

## LỜI MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây kỹ thuật điện tử và bán dẫn công suất lớn phát triển mạnh mẽ. Các thiết bị điện tử công suất này có nhiều ưu điểm là có khả năng điều khiển rộng, có chỉ tiêu kinh tế cao, kích thước và trọng lượng thấp, độ tin cậy và chính xác cao... Ứng dụng của chúng vào việc biến đổi và điều khiển điện áp và dòng điện xoay chiều thành một chiều và ngược lại một chiều thành xoay chiều ngày càng sâu rộng. Do đó mà các thiết bị điện tử điều khiển có mặt trong hầu hết các lĩnh vực của cuộc sống.

Do yêu cầu của thực tế sản xuất, hiện nay hầu hết các kỹ sư đều được học về môn điện tử công suất. Sau khi ra trường, họ làm việc có liên quan đến lĩnh vực điện tử công suất là rất phổ biến. Thật may mắn đề tài tốt nghiệp của em đã sử dụng rất nhiều kiến thức của môn này. Đồ án tốt nghiệp gồm năm chương:

**Chương 1 : Tìm hiểu công nghệ lò cảm ứng điện từ**

**Chương 2 : Giới thiệu lò cảm ứng và một số loại lò khác**

**Chương 3 : Thiết kế tính toán mạch lực**

**Chương 4 : Khảo sát bảng mạch điều khiển lò trung tần nấu thép**

**Chương 5: Thiết kế tủ điều khiển và giới thiệu bảng đấu dây**

Trong quá làm đồ án chúng em vô cùng cảm ơn sự hướng dẫn tận tình của thầy giáo **Nguyễn Đoàn Phong** đã giúp đỡ chúng em hoàn thành đồ án tốt nghiệp. Vì quá trình hoàn thành đồ án tốt nghiệp không được dài nên chắc chắn còn rất nhiều thiếu sót em rất mong được sự góp ý của các thầy cô giáo. Em xin chân thành cảm ơn.

## CHƯƠNG 1

### TÌM HIỂU CÔNG NGHỆ Lò CẢM ỨNG ĐIỆN TỬ

#### 1.1. ĐẶT VẤN ĐỀ.

Đến thế kỷ 20, nhất là sau Chiến tranh thế giới lần thứ nhất, nền công nghiệp ngày càng phát triển mạnh. Trên thế giới lúc bấy giờ các ngành công nghiệp, nhất là ngành luyện thép và hợp kim, ngành đúc chi tiết, ngành chế tạo máy, ngành điện lực, ngành điện tử ... đang đà phát triển về sản lượng và chất lượng sản phẩm. Do yêu cầu và điều kiện kỹ thuật mới, sắt thép thông thường như trước không thỏa mãn với các dụng cụ, máy móc thiết bị tối tân, vì ở đây đòi hỏi chúng phải làm việc trong điều kiện nhiệt độ và áp suất cao, chống được ăn mòn hóa học và điện hóa, chống bào mòn cơ học, chống nóng, chống rỉ... do đó phải sản xuất ra các loại thép và hợp kim có tính năng đặc biệt như độ bền cơ học cao, độ bền chống ăn mòn của môi trường axit, nước sông, nước biển, chống mài mòn do va đập ... Đặc biệt cần phải sản xuất ra các loại thép có tính đàn hồi cao, có tính nhiễm từ tốt, có tính chống nhiễm từ cao. Do các tính chất đặc biệt trên nên thép được sản xuất ra từ lò thổi không khí không thể đáp ứng được nữa, mà phải nấu luyện trong các loại lò điện. Vậy phương pháp luyện thép trong lò điện là một công nghệ mới hiện đại. Để luyện thép và hợp kim trong lò điện người ta tận dụng điện năng biến thành nhiệt năng dưới dạng hồ quang, cảm ứng điện từ, điện trở và dạng plasma. Thường sử dụng lò điện hồ quang xoay chiều hoặc lò điện hồ quang một chiều để sản xuất thép cacbon chất lượng, thép hợp kim thấp, trung bình và cao với sản lượng lớn. Để luyện một số thép hợp kim chuyên dùng, hoặc các thép hợp kim cao ít cacbon người ta sử dụng các loại lò điện cảm ứng cao tần, trung tần và tần số công nghiệp. Để nấu loại thép và hợp kim, tinh luyện kim loại và thép đạt chất lượng cao hơn nữa người ta sử dụng lò điện xỉ, lò điện

cảm ứng chân không, lò hồ quang chân không, lò điện từ chân không sâu, lò plasma ... Để nung nguyên liệu các loại vật liệu, các dụng cụ, chi tiết máy người ta sử dụng lò điện trở nung trực tiếp hoặc gián tiếp.

## **1.2. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA LÒ CẢM ỨNG KHÔNG LỖI SẮT.**

Đầu thế kỷ 20 đã có những đề nghị đầu tiên về hợp kim và luyện kim trong lò cảm ứng không lõi sắt bằng dòng điện tần số cao. Nhà phát minh đèn điện A.N Lô-đư-gin trong thời gian 1905 – 1907 đã đề nghị nhiều kết cấu dây nung cảm ứng.

Sau khi kết thúc chiến tranh thế giới lần thứ nhất lò không lõi sắt bắt đầu được dùng rộng rãi hơn trong công nghiệp. Ở Mỹ việc sản xuất các lò theo sơ đồ Noóc- trúp bắt đầu chiếm vai trò chủ yếu trong công ty Ajax Electrothemic corporation năm 1920. Ở Châu Âu độc lập với Noóc-trúp năm 1920 bắt đầu các thí nghiệm về việc tạo ra lò tần số cao có thiết bị phóng tia lửa điện tự quay Ri-bơ.

Sự phát triển của kỹ thuật radio đã sinh ra máy phát dòng điện tần số cao khác nhau, máy phát hồ quang, máy phát tia lửa điện, máy phát có các đèn điện tử. Do đó đến đầu những năm 30, thế kỷ 20 giá thành năng lượng các dòng cao tần đã giảm chỉ còn bằng 2 – 4 lần giá thành năng lượng dòng điện công nghiệp. Đó là một trong những sơ đồ tốt để sử dụng rộng rãi trong công nghiệp lò tần số cao và tần số cao hơn.

Năm 1937 công suất của thiết bị lò tần số cao trên toàn thế giới đã tăng đến 100.000 kW và dung tích của các lò này lần đầu tiên là vài Kg nay đã lên đến 12 tấn ( Các nhà máy luyện thép Bofoc Thụy Điển năm 1951).

Nguồn cơ bản cho tần số cao để cung cấp cho thiết bị điện nhiệt hiện nay đối với tần số 10000 Hz máy phát cảm ứng và đối với tần số lớn hơn là máy phát bằng đèn.

Năm 1930 V.P vônôđin (Nga) cùng với những người cộng tác của mình đã bắt đầu nghiên cứu lò luyện cảm ứng không lõi sắt, năm 1932 đã xây dựng

các lò luyện 10 và 200 Kg thép, công nghiệp Nga đã bắt đầu sản xuất được toàn bộ lò cùng với các trang bị điện của chúng như máy phát mô-tơ, các tụ điện ...giáo sư V.P vôlôgđin đã phát minh ra lò điện cảm ứng đầu tiên không có lõi sắt ở nước Nga với máy phát bằng đèn năm 1939.

Sau chiến tranh thế giới lần thứ hai lò điện đã được xây dựng và phát triển rộng khắp thế giới. Như ở Đức đã ứng dụng lò điện hồ quang 10 ÷ 60 tấn/mẻ để sản xuất thép công cụ và thép hợp kim, ở Tiệp Khắc đã sử dụng lò điện hồ quang 20 ÷ 30 tấn/ mẻ để nấu tất cả các loại thép cacbon và hợp kim thấp. Ngày nay người ta sử dụng phổ biến các loại lò điện hồ quang với dung lượng 100 ÷ 400 tấn/ mẻ dung lượng biến áp 35000 ÷ 165000 kVA.

Đặc biệt ở Mỹ người ta đã chạy thường xuyên loại lò 360 tấn /mẻ với chế độ siêu công suất 160000 kW để sản xuất thép cacbon chất lượng, đảm bảo năng suất 100 ÷ 120 tấn thép/ giờ.

Từ năm 1990 đến nay đã thiết kế xây dựng các loại lò điện hồ quang hiện đại như loại hồ quang một chiều siêu công suất ( 150tấn/ mẻ ) lò hồ quang thân cột có dung lượng lò 100 ÷ 300 tấn/mẻ.

Sản lượng lò điện hồ quang chiếm 80 ÷ 90% tổng lượng thép lò điện. Số lượng thép còn lại được sản xuất ra từ lò cảm ứng cao tần, trung tần và tần số công nghiệp.

Lò cảm ứng cao tần có dung lượng 50 ÷ 100 kg/mẻ với tần số làm việc  $f = 35000 \div 55000$  Hz được sử dụng để sản xuất loại thép hợp kim chuyên dùng. Hiện nay loại lò này ít được sử dụng để nấu thép mà chủ yếu để tôi bề mặt chi tiết máy. Lò cảm ứng trung tần có dung lượng 100, 200, 500, 900, và 1000 kg/mẻ với tần số làm việc từ 1000 đến 3000 Hz được sử dụng để nấu thép hợp kim cao có hàm lượng cacbon thấp ( $C \leq 0,10\%$ ). Loại lò được ứng dụng phổ biến khắp nơi như ở xưởng đúc, xưởng cơ khí, xưởng luyện thép, luyện gang ... Ngày nay nền công nghiệp điện tử đang đà phát triển thì lò

điện cảm ứng trung tần được trang bị thiết bị tối tân để vận hành lò thuận lợi nhanh chóng và chính xác.

### **1.3. ĐẶC ĐIỂM CHỦ YẾU CỦA PHƯƠNG PHÁP Lò ĐIỆN.**

- Để nấu luyện thép và hợp kim trong lò điện người ta sử dụng năng lượng điện biến thành nhiệt năng, do đó tập trung được năng lượng nhiệt lớn để nung chảy kim loại nhanh đặc biệt các kim loại khó chảy như wolfram, molipden...

- Ở lò điện có nhiệt độ cao  $\geq 1700^{\circ}$  nên tạo điều kiện hòa tan các nguyên tố hợp kim nhiều trong thép, thỏa mãn đầy đủ cho các phản ứng luyện kim tạo điều kiện tăng tốc độ phản ứng hóa học, thúc đẩy quá trình phản ứng oxi hóa và hoàn nguyên kim loại xảy ra nhanh chóng và triệt để.

- Trong quá trình nấu luyện thép ở lò điện, dễ dàng nâng nhiệt độ cho bề kim loại và đồng thời tiến hành điều chỉnh chính xác thành phần hóa học của thép lỏng và xỉ.

- Nấu luyện được tất cả các loại thép cacbon cao, thấp có chất lượng tốt, luyện được tất cả các loại thép hợp kim cao hoặc đặc biệt mà đảm bảo cháy hao các nguyên tố hợp kim rất thấp. Đặc biệt luyện được các mác thép có hàm lượng phospho và lưu huỳnh rất thấp.

- Giá thành các loại thép lò điện cao còn vì tiêu tốn điện năng và điện cực lớn.

(điện cực grafit phải nhập từ nước ngoài vì nước ta chưa sản xuất được).

- Vì vậy cần phải áp dụng các biện pháp cải tiến thiết bị và cường hóa quá trình luyện thép trong lò điện để nâng cao chất lượng và hạ giá thành sản phẩm.

- Chọn và tính toán hợp lý đảm bảo ít phospho và lưu huỳnh, kích thước nguyên liệu phải phù hợp với dung lượng lò và phương pháp chất liệu vào lò để đảm bảo vận hành lò tốt.

- Sử dụng và khống chế chế độ điện một cách tối ưu trong quá trình nấu luyện thép, đảm bảo thời gian nấu một mẻ thép thấp nhất năng suất lò cao nhất.

- Áp dụng các biện pháp cường hóa trong giai đoạn nấu chảy oxi hóa và hoàn nguyên.

- Áp dụng các công nghệ mới như tạo xỉ đơn, tạo xỉ bột, thổi oxi nguyên chất, thổi các chất khử và khí trơ vào lò để đảm bảo tốc độ phản ứng luyện kim xảy ra nhanh do đó khử bỏ được các tạp chất và các khí có hại trong thép một cách triệt để.

#### **1.4. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ LÒ CẢM ỨNG KHÔNG LỖI THÉP.**

Là dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ. Khi đặt một khối kim loại vào trong một từ trường biến thiên thì trong khối kim loại sẽ xuất hiện( cảm ứng ) các dòng điện xoáy ( dòng Foucault ). Nhiệt năng của dòng điện xoáy sẽ đốt nóng khối kim loại.

Lò cảm ứng được cấu tạo dựa trên nguyên lý của một máy biến áp không khí cuộn cảm ứng được chế tạo bằng đồng theo dạng xoắn ốc bọc xung quang tường lò. Cuộn cảm ứng được coi như là cuộn sơ cấp, cuộn kim loại chứa đựng trong lò được coi như là cuộn thứ cấp máy biến áp. Khi ta cho dòng điện xoay chiều đi qua cuộn cảm ứng thì sẽ sinh ra từ thông biến thiên. Từ thông đi qua kim loại sản sinh ra một sức điện động cảm ứng là  $E_2$ . Kim loại ở đây coi như là một dây dẫn, khép kín và thẳng góc với từ thông biến thiên. Xuất hiện trong kim loại một dòng điện cảm ứng và năng lượng của dòng điện cảm ứng sinh ra một lượng nhiệt lớn để nung chảy kim loại. Như vậy khi lò làm việc thì xuất hiện hai sức điện động cảm ứng trong cuộn cảm ứng  $E_1$  và trong kim loại  $E_2$ .

Giá trị  $E_1$  và  $E_2$  được tính theo công thức:

$$E_1 = 4,44. \phi .f.n_1.10^{-8} \text{ V}$$

$$E_2 = 4,44. \phi .f.n_2.10^{-8} \text{ V.}$$

Trong đó:  $\phi$  - từ thông biến thiên, Wb

f - tần số làm việc, Hz

$n_1$  – số vòng của cuộn cảm ứng (sơ cấp);

$n_2$  - số vòng cảm ứng của cuộn thứ cấp ( kim loại coi là một khối thống nhất nên có  $n_2 = 1$  );

Do giữa cuộn cảm ứng và kim loại chứa trong lò bị ngăn cách bởi độ dày của nồi lò ( bằng vật liệu chịu lửa ) và các vòng của cuộn cảm ứng có những khoảng cách nhất định nên từ thông biến thiên bị mất mát lớn ( từ thông tản ra ngoài không khí ) do vậy sức điện động cảm ứng  $E_1 > E_2$ . Vì vậy cần phải cấp vào cuộn cảm ứng một năng lượng điện lớn để tạo ra  $E_1$  cao phù hợp với dung lượng lò và đồng thời tạo ra  $E_2$  đủ lớn để làm nóng chảy kim loại trong lò. Khi kim loại bị cảm ứng thì trong kim loại sẽ lập tức sinh ra từ thông chống lại từ thông do cuộn cảm ứng sinh ra, do đó chiều dòng điện  $I_1$  ngược chiều với chiều dòng điện Foucault ( $I_2$ ).

Ta có :  $\frac{E_1}{E_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{I_1}{I_2}$  và do đó  $I_2 = I_1.n_1$ ;

Như vậy dòng điện  $I_2$  phụ thuộc vào nguồn cung cấp và phụ thuộc vào số vòng của cuộn cảm ứng.

Khi một dòng điện xoay chiều vào cuộn cảm ứng thì lập tức trong kim loại sinh ra một dòng điện Phucô ( $I_2$ ). Dòng điện  $I_2$  lớn gấp  $n_1$  so với  $I_1$  nghĩa là khi có  $I_1 = \text{const}$  và tăng số vòng cuộn cảm ứng thì dòng  $I_2$  tăng cao. Và nhờ có dòng điện Phucô (  $I_2$  ) tạo ra một lượng nhiệt lớn để nấu chảy kim loại.

Năng lượng điện nấu chảy kim loại được tính theo công thức :

$$W = I_2^2 . 2 \pi^2 . d.h. \sqrt{\rho.\mu.f.10^{-9}} ; (W);$$

$$W = (I_1.n_1).2 \pi^2 . d.h. \sqrt{\rho.\mu.f.10^{-9}} ; (W);$$

Trong đó :  $I_1 \cdot n_1$  – gọi là ampe vòng, ( A.mm);

$d$  - đường kính nồi chứa kim loại, ( mm )

$h$  – chiều cao nồi lò, ( mm).

$\rho$  - điện trở suất kim loại, (  $\Omega \text{mm}^2/\text{m}$  ).

$f$  – tần số làm việc, (Hz).

Qua công thức trên ta thấy nhiệt cung cấp cho lò nấu phụ thuộc vào nhiều yếu tố trong đó tỷ lệ với bình phương ampe vòng. Lượng nhiệt này còn phụ thuộc vào số vòng của cuộn sơ cấp (  $n_1$  ) và cường độ dòng điện cảm ứng (  $I_1$  ). Mỗi một loại lò cảm ứng đều có mạch điện riêng để đảm bảo cung cấp dòng điện  $I_1$  và tần số làm việc ở mức độ tối thiểu.

$$f_{\min} \geq 2,5 \cdot 10^9 \cdot \frac{\rho}{d^2};$$

Trong đó :  $\rho$  - điện trở suất của nguyên liệu,  $\Omega \text{mm}^2/\text{m}$ ;

$d$  - đường kính lò chứa nguyên liệu, mm.

Nhân xét : Đường kính nồi lò tỷ lệ nghịch với đường kính làm việc. Khi tăng tần số làm việc thì phải giảm đường kính nồi lò. Vậy tần số làm việc quyết định dung lượng định mức của lò ( tấn/mẻ ).

