

Tìm kiếm & download ebook: bookilook.com

Best ebook search engine: bookilook.com



LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay cùng với việc phát triển mạnh mẽ các ứng dụng của khoa học kỹ thuật trong công nghiệp, đặc biệt là trong công nghiệp điện tử thì các thiết bị điện tử có công suất lớn cũng được chế tạo ngày càng nhiều. Và đặc biệt các ứng dụng của nó vào các ngành kinh tế quốc dân và đời sống hàng ngày đã và đang được phát triển hết sức mạnh mẽ.

Tuy nhiên để đáp ứng được nhu cầu ngày càng nhiều và phức tạp của công nghiệp thì ngành điện tử công suất luôn phải nghiên cứu để tìm ra giải pháp tối ưu nhất. Đặc biệt với chủ trương công nghiệp hoá - hiện đại hoá của Nhà nước, các nhà máy, xí nghiệp cần phải thay đổi, nâng cao để đưa công nghệ tự động điều khiển vào trong sản xuất. Do đó đòi hỏi phải có thiết bị và phương pháp điều khiển an toàn, chính xác. Đó là nhiệm vụ của ngành điện tử công suất cần phải giải quyết.

Để giải quyết được vấn đề này thì Nhà nước ta cần phải có đội ngũ thiết kế đông đảo và tài năng. Sinh viên ngành TĐH tương lai không xa sẽ đứng trong độ ngũ này, do đó mà cần phải tự trang bị cho mình có một trình độ và tầm hiểu biết sâu rộng. Chính vì vậy đồ án môn học điện tử công suất là một yêu cầu cấp thiết cho mỗi sinh viên TĐH. Nó là bài kiểm tra khảo sát kiến thức tổng hợp của mỗi sinh viên, và cũng là điều kiện để cho sinh viên ngành TĐH tự tìm hiểu và nghiên cứu kiến thức về điện tử công suất. Mặc dù vậy, với sinh viên năm thứ ba còn đang ngồi trong ghế nhà trường thì kinh nghiệm thực tế còn chưa có nhiều, do đó cần phải có sự hướng dẫn giúp đỡ của thầy giáo. Qua đây cho em được gửi lời cảm ơn tới thầy Trần Trọng Minh đã tận tình chỉ dẫn, giúp em hoàn thành tốt đồ án môn học này.

Đồ án này hoàn thành không những giúp em có được thêm nhiều kiến thức hơn về môn học mà còn giúp em được tiếp xúc với một phương pháp làm việc mới chủ động hơn, linh hoạt hơn và đặc biệt là sự quan trọng của phương pháp làm việc theo nhóm. Quá trình thực hiện đồ án là một thời gian thực sự bổ ích cho bản thân em về nhiều mặt.

Hà nội , ngày 15 tháng 5 năm 2004

Sinh viên

Nhóm 6

ĐỒ ÁN ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

ĐỀ TÀI 6:

THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN CHO HỆ THỐNG LỌC BỤI TĨNH ĐIỆN.

MẠCH ĐẢM BẢO YÊU CẦU SAU:

Mạch tự động tăng dần điện áp phía cao áp cho đến khi xảy ra phóng điện trong ngăn tách bụi thì tự động chuyển sang chế độ chống ngắn mạch ,sau đó lại dần phục hồi điện áp cao áp . Điều chỉnh được tốc độ tăng điện áp

Các tham số yêu cầu :

Phương án	điện áp lưới (V-AC)	Cao áp lọc (KV-DC)	Dòng làm việc (A-DC)
2	400	75	2

Yêu cầu thiết kế đồ án :

1. Giới thiệu chung về chủng loại thiết bị được giao nhiệm vụ thiết kế
2. Đề xuất các phương án tổng thể , phân tích ưu nhược điểm của từng phương án , để đi đến phương án chọn lựa phù hợp để thiết kế mạch lực và mạch điều khiển
3. Thuyết minh sự hoạt động của sơ đồ kèm theo hình vẽ minh hoạ
4. Tính toán mạch lực
5. Tính toán mạch điều khiển
6. Kết luận
7. Tài liệu tham khảo

CHƯƠNG I

GIỚI THIỆU CHUNG VỀ CÔNG NGHỆ LỌC BỤI

I. Giới thiệu chung về công nghệ lọc bụi.

Nền kinh tế ngày càng phát triển không ngừng dần đáp ứng được nhu cầu của con người về vật chất và văn hoá nhưng mặt trái của nó là kéo theo tình trạng ô nhiễm môi trường ngày càng trầm trọng. Ở Việt Nam tại những vùng tập trung nhiều công nghiệp tình trạng khói bụi, khí độc hại thải ra môi trường gây ô nhiễm là rất đáng lo ngại. Do đó việc trang bị các hệ thống xử lý bụi cho các nhà máy xí nghiệp là thực sự cần thiết và có vai trò ngày càng quan trọng.

Khi thiết kế hệ thống lọc bụi vấn đề đặt ra đối với các nhà máy là chọn hệ thống lọc bụi nào cho phù hợp với nhà máy của mình trong số rất nhiều phương pháp lọc bụi hiện nay. Các phương pháp lọc bụi thường được sử dụng hiện nay là:

1. Lọc bụi sử dụng buồng lắng bụi.
2. Lọc bụi kiểu li tâm-xiclon
3. Lọc bụi kiểu quán tính
4. Lọc bụi bằng lưới lọc vải, thép, giấy,...
5. Lọc bụi tĩnh điện

Trong đó phương pháp lọc tĩnh điện là phương pháp tương đối hiệu quả đối với các nhà máy công nghiệp có một lượng bụi lớn như nhà máy xi măng, nhà máy phân bón luyện kim, nghiền đá, công nghiệp gốm...v.v.. Nó có các ưu điểm cơ bản như hiệu suất thu bụi cao, chi phí năng lượng thấp, có thể làm việc với áp suất chân không hoặc áp suất cao, và đặc biệt là có thể điều khiển và tự động hoá hoàn toàn.

II. Phân tích nguyên lý làm việc và yêu cầu công nghệ thiết bị lọc bụi tĩnh điện:

Khí thải cần lọc bụi được thổi qua một hệ thống hai điện cực. Giữa hai điện cực này được thiết lập một điện thế một chiều tương đối cao nên cường độ điện trường do chúng gây ra có giá trị lớn dẫn đến các hạt bụi sẽ bị ion hoá mãnh liệt. Dưới tác dụng của lực điện trường giữa hai bản cực, các ion bị hút về phía bản cực trái dấu: ion âm về cực dương, ion dương về cực âm. Cực dương của thiết bị lọc bụi thường được nối đất. Các hạt bụi sau khi dịch chuyển về các điện cực sẽ

lắng lại trên bề mặt điện cực. Theo mức độ tích tụ bụi trên bề mặt điện cực, người ta định kỳ rung lắc điện cực, hoặc xối nước rửa điện cực để loại bỏ bụi.

Áp dụng nguyên lý cơ bản này ta sẽ thiết kế một mạch điều khiển cho hai bản cực đáp ứng các yêu cầu đặt ra.

Với công nghệ lọc bụi này khi thiết kế ta gặp phải một số vấn đề sau:

- Thứ nhất là điện áp trên cao áp lọc rất cao, vào cỡ 70KV đến 100KV. Với điện áp cao này ta sẽ rất khó chọn van, có thể phải và giá thành của hệ thống sẽ cao.

- Thứ hai là trong quá trình lọc do lượng khí giữa hai bản cực khi ion hoá tạo thành dòng điện nên hệ thống rất hay bị ngắn mạch. Vì vậy ta phải thiết kế một hệ thống chống ngắn mạch và tự động đóng mạch vào điện áp làm việc sau khi kết thúc phóng điện. Điện áp của thiết bị lọc bụi phải được tăng dần ổn định để đảm bảo cho lượng bụi được hút ổn định và để tránh sự phóng điện không kiểm soát được giữa các bản cực.

CHƯƠNG II

LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN

I. Về sơ đồ chỉnh lưu:

Ta phải lựa chọn một trong các bộ chỉnh lưu có điều khiển sau : 1 pha nửa chu kỳ, hình tia (1 pha và 3 pha), hình cầu (1 pha và 3 pha). Do chỉnh lưu cầu có ưu điểm hơn các mạch chỉnh khác về hệ số sử dụng máy biến áp và điện áp ngược đặt lên van - rất phù hợp với đặc điểm của tải là điện áp cao và dòng tải nhỏ nên chỉnh lưu cầu được chọn. Chỉnh lưu cầu 3 pha có ưu điểm hơn về hệ số sử dụng máy biến áp và chất lượng điện áp 1 chiều đầu ra nhưng để đơn giản hoá vấn đề điều khiển và xét đến giá thành của hệ thống ta chọn sơ đồ cầu 1 pha có điều khiển.

Tuy nhiên vì điện áp đầu ra rất cao nên việc thoả mãn được điện áp ngược đặt lên van là một vấn đề quan trọng cần giải quyết. Ta xem xét đến hai phương án mạch lực sau:

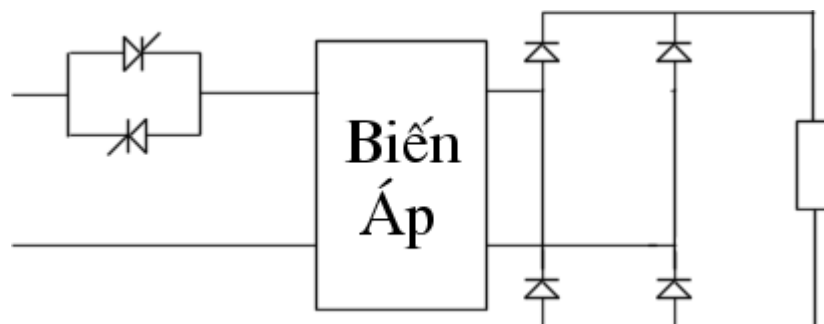
- Phương án 1:

Dùng một bộ chỉnh lưu cầu 1 pha không điều chỉnh được đó là bộ chỉnh lưu dùng các điốt sau máy biến áp và một bộ điều áp xoay chiều trước máy biến áp

- Phương án 2:

Dùng một bộ chỉnh lưu cầu 1 pha có thể điều chỉnh được góc mở dùng các thyristor đặt sau máy biến áp.

Phương án I: Sử dụng mạch điều áp bằng thyristor trước máy biến áp :



- Điện áp ngược đặt lên mỗi thyristor là: $U_{ng\max} = U_1 = 400(V)$

Như vậy là điện áp đặt lên mỗi thyristor là tương đối nhỏ chính vì vậy rất dễ cho việc chọn van và điều khiển và bảo vệ van, không chỉ vậy còn giảm được vốn đầu tư cho thiết kế hệ thống.

- Ta tính dòng chảy qua mỗi thyristor:

Ta thiết kế hệ thống với lượng dự trữ 10% về công suất, tức công suất dự trữ là $P_{\max}=167 \text{ KW}$ và công suất làm việc là $P_{\max}=150 \text{ KW}$

Ta chọn điện áp tối đa trên tải là $U_d=78 \text{ kV}$ và dòng điện sẽ là $I_d=2,1 \text{ (A)}$

Ta có $I_2 = I_d = 2,1 \text{ (A)}$

Giả sử sụt áp trên điện trở và điện kháng là 5%, trên diốt là 120V

Điện áp chỉnh lưu không tải là:

$$\begin{aligned} U_d &= 78.10^3.(1+5\%)+120 \\ &= 82020 \text{ (V)} = 82,02 \text{ (KV)} \end{aligned}$$

Điện áp pha thứ cấp MBA:

$$U_2 = 1,1.82,02=91,04 \text{ (KV)}$$

Điện áp pha sơ cấp MBA:

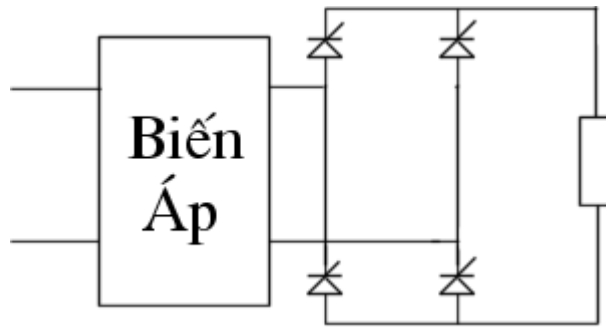
$$U_1 = 400 \text{ (V)}$$

$$\text{Tính hệ số biến áp } m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{91040}{400} \approx 228$$

$$\Rightarrow I_1 = m.I_2 = 228.2,1 = 478,8 \text{ (A)}$$

Ta thấy rằng dòng điện chảy qua thyristor là rất lớn và đây là nhược điểm của phương pháp này nhưng không phải là nhược điểm lớn, có thể vẫn chọn được van phù hợp.

