



BÀI TẬP LỚN ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT 1

CHƯƠNG I

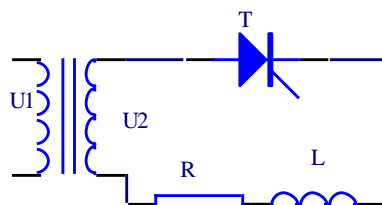
GIỚI THIỆU KHÁI QUÁT VỀ CHỈNH LƯU

Để cấp nguồn cho tải một chiều, chúng ta cần thiết kế các bộ chỉnh lưu mục đích biến đổi năng lượng điện xoay chiều thành một chiều. Các loại bộ biến đổi này có thể là chỉnh lưu không điều khiển và chỉnh lưu có điều khiển. Với mục đích giảm công suất vô công, người ta thường mắc song song ngược với tải một chiều một điôt (loại sơ đồ này được gọi là sơ đồ có điôt ngược). Trong các sơ đồ chỉnh lưu có điôt 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. Các bộ chỉnh lưu có điều khiển, không điôt 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, 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 nguồn cấp xoay chiều, chúng ta có thể chia chỉnh lưu 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 biến áp; số lần đập mạch trong một chu kỳ. Dòng điện chạy trong cuộn dây thứ cấp 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.

Theo hình dạng các sơ đồ chỉnh lưu, với chuyển mạch tự nhiên chúng ta có thể phân loại chỉnh lưu thành các loại sơ đồ sau.

1. Chỉnh lưu một nửa chu kỳ.



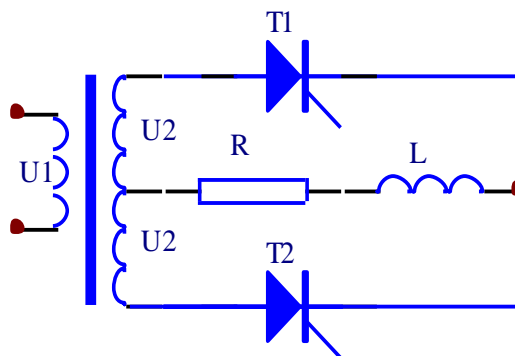
Hình 1. Sơ đồ chỉnh lưu một nửa chu kỳ.

ở sơ đồ chỉnh lưu một nửa chu kỳ hình 1 sóng điện áp ra một chiều sẽ bị gián đoạn trong một nửa chu kỳ khi điện áp anod của van bán dẫn âm, do vậy khi sử dụng sơ đồ chỉnh lưu một nửa chu kỳ, chúng ta có chất lượng điện áp xấu. Với chất lượng điện áp rất xấu và cũng cho ta hệ số sử dụng biến áp xấu.

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

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

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



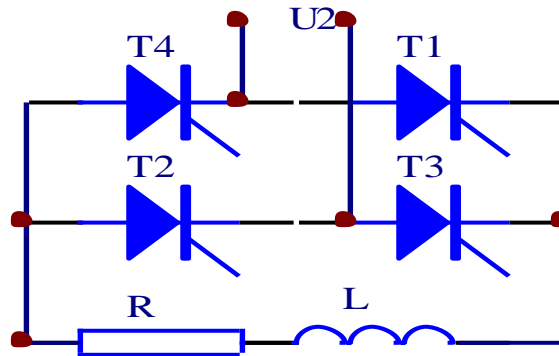
Hình 2. Sơ đồ chỉnh lưu cả chu kỳ với biến áp có trung tính.

Theo hình dạng sơ đồ, thì biến áp phải có hai cuộn dây thứ cấp với thông số giống hệt nhau, 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. Trong sơ đồ này điện áp tải đập mạch trong cả hai nửa chu kỳ, với tần số đập mạch bằng hai lần tần số điện áp xoay chiều.

Mỗi van dẫn thông trong một nửa chu kỳ, do vậy dòng điện mà van bán dẫn phải chịu tối đa bằng 1/2 dòng điện tải, trị hiệu dụng của dòng điện chạy qua van $I_{hd} = 0,71.I_d$

So với chỉnh lưu 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 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 có một nửa chu kỳ, làm cho việc chế tạo biến áp phức tạp hơn và hiệu suất sử dụng biến áp xấu hơn, mặt khác điện áp ngược của các van bán dẫn phải chịu có trị số lớn nhất.

3. Chỉnh lưu cầu một pha.

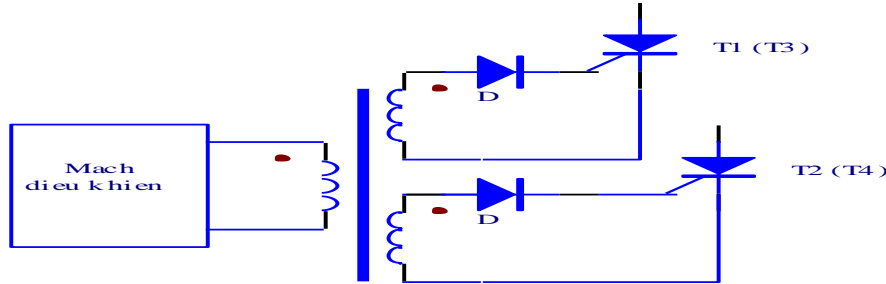


Hình 3. Sơ đồ chỉnh lưu cầu một pha điều khiển đối xứng.

Hoạt động của sơ đồ này khái quát có thể mô tả như sau. Trong nửa bán kỳ điện áp anod của Tiristo T1 dương (+) (lúc đó catod T2 âm (-)), nếu có xung điều khiển cho cả hai van T1, T2 đồng thời, thì các van này sẽ được mở thông để đặt điện áp lưới lên tải, điện áp tải một chiều còn bằng điện áp xoay chiều chừng nào các Tiristo còn dẫn (khoảng dẫn của các Tiristo phụ thuộc vào tính chất của tải). Đến nửa bán kỳ sau, điện áp đổi dấu, anod của Tiristo T3 dương (+) (catod T4 âm (-)), nếu có xung điều khiển cho cả hai van T3, T4 đồng thời, thì các van này sẽ được mở thông, để đặt điện áp lưới lên tải, với điện áp một chiều trên tải có chiều trùng với nửa bán kỳ trước.

Chỉnh lưu cầu một pha hình 3 có chất lượng điện áp ra hoàn toàn giống nh-

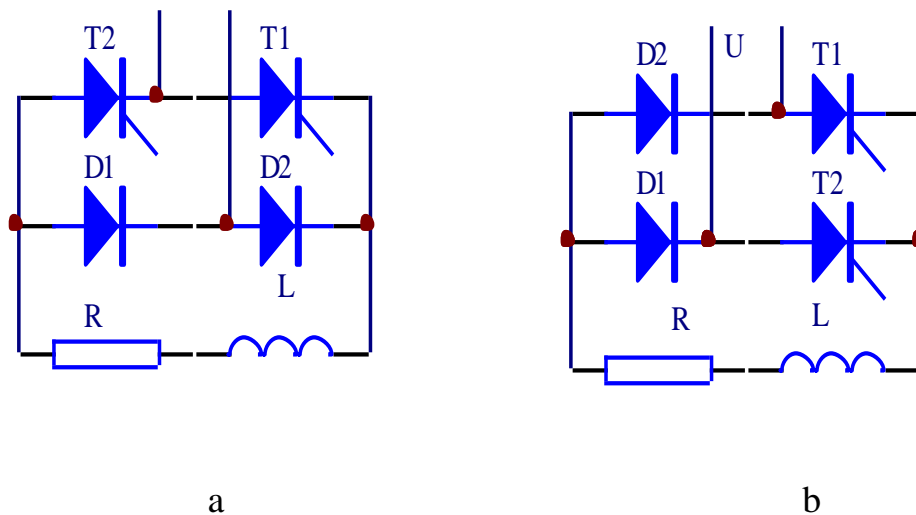
ư chỉnh lưu cả chu kỳ với biến áp có trung tính, như sơ đồ hình 2. Việc điều khiển đồng thời các Tiristo T1,T2 và T3,T4 có thể thực hiện bằng nhiều cách, một trong những cách đơn giản nhất là sử dụng biến áp xung có hai cuộn thứ cấp như hình 4:



Hình 4. Phương án cấp xung chỉnh lưu cầu một pha

Điều khiển các Tiristo trong sơ đồ hình 3, nhiều khi gặp khó khăn cho trong khi mở các van điều khiển, nhất là khi công suất xung không đủ lớn. Để tránh việc mở đồng thời các van như ở 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 điều khiển không đối xứng.

Chỉnh lưu cầu một pha điều khiển không đối xứng có thể thực hiện bằng hai phương án khác nhau như hình 5. Giống nhau ở hai sơ đồ này là: chúng đều có hai Tiristo và hai điôt; mỗi lần cấp xung điều khiển chỉ cần một xung; điện áp một chiều trên tải có hình dạng 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 5. Sơ đồ chỉnh lưu cầu một pha điều khiển không đối xứng.

Trên sơ đồ hình 5a, 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. Tiristo 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 chúng ta thấy rằng, các van bán dẫn được dẫn thông trong một nửa chu kỳ (các điôt dẫn từ đầu đến cuối bán kỳ điện áp âm catod, còn các Tiristo được dẫn thông tại thời điểm có xung mở và bị khoá bởi việc mở Tiristo ở nửa chu kỳ kế tiếp). Về trị số, thì dòng điện trung bình chạy qua van bằng $I_{tb} = (1/2) I_d$, dòng điện hiệu dụng của van $I_{hd} = 0,71.I_d$.

Theo sơ đồ hình 5b, khi điện áp lưới đặt vào anod và catod của các van bán dẫn thuận chiều và có xung điều khiển, thì việc dẫn thông các van hoàn toàn giống như sơ đồ hình 5a. Khi điện áp đổi dấu năng lượng của cuộn dây L được xả ra qua các điôt D1, D2, các van này đóng vai trò của điôt ngược. Chính do đó mà các Tiristo sẽ tự động khoá khi điện áp đổi dấu. Có thể thấy rằng, ở sơ đồ này dòng điện qua Tiristo nhỏ hơn dòng điện qua các điôt.