## **1.5. ĐẶC ĐIỂM NGUYÊN LÝ CẢM ỨNG ĐIỆN TRONG LÒ CẢM ỨNG KHÔNG LỖI SẮT.**

### **1.5.1. Mức độ cảm ứng.**

Mức độ cảm ứng của khối kim loại chứa trong lò khác nhau, phụ thuộc vào từng vùng, tính chất của nguyên liệu và tần số làm việc. Mật độ dòng điện cảm ứng phân bố trong lò không đều. Kim loại sát tường lò, gần cuộn cảm ứng thì có mật độ điện lớn nhất và giảm dần theo hướng vào tâm lò, tức là



nguyên liệu chảy nhanh nhất ở sát tường lò, còn ở giữa lò là chảy chậm. Để xác định đại lượng mật độ dòng ở kim loại tại một điểm bất kỳ trong nồi lò ta có công thức sau:

$$\delta_z = \delta_0 \cdot e^{-z \sqrt{\frac{w \cdot \pi}{2 \cdot \rho}}} = \delta_0 \cdot e^{-2\pi z \sqrt{\frac{f \cdot \mu_{kl} \cdot 10^{-9}}{\rho}}}$$

Trong đó :

$\delta_z, \delta_0$  : tương ứng mật độ dòng tại hoành độ z và 0

$\pi$  : độ từ thẩm tuyệt đối, ( H )

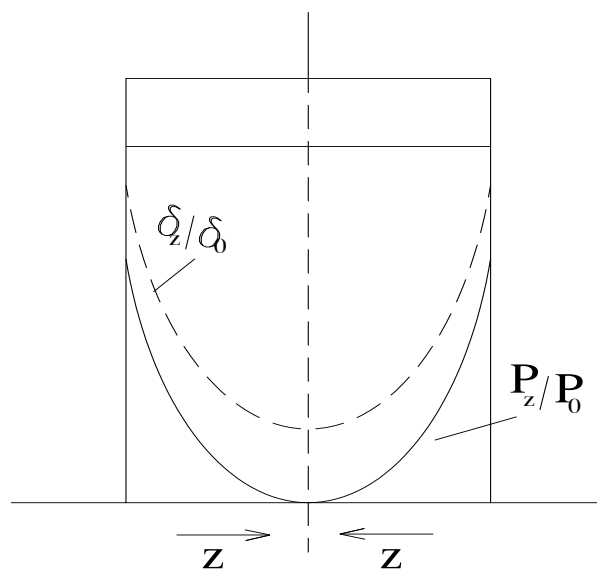
$$\pi = \pi_0 \cdot \pi_{kl}$$

$\pi_0$  : độ từ thẩm trong môi trường chân không;

$\pi_{kl}$  : độ từ thẩm của kim loại trong lò;

$\rho$  : điện trở suất của kim loại trong lò; ( $\Omega \cdot mm^2 / m$ )

f – tần số làm việc, ( Hz )



**Hình 1.1.** Phân bố tương đối của mật độ dòng điện ( $\delta_z/\delta_0$ ) và công suất ( $P_z/P_0$ )

Ta có bảng nêu chỉ tiêu sản xuất thép ở lò cảm ứng không lõi sắt.

**Bảng 1.1.** Chỉ tiêu kích thước nguyên liệu được sử dụng trong các loại lò.

Tần số làm việc, Hz	Đường kính liệu, (mm)	Loại lò cảm ứng
50	100 ÷ 150	Lò tần số công nghiệp
1000	35 ÷ 40	Lò trung tần
2000	25 ÷ 30	Lò trung tần
3000	20 ÷ 25	Lò trung tần
10.000	10 ÷ 12	Lò cao tần
500.000	1,0 ÷ 1,5`	Lò cao tần đặc biệt

### 1.5.2. Công suất điện.

Phải tận dụng công suất điện có lợi cho quá trình nấu, do đó cần phải nối vào tải hệ thống tụ điện bù  $\cos \varphi$ .

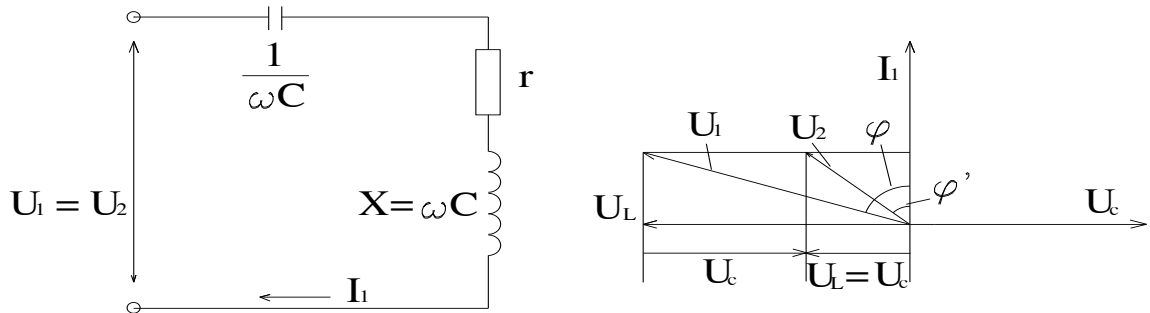
Do cấu tạo lò và cuộn cảm ứng nồi lò có độ dày bằng vật liệu chịu lửa ngăn cách lò với cuộn cảm ứng, còn cuộn cảm ứng có nhiều vòng, vòng nọ cách vòng kia 2 ÷ 3 mm nên tạo ra nhiều khe hở, dẫn đến từ thông biến thiên bị rò ra ngoài không khí, mất bớt năng lượng điện cảm ứng ở trong lò do đó hệ số tận dụng công suất điện rất thấp

- Tần số 50 Hz thì  $\cos \varphi = 0,1 \div 0,12$ .
- Tần số 500 ÷ 3000 Hz thì  $\cos \varphi = 0,2 \div 0,22$ .
- Tần số 4000 ÷ 10.000 Hz thì  $\cos \varphi = 0,25 \div 0,28$ .

### 1.5.3. Hệ thống tụ điện bù.

Với đại lượng  $\cos \varphi$  thấp như vậy không thể đủ năng lượng nhiệt cung cấp cho việc nấu chảy kim loại vì vậy người ta mắc hệ thống tụ điện bù hoặc nối tiếp hoặc song song hoặc tổng hợp với cuộn cảm ứng lò

a) Mắc nối tiếp với cuộn cảm ứng lò thì cho ta chế độ cộng hưởng điện áp như hình vẽ.



**Hình 1.2.** Sơ đồ kiểu nối tụ nối tiếp với cuộn cảm ứng lò

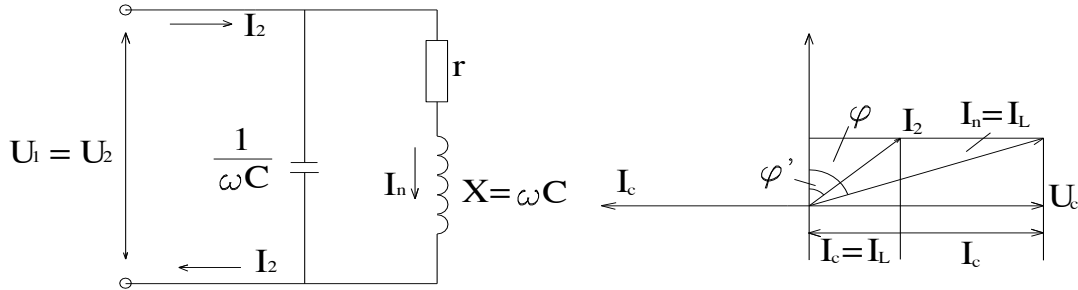
Khi cộng hưởng  $I_m = I_{l0} = I_C = I_{\Sigma}$  và điện áp của máy phát khi cộng hưởng nhỏ hơn điện áp của máy khi chưa cộng hưởng ( $U_m > U'_m$ ). Nếu cộng hưởng hoàn toàn thì có điện áp ở cuộn cảm ứng bằng điện áp ở tụ điện bù ( $U_L = U_C$ ). Khi  $U_m > U'_m$  thì góc lệch pha giữa  $U_L$  và  $U_C$  giảm xuống bằng không. Nếu điện áp ở máy phát ổn định theo mức bù dẫn tới  $I_L$  tăng làm tăng giá trị sụt áp trên cuộn cảm và tụ điện bù.

Điện áp trên cuộn cảm ứng lò  $U_L = U_1 \cdot X = U_1 \cdot \omega \cdot L$ ;

Điện áp trên tụ điện bù  $U_C = I_1 \cdot \frac{1}{\omega \cdot C}$  và trên điện trở thuần có điện áp

$U_r = I_1 \cdot r$  dẫn đến làm tăng điện áp trên lò ( $I_{\Sigma}$ ), đôi khi cao quá dễ làm thủng lớp cách điện giữa các vòng cảm ứng dẫn đến sự cố. Do đó cần khống chế dòng điện khi có chế độ cộng hưởng điện áp. Thực tế người ta ít dùng cách ghép nối tụ điện nối tiếp, mà phổ biến là dùng phương pháp ghép nối tụ bù song song với cuộn cảm ứng lò. Với cách nối này cho ta chế độ cộng hưởng dòng điện và hoàn toàn tránh được sự cố do quá dòng điện do cộng hưởng.

b) Sơ đồ ghép nối tụ song song với cuộn cảm ứng lò được giới thiệu ở hình vẽ :



**Hình 1.3.** Sơ đồ nối tụ song song với cuộn cảm ứng.

Ta có  $U_m = U_{l0} = U_C = U_L$ , nghĩa là điện áp máy phát ổn định trong quá trình chạy lò, còn dòng điện khi cộng hưởng vượt trội dòng điện máy phát:

$$\vec{I}_{l0} = \vec{I}_C + \vec{I}_m$$

Nếu chưa có  $\cos \varphi$  thì ta có  $\vec{I}_{l0} = \vec{I}_m$

Nếu cộng hưởng hoàn toàn khi  $r = 0$  thì ta có  $\vec{I}_{l0} = \vec{I}_C$ . Khi lò làm việc theo chế độ cộng hưởng ta có  $\omega.L = \frac{1}{\omega.C}$  (điện trở trong của cuộn cảm ứng bằng điện trở trong tụ điện bù).

Do đó ta xác định được điện dung của tụ điện bù:

$$C = \frac{1}{\omega^2.L} = \frac{1}{(2\pi.f)^2.L}$$

$$L = \frac{U}{2\pi.f.I} = \frac{1}{U^2.f.2\pi} = \frac{Q}{U^2.f.2\pi}$$

Trong đó:

$\omega$  - tần số góc, ( rad/s);

$f$  - tần số dòng điện, Hz;

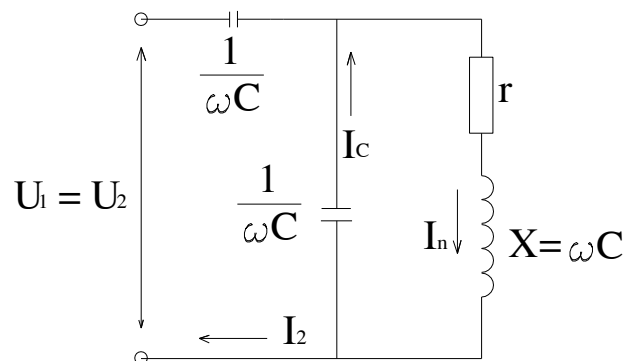
$L$  - đại lượng tụ cảm, Hz ;

$C$  - điện dung tụ điện, F;

$Q$  - công suất phản kháng, kVAr ;

Qua công thức trên ta thấy lò cảm ứng có tần số làm việc càng cao thì điện dung bù càng nhỏ ( giá thành hạ, tổn hao điện năng thấp ).

c) Cộng hưởng hỗn hợp là vừa có cộng hưởng điện áp, vừa có cộng hưởng dòng trong quá trình chạy lò. Để thực hiện cộng hưởng hỗn hợp người ta vừa nối ghép tụ bù nối tiếp, vừa nối song song với cuộn cảm ứng lò. Đây là mạch nối phức tạp công kênh nên ít dùng trong sản xuất.



**Hình 1.4.** Sơ đồ nối tụ vừa nối tiếp vừa song song với cuộn cảm ứng lò

#### 1.5.4. Ảnh hưởng của từ thông tán xạ và từ thông trong khối kim loại.

Làm xuất hiện lực nâng làm cho phần kim loại lỏng ở giữa lò được tăng cao với độ cao  $\Delta h_2$

$$\Delta h_2 = \frac{6,41 \cdot 10^{-3} \cdot (I_1 \cdot n_0)^2}{\gamma} = \frac{1 \cdot P}{\gamma \cdot h_2 \cdot d_2 \cdot \sqrt{f \cdot \rho_2}} \quad (\text{cm}).$$

Trong đó:

$I_1$  : Cường độ dòng điện vào cuộn cảm ứng trong lò (A);

$n_0$ : Số vòng cảm ứng trên một đơn vị dài ( vg/cm );

$\gamma$  : Tỷ khối của kim loại lỏng ( g/cm<sup>3</sup> );

$\rho_2$ : Điện trở suất của kim loại (  $\Omega m$  );

$f$  : Tần số làm việc ( Hz );

$h_2, d_2$  : Tương ứng với chiều cao của bể kim loại.

Cùng một công suất truyền cho kim loại nếu tần số càng nhỏ thì  $\Delta h$  càng cao. Do lực nâng lên của phần kim loại lỏng trong lò nên kim loại và xỉ lỏng

được xáo trộn mãnh liệt làm cho thành phần hóa học và nhiệt độ của thép lỏng hết sức đồng đều, sản phẩm luyện ra rất sạch nhưng lại có nhược điểm làm cho áo lò bị bào mòn nhanh, bóc trần bề mặt kim loại lỏng. Qua sản xuất thực tế người ta áp dụng hai biện pháp sau đây để khắc phục nhược điểm đó :

+ Nâng hạ cuộn cảm đến mức cho phép đối với lò có dung tích nhỏ cỡ từ  $5 \div 10$  (kg/m<sup>3</sup>)

+ Người ta lắp đặt hai cuộn cảm ứng : Cuộn cảm ứng có tần số cao để tăng tốc độ nấu chảy nguyên liệu, còn cuộn cảm ứng thứ hai có tần số công nghiệp để khuấy trộn bề mặt kim loại lỏng. Hai cuộn cảm ứng này được ghép nối thành một hệ thống chung và được quấn các vòng cảm ứng ngược chiều nhau. Cuộn cảm ứng thứ nhất có nhiều vòng được sử dụng khi cần xáo trộn kim loại lỏng, mãnh liệt mà có độ vòng cao của phần khối kim loại ở giữa lò. Với thiết bị hiện đại người ta vận hành lò có hai cuộn cảm ứng hết sức nhanh chóng chính xác. Hiện nay người ta áp dụng phương pháp này phổ biến để nấu luyện thép hợp kim có chất lượng cao và đồng thời nâng cao tuổi thọ lò (  $100 \div 150$  ) m.

## **1.6. PHÂN LOẠI.**

### **1.6.1. Theo tần số làm việc.**

- Thiết bị tần số công nghiệp lấy điện từ lưới hoặc qua máy biến áp  $f = 50$  Hz ( Lò cảm ứng tần số công nghiệp)..

- Thiết bị trung tần với tần số làm việc  $500 \div 10\,000$  Hz ( Lò cảm ứng trung tần ). Đây là lò trung gian giữa lò cảm ứng tần số công nghiệp và lò cảm ứng cao tần.

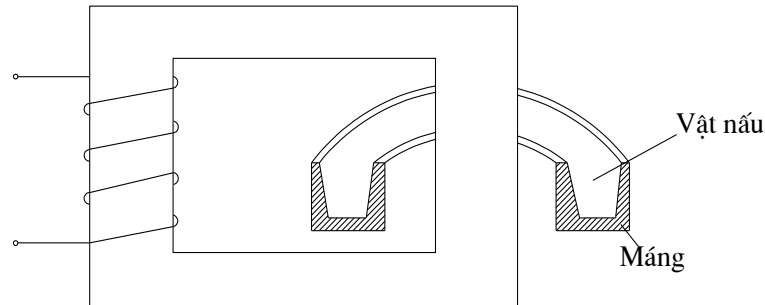
- Thiết bị cao tần với tần số làm việc trên  $10\,000$  Hz ( Lò cảm ứng cao tần )

### **1.6.2. Theo phạm vi ứng dụng.**

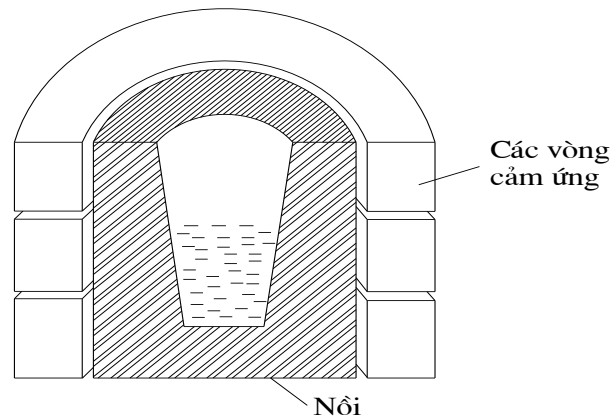
- Thiết bị tần số để nấu chảy kim loại và hợp kim.

Lò cảm ứng loại này có hai loại là lò có lõi thép ( lò máng ) và lò không có lõi thép ( lò nồi ). Lò máng dung lượng nhỏ và nhiệt độ thấp dùng để nấu chảy

kim loại màu. Lò nôi có dung lượng nôi càng lớn thì tần số càng giảm ( để nung nóng đều ).



**Hình 1.5.** Lò máng



**Hình 1.6.** Lò nôi

- Thiết bị nung phôi cho rèn, dập, cán. Phôi càng lớn thì tần số làm việc càng nhỏ.
- Thiết bị tôi bề mặt thường làm việc ở tần số cao. Lớp tôi càng mỏng thì tần số làm việc càng cao.
- Thiết bị nung, sấy chất điện môi và bán dẫn.

## **1.7. NGUỒN ĐIỆN CAO TẦN CÓ THỂ ĐƯỢC TẠO RA BẰNG CÁCH SAU:**

### **1.7.1. Dùng máy phát điện tần số cao.**

Người ta dùng máy phát đồng bộ cực lồi số cặp cực lớn và số vòng quay cao vì :

$$f = \frac{n \cdot p}{60} \text{ (Hz)}$$

Trong đó :

p : số cặp cực.

n : tốc độ quay roto, vòng /phút.

Để tối ưu hóa quá trình công nghệ gia nhiệt, việc điều chỉnh dòng kích từ máy phát là rất quan trọng, nhằm ổn định điện áp máy phát ra cấp cho lò cảm ứng nhằm điều chỉnh cấp điện áp theo trị số mong muốn. Hoàn thiện nhất hiện nay là dùng bộ biến đổi kích từ bằng Thyristor, đảm bảo độ chính xác, ổn áp  $\pm 1\%$  với điện áp kích từ ( 0 ÷ 180 V)

\* Ưu điểm:

- Đơn giản về cấu trúc.
- Độ tin cậy cao.
- Có thể làm việc song song với các máy phát, vốn thấp nhất là khi công suất lớn.