Phương án II: Sử dụng mạch chỉnh lưu bằng thyristor sau máy biến áp:



- Dòng điện chảy qua các thyristor là :

$I_{tb} = I_d / 2 = 2,1 / 2 = 1,05 (A)$ dòng điện này là rất nhỏ nên rất dễ chọn van theo điều kiện dòng điện. Và so với phương án 1 thì số lượng van ít hơn.

Ưu điểm thứ hai của phương án là chỉ có một bộ chỉnh lưu mà không dùng đến hai bộ

- Điện áp ngược đặt lên mỗi thyristor là

$U_{ngmax} = 1,41 \cdot U_2 = 1,41 \cdot 91040 = 128,366 (KV)$ đây là điện áp rất lớn nên rất khó chọn van, điều khiển và bảo vệ van . Nếu mắc nối tiếp các van thì gây khó khăn cho việc điều khiển.

Từ những ưu nhược điểm của hai phương án trên ta thấy phương án thứ nhất là tốt và khả quan hơn cả . Như vậy ta chọn phương án thứ nhất để thiết kế mạch lực cho hệ thống.

II. Về mạch điều khiển:

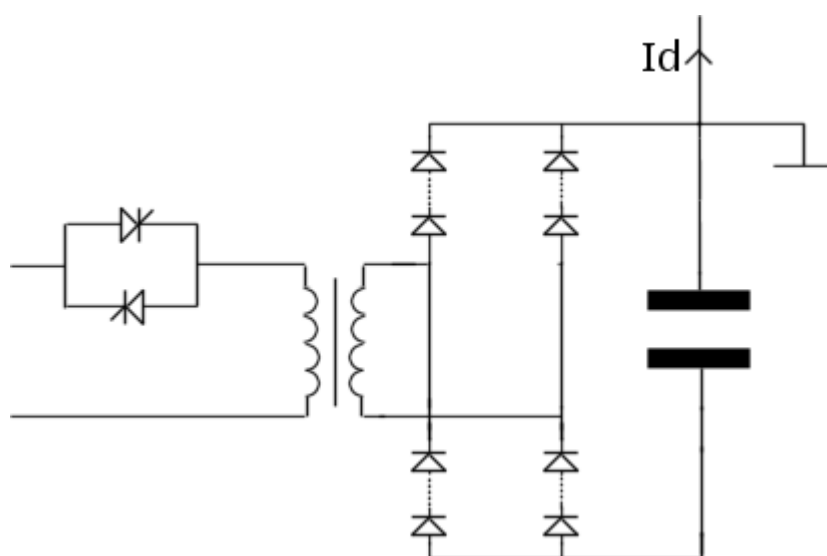
Mạch điện thiết kế hoạt động ở điện áp cao và công suất lớn nên các thiết bị trong mạch điều khiển phải hoạt động tin cậy và có công suất tổn hao nhỏ. Trước yêu cầu đó việc sử dụng các IC tích hợp các chức năng khác nhau với kết cấu nhỏ gọn , tiêu hao công suất bé là 1 lựa chọn tối ưu.

CHƯƠNG III

THUYẾT MINH NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG

I. Mạch lực:

Với sơ đồ mạch lực được thiết kế như hình vẽ:

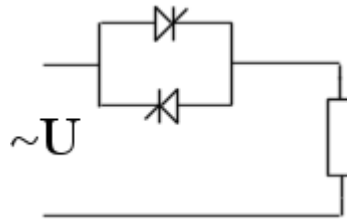


Hoạt động:

Điện áp lưới có $U=400\text{ V}$ được đưa vào mạch điều áp xoay chiều một pha dùng một cặp thyristor nối song song ngược. Điện áp sau khi qua mạch điều áp xoay chiều một pha thì có điện áp không sin nhưng vẫn đối xứng, sau đó được đưa vào máy biến áp để nâng điện áp lên hàng chục kV. Sau MBA điện áp được đưa vào chỉnh lưu cầu ba pha, sau đó đưa ra cao áp lọc. Cụ thể sự hoạt động của các khâu như sau:

1. Bộ điều áp xoay chiều ba pha :

a) Sơ đồ:



b) Nhiệm vụ:

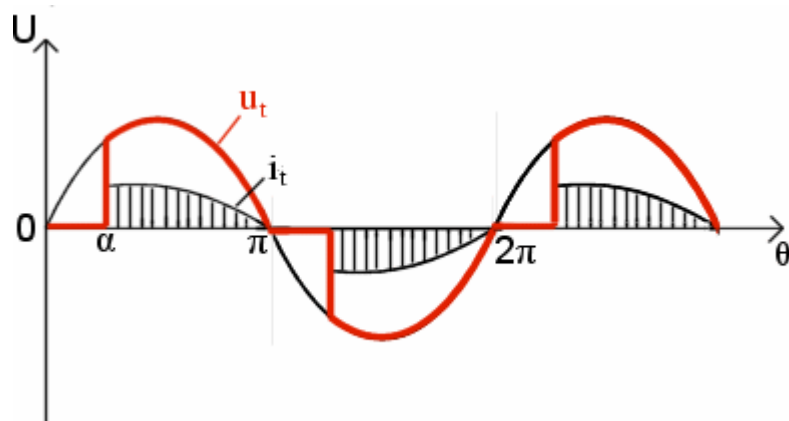
Điều khiển điện áp hiệu dụng để đưa vào sơ cấp máy biến áp. Khoảng điện áp đưa vào sơ cấp có thể điều chỉnh nằm trong khoảng từ 0V->440V. Nhờ có khâu này mà có thể điều chỉnh tự động được hệ thống.

c) Hoạt động:

Các thyristor được điều khiển với góc điều khiển là α . Điện áp đưa vào là điện áp hình sin có $U = 400(V)$. Sau khi qua bộ XAAC sẽ được giảm xuống mức cần thiết để điều chỉnh ổn định điện áp làm việc.

Dạng điện áp ra của bộ điều áp phụ thuộc vào tải của nó và góc mở thyristor.

- **Xét tải thuần trở:**



- Khi $\alpha < \theta < \pi$: T1 mở, T2 khoá

$$U_t = U_{xc}$$

- Khi $\pi < \theta < \pi + \alpha$: T1 đóng, T2 chưa mở được do chưa nhận được xung điều khiển nên T2 vẫn khoá.

$$U_t = 0$$

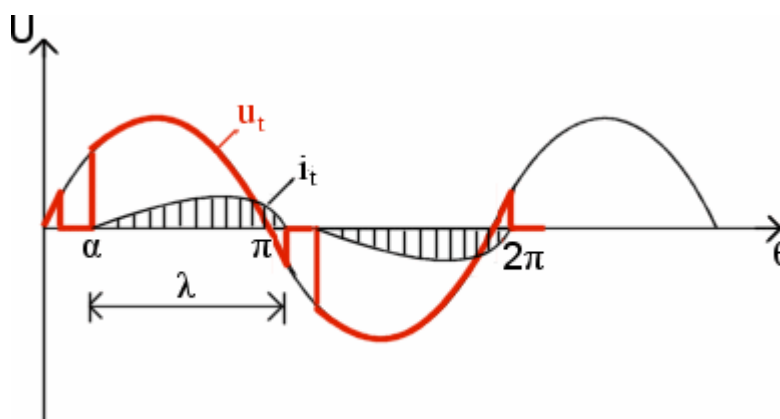
- Khi $\pi + \alpha < \theta < 2\pi$: T1 khoá, T2 mở

$$U_t = U_{xc}$$

Điện áp hiệu dụng trên tải sẽ là:

$$U_1 = U \sqrt{\frac{2(\pi - \alpha) + \sin 2\alpha}{2\pi}}$$

• Xét tải trở cảm:



Khi góc điều khiển $\alpha \leq \varphi$ dòng tải i là liên tục và không phụ thuộc góc điều khiển α . Điều này đúng nếu xung điều khiển là xung rộng.

Nếu xung điều khiển là xung hẹp dòng điện trong một nửa chu kỳ sẽ kéo dài quá thời điểm $\pi + \alpha$. Do đó khi V2 nhận được tín hiệu điều khiển tại $\pi + \alpha$ thì V2 chưa thể mở ra được. Điều này dẫn đến điện áp ra trên tải chỉ có trong một nửa chu kỳ và dòng có dạng đập mạch một chiều.

Với góc điều khiển $\alpha > \varphi$ dòng i sẽ có dạng gián đoạn và luôn bắt đầu từ 0 tại $\theta = \alpha$.

Dòng tải sẽ tuân theo quy luật:

$$i = \frac{U^m}{Z} \left[\sin(\theta - \varphi) - e^{-\frac{\theta - \alpha}{Q}} \sin(\alpha - \varphi) \right]$$

Điện áp hiệu dụng trên tải:

$$U_{hdt} = U \sqrt{\frac{2\lambda + \sin 2\alpha - \sin(2\alpha + 2\lambda)}{2\pi}}$$

với λ được xác định từ phương trình:

$$\sin(\alpha + \lambda - \varphi) - e^{-\frac{\lambda}{Q}} \sin(\alpha - \varphi) = 0$$

Trong đó : $\varphi = \arctg \frac{X_L}{R}$

$$Q = \frac{X_L}{R}$$

2. Máy biến áp lực:

a) Nhiệm vụ:

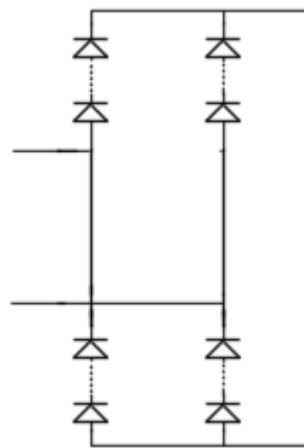
Nâng điện áp lưới $U_p=380V$ lên điện áp hàng chục kV để đáp ứng yêu cầu điện áp cao của công nghệ của lọc bụi tĩnh điện .

b) Hoạt động:

Sau khi qua bộ điều áp thì điện áp đưa vào biến áp thường không sin, nhưng theo phân tích ở trên thì điện áp là đối xứng, có thể tách thành các thành phần bậc 1 và bậc cao, trong đó không có thành phần một chiều. Do vậy các thành phần xoay chiều của điện áp sơ cấp MBA (hay điện áp hiệu dụng sơ cấp) vẫn được khuếch đại qua MBA: $U_2=m.U_1$ với m là tỉ số biến đổi của MBA.

3. Bộ chỉnh lưu :

a) Sơ đồ:



b) Nhiệm vụ:

Biến điện áp xoay chiều sau MBA lực thành điện áp một chiều có độ nhấp nhô thấp để đưa ra cao áp lọc.

Quan hệ giữa điện áp sau chỉnh lưu U_d , dòng I_d và điện áp thứ cấp U_2 , dòng thứ cấp I_2 của MBA là:

$$U_2 = 1,11U_d$$

$$I_2 = 0,58I_d$$

Do điện áp đặt lên mỗi điốt D là rất lớn ,theo tính toán $U_{nmax} = 75 \text{ KV}$. Vì vậy cần nối tiếp các điốt để sao cho điện áp đặt lên các điốt không vượt quá U_{nmax} của mỗi điốt

4. Cao áp lọc:

Tải này mang tính chất là tải điện trở có giá trị phụ thuộc vào điện áp giữa hai cực của cao áp lọc và dòng điện qua tải hay phụ thuộc vào lượng khí bụi chảy qua cao áp lọc và hiệu quả làm việc của hệ thống.