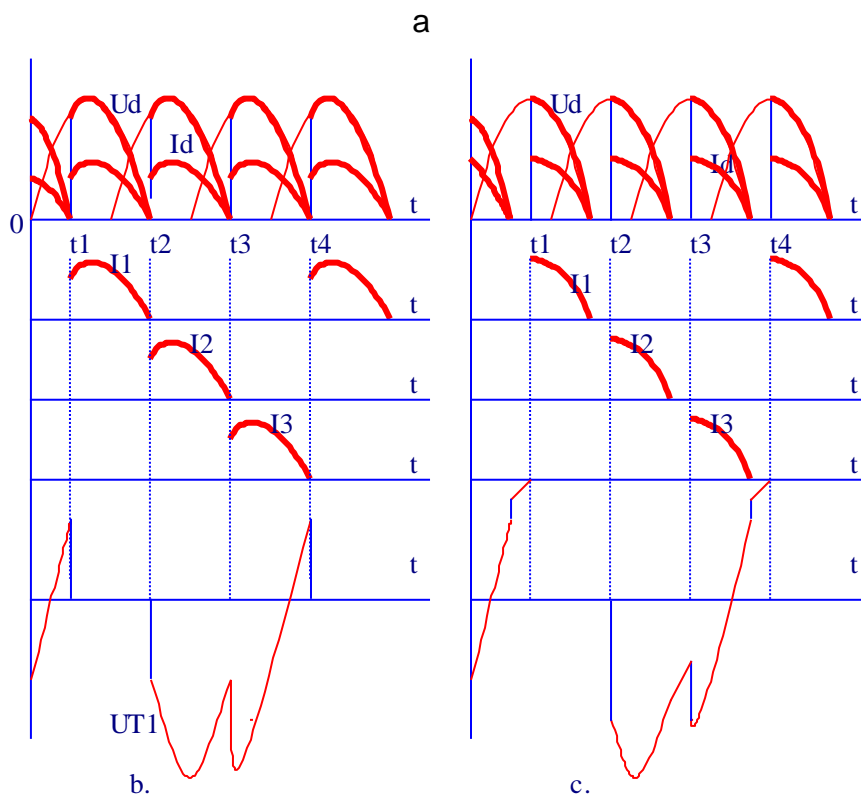
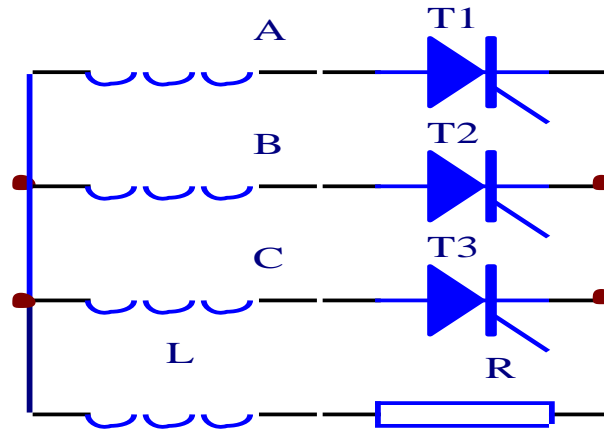
Nhìn chung các loại chỉnh lưu cầu một pha có chất lượng điện áp tương đương như chỉnh lưu cả chu kỳ với biến áp có trung tính, chất lượng điện một chiều như nhau, dòng điện làm việc của van bằng nhau, nên việc ứng dụng chúng cũng tương đương nhau. Mặc dù vậy ở chỉnh lưu cầu một pha có ưu điểm hơn ở chỗ: 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, chỉnh lưu cầu điều khiển đối xứng thì việc điều khiển phức tạp hơn.

Các sơ chỉnh lưu một pha cho ta 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 chúng ta phải sử dụng các sơ đồ có số pha nhiều hơn.

4. Chỉnh lưu tia ba pha.

Khi biến áp có ba pha đấu sao (Y) trên mỗi pha A,B,C ta nối một van như hình 6.a, ba catod đấu chung cho ta 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, chúng ta có điện áp của một pha dương hơn điện áp của hai pha kia trong khoảng thời gian $1/3$ chu kỳ (120^0). Từ đó thấy rằng, tại mỗi thời điểm chỉ có điện áp của một pha dương hơn hai pha kia.

Nguyên tắc mở thông và điều khiển các van ở đây là khi anod của van nào dương hơn van đó mới được kích mở. Thời điểm hai điện áp của hai pha giao nhau được coi là góc thông tự nhiên của các van bán dẫn. Các Tiristor chỉ được mở thông 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 6 Chỉnh lưu tia ba pha

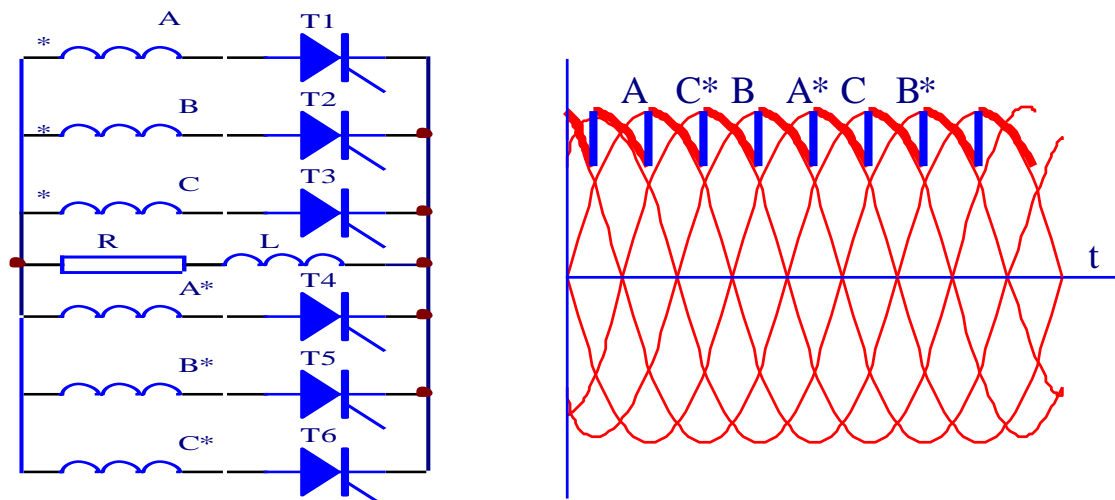
- a. Sơ đồ động lực; b- Giảm đồ đường các cong khi góc mở $\alpha = 30^\circ$ tải thuần trở; c- Giảm đồ các đường cong khi $\alpha = 60^\circ$ các đường cong gián đoạn.

Từ sơ đồ ,ta thấy ở một thời điểm nào đó chỉ có một van dẫn, như vậy mỗi van dẫn thông trong $1/3$ chu kỳ nếu điện áp tải liên tục, còn nếu điện áp tải gián đoạn thì thời gian dẫn thông của các van nhỏ hơn. Tuy nhiên trong cả hai trường hợp dòng điện trung bình của các van đều bằng $1/3.I_d$. Trong khoảng thời gian van dẫn dòng điện của van bằng dòng điện tải, trong khoảng van khoá dòng điện van bằng 0. Điện áp của van phải chịu bằng điện dây giữa pha có van khoá với pha có van đang dẫn. Khi tải thuần trở dòng điện và điện áp tải liên tục hay gián đoạn phụ thuộc góc mở của các Tiristo. Nếu góc mở Tiristo nhỏ hơn $\alpha \leq 30^\circ$, các đường cong Ud, Id liên tục, khi góc mở lớn hơn $\alpha > 30^\circ$ điện áp và dòng điện tải gián đoạn .

So với chỉnh lưu một pha, thì 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. Với việc 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 Y với dây trung tính phải lớn hơn dây pha vì theo sơ đồ hình 6a thì dây trung tính chịu dòng điện tải.

5. Chỉnh lưu tia sáu pha.

Sơ đồ chỉnh lưu tia ba pha ở trên có chất lượng điện áp tải chưa thật tốt lắm. Khi cần chất lượng điện áp tốt hơn chúng ta sử dụng sơ đồ nhiều pha hơn. Một trong những sơ đồ đó là chỉnh lưu tia sáu pha. Sơ đồ động lực mô tả trên hình vẽ:



a

b

Hình 7 Chỉnh lưu tia sáu pha

a- Sơ đồ động lực; b- Đường cong điện áp tải

Sơ đồ chỉnh lưu tia sáu pha được cấu tạo bởi sáu van bán dẫn nối tới biến áp ba pha với sáu cuộn dây thứ cấp, trên mỗi trụ biến áp có hai cuộn giống nhau và ngược pha. Điện áp các pha dịch nhau một góc là 60° , dạng sóng điện áp tải ở đây là phần dương hơn của các điện áp pha với đập mạch bậc sáu. Với dạng sóng điện áp như trên, ta thấy chất lượng điện áp một chiều được coi là tốt nhất.

Theo dạng sóng điện áp ra, chúng ta thấy rằng mỗi van bán dẫn dẫn thông trong khoảng $1/6$ chu kỳ. So với các sơ đồ khác, thì ở chỉnh lưu tia sáu pha dòng điện chạy qua van bán dẫn bé nhất. Do đó sơ đồ chỉnh lưu tia sáu pha rất có ý nghĩa khi dòng tải lớn. Trong trường hợp đó chúng ta chỉ cần có van nhỏ có thể chế tạo bộ nguồn với dòng tải lớn.

6. Chỉnh lưu cầu ba pha.

a/Chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng.