\* Nhược điểm:

- Có phần tử khó sửa chữa.
- Diện tích lắp đặt lớn, làm việc ồn.
- Hiệu suất thấp khi tải nhỏ, bôi trơn làm lạnh phức tạp không thay đổi được tần số.

### **1.7.2. Đèn phát tần số.**

Dùng trong thiết bị gia nhiệt tần số thường là đèn 3 cực chân không. Tần số từ vài chục đến hàng trăm MHz. Đèn được làm mát bằng không khí ( công suất vài Kw ) hay bằng nước ( công suất lớn hơn, tới ngoài 100 kW ).

Khi làm việc, nhiệt độ Katot tăng từ nhiệt độ môi trường tới hơn 2000<sup>o</sup>C và điện trở của lò tăng tới 10 lần do đó khi bắt đầu làm việc, không được cấp ngay điện áp định mức vì dòng Katot quá lớn gây hỏng đèn mà phải qua nhiều nấc tăng dần. Lúc làm việc cũng cần ổn định điện áp sợi đốt vì tăng điện áp lên 1% cũng sẽ làm tuổi thọ đèn giảm hơn 10%.



\* Ưu điểm:

- Gọn nhẹ dễ sửa chữa.

\* Nhược điểm :

- Hiệu suất tuổi thọ thấp, sợi đốt của đèn tiêu thụ từ 8 ÷ 30% công suất đèn.

- Phải qua nhiều khâu biến đổi.

### **1.7.3. Dừng thyristor.**

Là loại phổ biến nhất gồm hai khâu cơ bản là chỉnh lưu và nghịch lưu.

Dòng điện tần số công nghiệp được chỉnh lưu và được biến đổi thành dòng cao tần nhưng còn bị hạn chế ở tần số cao và giải công suất lớn. Sử dụng tốt với các lò công suất nhỏ và vừa.

## **1.8 ƯU ĐIỂM, NHƯỢC ĐIỂM CỦA LÒ CẢM ỨNG KHÔNG LỖI SẮT.**

### **1.8.1. Ưu điểm:**

- Luyện được hợp kim có độ sạch cao do không có các nguồn bẩn.

- Luyện được các hợp kim đồng nhất, thành phần hóa học trong bể lò đồng đều do sự sáo lộn gây ra bởi lực điện động

- Kim loại luyện có nhiệt độ cao và đạt được nhiệt độ cực đại trong toàn bộ khối kim loại không chỉ trong từng riêng biệt như trong lò hồ quang.

- Kim loại cháy rất ít do nung kim loại từ trong ra ngoài.

- Hiệu suất của bản thân lò cao.

- Năng suất cao do luyện nhanh.

- Diện tích lò chiếm nhỏ do kích thước ngoài nhỏ hơn so với kích thước lò khác.

- Điều chỉnh công suất và nhiệt độ đơn giản, dễ dàng trong phạm vi rộng.

- Có khả năng luyện trong chân không hoặc trong môi trường khí đặc biệt.

- Điều kiện lao động nhẹ nhàng và hợp vệ sinh.

- Máy phát motor làm việc yên tĩnh hơn so với chế độ làm việc không ổn định của lò hồ quang.

- Không tiêu hao điện cực.
- Chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật cao hơn so với lò hồ quang về phương diện này việc so sánh giá thép được luyện trong các lò cảm ứng và lò hồ quang có tầm quan trọng đặc biệt.

### **1.8.2. Nhược điểm:**

- Kê tương đối lạnh, khó tiến hành phản ứng giữa kim loại và xỉ do đó quá trình tinh luyện khó. Nhược điểm này là đặc tính chung của lò có lõi sắt cũng như không có lõi sắt. Do xỉ trong các lò này không có dòng điện chạy qua và chỉ được nung bằng nhiệt của kim loại nấu trong lò.
- Hiệu suất của toàn bộ thiết bị thấp do trong thiết bị cần có nguồn tần số cao cũng như cần phải có các tụ điện.
- Trang bị đi với thiết bị của lò không lõi sắt phức tạp và đắt.
- Yêu cầu nhân viên phục vụ có trình độ cao.

## **1.9. ỨNG DỤNG CỦA Lò CẢM ỨNG KHÔNG LỖI SẮT.**

- Ứng dụng chủ yếu để luyện thép chất lượng cao và các hợp kim đặc biệt khác có yêu cầu độ sạch cao đồng đều và chính xác về thành phần hóa học. Các yêu cầu này không thực hiện được trong các lò có ngọn lửa và lò hồ quang.

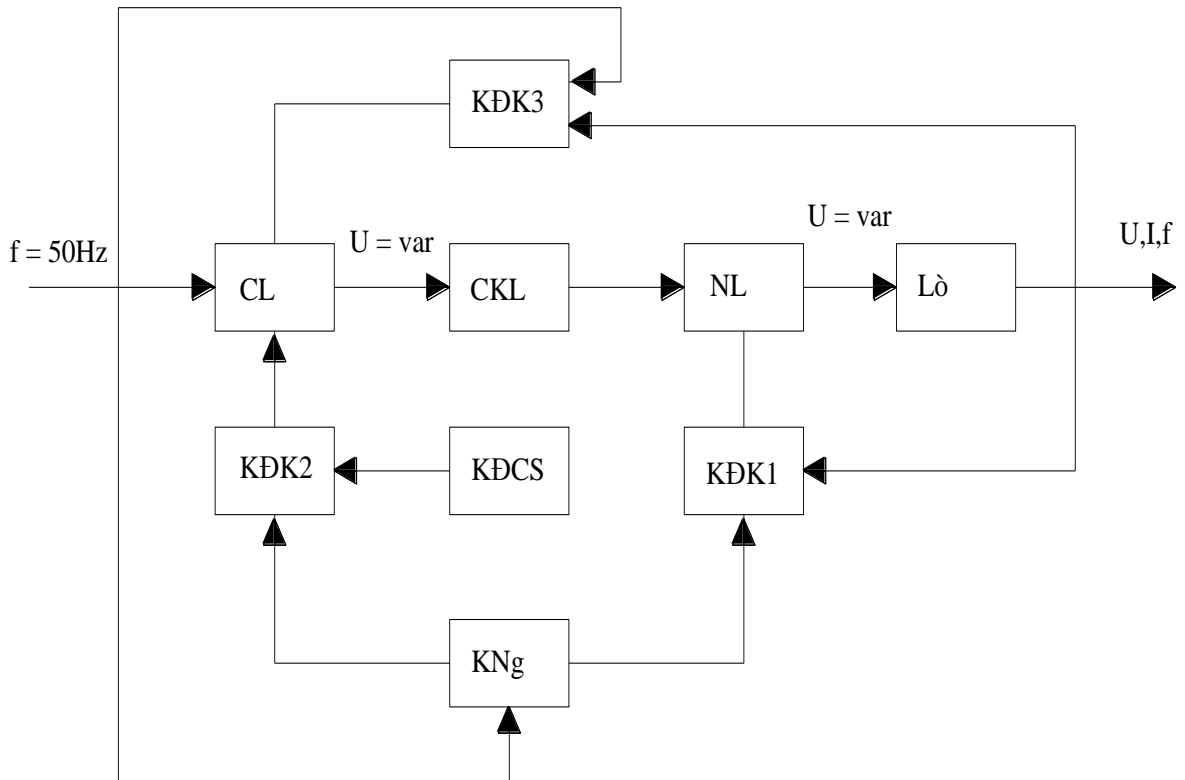
- Luyện các loại thép thông thường trong các lò không có lõi sắt sẽ có tính kinh tế hơn so với các lò hồ quang, tương tự luyện các kim loại và hợp kim màu trong các lò điện không có lõi sắt sẽ kém kinh tế hơn so với các lò cảm ứng có lõi sắt như ta đã biết trong nhưng năm gần đây các thành tựu khoa học mới ra đời liên tiếp như: máy bay phản lực siêu âm dùng năng lượng nguyên tử .... yêu cầu tạo ra hàng loạt những hợp kim đặc biệt chế tạo các hợp kim này, chủ yếu và đôi khi là duy nhất có thể dùng lò cảm ứng không lõi sắt. Do vậy sự phát triển của lò không có lõi sắt chậm hơn nên chỉ trong những năm gần đây mới chỉ sử dụng trong quy mô rộng lớn.

## CHƯƠNG 2

### GIỚI THIỆU Lò CẢM ỨNG DÙNG BỘ BIẾN TẦN

#### 2.1. Lò CẢM ỨNG.

##### 2.1.1. Sơ đồ chức năng của lò cảm ứng dùng bộ biến tần.



**Hình 2.1.** Sơ đồ khối chức năng của lò cảm ứng dùng bộ biến tần

Trong sơ đồ khối chức năng của lò cảm ứng trung tần dùng bộ biến tần gồm các khâu chính sau:

- Mạch lực gồm các khâu:
  - + CL – Bộ chỉnh lưu có điều khiển dùng thyristor biến đổi điện áp xoay chiều của lưới điện thành điện áp một chiều.
  - + NL – Khâu nghịch lưu cộng hưởng biến điện áp một chiều thành điện áp xoay chiều cung cấp cho vòng cảm ứng của lò.

- + CKL – Khâu lọc điện áp một chiều dùng cuộn kháng lọc với với trị số điện cảm L khá lớn ( vì bộ nguồn cung cấp cho bộ chỉnh lưu là bộ nguồn dòng ).
- + Lò trung tần có vòng cảm ứng cuốn xung quanh nõi của lò và một bộ tụ điện.
  - Mạch điều khiển gồm các khâu:
- + KNg – Khâu nguồn một chiều cung cấp cho tất cả các khâu trong mạch điều khiển.
- + KĐCS – Khâu điều chỉnh công suất tiêu thụ của lò cảm ứng.
- + KĐK - 2- Khâu điều khiển bộ chỉnh lưu.
- + KĐK - 1- Khâu điều khiển bộ nghịch lưu.
- + KĐK - 3- Khâu điều khiển công nghệ dùng role- công tắc tơ .... đo lường và bảo vệ.

### **2.1.2. Sơ đồ nguyên lý lò cảm ứng.**

Hiện nay chúng ta nhập rất nhiều lò trung tần nấu thép từ có các thông số công nghệ sau:

- Dung tích mỗi mẻ nấu từ 50 đến 2000 Kg.
- Công suất tiêu thụ định mức của lò từ 100kW đến 1200 kW.

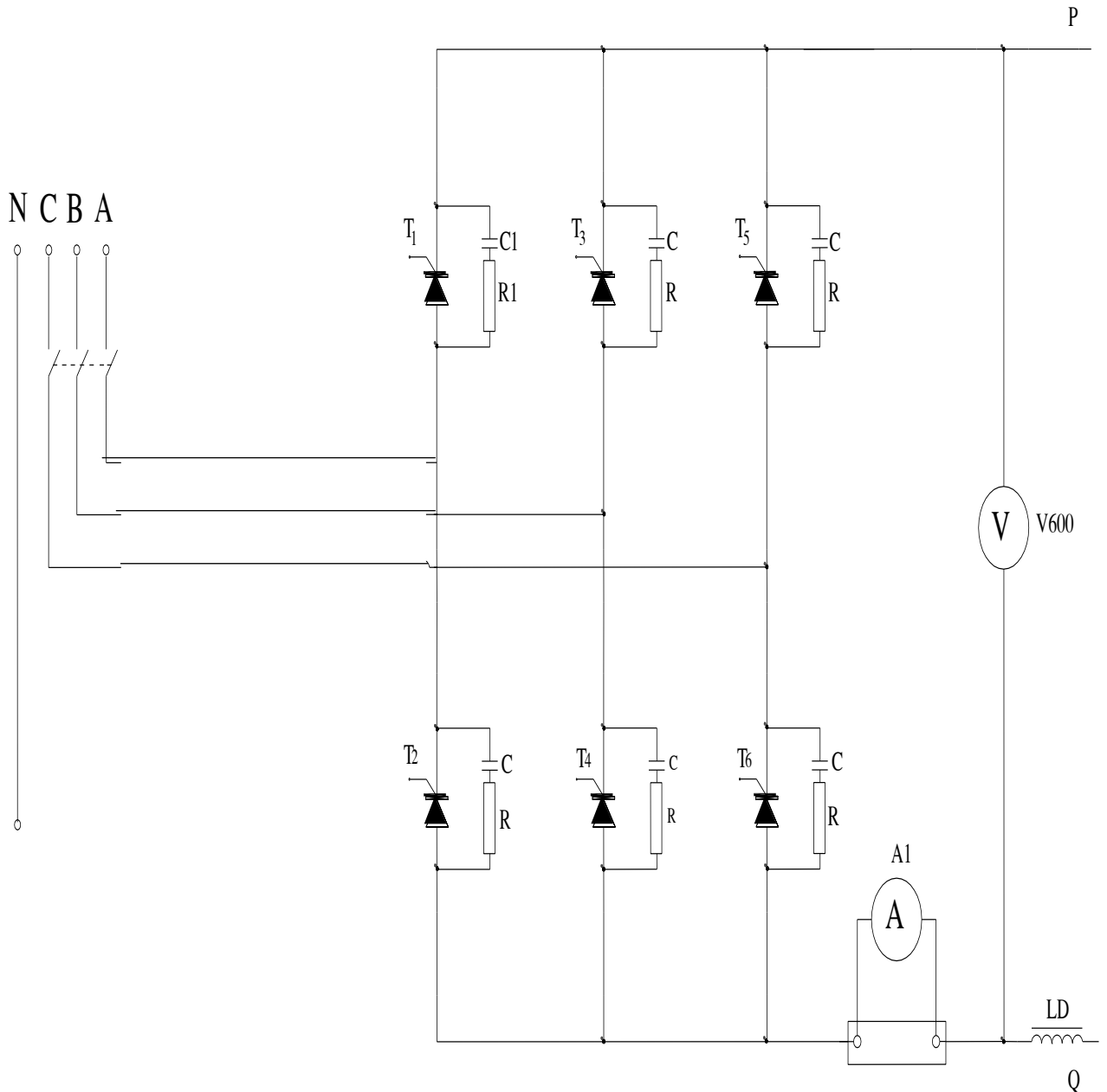
Nhìn chung dù sản xuất khác nhau nhưng về cấu tạo, nguyên lý hoạt động sơ đồ khối chức năng về cơ bản giống nhau.

Trên **Hình 2.2.** là sơ đồ nguyên lý mạch lực lò trung tần nấu thép

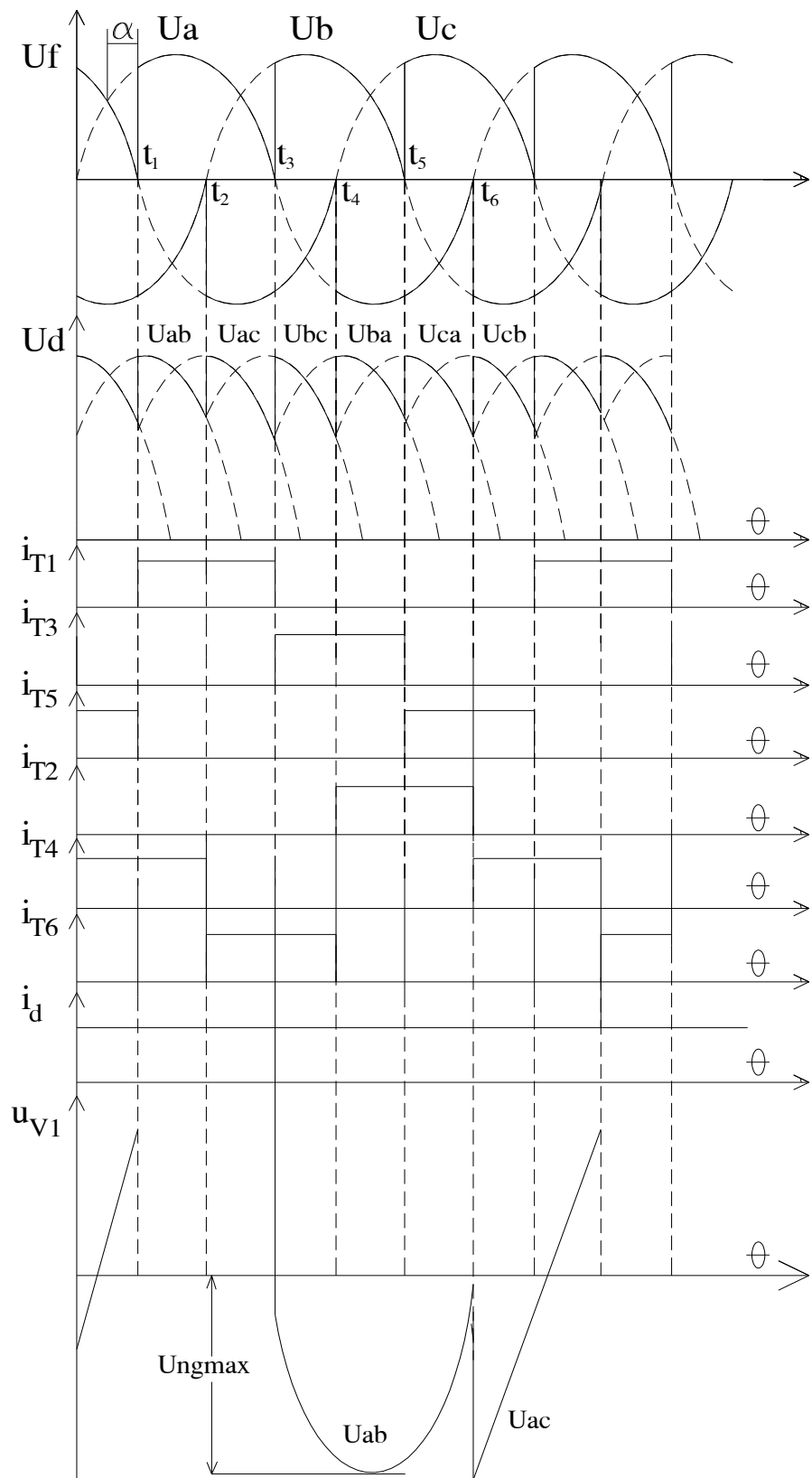


### 2.1.3. Đặc điểm nguyên lý lò trung tần nấu thép phần chỉnh lưu.

Phần chỉnh lưu có nhiệm vụ biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều. Thường là bộ chỉnh lưu cầu ba pha đối xứng gồm 6 diode hoặc 6 Thyristor có góc mở  $\alpha$  nhỏ do đó có ưu điểm là điện áp chỉnh lưu cao  $U_d = 2,34 U_2$ , hệ số đập mạch nhỏ, có công suất đầu ra xấp xỉ công suất đầu vào  $S \approx 1,05.P_d$ .



