

# LỜI MỞ ĐẦU

Trong lịch sử máy điện, máy điện không đồng bộ ra đời muộn hơn so với các loại máy điện khác, nhưng đến hiện nay nó là một loại máy được sử dụng **rộng rãi nhất trong các ngành kinh tế quốc dân** với công suất từ vài chục đến hàng nghìn kilôoat:

Trong công nghiệp dùng làm máy điện không đồng bộ làm nguồn động lực cho máy cán thép loại vừa và nhỏ, động lực cho các máy công cụ ở các nhà máy công nghiệp nhẹ ....

Trong hầm mỏ dùng làm máy tời hay quạt gió.

Trong nông nghiệp dùng làm máy bơm hay máy gia công sản phẩm.

Trong đời sống hàng ngày, máy điện không đồng bộ cũng dần dần chiếm một vị trí quan trọng: quạt gió, máy quay đĩa ,động cơ trong tủ lạnh....

Bởi nó có những ưu điểm nổi bật hơn hẳn so với máy điện một chiều cũng như máy điện đồng bộ, đó là:

Có kết cấu đơn giản, dễ chế tạo, làm việc chắc chắn, vận hành tin cậy, chi phí vận hành và bảo trì sửa chữa thấp ,hiệu suất cao, giá thành hạ.

Máy điện không đồng bộ sử dụng trực tiếp lưới điện xoay chiều do đó không cần phải tốn thêm chi phí cho các thiết bị biến đổi.

Tuy nhiên, máy điện không đồng bộ chủ yếu được sử dụng ở chế độ động cơ ,và động cơ điện vẫn có những , một trong những nhược điểm đó là dòng khởi động của động cơ không đồng bộ thường lớn ( từ 4 đến 7 lần dòng định mức).Dòng điện mở máy quá lớn không những làm cho bản thân máy bị nóng mà còn làm cho điện áp lưới giảm sút nhiều, nhất là đối với những lưới điện công suất nhỏ.

Do đó vấn đề đặt ra là ta cần phải giảm được dòng điện mở máy của động cơ không đồng bộ, đặc biệt là với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc.Bởi vì việc tác động vào động cơ rôto lồng sóc khó khăn hơn so với động cơ không đồng bộ roto dây quấn. Tuy nhiên, hiện nay với việc áp dụng những ứng dụng của điện tử công thì công việc đó đã trở nên dễ dàng hơn.

## **Chương I: các phương pháp mở máy**

### I-mở máy động cơ điện không đồng bộ:

Khi bắt đầu mở máy thì rôto đang đứng yên, hệ số trượt  $s=1$  nên trị số dòng điện mở máy tính theo mạch điện thay thế bằng:

$$I_k = \frac{U_1}{\sqrt{(r_1 + C_1 r_2')^2 + (x_1 + C_1 x_2')^2}}$$

Từ công thức trên ta thấy, dòng điện khởi động cỡ không đồng bộ phụ thuộc vào bản thân cấu tạo của động cơ và phụ thuộc nhiều vào điện áp lưới.

Trên thực tế, do mạch từ tản bão hoà rất nhanh, điện kháng giảm xuống nên dòng điện mở máy còn lớn hơn so với trị số tính theo công thức trên. Ở điện áp định mức, thường dòng mở máy bằng 4 đến 7 lần dòng định mức. Điều đó không những làm cho động cơ nhanh bị hỏng mà còn làm cho điện áp lưới mỗi khi khởi động giảm nhiều. Do đó nhất thiết ta phải làm giảm dòng điện mở máy.

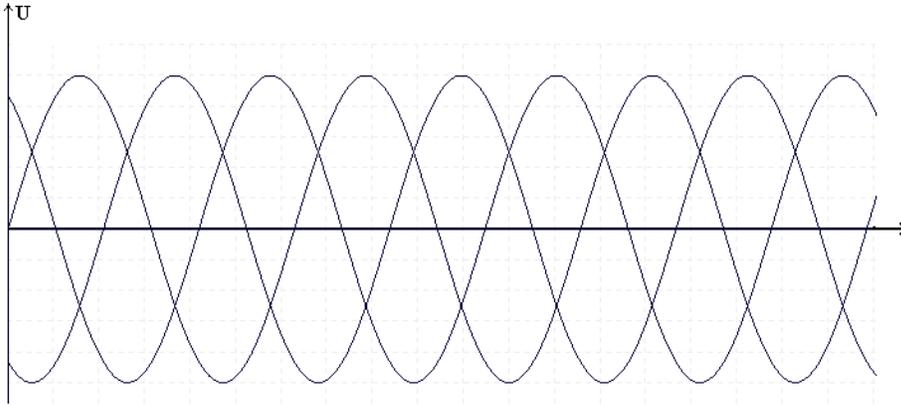
### II-các phương pháp mở máy:

Các yêu cầu mở máy cơ bản:

- Phải có mômen mở máy đủ lớn để thích ứng với đặc tính cơ của tải.
- Dòng điện mở máy càng nhỏ càng tốt.
- Phương pháp mở máy và thiết bị cần dùng đơn giản, rẻ tiền, chắc chắn.
- Tổn hao công suất trong quá trình mở máy càng nhỏ càng tốt.

### 1-Mở máy trực tiếp động cơ điện rôto lồng sóc:

Đây là phương pháp đơn giản nhất, ta đóng trực tiếp động cơ điện vào lưới điện. Khi đó điện áp  $U_1$  đặt vào stato bằng điện áp lưới (như hình vẽ). Do đó dòng điện mở máy lớn, nếu quán tính của tải lớn, thời gian mở máy dài thì sẽ làm có thể làm cho máy nóng và ảnh hưởng đến điện áp lưới.



## **2- Hạ điện áp mở máy:**

Từ công thức của dòng điện mở máy ta thấy, nếu giảm điện áp đặt vào stato khi mở máy thì sẽ giảm được dòng điện mở máy. Nhưng hạ điện áp mở máy thì cũng sẽ làm cho mômen khởi động giảm xuống:

$$M_k = \frac{m_1 p U_1^2 r_2'}{2 f_1 [(r_1 + C_1 r_2')^2 + (x_1 + C_1 x_2')^2]}$$

Do đó ta chỉ dùng phương pháp này cho những thiết bị mở máy cỡ nhỏ.

### **2-1-Các phương pháp:**

-Nối điện kháng trực tiếp vào mạch điện stato: khi mở máy trong mạch điện stato đặt nối tiếp một điện kháng, sau khi mở máy xong thì điện kháng này bị nối ngắn mạch.

-Dùng biến áp tự ngẫu: ta sử dụng một máy biến áp tự ngẫu, bên cao áp nối với lưới điện, bên hạ áp nối với động cơ điện. Sau khi mở máy xong thì biến áp tự ngẫu được loại ra khỏi mạch.

-Mở máy bằng phương pháp đổi nối Y- : phương pháp này thích ứng với những máy khi làm việc bình thường thì đấu tam giác, khi mở máy ta đổi thành sao.

-Dùng bộ điều áp xoay chiều 3 pha sơ đồ gồm 6 thyristor đấu song song ngược.

Phân tích ưu nhược điểm của từng phương pháp mở máy

+ Cả 3 phương pháp trên đều có tác dụng hạ dòng mở máy nhưng trong quá trình hoạt động của động cơ khi dòng tăng đột ngột vì một lý do nào đó thì 3 phương pháp trên không đáp ứng được (không hạn chế được dòng đó) vì vậy ta dùng bộ điều áp xoay chiều 3 pha.

Ưu điểm của bộ điều áp xoay chiều 3 pha khi điều chỉnh góc thích hợp của các xung điều khiển đặt vào các thyristor là có thể hạ được điện

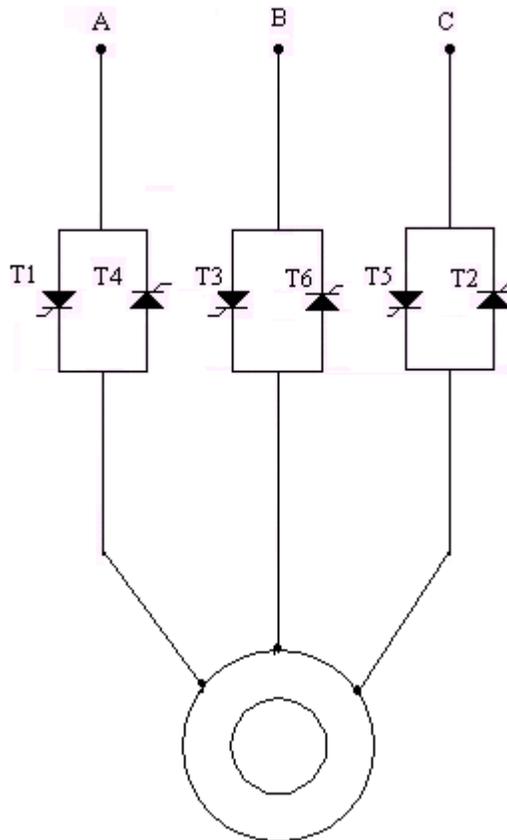
áp đặt vào stato và do đó có thể hạn chế được dòng qua động cơ. Và vẫn còn tham gia vào mạch trong quá trình hoạt động của động cơ.

Tuy nhiên nhược điểm của phương pháp này là dòng điện và điện áp đều không sin. Nhưng do thời gian mở máy rất nhỏ (từ 1 - 3 giây) nên ta vẫn có thể sử dụng được.

Vì vậy ta quyết định chọn phương án dùng bộ điều áp xoay chiều ba pha để làm bộ khởi động cho động cơ không đồng bộ ba pha rôto lồng sóc.

### 2-2-Phương pháp dùng bộ điều áp xoay chiều 3 pha:

Ta sử dụng 6 thyristor đấu song song ngược theo sơ đồ như hình vẽ. Khi ta cấp điện áp xoay chiều vào ba đầu A, B, C, do còn phụ thuộc vào góc mở van của các thyristor nên ta sẽ có ba dạng điện áp đặt vào động cơ ứng với ba vùng của góc mở van. Các điện áp này đều nhỏ hơn so với điện áp vào.



### 1-2-1-Phân tích hoạt động của bộ điều áp xoay chiều ba pha:

- Vì động cơ không đồng bộ có thể coi như là một phụ tải gồm có điện trở và cuộn cảm nối tiếp nhau, trong đó:

+ Điện trở roto biến thiên theo tốc độ quay.

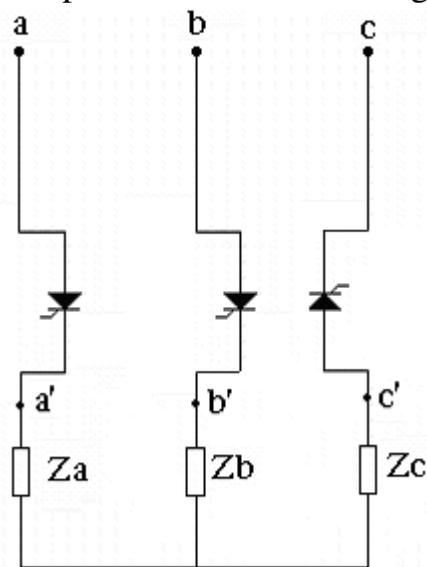
+ Điện cảm phụ thuộc vào vị trí tương đối giữa dây quấn roto và stato.

+ Góc pha giữa dòng điện và điện áp cũng biến thiên theo tốc độ quay = (s).