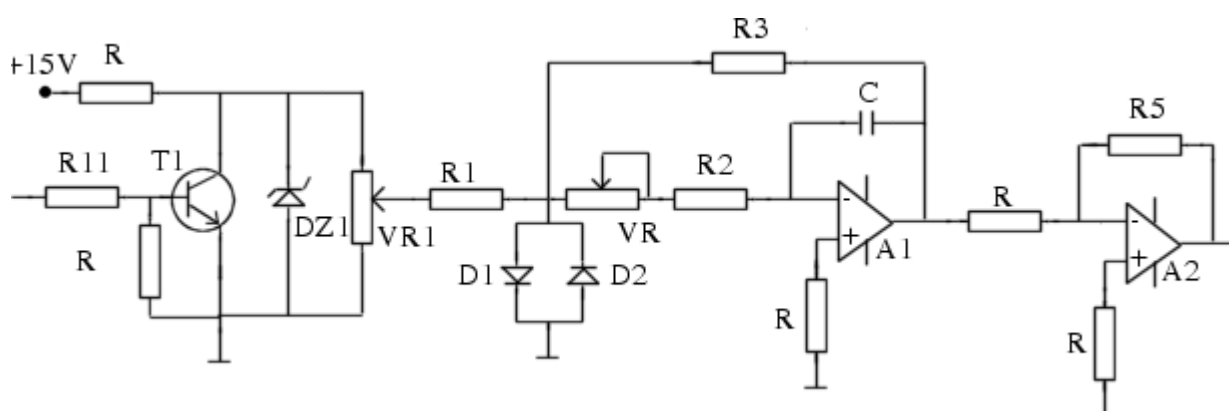
II. Mạch điều khiển

1. Mạch tạo tín hiệu điều khiển:

a) Nhiệm vụ:

Tạo ra tín hiệu U_{dk} tăng dần đến giá trị E nào đó (tốc độ tăng có thể thay đổi được) để đưa vào chân số 11 của phân tử TCA785 so sánh với xung răng cưa tạo ra xung điều khiển ở chân 14, 15 của phân tử TCA785 với góc α thay đổi nhỏ dần.

b) Sơ đồ nguyên lý:



Khi tín hiệu phản hồi logic đưa vào R11 là 0 (không có tín hiệu) thì transistor T1 khoá ở A có điện áp U_A bằng điện áp ổn định ở trên Zener Dz1. Tụ C được nạp điện.

Phương trình nạp điện cho tụ:

$$U_C = \frac{-1}{(VR + R_2)C} \int U_A dt + U_C(0)$$

Do $U_A = \text{const}$ nên tụ C được nạp tuyến tính. Khi điện áp trên tụ đạt đến $-U_A$, chọn $R_1 = R_3$ nên điện áp đó được duy trì ở $-U_A$.

Thời gian tụ C nạp đến $-U_A$ phụ thuộc vào V_R , R_2 , C nên có thể điều khiển được thông qua biến trở V_R .

Điện áp ra ở UB âm qua A2 được đảo thành dương. Vậy ta phải chọn $R_4 = R_5$ để giá trị UD bằng giá trị UB nhưng ngược chiều.

2. Mạch tạo xung điều khiển thyristor:

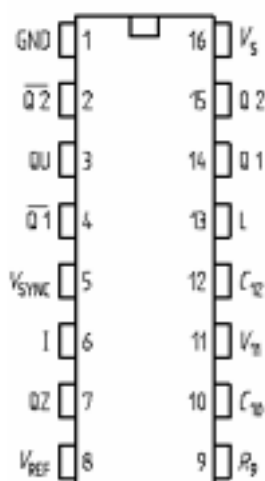
a) Nhiệm vụ:

Tạo ra xung điều khiển mở thyristor với góc mở α giảm dần để tăng dần điện áp tải đến điện áp phóng điện.

b) Sơ đồ nguyên lý:

Sử dụng vi mạch chuyên dụng TCA785:

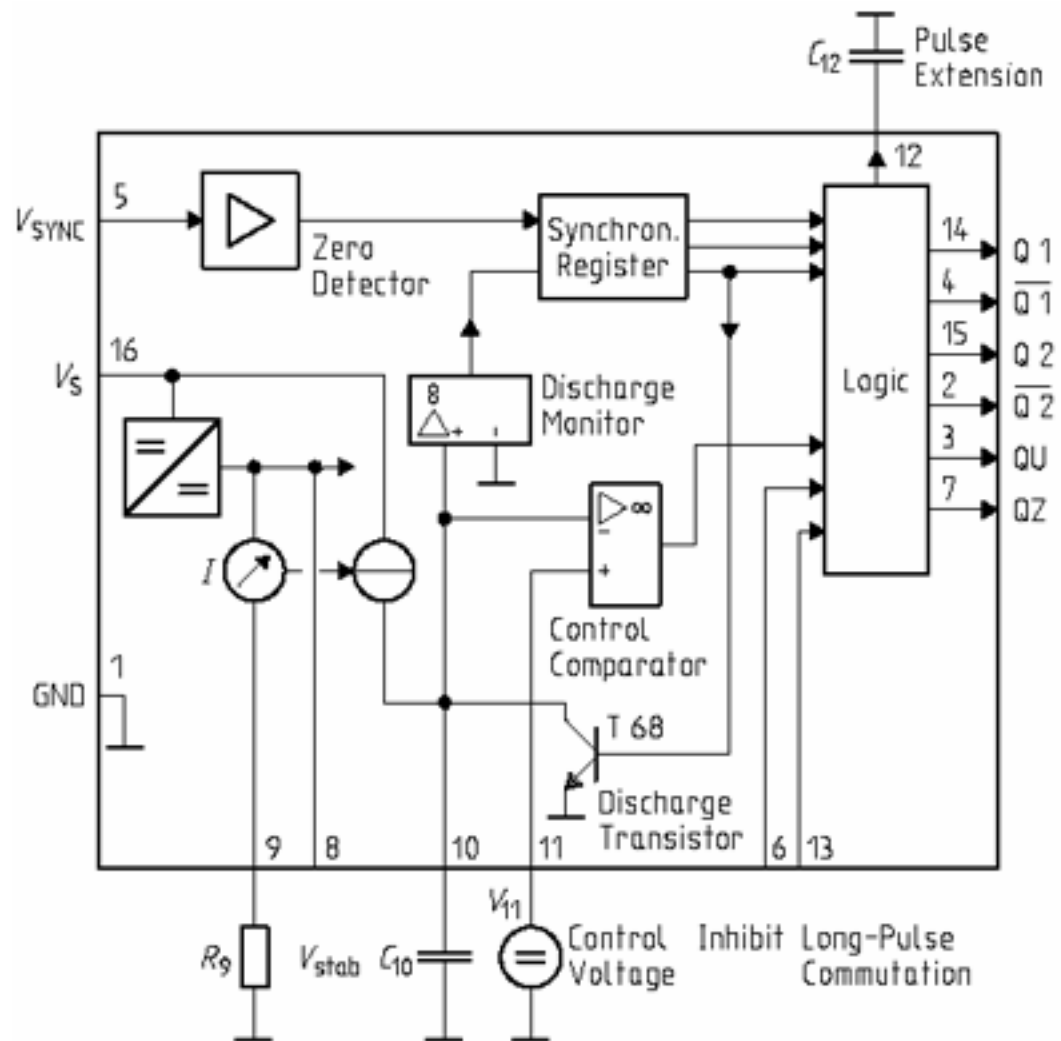
Sơ đồ chân:



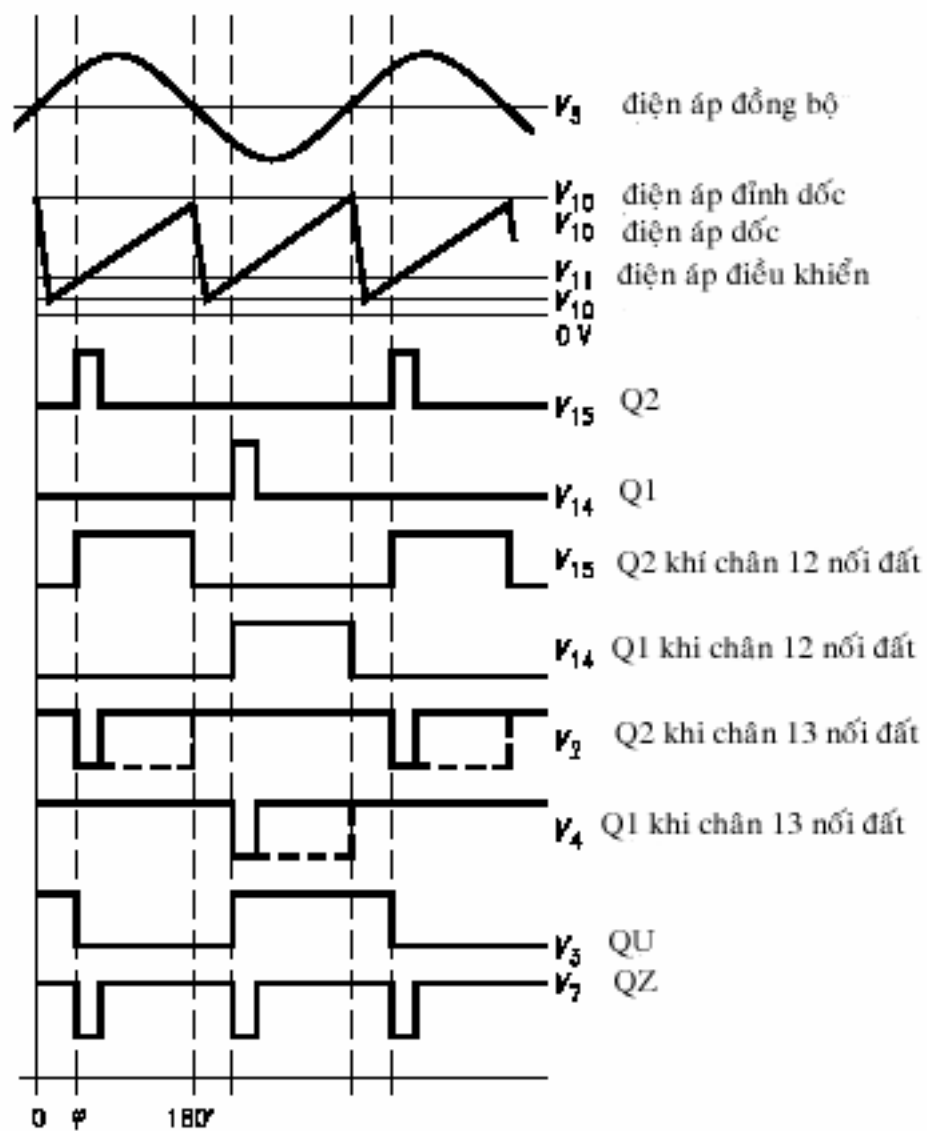
Chân số	Ký hiệu	Chức năng
---------	---------	-----------

1	OS	Chân nối đất
2	Q2	Đầu ra 2 đảo
3	QU	Đầu ra U
4	Q1	Đầu ra 1 đảo
5	VSYNC	Điện áp đồng bộ
6	I	Tín hiệu cấm
7	QZ	Đầu ra Z
8	V_{REF}	Điện áp chuẩn
9	RP	Điện trở mạch răng cưa
10	C10	Tụ tạo mạch răng cưa
11	V11	Điện áp điều khiển
12	C12	Tụ tạo độ rộng xung
13	L	Tín hiệu điều khiển xung ngắn xung rộng
14	Q1	Đầu ra 1
15	Q2	Đầu ra 2
16	V_s	Điện áp nguồn nuôi

Sơ đồ cấu tạo



Dạng đồ thị điện áp tại các chân:



Thông số kỹ thuật:

Thông số	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị tiêu biểu $f=50\text{HZ}$, $V_s=15\text{V}$	Giá trị lớn nhất	Đơn vị
Dòng tiêu thụ I_S	4,5	6,5	10	mA
Điện áp vào điều khiển chân 11				
Khoảng điện áp V_{11}	0,2		$V_{10\text{max}}$	V
Trở kháng vào		15		$k\Omega$
Mạch tạo răng cưa				
Dòng nạp tụ I_{10}	10		1000	μA
Biên độ của răng cưa V_{10}			V_s-2	V
Điện trở mạch nạp R_9	3		300	$k\Omega$
Thời gian sườn ngắn của xung răng cưa tp		80		μS
Tín hiệu cấm vào chân 6				
Cấm V_{6L}		3,3	2,5	
Cho phép V_{6H}	4	3,3		
Độ rộng xung ra, chân 13				
Xung hẹp V_{13H}	3,5	2,5		
Xung rộng V_{13L}		2,5	2	