**Hình 2.3.** Sơ đồ nguyên lý lò trung tần nấu thép phần chỉnh lưu



**Hình 2.4.** Đồ thị dạng dòng điện, điện áp trên sơ đồ mạch chỉnh lưu.

Phần chỉnh lưu mắc theo sơ đồ cầu ba pha có điều khiển, các van điều khiển là các thyristor. Mạch chỉnh lưu được lấy nguồn từ nguồn điện áp xoay chiều ba pha điện áp 380 V. Mạch chỉnh lưu có nhiệm vụ biến đổi nguồn điện áp xoay chiều ba pha thành nguồn điện một chiều cung cấp cho mạch nghịch lưu. Ta có đồ thị như hình vẽ với góc điều khiển  $\alpha = 30^\circ$

Dòng chạy qua tải là dòng điện chạy từ pha này về pha kia, do đó tại mỗi thời điểm cần mở Thyristo chúng ta cần cấp hai xung điều khiển đồng thời (một xung ở nhóm Anode (+), một xung ở nhóm Cathode (-)). Ví dụ tại thời điểm  $t_1$  trên hình vẽ cần mở Thyristo T1 của pha A phía Anode, chúng ta cấp xung X1, đồng thời tại đó chúng ta cấp thêm xung X4 cho Thyristo T4 của pha B phía Cathode các thời điểm tiếp theo cũng tương tự. Cần chú ý rằng thứ tự cấp xung điều khiển cũng cần tuân thủ theo đúng thứ tự pha.

Khi chúng ta cấp đúng các xung điều khiển, dòng điện sẽ được chạy từ pha có điện áp dương hơn về pha có điện áp âm hơn. Ví dụ trong khoảng  $t_1 \div t_2$  pha A có điện áp dương hơn, pha B có điện áp âm hơn, với việc mở thông T1, T4 dòng điện được chạy từ A về B.

Khi góc mở van nhỏ hoặc điện cảm lớn, trong mỗi khoảng dẫn của một van của nhóm này (Anode hay Cathode) thì sẽ có hai van của nhóm kia đổi chỗ cho nhau. Điều này có thể thấy rõ trong khoảng  $t_1 \div t_3$  như trên hình vẽ Thyristo T1 nhóm Anode dẫn, nhưng trong nhóm Cathode T4 dẫn trong khoảng  $t_1 \div t_2$  còn T6 dẫn tiếp trong khoảng  $t_2 \div t_3$ .

Điện áp ngược các van phải chịu ở chỉnh lưu cầu ba pha sẽ bằng 0 khi van dẫn và bằng điện áp dây khi van khoá. Ta có thể lấy ví dụ cho van T1 (đường cong cuối cùng của hình vẽ) trong khoảng  $t_1 \div t_3$  van T1 dẫn điện áp bằng 0, trong khoảng  $t_3 \div t_5$  van T3 dẫn lúc này T1 chịu điện áp ngược  $U_{BA}$ , đến khoảng  $t_5 \div t_7$  van T5 dẫn T1 sẽ chịu điện áp ngược  $U_{CA}$ .



Khi góc mở các Thyristo lớn lên tới góc  $\alpha > 60^\circ$  và thành phần điện cảm của tải quá nhỏ, điện áp tải sẽ bị gián đoạn. Trong các trường hợp này dòng điện chạy từ pha này về pha kia, là do các van bán dẫn có phân cực thuận theo điện áp dây đặt lên chúng, cho tới khi điện áp dây đổi dấu, các van bán dẫn sẽ có phân cực ngược nên chúng tự khoá.

Sự phức tạp của chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng như đã nói trên là cần phải mở đồng thời hai van theo đúng thứ tự pha, do đó gây không ít khó khăn khi chế tạo vận hành và sửa chữa. Để đơn giản hơn người ta có thể sử dụng điều khiển không đối xứng.

Trên đồ thị điện áp các pha ta biểu diễn quá trình điều khiển các van riêng rẽ cho các thyristor nhóm catốt chung và nhóm anốt chung.

Đường bao phía trên của đường điện áp pha cho ta hình dạng thế của điểm ra tải P khi van T1, T3, T5, được điều khiển với góc  $\alpha$  so với các điểm chuyển mạch tự nhiên.

Đường bao phía dưới của các đường điện áp cho ta hình dạng thế của điểm ra tải Q khi van T2, T4, T6, được điều khiển với góc  $\alpha$  so với các điểm chuyển mạch tự nhiên.

Dạng thế của P và Q so với điểm trung tính của nguồn giống với dạng điện áp ra của các chỉnh lưu 3 pha hình tia. Nếu đo điện áp giữa P và Q ta có được điện áp ra của chỉnh lưu cầu 3 pha được biểu diễn trên hệ thống điện áp dây  $U_{ab}, U_{ac}, U_{bc}, \dots$

Với tải thuần trở dạng dòng điện trên tải lặp lại giống như dạng điện áp trên  $U_d$ . Góc giới hạn giữa dòng liên tục và dòng gián đoạn là  $60^\circ$ .

Nếu  $\alpha \leq 60^\circ$  thì dòng điện sẽ liên tục ta có công thức là:

$$U_{d\alpha} = U_{d0} \cdot \cos \alpha = 2,34 U_2 \cos \alpha .$$

Nếu góc  $\alpha \geq 60^\circ$  thì dòng điện sẽ gián đoạn ta có công thức là:

$$U_{d\alpha} = \frac{3\sqrt{6}}{\pi} U_2 \frac{1 + \cos(\alpha + 60^\circ)}{2} .$$

#### **2.1.4. Đặc điểm nguyên lý lò trung tần nấu thép phần nghịch lưu.**

Nghịch lưu độc lập là thiết bị biến đổi dòng điện một chiều thành dòng điện xoay chiều có tần số ra có thể thay đổi được và làm việc với phụ tải độc lập. Nguồn điện một chiều ở đây được cung cấp bởi bộ chỉnh lưu cầu ba pha có điều khiển

Nghịch lưu dòng là thiết bị biến đổi nguồn dòng một chiều thành nguồn dòng xoay chiều có tần số tùy ý.

Đặc điểm cơ bản của nghịch lưu dòng là nguồn một chiều cung cấp cho bộ biến đổi phải là nguồn dòng, do đó điện cảm đầu vào phải có giá trị lớn vô cùng để đảm bảo dòng là liên tục.

\* Ưu điểm:

- Mạch điều khiển đơn giản do quá trình chuyển mạch đơn giản và việc điều chỉnh công suất của biến tần nguồn dòng chủ yếu được thực hiện phía chỉnh lưu.
- Thường ứng dụng đối với lò công suất nhỏ vì vậy được sử dụng khá phổ biến.

\* Nhược điểm :

- Do nguồn dòng không được hở mạch, do đó phải điều chỉnh công suất phía chỉnh lưu. Vì vậy hệ số công suất truyền tải qua bộ chỉnh lưu thấp khi điều khiển sâu điện áp một chiều. Điện áp van phụ thuộc vào điện áp trên tải nếu lò công suất lớn thì điện áp rất lớn vì vậy nghịch lưu nguồn dòng không được cho lò công suất lớn.

Từ sơ đồ nghịch lưu dòng một pha ở trên ta thấy các tín hiệu điều khiển được đưa vào từng đôi một tức là Tiristo  $T_{11}, T_{13}$  thì lệch pha với với tín hiệu điều khiển đưa vào Thyristo  $T_{12}, T_{14}$  một góc  $180^\circ$ .

Điện cảm đầu vào của nghịch lưu đủ lớn ( $L_d = \infty$ ), do đó dòng điện đầu vào được san phẳng, nguồn cấp cho nghịch lưu là nguồn dòng và dạng dòng điện của nghịch lưu có dạng xung vuông.



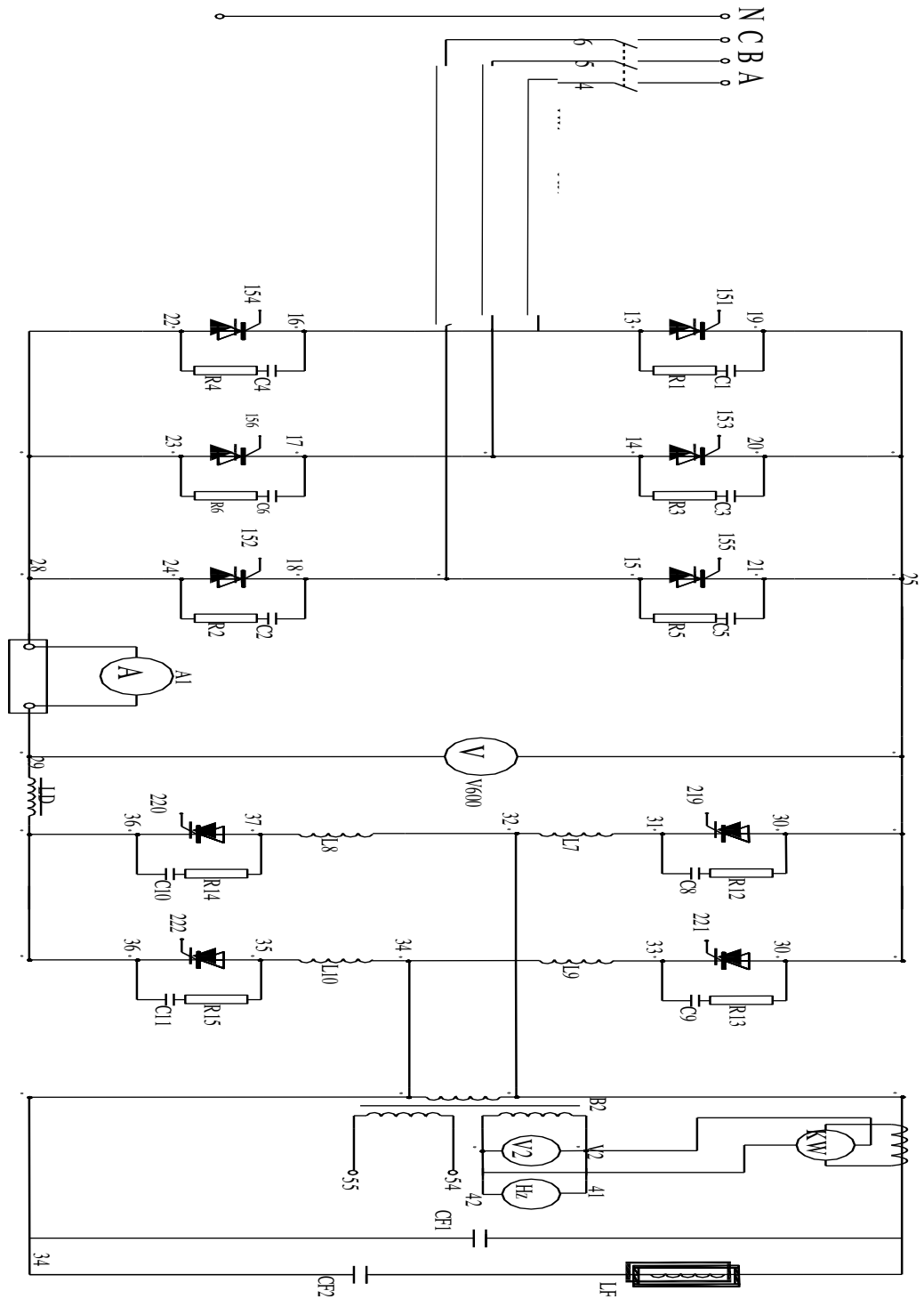
Khi đưa xung vào mở cặp van  $T_{11}, T_{13}$ , dòng điện  $i_N = i_d = I_d$ . Đồng thời dòng qua tụ C tăng lên đột biến, tụ C bắt đầu được nạp điện với dấu “+” ở bên trái và dấu “-” ở bên phải. Khi tụ C nạp đầy dòng qua tụ giảm về không. Do  $i_N = i_C + i_Z = I_d =$  hằng số, nên lúc đầu dòng qua tải nhỏ và sau đó dòng qua tải tăng lên. Sau một nửa chu kỳ ( $t = t_1$ ) người ta đưa xung vào mở cặp van  $T_{12}, T_{14}$ . Cặp  $T_{12}, T_{14}$  mở tạo ra quá trình phóng điện của tụ C từ cực “+” về cực “-”. Dòng phóng ngược chiều với dòng qua  $T_{11}, T_{13}$  sẽ làm cho  $T_{11}, T_{13}$  bị khoá lại. Quá trình chuyển mạch xảy ra gần như tức thời. Sau đó tụ C sẽ được nạp điện theo chiều ngược lại với cực tính “+” ở bên phải và cực tính “-” ở bên trái. Dòng  $i_N = i_d = I_d$  nhưng đã ngược dấu. Đến thời điểm  $t = t_2$  người ta đưa xung vào mở  $T_{11}, T_{13}$  thì  $T_{12}, T_{14}$  sẽ bị khoá lại và quá trình được lặp lại như trước. ở thời điểm  $t_1$ , khi mở  $T_{12}, T_{14}$  thì  $T_{11}, T_{13}$  sẽ bị khoá lại bởi điện áp ngược của tụ C đặt lên. Khoảng thời gian duy trì điện áp ngược là cần thiết để duy trì quá trình khoá để phục hồi tính chất điều khiển của van.

$\beta$  chính là góc khoá của nghịch lưu.

# CHƯƠNG 3

## THIẾT KẾ TÍNH TOÁN MẠCH LỰC

### 3.1. SƠ ĐỒ.



Hình 3.1. Sơ đồ nguyên lý

### **3.2. THUYẾT MINH.**

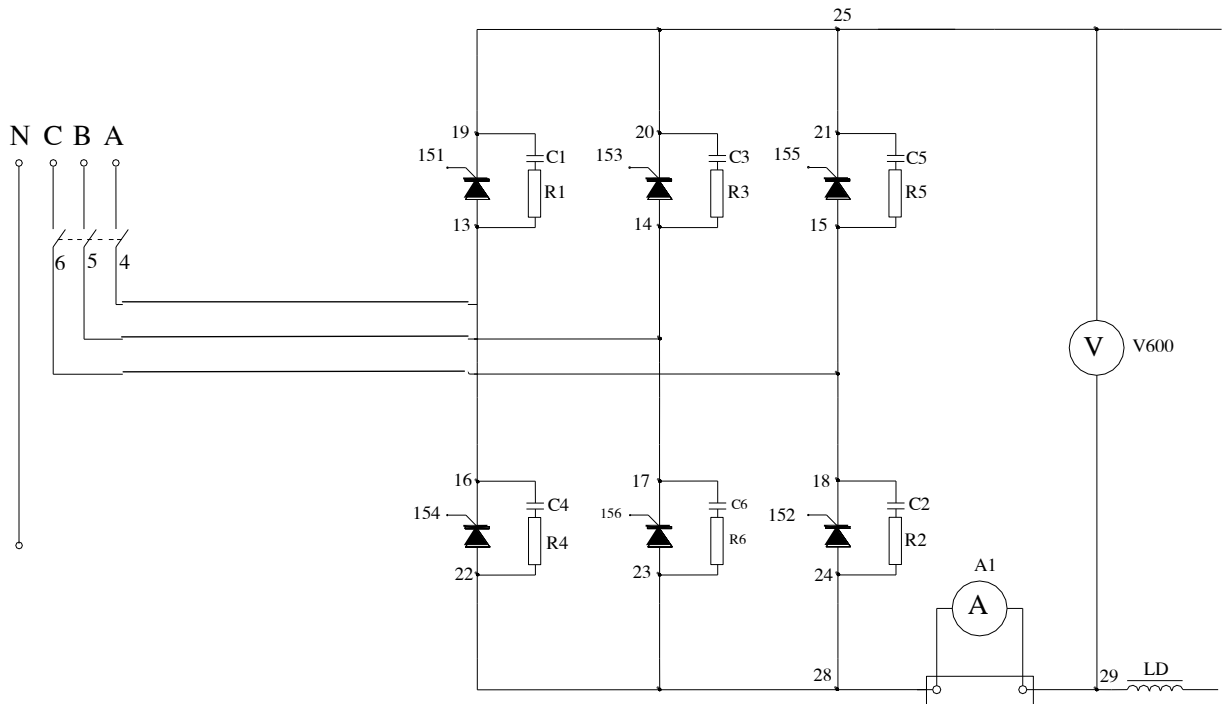
Sơ đồ mạch lực gồm có:

- Bộ chỉnh lưu : Dùng để biến nguồn điện xoay chiều thành nguồn điện một chiều đập mạch.
  - Cuộn kháng một chiều: Dùng để sản phẳng dòng điện một chiều.
  - Biến dòng cao: dùng để biến đổi dòng điện từ 2000 (A) xuống còn 5 (A).
  - Biến dòng hạ : Dùng để biến đổi dòng điện từ 5 (A) xuống còn 0.01(A).
  - Mạch R- C được mắc song song với tải nhằm bảo vệ quá áp
  - Cuộn kháng không khí : hạn chế tốc độ tăng trưởng dòng điện.
  - Bộ nghịch nghịch lưu: Biến nguồn điện áp một chiều thành nguồn điện áp xoay chiều.
  - Điện trở shunt dùng để đo dòng điện.
  - Giàn tụ: dùng để bù hệ số công suất
  - Lò dùng để nấu thép
  - Các đồng hồ dùng để đo dòng điện một chiều, đo điện áp nguồn, đo điện áp một chiều, đo tần số, đo lưu lượng nước.
  - Máy biến áp dùng để thay đổi điện áp theo yêu cầu.
- \*Như vậy bộ biến tần gồm có bộ chỉnh lưu cầu 3 pha có điều khiển biến điện áp xoay chiều tần số 50 Hz thành điện áp một chiều cung cấp cho bộ nghịch lưu cầu một pha nguồn dòng. Sau đó bộ nghịch lưu biến điện áp một chiều thành điện áp xoay chiều tần số cao cung cấp cho lò cảm ứng.

### **3.3. SỐ LIỆU TÍNH TOÁN.**

- Điện áp vào: 380 V
- Điện áp ra: 1600 V
- Tần số : 500 Hz
- Công suất: 1250 kW

### 3.4. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MẠCH CHỈNH LƯU.



**Hình 3.2.** Sơ đồ cầu ba pha có điều khiển

Để chọn van bán dẫn người ta thường dựa vào hai thông số cơ bản là:

- Giá trị dòng lớn nhất của van ( $I_{vmax}$ ) đây là giá trị dòng lớn nhất mà van chịu được (có tính tới làm mát).
- Giá trị biên độ điện áp lớn nhất cho phép đặt lên van  $U_{ngmax}$  nếu vượt qua giá trị này thì van sẽ bị đánh thủng.

