

## **I. Giới thiệu chung về ắc quy và các chế độ nạp:**

### **A. Giới thiệu chung về ắc qui:**

Ắc-qui là loại bình điện hoá học dùng để tích trữ năng lượng điện và làm nguồn điện cung cấp cho các thiết bị điện như động cơ điện, như bóng đèn, làm nguồn nuôi cho các linh kiện điện tử....

Các tính năng cơ bản của ắc-quy:

-Sức điện động lớn, ít thay đổi khi phóng nạp điện.

-Sự tự phóng điện bé nhất.

-Năng lượng điện nạp vào bao giờ cũng bé hơn năng lượng điện mà ắc-quy phóng ra .

-Điện trở trong của ắc-quy nhỏ. Nó bao gồm điện trở của các bản cực ,điện trở dung dịch điện phân có xét đến sự ngăn cách của các tấm ngăn giữa các bản cực. Thường trị số điện trở trong của ắc-quy khi đã nạp điện đầy là  $0.001\Omega$  đến  $0.0015\Omega$  và khi ắc-quy phóng điện hoàn toàn là  $0.02\Omega$  đến  $0.025\Omega$ .

Có hai loại ắc-quy là: ắc-quy a-xit (hay ắc-quy chì) và ắc-quy kẽm (ắc-quy sắt kền hay ắc-quy cadimi-kền). Trong đó ắc-quy a-xit được dùng phổ biến và rộng rãi hơn.

#### **1. Cấu tạo của Ắcqui:**

Các bộ phận chủ yếu của ắc-quy a-xit gồm:

-Các lá cực dương làm bằng  $Pb_2$  được ghép song song với nhau thành một bộ chùm cực dương.

-Các lá cực âm làm bằng Pb được ghép song song với nhau thành một bộ chùm cực âm.

Bộ chòm cực âm và chòm cực dương đặt xen kẽ nhau theo kiểu cài răng lược, sao cho cứ lá cực âm rồi đến một lá cực dương .

-Lá cách đặt giữa các lá cực âm và lá cực dương để tránh hiện tượng chập mạch giữa các điện cực khác dấu.

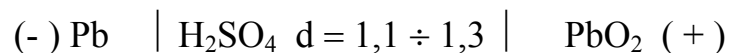
-Vỏ bình điện ắc quy thường làm bằng cao su cứng (êbonit) đúc thành hình hộp , chịu được khí nóng lạnh, va chạm mạnh và chịu a-xit. Dưới đáy bình có các đế cao để dặt các lá cực lên, khi mìn của chất hoạt động rụng xuống thì đọng dưới rãnh đế như vậy tránh được hiện tượng chập mạch giữa các điện cực do mìn gây ra. Nắp đậy ắc-quy cũng làm vỏ cao su cứng, nắp có các lỗ để đổ dung dịch điện phân vào bình và đầu cực luôn qua . Nút đậy để dung dịch khỏi đổ ra.

-Cầu nối bằng chì để nối tiếp các đầu cực âm của ngăn ắc-quy này với cực dương của ngăn ắc-quy tiếp theo.

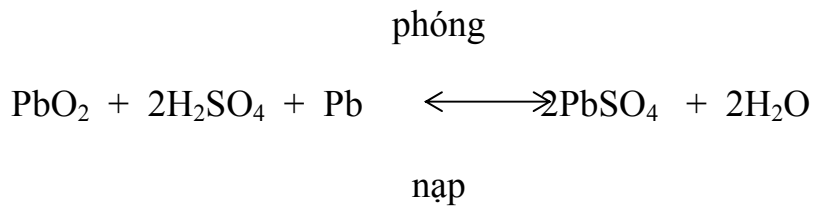
## **2. Quá trình biến đổi năng lượng trong ắc quy:**

Ắc quy là nguồn năng lượng có tính chất thuận nghịch: nó tích trữ năng lượng dưới dạng hoá năng và giải phóng năng lượng dưới dạng điện năng. Quá trình ắc quy cấp điện cho mạch ngoài được gọi là quá trình phóng điện, quá trình ắc quy dự trữ năng lượng được gọi là quá trình nạp điện.

Kí hiệu hoá học biểu diễn ắc quy axit có dung dịch điện phân là axit  $H_2SO_4$  nồng độ  $d = 1,1 \div 1,3 \%$  bản cực âm là Pb và bản cực dương là  $PbO_2$  có dạng :



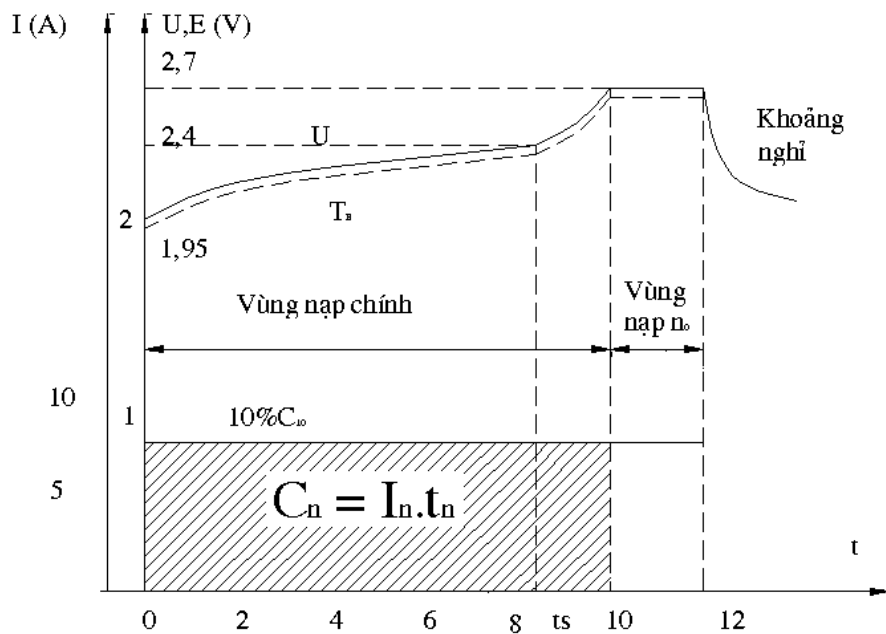
Phương trình hoá học biểu diễn quá trình phóng nạp của ắc quy axit :



Thế điện động  $E = 2,1 \text{ V}$ .

Nhận xét : Từ những điều đã trình bày ở trên ta nhận thấy trong quá trình phóng-nạp nồng độ dung dịch điện phân là thay đổi. Khi ắc quy phóng điện nồng độ dung dịch điện phân giảm dần. Khi ắc quy nạp điện nồng độ dung dịch điện phân tăng dần. Do đó ta có thể căn cứ vào nồng độ dung dịch điện phân để đánh giá trạng thái tích điện của ắc quy.

### 3. Đặc tính của ắc quy:



Đặc tính nạp của ắc quy là đồ thị biểu diễn quan hệ phụ thuộc giữa sức điện động, điện áp và nồng độ dung dịch điện phân theo thời gian nạp khi trị số dòng điện nạp không thay đổi .

Từ đồ thị đặc tính nạp ta có các nhận xét sau :

- Trong khoảng thời gian từ  $t_n = 0$  đến  $t_n = t_{gh}$  thì sức điện động, điện áp, nồng độ dung dịch điện phân tăng dần.

- Tới thời điểm  $t_s$  trên bề mặt các bản cực âm xuất hiện các bọt khí (còn gọi là hiện tượng " sôi " ) lúc này hiệu điện thế giữa các bản cực của ắc qui đơn tăng đến 2,4 V. Nếu vẫn tiếp tục nạp giá trị này nhanh chóng tăng tới 2,7 V và giữ nguyên. Thời gian này gọi là thời gian nạp no, nó có tác dụng cho phần các chất tác dụng ở sâu trong lòng các bản cực được biến đổi tuần hoàn, nhờ đó sẽ làm tăng thêm dung lượng phóng điện của ắc qui.

- Trong sử dụng thời gian nạp no cho ắc qui kéo dài từ 2 ÷ 3 h trong suốt thời gian đó hiệu điện thế trên các bản cực của ắc qui và nồng độ dung dịch điện phân không thay đổi. Như vậy dung lượng thu được khi ắc qui phóng điện luôn nhỏ hơn dung lượng cần thiết để nạp no ắc qui.

- Sau khi ngắt mạch nạp, điện áp, sức điện động của ắc qui, nồng độ dung dịch điện phân giảm xuống và ổn định. Thời gian này cũng gọi là khoảng nghỉ của ắc qui sau khi nạp.

- Trị số dòng điện nạp ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng và tuổi thọ của ắc qui. Dòng điện nạp định mức đối với ắc qui là  $I_n = 0,1Q_{10}$ .

## **B. Các phương pháp nạp ắc qui tự động:**

Có ba phương pháp nạp ắc qui là: +Phương pháp dòng điện.

+Phương pháp điện áp.

+Phương pháp dòng áp.

### **1. Phương pháp nạp ắc qui với dòng điện không đổi:**

Đây là phương pháp nạp cho phép chọn được dòng nạp thích hợp với mỗi loại ắc quy, bảo đảm cho ắc quy được no. Đây là phương pháp sử dụng trong các xưởng bảo dưỡng sửa chữa để nạp điện cho ắc quy hoặc nạp sửa chữa cho các ắc quy bị Sunfat hoá. Với phương pháp này ắc quy được mắc nối tiếp nhau và phải thoả mãn điều kiện :

$$U_n \geq 2,7.N_{aq}$$

Trong đó:  $U_n$  - điện áp nạp

$N_{aq}$  - số ắc quy đơn mắc trong mạch

Trong quá trình nạp sức điện động của ắc quy tăng dần lên, để duy trì dòng điện nạp không đổi ta phải bố trí trong mạch nạp biến trở R. Trị số giới hạn của biến trở được xác định theo công thức :

$$R = \frac{U_n - 2,0N_{aq}}{I_n}$$

Nhược điểm của phương pháp nạp với dòng điện không đổi là thời gian nạp kéo dài và yêu cầu các ắc quy đưa vào nạp có cùng dung lượng định mức. Để khắc phục nhược điểm thời gian nạp kéo dài, người ta sử dụng phương pháp nạp với dòng điện nạp thay đổi hai hay nhiều nấc. Trong trường hợp hai nấc, dòng điện nạp ở nấc thứ nhất chọn bằng  $(0,3 \div 0,6).Q_{10}$  tức là nạp cường bức và kết thúc ở nấc một khi ắc quy bắt đầu sôi. Dòng điện nạp ở nấc thứ hai là  $0,1.Q_{10}$ .

## **2. Phương pháp nạp với điện áp không đổi:**

Phương pháp này yêu cầu các ắc quy được mắc song song với nguồn nạp. Hiệu điện thế của nguồn nạp không đổi và được tính bằng  $(2,3 \div 2,5)$  V cho mỗi ngăn đơn. Phương pháp nạp với điện áp không đổi có thời gian nạp

ngắn, dòng nạp tự động giảm theo thời gian. Tuy nhiên dùng phương pháp này ắc qui không được nạp no. Vì vậy nạp với điện áp không đổi chỉ là phương pháp nạp bổ sung cho ắc qui trong quá trình sử dụng.

### **3. Phương pháp nạp dòng áp:**

Đây là phương pháp tổng hợp của hai phương pháp trên. Nó tận dụng được những ưu điểm của mỗi phương pháp. Đối với yêu cầu của đề bài là nạp ắc quy tự động tức là trong quá trình nạp mọi quá trình biến đổi và chuyển hoá được tự động diễn ra theo một trình tự đã đặt sẵn thì ta chọn phương án nạp ắc qui là phương pháp dòng áp.

Đối với ắc qui axit: Để bảo đảm thời gian nạp cũng như hiệu suất nạp thì trong khoảng thời gian  $t_n = 8h$  tương ứng với 75÷80 % dung lượng ắc qui ta nạp với dòng điện không đổi là  $I_n = 0,1.Q_{10}$ . Vì theo đặc tính nạp của ắc qui trong đoạn nạp chính thì khi dòng điện không đổi thì điện áp, sức điện động tải ít thay đổi, do đó bảo đảm tính đồng đều về tải cho thiết bị nạp. Sau thời gian 8 h ắc qui

bắt đầu sôi lúc đó ta chuyển sang nạp ở chế độ ổn áp. Khi thời gian nạp được 10 h thì ắc qui bắt đầu no, ta nạp bổ sung thêm 2 ÷ 3 h.

Các quá trình nạp ắc qui tự động kết thúc khi bị cắt nguồn nạp hoặc khi nạp ổn áp với điện áp bằng điện áp trên 2 cực của ắc qui, lúc đó dòng nạp sẽ từ từ giảm về không.

Vì ắc qui là tải có tính chất dung kháng kèm theo sức phản điện động cho nên khi ắc qui đói mà ta nạp theo phương pháp điện áp thì dòng điện trong ắc qui sẽ tự động dâng nên không kiểm soát được sẽ làm sôi ắc qui dẫn đến hỏng hóc nhanh chóng. Vì vậy trong vùng nạp chính ta phải tìm cách ổn định dòng nạp cho ắc qui.

Khi dung  
 của ắc qui  
 lên đến 80%  
 nếu ta cứ tiếp  
 giữ ổn định  
 nạp thì ắc qui  
 và làm cạn  
 Do đó đến  
 đoạn này ta  
 phải chuyển

State of Charge	12 Volt battery	Volts per Cell
100%	12.7	2.12

lượng  
 dâng  
 lúc đó  
 tục  
 dòng  
 sẽ sôi  
 nước.  
 giai  
 lại  
 chế

độ nạp ắc qui sang chế độ ổn áp. Chế độ ổn áp được giữ cho đến khi ắc qui đã thực sự no. Khi điện áp trên các bản cực của ắc quy bằng với điện áp nạp thì lúc đó dòng nạp sẽ tự động giảm về không, kết thúc quá trình nạp.

Tùy theo loại ắc qui mà ta nạp với các dòng điện nạp khác nhau ,với ắc qui axit : dòng nạp  $I_n = 0,1Q_{10}$  ; nạp cường bức với dòng điện nạp  $I_n = 0,2.Q_{10}$  .

90%	12.5	2.08
80%	12.42	2.07
70%	12.32	2.05
60%	12.20	2.03
50%	12.06	2.01
40%	11.9	1.98
30%	11.75	1.96
20%	11.58	1.93
10%	11.31	1.89
0	10.5	1.75

**Battery Charging: Battery Charging takes place in three basic stages: Bulk, Absorption and Float**

**Bulk Charge** – Giai đoạn đầu tiên trong quá trình nạp acquy. Dòng điện được cấp với một giá trị an toàn lớn nhất cho tới khi điện áp của acquy đạt 80-90% điện áp khi nạp đầy. Điện áp nạp trong giai đoạn này có thể từ 10.5 đến 15 volts, không có một điện áp nạp xác định trong giai đoạn nạp cưỡng bức nhưng có giới hạn do dòng điện cực đại mà acquy có thể chịu được.

**Absorption Charge:** Giai đoạn thứ hai của quá trình nạp ba giai đoạn. Điện áp nạp được giữ không đổi và dòng điện được giảm từ từ khi nội trở acquy tăng trong quá trình nạp. Trong suốt giai đoạn này điện áp ra của bộ nguồn nạp là cực đại khoảng từ 14.2 đến 15.5 volts.

**Float Charge:** Giai đoạn thứ ba. Sau khi acquy được nạp no điện áp nạp được giảm xuống khoảng từ 12.8 đến 13.2 volts để giảm sự sinh khí và tăng tuổi thọ acquy. ở giai đoạn này nên nạp với điện áp phân đoạn “Trickle charge”. Điện áp này có thể tạo ra bằng kỹ thuật PWM - Điều biến độ rộng xung-Nếu acquy được sử dụng làm hệ thống dự phòng “backup power systems” tức là ít khi phai xả thì điện áp nạp nên vào khoảng từ 13.02 to 13.20 volts.



**Chargers:** ở đa số các gara oto hay các khách hàng các bộ nguồn nạp chủ yếu là bộ nguồn nạp 1 giai đoạn (Bulk charge), và có rất ít (nếu có) sự điều chỉnh điện áp. Các bộ nguồn này tốt cho các nguồn pin hay acquy đã cạn kiệt (nạp nhanh) nhưng không tốt cho quá trình nạp lâu dài. Trong số các bộ nguồn có thể điều chỉnh được có loại điều chỉnh được điện áp, ví dụ như của hãng Iota Engineering and Todd giữ cho điện áp trên acquy là không đổi. Nếu các bộ nguồn này phù hợp với acquy thì chúng sẽ giữ cho acquy không bị hang do nạp không đúng cách.

What taper charge really means is that as the battery gets charged up, the voltage goes up, so the amps out of the charger goes down. They charge OK, but a charger rated at 20 amps may only be supplying 5 amps when the batteries are 80% charged. To get around this, Statpower (and maybe others?) have come out with "smart", or multi-stage chargers. These use a variable voltage to keep the charging amps much more constant for faster charging.

### **Charge controllers**

A charge controller is a regulator that goes between the solar panels and the batteries. Regulators for solar systems are designed to keep the batteries charged at peak without overcharging. Meters for Amps (from the panels) and battery Volts are optional with most types.