- Do tính chất tự nhiên của mạch điện có điện cảm, nên nếu trong khoảng  $\alpha < \beta$  mà đặt xung điều khiển vào các van bán dẫn thì các van này chỉ dẫn dòng ở thời điểm  $\alpha = \beta$  trở đi. Do đó điện áp động cơ không phụ thuộc vào góc mở  $\alpha$ . Nếu như vậy thì ta không điều chỉnh được điện áp, vì vậy ta chỉ đặt xung điều khiển với góc mở  $\alpha > \beta$ .

- Khi  $\alpha > \beta$  thì tùy thuộc vào giá trị tức thời của các điện áp dây mà có lúc có ba van ở ba pha khác nhau dẫn dòng, hay hai van ở hai pha khác nhau dẫn dòng:

+ Nếu có ba van ở ba pha khác nhau dẫn dòng:



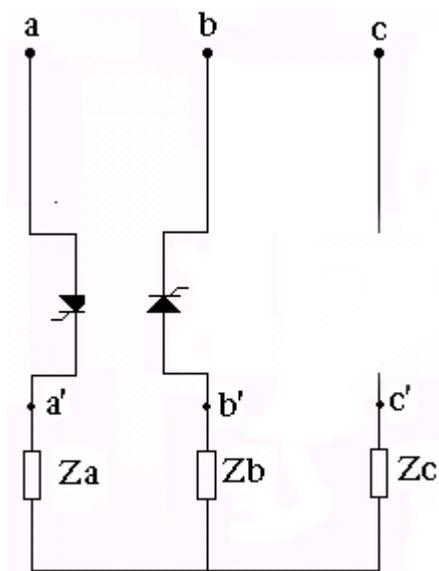
Khi đó dòng điện tải:

$$i = \frac{U_{dm}}{\sqrt{3}Z} \sin(\quad)$$

$U_{dm}$ : biên độ điện áp dây

: góc lệch pha giữa điện áp và dòng điện ở giai đoạn đang xét.

+Nếu chỉ có hai pha có van dẫn:



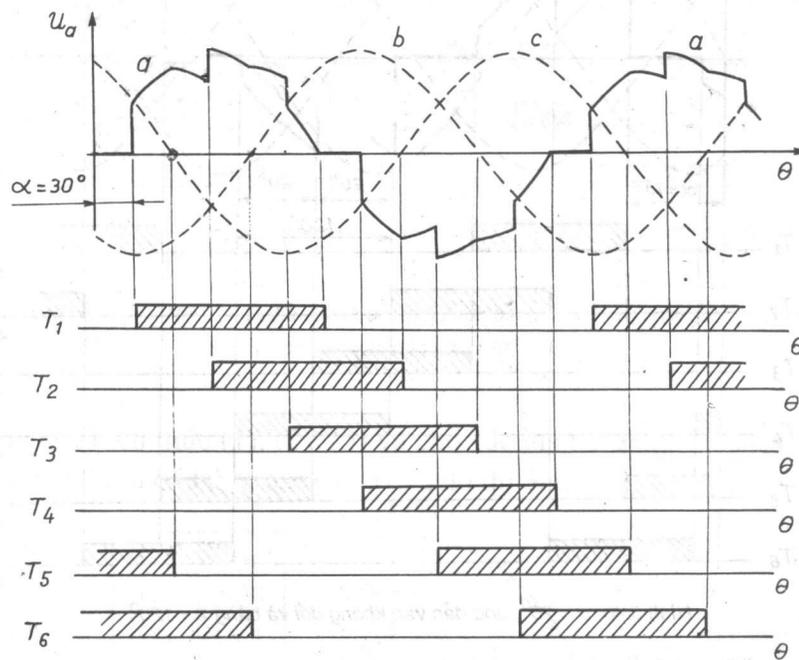
Khi đó ta có dòng điện tải:

$$i = \frac{U_{dm}}{2Z} \sin(\quad)$$

Tùy thuộc vào góc điều khiển mà các giai đoạn có ba van dẫn hoặc hai van dẫn cũng thay đổi theo.

**\*Khoảng dẫn của van ứng với  $\alpha = 0$   $60^\circ$  :**

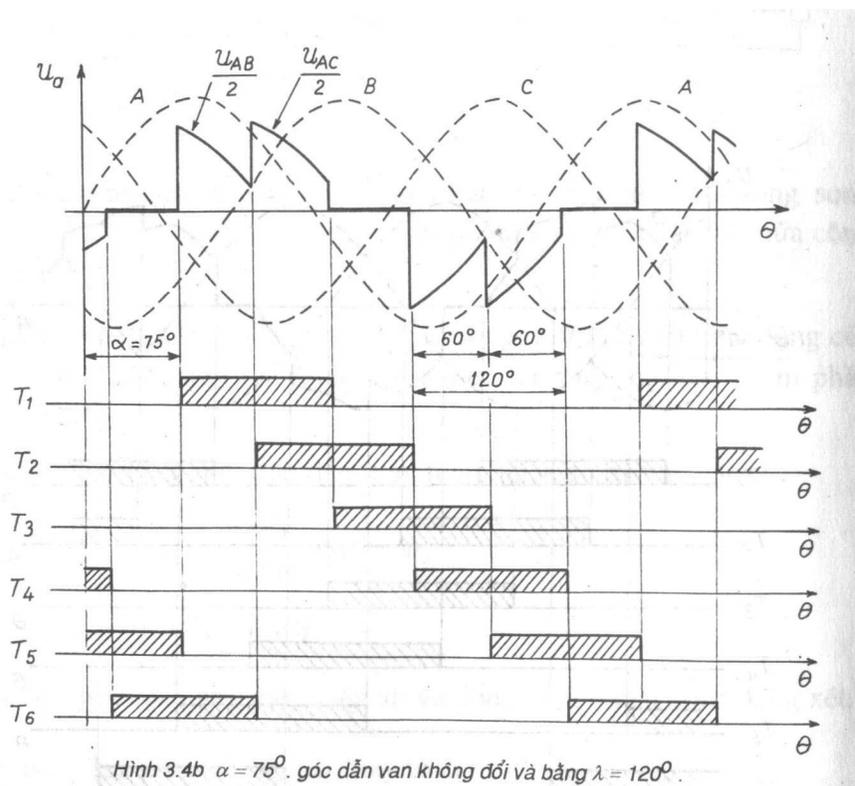
Trong phạm vi này sẽ có các giai đoạn ba van và hai van dẫn xen kẽ nhau như đồ thị dưới đây :



Hình 3.4a  $\alpha = 30^\circ$  ; đồ thị điện áp pha A của tải, góc dẫn thyristor  $\lambda = (180^\circ - \alpha)$ .

\*Khoảng van dẫn ứng với  $\alpha = 60^\circ \quad 90^\circ$  :

Trong phạm vi này luôn chỉ có các giai đoạn hai van dẫn. Ta có đồ thị điện áp ra ở dưới :



## Chương 2. Mạch lực

### 1. Tính toán chọn van

Dựa trên đồ thị dạng điện áp ra của bộ điều áp xoay chiều ba pha, ta có thể tính toán được dòng qua van max, điện áp ngược qua van max là bao nhiêu.

Ta tính toán chọn van theo các thông số sau:

+ Tính được  $U_{ngmax}$  qua van

+ Tính được  $I_{tb}$  qua van

Từ đó chọn điều kiện làm mát thích hợp cho van

$$U_{ngmax} = \sqrt{2} U_d = \sqrt{6} U_p$$

Với điện áp dây :  $U_d = 380V$

$$U_{ngmax} = \sqrt{2} U_d = \sqrt{2} 380 = 537.4(V)$$

Dòng điện trung bình lớn nhất qua van:

Do dòng qua van là không sin nên ta phải phân tích chuỗi Fourier sau đó lấy thành phần bậc nhất, do động cơ không đồng bộ ba pha rôto lồng sóc có thể coi là tải cảm và trở đấu theo hình sao nên ta phải có được  $U_d, I_d$ , góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp:

Ta có thông số của động cơ như sau :  $P_{dc} = 200KW$

$$U = 380V/50Hz$$

$$\cos \varphi = 0.83$$

$$n = 1450 \text{v/phút}$$

$$\text{Hiệu suất} = 0.85$$

Nhận xét : khi góc điều khiển  $\alpha = 0$  điện áp ra tải là hình sin và như vậy, dòng trung bình qua van lúc này là lớn nhất. Từ đây ta có thể xác định được giá trị dòng điện trung bình qua van.

$$I_{tb\max} = \frac{1}{2} I_{\max} \sin \alpha$$

Từ  $\cos \alpha = 0.83$  ta có dòng điện chậm pha so với điện áp một góc  $\alpha = 34^\circ$ .

$$\rightarrow I_{tb\max} = \frac{1}{2} I_{\max} [ \cos(\alpha) + \cos(\alpha) ]$$

$$I = \frac{P_1}{\sqrt{3}U_{dm} \cos \alpha} = \frac{P_2}{\sqrt{3}U_{dm} \cos \alpha} = \frac{200}{0,85\sqrt{3}.0,38.0,83} = 430.7A$$

$$I_{\max} = I \sqrt{2} = 430,7 \cdot \sqrt{2} = 609.1A$$

$$\rightarrow I_{tb\max} = \frac{1}{2} \cdot 609,1 \cdot 0,83 = 161 (A)$$

Khi chọn van ta phải chú ý đến điều kiện làm mát cho van vì khi hoạt động, van tỏa nhiệt rất lớn nên điều kiện làm mát cho van sẽ ảnh hưởng đến hiệu quả cũng như tuổi thọ của van. Nếu van hoạt động trong điều kiện được làm mát bằng không khí nhờ cánh tản nhiệt thì van có thể làm việc tốt với 25% dòng định mức. Nếu van làm việc trong điều kiện làm mát bằng quạt gió cưỡng bức thì van có thể chịu được đến 30 - 60% dòng định mức. Nếu làm mát bằng nước thì van có thể chịu được đến 80% dòng định mức.

Thông thường trong công nghiệp thì van phải được làm mát tối nhất là bằng không khí có quạt gió cưỡng bức. Trong nhiệm vụ thiết kế là điện này thì dòng qua van không quá lớn nên ta có thể chọn chế độ làm mát cho van bằng không khí có quạt gió cưỡng bức. Ta chọn các điều kiện thích hợp để van có thể chịu dòng tới 40% dòng định mức của van.

Khi đó:

$$I_{tb \max \text{thuc}} = \frac{I_{tb \max}}{40\%} = \frac{161}{40\%} \\ = 405.5 \text{ ( A )}$$

Để chọn giá trị của điện áp ngược lớn nhất trên van, ta sẽ chọn thêm hệ số dự trữ điện áp  $k_u = 1,6$  2

ta chọn :  $k_u = 1,6$

$$U_{ng} = k_u \cdot U_{ng \max} = 1,6 \cdot 537 = 860 \text{ ( V )}$$

Từ các giá trị của  $I_{tb}$  và  $U_{ng}$ , tra trong sổ tay ta chọn được van C501 do hãng G.E của Mỹ chế tạo với các thông số sau :

$$U_{ng} = 700 \quad 1700 \text{ ( V )}$$

$$I_{tb} = 550 \text{ ( A )}$$

$$\frac{di}{dt_{\max}} = 1000$$

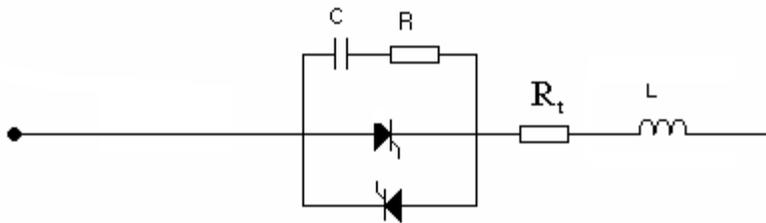
## II - Tính toán bảo vệ van bán dẫn

Trong quá trình van hoạt động thì van phải được làm mát để van không bị phá hỏng về nhiệt vì vậy ta đã tính toán chế độ làm mát cụ thể cho van rồi. Tuy nhiên, van cũng có thể bị hỏng khi van phải chịu tốc độ tăng dòng, tăng áp quá lớn. Nhưng vì dòng chỉ tăng khi qua thyistor trong thời gian rất ngắn 1-3s nên van có thể chịu được. Để tránh hiện tượng

quá áp trên van dẫn đến hỏng van ta phải có những biện pháp thích hợp để bảo vệ van. Biện pháp bảo vệ van thường dùng nhất là mắc mạch R, C song song van để bảo vệ quá áp và mắc nối tiếp cuộn kháng để hạn chế tốc độ tăng dòng.