#### 3.4.1. Tính toán chọn van chỉnh lưu.

Điện áp chỉnh lưu không tải:

$$U_2 = U_f = \frac{U_d}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 \text{ (V)}.$$

Điện áp ngược lớn nhất mà van chịu được là:

$$U_{ngmax} = 2,45 U_2 = 2,45 \cdot 220 = 539 \text{ (V)}.$$

Do điều kiện làm việc của van có ảnh hưởng lớn đến việc xác định điện áp ngược lớn nhất mà van phải chịu ta có:

$$U_{ng \max}^{van \ chon} \geq 1,5 U_{ng \ max}^{van}$$

Do đó phải chọn van có điện áp ngược lớn nhất là :

$$U_{ng \max}^{vachon} \geq 1,5 \cdot 539 = 808,5 \text{ (V)}$$

Trị số trung bình của điện áp chỉnh lưu:

$$U_{d0} = 2,34 U_f = 2,34 \cdot 220 = 514,8 \text{ (V)},$$

Trị số dòng điện trung bình ra tải là :

$$I_d = \frac{P}{U_{d0}} = \frac{1250 \cdot 10^3}{514,8} = 2428 \text{ (A)}.$$

Trị số trung bình ra van là:

$$I_{tbv} = \frac{I_d}{3} = \frac{2428}{3} = 809,37 \text{ (A)}.$$

Chọn chế độ làm mát cho van bằng nước ta có:

$$I_{tbv} = 0,8 I_{dmv}$$

Dòng định mức van cần chọn là:

$$I_{dmv} = \frac{I_{tbv}}{0,8} = \frac{809,37}{0,8} = 1011,7 \text{ (A)}.$$

### 3.4.2. Chọn van.

Từ số liệu tính toán ta chọn 6 con Thyristor chỉnh lưu của Trung Quốc có tên là **Y55KPE** với các thông số là:



**Bảng 3.1.** Thông số Thyristor

STT	Thyristo chỉnh lưu	Y55KPE
1	Dòng hiệu dụng	1500 A
2	Điện áp nguồn	1200 V
3	Điện áp tổn hao trên van	1,46V
4	Dòng dò cho phép	25 mA
5	Tốc độ tăng tr-ởng dòng	200A/ $\mu$ s
6	Tốc độ tăng tr-ởng áp	1000V/ $\mu$ s
7	Dòng điều khiển	54 mA
8	Điện áp điều khiển	1,07 V

**3.4.3. Lựa chọn phương pháp bảo vệ van chỉnh lưu.**

Tổn thất công suất lớn nhất trên một van:

$$\Delta P = \Delta U_{\max} \cdot I_{\text{tbv}} = 1,46 \cdot 809,37 = 1181,6 \text{ (W)}.$$

Như vậy khi làm việc với dòng điện tải lớn thì công suất phát nhiệt bản thân van rất lớn nếu không có biện pháp làm mát, nhiệt độ tinh thể bán dẫn có thể vượt quá trị số cho phép (  $120^{\circ} \div 140^{\circ}$  ) dẫn đến cháy hỏng van. Tuy rằng kích thước van có tăng theo cỡ dòng điện song không tăng tỉ lệ với dòng này nên không có ý nghĩa gì để thoát nhiệt và làm mát cho van ( ví dụ các van cỡ 320A và 630 A có vỏ khác nhau không đáng kể ). Vấn đề làm mát cho van đặc biệt quan trọng nên các nhà chế tạo van công suất lớn bao giờ cũng kèm theo từng loại van một loại tản nhiệt chuẩn của nó với những điều kiện làm mát chuẩn của nó.

Có rất nhiều phương pháp làm mát cho van như làm mát tự nhiên, làm mát bằng quạt gió, làm mát bằng nước tuần hoàn. Chế độ làm mát tự nhiên thường được áp dụng cho van có cỡ dòng nhỏ dưới 100A và lúc này dòng điện trung bình qua nó chỉ cỡ khoảng 40% dòng cho phép của nó với các van lớn hơn nếu dùng cách này sẽ gây lãng phí. Cách tốt nhất là dùng cánh tản nhiệt chuẩn cho van nhưng thực tế lại khó thực hiện được, do đôi khi phải tự tính toán tản nhiệt này.

Do thực tế nên hiện nay người ta thường dùng phép tản nhiệt cho van bằng nước tuần hoàn với lưu lượng nước từ 3 ÷ 10 lít/phút; nhiệt độ nước khoảng 25°C. Phương pháp này có hiệu quả cao nên không cần dùng tản nhiệt có cánh. Lúc này tác dụng của nó chỉ để gá đỡ van và dẫn dòng điện theo mạch van. Vì vậy tấm này có dạng hình hộp bằng đồng bên trong rỗng có nước làm mát đi xuyên qua. Đường nước làm mát cho van tạo thành một hệ thống kín do vậy phải chú ý đến thành phần của nước ( không chứa các loại tạp chất dẫn điện tốt, không gây đóng cặn thành ống dẫn nước làm giảm lưu lượng nước hoặc gây tắc ống. Cần có phần tử bảo vệ khi lưu lượng nước không đảm bảo hoặc nhiệt độ nước lên cao, mặt khác phải chống rò rỉ nước vào mạch điện. Chính vì vậy mà việc bảo dưỡng hay thay thế thiết bị chỉnh lưu loại này khá phiền toái. Tuy vậy đại đa số các bộ chỉnh lưu công suất lớn đều dùng phương pháp làm mát loại này.

#### **3.4.4. Bảo vệ quá dòng cho van chỉnh lưu.**

Có hai kiểu bảo vệ quá dòng là bảo vệ quá dòng ngắn hạn và bảo vệ quá dòng lâu dài, do ta dùng các van là các thyristor nên có thêm bảo vệ tốc độ tăng dòng điện qua van.

#### **3.4.5. Tính toán lựa chọn máy cắt.**

Do trong sơ đồ dòng điện có dạng xung ta bảo vệ bằng máy cắt. Khi mạch điện có sự cố dòng điện quá tải, ngắn mạch thì dòng điện qua van trong mạch chỉnh lưu tăng nhanh và thường kéo dài cỡ 10ms mặc dù các phần tử

bảo vệ đã tác động. Thường trong thông số của van bao giờ cũng có cho giá trị dòng điện mà van có khả năng chịu được trong 10ms giá trị này lớn hơn giá trị dòng trung bình cho phép từ 8 – 10 lần. Vì vậy các van được chọn có giá trị số dòng điện này nhỏ hơn dòng sự cố qua van, trong thực tế thì hoặc phải thay thế loại van khác phù hợp hoặc phải đưa thêm các phần tử hạn chế sự tăng trưởng dòng sự cố xuống mức cho phép của van đồng thời cũng phải đảm bảo mạch bảo kịp thời tác động.

Máy cắt được bố trí ở đầu vào của mạch chỉnh lưu. Một đầu mắc vào mạng điện xoay chiều ba pha điện áp 380 V một đầu mắc vào mạch chỉnh lưu.

a) Các yêu cầu đối với máy cắt là:

+ Chế độ làm việc định mức của máy cắt phải là chế độ làm việc dài hạn, tức là giá trị số làm việc định mức chạy qua máy cắt bao lâu cũng được. Mặt khác mạch vòng dẫn điện của nó phải chịu được dòng điện ngắn mạch lớn khi có ngắn mạch lúc các tiếp điểm của nó đã đóng hay đang đóng.

+ Máy cắt phải cắt được giá trị số dòng ngắn mạch lớn có thể đến vài chục kA sau khi cắt dòng điện máy cắt phải đảm bảo làm việc tốt ở giá trị số dòng điện định mức.

+ Để nâng tính ổn định nhiệt và ổn định điện động của các thiết bị điện hạn chế sự phá hoại dòng điện ngắn mạch gây ra máy cắt hạ áp phải có thời gian cắt bé cỡ  $10 \mu s$ . Để đơn giản kích thước lắp đặt của thiết bị và an toàn trong vận hành cần phải hạn chế vùng cháy của hồ quang. Muốn vậy phải kết hợp lực thao tác cơ học với thiết bị dập hồ quang bên trong máy. Để thực hiện yêu cầu thao tác có chọn lọc, máy cắt hạ áp phải có khả năng điều chỉnh giá trị số dòng điện tác động và thời gian tác động, thời gian này được tính từ thời điểm xảy ra sự cố đến thời điểm bị ngắt hoàn toàn:

$$t = t_0 + t_1 + t_2$$

Trong đó :

$t_0$  : thời gian tính từ thời điểm xảy ra ngắn mạch đến khi dòng điện đạt tới trị số dòng tác động  $I = I_{td}$  Thời gian  $t_0$  phụ thuộc vào giá trị dòng điện khởi động và đạt tốc độ tăng dòng  $di/dt$  phụ thuộc vào thông số của mạch điện ngắt.

$t_1$  : Thời gian kể từ khi  $I = I_{td}$  đến khi tiếp điểm của máy cắt bắt đầu chuyển động, thời gian này phụ thuộc vào các phần tử bảo vệ, cơ cấu ngắt của tiếp điểm, trọng lượng phần động. Nếu  $t_1 \geq 0,01s$  thì máy cắt có thời gian tác động bình thường. Đối với máy cắt tác động nhanh, thời gian  $t_1 = 0,002 \div 0,008$  (s).

$t_2$  : Thời gian cháy của hồ quang phụ thuộc vào giá trị của dòng điện ngắt và biện pháp dập hồ quang.

B) Tính toán lựa chọn máy cắt:

$$I_{dm} = 1,8. I_{tbv} = 1,8. 809,37 = 1456,866 \text{ (A)}$$

$$U_{dm} = 380 \text{ (V)};$$

+ Chọn định dòng ngắn mạch :

$$I_{nm} = 2,5. I_{tbv} = 2,5. 809,37 = 2023,425 \text{ (A)};$$

Chọn máy cắt là loại có tên là: DW16 – 2000

$$I_{dm} = 2000 \text{ (A)};$$

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

$$U_{vào} = 380 \text{ (V)};$$

$$G = 75 \text{ (Kg)};$$

$$\text{Chiều rộng : } 40 \text{ (cm)};$$

$$\text{Chiều dài : } 59 \text{ (cm)};$$

$$\text{Chiều cao: } 66 \text{ (cm)};$$

Động cơ của máy cắt :

$$U_{vào} = 380 \text{ (V)};$$

$$I = 1,16 \text{ (A)};$$

$$\omega = 73 \text{ ( r/min)};$$

$$f = 50/60 \text{ (Hz)};$$

### 3.4.6 Bảo vệ tốc độ tăng dòng di/dt cho Thyristor chỉnh lưu.

Đặc điểm của thyristor là khi bắt đầu dẫn dòng thì không cho phép dòng qua nó tăng vượt quá giới hạn cho phép nếu không van sẽ bị hỏng. Để bảo vệ phải có điện cảm phía xoay chiều nhằm hạn chế tốc độ tăng dòng này. Khi bộ chỉnh lưu có biến áp lực thì bản thân điện cảm tản của cuộn dây biến áp giữ vai trò của điện cảm bảo vệ, do đó không cần phải quan tâm đến vấn đề này nữa. Do trong mạch chỉnh lưu ta không có máy biến áp nên ta phải lựa chọn điện cảm L để bảo vệ.

**Bảng 3.2.** Bảng lựa chọn thông số cho Thyristor

Số cấp	Giá trị tốc độ tăng áp du/dt cho phép (V/μs)	Thời gian phục hồi tính chất khóa cho van $t_k(\mu s)$	Giá trị tốc độ tăng áp du/dt cho phép. (A/μs)
1	≥ 20	≤ 250	≥ 20
2	≥ 50	≤ 150	≥ 40
3	≥ 100	≤ 100	≥ 70
4	≥ 200	≤ 70	≥ 100
5	≥ 500	≤ 50	≥ 200
6	≥ 1000	≤ 30	≥ 400
7		≤ 20	≥ 600
8		≤ 15	≥ 800
9		≤ 12	≥ 1000

Điện cảm L là loại điện cảm lõi không khí có hơn chục vòng.

Giá trị của điện cảm :

$$L \geq \frac{U_{v\max}}{(di/dt)_{cp}}$$

Trong đó :  $U_{vmax}$  là điện áp thuận lớn nhất đặt lên van trong mạch ngay trước khi van dẫn.

Ta cũng có thể tính bằng biểu thức kinh nghiệm :

$$L = ( 0,04 \div 0,1 ) \cdot \frac{U_1}{\omega \cdot I_{dm}} ;$$

Trong đó :  $U_1$  : trị số hiệu dụng điện áp lưới điện;

$\omega$  : Tần số góc của điện áp lưới điện;

$I_{dm}$  : dòng điện định mức của chỉnh lưu tiêu thụ từ lưới

$$\text{Vậy : } L = 0,02 \cdot \frac{220}{2,3 \cdot 14,6 \cdot 50 \cdot 809 \cdot 37} = 2,3 \mu H$$

Ta chọn cuộn kháng không khí có  $L = 2,3 (\mu H)$ ;

### **3.4.7. Bảo vệ quá điện áp.**

#### **3.4.7.1 Các nguyên nhân gây quá điện áp.**

Quá áp gây hỏng van cũng có hai dạng: quá áp về biên độ vượt quá vượt trị số cho phép của van và quá tốc độ tăng áp thuận đặt lên van. Nguyên nhân sinh ra gồm:

- Quá áp từ lưới điện đưa tới có thể do sét đánh vào đường dây lưới điện, do đóng cắt các phụ tải chung nguồn với bộ chỉnh lưu. Thực tế cho thấy lưới điện 220 ÷ 380 (V) có thể xuất hiện quá áp gấp 4 – 5 lần điện áp hoạt động của chỉnh lưu.

- Quá áp do đóng ngắt các khối chức năng của bản thân bộ chỉnh lưu như:

+ Đóng biến áp lực chỉnh lưu có thể gây quá áp 30% đến 40% điện áp lưới.

+ Đóng mạch chỉnh lưu sau khi đóng điện biến áp lực gây ra tốc độ tăng áp du/dt tới 1000V/ $\mu s$  .

+ Ngắt biến áp nguồn khi không tải gây quá áp đến 5 lần điện áp bình thường.

+ Ngắt tải khỏi mạch chỉnh lưu sẽ sinh quá áp do ảnh hưởng của các điện cảm có trong mạch điện.

- Quá áp do hiện tượng chuyển mạch giữa các van khi làm việc. Loại này mang tính chất chu kỳ thường xuyên gắn liền với sự hoạt động của mạch chỉnh lưu.

+ Khi van chuyển từ dẫn sang khóa, do hiện tượng di tản điện tích khỏi van rất nhanh, dòng qua van giảm với tốc độ lớn nên gây các đột biến khi trong mạch có điện cảm.

+ Khi van chuyển từ khóa sang dẫn sẽ có hiện tượng áp trên van đột ngột giảm từ trị số xác định xuống còn xấp xỉ không đột biến áp này sẽ truyền tới van khác dưới dạng xung áp rất nhanh.

#### **3.4.7.2. Lựa chọn mạch bảo vệ RC**

Để bảo vệ quá áp ta dùng mạch RC ghép song song với van. Khi có chuyển mạch sẽ có phóng điện từ van ra ngoài tạo nên cung áp trên bề mặt tiếp giáp van. Mạch RC mắc song song với van tạo nên mạch vòng phóng điện tích quá độ trong quá trình chuyển mạch.

Khi có chuyển mạch do có phóng điện từ van ra ngoài tạo nên xung áp trên bề mặt tiếp giáp van. Mạch RC mắc song song van tạo nên mạch vòng phóng điện tích quá độ trong quá trình chuyển mạch.

- Tính toán mạch bảo vệ:

- $U_{dmp}, U_{imp}$  giá trị cực đại cho phép của điện áp thuận và ngược đặt lên thyristor 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 diot hoặc thyristor một cách không chu kỳ, cho trong sổ tay

- $U_{im}$  giá trị cực đại của điện áp ngược thực tế đặt lên Thyristor

- 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

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

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

Xác định các đại lượng tích tụ  $Q = f(\frac{di}{dt})$  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:

$$C = 0,22(\mu F)$$
$$R = 20(\Omega)$$

$$U = 2000 (V)$$

- Để bảo vệ van khỏi đánh thủng do xung áp từ lưới: Mắc song song với tải ở đầu ra mạch RC. Khi xuất hiện xung áp trên đường dây, nhờ mạch này mà đỉnh xung gần như nằm lại trên điện trở đường dây. Trị số RC phụ thuộc nhiều vào tải.

### 3.4.8. Thiết kế cuộn kháng lọc một chiều.

Đặc điểm của cuộn kháng một chiều

- Dòng qua cuộn kháng một chiều có hai thành phần : một chiều và xoay chiều. Thường thành phần một chiều có giá trị lớn hơn nên điểm làm việc của lõi thép bị đẩy lên gần vùng bão hoà. Còn thành phần xoay chiều có giá trị nhỏ hơn nhiều do đó cường độ điện trường nhỏ nên tổn thất trong thép không lớn.

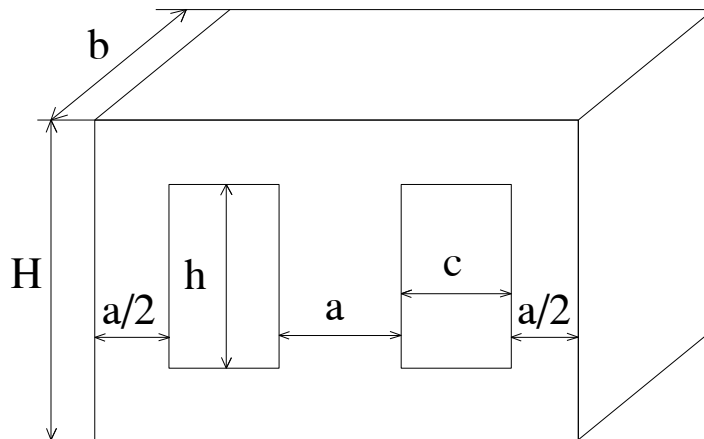


- Để giữ trị số L ổn định khi dòng tải thay đổi, cần tránh lõi thép bị bão hoà vì vậy lõi thép cần có khe hở không khí (miếng đệm không nhiễm từ làm bằng gỗ)

- Tần số thành phần xoay chiều (bậc cơ bản) của dòng điện tải thường không phải là 50 Hz mà là bội số của tần số lưới (100, 150, 300)

- Loại thép kĩ thuật điện thích hợp cho chế tạo cuộn kháng là loại cán nguội. Kết cấu thường có dạng chữ E hoặc O. Loại E thịnh dụng hơn và nó có quan hệ tối ưu về kích thước với nhau như sau.

