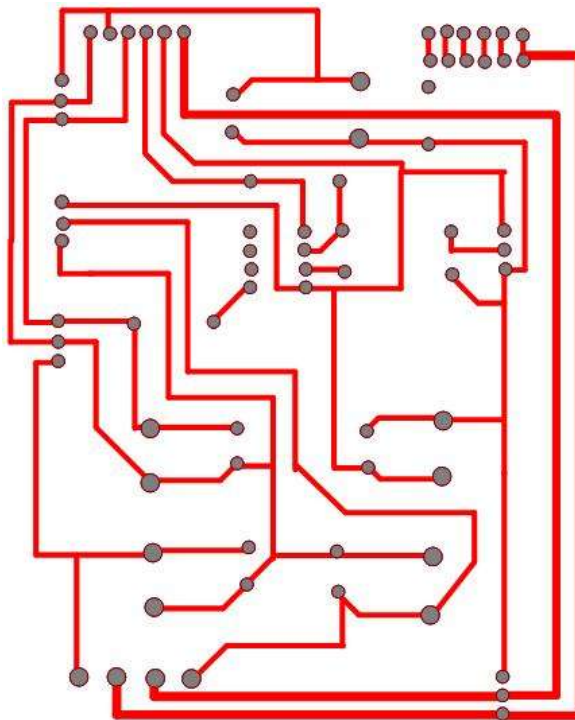
3.2. CHẾ TẠO MẠCH IN.

Trong thực tế có rất nhiều phần mềm làm mạch in, thông dụng nhất là hai phần mềm Circuit maker và phần mềm Orcad. Dưới đây là mạch điều khiển một kênh được thiết kế trên phần mềm vẽ mạch in Orcad.

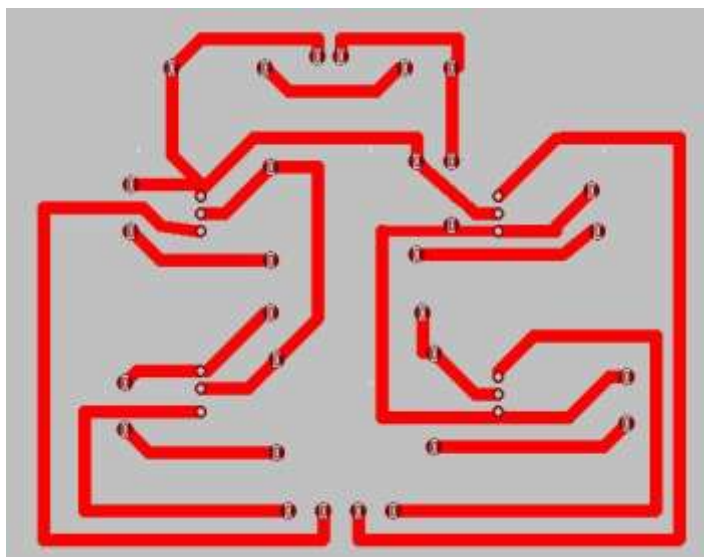


Hình 3.3. Mạch in của mạch điều khiển một tiristo.

Sau khi in mạch ta ghép bốn mạch mở vào để tạo ra mạch điều khiển cầu một pha.