Most of the modern controllers have automatic or manual equalization built in, and many have a LOAD output. There is no "best" controller for all applications - some systems may need the bells and whistles of the more expensive controls, others may not.

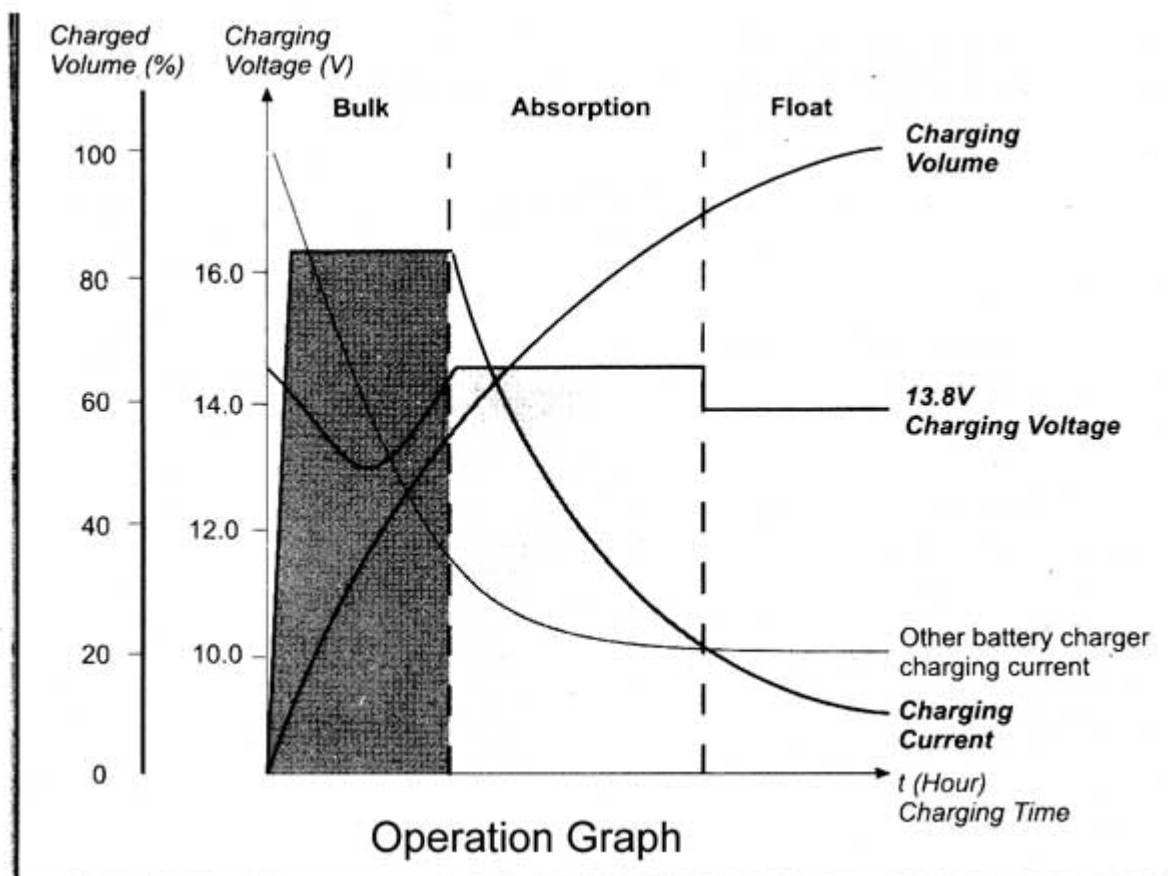
### **Battery Charging Voltages and Currents:**

Hầu hết các acquy nước nên được nạp không quá  $C/8$  nếu nạp lâu dài. "C/8" is the battery capacity at the 20-hour rate divided by 8. ví dụ một acquy 220Ah là khoảng 26A. Acquy khô không được nạp quá  $C/20$  hay 5% dung lượng.

Với acquy axit điện áp đầu ra của bộ nạp là 15 V tức mỗi ngăn sẽ được nạp với điện áp là 2.5V, Sau đó phải chuyển sang chế độ "trickle charge". Chú ý rằng ở giai đoạn này acquy axit phải có bọt khí (hiện

tượng sôi) thì mới chắc chắn rằng acquy đã no. Điện áp nạp nổi cho acquy axit nên vào khoảng 2.15 đến 2.3V/ngăn, hay khoảng 12.9 đến 13.8 volts cho acquy 12V. nếu nhiệt độ cao (trên 85<sup>0</sup>F) thì nên giảm xuống còn khoảng 2.10 Volts/Ngăn.

Bulk charge	13.2V-15V (2.5V/cell) (37A)
Absorption Charge	14.2V-15V (I Giảm nhanh)
Flood charge	12.9-13.8V (2.15-2.3V/cell)

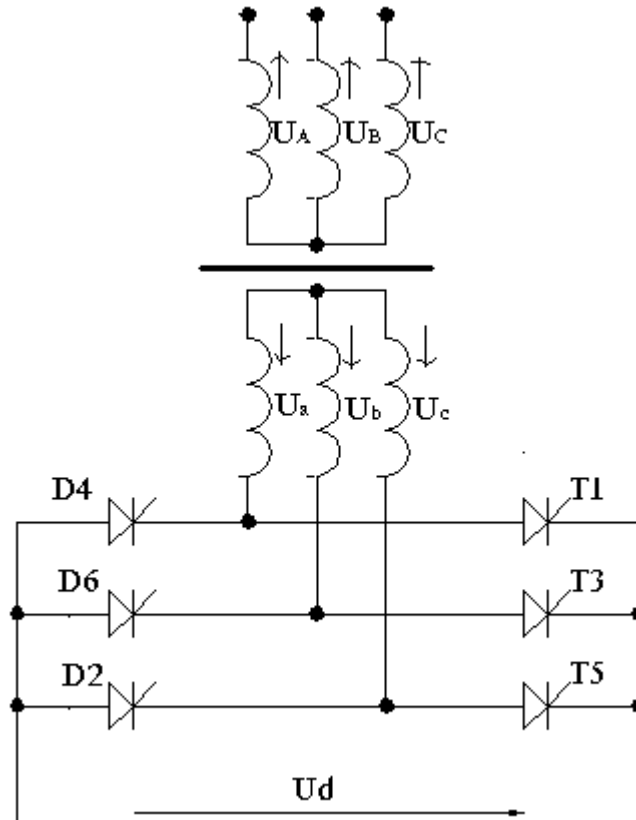


## Phần II

### Phân tích tính toán và lựa chọn sơ đồ

#### I. Chinh lưu điều khiển đối xứng sơ đồ cầu 3 pha

##### 1. Sơ đồ nguyên lý



Sơ đồ gồm 6 Tiristor được chia làm hai nhóm:

- Nhóm Katot chung : T1, T3, T5
- Nhóm Anot chung : T2, T4, T6

Góc mở  $\alpha$  được tính từ giao điểm của các nửa hình sin

Giá trị trung bình của điện áp trên tải

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

Từ công thức trên ta thấy  $U_d = U_{d \max}$  khi  $\cos \alpha = 0.9$  (10% để dự phòng khi điện áp lưới giảm lưới)

Khi đó ta có 
$$U_2 = \frac{\pi U_{d \max}}{0,9.3\sqrt{6}}$$

Thay giá trị  $U_{d \max} = 15V$  ta có  $U_2 = 7.12 V$

Điện áp các pha thứ cấp của máy biến áp là:

$$U_a = 10,07 \sin \theta$$

$$U_b = 10,07 \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$U_c = 10,07 \sin\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right)$$

Giá trị trung bình của dòng thứ cấp máy biến áp.

$$I_{2 \max} = \sqrt{\frac{2}{3}} I_{d \max}$$

Từ số liệu ban đầu thay  $I_{d \max} = 90 A$  có  $I_{2 \max} = C / 8 = 37,5 A$

Giá trị trung bình của dòng chạy qua 1 Tiristor là:

$$I_{TBV \max} = \frac{I_{d \max}}{3} = 12,5 A$$

Giá trị điện áp ngược mà Tiristor phải chịu

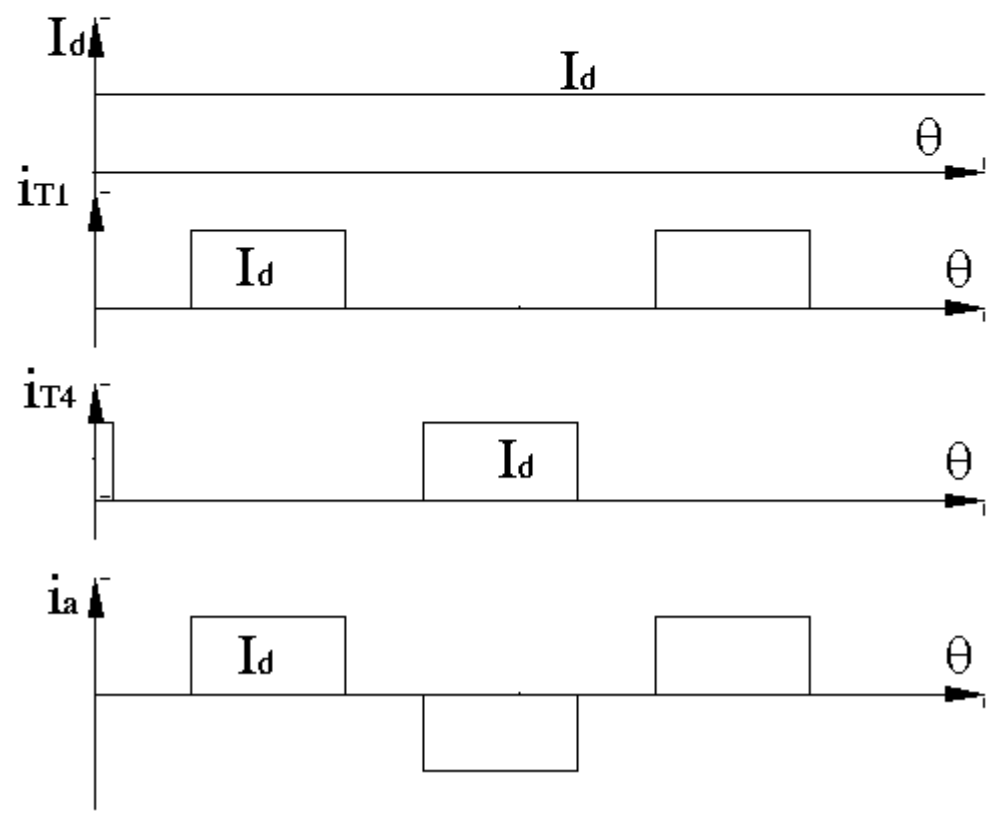
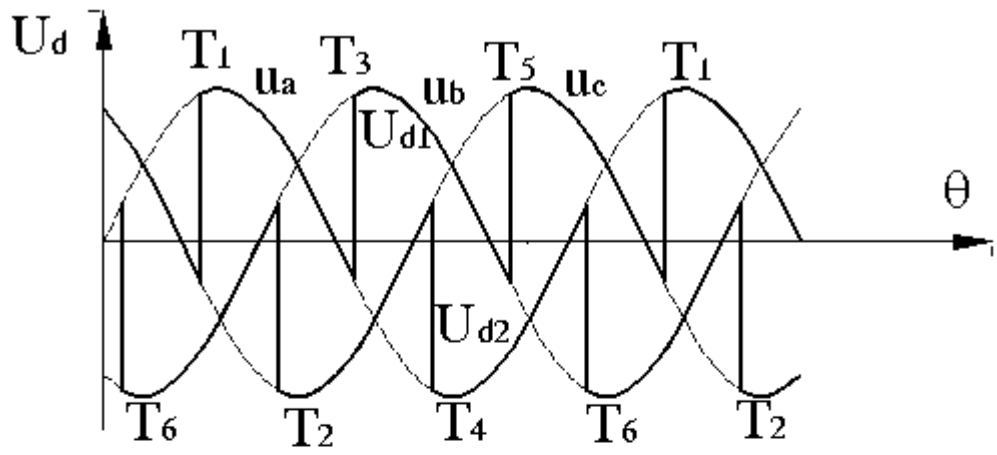
$$U_{ng \max} = \sqrt{6} U_2 = \frac{\pi}{3} U_{d \max} = 15,7 V$$

Công suất biến áp

$$S_{ba} = \frac{\pi}{3} U_{d \max} I_{d \max} = 205,4 VA$$

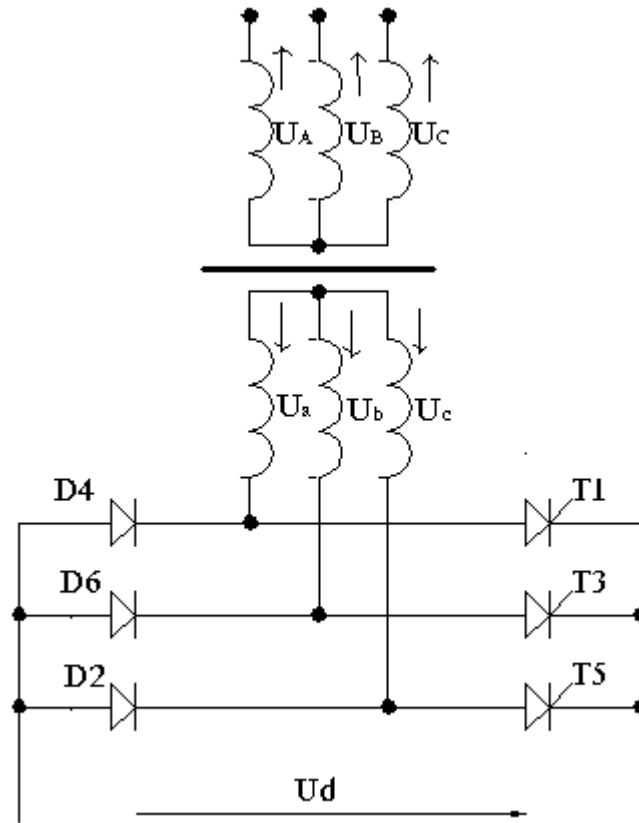
Nhận xét : Với sơ đồ chỉnh lưu cầu 3 pha có điều khiển thì điện áp ra Ud ít đập mạch ( trong một chu kì đập mạch 6 lần ) do đó vấn đề lọc rất đơn giản, điện áp ngược lên mỗi van nhỏ, công suất biến áp nhỏ nhưng mạch phức tạp nhiều kênh điều khiển.

2. Đường đặc tính biểu diễn



## II. Chinh lưu cầu 3 pha bán điều khiển

### 1. Sơ đồ nguyên lý



Trong sơ đồ này sử dụng 3 Tiristor ở nhóm Katot chung và 3 Diot ở nhóm Anot chung.

Giá trị trung bình của điện áp trên tải

$$U_d = U_{d1} - U_{d2}$$

Trong đó :  $U_{d1}$  là thành phần điện áp do nhóm Katot chung tạo nên

$U_{d2}$  là thành phần điện áp do nhóm Anot chung tạo nên

$$U_{d1} = \frac{3}{2\pi} \int_{\frac{7\pi}{6}-\alpha}^{\frac{11\pi}{6}-\alpha} \sqrt{2}U_2 \sin \theta d\theta = \frac{3\sqrt{6}U_2}{2\pi} \cos \alpha$$

$$U_{d2} = \frac{3}{2\pi} \int_{\frac{7\pi}{6}-\alpha}^{\frac{11\pi}{6}-\alpha} \sqrt{2}U_2 \sin \theta d\theta = \frac{3\sqrt{6}U_2}{2\pi}$$

$$\text{Vậy } U_d = \frac{3\sqrt{6}U_2}{2\pi} (1 + \cos \alpha)$$

Ta nhận thấy  $U_d = U_{d\max}$  khi  $\cos \alpha = 0,9$

$$\text{khi đó ta có } U_2 = \frac{2\pi U_{d\max}}{1,9.3\sqrt{6}} = 6,75V$$

Điện áp thứ cấp máy biến áp

$$U_a = 9,55 \sin \theta$$

$$U_b = 9,55 \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$U_c = 9,55 \sin\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right)$$