Để giảm độ đập mạch của dòng  $I_d$ , làm dòng tải trơn và hạn chế sự gián đoạn ta dùng cuộn kháng lọc.



**Hình 3.3.** Sơ đồ khối

### 3.4.9. Tính giá trị điện cảm của cuộn kháng lọc:

Vỡ hệ số đập mạch chỉnh lưu cầu 3 pha là:  $K_{dmv} = 0,057$  nên mạch lọc có hệ số san bằng:

$$K_{sb} = \frac{k_{dmv}}{k_{dmr}} = \frac{0,057}{0,65 \cdot 10^{-3}} = 87,7$$

Ta có điện trở tương đương:

$$R_d = \frac{U_d}{I_d} = \frac{514,8}{2428} = 0,212 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Do  $R_d$  không lớn,  $K_{sb}$  không lớn nên bộ lọc được chọn là điện cảm

$$L = \frac{R_d}{m_{dm} \cdot \omega_1} \cdot \sqrt{k_{sb}^2 - 1} = \frac{0,212}{6,2\pi \cdot 50} \cdot \sqrt{87,7^2 - 1} \approx 10 \text{ (mH)}$$

$\omega_1 = 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ rad/s}$  là tần số góc của nguồn xoay chiều của lưới

#### 3.4.10. Tính toán cuộn kháng:

- ta có :  $I_d = 2428 \text{ (A)}$ ,  $L = 12,8 \text{ mH}$ ,  $\Delta U = 5\% \cdot U_d = 25,7 \text{ V}$ ,

$\Delta U \sim 80 \text{ V}$ ,  $T_{mt} = 40^\circ \text{ C}$ ,  $\Delta T = 50^\circ \text{ C}$

Công suất cuộn kháng lọc  $P = 5\% P_d = 0,05 \cdot 1250 = 62,5 \text{ (kW)}$

#### 3.4.11. Tính kích thước lõi thép:

- Kích thước cơ sở:

$$a = 2,6 \cdot \sqrt[4]{L \cdot I_d^2} = 2,6 \cdot \sqrt[4]{10 \cdot 10^{-3} \cdot 2428^2} = 40,5 \text{ (cm)}$$

Ta chọn:  $a = 30 \text{ (cm)}$

$$b = 1,5a = 45 \text{ (cm)}$$

$$c = 0,8a = 24 \text{ (cm)}$$

$$h = 3a = 3 \cdot 30 = 90 \text{ (cm)}$$

- Tiết diện lõi thép:

$$S_{th} = a \cdot b = 30 \cdot 45 = 1350 \text{ (cm}^2\text{)}$$

- Diện tích của sổ :

$$S_{cs} = h \cdot c = 90 \cdot 24 = 2160 \text{ (cm}^2\text{)}$$

- Độ dài trung bình đường sức:

$$l_{th} = 2(a+b+c) = 2(30 + 45 + 24) = 198 \text{ (cm)}$$

- Độ dài trung bình dây quấn:

$$l_{dq} = 2(a+b) + \pi c = 2(30 + 45) + \pi \cdot 24 = 225,36 \text{ (cm)}$$

- Thể tích lõi thép:

$$V_{th} = 2ab(a+h+c) = 2 \cdot 30 \cdot 45(30+45+24) = 267300 \text{ (cm}^3\text{)}$$

#### 3.4.12. Tính điện trở của dây quấn ở $t_0 = 20^\circ \text{ C}$ đảm bảo độ sụt áp cho phép:

$$r_{20} = \frac{\Delta U / I_d}{1 + 4,26 \cdot 10^{-3} \cdot (T_{px} + \Delta T - 20)}$$

$$= \frac{25,7 / 2428}{1 + 4,26 \cdot 10^{-3} \cdot (40^0 + 50^0 - 20^0)} = \frac{0,0105}{1,2982} = 8,153 \cdot 10^{-3} (\Omega)$$

$$r_0 = 8,153 \cdot 10^{-3}$$

### 3.4.13. Số vòng dây của cuộn cảm:

$$W = 414 \cdot \sqrt{\frac{r_{20} \cdot S_{cs}}{l_{dq}}} = 414 \cdot \sqrt{\frac{8,153 \cdot 10^{-3} \cdot 2160}{225,36}} = 115,7 (\text{vòng})$$

Chọn  $W = 100$  (vòng)

### 3.4.14. Tính mật độ từ trường:

$$H = \frac{100 \cdot W \cdot I_d}{l_{th}} = \frac{100 \cdot 100 \cdot 2428}{198} = 122626,26 (\text{A/m})$$

### 3.4.15. Tính cường độ từ cảm: chỉnh lưu cầu 3 pha có 6 lần đập mạch trong một chu kỳ điện áp:

$$\Rightarrow f_{dm} = 50 \cdot 6 = 300 \text{Hz}$$

$$B = \frac{\Delta U \cdot 10^4}{4,44 \cdot W \cdot f_{dm} \cdot S_{th}} = \frac{80 \cdot 10^4}{4,44 \cdot 100 \cdot 300 \cdot 1350} = 0,00445 (\text{T})$$

### 3.4.16. Tính hệ số từ thẩm:

Vì  $B < 0,005 \text{T}$  nên:

$$\mu = 717 \cdot \left(\frac{H}{1000}\right)^{-0,83} \cdot 10^{-6} = 717 \cdot \left(\frac{122626,26}{1000}\right)^{-0,83} \cdot 10^{-6} = 13,27 \cdot 10^{-6} (\text{H/m}).$$

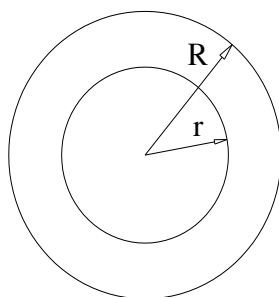
### 3.4.17. Trị số điện cảm nhận được:

$$L_{tt} = \frac{\mu \cdot W^2 \cdot S_{th}}{100 \cdot l_{th}} = \frac{13,27 \cdot 10^{-6} \cdot 100^2 \cdot 1350}{100 \cdot 198} = 9,05 (\text{mH})$$

### 3.4.18. Tiết diện dây quấn:

$$s = 0,072 \cdot \sqrt{\frac{l_{dq} \cdot S_{cs}}{r_{20}}} = 0,072 \cdot \sqrt{\frac{225,36 \cdot 2160}{8,153 \cdot 10^{-3}}} = 556,3 (\text{mm}^2)$$

Thực tế ta chọn loại dây tròn rỗng bên trong để làm mát bằng nước có  $r = 1,5$  cm)



**Hình 3.4.** Hình dạng ống làm cuộn kháng

**3.4.19. Xác định khe hở tối ưu:**

$$l_{kk} = 1.6 \cdot 10^{-3} \cdot W \cdot I = 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot 100 \cdot 2428 = 388(\text{mm})$$

Vẽ trên đường đi mạch từ có hai đoạn khe hở nên miếng đệm cơ đo chiều dày bằng  $0,5l_{kk}$ .

$$L_{dêm} = 0,5 \cdot l_{kk} = 194(\text{mm})$$

**3.4.20. Kích thước cuộn dây:**

Chọn lõi cuộn dây có độ dày 2 mm

- Số vòng dây trong 1 lớp :  $W' = 10$  (Vòng).

Vậy 1 lớp quấn 10 vòng.

- Tính số lớp dây:

$$n = \frac{W}{W'} = \frac{100}{10} = 10 \text{ (lớp)}$$

Vậy cần quấn 10 lớp.

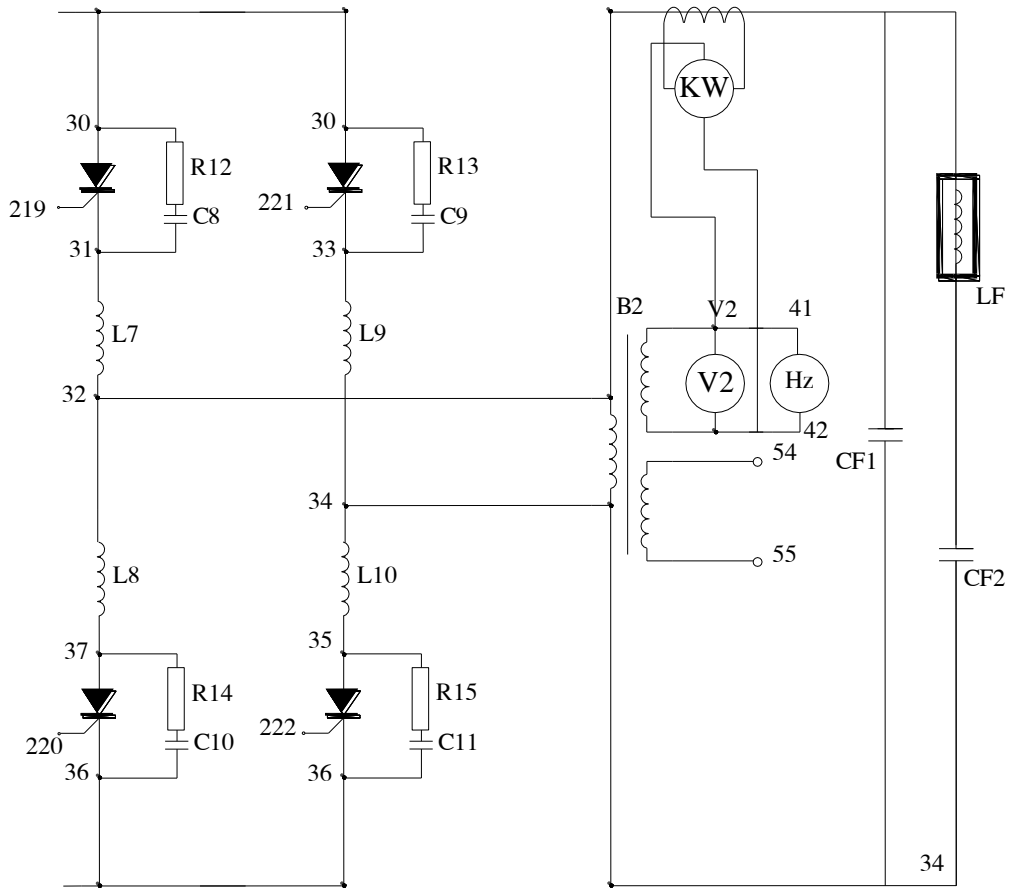
Nếu lấy khoảng cách giữa hai lớp dây quấn (giành cho lớp cách điện )

$\Delta_{cd}$  là 3mm thì độ dày của cả cuộn gồm 10 vòng là:

$$\Delta_{cd} = 2 \cdot (3 + 0,3) = 6,6 \text{ (cm)}$$

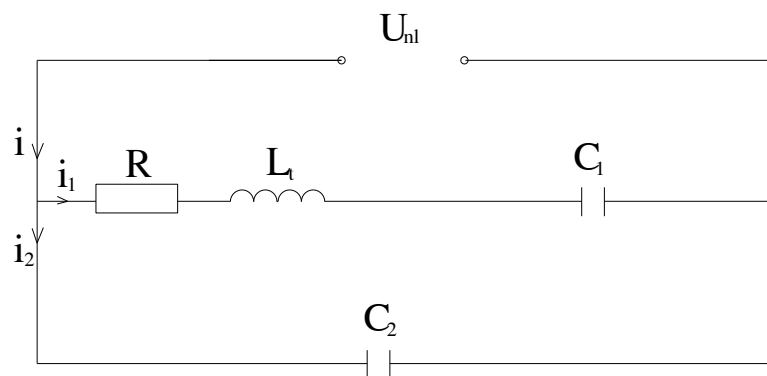
Theo tính toán thì chiều cao của cuộn kháng lọc một chiều quá cao gây khó khăn cho việc thiết kế tủ điều khiển nên thực tế ta phải cắt cuộn kháng ra làm hai phần và mắc nối tiếp với nhau. Ta có hình ảnh cuộn kháng lọc một chiều thực tế :

### 3.5. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ PHẦN MẠCH NGHỊCH LƯU.



**Hình 3.5.** Sơ đồ mạch nghịch lưu

#### 3.5.1. Phân tích sơ đồ.



**Hình 3.6.** Sơ đồ mạch tương đương

\*Đặt:  $C_1 = C_2 = C$

$$X_L = L\omega$$

$$X_c = \frac{1}{\omega C} = X_{C1} = X_{C2}$$

- Tổng trở của toàn mạch là:

$$Z = \frac{-(R + jX_L - jX_C) \cdot jX_C}{R + jX_L - 2jX_C} \quad (*)$$

$$Z = \frac{-jX_C \cdot (R + jX_L - jX_C) \cdot (R - j(X_L - 2X_C))}{R^2 + (X_L - 2X_C)^2}$$

$$Z = \frac{-jX_C \cdot (R^2 - Rj(X_L - 2X_C) + Rj(X_L - X_C) + (X_L - X_C)(X_L - 2X_C))}{R^2 + (X_L - 2X_C)^2}$$

$$Z = \frac{-RX_C(X_L - 2X_C) + RX_C(X_L - X_C) - jX_C \cdot R^2 - jX_C(X_L - X_C)(X_L - 2X_C)}{R^2 + (X_L - 2X_C)^2}$$

Mạch cộng hưởng khi:  $X_C R^2 - X_C(X_L - X_C)(X_L - 2X_C) = 0$  (1)

Do R rất bé nên  $R^2$  càng bé có thể bỏ qua

Từ (1) ta có:

$$X_C(X_L - X_C)(X_L - 2X_C) = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} X_C = 0 \\ X_L = X_C \\ X_L = 2X_C \end{cases}$$

Trường hợp  $X_C = 0$  là vô lý không xảy ra.

Trường hợp  $X_L = 2X_C$  và  $X_L = X_C$  Từ thực tế chế tạo và sản xuất lò ta chọn trường hợp  $X_L = 2X_C$ .

Như vậy để mạch cộng hưởng ta chọn trường hợp  $X_L = 2X_C$

\* Điện áp ra nghịch lưu có dạng “ hình sin chữ nhật” đối xứng.

$$U_{nl} = U_d \quad \text{khi } 0 \leq t \leq T/2$$

$$U_{nl} = -U_d \quad \text{khi } T/2 \leq t \leq T$$

Trong đó f là tần số cộng hưởng cũng là tần số của bộ nghịch lưu.

### 3.5.2. Tính toán giá trị điện cảm của lò.

Từ trên ta có:

$$\text{Dòng hiệu dụng: } I_t = \frac{\pi \cdot I_d}{\sqrt{2}} = \frac{\pi \cdot 2428}{\sqrt{2}} = 5391,7 \text{ (A).}$$

Điện trở tải:

$$R_t = \frac{P_t}{I_t^2} = \frac{1250 \cdot 10^3}{5391,7^2} = 0,043 (\Omega).$$

Điện kháng của cuộn cảm:

$$X_L = \sqrt{\left(\frac{U_t}{I_t}\right)^2 - R_t^2} = \sqrt{\left(\frac{1600}{5391,7}\right)^2 - 0,043^2} = 0,294(\Omega),$$

Điện cảm của cuộn cảm ứng:

$$L_t = \frac{X_t}{\omega} = \frac{0,294}{2 \cdot \pi \cdot 500} = 0,0936 \text{ (mH)}.$$

### 3.5.3. Tính toán giá trị điện dung của giàn tụ để mạch cộng hưởng.

Tính chọn tụ xoay chiều

Ta có:  $X_L = 0,294 (\Omega)$

Như đã phân tích ở trên dòng điện đạt giá trị cực đại khi:

$$X_L = 2X_C = 0,294 (\Omega)$$

Giá trị điện dung là:

$$C = \frac{1}{\omega^2 \cdot L_t} = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot 500)^2 \cdot 0,0936 \cdot 10^{-3}} = 1683,5 (\mu F)$$

Từ giá trị điện dung đã tính toán được ta lựa chọn giàn tụ do Trung Quốc chế tạo và sản xuất có tên là **RFMO750 – 2000 – 1S** với các thông số kỹ thuật sau:

**Bảng 3.3.** Thông số Tụ điện

STT	RFMO.75-2000-1S	Giá trị
1	Điện áp qua tụ	750 V
2	Công suất phản kháng	2000 kVAR
3	Tần số tụ	1kHz
4	Dòng qua tụ	2667A
5	Điện dung tụ	566 $\mu$ F
6	Kích thước tụ	440*207*530 mm
7	Khối lượng tụ	56 Kg

Như vậy giàn tụ gồm hai phân một phần mắc song song với lò và một phân mắc nối tiếp với lò. Mỗi phân gồm bốn quả tụ mắc song song có giá trị điện dung là  $C_1 = C_2 = 4.566 = 2264 (\mu F)$

Hình ảnh thiết kế giàn tụ thực tế như sau:

### 3.5.4. Tính toán chọn van nghịch lưu.

- Điện áp ngược đặt lên van:

$$U_{ng\max} = U_{th\max} \cdot \sin \beta$$

$$\text{Ta có: } U_{th\max} = \sqrt{2} \cdot U_{t\max} = \sqrt{2} \cdot 800 = 1131,37 \text{ (V)},$$

$$\cos \beta = \frac{U_{d1c}}{U_{ra}} = \frac{514,8}{1600} = 0,32175$$

$$\Rightarrow \beta = 1,24 \text{ (rad)}$$

$$\Rightarrow \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - 0,32175^2} = 0,94$$

Vậy điện áp ngược đặt lên van là:

$$U_{ng\max} = U_{th\max} \cdot \sin \beta$$

$$U_{ng\max} = 1131,37 \cdot 0,94 = 1063,5 \text{ (V)},$$

Do điều kiện làm việc của van có ảnh hưởng lớn đến việc xác định điện áp ngược lớn nhất mà van phải chịu ta có:

$$U_{ng\max}^{van\ chon} \geq 1,5 U_{ng\max}^{van}$$

Do đó phải chọn van có điện áp ngược lớn nhất là :

$$U_{ng\max}^{van\ chon} \geq 1,5 \cdot 1063,5 = 1595,2 \text{ (V)},$$

- Tính dòng điện qua van

Dòng điện làm việc của van được chọn theo dòng điện trung bình chạy qua van theo sơ đồ đã chọn ( $I_{Iv} = I_{tbv}$ )

Ta có công thức:

$$I_{tbv} = k_{tb} \cdot I_d$$

Trong đó:

$I_{tbv}, I_d$  : Dòng điện trung bình van và dòng điện tải;



$k_{tb}$ : Hệ số xá định dòng điện trung bình ( tra bảng 8.2 TL1);

$$k_{tb} = 1/2 = 0.5$$

Vậy dòng điện trung bình van là :

$$I_{tbv} = 0,5 I_d$$

$$I_{tbv} = \frac{I_d}{0,5} = \frac{2428}{0,5} = 1214 \text{ ( A )}.$$

- Tính thời gian  $t_q$

Thời gian phục hồi tính chất khóa được tính theo công thức:

$$\beta = \omega.t_q$$

$$t_q = \frac{\beta}{\omega} = \frac{1,24}{2.3,14.6.500} = 65,8 \text{ ( } \mu \text{ s)}$$

### 3.5.5. Lựa chọn van nghịch lưu.

Từ số liệu tính toán ta chọn ra 4 con Thyristor nghịch lưu do Trung Quốc sản xuất có tên là **Y70KKE** với các thông số kỹ thuật sau :

**Bảng 3.4.** Thông số Thyristor

STT	Tiristo nghịch lưu	Y70KKE
1	Dòng hiệu dụng	2000A
2	Điện áp ngược	2500V
3	Điện áp tổn hao trên van	2,66 V
4	Dòng dò cho phép	65 mA
5	Tốc độ tăng tr-ởng dòng	600A/ $\mu$ s
6	Tốc độ tăng tr-ởng áp	1000V/ $\mu$ s
7	Dòng điều khiển	107 mA
8	Điện áp điều khiển	1,32V
9	Thời gian phục hồi	35 $\mu$ s

### 3.5.6. Lựa chọn phương án bảo vệ van nghịch lưu.

Tổn thất công suất lớn nhất trên một van:

$$\Delta P = \Delta U_{\max} \cdot I_{\text{tbv}} = 2,7 \cdot 1214 = 3277,8 \text{ (W)}.$$

Cũng như phân chỉnh lưu các van trong mạch nghịch lưu cũng được làm mát bằng nước.