Hình 3.4. Mạch in của mạch nguồn và điện áp điều khiển

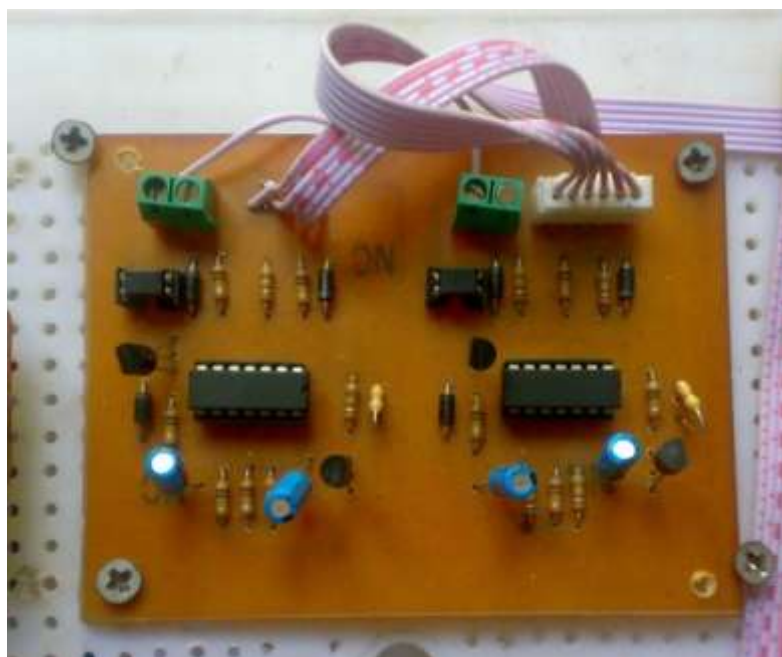


Hình 3.5. Mạch in của mạch động lực

Khi vẽ mạch xong tiếp đến là in và tẩy rửa mạch in bằng dung dịch FeCl_3 .

3.3. LẮP RÁP HỆ THỐNG.

Sau khi mạch in được hoàn thành tiếp đó là công việc lắp ráp các linh kiện điện tử vào trong mạch. Việc hàn các linh kiện phải rất cẩn trọng bởi vì nhiệt độ của mỏ hàn nếu quá nóng sẽ dẫn tới chết linh kiện hoặc sai số lớn.

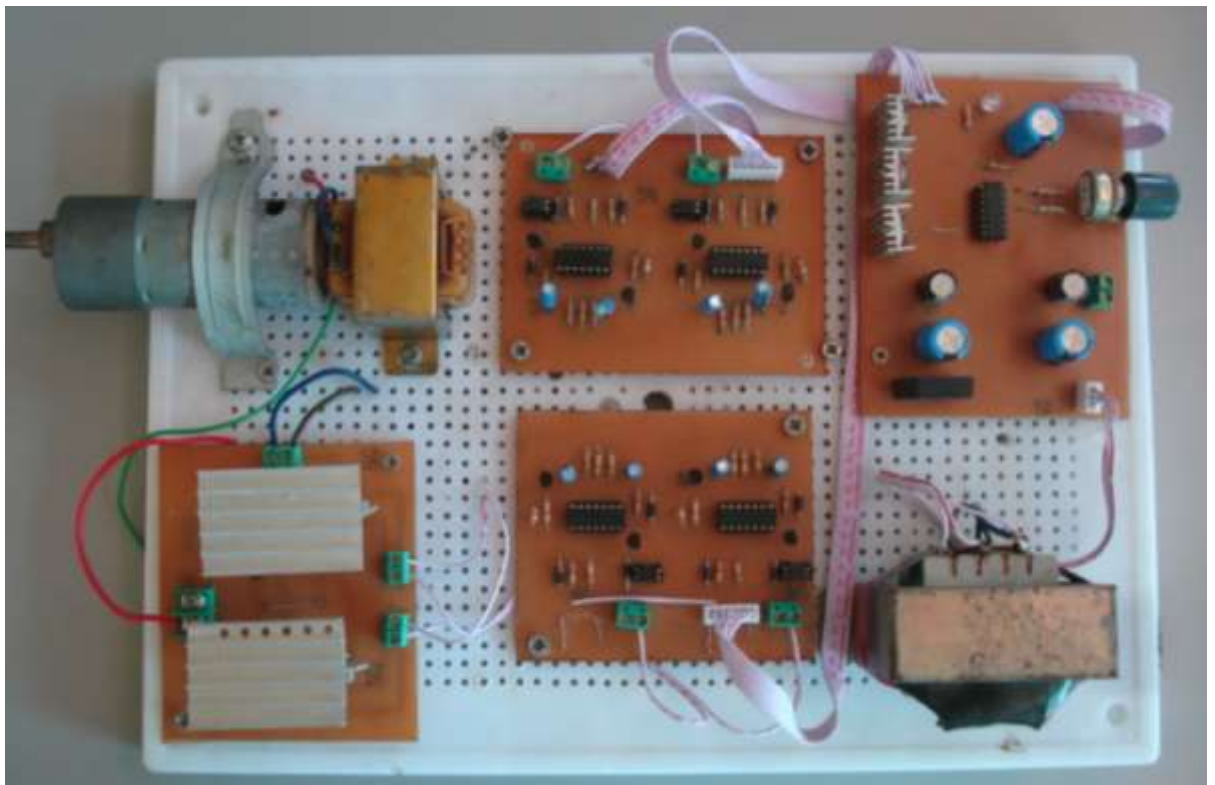


Hình 3.6. Mạch điều khiển 2 tiristor $T1$ và $T3$ ($T2$ và $T4$) đã thi công.