Giá trị trung bình của dòng chảy trong Tiristor và Diot

$$I_{TBV\max} = I_{diot\max} = \frac{I_{d\max}}{3} = 12,5A$$

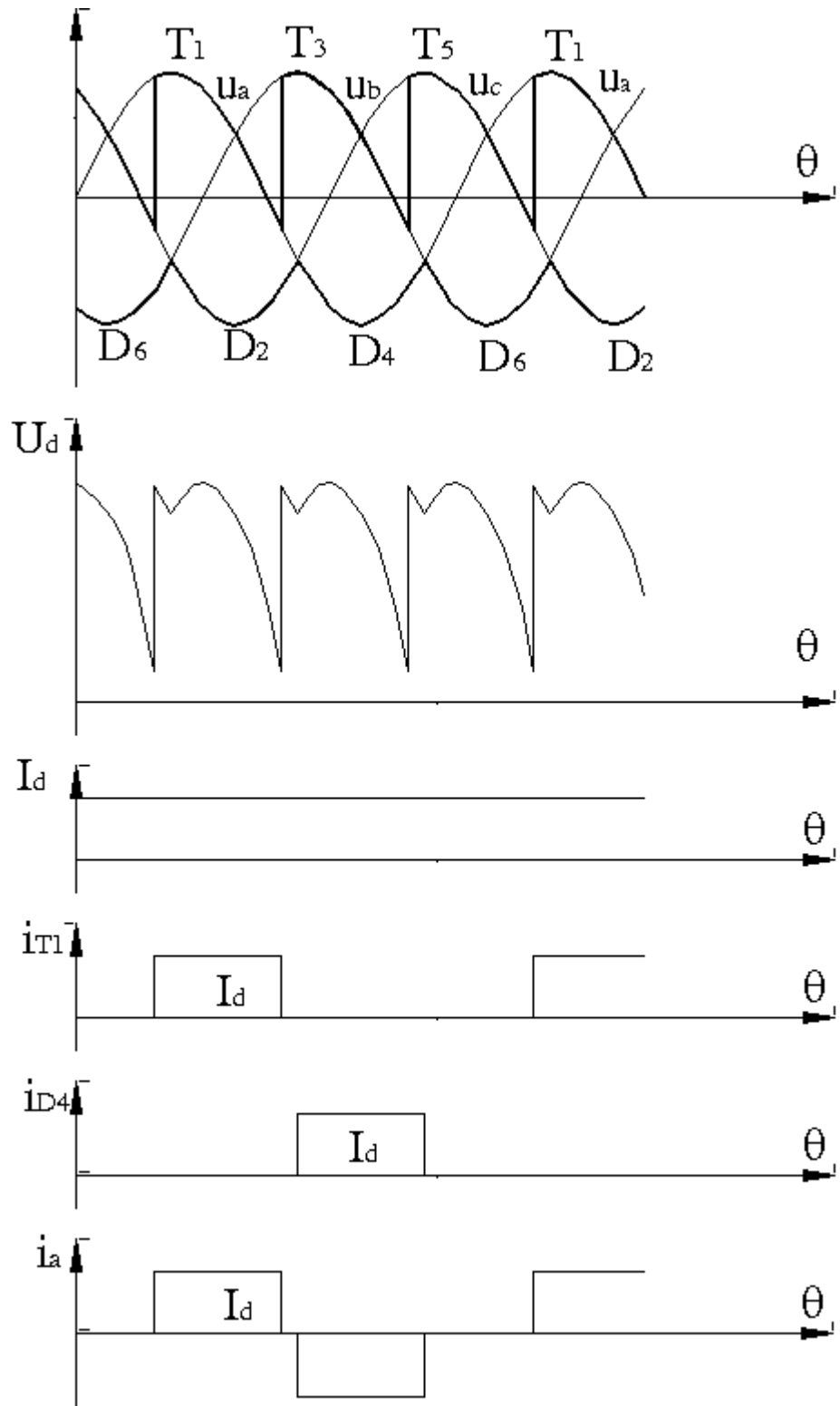
Giá trị dòng điện ngược lớn nhất

$$U_{ng\max} = \sqrt{6}U_2 = \frac{\pi}{3}U_{d\max} = 15,7A$$

Công suất biến áp

$$S_{ba} = \frac{\pi}{3}U_{d\max}I_{d\max} = 205,4 VA$$

Nhận xét :Tuy điện áp chỉnh lưu chứa nhiều sóng hài nhưng chỉnh lưu cầu 3 pha không đối xứng có quá trình điều chỉnh đơn giản , kích thước gọn nhẹ hơn.

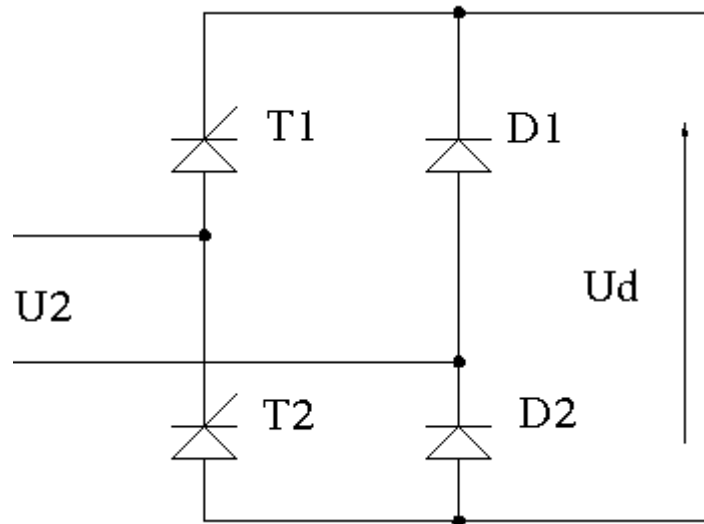


2. Đường đặc tính biểu diễn



### III. Chính lưu điều khiển cầu một pha không đối xứng

#### 1. Sơ đồ nguyên lý



Trong sơ đồ này, góc dẫn dòng chảy của Tiristor và của điốt không bằng nhau.

Góc dẫn của điốt là :  $\lambda_D = \pi + \alpha$

Góc dẫn của Tiristor là :  $\lambda_T = \pi - \alpha$

Giá trị trung bình của điện áp tải

$$U_d = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2}U_2 \sin \theta d\theta = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi} (1 + \cos \alpha)$$

$$U_{d \max} = \frac{1.9\sqrt{2}U_2}{\pi}$$

Do đó 
$$U_2 = \frac{\pi U_{d \max}}{1.9\sqrt{2}} = \frac{\pi \cdot 15}{1.9\sqrt{2}} = 15,7 \text{ V}$$

Giá trị trung bình của dòng tải

$$I_d = \frac{U_d}{Z_t}$$

Dòng qua Tiristor

$$I_T = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} I_d d\theta = I_d \frac{\pi - \alpha}{2\pi}$$

Dòng qua Điốt

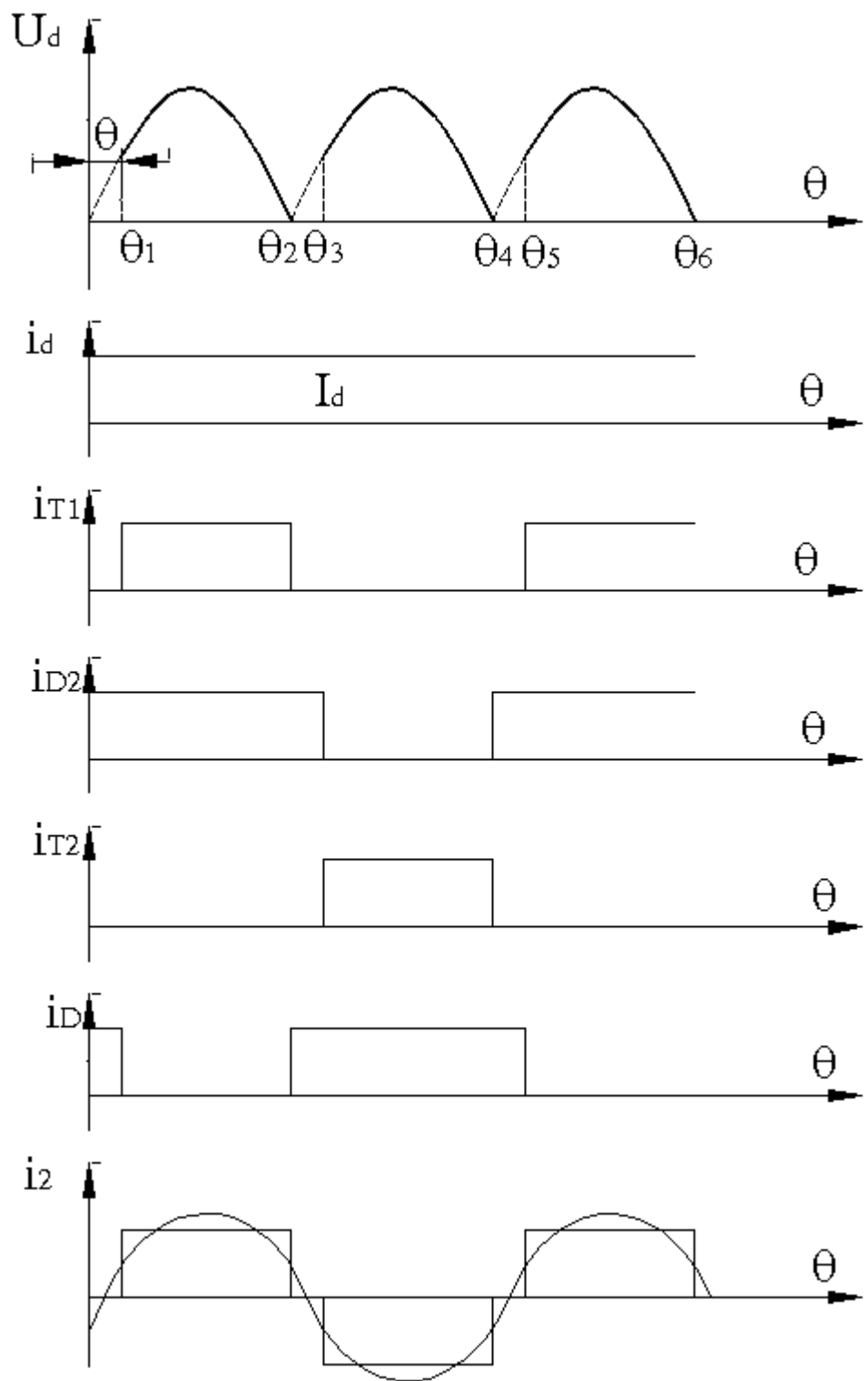
$$I_D = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} I_d d\theta = I_d \frac{\pi + \alpha}{2\pi}$$

Giá trị hiệu dụng của dòng chạy qua sơ cấp máy biến áp

$$I_2 = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} I_d^2 d\theta} = I_d \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi}}$$

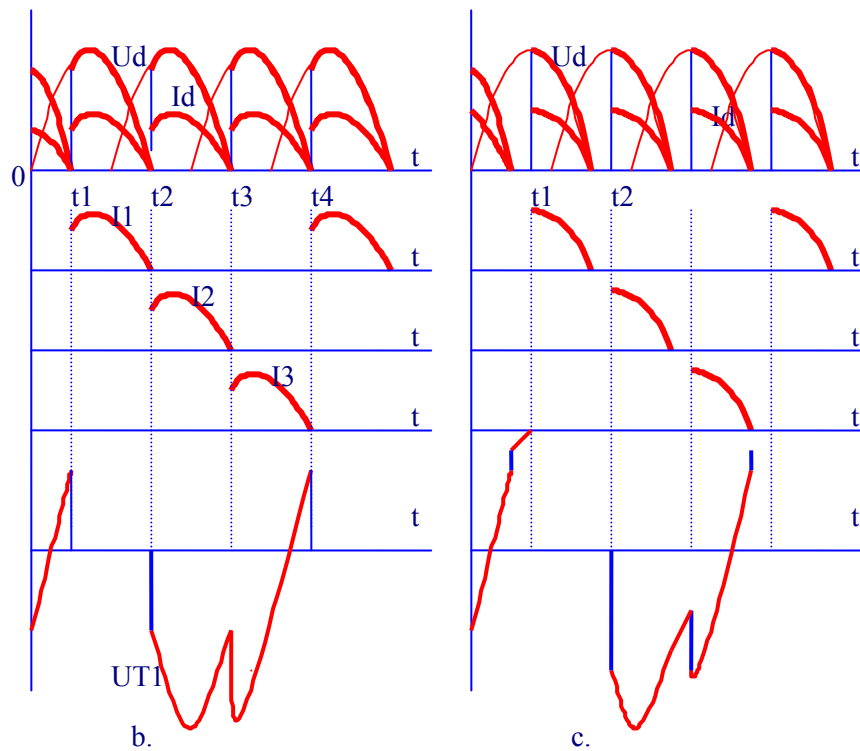
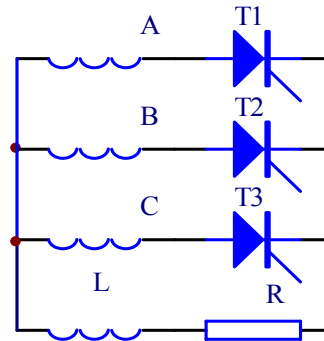
Nhận xét : Sơ đồ chỉnh lưu điều khiển 1 pha không đối xứng có cấu tạo đơn giản, gọn nhẹ , dễ điều khiển , tiết kiệm van . Thích hợp cho các máy có công suất nhỏ và vừa.

2. Đường đặc tính biểu diễn



## II.5 Chỉnh lưu tia ba pha.

### II.5.1 Nguyên lý



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

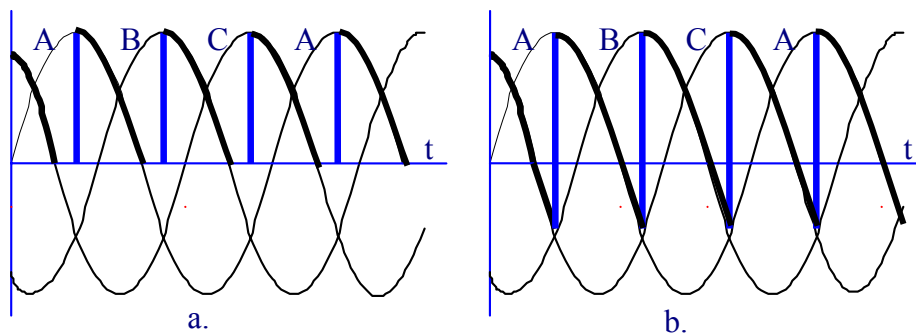
Khi biến áp có ba pha đấu sao ( Y ) trên mỗi pha A,B,C ta nối một van như hình 1.8a, ba catod đấu chung cho ta điện áp dương của tải, còn trung tính biến áp sẽ là điện áp âm. Ba pha điện áp A,B,C dịch pha nhau một góc là  $120^0$  theo các đường cong điện áp pha, chúng ta có điện áp của một pha dương 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  $\alpha = 0^0$  sẽ dịch pha so với điện áp pha một góc là  $30^0$ ).

Theo hình 1.8b,c 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 1.8b), 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 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  $\alpha \leq 30^0$ , các đường cong  $U_d, I_d$  liên tục, khi góc mở lớn hơn  $\alpha > 30^0$  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 tải khi góc mở  $\alpha = 60^0$  với a.- tải thuần trở, b.- tải điện cảm.

Khi tải điện cảm (nhất là điện cảm lớn) dòng điện, điện áp tải là các đường cong liên tục, nhờ năng lượng dự trữ trong cuộn dây đủ lớn để duy trì dòng điện khi điện áp đổi dấu, như đường cong nét đậm trên hình 1.9b (tương tự như vậy là đường cong  $U_d$  trên hình 1.8b). Trên hình 1.9 mô tả

một ví dụ so sánh các đường cong điện áp tải khi góc mở  $\alpha = 60^\circ$  tải thuần trở hình 1.9a và tải điện cảm hình 1.9b

Trị số điện áp trung bình của tải sẽ được tính như công thức (1 - 4) nếu điện áp tải liên tục, khi điện áp tải gián đoạn (điển hình khi tải thuần trở và góc mở lớn) điện áp tải được tính:

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

Trong đó;  $U_{do} = 1,17.U_{2f}$  điện áp chỉnh lưu tia ba pha khi van la diod.  
 $U_{2f}$  - điện áp pha thứ cấp biến áp.

### II.5.2 Ưu nhược điểm:

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 (xem hệ số công suất bảng 2), 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 1.8a thì dây trung tính chịu dòng điện tải. Nhưng ta cũng thấy rằng tại mỗi thời điểm dòng điện qua tải và chỉ qua một van bán dẫn nên tổn hao trên van sẽ ít.

Kết luận :

Qua phân tích ta thấy dòng điện tải lớn hơn nhiều so với điện áp, điều này làm tăng tổn hao trên dây dẫn và đặc biệt là trên hệ thống các van. Vì lý do này mà ta phải giảm thiểu số van trên mỗi nhánh của mạch chỉnh lưu. Như vậy sơ đồ chỉnh lưu tia ba pha sẽ là phương án lựa chọn tối ưu nhất trong trường hợp này.

Sơ đồ chỉnh lưu tia có ưu điểm là điện áp ra có chất lượng khá tốt, điều khiển dễ dàng, tổn hao trên van nhỏ. Tuy nhiên sơ đồ này có nhược điểm là nếu tải công suất lớn sẽ làm lệch điện áp nguồn lưới, song do trong trường hợp này tải có công suất không lớn lắm nên nhược điểm này có thể không cần xem trọng.