Do động cơ không đồng bộ có thể coi là tải trở cảm nên hạn chế tốc độ tăng dòng. Cuộn dây được dùng là một cuộn kháng bão hoà có đặc tính là: khi dòng qua cuộn kháng ổn định thì điện cảm của cuộn kháng hầu như bằng không và lúc này cuộn dây dẫn điện như một dây dẫn bình thường.

Ta có mạch như hình vẽ:



Để  
tính toán  
giá trị của

cuộn kháng ta xét quá trình quá độ trong mạch:

$$U_f = i.R + L \cdot \frac{di}{dt}$$

Ta thấy rằng tốc độ tăng dòng lớn nhất là:

$$\frac{di}{dt} \max = \frac{U_f}{L}$$

Để đảm bảo an toàn cho van ta phải chọn L sao cho di/dt max phải nhỏ hơn tốc độ tăng dòng chịu được của van, hay là:

$$\frac{di}{dt} \max < 1000 \text{ A/ s}$$

$$\rightarrow \frac{U_f}{L} < 1000 \text{ A/ s}$$

$$\rightarrow L > \frac{U_f}{200 \cdot 10^6} = \frac{220 \cdot \sqrt{2}}{1000 \cdot 10^6} = 0.31 \text{ H}$$

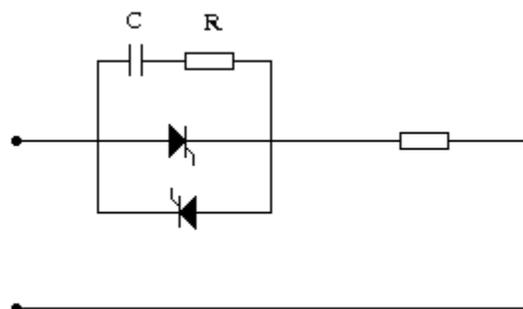
Ta chọn cuộn kháng bão hoà có giá trị để tổng của điện cảm của động cơ và cuộn kháng mắc nối tiếp phải có giá trị  $>0.31 \text{ H}$ . Sau khi tính toán bảo vệ chống tốc độ tăng dòng ta tính toán bảo vệ quá áp cho van. Người ta chia ra hai loại nguyên nhân gây nên quá áp:

1 - Nguyên nhân nội tại: là do sự tích tụ điện tích trong các lớp bán dẫn. Khi khoá van thyristor bằng điện áp ngược, các điện tích nói trên đổi ngược lại hành trình, tạo ra dòng điện ngược trong thời gian rất ngắn. Sự biến thiên nhanh chóng của dòng điện ngược gây nên sức điện động cảm ứng rất lớn trong các điện cảm, vốn luôn luôn có của đường dây nguồn dẫn đến các thyristor. Vì vậy, giữa anốt và catốt của thyristor xuất hiện quá điện áp. Ta có đồ thị thể hiện quá trình biến thiên của điện áp và dòng điện trên van:



2 - Nguyên nhân bên ngoài: những nguyên nhân này thường xảy ra ngẫu nhiên như khi đóng cắt không tải một máy biến áp trên đường dây, khi một cầu chì bảo vệ nhảy, khi có sấm sét ...

Để bảo vệ quá điện áp do tích tụ điện tích khi chuyển mạch gây nên người ta dùng mạch RC đấu song song với thyristor như hình dưới:



Thông số của R, C phụ thuộc vào mức độ quá điện áp có thể xảy ra, tốc độ biến thiên của dòng điện chuyển mạch, điện cảm trên đường dây, dòng điện từ hoá máy biến áp ...Việc tính toán thông số của mạch R, C rất phức tạp, đòi hỏi nhiều thời gian nên ta sẽ sử dụng phương pháp xác định thông số R, C bằng đồ thị giải tích, sử dụng những đường cong đã có sẵn.

Các bước tính toán như sau:

- Xác định hệ số quá áp theo công thức:

$$k = \frac{U_{imp}}{b \cdot U_{im}}$$

với  $U_{imp}$  là giá trị cực đại cho phép của điện áp ngược đặt trên diot hoặc thyristor một cách không chu kỳ, tra trong sổ tay tra cứu.

$U_{im}$  là giá trị cực đại của điện áp ngược thực tế đặt trên diot hoặc thyristor.

b là hệ số dự trữ an toàn về điện áp,  $b = 1 \quad 2$

- Xác định các thông số trung gian:

$$C_{min}^*(k), R_{max}^*(k), R_{min}^*(k)$$

bằng cách tra trong đồ thị trong sổ tay tra cứu

- tính  $\frac{di}{dt}$  max khi chuyển mạch như ở phần tính toán cuộn kháng bảo hoà.

- Xác định điện lượng tích tụ  $Q = f(\frac{di}{dt})$ , sử dụng các đường cong cho trong sổ tay tra cứu để xác định.

- Tính toán các giá trị của R, C theo công thức:

$$C = C_{min}^* \cdot \frac{2 \cdot Q}{U_{im}}$$

$$R_{\min}^* \sqrt{\frac{LU_{im}}{2Q}} \leq R \leq R_{\max}^* \sqrt{\frac{LU_{im}}{2Q}}$$

trong đó L là điện cảm của mạch RLC

Tuy nhiên, trong thực tế, khi tính toán thiết kế bảo vệ van thì rất khó có thể có đầy đủ tất cả các đường cong đặc tính cần thiết nên người ta thường chọn giá trị của R, C theo kinh nghiệm:

$$R = 20 \text{ -- } 100 \text{ ( } \Omega \text{ ) ; } C = 0,4 \text{ -- } 1 \text{ ( } \mu\text{F )}$$

Với dòng qua van nhỏ, ta chọn giá trị R lớn, C nhỏ. Với dòng qua van lớn, ta chọn giá trị R nhỏ, C lớn.

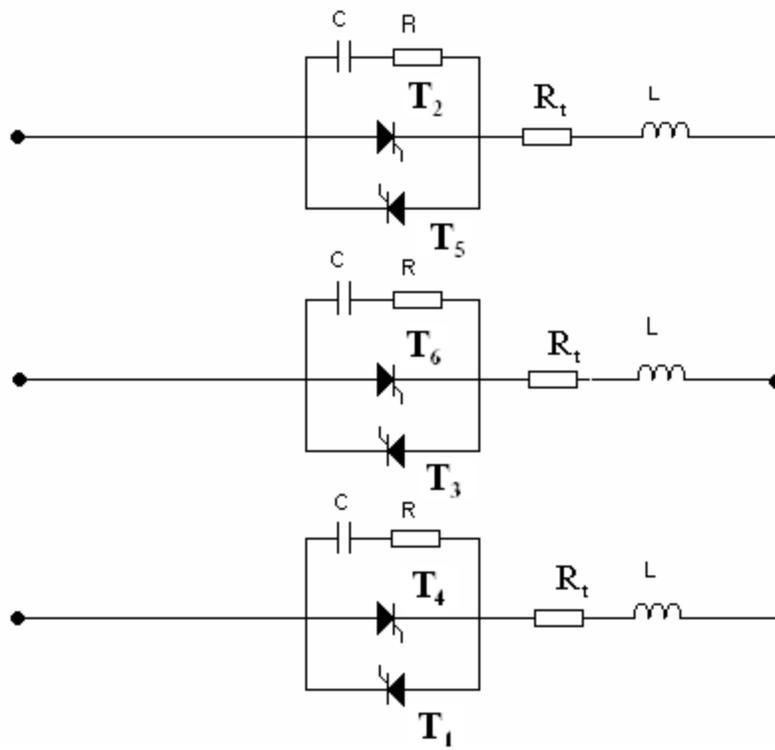
Theo tính toán, dòng qua van bằng 161 A là lớn nên ta chọn giá trị của R, C như sau:

$$R = 20$$

$$C = 0,8 \text{ } \mu\text{F ( các giá trị chuẩn)}$$

Ngoài ra, trong mạch lực cũng cần có thêm các thiết bị bảo vệ ngăn mạch, quá tải ... như aptômát, cầu chì ... ở mỗi pha và cầu chì ở trước mỗi van để tăng cao tính an toàn cho mạch.

Ta có mạch hoàn chỉnh như ở dưới :



### Chương 3.

## Thiết kế mạch điều khiển toàn hệ thống

### I. Giới thiệu chung về mạch điều khiển toàn hệ thống

#### 1. Các yêu cầu chung đối với hệ thống điều khiển

a) Đảm bảo phát xung với đủ các yêu cầu để mở van:

-Đủ biên độ,  $U_x$

-Đủ độ rộng,  $t_x$

-Sườn xung ngắn ( $t_s = 0.5 - 1 \text{ s}$ )

(xung điều khiển thường có biên độ từ 2V đến 10V, độ rộng xung thường từ 20  $\mu$ s đến 100  $\mu$ s)

Các thông số liên quan đến hình dạng một xung điều khiển được minh họa trên hình vẽ:

b) Đảm bảo tính đối xứng đối với các kênh điều khiển

Trong sơ đồ điều khiển các thyristor ở đây thì độ lệch cho phép của các xung ở các kênh khác nhau phải ở trong một phạm vi cho phép với cùng một giá trị điện áp điều khiển.

c) Đảm bảo cách ly giữa mạch điều khiển và mạch lực

đối với khâu biến áp xung, thường được sử dụng như một khâu truyền xung cuối cùng ở tầng khuếch đại xung, điện áp chịu đựng giữa sơ cấp và thứ cấp phải đạt 1500V - 2000V khi sơ đồ làm việc với điện áp lưới 3 - 380VA.

d) Đảm bảo đúng quy luật thay đổi về pha của các xung điều khiển

Đây là yêu cầu để đảm bảo phạm vi điều chỉnh của góc điều khiển

Thông thường đối với sơ đồ biến đổi xung áp xoay chiều góc phải thay đổi trong phạm vi  $0^\circ - 210^\circ$ .

e) Có thể điều chỉnh được góc điều chỉnh, không phụ thuộc sự thay đổi điện áp lưới.

f) Không gây nhiễu đối với các hệ thống điều khiển điện tử khác ở xung quanh.

g) Có khả năng bảo vệ quá áp, quá dòng mất pha... và báo hiệu khi có sự cố.