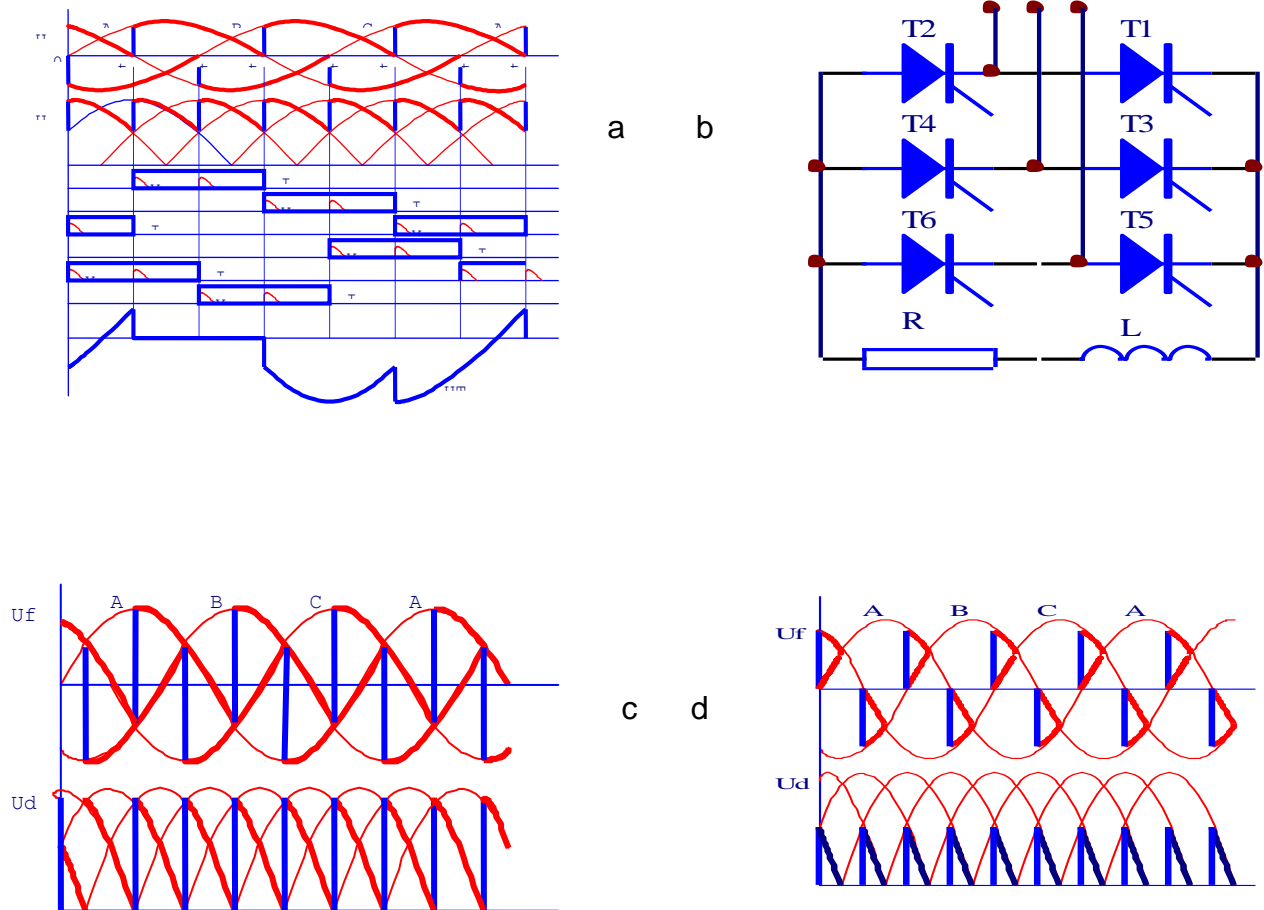
Sơ đồ chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng hình 8.a có thể coi như hai sơ đồ chỉnh lưu tia ba pha mắc ngược chiều nhau, ba Tiristo T1,T3,T5 tạo thành một chỉnh lưu tia ba pha cho điện áp (+) tạo thành nhóm anod, còn T2,T4,T6 là một chỉnh lưu tia cho ta điện áp âm tạo thành nhóm catod, hai chỉnh lưu này ghép lại thành cầu ba pha.

Theo hoạt động của chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng, dòng điện chạy qua tải là dòng điện chạy từ pha này về pha kia, do đó tại mỗi thời điểm cần mở Tiristo chúng ta cần cấp hai xung điều khiển đồng thời (một xung ở nhóm anod (+), một xung ở nhóm catod (-)).

Khi chúng ta 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. Khi góc mở van nhỏ hoặc điện cảm lớn, trong mỗi khoảng dẫn của một van của nhóm này (anod hay catod) thì

sẽ có hai van của nhóm kia đổi chỗ cho nhau. 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.

Sự phức tạp của chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng như đã nói trên là cần phải mở đồng thời hai van 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.



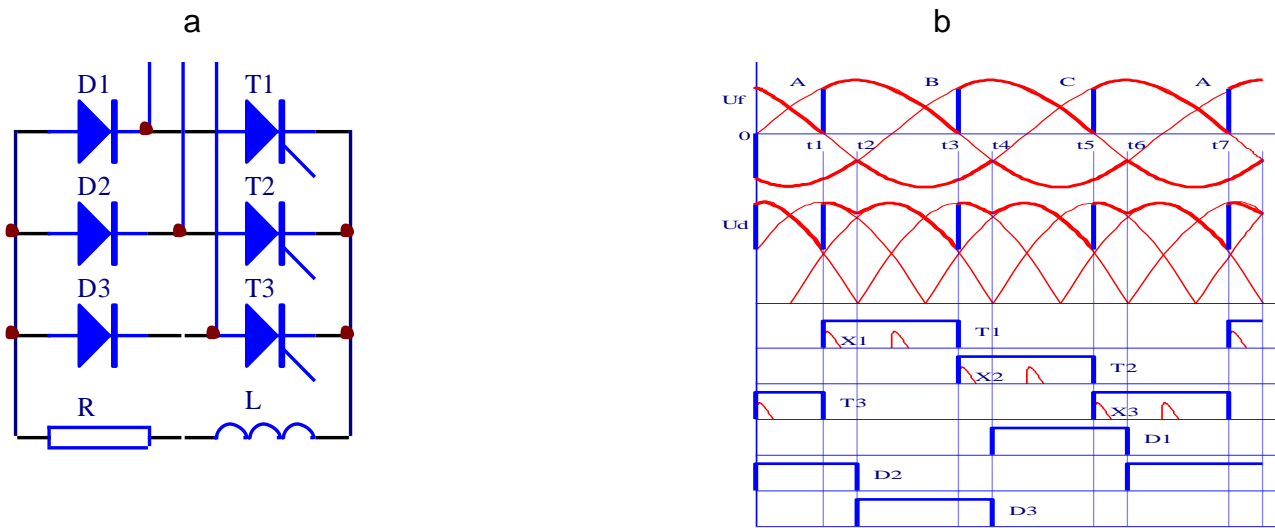
Hình 8. Chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng.

a- sơ đồ động lực; b- giản đồ các đường cong cơ bản

c,d - điện áp tải khi $\alpha = 60^\circ$ $\alpha = 90^\circ$

b/Chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển không đối xứng.

Loại chỉnh lưu này được cấu tạo từ một nhóm (anod hoặc catod) điều khiển và một nhóm không điều khiển như mô tả trên hình vẽ:



Hình 9. Chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển không đối xứng.

a- sơ đồ động lực; b- giản đồ các đường cong cơ bản

Chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển không đối xứng có dòng điện và điện áp tải liên tục khi góc mở các van bán dẫn nhỏ hơn 60° , khi góc mở tăng lên và thành phần điện cảm của tải nhỏ, dòng điện và điện áp sẽ gián đoạn.

Theo dạng sóng điện áp tải ở trên 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

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

Việc kích mở các van điều khiển trong chỉnh lưu cầu ba pha có điều khiển dễ dàng hơn, nhưng các điều hoà bậc cao của tải và của nguồn lớn hơn.

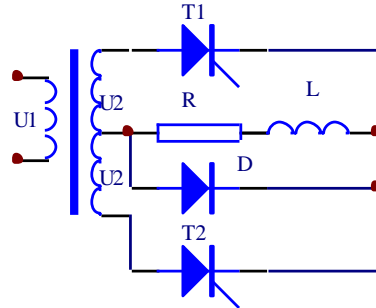
So với chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng, thì trong sơ đồ này việc

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 nhất.

7. Chỉnh lưu khi có điôt ngược.

Hình 10. chỉnh lưu một pha với biến áp trung tính



Như đã nêu ở trên, khi chỉnh lưu làm việc với tải điện cảm lớn, năng lượng của cuộn dây tích lũy sẽ được xả ra khi điện áp nguồn đổi dấu. Trong trường hợp này như mô tả trên hình 10 khi điện áp nguồn đổi dấu do điôt D đặt ngược điện áp lên các tiristo (trong các khoảng $0(t_1, p_1(t_2, p_2(t_3)$, nên các tiristo bị khoá điện áp tải bằng 0. Dòng điện chạy qua các tiristo I1, I2 chỉ tồn tại trong khoảng $(t_1(p_1, t_2(p_2, t_3(p_3)$ tiristo được phân cực thuận. Khi điện áp đổi dấu, năng lượng của cuộn dây tích lũy xả qua điôt, để tiếp tục duy trì dòng điện ID trong mạch tải.

Chỉnh lưu một pha thường được chọn khi nguồn cấp là lưới điện một pha, hoặc công suất không quá lớn so với công suất lưới (làm mất đối xứng điện áp lưới, và tải không có yêu cầu quá cao về chất lượng điện áp một chiều).

Trong chỉnh lưu một pha, nếu tải có dòng điện lớn và điện áp thấp, thì sơ đồ chỉnh lưu một pha cả chu kỳ với biến áp có trung tính có ưu điểm hơn. Bởi vì trong sơ đồ này tổn hao trên van bán dẫn ít hơn, nên công suất tổn hao trên van so với công suất tải nhỏ hơn, hiệu suất thiết bị cao hơn, điện áp ngược của van lớn (nếu điện áp cao mà chọn sơ đồ này có thể không chọn được van bán dẫn). Nếu tải có điện áp cao và dòng điện nhỏ, thì việc chọn sơ đồ cầu chỉnh lưu một pha hợp lý hơn, bởi vì hệ số điện áp ngược của van trong sơ đồ cầu nhỏ hơn, do đó chúng ta dễ chọn van hơn.

Khi sử dụng sơ đồ chỉnh lưu cầu một pha, đối với những loại tải không cần làm việc ở chế độ nghịch lưu hoàn trả năng lượng về lưới, nên chọn sơ đồ chỉnh lưu cầu điều khiển không đối xứng. Vì trong sơ đồ này tại mỗi thời điểm phát xung điều khiển chúng ta chỉ cần cấp một xung (ở chỉnh lưu cầu một pha điều khiển đối xứng chúng ta phải cấp hai xung điều khiển cho hai Tiristo đồng thời), sơ đồ mạch điều khiển đơn giản hơn.