## I. Tính chọn van mạch lọc.

Tính chọn van dựa vào các yếu tố cơ bản là dòng tải, điều kiện toả nhiệt, điện áp làm việc, các thông số cơ bản của van được tính như sau:

+ Điện áp ngược lớn nhất mà van phải chịu:

$$U_{nlvmax} = K_{nv} \frac{U_{dmax}}{K_u}$$

Với mạch chỉnh lưu tia 3 pha

$$K_u = \frac{U_{do}}{U_{2f}} = \frac{3\sqrt{6}}{2\pi}$$

$$K_{nv} = \sqrt{6}$$

$$\text{Vậy } U_{nlvmax} = K_{nv} \frac{U_{dmax}}{K_u} = \frac{2 \cdot \pi}{3} \cdot 15 = 31,4 \text{ ( V)}$$

Để van làm việc an toàn ta phải chọn van có hệ số dự trữ điện áp  $K_{dtu} \geq 1,6$

$$\Rightarrow U_{nv} = K_{dtu} \cdot U_{nlvmax} = 1,6 \cdot 31,4 = 50,24 \text{ ( V)}$$

Trị số dòng điện làm việc:

$$I_{lvmax} = I_{hd} = K_{hd} \cdot I_{max} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 37,5 = 21,65$$

Do trị số dòng điện không qua lớn ta chọn điều kiện làm việc của van là có cánh toả nhiệt không có quạt đối lưu không khí. Với điều kiện này thì dòng điện định mức của van là:

$$I_{dm} = K_i \cdot I_{lvmax} = 4 \cdot 21,65 = 86,6 \text{ ( A)}$$

Với  $K_i$  là hệ số hệ số dòng điện làm việc an toàn, ở đây chọn  $K_i = 4$  tức là:

$$I_{lvmax} = 25\% I_{dm}$$

Vậy ta phải chọn van có các thông số thoả mãn yêu cầu sau:

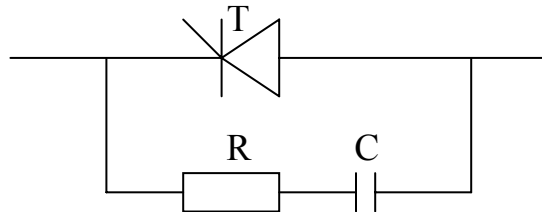
$$U_{nv} \geq 50,24 \text{ V}$$

$$I_{dm} \geq 86,6 \text{ A}$$

Loại SH100F21A với các thông số định mức

- Điện áp ngược cực đại của van:  $U_n = 300V$
- Dòng điện định mức của van :  $I_{dm} = 100 A$
- Đỉnh xung dòng điện :  $I_{pik} = 2000A$
- Dòng điện max của xung điều khiển :  $I_{dk} = 150mA$
- Điện áp của xung điều khiển :  $U_{dk} = 2,5V$
- Dòng điện rò :  $I_r = 30mA$
- Sụt áp lớn nhất của Tiristor ở trạng thái dẫn :  $\Delta U = 1.9V$
- Tốc độ biến thiên điện áp :  $\frac{dU}{dt} = 200 V/s$
- Thời gian chuyển mạch :  $t_{cm} = 15 \mu s$
- Nhiệt độ làm việc cực đại cho phép  $T_{max} = 125 ^\circ C$

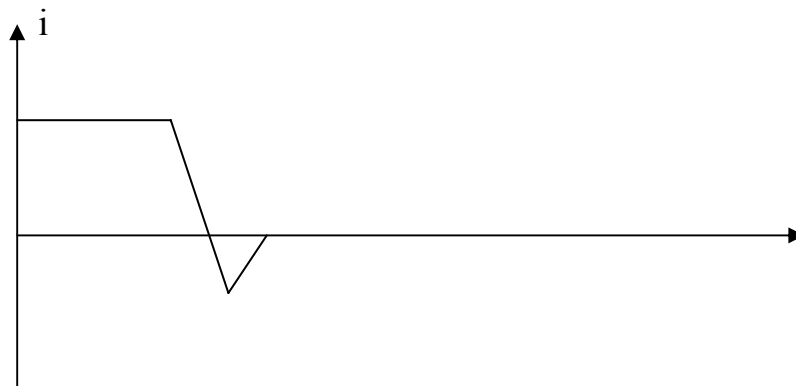
II. Mạch bảo vệ Tiristor :



Để bảo vệ van ta dùng mạch RC đấu song song với van nhằm bảo vệ quá áp do tích tụ điện khi chuyển mạch gây nên.  
Các thiết bị bán dẫn nói chung cũng như Tiristor rất nhạy cảm với điện áp và tốc độ biến thiên điện áp ( $\frac{du}{dt}$ ) đặt lên nó .

Các nguyên nhân gây nên quá áp thì chia thành hai loại :

- Nguyên nhân bên ngoài : Do cắt đột ngột mạch điện cảm, do biến đổi đột ngột cực tính của nguồn, khi cầu chảy bảo vệ đứt hoặc khi có sấm sét.
  - Nguyên nhân bên trong ( nội tại ) : Khi van chuyển từ trạng thái mở sang trạng thái khoá, do sự phân bố không đều điện áp trong các van mắc nối tiếp.
- Ở đây ta quan tâm đến việc bảo vệ quá điện áp do các nguyên nhân bên trong gây ra.





Nguyên nhân quá điện áp trên van là do sự suất hiện dòng điện ngược chảy qua mỗi van khi nó chuyển từ trạng thái mở sang trạng thái khoá. Dòng điện ngược này suy giảm rất nhanh do vậy sẽ suất hiện sự quá điện áp

$$U_{qda} = L \frac{di}{dt}$$

Để khắc phục hiện tượng quá điện áp này ta dùng mạch R-L-C nhưng do mạch đã có tính chất điện cảm nên ta chỉ cần dùng mạch R-C đấu song song như hình vẽ.

Khi van khóa dòng điện ngược sẽ chuyển từ van sang mạch bảo vệ.

### III. TÍNH TOÁN MÁY BIẾN ÁP

#### 1. Điện áp pha thứ cấp máy biến áp:

Ta có phương trình cân bằng điện áp:

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

Trong đó  $\cos \alpha_{\min}$ : Góc dự trữ khi có sự suy giảm điện áp lưới

$U_d$ : Điện áp chỉnh lưu

$\Delta U_v$ : Sụt áp trên các van

$\Delta U_{ba} = \Delta U_r + \Delta U_l$ : sụt áp bên trong máy biến áp khi có tải, bao gồm sụt áp trên điện trở  $\Delta U_r$  và sụt áp trên điện cảm  $\Delta U_l$ . Những đại lượng này sơ bộ vào khoảng (5 ÷ 10)%

Chọn sơ bộ  $\Delta U_{ba} = 6\% \cdot U_d = 6\% \cdot 15 = 0.9$  (V)

$\Delta U_{dn}$ : Sụt áp trên dây nối

$$\Delta U_{dn} = R_{dn} \cdot I_d = (\rho l/S) I_d \approx 0$$
 (V)

Như vậy 
$$U_{do} = \frac{U_d + 2\Delta U_v + \Delta U_{dn} + \Delta U_{ba}}{\cos 10^\circ} = \frac{15 + 2 \cdot 1,9 + 0 + 0,9}{\cos 10^\circ} = 20$$
 (V)

Điện áp thứ cấp máy biến áp: 
$$U_{2f} = \frac{U_{do}}{k_u} = \frac{20}{3\sqrt{6}/2\pi} = 17.1$$
 (V)

#### 2. Xác định công suất tối đa của tải:

$$P_{dmax} = U_{do} \cdot I_d = 20 \cdot 37,5 = 750$$
 (W)

**3. công suất biến áp nguồn cấp và trị số dòng điện hiệu dụng sơ cấp, thứ cấp máy biến áp:**

$$S_{ba} = k_s \frac{P_{dmax}}{\eta} = 1,345 \cdot \frac{750}{0,85} = 1186,77 \text{ (W)}$$

Trong đó:  $S_{ba}$  : công suất biểu kiến của biến áp (VA)

$k_s$  : hệ số công suất theo sơ đồ mạch động lực  $k_s = 1,345$  chỉnh lưu tia ba pha

$P_{dmax}$  : công suất cực đại của tải (W)

$\eta$  : Hiệu suất máy biến áp, chọn sơ bộ là 85%

- Dòng điện hiệu dụng thứ cấp:

$$I_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} I_d = \frac{1}{\sqrt{3}} 37,5 = 21,65 \text{ (A)}$$

- Dòng điện hiệu dụng sơ cấp máy biến áp:

$$I_1 = K_{ba} I_2 = \frac{U_{2f}}{U_{1f}} \cdot I_2 = \frac{17,1}{220} \cdot 21,65 = 1,683 \text{ (A)}$$

**4. Tính toán sơ bộ mạch từ**

4.1. Tính sơ bộ tiết diện trụ:

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

Trong đó:

$k_Q$  : Hệ số phụ thuộc phương thức làm mát, lấy

$m$  : Số trụ của máy biến áp

$f$  : Tần số điện áp lưới, ở đây  $f=50\text{Hz}$

Thay số ta được:

$$Q_{Fe} = 6 \cdot \sqrt{\frac{1186,77}{3 \cdot 50}} = 16,88 \text{ (cm}^2\text{)}$$

4.2. Đường kính trụ:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{Fe}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16,88}{3,14}} = 4,6 \text{ (cm)}$$

Chuẩn hoá đường kính trụ theo tiêu chuẩn  $d = 5 \text{ cm}$

4.3. Chọn loại thép:

Chọn loại  $\exists 330$  các lá thép có độ dày là 0.5 mm.

Chọn mật độ từ cảm là  $B_T = 1 \text{ (T)}$

4.4. Chọn hệ số hình dáng:

$$m = \frac{h}{d} = 2,3$$

Ta có  $d = 4.6 \text{ cm} \Rightarrow h = 10,58 \text{ cm}$   
 Như vậy ta chọn chiều cao trụ là  $11 \text{ cm}$

### 5. Tính toán dây quấn biến áp:

5.1. Số vòng dây mỗi pha sơ cấp máy biến áp:

$$W_1 = \frac{U_{1fa}}{4,44 \cdot f \cdot Q_{Fe} \cdot B_T} = \frac{220}{4,44 \cdot 50 \cdot 16,88 \cdot 10^{-4} \cdot 1} = 587 \text{ (vòng)}$$

5.2. Số vòng dây mỗi pha thứ cấp máy biến áp:

$$W_2 = \frac{U_{2fa}}{U_{1fa}} \cdot W_1 = \frac{17,1}{220} \cdot 587 = 46 \text{ (vòng)}$$

5.3. Chọn sơ bộ mật độ dòng điện ở các cuộn dây máy biến áp:  
 Với dây dẫn bằng đồng, máy biến áp khô chọn  $J_1 = J_2 = 1 \text{ A/mm}^2$

5.4. Tiết diện dây quấn sơ cấp máy biến áp:

$$S_1 = \frac{I_1}{J_1} = \frac{1,683}{2,75} = 0,612 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Chuẩn hoá  $S_1 = 0,6362 \text{ mm}^2$  đường kính  $d = 0,9 \text{ mm}$ , kể cả cách điện là  $d_1 = 0,97 \text{ mm}$

5.5. Tính lại mật độ dòng điện cuộn sơ cấp:

$$J_1 = \frac{I_1}{S_1} = \frac{1,683}{0,6362} = 2,645 \text{ (A)}$$

5.6. Tiết diện dây quấn thứ cấp máy biến áp:

$$S_2 = \frac{I_2}{J_2} = \frac{21,65}{2,75} = 7,873 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Chuẩn hoá  $S_2 = 8,11 \text{ mm}^2$ , kích thước dây dẫn có kể cả cách điện là  $a_2 \cdot b_2 = 2,24 \times 3,8 \text{ mm}$

5.7. Tính lại mật độ dòng điện cuộn thứ cấp:

$$J_2 = \frac{I_2}{S_2} = \frac{21,65}{8,11} = 2,67 \text{ (A/mm}^2\text{)}$$

6. Tính kích thước mạch từ

Chọn hình dáng của cửa trụ là chữ nhật với các kích thước  $Q_{Fe} = a \cdot b$  trong đó  $a$ - bề rộng,  $b$ - bề dày

Chọn lá thép có độ dày  $0,5 \text{ mm}$

- Diện tích cửa sổ cần tính

$$Q_{cs} = Q_{cs1} + Q_{cs2}$$

với  $Q_{cs1} = k \cdot W_1 \cdot S_{Cu1} = 3 \cdot 587 \cdot 0,6362 = 1120,4 \text{ (mm}^2\text{)}$

$$Q_{cs2} = k \cdot W_2 \cdot S_{Cu2} = 3 \cdot 46 \cdot 8,11 = 1119,2 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$Q_{cs} = 1120,4 + 1119,2 = 2239,6 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Trong đó:

$Q_{cs1}, Q_{cs2}$  - diện tích do cuộn sơ cấp và thứ cấp chiếm chỗ ( $\text{mm}^2$ )

$Q_{cs}$  - diện tích cửa sổ ( $\text{mm}^2$ )

$W_1, W_2$  - số vòng dây sơ cấp, thứ cấp

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

$k$  - số pha máy biến áp  $k = 3$

- 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  $Q_{cs} = ch$ ) của cửa sổ mạch từ. Các kích thước có thể chọn dựa vào hệ số phụ sau  $m = h/a, n = c/a, l = b/a$ .

Thường thì chọn

$m = 2 \div 4, n = 0,5 \div 2,5, l = 0,5 \div 1,5$ .

Chiều rộng toàn bộ mạch từ là  $C = 2c + xa = 2c + 3a$  ( $x$  - số trụ biến áp,  $x = 3$  máy biến áp ba pha)

Chiều cao mạch từ  $H = h + za = h + 2a$  ( $z$  - kích thước gông từ,  $z = 2$  máy biến áp ba pha)

Ta có  $Q_{Fe} = ab = 16,88 \text{ (cm}^2) = a^2$

$$\Rightarrow a = b = \sqrt{16,88} = 4,1 \text{ (Cm)}$$

chọn  $m = 2,5$  nên  $h = 2,5a = 10,3 \text{ cm}$

Từ  $Q_{cs} = 2239,6 \text{ mm}^2 = ch \Rightarrow c = \frac{Q_{cs}}{h} = \frac{2239,6}{103} = 21,74 \text{ mm} = 2,2 \text{ cm}$

Như vậy  $C = 2.2,2 + 3.4,1 = 16,7 \text{ cm} = 167 \text{ mm}$

$H = 10,3 + 2.4,1 = 18,5 \text{ cm} = 185 \text{ mm}$

## 6. Kết cấu dây quấn sơ cấp:

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 bìa cách điện.

- Tính sơ bộ số vòng dây trên một lớp của cuộn sơ cấp

$$W_{11} = k_c \frac{h - 2.h_g}{d_1} = 0,95 \cdot \frac{10,25 - 2.1,5}{0,097} = 71 \text{ (vòng)}$$

Trong đó:

$d_1$ : Đường kính dây quấn sơ cấp kể cả cách điện

$k_c = 0,95$  - hệ số ép chặt

$h$  - chiều cao trụ

$h_g$  - khoảng cách từ gông đến cuộn dây sơ cấp chọn  $h_g = 1,5 \text{ cm}$

- Tính sơ bộ số lớp dây ở cuộn sơ cấp

$$n_{1l} = \frac{W_1}{W_{1l}} = \frac{587}{71} = 8.2 \text{ lớp}$$

Chọn số lớp dây là  $n_{1l} = 9$  lớp. Như vậy có 587 vòng chia thành 9 lớp, chọn 8 lớp 65 vòng lớp ngoài cùng 67 vòng.