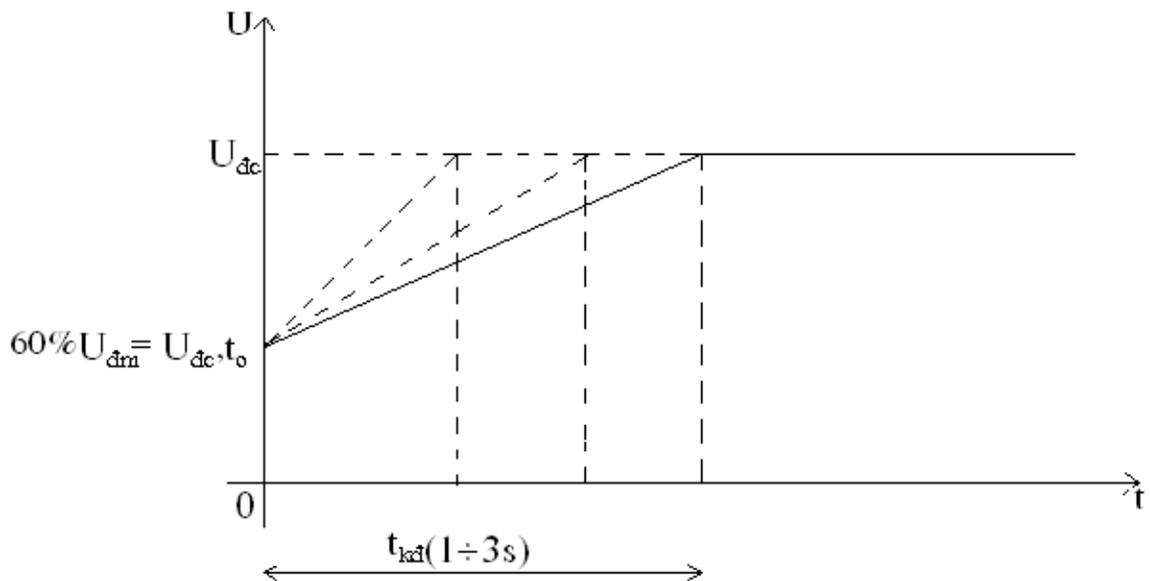
Đối với yêu cầu cụ thể của sơ đồ bộ biến đổi xung áp xoay chiều ba pha cho mạch điều khiển mở máy động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc thì có hai yêu cầu chính mà mạch điều khiển phải thực hiện được là:

**I. Khi mở máy thì dòng mở máy qua động cơ phải được hạn chế** vì lúc này dòng mở máy tăng lên đột ngột với giá trị lớn làm hại động cơ.

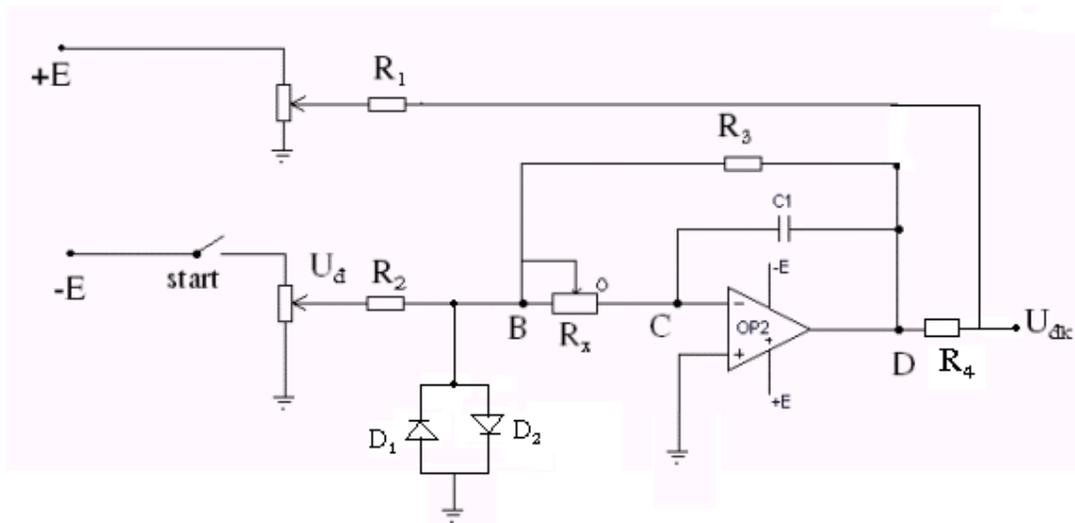
**II. Để hạn chế dòng mở máy thì ta dùng bộ biến đổi xung áp xoay chiều ba pha để hạ điện áp đặt vào stato động cơ và do đó dòng lúc mở máy sẽ được hạn chế. Vậy tại lúc mở máy ta thường điều chỉnh  $U_{dk}$  để cho điện áp stato bằng khoảng  $60\% U_{dm}$  nên sau khi khởi động thì ta phải cho điện áp stato phải tăng trở lại.**

Sau khi khởi động thì  $U_{dc}$  phải tăng trở lại theo như đồ thị dưới đây và nhờ điều chỉnh  $U_{dc}$  thì ta sẽ điều chỉnh được thời gian khởi động

$$t_{kd} = 1s \quad 3s.$$



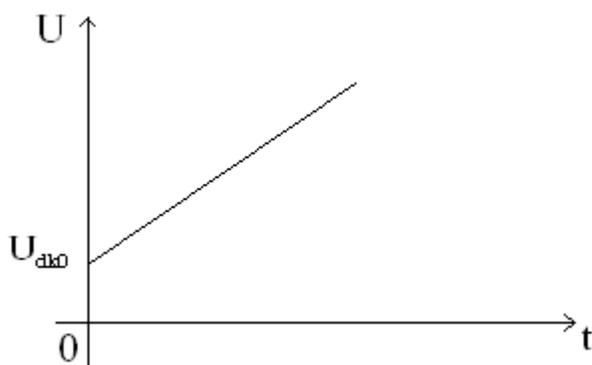
Để thực hiện điều này ta phải dùng một khâu sau :



### Mục đích:

Khi khởi động thì sẽ có một giá trị nhất định và ta điều chỉnh điện áp điều khiển này để lúc khởi động sẽ có :  $U_{dk} = 60\%U_{dm}$  để dòng qua động cơ được hạn chế.

Sau đó công tắc start đóng và mạch tích phân hoạt động  $U_{dk}$  sẽ là một hàm tuyến tính của  $U_d$  có dạng như sau:



chính nhờ  $U_{dk}$  tăng thì góc sẽ giảm dần và  $U_{dc}$  sẽ tăng dần đạt theo đúng yêu cầu.

**Phân tích hoạt động:**

Khi chưa đóng công tắc.  $U_{dk}=U_{dk0}$ , trong đó  $U_{dk0}$  là điện áp điều khiển ứng với  $U_{dc}=60\%U_{dm}$ .

Khi đóng công tắc thì  $U_d=-E$  :

$$\text{Ta có: } -U_{dk} = \frac{1}{C} \int I_c dt = \frac{1}{C} \int \frac{U_d}{R_2 + R_x} dt = \frac{U_d}{C(R_2 + R_x)} t = \frac{E}{C(R_2 + R_x)} t + C$$

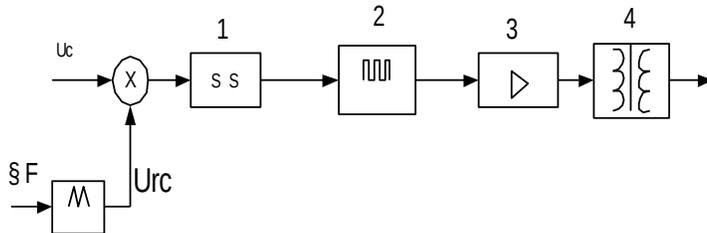
Từ đó:

$$U_{dk} = \frac{E}{C(R_2 + R_x)} t + U_{dk0}$$

Vậy sau đó  $U_{dk}$  sẽ tăng dần và giảm dần thì  $U_{dc}$  sẽ tăng dần.

Vậy nhờ khâu trên ta đã thực hiện được yêu cầu đề ra cho việc khởi động.

\* Cấu trúc của một mạch điều khiển như sau :



Trong đó :

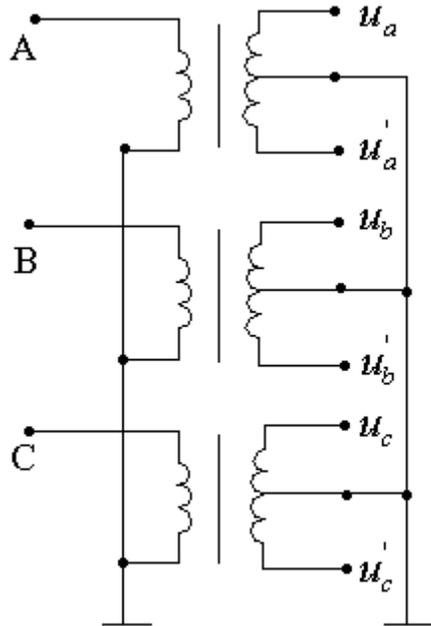
- ĐF : khâu tạo điện áp đồng pha
- Urc : điện áp răng cưa
- Uc : là điện áp điều khiển

- khâu 1 : khâu so sánh điện áp giữa  $U_c$  và  $U_{rc}$  , khi  $U_c - U_{rc} = 0$  thì trigơ lật trạng thái .
- khâu 2 : khâu tạo xung chòm
- khâu 3 : là khâu khuếch đại xung
- khâu 4 : khâu biến áp xung .

Bằng cách điều chỉnh  $U_c$  ta có thể điều chỉnh được vị trí xung điều khiển tức là điều chỉnh được góc .

### 1. Khâu tạo điện áp đồng bộ.

Khâu tạo điện áp đồng bộ cho bộ điều áp xoay chiều ba pha để điều chỉnh sáu thyristor thường cần một hệ điện áp sáu pha làm điện áp đồng bộ. Góc được tính từ gốc O. Hệ điện áp pha này bao gồm sáu điện áp đồng bộ hình sin lệch nhau một góc  $\frac{\pi}{3}$  .Yêu cầu này sẽ được thỏa mãn dễ dàng nếu dùng một máy biến áp ba pha sơ cấp có ba cuộn dây đầu sao lấy điện áp từ lưới. Máy biến áp này có thể được bố trí bằng

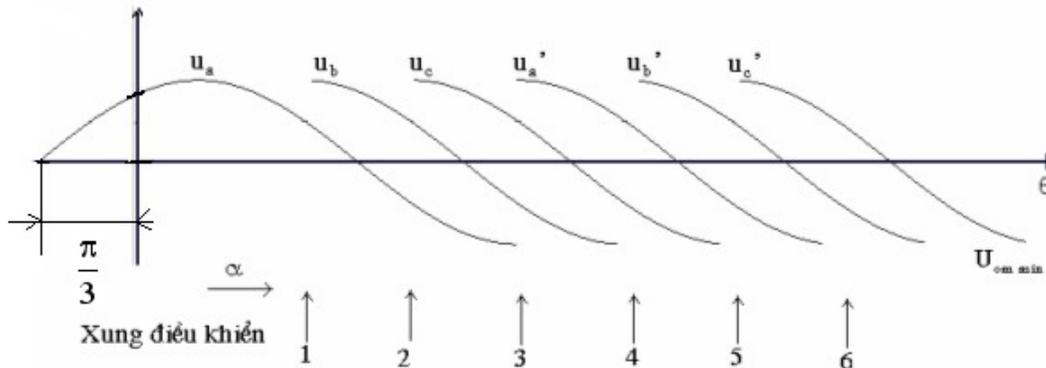


cách sau:

Điểm trung tính kí hiệu là O nối với điểm O của mạch điều khiển  $u_{s1}, u_{s3}, u_{s5}$  dùng làm điện áp đồng bộ của pha a,b,c tương ứng:

$$u_{s1} = U_{sm} \cdot \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right); u_{s3} = U_{sm} \cdot \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right); u_{s5} = U_{sm} \cdot \sin\left(\omega t\right);$$

$$u_{s2} = U_{sm} \cdot \sin \theta ; u_{s4} = U_{sm} \cdot \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right); U_{sm} \cdot \sin\left(\theta - \frac{4\pi}{3}\right);$$