Chỉnh lưu cầu một pha điều khiển đối xứng được dùng nhiều đối với các loại tải có làm việc ở chế độ nghịch lưu hoàn trả năng lượng về lưới, như động cơ điện một chiều chẳng hạn.

Đối với các loại tải có điện cảm lớn (ví dụ như cuộn dây kích từ của máy điện), để lợi dụng năng lượng của cuộn dây xả ra và bảo vệ van khi mất điện đột ngột, người ta hay chọn phương án mắc thêm một điôt ngược song song với tải.

Các sơ đồ chỉnh lưu ba pha thường được chọn, khi nguồn cấp là lưới ba pha công nghiệp và khi tải có yêu cầu cao về chất lượng điện áp một chiều.

Chỉnh lưu tia ba pha thường được lựa chọn, khi công suất tải không quá lớn so với biến áp nguồn cấp (để tránh gây mất đối xứng cho nguồn lưới), và khi tải có yêu cầu không quá cao về chất lượng điện áp một chiều. Đối với các loại tải có điện áp một chiều định mức là 220V, sơ đồ tia ba pha có ưu điểm hơn tất cả. Bởi vì theo sơ đồ này, khi chỉnh lưu trực tiếp từ lưới chúng ta có điện áp một chiều là $220V \cdot 1,17 = 257,4V$. Để có điện áp 220V không nhất thiết phải chế tạo biến áp, mà chỉ cần chế tạo ba cuộn kháng anod của van là đủ.

Chỉnh lưu cầu ba pha nên chọn, khi cần chất lượng điện áp một chiều tốt, vì đây là sơ đồ có chất lượng điện áp ra tốt nhất, trong các sơ đồ chỉnh lưu thường gặp. Sơ đồ chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển không đối xứng có mạch điều khiển đơn giản hơn, nên trong đa số các trường hợp người ta hay chọn phương án cầu ba pha điều khiển không đối xứng. Ví dụ làm nguồn cho máy hàn một chiều, điều khiển kích từ máy phát xoay chiều công suất nhỏ, các bộ nguồn cho các thiết bị điện hoá như mạ điện, điện phân...

Sơ đồ chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng được dùng nhiều trong các trường hợp tải có yêu cầu về việc hoàn trả năng lượng về lưới, ví dụ như điều khiển động cơ điện một chiều.

Để giảm tiết diện dây quấn thứ cấp biến áp, các cuộn dây thứ cấp biến áp có thể đấu tam giác (Δ).

Sơ đồ tia sáu pha, với việc chế tạo biến áp phức tạp và phải làm thêm cuộn sơ đồ cầu ba pha chúng ta không chọn được van theo dòng điện.

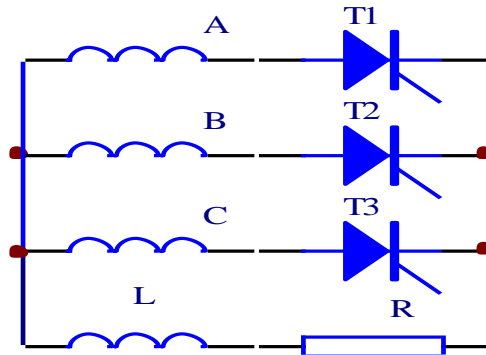
Cùng một trị số điện áp và dòng điện tải như nhau, sử dụng sơ đồ càng nhiều pha dòng điện làm việc của van bán dẫn càng nhỏ. Các sơ đồ cầu bao giờ cũng có điện áp làm việc của van nhỏ hơn so với sơ đồ tia cùng loại.

CHƯƠNG II

CHỈNH LƯU TIA III

PHA

Chỉnh lưu tia ba pha thường được lựa chọn, khi công suất tải không quá lớn so với biến áp nguồn cấp (để tránh gây mất đối xứng cho nguồn lưới), và khi tải có yêu cầu không quá cao về chất lượng điện áp một chiều.



Hình 11. Sơ đồ động lực

Khi biến áp có ba pha đấu sao (Y) trên mỗi pha A,B,C ta nối một van như hình vẽ ba catod đấu chung cho ta 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, chúng ta 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 mở thông và điều khiển các van ở đây là khi anod của van nào dương hơn van đó mới được kích mở. Thời điểm hai điện áp của hai pha giao nhau được coi là góc thông tự nhiên của các van bán dẫn. Các Tiristor chỉ được mở thông 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°).

Theo hình vẽ tại mỗi thời điểm nào đó chỉ có một van dẫn, như vậy mỗi van dẫn thông trong $1/3$ chu kỳ nếu điện áp tải liên tục (đường cong I1,I1,I3 trên hình vẽ), còn nếu điện áp tải gián đoạn thì thời gian dẫn thông của các van nhỏ hơn.

Tuy nhiên trong cả hai trường hợp dòng điện trung bình của các van đều bằng $1/3.I_d$. Trong khoảng thời gian van dẫn dòng điện của van bằng dòng điện tải, trong khoảng van khoá dòng điện van bằng 0. Điện áp của van phải chịu bằng điện dây giữa pha có van khoá với pha có van đang dẫn.

Ví dụ trong khoảng $t_2 \div t_3$ van T1 khoá còn T2 dẫn do đó van T1 phải chịu một điện áp dây U_{AB} , đến khoảng $t_3 \div t_4$ các van T1, T2 khoá, còn T3 dẫn lúc này T1 chịu điện áp dây U_{AC} .

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 11.

So với chỉnh lưu một pha, thì 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.

Với việc 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 Y với dây trung tính phải lớn hơn dây pha vì theo sơ đồ hình 11 thì dây trung tính chịu dòng điện tải.

CHƯƠNG III

TÍNH TOÁN VAN ĐỘNG LỰC

Hai thông số cần quan tâm nhất khi chọn van bán dẫn cho chỉnh lưu là điện áp và dòng điện, các thông số còn lại là những thông số tham khảo khi lựa chọn. Khi đã đáp ứng được hai thông số cơ bản trên các thông số còn lại có thể tham khảo theo gợi ý sau:

Loại van nào có sụt áp ΔU nhỏ hơn sẽ có tổn hao nhiệt ít hơn.

Dòng điện rò của loại van nào nhỏ hơn thì chất lượng tốt hơn.

Nhiệt độ cho phép của loại van nào cao hơn thì khả năng chịu nhiệt tốt hơn.

Điện áp và dòng điện điều khiển của loại van nào nhỏ hơn, công suất điều khiển thấp hơn.

Loại van nào có thời gian chuyển mạch bé hơn sẽ nhạy hơn. Tuy nhiên trong đa số các van bán dẫn thời gian chuyển mạch thường tỷ lệ nghịch với tổn hao công suất.

Các van động lực được lựa chọn dựa vào các yếu tố cơ bản là: dòng tải, sơ đồ đã chọn, điều kiện toả nhiệt, điện áp làm việc.

Các thông số cơ bản của van động lực được tính như sau:

Điện áp ngược của van được tính:

$$U_{lv} = k_{nv} \cdot U_2 \quad (1)$$

với $U_2 = U_d/k_u$ thay vào (1) lúc đó U_{lv} có thể tính

$$U_{lv} = k_{nv} \cdot U_d / k_u$$

Trong đó: U_d , U_2 , U_{lv} - điện áp tải, nguồn xoay chiều, ngược của van;
 k_{nv} , k_u - các hệ số điện áp ngược và điện áp tải. Các hệ số này tra từ bảng:

$$K_{nv}=2,45$$

$$K_u=1,17$$

Thay số vào ta có:

$$U_{lv} = 2,45 \cdot \frac{100}{1,17} = 209,4 \text{ (V)}$$

Để có thể chọn van theo điện áp hợp lý, thì điện áp ngược của van cần chọn phải lớn hơn điện áp làm việc được tính từ công thức (1), qua một hệ số dự trữ k_{dtU}

$$U_{nv} = k_{dtU} \cdot U_{lv} \quad (8-3)$$

k_{dtU} thường được chọn lớn hơn 1,6 (Chọn $k_{dtU}=2$)

$$\text{Suy ra: } U_{nv} = 2 \cdot 209,4 = 418,8 \text{ (V)}$$

Tính dòng điện của van.

Dòng điện làm việc của van được chọn theo dòng điện hiệu dụng chạy qua van theo sơ đồ đã chọn ($I_{lv} = I_{hd}$). Dòng điện hiệu dụng được tính:

$$\text{được tính: } I_{hd} = k_{hd} \cdot I_d$$

Trong đó: I_{hd} , I_d - Dòng điện hiệu dụng của van và dòng điện tải;

$$k_{hd} = 0.58 \text{ - Hệ số xác định dòng điện hiệu dụng (tra bảng).}$$

$$\text{Vậy ta có: } I_{lv} = I_{hd} = 0.58 \cdot 22 = 12,76 \text{ (A)}$$

Để van bán dẫn có thể làm việc an toàn, không bị chọc thủng về nhiệt, cần phải chọn và thiết kế hệ thống tỏa nhiệt hợp lý. Chọn điều kiện có cánh tỏa nhiệt với đủ diện tích bề mặt cho phép van làm việc tới $40\% I_{dmv}$ ($I_{dmv} > 2,5 \cdot I_{lv}$)

$$\text{Hay chọn: } I_{lv} = 25\% I_{dmv}$$

$$\text{Ta có } I_{dmv} = 4 \cdot 12,76 = 51,04 \text{ (A)}$$

Để có thể chọn được van cho làm việc với các thông số định mức cơ bản trên, chúng ta tra bảng thông số một số Tiristor chọn các van có thông số điện áp ngược (U_{nv}), dòng điện định mức (I_{dmv}) lớn hơn gần nhất với thông số đã tính được ở trên.

Theo cách đó có thể chọn :

Tiristor loại T60N600BOC có các thông số định mức:

- Dòng điện định mức của van $I_{dmv}=60$ A.
- Điện áp ngược cực đại của van $U_{nv} = 600$ V.
- Độ sụt áp trên van $\Delta U = 1,8$ V.
- Dòng điện rò $I_r = 25$ mA.
- Điện áp điều khiển $U_{dk}=1.4$ V.
- Dòng điện điều khiển $I_{dk} = 150$ m A.