- Khoảng cách từ trụ tới cuộn dây sơ cấp chọn  $cd_{01} = 1 \text{ cm}$
- Chọn bề dày giữa hai lớp dây ở cuộn sơ cấp  $cd_{11} = 0,1 \text{ mm}$
- Bề dày cuộn sơ cấp

$$Bd_1 = (d_1 + cd_{11}) n_{1l} = (0.97 + 0,1) \cdot 8 = 8,56 \text{ mm}$$

- Chiều dài dây quấn sơ cấp

$$L_1 = W_1 \cdot D_{tb} \cdot \pi$$

$D_{tb}$  - đường kính trung bình của cuộn dây sơ cấp

$$D_{tb1} = (D_{t1} + D_{n1}) / 2 = 6,528 \text{ cm}$$

$$D_{t1} = a + 2 \cdot cd_{01} = 4,1 + 2 \cdot 1 = 6,1 \text{ cm}$$

$$D_{n1} = D_{t1} + 2 \cdot Bd_1 = 6,1 + 2 \cdot 0,856 = 6,956 \text{ cm}$$

$$\text{vậy } L_1 = 587 \cdot 3,14 \cdot 6,528 = 120,3 \text{ m}$$

## 7. Kết cấu dây quấn thứ cấp

- Tính sơ bộ số vòng dây trên một lớp của cuộn dây thứ cấp:

$$W_{2l} = k_c \cdot \frac{h - 2h_g}{b_2} = 0,95 \cdot \frac{10,25 - 2 \cdot 1,5}{0,38} = 18 \text{ vòng}$$

Với  $b_2$  là chiều rộng của dây cuộn thứ cấp

- Tính sơ bộ số lớp dây ở cuộn thứ cấp:

$$n_{2l} = \frac{W_2}{W_{2l}} = \frac{46}{18} = 2,5 \text{ lớp}$$

Vậy chọn số lớp dây là 3 lớp. Hai lớp đầu mỗi lớp 15 vòng, lớp ngoài cùng là 16 vòng

- Chọn bề dày cách điện giữa sơ cấp và thứ cấp là  $cd_{12} = 1 \text{ cm}$
- Chọn bề dày cách điện giữa các lớp dây cuộn thứ cấp  $cd_{22} = 0,1 \text{ mm}$
- Bề dày cuộn thứ cấp

$$Bd_2 = (a_2 + cd_{22}) n_{2l} = (2,24 + 0,1) \cdot 3 = 7,02 \text{ mm}$$

- Chiều dài dây quấn thứ cấp

$$L_2 = W_2 \cdot D_{tb2} \cdot \pi = 46 \cdot 8,23 \cdot 3,14 = 1188,74 \text{ cm} = 11,89 \text{ m}$$

$$D_{tb2} = (D_{t2} + D_{n2}) / 2 = 8,23 \text{ cm}$$

$$D_{t2} = D_{n1} + 2 \cdot cd_{12} = 6,956 + 2 \cdot 1 = 8,956 \text{ cm}$$

$$D_{n2} = D_{t1} + 2 \cdot Bd_2 = 6,1 + 2 \cdot 0,702 = 7,504 \text{ cm}$$

- Tổng bề dày cuộn dây

$$Bd = Bd_1 + Bd_2 + cd_{01} + cd_{12} = 8,56 + 7,02 + 1 + 1 = 17,58 \text{ mm}$$

## 8. Tính lại kích thước mạch từ

Vì trụ hình vuông nên tiết diện trụ bằng tiết diện gông và tiết diện hiệu quả của trụ cả gông là

$$Q_T = k_{hq} \cdot 16,88 = 0,95 \cdot 16,88 = 16,036 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Tính chính xác mật độ từ cảm trong trụ:

$$B_T = \frac{U_{1\text{fa}}}{4,44 \cdot f \cdot W_1 \cdot Q_T} = \frac{220}{4,44 \cdot 50 \cdot 587 \cdot 16,036 \cdot 10^{-4}} = 1,053 \text{ T}$$

Số lá thép dùng trong một gông là:

$$n = \frac{b}{0,5} = \frac{41}{0,5} = 82 \text{ lá}$$

- Chiều rộng của sô:

$$c = 2 \cdot Bd + cd_{22} = 2 \cdot 17,58 + 0,1 = 35,26 \text{ mm} = 3,526 \text{ cm}$$

- Chiều rộng mạch từ:

$$C = 2 \cdot c + 3 \cdot a = 2 \cdot 3,526 + 3 \cdot 4,1 = 19,35 \text{ cm}$$

- Chiều cao mạch từ:

$$H = 10,3 + 2 \cdot 4,1 = 18,5 \text{ cm}$$

## 9. Tính các thông số máy biến áp:

- Điện trở cuộn sơ cấp ở 75° C

$$R_1 = \rho \cdot \frac{L_1}{S_1} = 0,02133 \cdot \frac{120,3}{0,6362} = 4 \Omega$$

- Điện trở cuộn thứ cấp ở 75° C

$$R_2 = \rho \cdot \frac{L_2}{S_2} = 0,02133 \cdot \frac{11,89}{8,11} = 0,03 \Omega$$

- Điện trở máy biến áp quy đổi về thứ cấp

$$R_{ba} = R_2 + R_1 \left( \frac{W_2}{W_1} \right)^2 = 0,03 + 4 \cdot \left( \frac{46}{587} \right)^2$$

$$R_{ba} = 0,05 \Omega$$

- Sụt áp trên điện trở máy biến áp

$$\Delta U_R = R_{ba} \cdot I_d = 0,05 \cdot 37,5 = 1,87 \text{ V}$$

- Điện kháng máy biến áp quy đổi về thứ cấp

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

$$X_{ba} = 8\pi^2 46^2 \left( \frac{4,478}{10,3} \right) \left[ 0,1 \cdot 10^{-3} + \frac{8,56 + 7,02}{3} \cdot 10^{-3} \right] \cdot 314 \cdot 10^{-7}$$

$$X_{ba} = 0,036(\Omega)$$

- Điện cảm máy biến áp:

$$L = \frac{X_{ba}}{\omega} = \frac{0,036}{314} = 0,115 \cdot 10^{-3} (\text{H})$$

- Sụt áp trên điện kháng máy biến áp

$$\Delta U_x = \frac{m}{\pi} \cdot X_{ba} \cdot I_d = \frac{3}{\pi} \cdot 0,036 \cdot 37,5 = 1,28 \text{ V}$$

- Sụt áp trên máy biến áp

$$\Delta U_{ba} = \sqrt{\Delta U_r^2 + \Delta U_x^2} = \sqrt{1,87^2 + 1,28^2}$$

$$\Delta U_{ba} = 2,26 \text{ V}$$

- Tổng trở ngắn mạch quy đổi về thứ cấp

$$Z_{ba} = \sqrt{R_{ba}^2 + X_{ba}^2} = \sqrt{0,05^2 + 0,036^2} = 0,06 \Omega$$

- Điện áp ngắn mạch tác dụng

$$U_{nr} = \frac{R_{ba} \cdot I_2}{U_2} \cdot 100 = \frac{0,05 \cdot 37,5}{15} \cdot 100 = 12,5\%$$

- Điện áp ngắn mạch phản kháng

$$U_{nx} = \frac{X_{ba} \cdot I_2}{U_2} \cdot 100 = \frac{0,036 \cdot 37,5}{15} \cdot 100 = 9\%$$

- Điện áp ngắn mạch phần trăm

$$U_n = \sqrt{U_{nr}^2 + U_{nx}^2} = 15,4\%$$

- Dòng điện ngắn mạch xác lập

$$I_{2nm} = \frac{U_2}{Z_{ba}} = \frac{15}{0,06} = 250 \text{ A}$$

- Tổn hao ngắn mạch trong máy biến áp

$$\Delta P_{nm} = 3 \cdot R_{ba} \cdot I_2^2 = 3 \cdot 0,05 \cdot 37,5^2 = 211 \text{ W}$$

### THIẾT KẾ CUỘN KHÁNG LỘC:

1. Xác định góc mở cực tiểu và cực đại:

Góc mở nhỏ nhất tương ứng khi điện áp lưới giảm xuống giá trị là  $U_{\min}$ .

2. Xác định các thành phần sang hài

Trong sơ đồ chỉnh lưu tia 3 pha thành phần sang hài bậc nhất ( $k=1$ ) có biên độ lớn nhất. Biên độ hài bậc càng cao càng nhỏ dần, tác dụng của cuộn kháng lọc với các thành phần bậc cao này càng cao. Vì vậy ta chỉ cần tính toán cuộn kháng lọc đối với thành phần sang hài bậc một

mà thôi. Ta tính trị số điện cảm cuộn kháng lọc khi  $\alpha = \alpha_{\max}$

Trị số điện cảm của cuộn kháng lọc được tính theo công thức:

$$L_L = \frac{U_{dn\max}}{\sqrt{2} K m \omega I_1^* \% I_{d\text{dm}}}$$

Trong đó:

$L_L$ : trị số điện cảm lọc đập mạch cần thiết (H)

$I_{d\text{dm}}$ : dòng điện định mức của bộ chỉnh lưu (A)

$I_1^*$ : trị số hiệu dụng của dòng điện sóng hài cơ bản lấy tỷ số theo dòng điện định mức của chỉnh lưu.  $I_1^* < 10\% I_d$

Chọn  $I_1^* = 0,09 I_d = 0,09 \cdot 37,4 = 3,375$  (A)

$K = 1$ : bội số sóng hài bậc một

$M = 3$ : Số lần đập mạch trong một chu kì

$\omega = 314$ : Tần số góc [1/s]

$U_{dn\max}$ : Biên độ thành phần sóng hài của điện áp chỉnh lưu tính theo công thức:

$$\frac{U_{dn\max}}{U_{d0}} = \frac{2 \cos \alpha}{K^2 \cdot m^2 - 1} \cdot \sqrt{1 + K^2 \cdot m^2 \cdot \text{tg}^2 \alpha} \quad (1)$$

$U_{d0} = 15$  V- điện áp chỉnh lưu cực đại

$\alpha = \alpha_{\max}$ : góc mở lớn nhất (tức là khi điện áp đầu ra của bộ chỉnh lưu là nhỏ nhất  $U_{\min} = 12$  V)

$$\Rightarrow \cos \alpha = \cos \alpha_{\max} = \frac{U_{d\min}}{U_{d\max}} = \frac{12}{15} = 0,8$$

Thay vào (1) được:  $U_{dn\max} = 7,4$  V

Vậy  $L_L = 0,044 \cdot 10^{-3}$  (H)  $< L_{BA}$



Vậy ta không cần mắc thêm cuộn kháng lọc nữa.

**TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN**

# **CHƯƠNG IV**

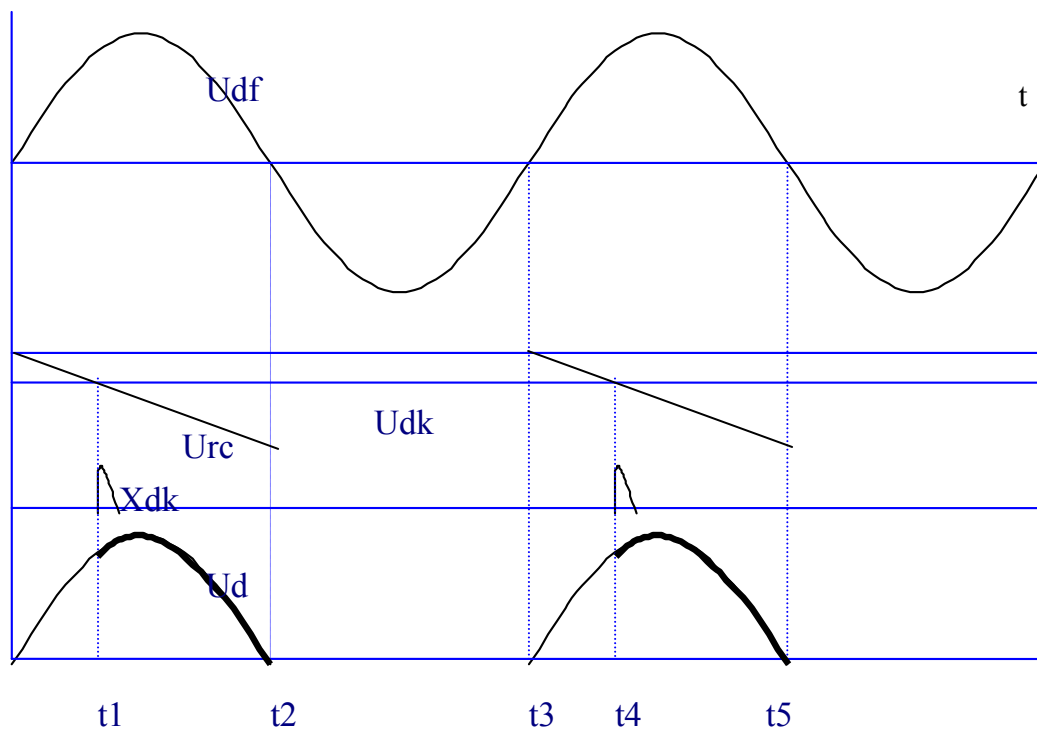
## **TÍNH TOÁN MẠCH ĐIỀU KHIỂN**

#### IV.1 NGUYÊN LÝ THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN.

Điều khiển Tiristor 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 3.1 như sau.

Khi điện áp xoay chiều hình sin đặt vào anod của Tiristor, để có thể điều khiển được góc mở  $\alpha$  của Tiristor 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.

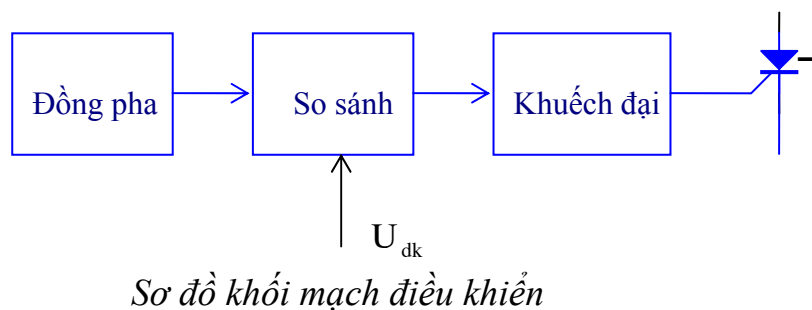
Dùng một điện áp một chiều  $U_{dk}$  so sánh với điện áp tựa. Tại thời điểm  $(t_1, t_4)$  điện áp tựa bằng điện áp điều khiển ( $U_{rc} = U_{dk}$ ), trong vùng điện áp dương anod thì phát xung điều khiển  $X_{dk}$ . Tiristor được mở từ thời điểm có xung điều khiển  $(t_1, t_4)$  cho tới cuối bán kỳ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



Hình 3.1: Nguyên lý điều khiển chỉnh lưu.

#### IV.2 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 sau:



Với sơ đồ khối này nhiệm vụ của các khâu 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 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 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 Tiristor. Xung để mở Tiristor có yêu cầu: sườn trước dốc thẳng đứng, 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

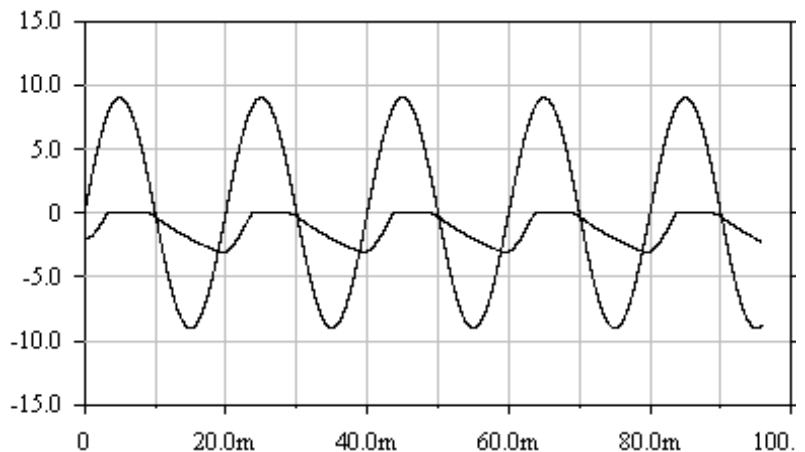
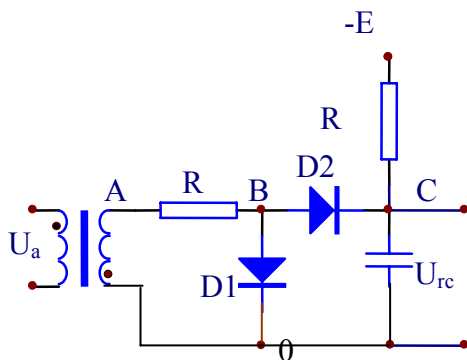
hơn thời gian mở của Tiristor; đủ công suất; cách ly giữa mạch điều khiển với mạch động lực (nếu điện áp động lực quá lớn).

Với nhiệm vụ của các khâu như vậy tiến hành thiết kế, tính chọn các khâu cơ bản của ba khối trên.

### IV.3 Giới thiệu về linh kiện điều khiển.

#### IV.3.1 Tạo xung răng cưa

Sơ đồ 1: Dùng diode và tụ (Ta mô phỏng dạng điện áp tựa trên phần mềm Electronic WorkBench 6.2)



Nguyên lý tạo xung răng cưa:

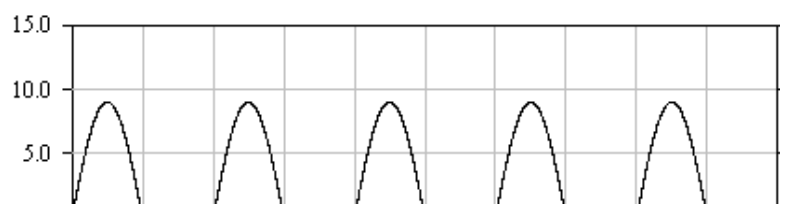
Khi  $A^+$  thì  $D_1$  thông suy ra  $\varphi_B$  (thế ở điểm B)  $\varphi_0$ ;  $\varphi_B$  dương hơn  $\varphi_C$  suy ra  $D_2$  thông do đó  $\varphi_C = \varphi_B = \varphi_0$ .

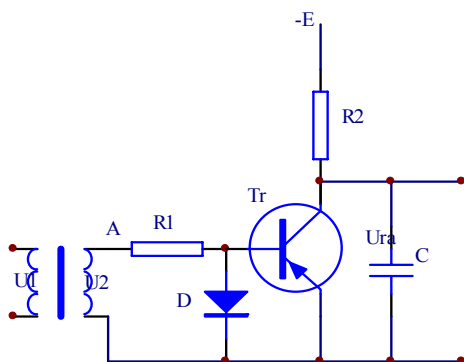
Khi  $A^-$  thì  $D_1$  và  $D_2$  khoá tụ nạp.

Qua thời gian  $\theta_1$   $\varphi_{BC}$  âm hơn  $\varphi_B$   $D_2$  thuận tụ bắt đầu xả theo hướng  $0 \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C$  đến khi  $U_{rc} = 0$  và giữ nguyên đến  $2\pi$

Đây là sơ đồ đơn giản, dễ thực hiện, với số linh kiện ít nhưng chất lượng điện áp tựa không tốt. Độ dài của phân biên thiên tuyến tính của điện áp tựa không phủ hết  $180^\circ$ . 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.