### 3.5.7 Bảo vệ tốc độ tăng dòng di/dt cho Tiristor nghịch lưu.

Đặc điểm của thyristor là khi bắt đầu dẫn dòng thì không cho phép dòng qua nó tăng vượt quá giới hạn cho phép nếu không van sẽ bị hỏng. Để bảo vệ phải có điện cảm phía xoay chiều nhằm hạn chế tốc độ tăng dòng này. Khi bộ chỉnh lưu có biến áp lực thì bản thân điện cảm tản của cuộn dây biến áp giữ vai trò của điện cảm bảo vệ, do đó không cần phải quan tâm đến vấn đề này nữa. Do trong mạch chỉnh lưu ta không có máy biến áp nên ta phải lựa chọn điện cảm L để bảo vệ.

Điện cảm L là loại điện cảm lõi không khí có hơn chục vòng.

Giá trị của điện cảm :

$$L \geq \frac{U_{v\max}}{(di/dt)_{cp}}$$

Trong đó :  $U_{v\max}$  là điện áp thuận lớn nhất đặt lên van trong mạch ngay trước khi van dẫn.

$$L \geq \frac{U_{v\max}}{(di/dt)_{cp}} = \frac{1095,8}{600 \cdot 10^6} = 1,826 \cdot 10^{-6} \text{ (H)}$$

Ta chọn cuộn kháng không khí có  $L = 2 \cdot 10^{-6}$  (H);

### 3.5.8 Bảo vệ quá điện áp cho van nghịch lưu.

Trên cơ sở tính toán và qua kinh nghiệm ta chọn được các thông số cho mạch bảo vệ van RC như sau:  $C = 0,1$  ( $\mu F$ )

$$R = 24 \text{ } (\Omega)$$

$$U = 4000 \text{ (V)}$$

## **CHƯƠNG 4**

# **KHẢO SÁT BẢNG MẠCH ĐIỀU KHIỂN Lò TRUNG TẦN NẤU THÉP**

### **4.1. CÁC ĐẶC TÍNH CƠ BẢN CỦA PHẦN TỬ BÁN DẪN CÔNG SUẤT**

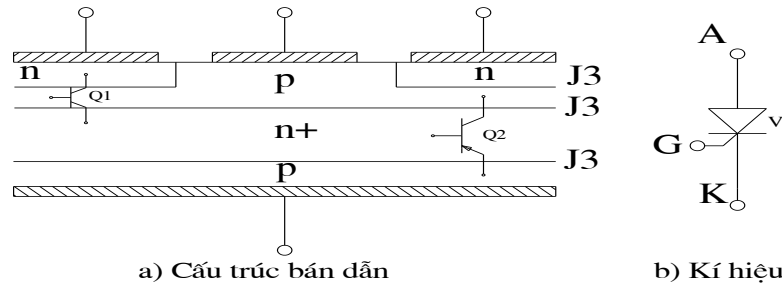
Các phần tử bán dẫn công suất sử dụng trong sơ đồ các bộ biến đổi như các khóa điện tử, gọi là các van bán dẫn, khi mở dẫn dòng thì nối tải vào nguồn, khi khóa thì ngắt tải ra khỏi nguồn, không cho dòng điện chạy qua. Khác với các phần tử có tiếp điểm, khi các van bán dẫn thực hiện đóng cắt dòng điện không gây nên tia lửa điện, không bị mài mòn theo thời gian. Tuy có thể đóng cắt các dòng điện lớn nhưng các van bán dẫn lại được điều khiển các tín hiệu điều khiển công suất nhỏ tạo bởi các mạch điện tử công suất nhỏ. Quy luật nối tải vào nguồn phụ thuộc vào sơ đồ bộ biến đổi và phụ thuộc vào cách thức điều khiển các van trong bộ biến đổi. Hiệu suất của các bộ biến đổi phụ thuộc trước hết vào tổn thất trên các van bán dẫn, trong quá trình làm việc tổn thất này bằng tích của dòng điện chạy qua van với điện áp rơi trên van.

Công nghệ chế tạo các phần tử bán dẫn ngày nay đã đạt được những bước tiến bộ vượt bậc, với việc cho ra đời những phần tử kích thước ngày càng nhỏ gọn, khả năng cắt dòng điện và chịu điện áp ngày càng cao và tổn thất công suất giảm đáng kể ngày càng đáp ứng được những yêu cầu phức tạp của các quy luật biến đổi năng lượng trong các bộ biến đổi. Hiểu rõ nguyên lý hoạt động và các đặc tính cơ bản của các phần tử bán dẫn là điều vô cùng quan trọng để có thể sử dụng đúng và phát huy hết hiệu quả của các phần tử bán dẫn trong các ứng dụng cụ thể. Tính năng kỹ thuật chủ yếu của các phần tử bán dẫn công suất thể hiện qua khả năng đóng cắt dòng điện khả năng chịu điện áp và các đặc tính liên quan đến quá trình đóng cắt cũng như vấn đề điều khiển chúng.

### **4.2. THYRISTOR CÔNG SUẤT.**

### 4.2.1. Cấu tạo.

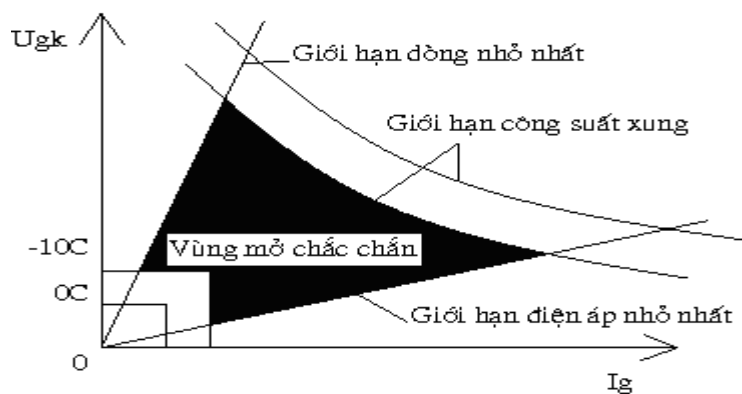
Tiristor là phần tử bán dẫn cấu tạo gồm 4 lớp p-n-p-n, tạo ra 3 tiếp giáp p-n:  $J_1, J_2, J_3$ . Tiristor có 3 cực: Anode A, Cathode K và cực điều khiển G. Có sơ đồ cấu tạo như hình vẽ.



**Hình 4.1.** Thyristor

### 4.2.2. Tín hiệu điều khiển thyristor.

Quan hệ giữa điện áp trên cực điều khiển và Cathode với dòng điện đi vào cực điều khiển xác định các yêu cầu đối với thyristor. Với cùng một loại thyristor nhà sản xuất sẽ cung cấp một họ đặc tính điều khiển, ví dụ trên hình 4.2.



**Hình 4.2.** Yêu cầu đối với xung điều khiển Thyristor

Trên đó có thể thấy được các đặc tính giới hạn về điện áp và dòng điện nhỏ nhất ứng với một nhiệt độ môi trường nhất định mà tín hiệu điều khiển phải đảm bảo để chắc chắn mở được một thyristor. Dòng điều khiển đi qua tiếp

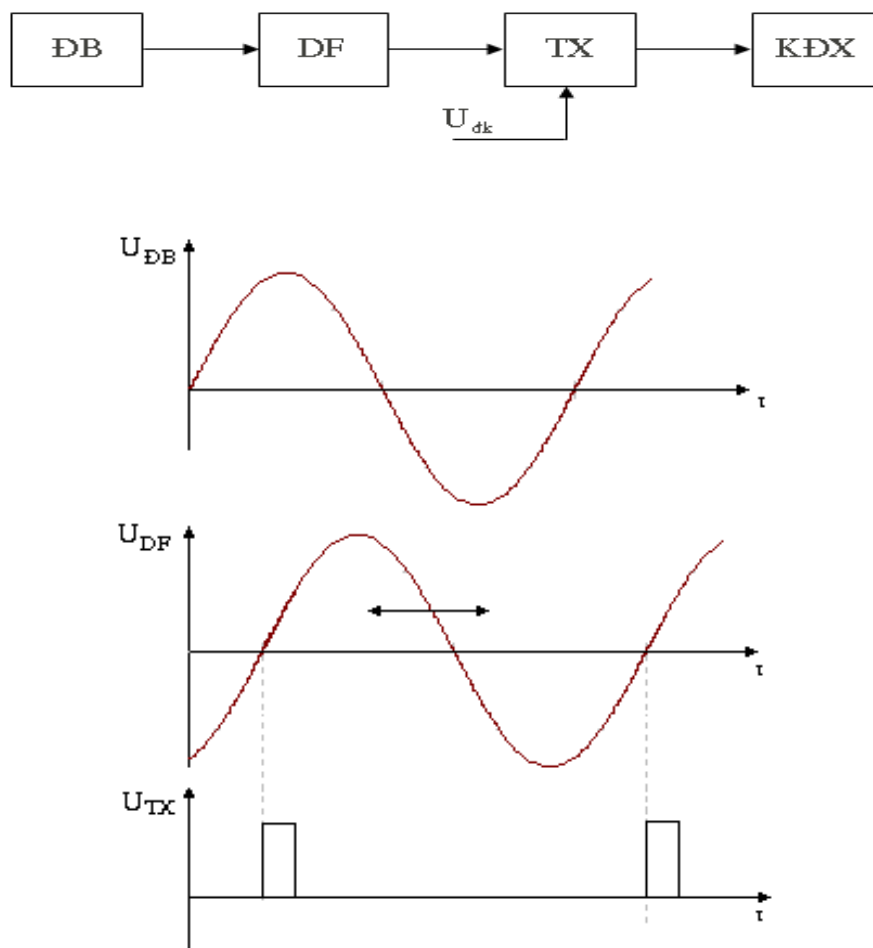
giáp p-n giữa cực điều khiển cũng phải bị hạn chế về công suất. Công suất giới hạn của tín hiệu điều khiển phụ thuộc độ rộng của xung điều khiển. Tín hiệu điều khiển là một xung có độ rộng càng ngắn thì công suất cho phép có thể càng lớn.

### 4.2.3. Nguyên tắc điều khiển

Có hai nguyên tắc điều khiển :

#### 4.2.3.1. Nguyên tắc điều khiển ngang:

Hình dưới là sơ đồ cấu trúc và đồ thị minh họa.

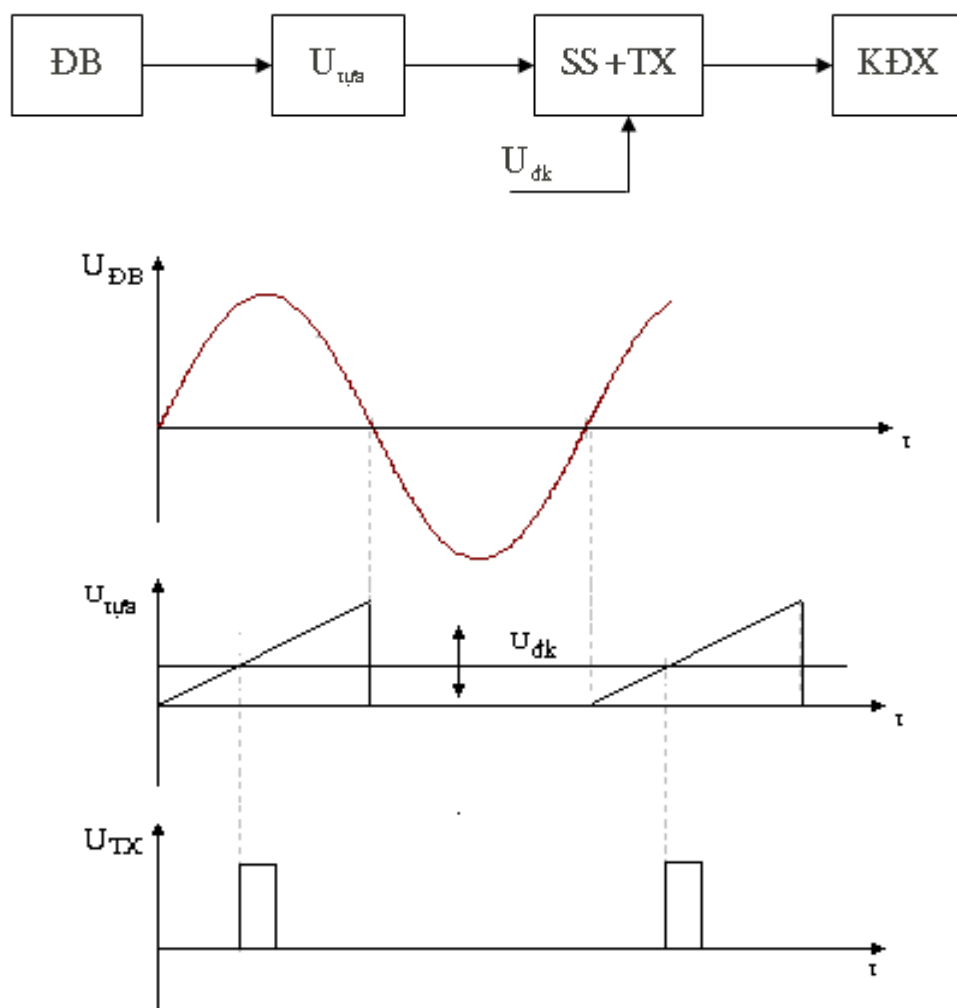


**Hình 4.3.** Nguyên tắc điều khiển ngang

Khâu đồng bộ (DB) tạo ra điện áp hình sin có góc lệch pha cố định so với điện áp lực. Khâu dịch pha (DP) có nhiệm vụ thay đổi góc pha của điện áp ra theo tác động của điện áp điều khiển  $U_{dk}$ . Xung điều khiển được tạo thành ở khâu tạo xung vào thời điểm khi điện áp dịch pha  $U_{DF}$  qua điểm 0. Xung này nhờ khâu khuếch đại xung (KDX) được tăng đủ công suất được gửi tới các cực điều khiển của van. Như vậy góc điều khiển  $\alpha$  hay thời điểm phát xung mở van thay đổi được nhờ sự tác động của  $U_{dk}$  làm điện áp di chuyển theo chiều ngang của trục thời gian.

#### 4.2.3.2. Nguyên tắc điều khiển dọc:

Hình dưới là sơ đồ cấu trúc và đồ thị minh họa.



**Hình 4.4.** Nguyên tắc điều khiển dọc

Ở đây khâu  $U_T$  tạo ra điện áp tựa có dạng cố định ( thường có dạng răng cưa, đôi khi hình sin ) theo chu kỳ nhịp đồng bộ của  $U_{DB}$ . Khâu so sánh SS xác định thời điểm cân bằng của 2 điện áp  $U_T$  và  $U_{DK}$  để phát động khâu tạo xung TX. Như vậy trong nguyên tắc này thời điểm phát xung mở van hay góc điều khiển thay đổi do sự thay đổi trị số của  $U_{DK}$  trên đồ thị đó là sự di chuyển theo chiều dọc của trục biên độ. Đa số mạch điều khiển thực tế đều sử dụng nguyên tắc này.

Ở đây trong đồ án ta cũng dùng phương pháp điều khiển dọc.

#### 4.2.4 Chức năng của mạch điều khiển.

- Đảm bảo phát xung với đầy đủ các yêu cầu để mở van:

+ Đủ độ rộng.

+ Đủ biên độ.

+ Sườn xung ngắn  $t_s = 0,5 \div 1 \mu s$

- Đảm bảo tính đối xứng đối với các kênh điều khiển, không vượt quá  $10 - 30^\circ$  điện, tức là góc điều khiển với mọi van không được lệch quá giá trị trên.

- Đảm bảo cách ly giữa mạch lực và mạch điều khiển. Ví dụ đối với MBAX thường được sử dụng như một khâu truyền xung cuối cùng ở tầng khuếch đại xung

- Phát xung điều khiển ( xung để mở van ) đến các van lực theo đúng pha và với góc điều khiển  $\alpha$  cần thiết.

- Đảm bảo đúng quy luật về pha điều khiển tức là phạm vi điều chỉnh góc điều khiển  $\alpha_{\min} - \alpha_{\max}$  tương ứng với phạm vi điều chỉnh thay đổi điện áp ra tải của mạch lực.