Hình 3.7. Mạch nguồn và điện áp điều khiển đã thi công xong.

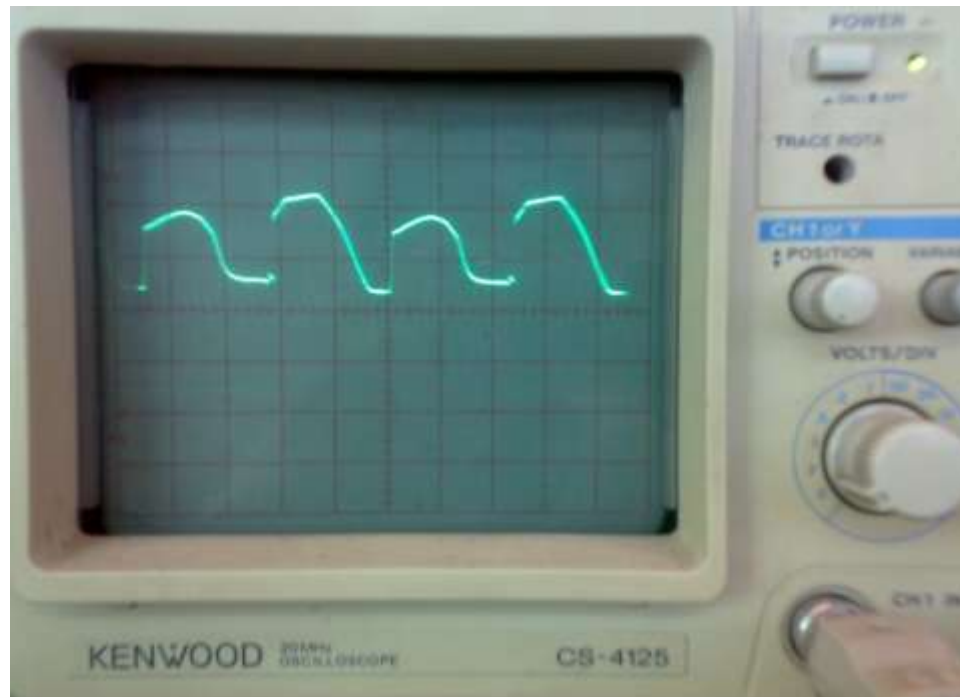
Khi hoàn thành tất cả các khâu từ điều khiển đến nguồn nuôi và động lực, việc cuối cùng là lắp ráp bộ chỉnh lưu thành một khối thống nhất trên một bảng mạch.



Hình 3.8. Bộ chỉnh lưu được lắp ráp hoàn chỉnh.

3.4. KẾT QUẢ ĐO LƯỜNG

Tiến hành cấp nguồn cho bộ chỉnh lưu và kiểm tra chất lượng dạng điện áp ra bằng máy hiện sóng Oscilloscope.



Hình 3.9. Dạng điện áp ra của bộ chỉnh lưu.

Khi thực hiện thí nghiệm điều chỉnh điện áp bộ chỉnh lưu, kết quả đạt được trong dải điện áp rất rộng ứng với góc mở nhỏ nhất và lớn nhất.

3.5. NHẬT XÉT CHUNG

Sau quá trình nghiên cứu và lắp mạch, mô hình vật lý của bộ chỉnh lưu cầu một pha tisor đã thu được các kết quả như sau :

Dải điện áp điều chỉnh rộng, chất lượng điện áp ổn định.

Vì sử dụng nhiều phân tử IC chuyên dụng nên mạch hoạt động ổn định, khả năng chống nhiễu và hiệu suất của mạch khá cao.

Dạng điện áp ra của bộ chỉnh lưu cũng đã đáp ứng được yêu cầu của đề tài.

Trên thực tế có rất nhiều bộ chỉnh lưu một pha với chất lượng điện một chiều cũng không khá hơn nhiều nhưng giá thành còn khá cao. Mạch điều khiển hoạt động ổn định, để nâng tải thì ta cần tính toán lựa chọn van bán dẫn

lớn hơn, phù hợp với yêu cầu của tải. Theo tính toán chi phí cho bộ chỉnh lưu này chỉ mất khoảng 60% so với bộ cùng công suất trên thị trường.