- **Sơ đồ 2: Dùng Transistor và tụ**



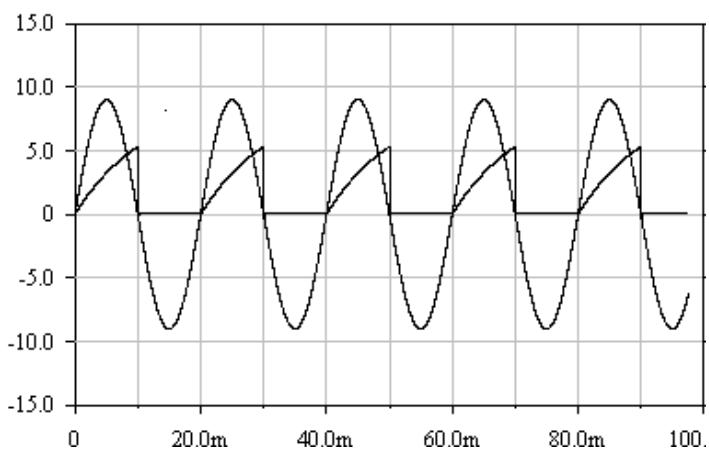
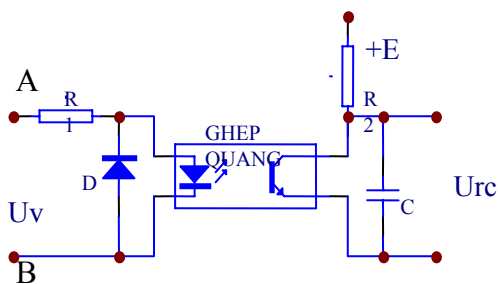


Nguyên lý tạo xung răng cưa:

Khi thế ở điểm A dương hơn thế ở điểm B ( $\varphi_A > \varphi_B$ ) thì Transistor khoá và tụ C nạp với hằng số thời gian  $T = R_2 \cdot C$ ; khi ( $\varphi_B > \varphi_A$ ) Transistor dẫn suy ra tụ xả theo hướng Transistor cho tới  $U_{rc} = 0$ .

Để khắc phục nhược điểm về dải điều chỉnh ở sơ đồ 1 người ta sử dụng sơ đồ tạo điện áp tựa bằng sơ đồ 2 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.

• **Sơ đồ 3: Dùng bộ ghép quang**



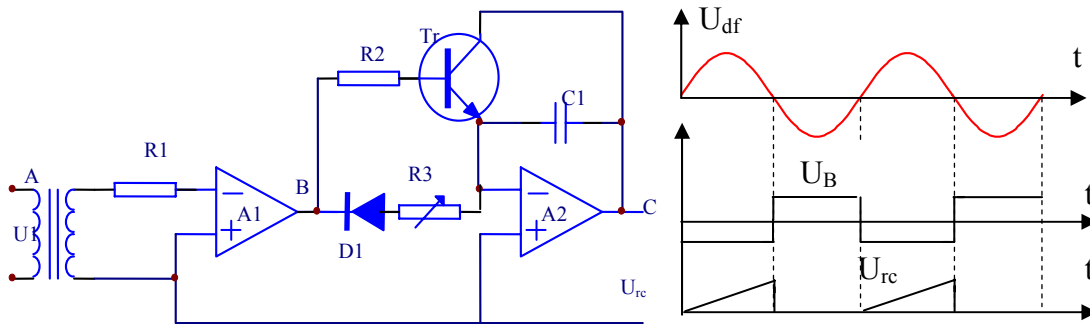
Nguyên lý tạo xung răng cưa:

Khi A<sup>-</sup> âm hơn B diode (D) mở diode quang tắt khoá Transistor ( bộ ghép quang khoá) làm tụ nạp đến giá trị  $U_{rc}$ .

Khi A<sup>+</sup> dương hơn B diode (D) khoá diode quang sáng mở Transistor ( bộ ghép quang dẫn làm tụ xả qua diode quang đến khi  $U_{rc} = 0$ .

Ưu điểm của sơ đồ này ở chỗ không cần biến áp đồng pha, do đó có thể đơn giản hơn trong việc chế tạo và lắp đặt.

- **Sơ đồ 4: Dùng khuếch đại thuật toán**



Nguyên lý tạo xung răng cưa:

Khi  $\varphi_A$  dương qua khuếch đại thuật toán hơn  $\varphi_B$  âm làm cho Transistor khoá đồng thời diode  $D_1$  dẫn khối hai tạo thành một mạch tích phân khi đó tụ  $C_1$  nạp đến điện áp  $U_{rc}$ . Khi  $\varphi_A$  âm thì  $\varphi_B$  dương  $D_1$  khoá Transistor dẫn tụ xả qua Transistor đến khi  $U_{rc} = 0$ .

### IV.3.2 Chọn khâu đồng pha

Các sơ đồ (1÷3) 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.

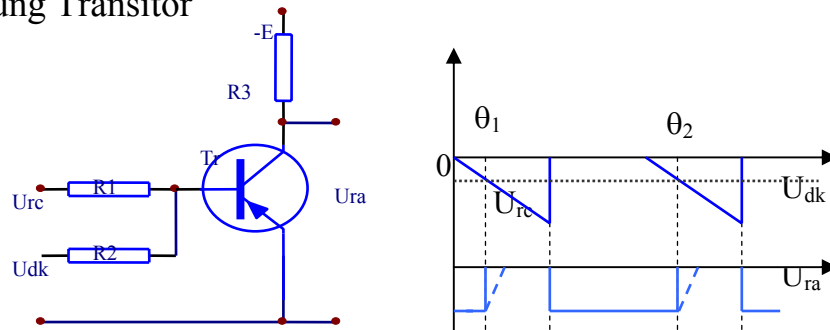
Ngày nay các vi mạch được chế tạo ngày càng nhiều, chất lượng ngày càng cao, kích thước ngày càng gọn, ứng dụng các vi mạch vào thiết kế mạch đồng pha có thể cho ta chất lượng điện áp tựa tốt. Do đó ta quyết định cho khâu đồng pha dùng khuếch đại thuật toán.

### IV.3.3 Chọn khâu so sánh

Để xác định được thời điểm cần mở Tiristor chúng ta cần so sánh hai tín hiệu  $U_{đk}$  và  $U_{rc}$ . Việc so sánh các tín hiệu đó có thể được thực

hiện bằng Tranzitor và khuếch đại thuật toán. Tại thời điểm  $U_{dk} = U_{rc}$ , đầu đầu ra của bộ so sánh lật trạng thái.

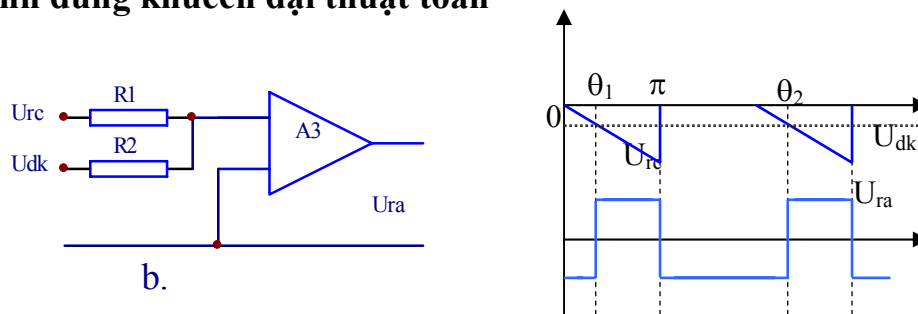
- So sánh dùng Transistor



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 Tiristor.

Với mức độ mở bão hoà của Tr phụ thuộc vào hiệu  $U_{dk} \pm U_{rc} = U_b$ , 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 Tiristor bị lệch khá xa so với điểm cần mở tại  $U_{dk} = U_{rc}$ .

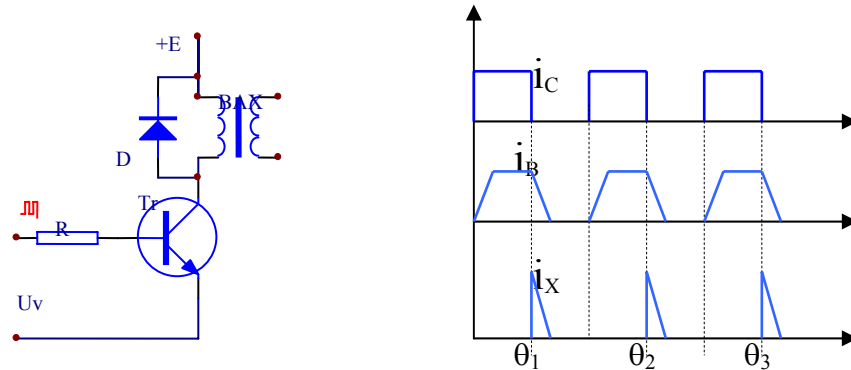
- So sánh dùng khuếch đại thuật toán



KĐTT có hệ số khuếch đại vô cùng lớn, chỉ cần một tín hiệu rất nhỏ (cỡ  $\mu V$ ) 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 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  $U_{dk} = U_{rc}$ . Đó là lý do ta chọn KĐTT so sánh.

### IV.3.4 Khâu tạo xung khuếch đại

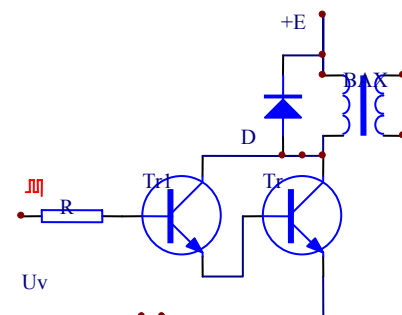
- Sơ đồ dùng tranzitor công suất



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 trên hình a. Để có xung dạng kim gửi tới Tiristor, ta dùng biến áp xung (BAX), để có thể khuếch đại công suất ta dùng  $Tr$ , diode  $D$  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.

### Sơ đồ dùng darlington

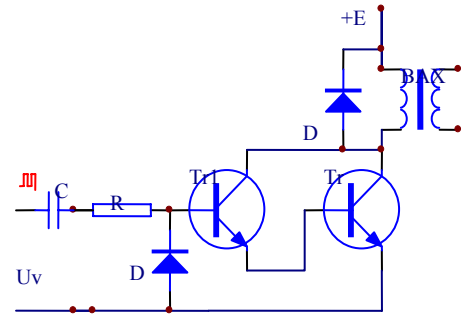
Tầng khuếch đại cuối cùng bằng sơ đồ darlington như trên hình bên thường hay được dùng trong thực tế. ở sơ đồ này hoàn toàn có thể đáp ứng được yêu cầu về khuếch đại công suất, khi hệ số khuếch đại được nhân lên theo thông số của các tranzitor.





- **Sơ đồ có tụ nối tầng**

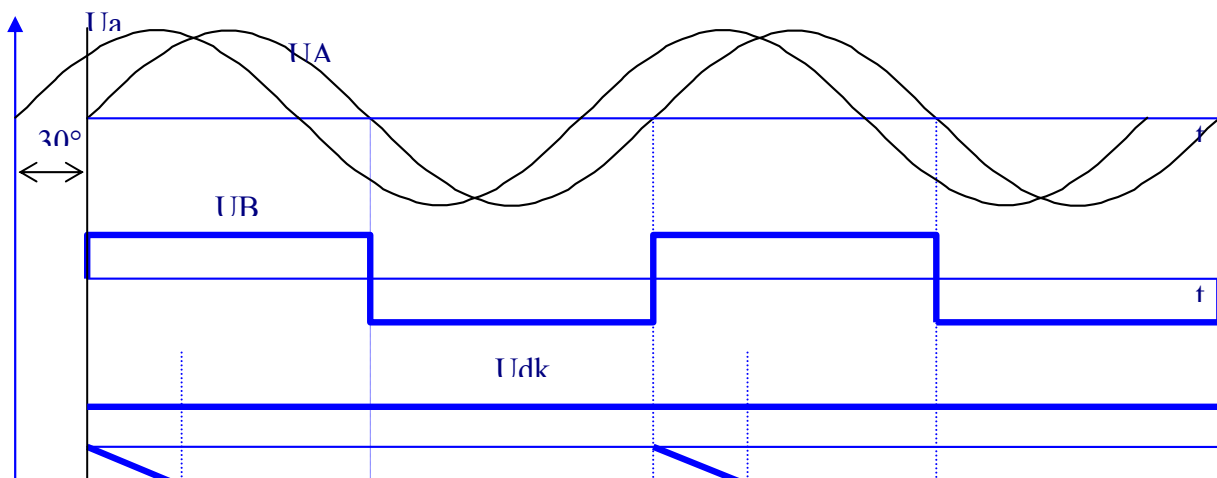
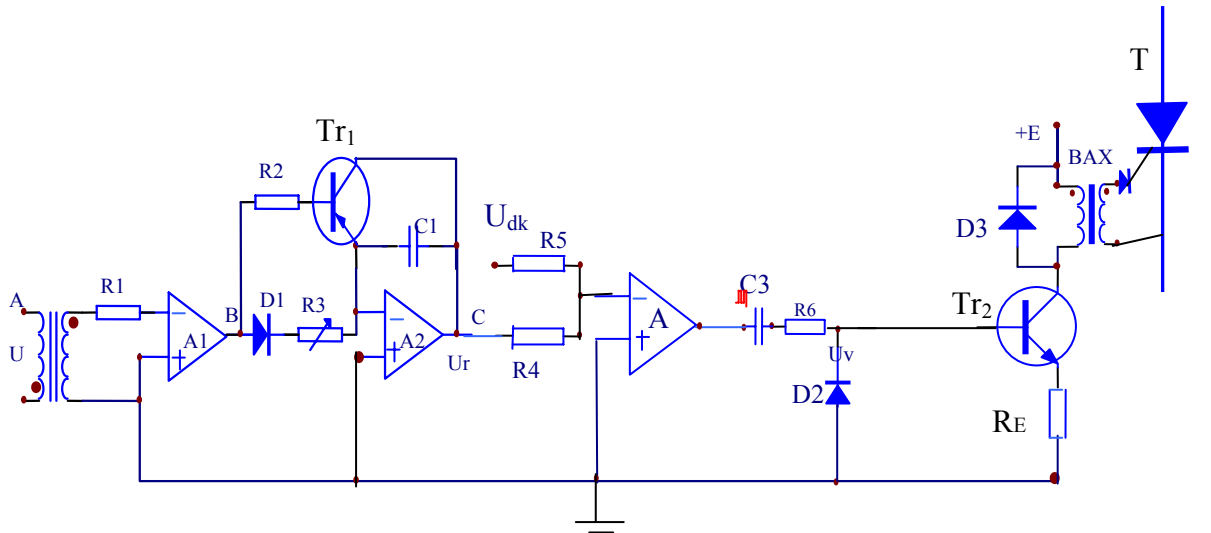
Trong thực tế xung điều khiển chỉ cần có độ rộng bé (cỡ khoảng  $(10 \div 200) \mu s$ ), mà thời gian mở thông các tranzitor công suất dài (tối đa tới một nửa chu kỳ -  $0.01s$ ), làm cho công suất toả nhiệt dư của Tr quá lớn và kích thước dây quấn sơ cấp biến áp dư lớn. Để giảm nhỏ công suất toả



nhiệt Tr và kích thước dây sơ cấp BAX chúng ta có thể thêm tụ nối tầng. 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.

Từ phần giới thiệu trên ta chọn được sơ đồ điều khiển trang bên:

**SƠ ĐỒ MỘT KÊNH ĐIỀU KHIỂN TRISTOR**



Hoạt động của mạch điều khiển được giải thích theo giản đồ các đường cong trên như sau:

Điện áp vào tại điểm A ( $U_A$ ) có dạng hình sin, trùng pha với điện áp anod của Tiristor T, qua khuếch đại thuật toán (KĐTT) A1 cho ta chuỗi xung chữ nhật đối xứng  $U_B$ . Khi ( $U_A$ ) dương qua khuếch đại thuật toán ( $U_B$ ) Phần áp dương của điện áp chữ nhật  $U_B$  qua diod D1 tới A2 tích phân thành điện áp tựa  $U_{rc}$ . Khi ( $U_A$ ) âm điện áp âm của điện áp  $U_B$  làm mở thông tranzitor Tr1, kết quả là A2 bị ngắn mạch (với  $U_{rc} = 0$ ) trong vùng  $U_B$  âm. Trên đầu ra của A2 chúng ta có chuỗi điện áp răng cưa  $U_{rc}$  gián đoạn.

Điện áp  $U_{rc}$  được so sánh với điện áp điều khiển  $U_{đk}$  tại đầu vào của A3. Tổng đại số  $U_{rc} + U_{đk}$  quyết định dấu điện áp đầu ra của KĐTT A3. Trong khoảng  $0 \div t_1$  với  $U_{đk} > U_{rc}$  điện áp  $U_D$  có điện áp âm. Trong khoảng  $t_1 \div t_2$  điện áp  $U_{đk}$  và  $U_{rc}$  đổi ngược lại, làm cho  $U_D$  lật lên dương.