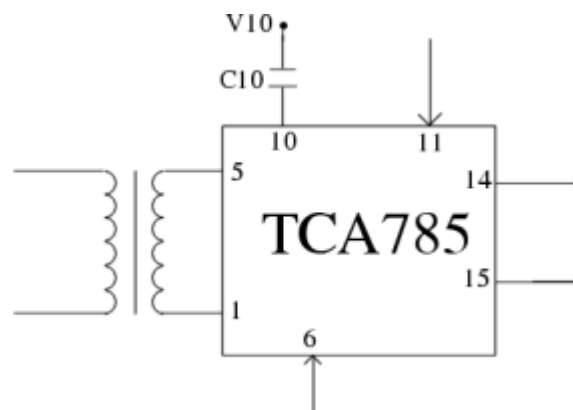
Xung ra, chân 14, 15				
Điện áp ra mức cao V14/15H -IQ = 250 mA	Vs - 3	Vs - 2,5	Vs - 1,0	V
Điện áp ra mức thấp V14/15 IQ = 2mA	0,3	0,8	2	V
Độ rộng xung hẹp tp	20	30	40	μS
Độ rộng xung rộng tp	530	620	760	μS/nF
Điện áp điều khiển				
Điện áp chuẩn Vref	2,8	3,1	3,4	V
Góc điều khiển ứng với điện áp chuẩn αref		2 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻⁴	1/K
Tính toán các phần tử bên ngoài				
	Min	Max		
Tụ răng cưa C ₁₀	500pF	1μF		
Thời điểm phát xung t _{tr}	$t_{tr} = \frac{V_{11} \cdot V_9 \cdot C_{10}}{V_{REF} \cdot K}$			
Dòng nạp tụ I ₁₀	$I_{10} = \frac{R_{REF} \cdot K}{R_9}$			
Điện áp trên tụ V ₁₀	$V_{10} = \frac{V_{REF} \cdot K}{R_9 \cdot C_{10}}$			

Nguyên lý hoạt động của TCA 785:

TCA785 là một vi mạch phức hợp thực hiện 4 chức năng của một mạch điều khiển: “tê đầu” điện áp đồng bộ, tạo điện áp răng cưa đồng bộ, so sánh và tạo xung ra. Nguồn nuôi qua chân 16. Tín hiệu đồng bộ được lấy vào qua chân số 5 và số 1. Tín hiệu điều khiển đưa vào chân 11. Một bộ nhận biết điện áp 0 sẽ kiểm tra điện áp lấy vào chuyển trạng thái và sẽ chuyển tín hiệu này đến bộ phận đồng bộ. Bộ phận đồng bộ này sẽ điều khiển tụ C10; tụ C10 sẽ được nạp đến điện áp không đổi (quyết định bởi R9). Khi điện áp V10 đạt đến điện áp điều khiển V11 thì 1 tín hiệu

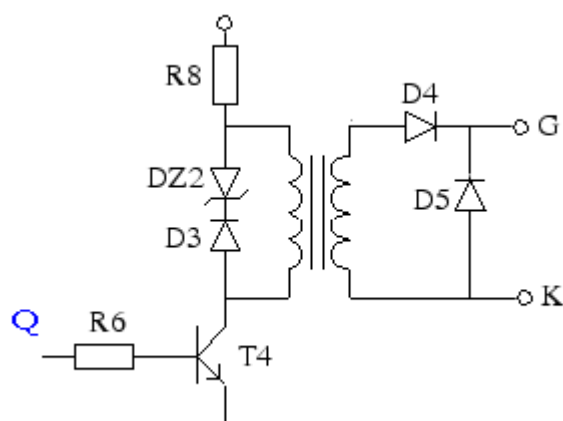
sẽ được đưa đến khâu logic. Tùy thuộc vào biên độ điện áp điều khiển V11, góc mở α có thể thay đổi từ 0 đến 180°. Với mỗi nửa chu kỳ sóng 1 xung dương sẽ xuất hiện ở Q1 và Q2. Độ rộng khoảng $30\mu s \div 80\mu s$. Độ rộng xung có thể kéo dài đến 180° thông qua tụ C12. Nếu chân 12 nối đất thì sẽ có xung trong khoảng α đến 180°.

Nguyên lý hoạt động của khâu tạo xung điều khiển thyristor:



Điện áp lưới sau khi qua máy biến áp được hạ xuống 12VAC đưa vào chân số 5 và chân số 1 qua điện trở R. Tín hiệu điều khiển Vđk được đưa vào chân 11 so sánh với điện áp răng cưa tạo bởi tụ C10 cho ta xung điều khiển thyristor có góc mở α tăng dần ở đầu ra tại chân 14 và chân 15. Khi xảy ra ngắn mạch, ở chân 6 nhận được tín hiệu cấm, tại chân 14 và chân 15 không còn tín hiệu đầu ra.

3. Biến áp xung:



a) Nhiệm vụ:

Khuyếch đại xung điều khiển ở các đầu ra của vi mạch TCA785 đưa vào cực G của thyristor để điều khiển góc mở T và góc mở α .

b) Sơ đồ nguyên lý:

Tín hiệu vào R_6 là tín hiệu logic (đầu ra Q14 và Q15). Khi Q ở mức logic 1 thì T_4 mở. Điện cảm L ngăn không cho dòng collector chuyển ngay lên mức bão hoà mà tăng dần theo quy luật.

$$i_C = i_L = \frac{E}{R_8} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad \text{trong đó } \tau = \frac{L}{R_8}$$

Sau vài chu kỳ thì dòng collector đạt tới bão hoà

$$i_C = I_C \approx \frac{E}{R_8}$$

Bên thứ cấp biến áp xung có điện áp cảm ứng làm mở D_4 đưa dòng điều khiển vào giữa cực G và K của thyristor. Điốt D_5 có tác dụng làm giảm điện áp ngược đặt lên giữa catốt và cực điều khiển của thyristor khi điện áp catot dương hơn so với anot, đảm bảo an toàn cho tiếp giáp GK khi thyristor ở chế độ khoá.

Khi Q ở mức logic 0 thì T_4 khoá lại. Dòng collector - emitter về bằng 0. Tuy nhiên dòng qua cuộn sơ cấp máy biến áp xung không thể về 0 ngay được. Sức điện động tự cảm trên cuộn dây có xu hướng duy trì dòng I_C . Suất điện động này có thể rất lớn vì nó tỷ lệ với di_C/dt . Nhưng do có D_3 và D_Z nên dòng I_C sẽ bị khép kín và giảm dần về 0. Nhờ đó điện áp trên collector được giữ ở mức $E + \Delta U_{DZ} + U_D$.

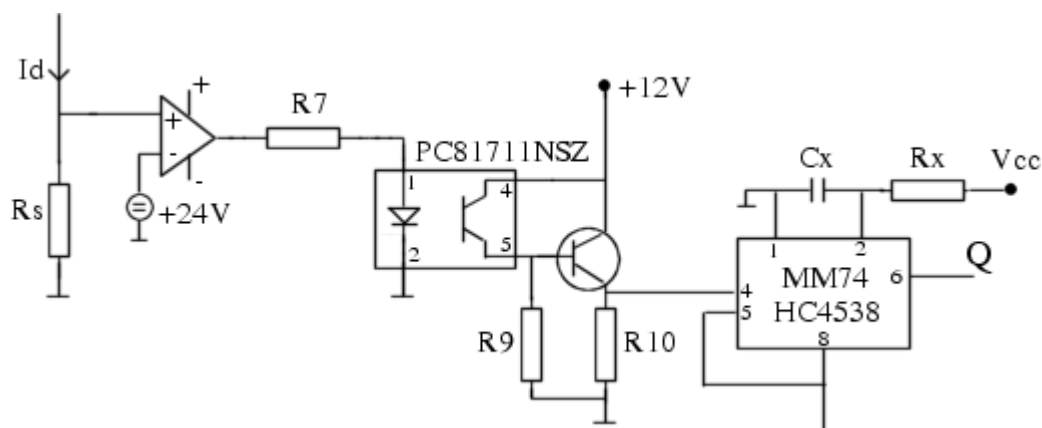
Điện trở R_8 mắc nối tiếp giữa nguồn và biến áp xung có tác dụng hạn chế dòng từ hoá biến áp xung. R_8 được tính để đảm bảo dòng qua T_4 không bao giờ vượt quá dòng collector lớn nhất cho phép.

4. Khâu chống ngắn mạch làm việc:

a) Nhiệm vụ:

Khi xảy ra hiện tượng phóng điện thì khâu tạo ra tín hiệu logic đưa vào chân 6 của TCA785 để tắt tín hiệu ra Q14, Q15, đồng thời đưa về khâu tạo tín hiệu điều khiển để đưa điện áp U_{dk} về 0 trong khoảng thời gian trễ trr nào đó. Sau khoảng thời gian trễ này mạch lại tự động phục hồi điện áp phía cao áp.

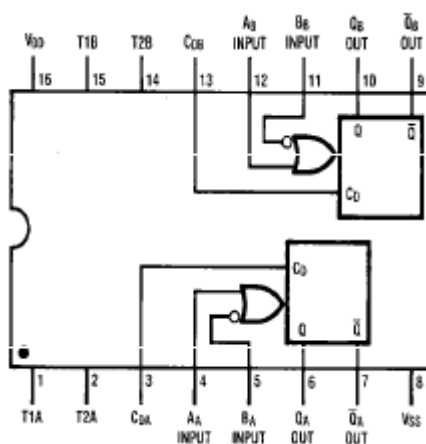
b) Sơ đồ nguyên lý:







Trong khâu chống ngắn mạch làm việc có sử dụng 2 vi mạch chuyên dụng là Optocoupler PC81711NSZ và vi mạch MM74HC4538.

- Vi mạch MM74HC4538:

Sơ đồ chân:



Bảng chân lý

Đầu vào			Đầu ra	
Xoá	A	B	Q	Q
L	X	X	L	H
X	H	X	L	H
X	X	L	L	H
H	L	↓		
H	↑	H		

Ký hiệu : H - mức cao

L - mức thấp

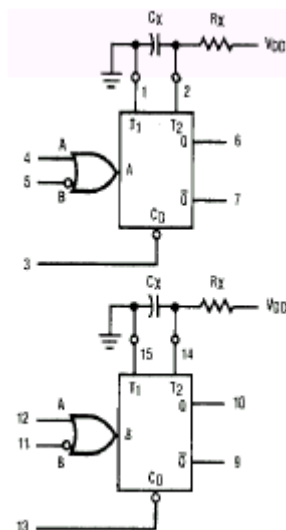
↑ - chuyển từ mức thấp lên mức cao

↓ - chuyển từ mức cao xuống mức thấp

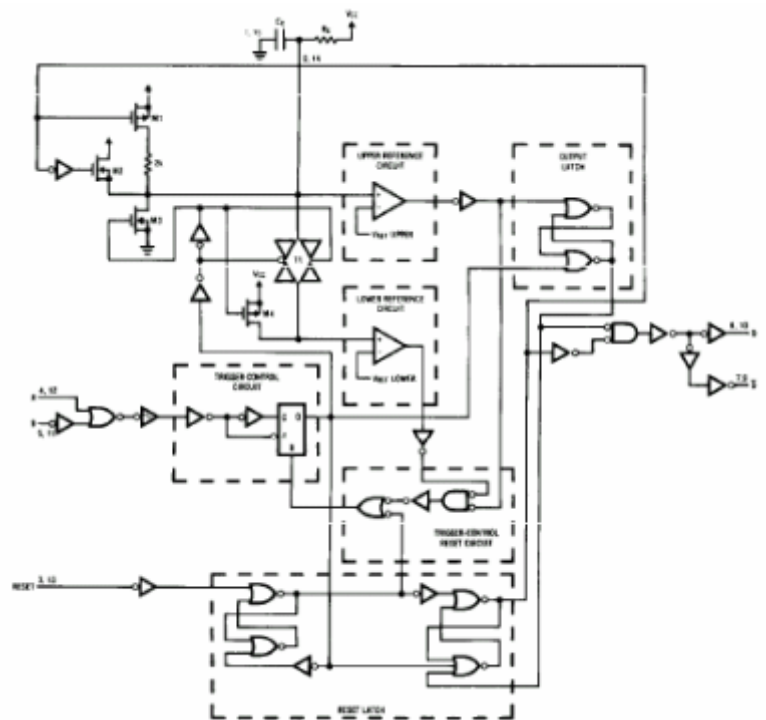
 - một xung ở mức cao

 - một xung ở mức thấp

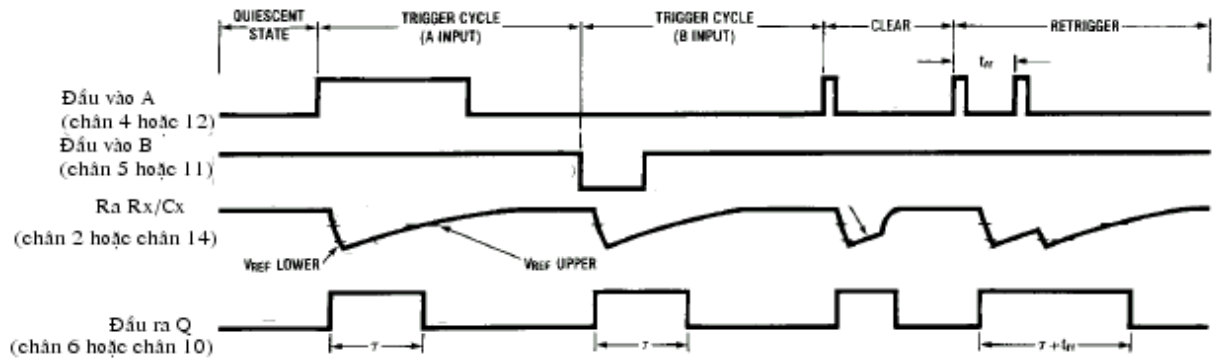
Sơ đồ khối:



Sơ đồ logic:



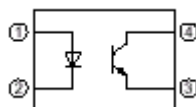
Nguyên lý hoạt động:



Khi xung vào ở mức logic 0, tụ C_X được nạp đến V_{CC} , đầu ra Q ở mức 0. Khi xung vào chuyển trạng thái logic từ 0 \rightarrow 1 thì đầu ra Q chuyển trạng thái lên mức cao, tụ C_X phóng điện và điện áp trên tụ giảm nhanh về điện áp chuẩn thấp ($V_{ref\ lower} = 1/3 V_{CC}$). Tụ C_X sau đó lại được nạp điện trở lại đến mức điện áp chuẩn cao ($V_{ref\ upper} = 2/3 V_{CC}$). Khi C_X được nạp đến mức chuẩn cao thì đầu ra Q sẽ chuyển trạng thái xuống thấp. Như vậy ở Q ta được một xung logic với độ rộng điều khiển được qua R_X và C_X theo công thức : $T = 0,7 \cdot C_X \cdot R_X$

- Optocoupler PC81711NSZ:

Sơ đồ chân:



Thông số kỹ thuật:

+ Các giá trị cực đại:

Thông số		Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
Đầu vào	Dòng vào	IF	10	mA
	Dòng vào cực đại	IFM	200	mA
	Điện áp ngược	VR	6	V
	Tổn thất	P	15	mW
Đầu ra	Điện áp Colector - Emitơ	VCEO	70	V
	Điện áp Emitơ - Colector	VECO	6	V
	Dòng Colector	IC	50	mA
	Tổn thất trên colector	PC	150	mW
Tổng năng lượng tổn thất		Ptot	170	°C
Nhiệt độ làm việc		Topr	-30 -> +100	°C

+ Các đặc tính quang điện:

Thông số	Điều kiện	Nhỏ nhất	Thông thường	Lớn nhất	Đơn vị	
Đầu vào	Điện áp VF	IF = 10mA	-	1,2	1,4	V
	Dòng ngược IR	VR = 4V	-	-	10	μA
	Điện dung cực Ct	V = 0, f = 1kHz	-	30	250	pF
Đầu ra	Dòng colectơ	VCE = 50V, IF = 0	-	-	100	nA
	Điện áp ngắt CE BVCEO	IC = 0,1mA, IF = 0	70	-	-	V
	Điện áp ngắt EC BVECO	IE = 10μA, IF = 0	6	-	-	V
Đặc tính truyền	Dòng colectơ IC	IF = 0,5mA, VCE = 5V	0,5	-	0,3	mA
	Điện áp bão hoà CE VCE	IF = 10mA, IC = 1mA	-	-	0,2	V
	Điện trở cách ly RISO	DC500V 40 -> 60% RH	5.10 ¹⁰	10 ¹¹	-	Ω
	Điện dung Ct	V = 0, f = 1MHZ	-	0,6	1	pF
	Thời gian lên tr	VCE = 2V, IC = 2mA,	-	4	18	μs
	Thời gian xuống tf	RL=100Ω	-	3	18	μs

Nguyên lý hoạt động của khâu chống ngắn mạch làm việc:

Dòng phản hồi I_d lấy về từ tải làm xuất hiện trên R_s điện áp U_s . Điện áp U_s này được so sánh với $U_{ngưỡng}$ (đã được tính toán khi có ngắn mạch xảy ra). Khi xảy ra ngắn mạch thì $I_d = 2,1A$ thì $U_s > U_{ngưỡng}$. Như vậy đầu ra của A_3 ở trạng thái bão hoà dương làm D mở tạo xung làm mở T_2 . Khi T_2 mở sẽ làm T_3 mở, ở emitter của T_3 xuất hiện tín hiệu logic có bề rộng xung nhỏ. Tín hiệu này được đưa vào chân 4 của vi mạch MM74HC4538 để tạo ra ở đầu ra 6 của vi mạch một xung có độ rộng lớn hơn.

CHƯƠNG IV

THIẾT KẾ MẠCH LỰC

Với các thông số yêu cầu thiết kế : Điện áp ra tải là: $U_d=75 \text{ kV DC}$

Dòng điện làm việc là: 2 A

Bất kì một hệ thống nào khi làm việc cũng có một tổn hao nhất định nào đó vì vậy ta thiết kế hệ thống với lượng dự trữ là 10% về công suất do đó ta chọn điện áp tối đa trên tải là:

$$U_o = 78 \text{ kV}$$

và dòng điện sẽ là $I_d = 2,1 \text{ (A)}$

công suất cực đại sẽ là $P_{\max} = 165 \text{ KW}$

trong đó công suất làm việc là $P_{lv} = 150 \text{ KW}$

I) Tính toán thiết kế máy biến áp lực

a. Các mức điện áp :

*Điện áp lớn nhất sau chỉnh lưu :

$$U_{do} = U_d + \Delta U_v + \Delta U_{ba} + \Delta U_{dn}$$

Trong đó:

U_d - điện áp chỉnh lưu;

ΔU_v - sụt áp trên các van (trị số này được lấy từ các thông số của các van đã chọn ở trên) ;

$\Delta U_{ba} = \Delta U_r + \Delta U_l$ - sụt áp bên trong biến áp khi có tải, bao gồm sụt áp trên điện trở ΔU_r và sụt áp trên điện cảm ΔU_l những đại lượng này phụ thuộc vào từng loại vật liệu cấu tạo máy biến áp khi chọn sơ bộ vào khoảng $(5 \div 10) \%$;

ΔU_{dn} - sụt áp trên dây nối;

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

Ta chọn sơ bộ điện áp sụt trên điện trở và điện kháng là 5%, điện áp sụt áp trên các van là 120V do đó ta có điện áp lúc không điều chỉnh là

$$U_{do} = U_d + \Delta U_{ba} = 78000.1,05 + 120 = 82020 \text{ V}$$

Vậy điện áp thứ cấp máy biến áp là

$$U_2 = \frac{1}{0,9} \cdot U_{do} = 1,11.82,02 = 91,04 \text{ kV}$$

Vậy tỉ số biến đổi máy biến áp là:

$$m = \frac{U_2}{U_1} = 228$$

Vậy điện áp ngược max mà các điốt phải chịu là:

$$U_{nm} = \sqrt{2} \cdot U_2 = \sqrt{2} \cdot 91,04 = 128,7 \text{ (kV)}$$

và dòng điện tải là : $I_{ddm} = I_d = 2,1 \text{ (A)}$

Suy ra giá trị I_{tb} chảy qua mỗi điốt là:

$$I_{tbD} = \frac{I_d}{2} = 1,05 \text{ (A)}$$

*Dòng điện chảy trong cuộn thứ cấp máy biến áp là:

$$I_2 = I_{tb} = 2,1 \text{ (A)}$$

Giá trị hiệu dụng của dòng điện chảy trong mỗi pha sơ cấp máy biến áp là:

$$I_1 = m \cdot I_2 = 228 \cdot I_2 = 478,8 \text{ (A)}$$

2) Tính chọn điốt:

- Chọn hệ số dự trữ về điện áp: $k_u = 1,6$

- Chọn hệ số dự trữ về dòng: $k_i = 1,2$

Cần chọn điốt ít nhất chịu được điện áp ngược:

$$U_{ngược \max} = 1,6 \cdot U_{nm} = 1,6 \cdot 128,7 = 205,92 \text{ kV}$$

$$\text{và dòng: } I_{tb\max} = 1,2 \cdot 1,05 = 1,26 \text{ A}$$

Từ thông số trên ta chọn Điốt loại RA205420XX.

$$U_n = 5400 \text{ V}, \Delta U = 1,45 \text{ V}$$

$$\text{Số lượng điốt cần dùng là: } n = \frac{U_{i\max}}{5400} = 38 \text{ chiếc.}$$

$$\text{Sụt áp trên 2 dây điốt là: } \Delta \Sigma U_d = 2 \cdot 1,45 \cdot 38 = 110,2 \text{ V}$$

3) Tính chọn Thyristor:

Tính chọn thyristor ta phải dựa vào các thông số cơ bản sau:

- Điện áp ngược lớn nhất cho phép trên van : U_{nmax}
- giá trị dòng trung bình cho phép chạy qua thyristor

Các thông số này phụ thuộc vào điều kiện làm việc của van ,vào mức độ làm mát .

Các thông số có thể tính như sau:

Điện áp ngược lớn nhất mà Thyristor phải chịu:

$$U_{nmax} = U_L = 400 \text{ V}$$

Suy ra điện áp của van cần chọn là:

$$U_{nv} = k_{dt} \cdot U_{nmax} = 1,6 \cdot 400 = 640 \text{ V}$$

Dòng điện hiệu dụng của van được tính theo dòng hiệu dụng:

$$I_{lv} = I_{hd} = 478,8 \text{ (A)}$$

Chọn điều kiện làm việc của van là có cánh tỏa nhiệt và đầy đủ diện tích tỏa nhiệt, không có quạt đối lưu không khí, với điều kiện đó cường độ dòng điện định mức của van cần chọn:

$$I_{dm} = k_i \cdot I_{lv} = 3 \cdot 478,8 = 1436,4 \text{ (A)}$$

Từ các điều kiện trên ta chọn van có các đặc tính sau N990CH10KOO

$$U_{nm} = 1000 \text{ (V)}$$

$$I_{dmmax} = 5000 \text{ (A)}$$

$$I_{pik} = 37000 \text{ (A)}$$

$$I_g = 0,3 \text{ (A)}$$

$$U_{gm} = 3 \text{ (V)}$$

$$I_{hmax} = 1 \text{ (A)} \text{ dòng giữ cho van còn dẫn}$$

$$I_{rmax} = 0,18 \text{ (A)} \text{ dòng rò}$$

$$\Delta U_{max} = 1,28 \text{ (V)}$$

$$I_{dmax} = 1000 \text{ (A)}$$

$$dU/dt = 750 \text{ (V/s)}$$

4) Bảo vệ van

Tiristor rất nhạy cảm, với điện áp quá lớn vượt quá điện áp định mức, có thể làm hỏng van, vì vậy ta phải có những biện pháp bảo vệ quá điện áp cho van. Nguyên nhân gây ra quá điện áp có hai loại:

+ Nguyên nhân nội tại: là sự tích tụ điện tích trong các van bán dẫn, khi khoá tiristor bằng điện áp ngược các điện tích trên đối ngược hành trình tạo nên dòng điện ngược trong khoảng thời gian rất ngắn. Sự biến thiên đột ngột nhanh chóng của dòng điện ngược tạo ra sức điện động cảm ứng rất lớn trong các điện cảm dẫn đến các tiristor xuất hiện quá áp

+ Nguyên nhân bên ngoài: thường xảy ra ngẫu nhiên như khi cắt không tải một máy biến áp trên đường dây, khi cầu chì bảo vệ nhảy, khi có sấm sét

RC bảo vệ quá điện áp do tích tụ điện tích gây nên

U_{dmp} , U_{imp} giá trị cực đại cho phép của điện áp thuận và ngược đặt lên tiristor một cách chu kỳ cho trong sổ tay tra cứu

U_{dmnp} , U_{imnp} giá trị cực đại cho phép của điện áp thuận và ngược đặt lên diôt hoặc tiristor một cách không chu kỳ, cho trong sổ tay

U_{im} giá trị cực đại của điện áp ngược thực tế đặt lên Diôt hoặc Tiristor

b- là hệ số dự trữ về điện áp

k- là hệ số quá điện áp

Các bước tính toán

- xác định hệ số quá điện áp theo công thức

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

- xác định các thông số trung gian

$$C_{min}^*(k); R_{max}^*(k); R_{min}^*(k) \text{ (hình vẽ)}$$

- tính $\frac{di}{dt}|_{max}$ khi chuyển mạch

- xác định các đại lượng tích tụ $Q = f\left(\frac{di}{dt}\right)$ sử dụng các đường cong cho trong sổ

tay tra cứu

- tính các thông số trung gian

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

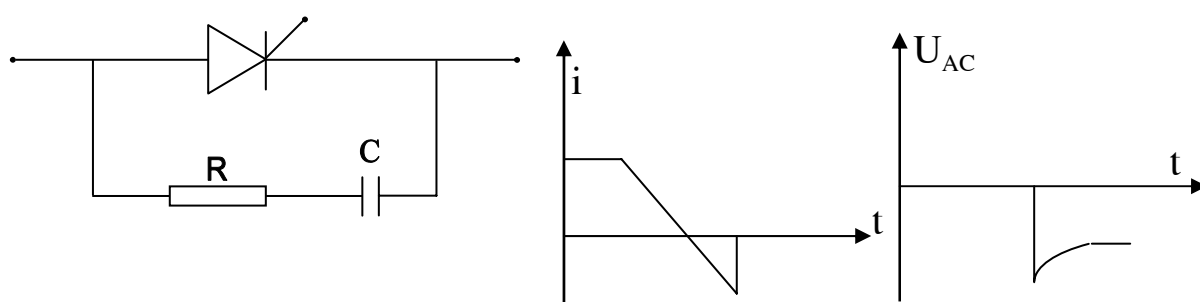
$$R_{\min}^* \sqrt{\frac{LU_{im}}{2Q}} \leq R \leq R_{\max}^* \sqrt{\frac{LU_{im}}{2Q}}$$

Trên cơ sở tính toán và qua kinh nghiệm ta chọn được các thông số cho mạch bảo vệ van RC như sau:

$$C = 0,5(\mu F)$$

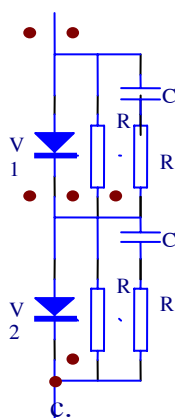
vệ van RC như sau:

$$R = 80(\Omega)$$



Sự biến thiên của dòng điện và điện áp

Do không có van có điện áp cao hơn, chúng ta phải tiến hành mắc nối tiếp các van. Khi mắc nối tiếp các van yêu cầu cần thiết phải chọn các van có đặc tính giống nhau, nhằm đảm bảo cho sự phân bố điện áp như nhau trên các van. Tuy vậy, sự phân bố điện áp trên các van không bằng nhau là thường gặp. Do đó, cần có các biện pháp phân bố lại điện áp khi các đặc tính của van không giống nhau. Biện pháp ấy mô tả trên hình .



Chọn R, C theo kinh nghiệm $C = 4(\mu F)$
 $R = 30(\Omega)$

5) Tính toán máy biến áp:

a) Mạch từ:

+) ta thiết kế máy biến áp dầu :

Công suất máy biến áp là:

$$S_{dm} = U_2 \cdot I_2 = 91,04 \cdot 2,1 = 191,18 \text{ (kW)}$$

- Tính toán sơ bộ mạch từ

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

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

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

k_Q - hệ số phụ thuộc phương thức làm mát;

$k_Q = 4 \div 5$ nếu là biến áp dầu;

m - số trụ của máy biến áp , một pha có $m=1$;

f - tần số nguồn điện xoay chiều $f=50 \text{ Hz}$.

Với máy biến áp dầu ta chọn $K_o=5$

$$Q_{Fe} = 5 \cdot \sqrt{\frac{191,18 \cdot 10^3}{1 \cdot 50}}$$

$$Q_{Fe} = 309,28 cm^2 \Rightarrow d_{Fe} = 19,8 (cm)$$

ta chọn $d_{Fe}=20$ (cm)

Ta chọn thép mã hiệu $\exists 330$ dày 0,5 mm $\Rightarrow B=1,1$ (T)

Chọn tỉ số $h/d=2,3 \Rightarrow h=2,3.d_{Fe}= 2,3.20 = 46$ cm

Vậy chiều cao quần dây là $h = 46$ cm

b) Tính toán dây quấn máy biến áp

Số vòng dây của mỗi cuộn được tính

$$W = \frac{U.10^4}{4,44.f.Q_{Fe}.B} \quad (\text{vòng}) \quad (8 - 11)$$

Trong đó: W - số vòng dây của cuộn dây cần tính

U - điện áp của cuộn dây cần tính [V];

B - từ cảm [T].

Q_{Fe} - tiết diện lõi thép [cm^2].

Số vòng dây cuộn sơ cấp là :

$$W_1 = \frac{U_1.10^4}{4,44.f.Q_{Fe}.B} = \frac{400.10^4}{4,44.50.309,28.1,1} = 53 \text{ (vòng)}$$

Số vòng dây cuộn thứ cấp là :

$$W_2 = \frac{U_2.10^4}{4,44.f.Q_{Fe}.B} = \frac{91,04.10^4}{4,44.50.309,28.1,1} = 12062 \text{ (vòng)}$$

Điện áp cảm ứng rơi trên mỗi vòng dây cuộn sơ cấp:

$$U_{v1} = \frac{400}{53} = 7,574 \text{ (V/vòng)}$$

Điện áp cảm ứng rơi trên mỗi vòng dây cuộn thứ cấp:

$$U_{v2} = \frac{91,04.1000}{12062} = 7,55 \text{ (V/vòng)}$$

c) Tính diện tích tiết diện dây đồng làm các cuộn dây

Chọn mật độ dòng điện chạy trong các dây dẫn là

$$J_1 = J_2 = J = 3 \text{ A/mm}^2$$

- Tiết diện dây quấn sơ cấp là:

$$S_{cu1} = I_1 / J_1 = 478,8 / 3 = 159,6 \text{ mm}^2$$

Do dòng lớn nên ta chọn dây dẫn có tiết diện hình chữ nhật
sao cho tiết diện dây là $S_{cu1} = a_1 \cdot b_1 = 159,6 \text{ mm}^2$

Chọn:

$$a_1 = 7,9 \text{ mm}$$

$$b_1 = 20,25 \text{ mm},$$

Kích thước dây có thể cách điện $S_1 = 163 \text{ mm}^2$

Tính lại mật độ dòng điện là:

$$J_1 = 478,8 / 163 = 2,94 \text{ (A/mm}^2 \text{)} \Rightarrow \text{thoả mãn}$$

- Tiết diện dây quấn thứ cấp là:

$$S_{cu2} = I_2 / J_2 = 2,1 / 3 = 0,7 \text{ mm}^2$$

chọn dây đồng có tiết diện tròn có $d = 0,96 \text{ mm}$,

đường kính có cách điện $\Pi \Xi T$ là $1,02 \text{ mm}$

Tiết diện có thể cách điện là :

$$S_{\text{cdiện}} = 0,724 \text{ mm}^2$$

d) Tính kết cấu dây quấn :

+ Kết cấu dây quấn sơ cấp:

Thực hiện dây quấn kiểu đồng tâm bố trí theo chiều dọc trục

Số vòng dây trong một lớp là

$$W_{1l} = \frac{h - 2h_g}{b_1} \cdot K_C$$

Trong đó: h - chiều cao cửa sổ,

K_c - hệ số ép chặt bằng $0,95$

h_g - khoảng cách Từ gông đến cuộn dây sơ cấp chọn $h_g = 3 \text{ cm}$

$$\Rightarrow W_{11} = \frac{46 - 2.3}{2,025} \cdot 0,95 = 19 \text{ vòng}$$

$$\text{Số lớp của cuộn sơ cấp là } n_{1d} = \frac{W_1}{W_{11}} = \frac{53}{19} = 3 \text{ (lớp)}$$

Vậy cuộn sơ cấp sẽ gồm 3 lớp

hai lớp có $19 \cdot 2 = 38$ vòng dây

lớp còn lại sẽ có $53 - 38 = 15$ vòng

-Chiều cao thực tế cuộn sơ cấp là:

$$h_1 = \frac{w_{11} \cdot b_1}{k_c} = \frac{19 \cdot 2,025}{0,95} = 40,5 \text{ cm}$$

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

Chọn khoảng cách từ trụ tới cuộn sơ cấp là: $a_{01} = 1,0 \text{ cm}$

Vậy đường kính trong của ống cách điện là

$$\begin{aligned} D_t &= d_{Fe} + 2a_{01} - 2.S_{01} \\ &= 20 + 2.1 - 2.0,1 = 21,8 \text{ cm} \end{aligned}$$

Đường kính trong của cuộn sơ cấp:

$$D_{t1} = D_t + 2.S_{01} = 21,89 + 2.0,1 = 22 \text{ cm}$$

Chọn bề dày cách điện giữa các lớp dây ở cuộn sơ cấp là:

$$Cd_{11} = 0,1 \text{ mm}$$

Bề dày của cuộn sơ cấp là :

$$B_{d1} = (a_1 + Cd_{11}) \cdot n_{11} = (7,9 + 0,1) \cdot 3 = 24 \text{ mm} = 2,4 \text{ cm}$$

Đường kính ngoài cuộn dây sơ cấp:

$$D_{n1} = D_{t1} + 2 \cdot B_{d1} = 22 + 2 \cdot 2,4 = 26,8 \text{ cm}$$

Đường kính trung bình của cuộn sơ cấp:

$$D_{tb1} = \frac{D_{t1} + D_{n1}}{2} = \frac{22 + 26,8}{2} = 35,4 \text{ cm}$$

Chiều dài dây cuộn sơ cấp:

$$L_1 = \pi \cdot D_{tb1} \cdot W_1 = 3.14 \cdot 35,4 \cdot 53 = 5891,27 \text{ cm} = 58,91 \text{ m}$$

Chọn bề dày cách điện giữa cuộn sơ cấp và thứ cấp là $Cd_{12} = 1 \text{ cm}$

+ Kết cấu dây quấn thứ cấp:

Thực hiện dây quấn kiểu đồng tâm bố trí theo chiều dọc trục

Chọn sơ bộ chiều cao cuộn thứ cấp là:

$$h_2=h_1=30,32 \text{ cm}$$

Số vòng dây trong một lớp là

$$W_{12}=\frac{h_2 \cdot k_c}{b_2}=\frac{46.0,95}{0,102}=428 \text{ vòng/lớp}$$

Tính sơ bộ số lớp dây quấn thứ cấp:

$$N_{12}=\frac{w_2}{w_{12}}=\frac{12062}{428}=29 \text{ lớp}$$

Vậy có 29 lớp với 28 lớp trong, mỗi lớp có 428 vòng, 1 lớp ngoài có 78 vòng

Chiều cao thực tế cuộn thứ cấp:

$$h_2=\frac{W_{12} \cdot b_2}{k_c}=\frac{428.0,102}{0,95}=46(\text{cm})$$

Đường kính trong của cuộn thứ cấp

$$D_{t2}=D_{n1}+2.Cd_{12}=26,8+2.1=28,8 \text{ cm}$$

Chọn bề dày cách điện giữa các lớp dây cuộn thứ cấp là:

$$Cd_{22}=0,1 \text{ mm}$$

Bề dày của cuộn thứ cấp là:

$$\begin{aligned} B_{d2} &= (a_2 + 0,1).n_{12} \\ &= (0,102+0,1).29 = 5,86 \text{ cm} \end{aligned}$$