CHƯƠNG IV

TÍNH TOÁN BIẾN ÁP

Chọn máy biến áp 3 pha 3 trụ sơ đồ đấu dây Δ/Y làm mát bằng không khí tự nhiên .

Tính các thông số cơ bản :

Điện áp pha sơ cấp máy biến áp : $U_p = 380$ (V)

Điện áp pha thứ cấp của máy biến áp

Phương trình cân bằng điện áp khi có tải :

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

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

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

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

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

áp .

Chọn sơ bộ : $\Delta U_{ba} = 10\% \cdot U_d = 10\% \cdot 100 = 10(V)$

Từ phương trình cân bằng điện áp khi có tải ta có :

$$U_{d0} = \frac{U_d + 2 \cdot \Delta U_v + \Delta U_{dn} + \Delta U_{ba}}{\cos \alpha_{\min}} = \frac{100 + 2 \cdot 1,8 + 10}{\cos 10^\circ} = 115,35 (V)$$

Điện áp pha thứ cấp pha máy biến áp :

$$U_2 = \frac{U_d}{k_u} = \frac{100}{1,17} = 85,47 (V)$$

Dòng điện hiệu dụng thứ cấp của máy biến áp :

$$I_2 = k_2 \cdot I_d = 0,58 \cdot 22 = 12,76 (A)$$

Dòng điện hiệu dụng sơ cấp máy biến áp :

$$I_1 = K_{ba} I_2 = \frac{U_2}{U_1} \cdot I_2 = \frac{100}{1,17 \cdot 380} \cdot 12,76 = 2,87 (A)$$

Tính tiết diện dây dẫn:

$$S_{Cu} = \frac{I}{J} (\text{mm}^2)$$

Trong đó : I - dòng điện chạy qua cuộn dây [A];

J - mật độ dòng điện trong biến áp thường chọn $2 \div 2,75$ [A/mm²]

Vậy tiết diện dây dẫn sơ cấp: $S_{Cu1} = \frac{2,87}{2} = 1,4357 (\text{mm}^2)$.

Tiết diện dây dẫn thứ cấp: $S_{Cu2} = \frac{12,76}{2,5} = 5,1 (\text{mm}^2)$

Nếu chọn dây quấn tròn thì đường kính dây được tính:

$$d = \sqrt{\frac{4S_{Cu}}{\pi}}$$

Suy ra : $d_1 = 1,35 \text{ mm}$ (chuẩn hóa)

$\Rightarrow D_{n1} = 1,44 \text{ mm}$ (cả vỏ cách điện)

$d_2 = 2,83 \text{ mm}$ (chuẩn hóa)

$\Rightarrow D_{n2} = 2,95 \text{ mm}$ (cả vỏ cách điện)

Xác định công suất tối đa của tải ví dụ với tải chỉnh lưu xác định

$$P_{d\max} = U_{do} \cdot I_d = 115,35 \cdot 22 = 2537,7 (W)$$

Công suất biến áp nguồn cấp được tính

$$S_{ba} = k_s \cdot P_{dmax}$$

Trong đó : S_{ba} - công suất biểu kiến của biến áp [W];

k_s - hệ số công suất theo sơ đồ mạch động lực

$$\text{Suy ra } S_{ba}=1,345.2537,7=3413,21 \text{ (VA)}$$

Tính toán sơ bộ mạch từ

$$Q_{Fe} = k_Q \sqrt{\frac{S_{ba}}{m \cdot f}} \quad [cm^2]$$

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

Với $k_Q = 5 \div 6$ – máy biến áp khô (chọn $k_Q=6$)

$m=3$ - số trụ của máy biến áp

f - tần số nguồn điện xoay chiều $f=50$ Hz.

Đường kính trụ :

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{Fe}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 28,62}{\pi}} = 6,04 \text{ (cm)}$$

Chuẩn đường kính trụ theo tiêu chuẩn $d = 6.1$ (cm)

Chọn loại lá thép có độ dày 0,5 mm

Tính toán dây quấn biến áp.

Thông số các cuộn dây cần tính bao gồm số vòng và kích thước dây.

Số vòng dây của cuộn sơ cấp được tính

$$W_1 = \frac{U_1 \cdot 10^4}{4,44 \cdot f \cdot Q_{Fe} \cdot B} \quad (\text{vong})$$

Với B - từ cảm (thường chọn trong khoảng $(1,0 \div 1,8)$ Tesla tùy thuộc chất lượng tôn-ở đây chọn $B=1$).

$$W_1 = \frac{380 \cdot 10^4}{4,44 \cdot 50 \cdot 28,62 \cdot 1} = 598,08 \quad (\text{vong})$$

Chọn $W_1=600$ [vòng]

Tương tự số vòng dây của cuộn thứ cấp được tính

$$W_2 = \frac{U_2 \cdot 10^4}{4,44 \cdot f \cdot Q_{Fe} \cdot B} \quad (\text{vong})$$

$$W_2 = \frac{85,47 \cdot 10^4}{4,44 \cdot 50 \cdot 28,62 \cdot 1} = 134,52 \quad (\text{vòng})$$

Chọn $W_2=136$ [vòng]

Chọn sơ bộ các kích thước cơ bản của mạch từ

Chọn hình dáng của trụ

Vì công suất nhỏ (dưới 10 KVA), ta chọn trụ chữ nhật với các kích thước $Q_{Fe} = a \cdot b$. Trong đó a - bề rộng trụ, b - bề dày trụ

với:

$$Q_{cs1} = k_{ld} \cdot W_1 \cdot S_{Cu1} = 2,5 \cdot 600 \cdot 1,4314 = 2147,1 \quad [\text{mm}^2]$$

$$Q_{cs2} = k_{ld} \cdot W_2 \cdot S_{Cu2} = 2,5 \cdot 136 \cdot 6,29 = 2138,6 \quad [\text{mm}^2]$$

Trong đó: Q_{cs} , - diện tích cửa sổ $[\text{mm}^2]$;

Q_{cs1}, Q_{cs2} - phần do cuộn sơ cấp và thứ cấp chiếm chỗ $[\text{mm}^2]$;

W_1, W_2 - số vòng dây sơ, thứ cấp;

S_{Cu1}, S_{Cu2} - tiết diện dây quấn sơ, thứ cấp $[\text{mm}^2]$;

k_{ld} - hệ số lấp đầy thường chọn $2,0 \div 3,0$ (chọn $k_{ld}=2.5$)

Diện tích cửa sổ cần có:

$$Q_{cs} = Q_{cs1} + Q_{cs2} = 4285,7 \quad [\text{mm}^2]$$

$$\text{Mà } Q_{Fe} = 2826 [\text{mm}^2] = a \cdot a$$

=> Chọn kích thước cửa sổ.

Khi đã có diện tích cửa sổ Q_{cs} , cần chọn các kích thước cơ bản (chiều cao h và chiều rộng c với $Q_{cs} = c \cdot h$) của cửa sổ mạch từ. Các kích thước cơ bản này của lõi thép do người thiết kế tự chọn. Những số liệu đầu tiên có thể tham khảo chiều cao h và chiều rộng cửa sổ c được chọn dựa vào các hệ số phụ $m = h/a$; $n = c/a$; $l = b/a$. Kinh nghiệm cho thấy đối với lõi thép hình E thì $m = 2,8$; $n = 0,55$; $l = 1$ (1,5; là tối ưu hơn cả. Tuy nhiên những hệ số phụ này sau khi tính xong mạch từ có thể không hợp lý cho một số trường hợp, lúc đó người thiết kế cần thay đổi các chỉ số phụ cho để tính lại.

$$\Rightarrow c = 29,28 \text{ mm}$$

$$h = 146,4 \text{ mm}$$

$$a = 53 \text{ mm}$$

$$b=53 \text{ mm}$$

Chiều rộng toàn bộ mạch từ

$$C = 2c + x.a = 2.29,28 + 3.53 = 217,56 \text{ mm}$$

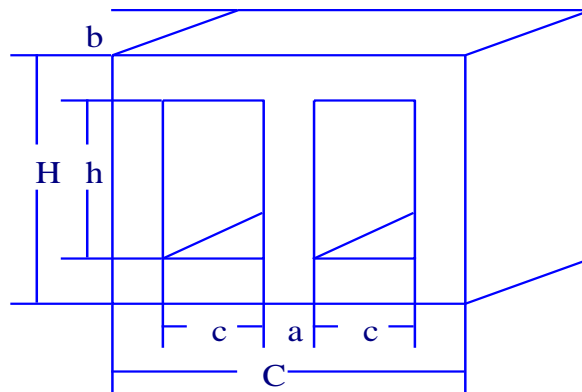
(Với $x = 3$ - biến áp ba pha)

chiều cao mạch từ

$$H = h + z.a = 146,4 + 2.53 = 252,4 \text{ mm}$$

(Với $z = 2$ - biến áp ba pha)

Hình dáng kết cấu mạch từ thể hiện như hình vẽ:



Sơ đồ kết cấu lõi thép biến áp

Kết cấu dây quấn.

Dây quấn được bố trí theo chiều dọc trụ, mỗi cuộn dây được quấn thành nhiều lớp dây. Mỗi lớp dây được quấn liên tục, các vòng dây sát nhau. Các lớp dây cách điện với nhau bằng các bìa cách điện. Cách tính các thông số này như sau:

Số vòng dây trên mỗi lớp W_{1l} :

Khi dây quấn tiết diện tròn được tính

$$W_{1l} = \frac{h - h_g}{d_n} \quad (8 - 21)$$

Trong đó: h - chiều cao cửa sổ,

d_n - đường kính dây quấn kể cả cách điện;

h_g - khoảng cách cách điện với gông có thể tham khảo chọn $h_g =$

$2.d_n$.

$$W_{11} = \frac{h - h_g}{d_{n1}} = \frac{h}{d_{n1}} - 2 = \frac{146,4}{1,44} - 2 = 100(\text{vong})$$

$$W_{12} = \frac{h - h_g}{d_{n2}} = \frac{h}{d_{n2}} - 2 = \frac{146,4}{2,95} - 2 = 48(\text{vong})$$

Số lớp dây S_{ld} trong cửa sổ được tính bằng tỷ số, số vòng dây W của cuộn dây W_1 hoặc W_2 cần tính, trên số vòng dây trên một lớp W_{11}

$$S_{ld} = \frac{W}{W_{11}}$$

$$\Rightarrow S_{ld1} = 600/100 = 6 \quad (\text{lớp})$$

$$S_{ld2} = 136/48 = 2,83 \quad (\text{lớp})$$

Như vậy: 600 vòng tách thành 6 lớp mỗi lớp 100 vòng .