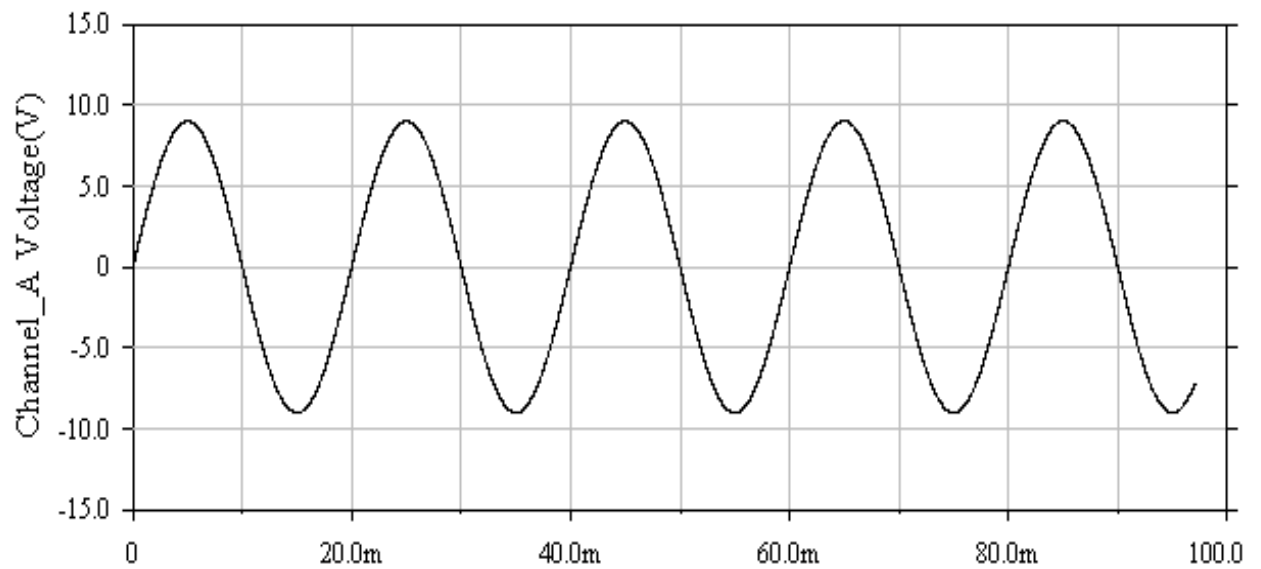
Điện áp dương  $U_D$  qua Transistor công suất đến máy biến áp xung tạo ra xung áp đủ điều kiện để mở Tristor.

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

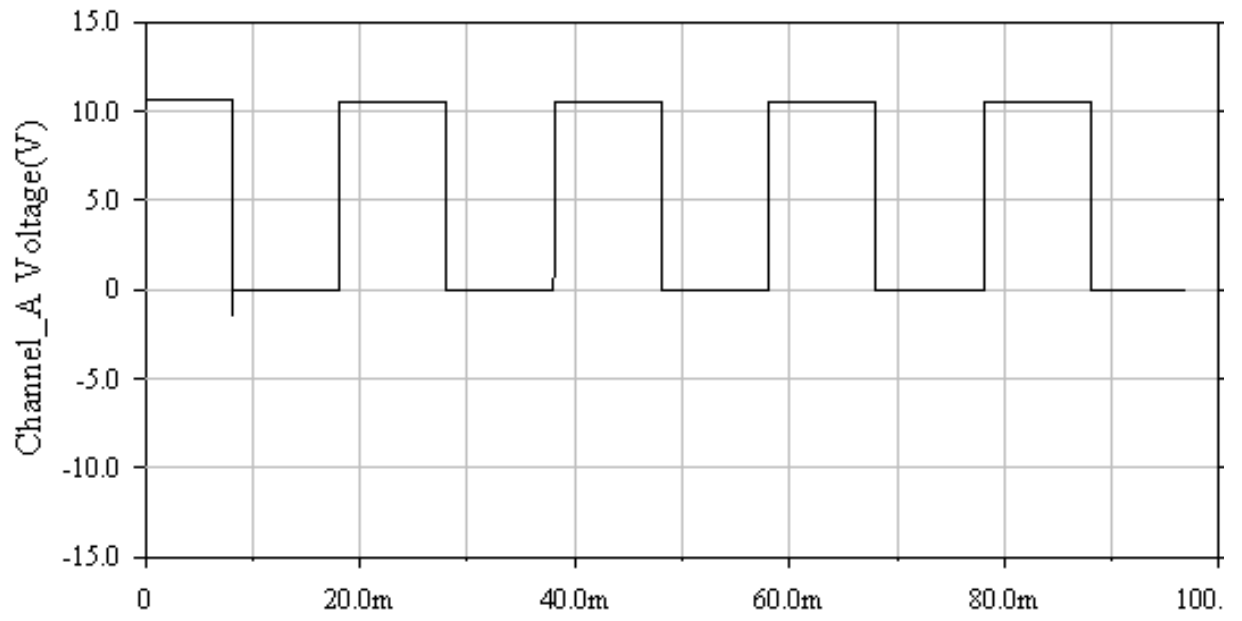
## Kết quả mô phỏng bằng phần mềm Electronic Workbenchs 6.2

:

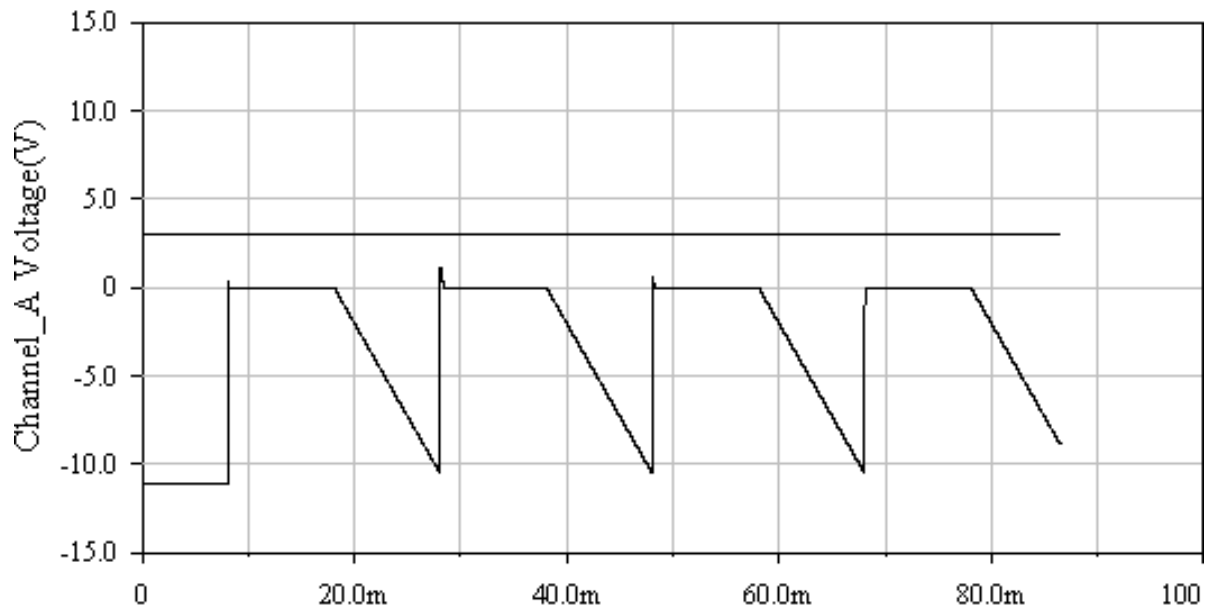
Điện áp đồng pha tại đầu vào của KTT A1: :



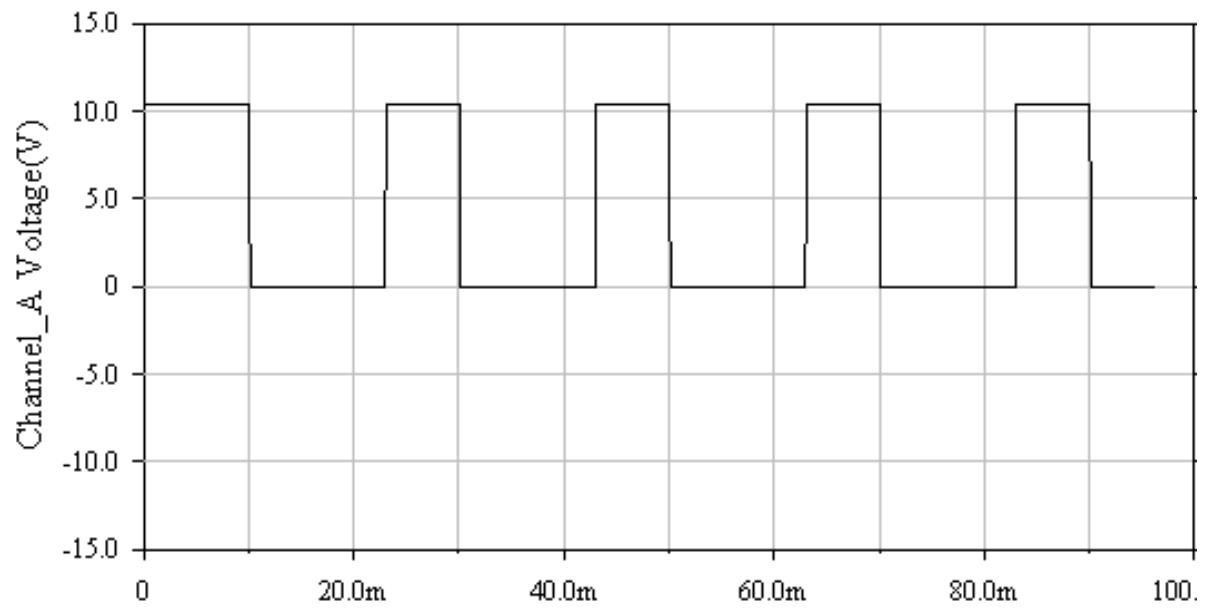
Điện áp tại B: :



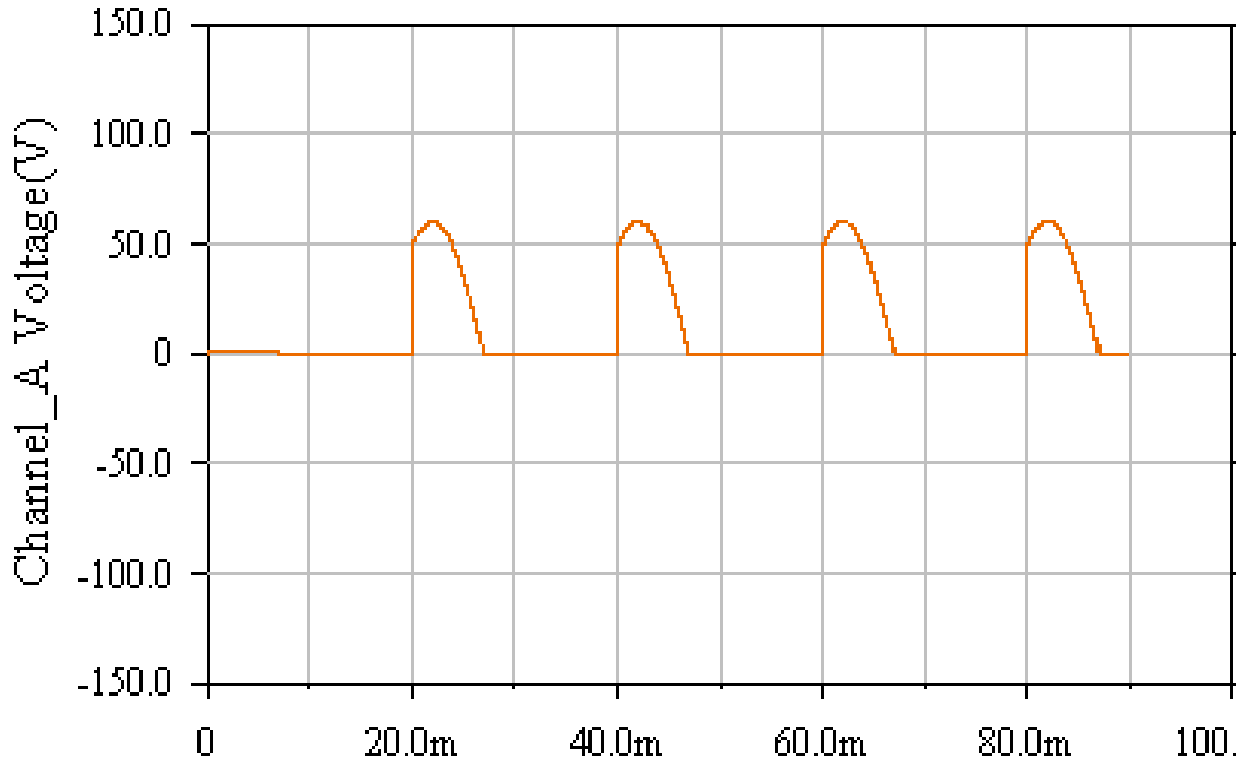
Điện áp tựa tại C và điện áp điều khiển: ::



Điện áp ra sau khi so sánh



Điện áp chỉnh lưu của 1 pha sau khi qua Tiristor: :



### III.4 Tính toán các thông số của sơ đồ mạch điều khiển.

Các thông số cơ bản để tính mạch điều khiển có:

Loại SH100F21A với các thông số định mức

- Điện áp ngược cực đại của van:  $U_n = 300V$
- Dòng điện định mức của van :  $I_{dm} = 100 A$
- Đỉnh xung dòng điện :  $I_{pik} = 2000A$
- Dòng điện max của xung điều khiển :  $I_{dk} = 150mA$
- Điện áp của xung điều khiển :  $U_{dk} = 2,5V$
- Dòng điện rò :  $I_r = 30mA$
- Sụt áp lớn nhất của Tiristor ở trạng thái dẫn :  $\Delta U = 1.9V$
- Tốc độ biến thiên điện áp :  $\frac{dU}{dt} = 200 V/s$
- Thời gian chuyển mạch :  $t_{cm} = 15 \mu s$
- Nhiệt độ làm việc cực đại cho phép  $T_{max} = 125 ^\circ C$

- Độ rộng xung điều khiển  $t_x = 45 (\mu s)$
- Mức sụt biên độ xung  $S_x = 0,30$
- Độ mất đối xứng cho phép  $\Delta\alpha$ .
- Điện áp nguồn nuôi mạch điều khiển  $U = \pm 12(V)$ .

#### IV.4.1. Tính biến áp xung

- Chọn vật liệu làm lõi là sắt Ferit HM có thông số sau:

$$\Delta B = 0,3(T); \Delta H = 30(A/m)$$

Chọn tỷ số máy biến áp xung:  $m=3$

- Điện áp thứ cấp MBAX:  $U_2 = U_{dk} = 2,5(V)$
- Dòng điện thứ cấp MBAX:  $I_2 = I_{dk} = 150(mA)$
- Điện áp sơ cấp MBAX:  $U_1 = m \cdot U_{dk} = 7,5(V)$
- Dòng điện sơ cấp MBAX:  $I_1 = I_{dk}/m = 50(mA)$
- Chọn lõi sắt dạng hình xuyên, thể tích lõi thép cần có:

$$V = Q \cdot l = \frac{\mu_{tb} \cdot \mu_0 \cdot t_x \cdot S_x \cdot U \cdot I_1}{\Delta B^2} = \frac{8 \cdot 10^3 \cdot 1,25 \cdot 10^{-6} \cdot 45 \cdot 10^{-6} \cdot 0,3 \cdot 7,5 \cdot 0,05 \cdot 10^6}{0,3^2} = 0,563(\text{cm}^3)$$

Trong đó:  $\mu_{tb}$  - độ từ thẩm trung bình.

$$\mu_{tb} = \frac{\Delta B}{\mu_0 \cdot \Delta H} = \frac{0,3}{1,25 \cdot 10^{-6} \cdot 30} = 8 \cdot 10^3$$

$$\mu_0 = 1,25 \cdot 10^{-6} (H/m);$$

$Q$  - tiết diện lõi sắt;

$l$  - chiều dài trung bình đường sức từ;

Từ thể tích lõi sắt, tra bảng chọn được lõi MBAX có các kích thước.

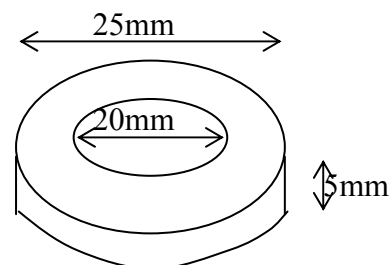
Tra sách kỹ thuật biến đổi điện năng

ta có thông số của MBAX

$$d = 20 \text{ mm}; D = 25 \text{ mm}, a = 2,5 \text{ mm}$$

$$Q = 0,125 \text{ cm}^2, V = 0,888 \text{ cm}^3,$$

$$Q_{cs} = 3,14 \text{ cm}^2.$$



- Tính thông số dây quấn biến áp xung:

Số vòng dây quấn sơ cấp

$$W_1 = \frac{U \cdot t_x}{Q \cdot \Delta B} = \frac{7,5 \cdot 45 \cdot 10^{-6}}{0,125 \cdot 10^{-4} \cdot 0,3} = 90 \text{ (vòng)}$$

Số vòng dây quấn thứ cấp

$$W_2 = \frac{W_1}{3} = \frac{90}{3} = 30 \text{ (vòng)}$$

- Tiết diện dây quấn được tính

Đối với các loại biến áp xung để điều khiển Tiristor, vì độ rộng xung điện áp hẹp nên chúng ta có thể chọn mật độ dòng điện J khá lớn bằng 6 và 4.

$$S_1 = \frac{I_1}{J} = \frac{0,05}{6} = 0,0083 \text{ mm}^2 \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_1}{\pi}} = 0,103 \text{ (mm)}$$

$$S_2 = \frac{I_2}{J_2} = \frac{0,15}{4} = 0,0375 \text{ mm}^2 \Rightarrow d_2 = 0,218 \text{ (mm)}$$

Chọn dây dẫn sơ cấp có đường kính 0,11 mm

Chọn dây quấn thứ cấp có đường kính 0,23 mm

Kiểm tra hệ số lấp đầy:

$$k_{ld} = \frac{S_1 \cdot w_1 + S_2 \cdot w_2}{\left(\pi + \frac{d^2}{4}\right)} = \frac{d_1^2 \cdot w_1 + d_2^2 \cdot w_2}{d^2} = 0,0067$$

Như vậy cửa sổ mạch từ đủ diện tích cần thiết.