Đường kính ngoài của cuộn thứ cấp:

$$D_{n2}=D_{t2}+2.B_{d2}=40,52\text{cm}$$

Đường kính trung bình của cuộn thứ cấp .

$$D_{tb2}=\frac{D_{t2}+D_{n2}}{2}=34,66 \text{ (cm)}$$

Chiều dài dây quấn thứ cấp:

$$L_2=W_2.\pi.D_{tb2}=\pi.12062.34,66=13127,364(\text{m})$$

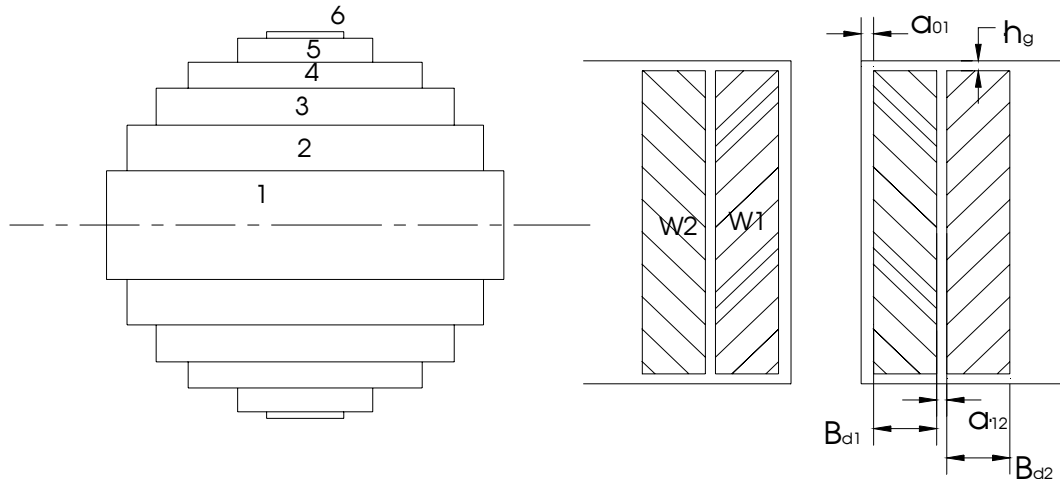
Đường kính trung bình các cuộn dây:

$$D_{tb}=\frac{D_{t1}+D_{n2}}{2}=31,26 \text{ (cm)}$$

$$R_{12}=D_{tb}/2=15,63 \text{ (cm)}$$

e) Tính kích thước mạch từ

- Với đường kính trụ $d_{Fe} = 20 \text{ cm}$, ta chọn số bậc là 6 trong nửa tiết diện trụ.



Toàn bộ tiết diện bậc thang của trụ.

$$Q_{bt} = 2.(2,4.19 + 2,2.18,5 + 2.16,5 + 1,8.14,5 + 1,1.12,5 + 0,3.10,5) = 324,6(\text{cm}^2)$$

- Tiết diện hiệu quả của trụ.

$$Q_T = k_{hq} \cdot Q_{bt} = 0,95.324,6 = 308,37 \text{ (cm}^2\text{)}$$

- Tổng chiều dày các bậc thang của trụ.

$$d_t = 2.(2,4 + 2,2 + 2 + 1,8 + 1,1 + 0,3) = 19,6(\text{cm})$$

- Số lá thép dùng trong các bậc.

$$\text{Bậc 1} \quad n_1 = \frac{24}{0,5} \cdot 2 = 96 \text{ lá}$$

$$\text{Bậc 2} \quad n_2 = \frac{22}{0,5} \cdot 2 = 88 \text{ lá}$$

$$\text{Bậc 3} \quad n_3 = \frac{20}{0,5} \cdot 2 = 80 \text{ lá}$$

$$\text{Bậc 4} \quad n_4 = \frac{18}{0,5} \cdot 2 = 72 \text{ lá}$$

$$\text{Bậc 5} \quad n_5 = \frac{11}{0,5} \cdot 2 = 44 \text{ lá}$$

$$\text{Bậc 6} \quad n_6 = \frac{3}{0,5} \cdot 2 = 12 \text{ lá}$$

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

Chiều dày của gông bằng chiều dày của trụ : $b_{\text{gông}} = d_t = 19,6\text{cm}$

Chiều cao của gông bằng chiều rộng tập lá thép thứ nhất của trụ : $a_{\text{gông}} = 19\text{ cm}$

- Tiết diện gông

$$Q_{bg} = a_{\text{gông}} \times b_{\text{gông}} = 19,6.19 = 372,4\text{ cm}^2$$

- Tiết diện hiệu quả của gông .

$$Q_{ghq} = k_{hq} \cdot Q_{bg} = 0,95 \cdot 372,4 = 353,78\text{ cm}^2$$

- Số lá thép dùng trong một gông .

$$h_g = \frac{b_{\text{gong}}}{0,5} = \frac{196}{0,5} = 392\text{ (lá)}$$

- Tính chính xác mật độ từ cảm trong trụ .

$$B_T = \frac{U_1}{4,44 \cdot f \cdot W_1 \cdot Q_T} = \frac{400}{4,44 \cdot 50 \cdot 53 \cdot 308,37 \cdot 10^{-4}} = 1,102(\text{T})$$

- Mật độ từ cảm trong gông .

$$B_g = B_T \cdot \frac{Q_T}{Q_{ghq}} = 1,102 \cdot \frac{308,37}{353,78} = 0,96(\text{T})$$

- Chiều rộng cửa sổ:

$$C = 2 \cdot (a_{01} + B_{d1} + C_{d12} + B_{d2}) = 2 \cdot (1 + 2,4 + 1 + 5,86) = 20,52\text{ (cm)}$$

- Tính khoảng cách giữa hai tâm trục .

$$C' = C + d_{Fe} = 20,52 + 20 = 40,52\text{ (cm)}$$

- Chiều rộng mạch từ .

$$L = 2 \cdot C + 3 \cdot d_{Fe} = 2 \cdot 20,25 + 3 \cdot 20 = 101,04\text{ (cm)}$$

- Chiều cao mạch từ .

$$H = h + 2 \cdot a_{\text{gông}} = 46 + 2 \cdot 19 = 84\text{ (cm)}$$

f) Tính khối lượng của sắt và đồng

-Thể tích của trụ

$$V_t = 3 \cdot Q_T \cdot h = 3 \cdot 308,37 \cdot 46 = 42555,06\text{ (cm}^3\text{)} = 42,55\text{ (dm}^3\text{)}$$

-Khối lượng của trụ

$$M_t = V_t \cdot D_{Fe} = 42,55 \cdot 7,85 = 333,63 \text{ (kg)}$$

-Thể tích của gông

$$\begin{aligned} V_g &= 2 \cdot Q_{ghq} \cdot L = 2 \cdot 353,78 \cdot 101,04 \\ &= 71491,86 \text{ (cm}^3\text{)} = 71,491 \text{ (dm}^3\text{)} \end{aligned}$$

-Khối lượng của gông

$$M_g = V_g \cdot D_{Fe} = 71,491 \cdot 7,85 = 561,20 \text{ (kg)}$$

-Khối lượng của sắt

$$M_{Fe} = M_t + M_g = 333,63 + 561,20 = 894,83 \text{ (Kg)}$$

-Thể tích đồng

$$\begin{aligned} V_{cu} &= S_1 \cdot I_1 + S_2 \cdot I_2 \\ &= (163 \cdot 10^{-4} \cdot 589,1 + 0,724 \cdot 10^{-4} \cdot 131273,6409) \\ V_{cu} &= 19,106 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

-Khối lượng đồng

$$M_{cu} = V_{cu} \cdot M_{Fe} = 19,106 \cdot 8,9 = 170,043 \text{ (Kg)}$$

g) Tính các thông số của máy biến áp:

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

$$R_1 = \rho \cdot \frac{l_1}{S_1} = 0,02133 \cdot \frac{58,91268}{163} \text{ (}\Omega\text{)} = 0,007709 \text{ (}\Omega\text{)}$$

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

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

$$R_2 = \rho \cdot \frac{l_2}{S_2} = \frac{13127,304}{0,724} = 386,75 \text{ (}\Omega\text{)}$$

- Điện trở của máy biến áp qui đổi về sơ cấp .

$$R_{BA} = R_1 + R_2 \cdot K^2$$

Với $K = \frac{1}{m}$ là hệ số quy đổi thứ cấp về sơ cấp

$$R_{BA} = 0,007709 + 386,75 \cdot (1/228)^2 = 0,01515 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Sụt áp trên điện trở máy biến áp:

$$\Delta U_R = 0,01515 \cdot 478,8 = 7,25 \text{ (V)}$$

- Điện kháng máy biến áp quy đổi về sơ cấp .

$$X_{BA} = w.L = 2.\pi.f.L$$

$$X_{BA} = 2 \cdot \pi^2 \cdot 0,4 \cdot f \cdot \left(\frac{w_1^2}{h_{qd}} \right) \cdot \left(a_{12} + \frac{B_{d1} + B_{d2}}{3} \right) \cdot \pi \cdot D_{t1} \cdot 10^{-8}$$

$$X_{BA} = 2 \cdot \pi^2 \cdot 0,4 \cdot 50 \cdot \left(\frac{53^2}{46} \right) \cdot \left(0,01 + \frac{2,4 + 5,86}{3} \right) \cdot \pi \cdot 22 \cdot 10^{-8}$$

$$X_{BA} = 0,046 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Điện cảm máy biến áp quy đổi về phía sơ cấp:

$$L_{ba} = X_{ba} / \omega = 0,046 / 314 = 0,24 \text{ (mH)}$$

Sụt áp trên điện kháng máy biến áp:

$$\Delta U_x = \frac{2 \cdot X_{BA} \cdot I_1}{\pi} = \frac{2 \cdot 0,046 \cdot 478,8}{\pi} = 14,028 \text{ (V)}$$

Sụt áp trên máy biến áp .

$$\Delta U_{BA} = \sqrt{\Delta U_r^2 + \Delta U_x^2}$$

$$\Delta U_{BA} = \sqrt{7,25^2 + 14,028^2} = 15,79 \text{ (V)}$$

- Tổng trở ngắn mạch quy đổi về thứ cấp .

$$Z_{BA_n} = \sqrt{R_{BA}^2 + X_{BA}^2}$$

$$Z_{BA_n} = \sqrt{0,01515^2 + 0,046^2} = 0,0484 \text{ (}\Omega\text{)}$$

- Tổn hao ngắn mạch trong máy biến áp:

$$\Delta P_n = R_{ba} \cdot I_1^2 = 0,01515 \cdot 478,8^2 = 3473,13 \text{ (w)}$$

$$\Delta P_n \% = \frac{\Delta P_n}{S} \cdot 100\% = 1,815 \%$$

- Tổn hao không tải có kể đến tổn hao phụ

$$\Delta P_o = 1,3 \cdot n_f (M_t \cdot B_t^2 + M_g \cdot B_g^2)$$

$$\Delta P_0 = 1,3.1,1.(333,63.1,102^2 + M_g.0,96^2) = 1318,98(w)$$

$$\Delta P_0 \% = \frac{\Delta P_0}{S} . 100 \% = 0,69 \%$$

- Điện áp ngắn mạch tác dụng

$$U_{nr} \% = \frac{R_{ba} . I_1}{U_1} . 100 \% = \frac{0.01515.478,8}{400} . 100 \% = 1,813 \%$$

- Điện kháng ngắn mạch phản kháng

$$U_{nx} \% = \frac{X_{ba} . I_1}{U_1} . 100 \% = \frac{0.046.478,8}{400} . 100 \% = 5,506 \%$$

- Điện áp ngắn mạch phần trăm

$$U_n = \sqrt{U_{nn}^2 + U_{on}^2} = 5,8 \%$$

- Dòng điện ngắn mạch xác lập

$$I_{2nm} = U_1 / Z_{BA n} = 400 / 0,0484 = 8264,46 (A)$$

- Dòng điện ngắn mạch cực đại

$$I_{max} = I_{2nm} \cdot \left[1 + e^{\frac{\pi \cdot U_{nn}}{U_{on}}} \right]$$

$$I_{max} = I_{2nm} \cdot \left[1 + e^{\frac{\pi \cdot 0,01813}{0,05506}} \right] = 31504,9 (A) < I_{pikmax} = 37000 (A)$$

- Hiệu suất thiết bị chỉnh lưu

$$\eta = U_d . I_d / S = 85,62 \%$$

6) Bảo vệ quá dòng điện cho van:

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

+ Chọn 1 aptomat có:

$$I_{dm} = 1,1 I_{ld} = 1,1.478,8 = 526,68 (A)$$

$$U_{dm} = 400 \text{ (V)}$$

Có 3 tiếp điểm chính, có thể đóng cắt bằng tay hoặc bằng nam châm điện.