## **2. Khâu biến áp xung và khuếch đại xung:**

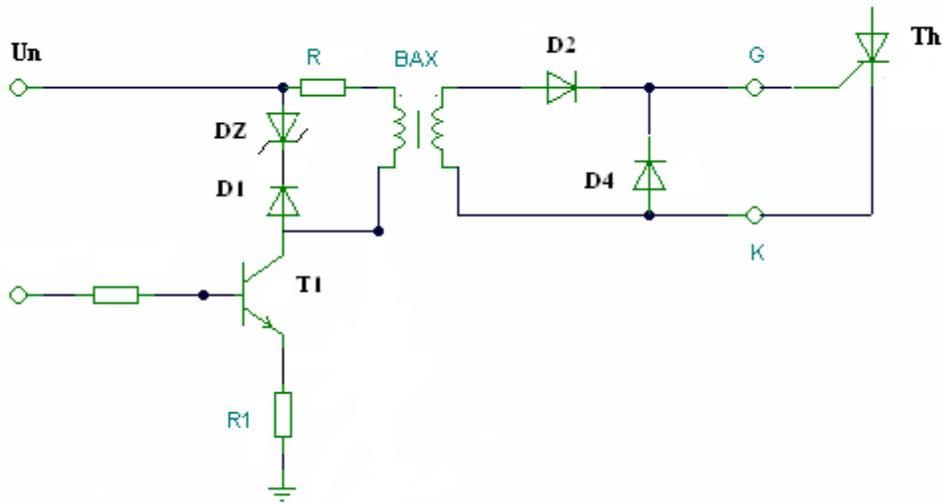
### a) Tác dụng

Khâu khuếch đại xung là khâu cuối cùng quan trọng trong hệ thống điều khiển. Khâu KĐX có nhiệm vụ là khuếch đại tín hiệu điều khiển đưa đến để điều khiển van bán dẫn công suất để đảm bảo các tham số cơ bản như biên độ, độ rộng và công suất. Một trong những nhiệm vụ cơ bản của KĐX là cách ly giữa mạch động lực và hệ thống điều khiển.

Khối KĐX có tác dụng tăng dòng từ cổng AND đi ra (dòng từ cổng AND đi ra thường nhỏ) sau đó đi qua BAX để tạo được dòng điều khiển  $I_g$ , áp điều khiển  $U_g$  có biên độ thích hợp để mở Tiristor.

Khâu biến áp xung bao gồm khối khuếch đại  $T_1$  và máy biến áp xung tạo ra các xung điều khiển có công suất theo yêu cầu của van.

Máy biến áp xung là loại biến áp đặc biệt trong đó điện áp đặt lên phía sơ cấp có dạng xung chữ nhật mà không phải là một điện áp hình sin. Điều này dẫn đến chế độ làm việc và tính toán BAX rất khác so với các biến áp thông thường.



### b) Hoạt động:

**Sơ đồ gồm** một khoá Transistor T1 được điều khiển bởi một xung có độ rộng  $t_x$ . Khi T1 mở bảo hoà gần như toàn bộ điện áp nguồn  $U_n$  được đặt lên cuộn sơ cấp của máy biến áp xung. Điện áp cảm ứng bên phía thứ cấp có cực tính dương mở điôt D2 đưa dòng điều khiển vào giữa cực điều khiển và catôt của thyristor T. Điôt D4 có tác dụng làm giảm điện áp ngược đặt lên giữa catôt và cực điều khiển của thyistor T khi điện áp dương hơn điện áp anôt. Điều này đảm bảo an toàn cho tiếp giáp G-K của thyistor khi T ở chế độ khoá.

Khi transistor T1 khoá lại dòng collector-emitter của nó sẽ về bằng 0. Tuy nhiên dòng qua cuộn dây sơ cấp BAX không thể bị dập tắt đột ngột được. Sức điện động tự cảm trên cuộn dây khi đó sẽ đảo chiều theo hướng muốn duy trì dòng này, nghĩa là cực tính sức điện động có dấu (-) ở phía trên và (+) ở phía dưới. Sức điện động này có thể rất lớn vì nó tỷ lệ với tốc độ giảm của dòng điện sơ cấp  $i_1: \frac{di_1}{dt}$ . Tuy nhiên khi đó điôt D1 và

điôt ổn áp DZ sẽ mở tạo ra đường khép kín cho dòng điện  $i_1$ . Dòng điện  $i_1$  sẽ suy giảm dần về không do tổn hao công suất trên điện trở thuần của cuộn dây và chủ yếu do tiêu tán sụt áp trên điôt D1 và điôt DZ. Nhờ đó điện áp trên collector của transistor T1 được giữ ở mức  $U_n + (U_{D1} + U_{DZ})$ .

Điện trở R mắc nối tiếp giữa nguồn và biến áp xung có tác dụng hạn chế dòng từ hoá BAX. Điện trở R được tính để đảm bảo dòng qua transistor T1 không bao giờ vượt quá dòng collector lớn nhất cho phép.

**c. Tính toán cụ thể cho sơ đồ:**

**Với thông số:**

$I_G=0.2A;$

$U_{GK}=5V;$

$t_x=100 \text{ s};$

Ta có:

Điện tích xung điều khiển  $U.t_x=5.100=500(V \cdot s)$ . Với dòng điều khiển yêu cầu  $I_G=0.2 \text{ A}$  theo bảng tra ta có thể chọn BAX loại IT235 với 2 cuộn dây có tỉ số máy biến áp 1:1, Điện cảm  $L_p=3mH$ .

Dòng sơ cấp BAX:  $I_1=I_G+I$ . Trong đó  $I$  là dòng điện từ hoá của BAX. Vì điện áp đặt lên cuộn dây BAX không đổi nên dòng từ hoá thay đổi tỷ lệ bậc nhất với thời gian.

$I = (U_1.t)/L_p$

Như vậy:  $I_{max} = (U_1.t_x)/L_p$

Ta phải có  $U_1=U_{GK}+ U_D=5+1=6V$

Vậy:  $I_{max} = (6.100.10^{-6})/(3.10^{-3})=200.10^{-3}=0.2A$

$I_{Lmax}=(30-6)/0.4=60$

Theo sơ đồ thf transistor phải chọn loại có dòng  $I_{Cmax}>0.4A$  và hệ số khuếch đại dòng  $\beta=100$ . Khi đó dòng điều khiển bazơ sẽ là 4mA là phù hợp.

Chọn điốt ổn áp  $D_Z$  với  $U_{on}=12V$  khi đó  $U_{Cemax}=30+12+1=43V$

Chọn tranzito T loại ST603 có các thông số cơ bản :

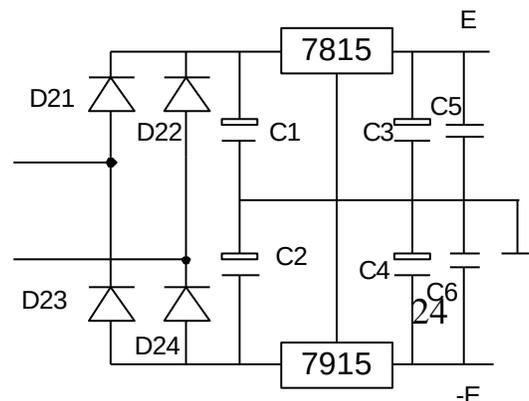
$U_{ce} = 30V ;$

$I_{ce} = 800mA$

$\beta = 30 \sim 100$

**3. Khối tạo nguồn một chiều :**

Khối tạo nguồn một chiều cung cấp điện áp một chiều cho các khuếch đại thuật toán hoạt động và cho các điện áp đặt đặt ở đầu vào các IC thực hiện nhiệm vụ so sánh điện áp .



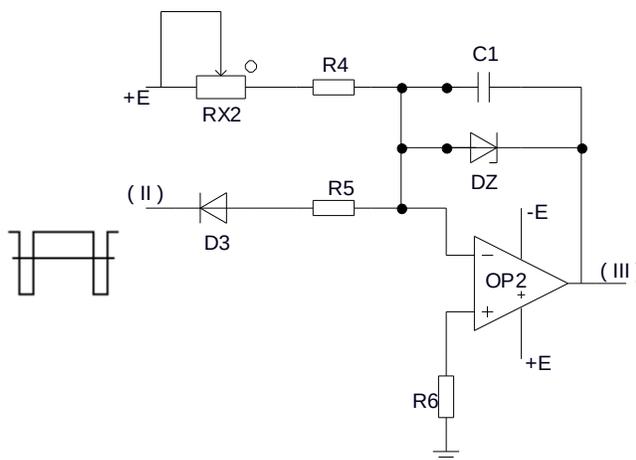
- Chọn IC Ổn áp loại :
  - . UA7815 có điện áp ngưỡng = 35V  
Dòng điện ra  $I_o = 1,5A$   
điện áp ra :  $E = 15V$
  - . UA7915 có điện áp ngưỡng = -40V  
dòng điện ra  $I_o = 1,5A$   
Điện áp ra :  $-E = -15V$
- Chọn tụ lọc făng  $C1 = 1000 F$  ;  $C2 = 500 F$  ;  $C3 = C4 = 100 F$   
chọn 2 tụ lọc nhiễu  $C5 = C6 = 0,1 F$
- Chọn các diode loại D-1001 có các thông số :  $I_{tb} = 800mA$  ;  $U_{ng} = 100$

#### 4. Khâu tạo điện áp răng cưa

Do yêu cầu của bộ điều áp xoay chiều ba pha trong mạch để khởi động động cơ không đồng bộ ba pha thì mạch phải có chất lượng càng cao càng tốt, vì tính đồng bộ của các điện áp điều khiển rất cao.

Mạch tạo tín hiệu răng cưa dùng khuếch đại thuật toán sẽ cho độ tuyến tính của sườn răng cưa tốt hơn. Độ ổn định của sơ đồ này rất cao tốt nhất so với các sơ đồ khác dùng transistor.

Cho nên ta phải sử dụng mạch tạo xung như dưới đây:



#### a/ Nguyên lý hoạt động

Điện áp của bộ phát xung chủ đạo được đưa vào cửa đảo của khâu tạo điện áp răng cưa.

Khi  $U_{II} < 0$  thì điôt D thông thì C1 được nạp thông qua R5 và D3 về II với dòng nạp:

$$I_{R2} = \frac{U_{II}}{R_5}$$

Chọn  $U_{DZ} = 6V$ , ta chọn điện trở  $R_2$  sao cho dòng qua tụ C trong khoảng 1ms đạt đến giá trị  $U_{DZ}$  của điôt ổn áp.

Nếu dòng qua tụ có giá trị không đổi điện áp trên tụ thay đổi theo quy luật

$$\text{tuyến tính } U_C = \frac{I_C}{C} t, \text{ do đó } \frac{I_C}{C} = \frac{U_C}{t} = \frac{6}{10^{-3}} = 6 \cdot 10^3.$$

Từ đó dòng qua tụ có giá trị :

$$I_C = 6 \cdot 10^3 \cdot C$$

Chọn tụ:  $C = 0.22 \text{ F}$

$$I_C = 0,22 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^3 = 1.32 \text{ mA}$$

$$R_5 = \frac{U_{II}}{I_C} = \frac{12}{1,32 \cdot 10^{-3}} = 9.05 \cdot 10^3$$

Chọn  $R_5 = 8.2k$

Khi  $U_{II} > 0$   $D_3$  khoá  $U_{ra} = 0$  tụ C sẽ phóng điện về âm nguồn của OP<sub>2</sub>. Dòng qua tụ bằng dòng qua điện trở  $R_{x2}$  và  $R_4$ , thời gian phóng còn lại sẽ là 9ms nên ta phải chọn giá trị dòng điện sao cho tụ C phóng điện về đến 0V sau đúng 10.67ms.