#### IV.4.2. Tính tầng khuếch đại cuối cùng.

Sau khi lựa chọn xong các linh kiện của tầng khuếch đại cuối cùng chúng ta có các thông số cơ bản của mạch:

- Điện áp nguồn nuôi xung:  $E_{cc} = +12 \text{ (V)}$ ;

chọn điện trở  $R_E$  để phân áp cho BAX

$$R_E = \frac{E - U_1}{I_1} = \frac{12 - 7,5}{0,05} = 90 \text{ (}\Omega\text{)}.$$

Ta chọn  $R_E = 82 \text{ (}\Omega\text{)}$



- Chọn khuếch đại Tr<sub>2</sub> loại 2SC911 có thông số sau:

$$U_{ce}=40(\text{V}); U_{be0}=4(\text{V}); I_{cmax}=500(\text{mA}); P_c=1,7(\text{W}); T^0=175^0; \beta=50.$$

Dòng làm việc colector:  $I_{C2} = 50(\text{mA})$

Dòng làm việc bazơ:  $I_{B2} = 50/50 = 1(\text{mA})$ .

Chọn tất cả các Diod trong mạch điều khiển loại 1N4009 có các tham số:

- Dòng điện định mức :  $I_{dm} = 10 (\text{mA})$
- Điện áp ngược lớn nhất:  $U_N = 25 (\text{V})$
- Điện áp để mở thông cho Diod :  $U_m = 1(\text{V})$
- Điện trở vào tần khuếch đại:

$$R_6 = \frac{U_v}{I_{B2}} = \frac{12}{1 \cdot 10^{-3}} = 12(\text{k}\Omega)$$

Trong đó:  $U_v$  - điện áp vào được lấy từ tầng so sánh đưa sang;

$I_{B2}$  - dòng điện bazơ của Tranzitor khuếch đại

Chọn tụ  $C_3$ :  $C_3 \cdot R_6 = t_x = 45 \cdot 10^{-6}(\text{s})$

$$\Rightarrow C_3 = \frac{t_x}{R_6} = \frac{45 \cdot 10^{-6}}{12 \cdot 10^3} = 3,75(\text{nF})$$

Chọn theo giá trị quy chuẩn  $C_3 = 3,9 \text{ nF}$

#### IV.4.3 Tính chọn tầng so sánh.

- Khuếch đại thuật toán TL084

$$\text{Chọn } R_4 = R_5 > \frac{U_v}{I_v} = \frac{12}{1 \cdot 10^{-3}} = 12(\text{k}\Omega)$$

Chọn theo giá trị quy chuẩn  $R_4 = R_5 = 15 \text{ k}\Omega$

Trong đó nguồn nuôi  $V_{CC} = \pm 12 \text{ V}$  Thì điện áp vào  $A_3 \approx 12 \text{ V}$

Dòng điện vào được hạn chế  $I_v < 1 \text{ mA}$

#### IV.4.4 Tính các thông số của khâu đồng pha.

Trong sơ đồ đồng pha, việc tạo điện áp tựa được tiến hành bằng cách nạp tụ theo mạch R - C. Để đảm bảo điện áp tựa có trong một nửa chu kỳ điện áp lưới là tuyến tính thì hằng số thời gian tụ nạp được tính theo

$$T_{rc} = R_2 \cdot C$$

Trong đó:  $R_2, C$  - các thông số điện trở và tụ điện trong mạch nạp tụ

Chọn:  $T_{rc}=0,01$ ; chọn tụ:  $C_1=0,1(\mu F) \Rightarrow R_2=100(k\Omega)$ .

Chọn Transistor  $T_1$  loại: A564 pnp có các thông số:

$$U_{bc0}=25V; U_{BE0}=7V; I_{cmax}=100mA; T^0=150^0c; \beta=250$$

Dòng cực đại của Bazơ :

$$I_{Bmax} = \frac{I_{Cmax}}{\beta} = \frac{100}{250} = 0,4(mA)$$

Để hạn chế dòng vào cực Bazơ

$$\text{.Chọn } R_2: R_2 \geq \frac{U_{Nmax}}{I_B} = \frac{12}{0,4 \cdot 10^{-3}} = 30(k\Omega)$$

Chọn  $R_2 = 30 k\Omega$

Chọn điện áp đồng pha :  $U_A = 9 V$

Điện trở để hạn chế dòng đi vào khuếch đại thuật toán  $A_1$ , ta chọn  $R_1$  sao cho dòng đi vào khuếch đại thuật toán  $I_v < 1 mA$ . Ta có

$$R_1 \geq \frac{U_A}{I_v} = \frac{9}{1 \cdot 10^{-3}} = 9(k\Omega)$$

Chọn  $R_1 = 10 k\Omega$

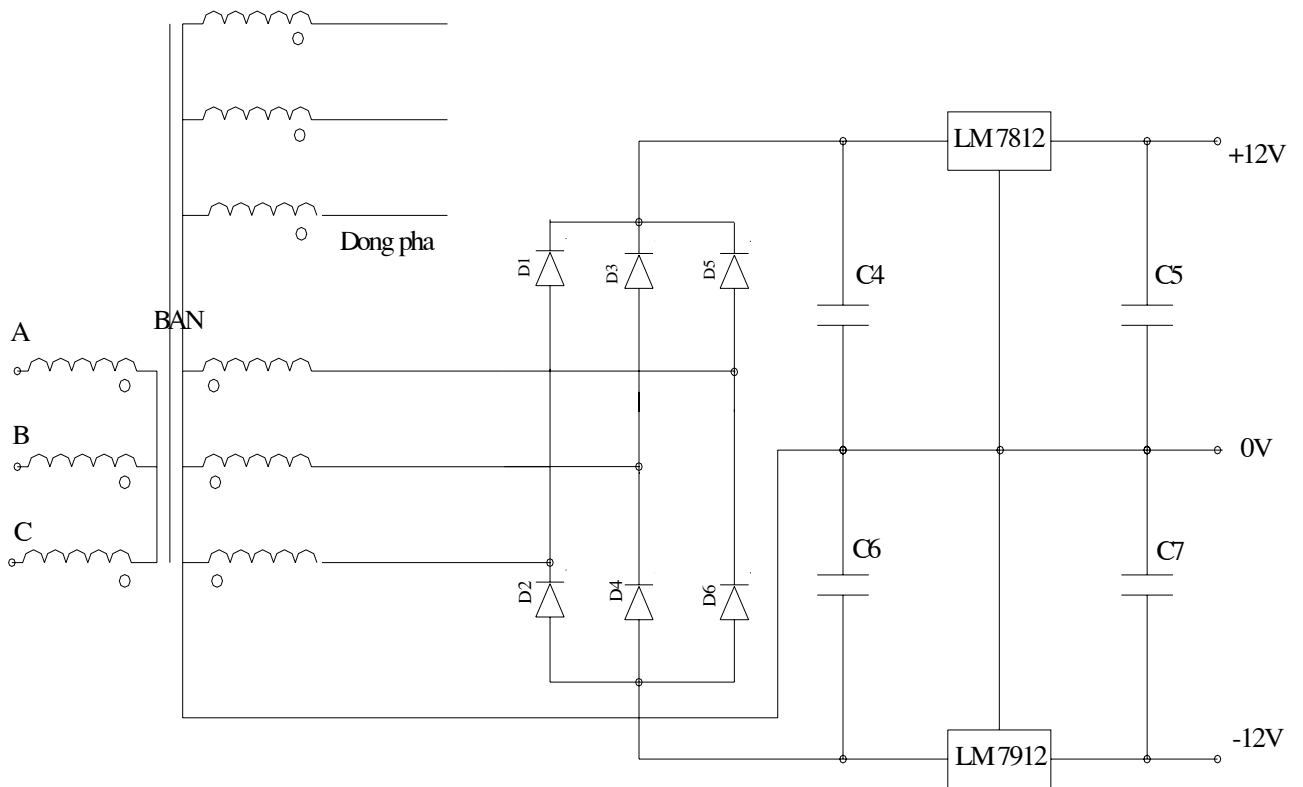
-Xác định biên độ điện áp tựa  $U_{rc1max}$  theo công thức viết cho mạch tích phân

$$u_{rc1} = \frac{1}{\tau_0} \int_0^t u_b dt = \frac{1}{\tau} (u_{rc1} \cdot (t) - u_{rc1} \cdot (0))$$

Điện áp  $u_b = 12 V$  ,  $t = 0,01 s$  ,  $\tau = 0,01 s$

$$U_{rc1max} = 0,01 \cdot 12 / 0,01 = 12 V$$

#### IV.4.5 Máy biến áp đồng pha và nguồn nuôi



Dùng biến áp 3 pha , 3 trụ , nối Y-Y, ở thứ cấp đầu 2 cuộn dây: Một cuộn cho khâu đồng pha, Ta tạo nguồn nuôi điện áp  $V_{cc} = \pm 12 \text{ V}$  để cấp cho các thiết bị sau: 03 Máy biến áp xung, 07 IC loại TL084 để có KTT, 03 Rơle trung gian.

Dùng mạch chỉnh lưu cầu 3 pha với 6 Diod, Ta tạo điện áp thứ cấp máy biến áp nguồn nuôi là  $U_{2ba} = 9 \text{ V}$  đưa vào mạch chỉnh lưu cầu và mạch đồng pha.

Điện áp sau bộ chỉnh lưu cầu ;

$$U_{do} = 2,34.U_{2ba} = 2,34.9 = 21,06 \text{ V}$$

Nguồn nuôi IC cần điện áp đặt vào từ 7-35 V do đó ta đặt vào 21,06 V là thoả mãn. Khi đó điện áp đầu ra là  $\pm 12 \text{ V}$ .

$$U_{ra} = 12 \text{ V} \text{ với IC 7812}$$

$$U_{ra} = -12 \text{ V} \text{ với IC 7912}$$

Dòng điện đầu ra :  $I_{ra} = 0 - 1 \text{ A}$

Tụ điện C4, C5, C6, C7 dùng để lọc thành phần sóng hài bậc cao.

Chọn  $C4 = C5 = C6 = C7 = 470 \mu\text{F}$ .

- Dòng điện cấp cho đồng pha  $I_{df} = 1\text{mA}$ , vậy công suất cấp cho đồng pha:

$$P_{df} = 3 \cdot U_{df} \cdot I_{df} = 3 \cdot 0,001 = 0,003 \text{ (W)}$$

- Công suất nguồn nuôi BAX

$$P_{BAX} = 3 \cdot U_{1bax} \cdot I_{1bax} = 3 \cdot (7,5 \cdot 0,05) = 1,125 \text{ (W)}$$

- Công suất nguồn nuôi 7IC TL084 làm khuếch đại thuật toán với mỗi IC tiêu thụ  $P_{IC} = 0,68 \text{ W}$

$$P_{7IC} = 7 \cdot P_{IC} = 7 \cdot 0,68 = 4,76 \text{ (W)}$$

- Công suất nguồn đồng pha cho 3 rơ le trung gian với mỗi role có công suất  $0,72 \text{ W}$

$$P_{3r} = 3 \cdot P_r = 3 \cdot 0,72 = 2,16 \text{ (W)}$$

- Công suất tổng của máy biến áp kể cả tổn thất 10% trong máy biến áp là:

$$S_{\Sigma} = 1,1(P_{BAX} + P_{7IC} + P_{3r} + P_{dp} + P_{df}) = 1,1 \cdot (1,125 + 4,76 + 2,16 + 0,003) = 8,85 \text{ (W)}$$

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

$$Q_{Fe} = k_Q \sqrt{\frac{S_{ba}}{m \cdot f}} = 6 \cdot \sqrt{\frac{8,85}{3 \cdot 50}} = 1,46 \text{ (cm}^2 \text{)}$$

Trong đó :

$S_{ba}$  - công suất biến áp tính bằng [W];

$k_Q$  - hệ số phụ thuộc phương thức làm

mát;

$k_Q = 6$  nếu là biến áp khô;

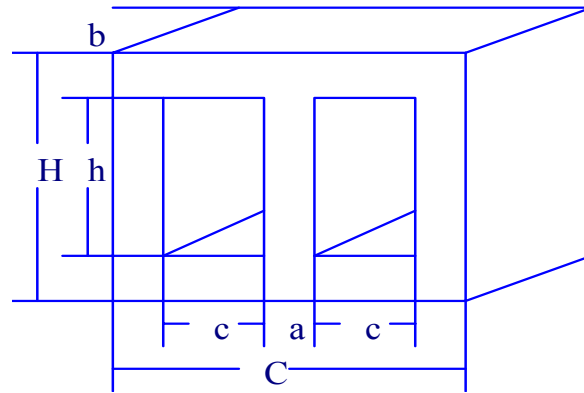
$m$  - số trụ của máy biến áp( có  $m=3$ )

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

Hz. Chọn theo chuẩn trong bảng  $Q = 1,63 \text{ cm}^2$  máy biến áp có các thông số sau:

a	b	c	h	H	$Q_{fe}$
12mm	16mm	12mm	30mm	42mm	1,63cm <sup>2</sup>

Lá thép dày 0,2 mm ,số lượng lá 68



. Giá trị dòng điện chạy trong mỗi pha thứ cấp MBA

$$I_2 = \frac{S_{ba}}{m.U_2} = \frac{8,85}{3.9} = 0,33(A)$$

Giá trị dòng điện chạy trong mỗi pha sơ cấp MBA

$$I_1 = \frac{S_{ba}}{m.U_1} = \frac{8,85}{3.220} = 0,0134(A)$$

- Số vòng dây của cuộn sơ cấp được tính

$$W_1 = \frac{U.10^4}{4,44.f.Q_{Fe}.B} = \frac{220.10^4}{4,44.50.1,63.1} \approx 6080 (\text{vòng})$$

- Số vòng dây của cuộn thứ cấp được tính

$$W_2 = \frac{U_2}{U_1}.w_1 = \frac{9}{220}.6080 = 249 (\text{vòng})$$

- Tính tiết diện dây dẫn cuộn sơ cấp:

$$S_{Cu1} = \frac{I_1}{J} = \frac{0,0134}{2,75} \approx 0,0049(\text{mm}^2)$$

Chọn dây có đường kính  $d = 0,10 \text{ mm}$  có tiết diện  $S = 0,00785 \text{ mm}^2$  để đảm bảo độ bền cơ.

- Tính tiết diện dây dẫn cuộn thứ cấp:

$$S_{\text{Cu2}} = \frac{I_2}{J} = \frac{0,33}{2,75} \approx 0,12(\text{mm}^2)$$

Chọn dây có đường kính  $d = 0,41 \text{ mm}$  có tiết diện đồng  $S = 0,132 \text{ mm}^2$

Diện tích đồng trong cửa sổ:

$$Q_{\text{cu1}} = \frac{\pi}{4} w_1 d_{1\text{cd}}^2 = \frac{\pi}{4} \cdot 6080 \cdot 0,10^2 = 47,73 (\text{mm}^2).$$

$$Q_{\text{cu2}} = \frac{\pi}{4} w_2 d_{2\text{cd}}^2 = \frac{\pi}{4} \cdot 249 \cdot 0,41^2 = 32,85 (\text{mm}^2)$$

$$Q_{\text{cu}} = 2(47,73 + 2 \cdot 32,8) = 226,9 (\text{mm}^2)$$

Kích thước cửa sổ:

$$Q_{\text{cs}} = c \cdot h = 12 \times 30 = 360 (\text{mm}^2).$$

Vậy biến áp với kích thước đã chọn là hoàn toàn thoả mãn.

- Tính chọn Diod cho bộ chỉnh lưu nguồn nuôi

- Dòng điện hiệu dụng qua Diod:

$$I_{\text{HD.D}} = \frac{I_2}{\sqrt{2}} = \frac{0,33}{\sqrt{2}} = 0,233(\text{A})$$

- Điện áp ngược lớn nhất mà Diod phải chịu:

$$U_{\text{Nmax}} = \sqrt{6} \cdot U_2 = \sqrt{6} \cdot 9 = 22(\text{V})$$

- Chọn Diod có dòng định mức :

$$I_{\text{dm}} > k_i \cdot I_{\text{HD.D}} = 10 \cdot 0,233 = 2,33(\text{A})$$

- Chọn Diod có điện áp ngược:

$$U_n > k_u \cdot U_{\text{Nmax}} = 2 \cdot 22 = 44(\text{V})$$

Chọn Diod loại KΠ208A có các thông số:

- Dòng điện định mức:  $I_{dm} = 5 \text{ A}$

- Điện áp ngược cực đại:  $U_N = 100 \text{ V}$