136 vòng tách thành 3 lớp: 2 lớp 48 vòng; 1 lớp 40 vòng.

Chọn sơ bộ khoảng cách cách điện gông là 1,5 cm .

Chiều cao thực tế của cuộn sơ cấp :

$$h_1 = \frac{W_{11} \cdot D_{n1}}{k_c} = \frac{100 \cdot 1,44}{0,95} = 152(\text{mm})$$

Chiều cao thực tế của cuộn thứ cấp :

$$h_2 = \frac{W_{12} \cdot D_{n2}}{k_c} = \frac{48 \cdot 2,95}{0,95} = 149(\text{mm})$$

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

Khoảng cách từ trụ tới cuộn dây sơ cấp $a_{01} = 1,0$ cm .

Đường kính trong của ống cách điện .

$$D_t = d_{Fe} + 2 \cdot a_{01} - 2 \cdot S_{01} = 6,1 + 2 \cdot 1 - 2 \cdot 0,1 = 7,9(\text{cm})$$

Đường kính trong của cuộn sơ cấp .

$$D_{t1} = D_t + 2 \cdot S_{01} = 7,9 + 2 \cdot 0,1 = 8,1(\text{cm})$$

Chọn bề dày giữa hai lớp dây ở cuộn sơ cấp : $cd_{11} = 0,1$ mm

Bề dày cuộn sơ cấp .

$$B_{d1} = (D_{n1} + cd_{11}) \cdot S_{ld1} = (1,44 + 0,1) \cdot 6 = 9,24(\text{mm}) = 0,924(\text{cm})$$

Đường kính ngoài của cuộn sơ cấp .

$$D_{n1} = D_{t1} + 2 \cdot B_{d1} = 8,1 + 2 \cdot 0,924 = 9,95(\text{cm})$$

Đường kính trung bình của cuộn sơ cấp .

$$D_{tb1} = \frac{D_{t1} + D_{n1}}{2} = \frac{8,1 + 9,95}{2} = 9,03 \text{ (cm)}$$

Chiều dài dây quấn sơ cấp .

$$l_1 = W_1 \cdot \pi \cdot D_{tb1} = 600 \cdot \pi \cdot 9,03 \cdot 10^{-2} = 170,2 \text{ (m)}$$

Chọn bề dày cách điện giữa cuộn sơ cấp và thứ cấp : $cd_{01} = 0,5 \text{ cm}$

***/ Kết cấu dây quấn thứ cấp .**

Đường kính trong của cuộn thứ cấp.

$$D_{t2} = D_{n1} + 2 \cdot cd_{01} = 9,95 + 2 \cdot 0,5 = 10,95 \text{ (cm)}$$

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

Bề dày cuộn sơ cấp .

$$B_{d2} = (D_{n2} + cd_{22}) \cdot S_{ld2} = (2,95 + 0,1) \cdot 3 = 9,15 \text{ (mm)} = 0,915 \text{ (cm)}$$

Đường kính ngoài của cuộn thứ cấp .

$$D_{n2} = D_{t2} + 2 \cdot B_{d2} = 10,95 + 2 \cdot 0,915 = 12,78 \text{ (cm)}$$

Đường kính trung bình của cuộn thứ cấp .

$$D_{tb2} = \frac{D_{t2} + D_{n2}}{2} = \frac{10,95 + 12,78}{2} = 11,87 \text{ (cm)}$$

Chiều dài dây quấn thứ cấp .

$$l_2 = \pi \cdot W_2 \cdot D_{tb2} = 136 \cdot \pi \cdot 11,87 \cdot 10^{-2} = 55 \text{ (m)}$$

Đường kính trung bình các cuộn dây .

$$D_{12} = \frac{D_{t1} + D_{n2}}{2} = \frac{8,1 + 12,78}{2} = 11 \text{ (cm)}$$

$$\Rightarrow r_{12} = \frac{D_{12}}{2} = 5,5 \text{ (cm)}$$

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

***/ chọn gông**

Để đơn giản trong việc chế tạo gông từ ,ta chọn gông có tiết diện hình chữ nhật có các kích thước sau .

Chiều dày của gông bằng chiều dày của trụ : $g_d = a = 53 \text{ (mm)}$

Chiều cao của gông bằng : $g_c = a = 53 \text{ (mm)}$

Số lá thép dùng trong một gông .

$$h_g = \frac{G_d}{0,5} = 106 \text{ (lá)}$$

Tiết diện hiệu quả của trụ .

$$Q_T = k_{hq} \cdot Q_{Fe} = 0,95 \cdot 28,62 = 27,19 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Tính chính xác mật độ từ cảm trong trụ .

$$B_T = \frac{U_1}{4,44 \cdot f \cdot W_1 \cdot Q_T} = \frac{380}{4,44 \cdot 50 \cdot 600 \cdot 27,19 \cdot 10^{-4}} = 1,049 \text{ (T)}$$

Mật độ từ cảm trong gông .

$$B_g = B_T \cdot \frac{Q_T}{Q_g} = 1,049 \cdot 1 = 1,049 \text{ (T)}$$

***/ Tính khối lượng của sắt và đồng .**

Thể tích của trụ .

$$V_T = 3 \cdot Q_{Fe} \cdot h = 3 \cdot 28,62 \cdot 14,64 = 1256,99 \text{ (cm}^3\text{)}$$

Thể tích của gông .

$$V_g = 2 \cdot Q_g \cdot C = 2 \cdot 4,5 \cdot 3,5 \cdot 3,21 \cdot 756 = 1222,25 \text{ (cm}^3\text{)}$$

Khối lượng của trụ .

$$M_T = V_T \cdot m_{Fe} = 1,25699 \cdot 7,85 = 9,88 \text{ (Kg)}$$

Khối lượng của gông .

$$M_g = V_g \cdot m_{Fe} = 1,22225 \cdot 7,85 = 9,59 \text{ (Kg)}$$

Khối lượng của sắt .

$$M_{Fe} = M_T + M_g = 9,88 + 9,59 = 19,47 \text{ (Kg)}$$

Thể tích đồng .

$$V_{Cu} = 3 \cdot (S_{cu1} \cdot l_1 + S_{cu2} \cdot l_2) = 3 \cdot (1,4314 \cdot 10^{-4} \cdot 1702 + 6,29 \cdot 10^{-4} \cdot 550) = 1,77 \text{ (dm}^3\text{)}$$

$$M_{Cu} = V_{Cu} \cdot m_{Cu} = 1,77 \cdot 8,9 = 15,75 \text{ (Kg)}$$

***/ Tính các thông số của máy biến áp .**

Điện trở của cuộn sơ cấp máy biến áp ở 75° C .

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

$$R_1 = \rho \cdot \frac{l_1}{S_{cu1}} = 0,02133 \cdot \frac{170}{1,4314} = 2,53 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Điện trở cuộn thứ cấp máy biến áp ở 75° C .

$$R_2 = \rho \cdot \frac{l_2}{S_2} = 0,02133 \cdot \frac{55}{6,29} = 0,19 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Điện trở của máy biến áp qui đổi về thứ cấp .

$$R_{BA} = R_2 + R_1 \left(\frac{W_2}{W_1} \right)^2 = 0,19 + 2,53 \cdot \left(\frac{136}{600} \right)^2 = 0,32 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Sụt áp trên điện trở máy biến áp .

$$\Delta U_r = R_{BA} \cdot I_d = 0,32 \cdot 22 = 7,04 \text{ (V)}$$

Điện kháng máy biến áp qui đổi về thứ cấp .

$$\begin{aligned} X_{BA} &= 8 \cdot \pi^2 \cdot (W_2)^2 \cdot \left(\frac{D_{t2}}{2 \cdot h_{qd}} \right) \cdot \left(cd_{01} + \frac{B_{d1} + B_{d2}}{3} \right) \cdot \omega \cdot 10^{-7} \\ &= 8 \cdot \pi^2 \cdot 136^2 \cdot \left(\frac{19,95}{2 \cdot 14,64} \right) \cdot \left(0,01 + \frac{0,924 + 0,915}{3} \cdot 10^{-2} \right) \cdot 314 \cdot 10^{-7} \\ &= 0,50 \text{ (}\Omega\text{)} \end{aligned}$$

Điện cảm máy biến áp qui đổi về thứ cấp .

$$L_{BA} = \frac{X_{BA}}{\omega} = \frac{0,50}{314} = 1,5910^{-3} \text{ (H)} = 1,59 \text{ (mH)}$$

Sụt áp trên điện kháng máy biến áp .

$$\Delta U_x = \frac{3}{\pi} X_{BA} \cdot I_d = \frac{3}{\pi} \cdot 0,5 \cdot 22 = 10,5 \text{ (V)}$$

Sụt áp trên máy biến áp .

$$\Delta U_{BA} = \sqrt{\Delta U_r^2 + \Delta U_x^2} = \sqrt{7,04^2 + 10,5^2} = 12,64 \text{ (V)}$$

Điện áp trên động cơ khi có góc mở $\alpha_{\min} = 10^0$

$$\begin{aligned} U &= U_{d0} \cdot \cos \alpha_{\min} - 2 \cdot \Delta U_v - \Delta U_{BA} \\ &= 115,35 \cdot \cos 10^0 - 2 \cdot 1,8 - 12,64 = 97,36 \text{ (V)} \end{aligned}$$

Tổng trở ngắn mạch qui đổi về thứ cấp .

$$Z_{BA} = \sqrt{R_{BA}^2 + X_{BA}^2} = \sqrt{0,32^2 + 0,5^2} = 0,59 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Tổn hao ngắn mạch trong máy biến áp .

$$\Delta P_n = 3 \cdot R_{BA} \cdot I_2^2 = 3 \cdot 0,32 \cdot 12,76^2 = 156,3 \text{ (W)}$$

$$\Delta P\% = \frac{\Delta P_n}{S} \cdot 100 = \frac{156,3}{3413,21} \cdot 100 = 4,58 \%$$

Điện áp ngắn mạch tác dụng .

$$U_{nr} = \frac{R_{BA} \cdot I_2}{U_2} \cdot 100 = \frac{0,32 \cdot 12,76}{85,47} \cdot 100 = 4,78 \%$$

Điện áp ngắn mạch phản kháng .

$$U_{nx} = \frac{x_{BA} \cdot I_2}{U_2} \cdot 100 = \frac{0,5 \cdot 12,76}{85,47} \cdot 100 = 7,46 \%$$

Điện áp ngắn mạch phần trăm .

$$U_n = \sqrt{U_{nr}^2 + U_{nx}^2} = \sqrt{4,78^2 + 7,46^2} = 8,86$$

Dòng điện ngắn mạch xác lập .

$$I_{2nm} = \frac{U_2}{Z_{BA}} = \frac{85,47}{0,59} = 144,86 \text{ (A)}$$

Dòng điện ngắn mạch tức thời cực đại .