Trong khoảng thời gian này điện áp trên tụ C thay đổi theo quy luật:

$$U_C = U_{Co} - \frac{I_C}{C} \cdot t, \text{ với } U_{Co} = U_{DZ} = 6V.$$

Vậy : 
$$0 = 6 - \frac{I_C}{C} \cdot 10,67 \cdot 10^{-3} \quad I_C = \frac{6 \cdot C}{10,67 \cdot 10^{-3}} = \frac{0,22 \cdot 10^{-6} \cdot 6}{10,67 \cdot 10^{-3}} = 0,124 \cdot 10^{-3}$$

(A).

Vì : 
$$I_C = \frac{U_{II}}{R_{x2} R_4} \quad R_{x2} + R_4 = \frac{U_{II}}{I_C} = \frac{12}{0,124 \cdot 10^{-3}} = 96,77k$$

Để hiệu chỉnh được điện áp trên tụ C đúng bằng 0V sau 10.67ms và có khả năng điều chỉnh điện áp rằng cửa ở nhiều kênh khác nhau ta chọn :  
 $R_4 = 60k$  là điện trở cố định,  $R_{x2} = 60k$  là biến trở điều chỉnh.

Chọn linh kiện :

OP<sub>2</sub> : A741 có các thông số:

$U_{ng} = 3 \text{ } 22V$ ;  $U_{nF} = 15 \text{ } V$ ;  $U_{dF} = 30 \text{ } V$ ;  $K_o = 5 \cdot 10^6$ ;  $P_1 = 100$   
 mW;

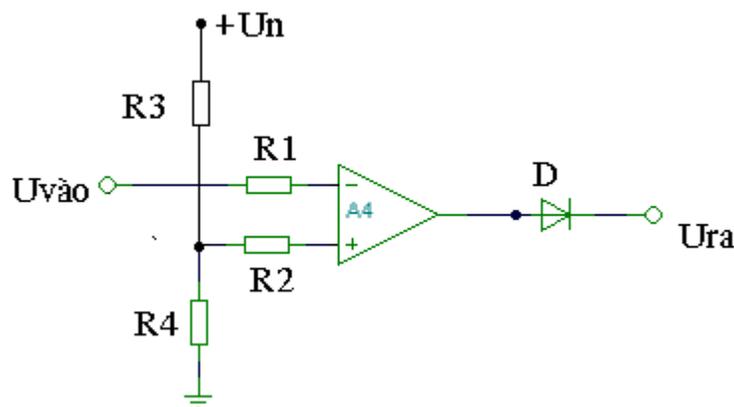
$t = 55 \text{ } 125^0C$ ;  $I_{ra} = 25 \text{ } mA$ ;  $E_n = 15 \text{ } V$ ;  $Z_{ra} = 60$  ;  $Z_{vào} = 300$   
 K ;

$$\frac{du}{dt} = 0,5.$$

D<sub>3</sub> : D-1001 có các thông số :

$$I = 1A ; U_{ng} = 200V ; U = 0,5V$$

5. Khâu so sánh:



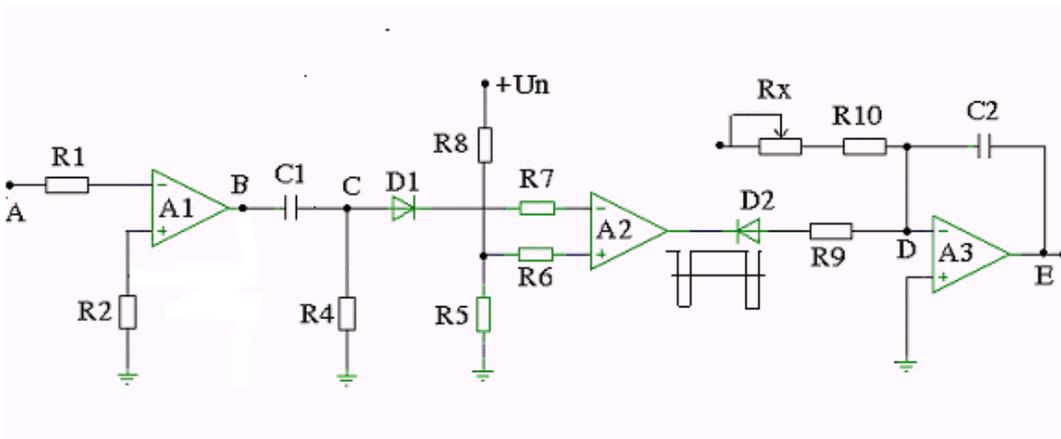
Điện áp vào:  $U_{\text{vào}}$  được đưa vào cổng âm khối A4 .

Khi  $|U_{\text{vào}} - U_p| = 0$  thì trigơ lật trạng thái và có đầu ra  $U_{\text{ra}}$  là chuỗi xung chữ nhật.

+Nếu  $(U_{\text{vào}} - U_p) > 0$  thì  $U_{\text{ra}} = -0,8 U_{\text{vào}}$

+Nếu  $(U_{\text{vào}} - U_p) < 0$  thì  $U_{\text{ra}} = 0,8 U_{\text{vào}}$

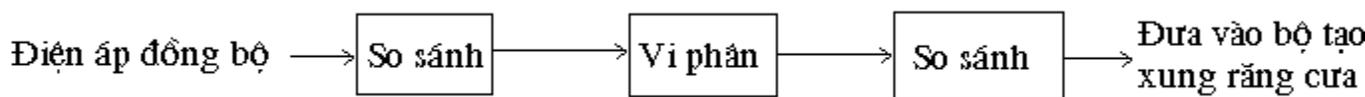
### 6. Khâu tạo điện áp chuẩn:



Khâu này với đầu vào là điện áp đồng bộ sẽ cho ở đầu ra là xung điện áp chuẩn ( có dạng như hình vẽ) để đưa vào đầu của mạch tạo xung răng cưa. Bởi vì, để tạo ra được xung răng cưa có dạng sau ,ta cần phải có thời gian nạp của tụ phải thật ngắn và thời gian phóng của tụ dài.

Hoạt động:

Khâu này gồm có hai khối so sánh kết hợp với một khối vi phân như hình vẽ:



Điện áp đồng bộ được so sánh với 0(V) sẽ tạo thành xung vuông . Sau đó

qua mạch vi phân áp ra có dạng như trên đồ thị sau đó sẽ qua bộ so sánh với  $U_{ref}$  để tạo được xung áp mong muốn đưa vào bộ tạo xung răng cưa.

### 7. Khâu tạo Độ rộng xung theo yêu cầu:

Mục đích:

Sau khi tạo được điện áp răng cưa và cho qua bộ so sánh để tạo được xung vuông cho việc điều khiển thyristor nhưng độ rộng xung quá lớn so với xung cần thiết để điều khiển thì ta phải dùng cách này để tạo được xung có độ rộng yêu cầu.

Hoạt động

Góc được tạo ra do sự tăng giảm điện áp điều khiển  $U_{dk}$  nên dải điều chỉnh rộng nhất của góc là  $0^\circ - 210^\circ$

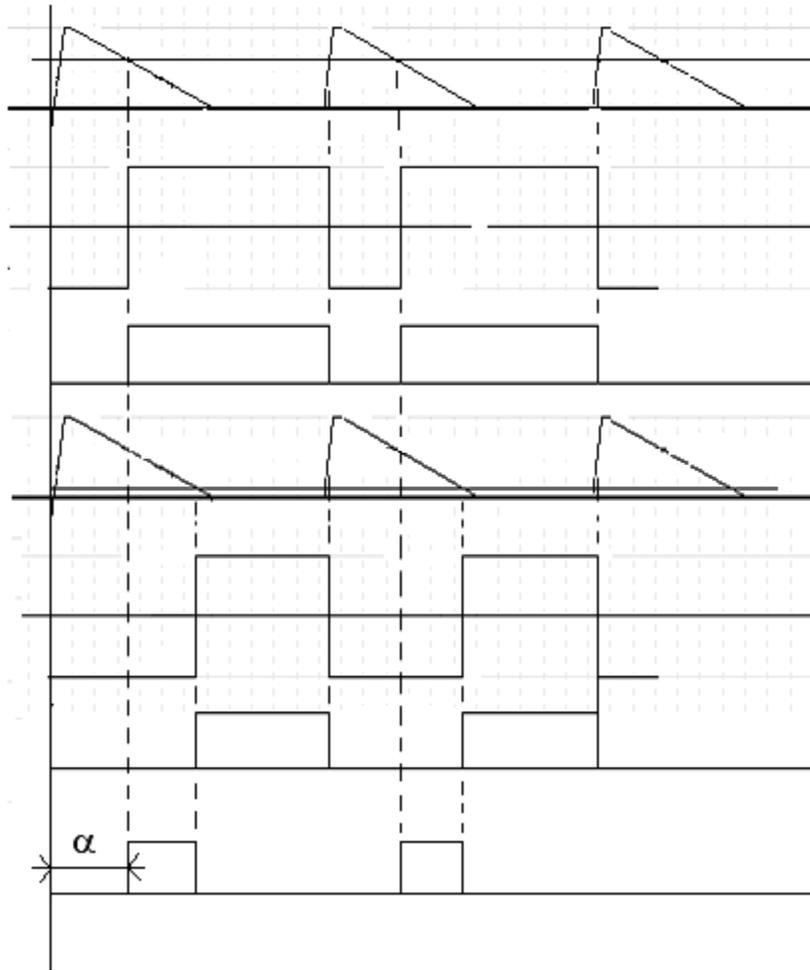
Giả sử ta có điện áp răng cưa như hình vẽ :

Sau khi so sánh ta có xung vuông dương rộng quá ta muốn điều chỉnh độ rộng để xung điều khiển chỉ rộng ở một mức nào đó thì ta làm như sau:

Cho  $U_{dk} = U_{dkmin}$  thì ta sẽ xác định được  $U_{dkmax}$  và ta cho  $U_{dk}$  và điện áp răng cưa qua bộ so sánh ta sẽ tách được phần xung cần cắt bỏ.

Tiếp đó ta sẽ cho phần xung điều khiển cần cắt bỏ và xung điều khiển có độ rộng trên qua một phần tử logic XOR thì ta sẽ có xung điều khiển với độ rộng yêu cầu.

Đồ thị quá trình:



Vậy ta đã tạo được xung có độ rộng đủ lớn để mở các thyristor.

### 8. Khâu phát xung cao tần:

#### a) Tác dụng

Tạo ra chùm xung có tần số rất cao (ở đây ta chọn tần số bằng 10 KHz). Chùm xung này được đưa vào cổng AND để tạo ra xung điều khiển

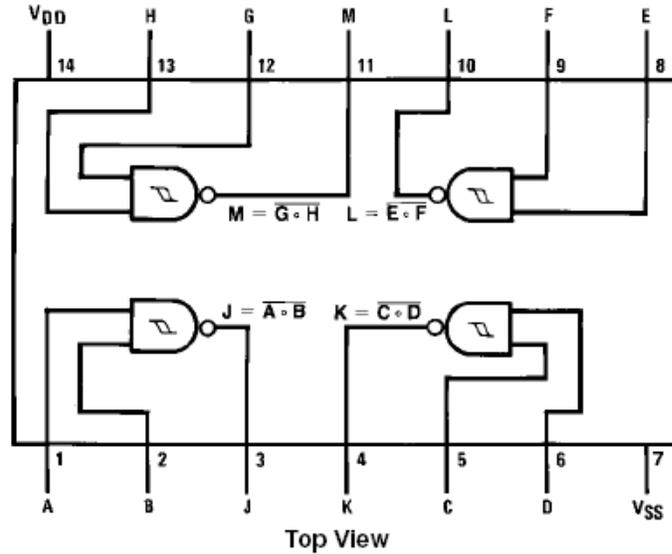
mở các Tiristor

Ta dùng vi mạch CD4093 của hãng FAIRCHILD với các thông số sau đây để có thể tạo được xung chùm có tần số khoảng 10kHz.