Trên thực tế sai số của linh kiện điện trở, tụ điện... là không nhỏ. Để khắc phục điều này ta tiến hành mắc nối tiếp, song song, các linh kiện để có thể đạt được đúng giá trị như đã tính toán, thiết kế.

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.

Trong đề tài này em đã thực hiện được những vấn đề như sau:

Nghiên cứu tổng quan về các bộ chỉnh lưu có điều khiển.

Tính toán và xây dựng thành công mô hình thực nghiệm bộ chỉnh lưu cầu một pha.

Ứng dụng và rèn luyện được kỹ năng vẽ mạch in bằng phần mềm Orcad và rửa mạch in thủ công bằng tay.

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 :

Mạch được làm thủ công bằng tay do đó sẽ không thể tránh khỏi sai số, linh kiện trên thực tế không thể đáp ứng đúng giá trị như trong tính toán.

Mạch thiết kế và lắp ráp chưa thật tối ưu. Nếu tích hợp trên một vi mạch thì sản phẩm bộ ngược lưu sẽ gọn nhẹ, kinh tế, và có giá trị thẩm mỹ cao hơn.

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.

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.**
- [8]. **Diễn đàn Điện Tử Việt Nam (www.dientuvietnam.net).**
- [9]. **Diễn đàn Sinh viên Bách Khoa (www.svbkol.org).**
- [10]. **Datasheet của các Linh kiện Điện tử (www.datasheetcatalog.com).**

MỤC LỤC

LỜI MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. CÁC BỘ CHỈNH LƯU CÓ ĐIỀU KHIỂN.....	2
1.1. CHỈNH LƯU MỘT PHA.....	2
1.1.1. Chỉnh lưu một nửa chu kỳ.....	2
1.1.2. Chỉnh lưu cả chu kỳ với biến áp có điểm trung tính.....	3
1.1.3. Chỉnh lưu cầu một pha đối xứng.....	5
1.1.4. Chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng.....	6
1.2. CHỈNH LƯU BA PHA.....	9
1.2.1. Chỉnh lưu tia ba pha.....	9
1.2.2. Chỉnh lưu cầu ba pha đối xứng.....	12
1.2.3. Chỉnh lưu cầu 3 pha không đối xứng.....	15
1.3. CHỈNH LƯU KHI CÓ ĐIỐT NGƯỢC.....	17
1.4. TỔNG KẾT CHƯƠNG 1.....	19
CHƯƠNG 2. THIẾT KẾ BỘ CHỈNH LƯU CẦU MỘT PHA CHO ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU.....	20
2.1. THIẾT KẾ TÍNH TOÁN MẠCH ĐỘNG LỰC.....	20
2.1.1. Tính toán van động lực.....	20
2.2. TÍNH TOÁN CUỘN KHÁNG LỘC ĐIỆN.....	22
2.2.1. Xác định góc mở cực tiểu và cực đại.....	22
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.....	30
2.3.2. Bảo vệ quá dòng điện cho các van bán dẫn.....	31
2.3.2. Bảo vệ quá điện áp cho các van bán dẫn.....	32
2.4. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN.....	33

2.4.1. Các yêu cầu đối với mạch điều khiển.	34
2.4.2. Nguyên lý hoạt động của mạch.....	34
2.4.3. Lựa chọn khâu khuếch đại và tạo xung.....	36
2.4.3. Lựa chọn khâu so sánh.	39
2.4.4. Lựa chọn khâu đồng pha và tạo điện áp răng cưa.....	41
2.4.6. Tính toán khối nguồn nuôi.	44
CHƯƠNG 3. LẮP RÁP BỘ CHỈNH LƯU CẦU MỘT PHA VÀ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM.	47
3.1. LỰA CHỌN LINH KIỆN.....	47
3.1.1. Linh kiện mạch điều khiển.....	47
3.1.2. Linh kiện mạch động lực.....	48
3.2. CHẾ TẠO MẠCH IN.	49
3.3. LẮP RÁP HỆ THỐNG.	50
3.4. KẾT QUẢ ĐO LƯỜNG.	52
3.5. NHẬT XÉT CHUNG.....	52
KẾT LUẬN.....	54
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	55