I_{pik} :Đỉnh xung max của Thyristor

$$I_{max} = \sqrt{2} \cdot I_{2m} \left(1 + e^{\frac{-\pi \cdot u_{nr}}{u_{nx}}} \right) = \sqrt{2} \cdot 144,86 \cdot \left(1 + e^{\frac{-\pi \cdot 4,78}{7,46}} \right) = 232,23 \text{ (A)}$$

$$< I_{pik} = 700 \text{ (A)}$$

Vậy máy biến áp thiết kế sử dụng tốt

suất thiết bị chính lưu .

$$\eta = \frac{U_d \cdot I_d}{S} = \frac{100 \cdot 22}{3413,21} = 64,46 \%$$

CHƯƠNG V
THIẾT KẾ NGUYÊN LÝ MẠCH ĐIỀU KHIỂN

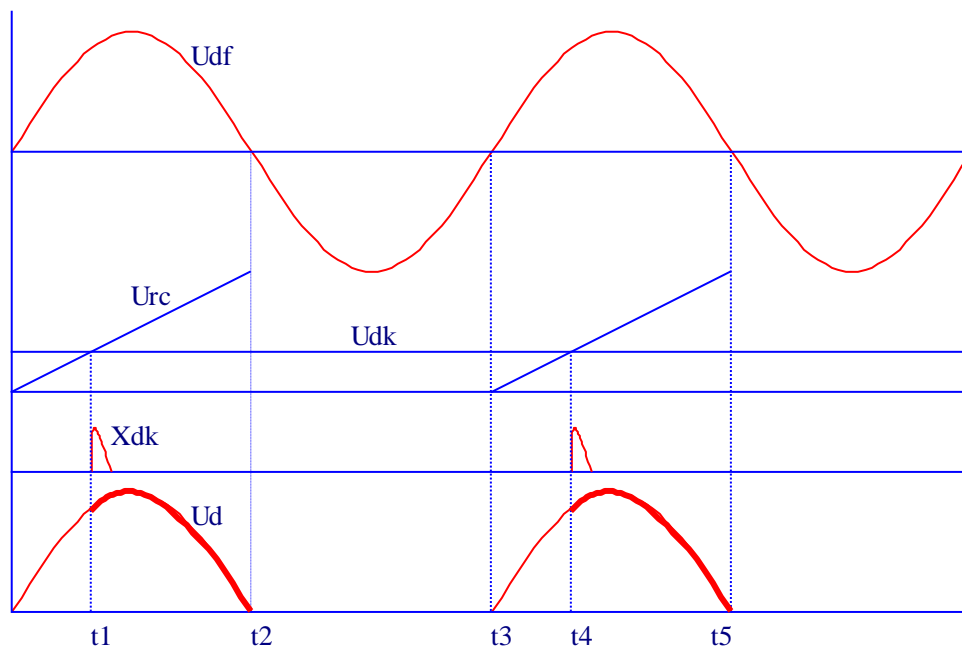
1. Thiết kế mạch điều khiển

a/. Nguyên lý thiết kế mạch điều khiển.

Điều khiển Tiristo trong sơ đồ chỉnh lưu hiện nay 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 V.1 như sau.

Khi điện áp xoay chiều hình sin đặt vào anod của Tiristo, để có thể điều khiển được góc mở (của Tiristo trong vùng điện áp + anod, ta cần tạo một điện áp tựa dạng tam giác, ta thường gọi là điện áp tựa là điện áp răng cưa U_{rc} . Như vậy điện áp tựa cần có trong vùng điện áp dương anod.

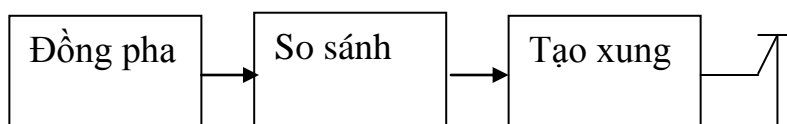
Dùng một điện áp một chiều U_{dk} so sánh với điện áp tựa. Tại thời điểm (t_1, t_4) điện áp tựa bằng điện áp điều khiển ($U_{rc} = U_{dk}$), trong vùng điện áp dương anod, thì phát xung điều khiển X_{dk} . Tiristo được mở từ thời điểm có xung điều khiển (t_1, t_4) cho tới cuối bán kỳ (hoặc tới khi dòng điện bằng 0)



Hình V.1. 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 V.2.



Hình V.2. Sơ đồ khối mạch điều khiển

Nhiệm vụ của các khâu trong sơ đồ khối hình V.2 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 Tiristo

Khâu so sánh 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 này 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 Tiristo. Xung để mở Tiristor có yêu cầu: sườn trước dốc thẳng đứng, để đảm bảo yêu cầu Tiristo 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 Tiristo; đủ công suất; cách ly giữa mạch điều khiển với mạch động lực (nếu điện áp động lực quá lớn)

Với nhiệm vụ của các khâu như vậy tiến hành thiết kế, tính chọn các khâu cơ bản của ba khối trên. Chi tiết về các mạch này sẽ giới thiệu chi tiết ở phần sau.

b/. Thiết kế sơ đồ nguyên lý.

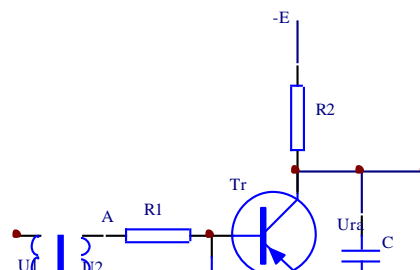
Hiện nay mạch điều khiển chỉnh lưu thường được thiết kế theo nguyên tắc thẳng đứng tuyến tính như giới thiệu trên.

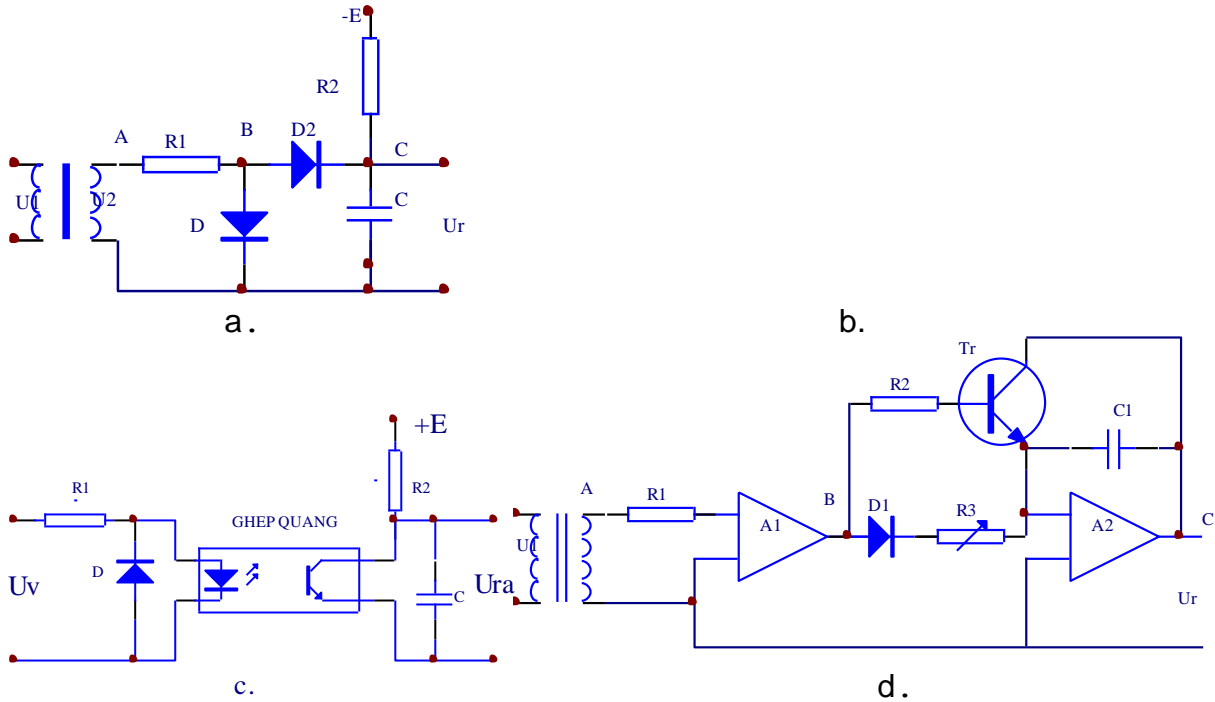
Theo nhiệm vụ của các khâu như đã giới thiệu, tiến hành thiết kế, tính chọn các khâu cơ bản của ba khối trên.

Trên hình V.3;V.4;V5 giới thiệu một số khâu đồng pha, so sánh, tạo xung điển hình.

Sơ đồ hình V.3 a là sơ đồ đơn giản, dễ thực hiện, với số linh kiện ít nhưng chất lượng điện áp tựa không tốt. 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 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.

Để khắc phục nhược điểm về dải điều chỉnh ở sơ đồ hình V.3.a người ta sử dụng sơ đồ tạo điện áp tựa bằng sơ đồ hình V.3.b. Theo sơ đồ này, điện áp tựa có phần biến thiên tuyến tính phủ hết nửa chu kỳ điện áp. Do vậy khi cần điều khiển điện áp từ 0 tới cực đại là hoàn toàn có thể đáp ứng được.