Tần số xung ra có thể được điều chỉnh nhờ thay đổi giá trị của R,C

b) Sơ đồ nối của CD4093:

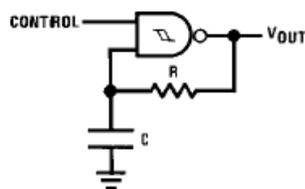
## Connection Diagram



Vì mạch này bao gồm 4 Trigơ Schmitt.

Ta dùng nó để tạo ra xung chữ nhật có tần số 10kHz. Mạch tạo xung đó như sau:

### Gated Oscillator



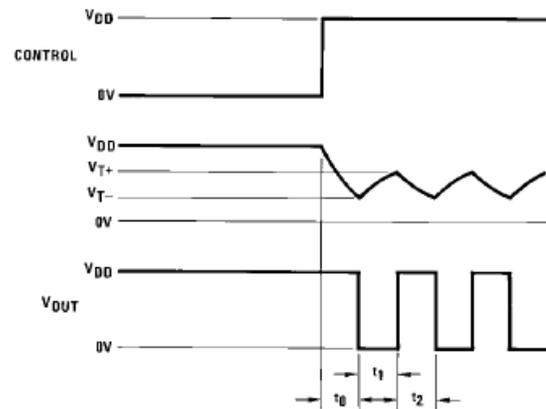
Assume  $t_1 + t_2 \gg t_{PHL} + t_{PLH}$  then:

$$t_0 = RC \ln [V_{DD}/V_{T-}]$$

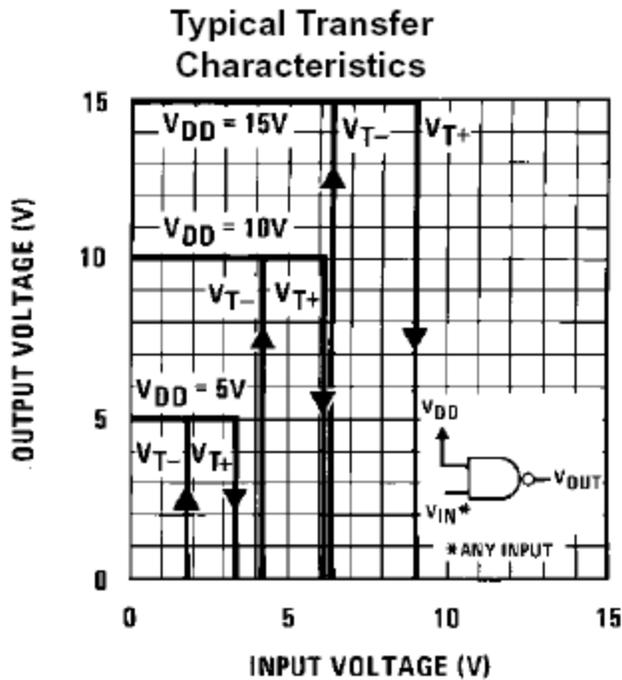
$$t_1 = RC \ln [(V_{DD} - V_{T-})/(V_{DD} - V_{T+})]$$

$$t_2 = RC \ln [V_{T+}/V_{T-}]$$

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2} = \frac{1}{RC \ln \frac{(V_{T+})(V_{DD} - V_{T-})}{(V_{T-})(V_{DD} - V_{T+})}}$$



Đồ thị quan hệ giữa  $V_{DD}$ ,  $V_{T+}$ ,  $V_{T-}$ :



Trong đó  $V_{T+}$ ,  $V_{T-}$  là hai ngưỡng lật của trigơ.

Theo đó tần số xung sẽ quyết định bởi tích R.C.

Tra bảng các thông số của CD4093 ta có  $V_{DD}=5V, V_{T+}=3.3V, V_{T-}=1.8V$

Ta sẽ đặt điện áp  $V_{DD}$  vào đầu điều khiển(CONTROL) của trigơ.

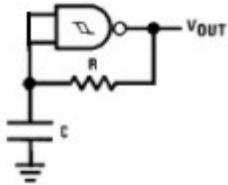
$$\text{Vậy } f = \frac{1}{t_1 + t_2} = \frac{1}{RC \ln \frac{(V_{T-})(V_{DD} - V_{T+})}{(V_{T+})(V_{DD} - V_{T-})}}$$

$$= \frac{1}{RC \ln \frac{(3.3)(5 - 1.8)}{(1.8)(5 - 3.3)}} = \frac{1}{R.C.1,238} = 10000\text{Hz}$$

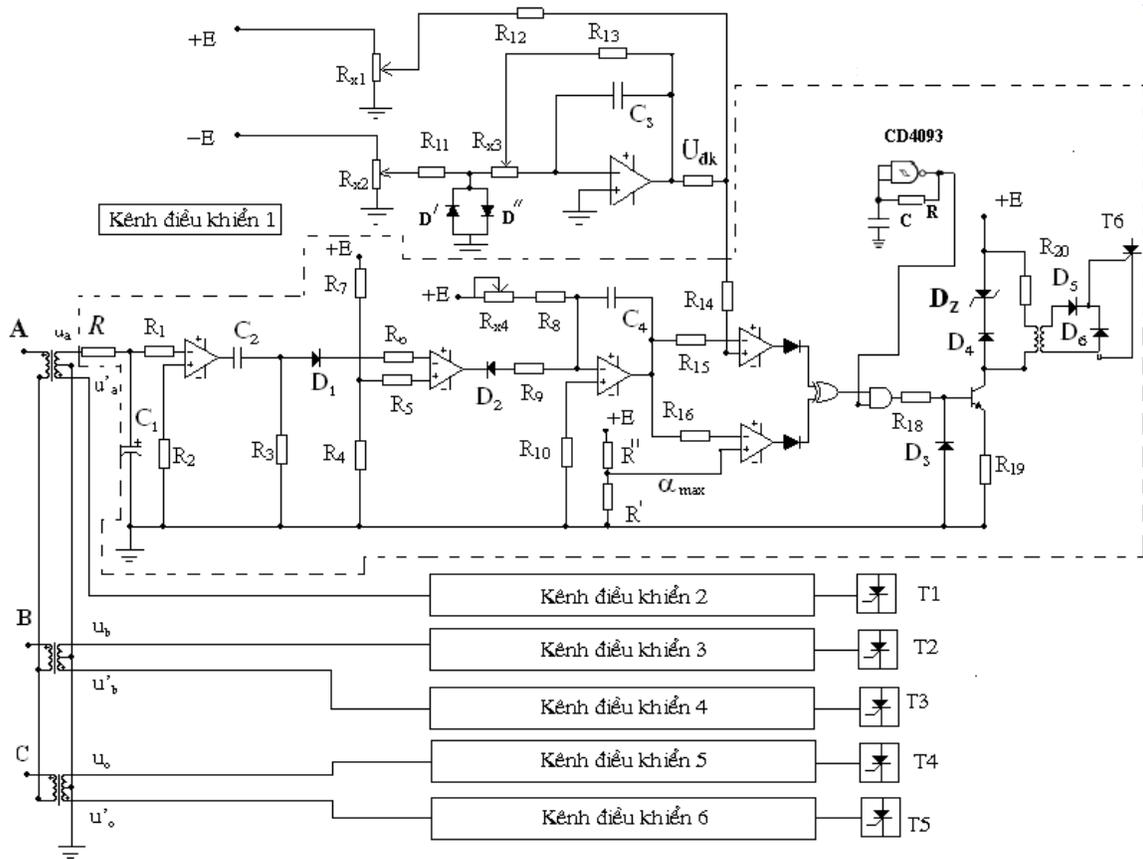
$$\text{Từ đó : } R.C = \frac{1}{10000.1,238} = 8,08.10^{-5}$$

Chọn  $R=100$  và  $C=0.808$  F.

\*Trong sơ đồ ta chấp hai đầu control và đầu còn lại như hình vẽ để tạo mạch dao động. Để mạch này dao động được thì ta phải cấp nguồn cho mạch vào chân  $V_{DD}$ ,  $V_{SS}$  và như vậy với các thông số thích hợp ta sẽ có mạch dao động tạo xung có tần số 10kHz.



Sơ đồ mạch điều khiển toàn hệ thống:



Phân tích hoạt động của sơ đồ hệ thống điều khiển cho bộ biến đổi xung áp xoay chiều ba pha nhằm mục đích hạn chế dòng khởi động lúc khởi động động cơ:

Sơ đồ bao gồm sáu kênh điều khiển, mỗi kênh điều khiển việc đóng mở một van nhất định tại những thời điểm thích hợp.

Nguồn điện áp lưới sau khi qua máy biến áp thì sẽ tạo được 6 điện áp hình sin đồng bộ lệch nhau một góc là  $60^\circ$ .

Hoạt động của một kênh như sau:

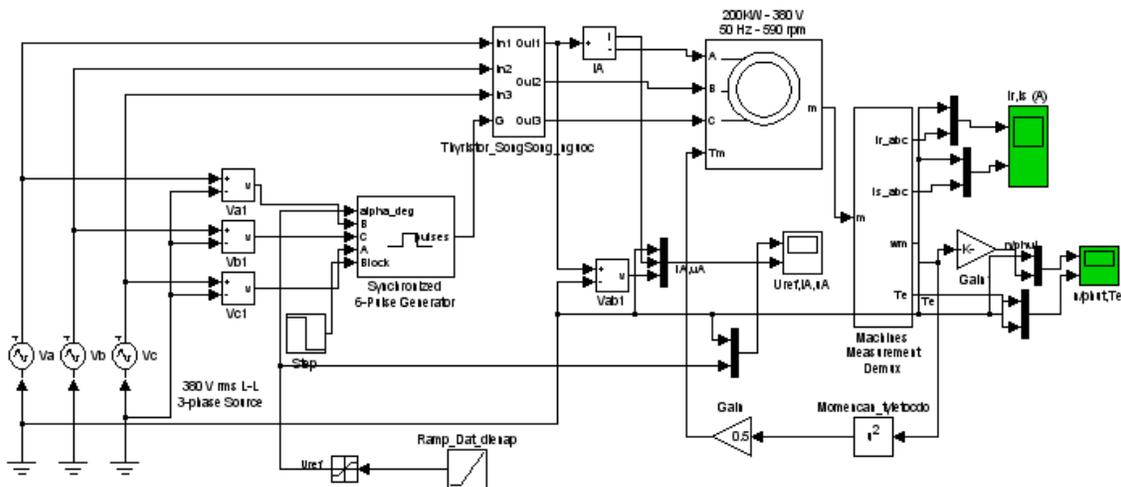
Kênh 1:

Điện áp đồng bộ được đưa qua bộ so sánh với điện áp 0V để tạo xung chữ nhật, tiếp đó được đưa qua bộ vi phân và một khâu so sánh để tạo dạng xung chữ nhật yêu cầu, xung chữ nhật này được đưa qua bộ tạo xung răng cưa, sau đó cho xung này đi qua bộ so sánh với điện áp bằng  $U_{dk}$  được cấp bởi bộ tạo điện áp điều khiển, ta có xung chữ nhật với góc mở