Chỉnh định dòng ngắn mạch

$$I_{nm} = 2,5 I_{ld} = 1197 \text{ (A)}$$

Dòng quá tải

$$I_{qt} = 1,6 I_{ld} = 1,6 \cdot 478,8 = 766,08 \text{ (A)}$$

Chọn cầu dao có dòng định mức

$$I_{qt} = 1,1 \cdot I_{dl} = 1,1 \cdot 478,8 = 526,68 \text{ (A)}$$

cầu dao dùng để tạo khe hở an toàn khi sửa chữa hệ thống truyền động

+ Dùng dây chảy tác động nhanh để bảo vệ ngắn mạch các Tiristo, ngắn mạch

đầu ra của bộ chỉnh lưu

Nhóm 1cc:

dòng điện định mức dây chảy nhóm 1 cc

$$I_{1cc} = 1,1 \cdot I_2 = 1,1 \cdot 2,1 = 2,31 \text{ (A)}$$

Nhóm 2 cc:

dòng điện định mức dây chảy nhóm 2cc mắc nối tiếp với diốt

$$I_{3cc} = 1,1 \cdot I_v = 1,1 \cdot 1,08 = 1,18 \text{ (A)}$$

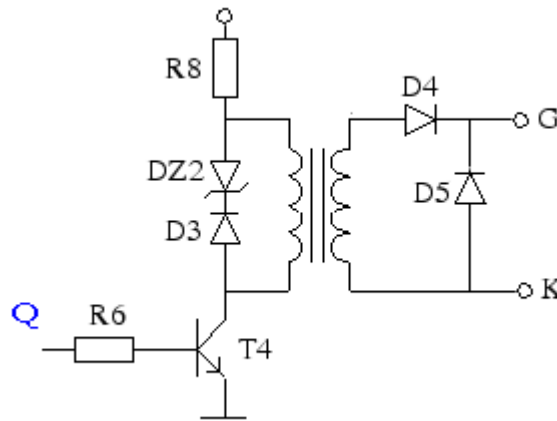
vậy chọn cầu nhảy nhóm: 1cc loại 2,2 A; 2cc loại 1,2 A

CHƯƠNG V

TÍNH TOÁN MẠCH ĐIỀU KHIỂN

1. Máy biến áp xung

Ta tính toán máy biến áp xung với các thông số của thyristor:



$$I_{G_{\max}} = 0,3\text{A}$$

$$U_{G_{\max}} = 3\text{V}$$

$$t_x = 40\mu\text{s}$$

$$\text{nguồn } E = 2\text{ V}$$

Diện tích xung điều khiển :

$$S_{dk} = E.t_x = 80 (\text{V}.\mu\text{s})$$

Với dòng điều khiển yêu cầu là $I_{G_{\max}} = 0,3\text{A}$ ta có thể chọn biến áp xung loại IT258 do hãng Schaffner chế tạo .

Biến áp xung này có các thông số kỹ thuật như sau:

$$\text{Diện tích đặc trưng cho độ rộng xung: } V_0.T = 250\text{V}\mu\text{s}$$

Thời gian tạo sườn trước xung đo được với điện trở tải R_L tới 70% giá trị biên độ xung : $t_r = 0,25\mu\text{s}$

$$\text{Điện trở tải thí thử cấp: } R_L = 10 (\Omega)$$

$$\text{Điện trở dây cuộn sơ cấp: } R_p = 0,6 (\Omega)$$

$$\text{Điện trở dây cuộn thứ cấp: } R_s = 0,7 (\Omega)$$

$$\text{Điện cảm cuộn sơ cấp tại } 1\text{ kHz : } L_p = 2,5 (\text{mH})$$

$$\text{Điện cảm tản phía sơ cấp tại } 10\text{kHz: } L_{str} = 3 (\mu\text{H})$$

$$\text{Tụ điện giữa cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp: } C_K = 80 (\text{pF})$$

Giá trị điện áp lớn nhất cho phép: $U_{\text{EFF}} = 750 \text{ (V)}$

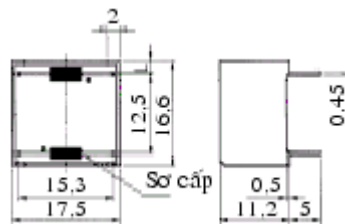
Điện áp thử cho phép lớn nhất: $U_p = 3,2 \text{ (KV)}$

Tỷ số biến áp : 1:1

Giá trị điện áp lớn nhất cho phép (cách điện giữa cuộn sơ cấp và thứ cấp):
750V

Điện áp thử cho phép lớn nhất: $U_p = 3,2 \text{ kV}$

Cách nối dây của IT258:



Dòng sơ cấp máy biến áp xung :

$$I_1 = I_G + I_\mu$$

Vì điện áp đặt lên cuộn dây biến áp xung có giá trị không đổi nên dòng điện từ hoá I_μ thay đổi tuyến tính theo thời gian :

$$i_\mu = (U_1 \cdot t) / L_p$$

như vậy ta có :

$$I_{\mu\text{max}} = (U_1 \cdot t_x) / L_p$$

Ta phải có :

$$U_1 = U_{\text{GK}} + \Delta U_d$$

$$= 3 + 1 = 4\text{V}$$

$$\text{vậy } I_{\mu\text{max}} = 4 \cdot 40 \cdot 10^{-6} / 2,5 \cdot 10^{-3}$$

$$I_{\mu\text{max}} = 0,064 \text{ A}$$

$$\Rightarrow I_{1\text{max}} = I_G + I_{\mu\text{max}} = 0,3 + 0,064 = 0,364 \text{ A}$$

Điện áp nguồn nuôi :

$$U_n = 24 \text{ V}$$

Ta chọn điện trở hạn chế :

$$R = (24 - U_1)/I_{1\max}$$

$$R = (24 - 4)/0,364 = 55 (\Omega)$$

Transistor T_1 phải chọn loại có dòng $I_{c\max} > 0,364 \text{ A}$.

Với mức điện áp thấp thì dòng ra Q tại chân 14 và 15 của vi mạch TCA785 là $I_Q = 2\text{mA}$.

$$\text{Vậy hệ số khuếch đại dòng : } \beta = \frac{0,364}{2 \cdot 10^{-3}} = 182$$

2. Mạch tạo xung điều khiển thyristor:

Điện áp đồng bộ lấy là 12V

$$\Rightarrow \text{Tỷ số biến đổi máy biến áp là: } \frac{400}{12} = 33,33 \approx 34 \text{ lần}$$

Với vi mạch TCA785 ta sử dụng nguồn nuôi 15V đưa vào chân 16

$$V_{10,\max} = V_S - 2 = 15 - 2 = 13(\text{V})$$

$$\Rightarrow V_{11} = V_{10,\max} = 13(\text{V})$$

Điện áp vào chân 6 của vi mạch TCA 785: $V_6 = 3,3\text{V}$

Lấy $C_{10} = 0,5 \mu\text{F}$; $R_9 = 100 \text{ k}\Omega$; $V_{\text{ref}} = 3,1 (\text{V})$; $K = 15\%$

$$\text{Thời điểm phát xung: } t_{\text{Tr}} = \frac{V_{11} \cdot R_9 \cdot C_{10}}{V_{\text{ref}} \cdot K} = \frac{13 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6}}{3,1 \cdot 0,15} = 1,39 \text{ s}$$

$$\text{Dòng nạp tụ } I_{10} = \frac{V_{\text{ref}} \cdot K}{R_9} = \frac{3,1 \cdot 0,15}{100 \cdot 10^3} = 4,65 (\mu\text{A})$$

$$\text{Điện áp trên tụ } V_{10} = \frac{V_{\text{ref}} \cdot K}{R_9 \cdot C_{10}} = \frac{3,1 \cdot 0,15}{100 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6}} = 9,3 (\text{V})$$

3. Mạch tạo điện áp điều khiển UĐK:

Điện áp yêu cầu vào chân 11 của vi mạch TCA785 là $V_{11\max} = 13(\text{V})$

Do đó chọn đặc tính U_{dk} có giá trị lớn nhất là 12(V).

$$\Rightarrow U_{Dmax} = 12(V)$$

Giả sử thời gian để U_D đạt đến 12 V là 100ms.

Chọn tụ $C = 1\mu F$

$$\Rightarrow VR + R_2 = \frac{100.10^{-3}}{10^{-6}} = 100K\Omega$$

Chọn $R_2 = 50K\Omega$, $VR = 100K\Omega$.

Vậy thời gian tối đa để U_D đạt đến 12V là:

$$t_{max} = 150.10^3.10^{-6} = 150ms$$

thời gian tối thiểu để U_D đạt đến 12V là:

$$t_{min} = 50.10^3.10^{-6} = 50ms$$

Lấy $R_1 = R_3 = 100K\Omega$; $R_4 = R_5 = 100K\Omega$;

Chọn điốt ổn áp Zener D_{Z1} có giá trị điện áp ổn định 12V.

4. Khâu chống ngắn mạch làm việc:

Tín hiệu logic yêu cầu đưa đến chân 6 của TCA785 có $U = 3.3V$

Chọn thời gian trễ = 50ms

Đặt $U_{ngưỡng} = 24(V)$

$$\Rightarrow R_S = \frac{24}{2.1} = 11,43(\Omega) . \text{ Chọn } R_S = 8(\Omega)$$

- Tính toán vi mạch MM74HC4538:

Chọn $V_{CC} = +4(V)$

Độ rộng xung ra chân 6 của vi mạch được tính theo công thức

$$T = 0,7 \cdot R_X \cdot C_X$$

Chọn $C_X = 1\mu F$

$$\Rightarrow R_x = \frac{50.10^{-3}}{10^{-6}.0,7} = 71,4.10^3 \Omega$$

- Tính toán optocoupler

Nguồn nuôi IC A3 là $\pm 12V$, do đó điện áp đỉnh tín hiệu ra của A3 là 12V

Chọn dòng vào chân 1 của optocoupler là 5mA

$$\Rightarrow R_7 = \frac{12}{5.10^{-3}} = 2,4K\Omega$$

CHƯƠNG VII **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

Tài liệu tham khảo

1. Trần Trọng Minh
Giáo trình điện tử công suất. NXB Giáo dục - 2003
2. Nguyễn Bính
Điện tử công suất. NXB khoa học và kỹ thuật - 2000
Điện tử công suất lớn và ứng dụng Thyristor. NXB Đại học và giáo dục chuyên nghiệp.
3. Phạm Quốc Hải, Dương Văn Nghi

Phân tích và giải mạch điện tử công suất . NXB khoa học và kỹ thuật

4. Phạm Minh Hà

Kỹ thuật mạch điện tử . NXB khoa học và kỹ thuật - 1997

5. Đỗ Xuân Thụ (Chủ biên)

Kỹ thuật điện tử . NXB Giáo dục – 2000

6. Dương Đức Hồng, Phạm Văn Trí

Kỹ thuật lọc bụi trong công nghiệp. NXB Khoa học kỹ thuật 1989

7. Hoàng Kim Cơ

Kỹ thuật lọc bụi và làm sạch khí. NXB Giáo dục 1999

8. Phạm Văn Bình, Lê Văn Doanh

Thiết kế máy biến áp. NXB Khoa học kỹ thuật 2003

9. Internet : www.siemens.com

www.fairchild.com

www.icmaster.com

www.datasheetarchive.com