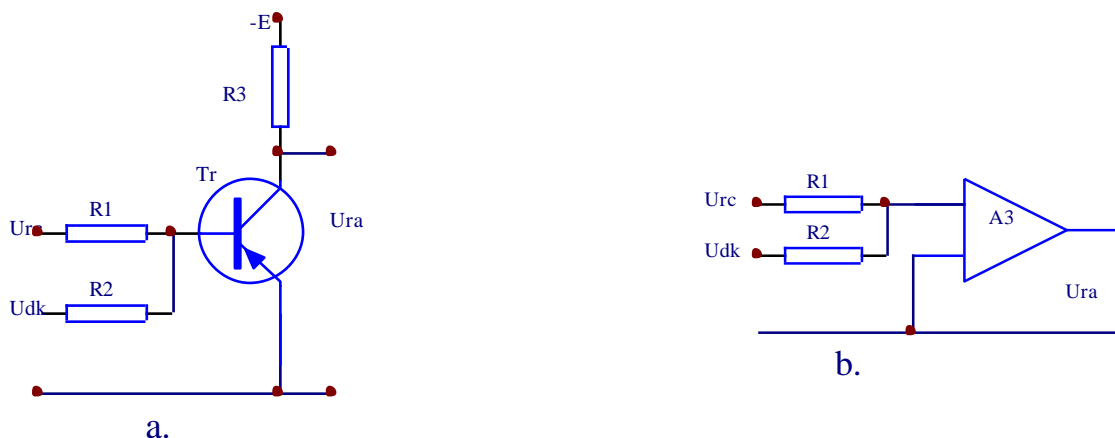


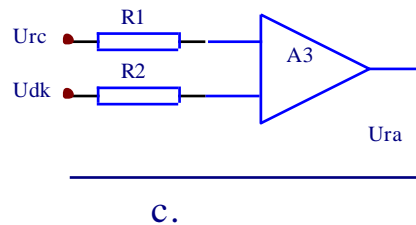
Hình V.3: Một số khâu đồng pha điển hình.
 a- Dùng diod và tụ; b- Dùng tranzitor và tụ; c- Dùng bộ ghép quang; d- Dùng khuếch đại thuật toán.

Với sự ra đời của các linh kiện ghép quang, chúng ta có thể sử dụng sơ đồ tạo điện áp tựa bằng bộ ghép quang như hình V.3.c. Nguyên lý và chất lượng điện áp tựa của hai sơ đồ hình V.3.b,c tương đối giống nhau. Ưu điểm của sơ đồ hình V.3.c ở chỗ 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 lưới gần 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 ta chất lượng điện áp tựa tốt. Trên sơ đồ hình V.3.d mô tả sơ đồ tạo điện áp tựa dùng khuếch đại thuật toán (KĐTT).





Hình V.4: Sơ đồ các khâu so sánh thường gặp
a- Bằng tranzitor; b- Cộng một cổng đảo của KĐTT c-Hai cổng KĐTT.

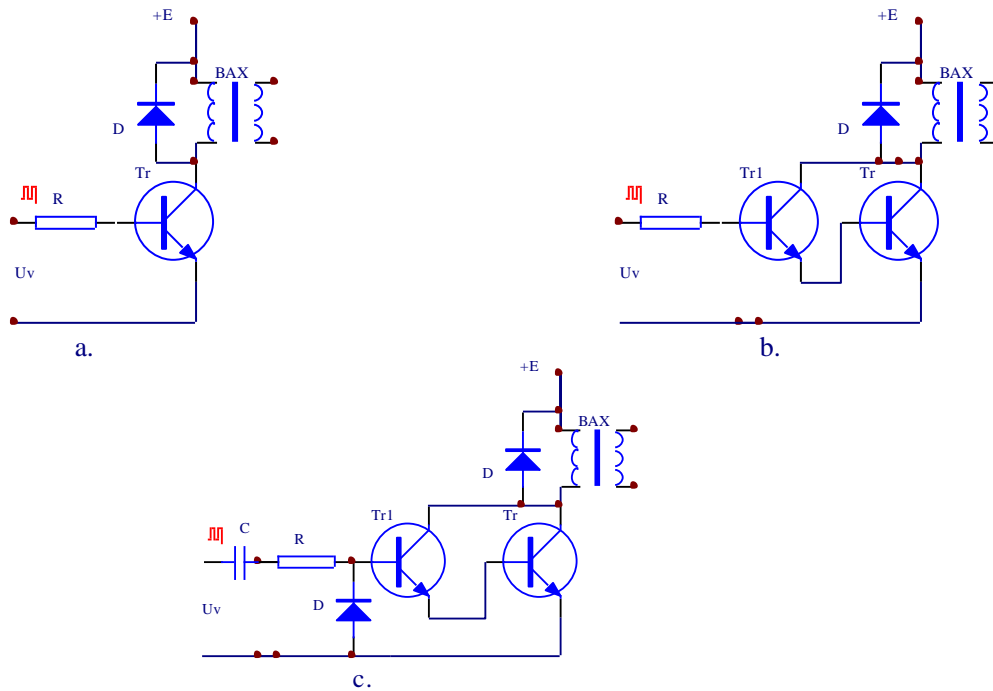
Để xác định được thời điểm cần mở Tiristo chúng ta cần so sánh hai tín hiệu U_{dk} và U_{rc} . Việc so sánh các tín hiệu đó có thể được thực hiện bằng Tranzitor (Tr) như trên hình V.4.a. Tại thời điểm $U_{dk} = U_{rc}$, đầu vào Tr lật trạng thái từ khoá sang mở (hay ngược lại từ mở sang khoá), làm cho điện áp ra cũng bị lật trạng thái, tại đó chúng ta đánh dấu được thời điểm cần mở Tiristo.

Với mức độ mở bão hoà của Tr phụ thuộc vào hiệu U_{dk} ($U_{rc} = U_b$, hiệu này có một vùng điện áp nhỏ hàng mV, làm cho Tr không làm việc ở chế độ đóng cắt như ta mong muốn, do đó nhiều khi làm thời điểm mở Tiristo bị lệch khá xa 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 V) ở đầu vào, đầu ra đã có điện áp nguồn nuôi, nên việc ứng dụng KĐTT làm khâu so sánh là hợp lý. Các sơ đồ so sánh dùng KĐTT trên hình V.4.b,c rất thường gặp trong các sơ đồ mạch hiện nay. Ưu điểm hơn hẳn của các sơ đồ này là có thể phát xung điều khiển chính xác tại $U_{dk} = U_{rc}$.

Với nhiệm vụ tạo xung phù hợp để mở Tiristo như đã nêu ở trên, tầng khuếch đại cuối cùng thường được thiết kế bằng Tranzitor công suất, như mô tả trên hình V.5.a. Để có xung dạng kim gửi tới Tiristo, ta dùng biến áp xung (BAX), để có thể khuếch đại công suất ta dùng Tr, diôt 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.



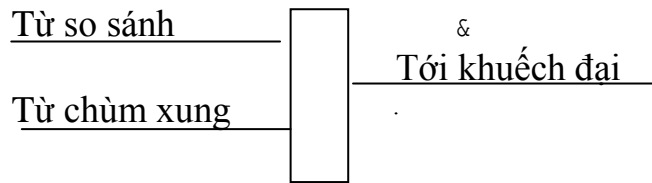
Hình V.5: Sơ đồ các khâu khuếch đại.
 a- Bảng tranzitor công suất b- Bảng Sơ đồ darlington;
 c- Sơ đồ có tụ nối tầng.

Tầng khuếch đại cuối cùng bằng sơ đồ darlington như trên hình V.5.b thường hay được dùng trong thực tế. ở sơ đồ này hoàn toàn có thể đáp ứng được yêu cầu về khuếch đại công suất, khi hệ số khuếch đại được nhân lên theo thông số của các tranzitor.

Trong thực tế xung điều khiển chỉ cần có độ rộng bé (cỡ khoảng $(10 \div 200) \mu s$), mà thời gian mở thông các tranzitor công suất dài (tối đa tới một nửa chu kỳ - 0.01s), làm cho công suất tỏa nhiệt dư của Tr quá lớn và kích thước dây quấn sơ cấp biến áp dư lớn. Để giảm nhỏ công suất tỏa nhiệt Tr và kích thước dây sơ cấp BAX chúng ta có thể thêm tụ nối tầng như hình V.5.c. 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.

Đối với một số sơ đồ mạch, để giảm công suất cho tầng khuếch đại và tăng số lượng xung kích mở, nhằm đảm bảo Tiristo mở một cách chắc chắn, người ta hay phát xung chùm cho các Tiristo. Nguyên tắc phát xung chùm là trước khi vào tầng khuếch đại, ta đưa chèn thêm một công và () với tín hiệu

vào nhận từ tầng so sánh và từ bộ phát xung chùm như hình V.6.



Hình V.6: Sơ đồ phối hợp tạo xung chùm.

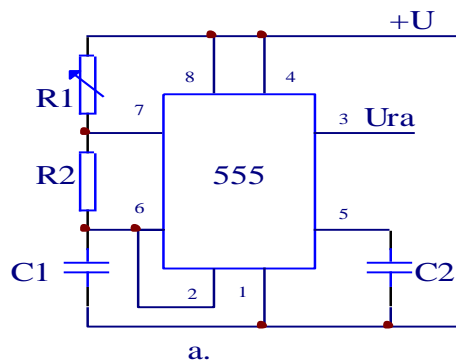
Một số sơ đồ khâu tạo chùm xung mô tả trên hình V.7.

Vì mạch 555 tạo xung đồng hồ hình V.7.a cho ta chất lượng xung khá tốt và sơ đồ cũng tương đối đơn giản. Sơ đồ này thường hay gặp trong các mạch tạo chùm xung.

Trong thiết kế mạch điều khiển, thường hay sử dụng KĐTT. Do đó để đồng dạng về linh kiện, khâu tạo chùm xung cũng có thể sử dụng KĐTT, như các sơ đồ trên hình V.7.b,c. Tuy nhiên, ở đây sơ đồ dao động đa hài hình V.7.b có ưu điểm hơn về mức độ đơn giản, do đó được sử dụng khá rộng rãi trong các mạch tạo xung chữ nhật.

Sau khi phân tích ưu, nhược điểm của các khâu ta chọn sơ chọn mạch điều khiển như sau:

➤ Mạch tạo xung điều khiển đơn



a. Mạch tạo chùm xung điều khiển