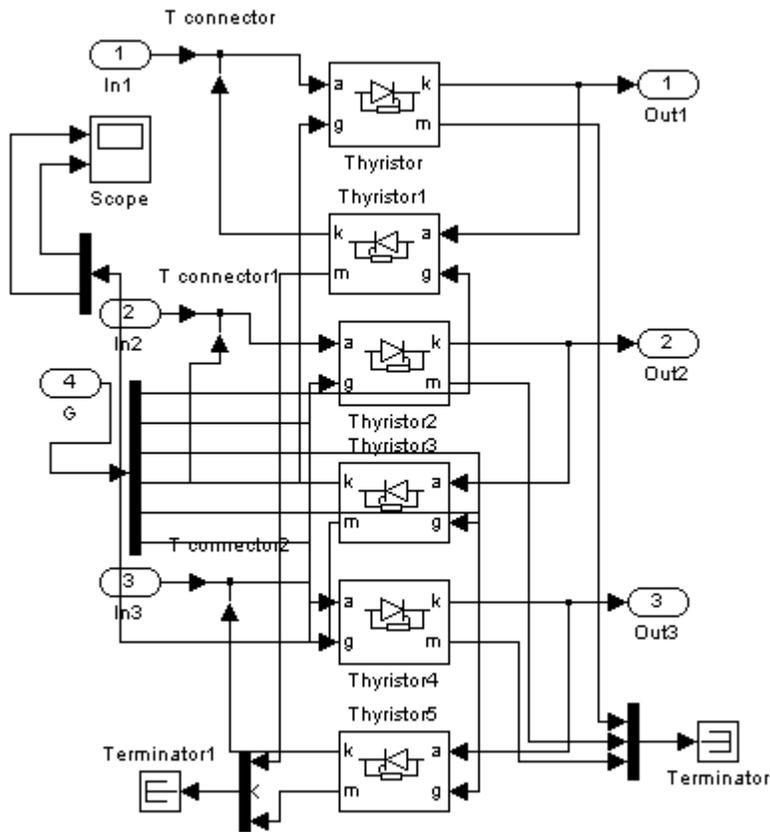
. Nhờ  $U_{dk}$  mà ta sẽ chỉnh được với độ lớn theo yêu cầu và góc mở này có thể điều chỉnh được nhờ điều chỉnh biến trở, cho qua một diot để lọc lấy phần dương của điện áp. Xung ra sẽ là xung chữ nhật có độ dài lớn mà ta chỉ cần xung có độ dài bằng  $210^\circ$ , do đó ta sẽ phải thực hiện cắt xung, điều đó được thực hiện dễ dàng nhờ việc ta cho  $U_{dk\min}$  để có  $\alpha_{\max}$  và ta lại cho xung chữ nhật ứng với  $\alpha_{\max}$  và xung chữ nhật vừa tạo cho qua một phần tử XOR và ta sẽ được xung chữ nhật có độ rộng theo yêu cầu. Cho qua cùng với xung chòm đến một phần tử AND. Xung này sau đó được đưa qua bộ khuếch đại và khâu biến áp xung để tạo xung có độ lớn theo yêu cầu để có thể mở được thyristor.

# CHƯƠNG 4. MÔ PHỎNG HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG BẰNG SIMULINK

1. Sơ đồ hệ thống:



## 2. Cấu trúc của khối thyristor song song ngược:



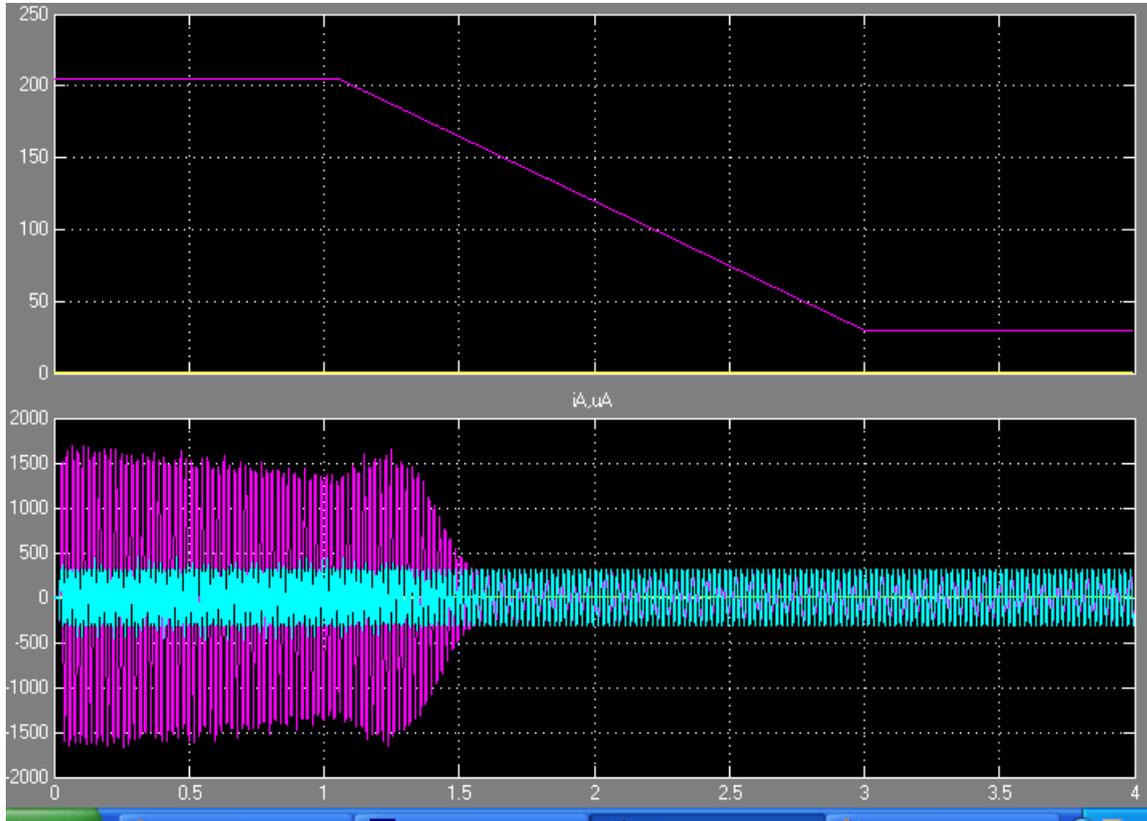
## 3. Kết quả mô phỏng:

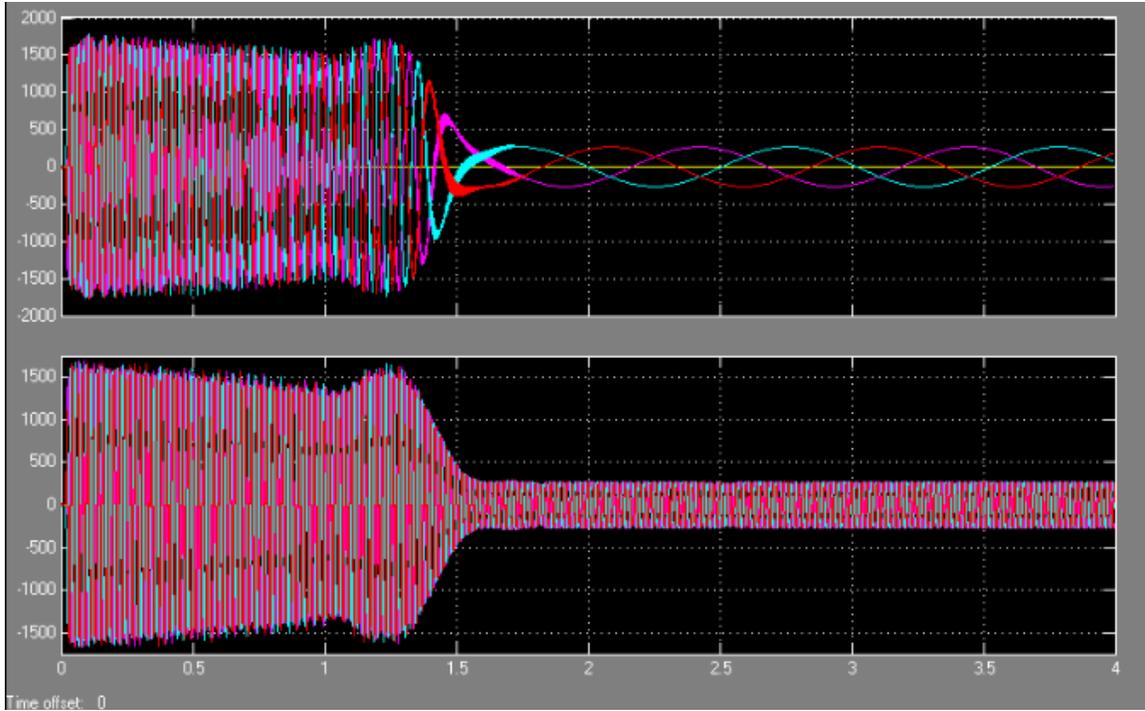
a. Đồ thị điện áp điều khiển và dòng điện pha A, điện áp pha A:

Đồ thị trên là góc điều khiển :

Dạng góc điều khiển như hình vẽ, lúc khởi động cho góc này tăng để giảm điện áp và do đó giảm dòng điện qua động cơ sau đó giảm góc này để tăng điện áp đặt vào pha A sau khi khởi động.

Đồ thị dưới bao gồm đồ thị dòng qua van và điện áp pha lúc khởi động và sau khởi động. Ta thấy khi khởi động dòng này tăng rất lớn nhưng nhờ điều chỉnh góc điều khiển mà ta đã hạn chế dòng qua van theo sự biến đổi của góc này. Và sau khi khởi động khi điện áp pha tăng trở lại thì dòng qua van đã giảm và ổn định dần.





PHỤ LỤC IC:  
CD4093BC

## KẾT LUẬN

Học kỳ vừa qua với sự giúp đỡ tận tình của thầy giáo TRẦN TRỌNG MINH và các thầy giáo trong bộ môn tự động hoá XNCN em đã cố gắng hoàn thành đồ án môn học điện tử công suất với đề tài “thiết kế bộ khởi động cho động cơ không đồng bộ ba pha”. Mặc dù lúc đầu còn

bỡ ngỡ ,nhưng được sự chỉ bảo tận tình của thầy giáo **TRẦN TRỌNG MINH**, em đã hoàn thành đồ án ,có thêm được nhiều kinh nghiệm quý báu trong thực tế , kiến thức về điện tử công suất và các môn học khác để sau này có đủ tự tin làm các đồ án khác ,giúp em:

- Hiểu được cấu tạo , nguyên lý hoạt động của bộ biến đổi xung áp xoay chiều ba pha và ứng dụng vào thực tế.

- Biết cách thiết kế và tính toán mạch lực.

- Biết cách thiết kế và tính toán mạch điều khiển.

Kết quả mô phỏng cho thấy mạch lực và mạch điều khiển hoạt động tốt đáp ứng được những yêu cầu thực tế đặt ra. Điều đó chứng tỏ tính đúng đắn của mạch đã thiết kế. Kết quả này có thể là cơ sở cho việc ứng dụng để thiết kế mạch trong thực tế.

Tuy nhiên, do thời gian có hạn và kiến thức của em còn hạn chế nên đồ án này không tránh khỏi những thiếu sót.

Em xin chân thành cảm ơn thầy giáo **TRẦN TRỌNG MINH** đã tận tình hướng dẫn , giúp đỡ em trong suốt thời gian làm đồ án để em hoàn thành đồ án này.

Hà Nội Ngày 14 tháng 12 năm 2003

Sinh viên thực hiện :PHẠM VIỆT HỒNG