- Cho phép bộ chỉnh lưu làm việc bình thường với các chế độ khác nhau do tải yêu cầu như chế độ khởi động, chế độ nghịch lưu, các chế độ dòng điện liên tục hay gián đoạn, chế độ hãm hay đảo chiều điện áp v..vv

- Có thể hạn chế phạm vi góc điều khiển  $\alpha$  không phụ thuộc vào sự thay đổi điện áp lưới.
- Đảm bảo mạch hoạt động ổn định và tin cậy khi lưới điện xoay chiều dao động cả về giá trị điện áp và tần số.
- Có khả năng chống nhiễu công nghiệp tốt không gây nhiễu đối với các hệ thống điều khiển khác ở xung quanh.
- Độ tác động của mạch điều khiển nhanh dưới 1 ms.
- Thực hiện các yêu cầu về bảo vệ bộ chỉnh lưu từ phía điều khiển nếu cần như là ngắt xung điều khiển khi sự cố, thông báo các hiện tượng không bình thường của lưới và bản thân bộ chỉnh lưu, bảo vệ quá áp quá dòng, mất pha v.v.vv

### **4.3. KHẢO SÁT BẢNG ĐIỀU KHIỂN Lò TRUNG TẦN NẤU THÉP KGPS DÙNG MẠCH ĐIỀU KHIỂN KỸ THUẬT SỐ**

#### **4.3.1. Khái quát :**

Bảng khống chế nguồn điện trung tần công suất không đổi HLSB-II là một thiết bị kiểu mới do công ty Hữu hạn kỹ thuật trung tần Khánh Phát Thẩm Dương nghiên cứu chế tạo. Cấu tạo chủ yếu gồm nguồn điện, chiết áp điều chỉnh, khống chế dịch pha, mạch bảo vệ, mạch khởi động, bộ biến đổi tần số, bộ đổi chiều xung, bộ khuếch đại xung v.v...trong đó các bộ phận quan trọng sử dụng kiểu mạch điện tập trung QF2010-01RP do Mỹ sản xuất có tính năng cao, độ tinh tế cao, chuyên dụng quy mô lớn, ngoài các chiết áp điều chỉnh ra, các mạch bên trong đều thực hiện số hóa. Bộ chỉnh lưu không cần bất cứ sự điều chỉnh nào mà còn có các đặc điểm như độ tin cậy cao, tính đối xứng cao, chống nhiễu khỏe, tốc độ phản ứng nhanh, chỉ cần đấu dây của bộ biến áp xung chỉnh lưu 6 đường vào các điểm tương ứng của bảng khống chế là bộ chỉnh lưu sẽ vận hành bình thường.

Sự đổi chiều áp dụng phương thức khởi động mềm quét tần số điện áp không tính năng khởi động ưu điểm hơn cách khởi động mềm điện áp không thông



thường. Có lắp đặt mạch khởi động tự động có thể tránh được sự thất bại trong khi khởi động nguồn điện trung tần làm cho khởi động thành công đạt 100%. Mạch tần số áp dụng phương án trị số bình quân, nâng cao khả năng chống nhiễu đối chiều, và lại chỉ cần áp dụng phương án trị số bình quân, nâng cao khả năng chống nhiễu đối chiều, và lại chỉ cần tín hiệu điện áp trung tần mà không cần tín hiệu dòng của mạch tụ điện song song, khởi phải dùng bộ hồ cảm dòng trung tần đấu bên ngoài tránh được sự rắc rối trong việc xác định pha dòng điện. Do đó tại môi trường điều chỉnh và sử dụng cũng không thể xảy ra vấn đề không thể khởi động nguồn trung tần do đấu ngược dây ra trung tần hoặc đấu ngược pha bộ hồ cảm dòng.

Trong mạch đối chiều có mạch điều chỉnh góc đối chiều, có thể tự động điều chỉnh phối hợp trở kháng tải, đạt công suất ra không đổi, có thể chế tạo thành bộ nguồn trung tần “luyện tốc độ nhanh” đạt tới mục đích tiết kiệm thời gian, tiết kiệm điện nâng cao hiệu suất, công suất mạng. Các mạch chủ yếu của bộ phận đảo chiều đều bố trí ở bên trong của mạch tập trung quy mô lớn QF2010-01RP

Bảng không chế HLSB-II gồm có 7 mạch tập trung, 6 đèn tinh thể, 6 chiết áp vi điều chỉnh, 33 đầu ra, việc lắp ráp rất thuận tiện. Thích dụng với nguồn điện trung tần mạch cộng hưởng song song dùng thyristor.

Bảng không chế HLSB-II khi thiết kế đã trung cầu ý kiến nhiều mặt, áp dụng kỹ thuật hiện đại, việc điều chỉnh cực kì thuận tiện, đại đa số tham số đều được xác định tự động bên trong mạch điện, chỉ cần người sử dụng xác định các tham số qua sự điều chỉnh điện áp, do đó tính thông dụng và tính trao đổi rất rõ.

#### **4.3.2. Tên gọi sản phẩm :**

Tên gọi : bảng điều khiển lò trung tần công suất không đổi

#### **4.3.3. Lắp đặt lò trung tần nấu thép :**

Thích hợp với nguồn điện trung tần cộng hưởng song song dùng các loại Thiristor 300Hz-10kHz

#### **4.3.4. Điều kiện sử dụng bình thường :**

- Độ cao không quá 2000m so với mặt nước biển
- Nhiệt độ môi trường không thấp dưới  $-10^{\circ}\text{C}$  không cao hơn  $-40^{\circ}\text{C}$
- Độ ẩm không khí tương đối không quá 90% ( $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ )
- Địa điểm vận hành không có bụi dẫn điện và gây nổ, không có khí ăn mòn kim loại và phá hoại sự cách điện
- Không có sự chấn động và va chạm mạnh.

#### **4.3.5. Các thông số kỹ thuật chủ yếu của lò**

Các tham số kỹ thuật chủ yếu:

- Điện áp định mức dây vào mạch chủ: 100V~950V(50Hz)
- Nguồn điện khống chế : một pha 18V/2A
- Tín hiệu phản hồi điện áp trung tần: AC 12V/15 mA
- Tín hiệu phản hồi dòng điện: AC12V/5mA ba pha vào
- Phạm vi dịch pha xung khởi động chỉnh lưu:  $\alpha = 0\sim 130^{\circ}$
- Độ đối xứng xung khởi động chỉnh lưu: nhỏ hơn  $1^{\circ}$
- Độ rộng tín hiệu xung khởi động chỉnh lưu  $\geq 600\mu\text{S}$  cách nhau  $60^{\circ}$
- Đặc tính xung khởi động chỉnh lưu:
  - Điện áp đỉnh xung khởi động  $\geq 12\text{V}$
  - Dòng đỉnh xung khởi động  $\geq 1\text{A}$
  - Độ dốc sườn trước xung khởi động  $\geq 5\text{A}/\mu\text{S}$
- Tần số đổi chiều 300Hz-10KHz
- Đặc tính xung khởi động nghịch lưu:
  - Điện áp đỉnh xung khởi động  $\geq 22\text{V}$
  - Dòng đỉnh xung khởi động  $\geq 3\text{A}$
  - Độ dốc sườn trước xung khởi động  $\geq 2\text{A}/\mu\text{S}$

- Kích thước ngoại hình lớn nhất : 255x175mm

#### **4.3.6. Nguyên lý mạch điện của bảng điều khiển**

Bảng điều khiển ngoài các bộ điều khiển chỉnh lưu và bộ điều khiển nghịch lưu ra, phần còn lại được cấu trúc thành một bảng mạch in, bao gồm nguồn điện, bộ khởi động chỉnh lưu, các chiết áp điều chỉnh, bộ khởi động nghịch lưu v.v..ngoài các chiết áp ra các phần khác đều là mạch số. Mạch trung tâm của bảng điều khiển là IC6 có mã hiệu QF2010-01RP, đây là một mạch điện số quy mô lớn chuyên dụng, có 3 đường vào bán thời gian, 31 đường vào ra, bao gồm bộ khởi động chỉnh lưu, thứ tự pha thích ứng, bộ khởi động đảo chiều, bộ khoá góc dẫn trước đảo chiều, bảo vệ quá dòng, bảo vệ quá áp, bảo vệ thiếu pha, bảo vệ khi áp lực nước thấp, bảo vệ khi bảng điều khiển thiếu điện áp, ngoài ra còn có bộ định giờ 0,2 giây. IC6 do hãng Lattice semiconductor Corporation sản xuất.

#### **4.3.7. Nguyên lí chung của mạch điều khiển.**

Các hệ điều khiển :

##### **4.3.7.1. Hệ đồng bộ :**

Trong hệ này góc điều khiển mở van  $\alpha$  luôn được xác định xuất phát từ một thời điểm cố định của điện áp mạch lực. Ví dụ trong mạch chỉnh lưu một pha mốt này thường lấy điểm qua không của điện áp lực. Vì vậy trong mạch điều khiển phải có một khâu thực hiện nhiệm vụ này gọi là khâu đồng pha để đảm bảo mạch điều khiển hoạt động theo nhịp của điện áp lực.

##### **4.3.7.2. Hệ không đồng bộ :**

Trong hệ này góc  $\alpha$  không xác định theo điện áp lực mà được tính dựa vào trạng thái của tải ở mạch chỉnh lưu và vào góc điều khiển của lần phát xung ngay trước đấy. Do đó mạch điều khiển loại này không cần khâu đồng bộ. Tuy nhiên để bộ chỉnh lưu hoạt động bình thường bắt buộc phải thực hiện theo mạch vòng kín, không thể thực hiện với mạch hở.

Hệ đồng bộ có nhược điểm nhạy nhiễu điện vì có khâu đồng bộ liên quan đến điện áp lực nhưng có ưu điểm ổn định và dễ thực hiện. Ngược lại hệ không đồng bộ chống nhiễu tốt hơn nhưng kém ổn định. Hiện này đa số các mạch điều khiển theo phương pháp đồng bộ.

#### **4.4. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA BỘ CHỈNH LƯU**

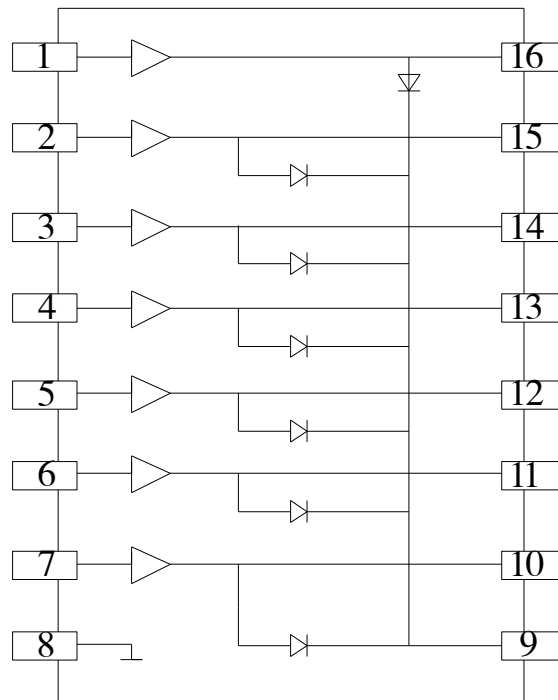
Sơ đồ mạch chỉnh lưu này gồm các mạch: Đồng bộ 3 pha, tự thích ứng thứ tự pha, đồng hồ báo giờ không chế điện áp, khởi động số, khởi động cấp cuối.

Tín hiệu đồng bộ 3 pha trực tiếp lấy ra trên dây vào 3 pha của mạch chủ, được lọc bởi  $R_3, C_1, R_7, C_2, R_{11}, C_3$  lại qua bộ ngẫu hợp quang điện để cách ly điện, lấy ra được 6 tín hiệu đồng bộ hình chữ nhật lệch pha nhau  $60^\circ$  (mức điện thấp hữu hiệu) dẫn vào 5P~10P của IC6 tương ứng với các chân C, CF, B, BF, AF.

Bên trong của IC6 có mạch tự thích ứng thứ tự pha, đảm bảo cho điện vào 3 pha xoay chiều của nguồn trung tần có thể không phân thứ tự pha (nhưng tín hiệu đồng bộ cần phải nhất trí với thứ tự pha của mạch chủ).

IC1D cùng với mạch chung quanh tạo thành bộ báo giờ không chế điện áp chu kỳ tín hiệu ra của nó biến hoá tuyến tính với điện áp ra  $V_k$  của chiết áp điều chỉnh. Tín hiệu báo giờ không chế điện áp được dẫn đến 11P của IC6, làm nhiệm vụ đồng hồ báo giờ khởi động số CLOCK0. Đặc trưng của khởi động số là dùng phương pháp đếm số (xung đồng hồ báo giờ) để thực hiện dịch pha. 6 đường chỉnh xung khởi động dịch pha đều do IC6 phát ra. IC2C, IC2D cùng các mạch chung quanh tạo thành mạch xung rộng có tín hiệu ra cố định. đường xung khởi động dịch pha chỉnh lưu sau khi được khuếch đại nhờ đèn tinh thể IC5 khởi động bộ biến áp xung chỉnh lưu ở ngoài. Ở đây bộ biến áp xung áp dụng phương pháp thực công tác phản kích.

- IC5 là phần tử UNL2003A/SO có chức năng khuếch đại dòng. UNL2003 có 7 chân đầu vào và 7 chân đầu ra



**Hình 4.5.** Cấu tạo của IC UNL2003

Các thông số của UNL2003:

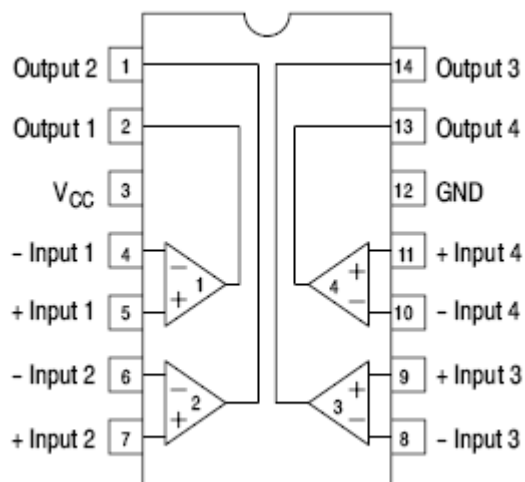
-Điện áp đầu vào: 30V

-Dòng ra: 25mA

-Công suất tiêu tán :1W

- Hoạt động ở nhiệt độ môi trường:  $-20^{\circ}\text{C}$ - $85^{\circ}\text{C}$

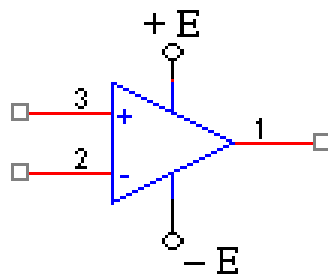
- IC1,IC2 là LM339N là một phần tử gồm 4 khuếch đại thuật toán có cấu trúc như sau:



**Hình 4.6.** Cấu tạo của IC LM339N

Khuyếch đại thuật toán là phần tử cơ bản được sử dụng rộng rãi trong các mạch điện tử với chức năng xử lý các tín hiệu tương tự. Hiện nay các bộ khyếch đại thuật toán đóng vai trò quan trọng và được ứng dụng rộng rãi trong kỹ thuật khuyếch đại, tạo tín hiệu hình sin và xung, trong bộ ổn áp và bộ lọc tích cực..

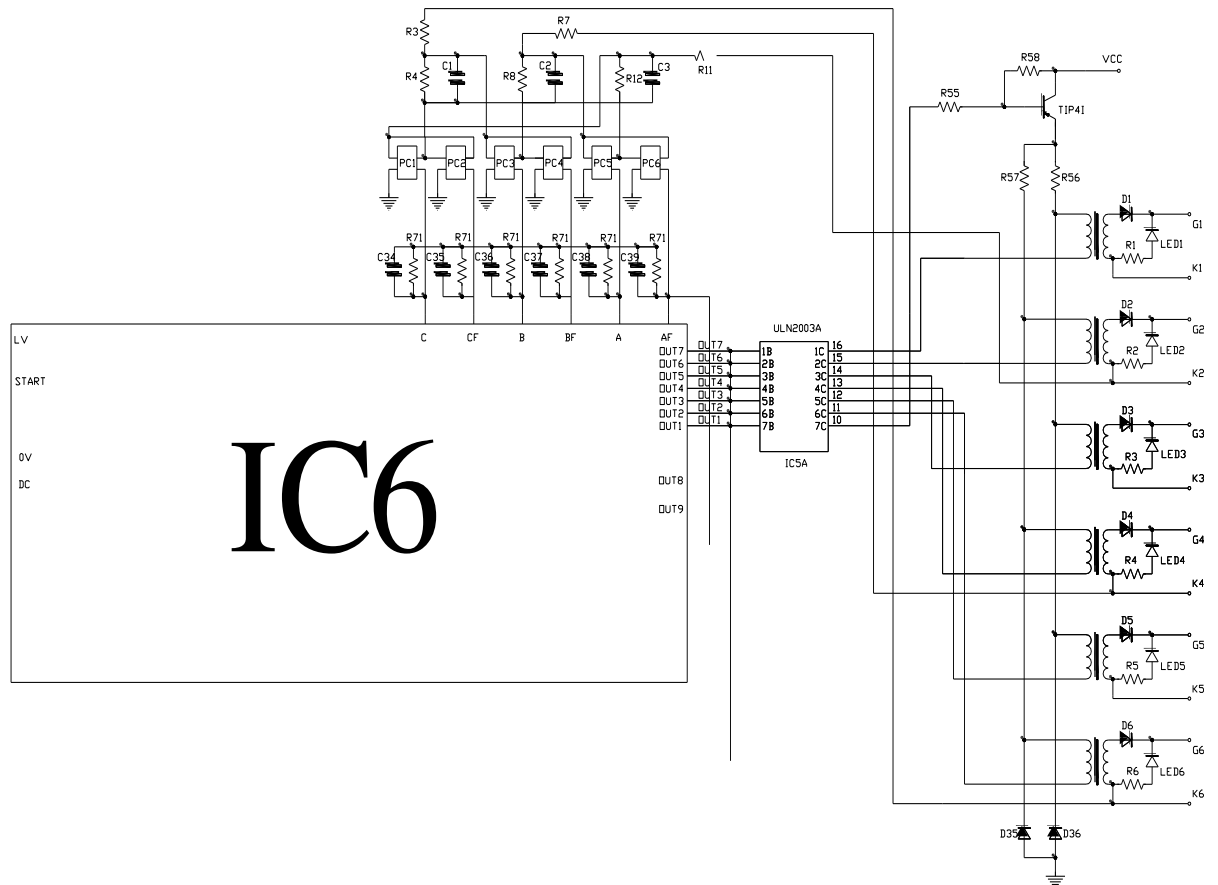
Khuyếch đại thuật toán có ký hiệu như sau:



**Hình 4.7.** Ký hiệu KĐTT

Các thông số của LM339:

- Điện áp vào  $V_{cc} = +36V$  hoặc  $\pm 18V$
- Công suất tiêu tán :  $P_D = 1W$
- Nhiệt độ làm việc:  $0-70^{\circ}C$

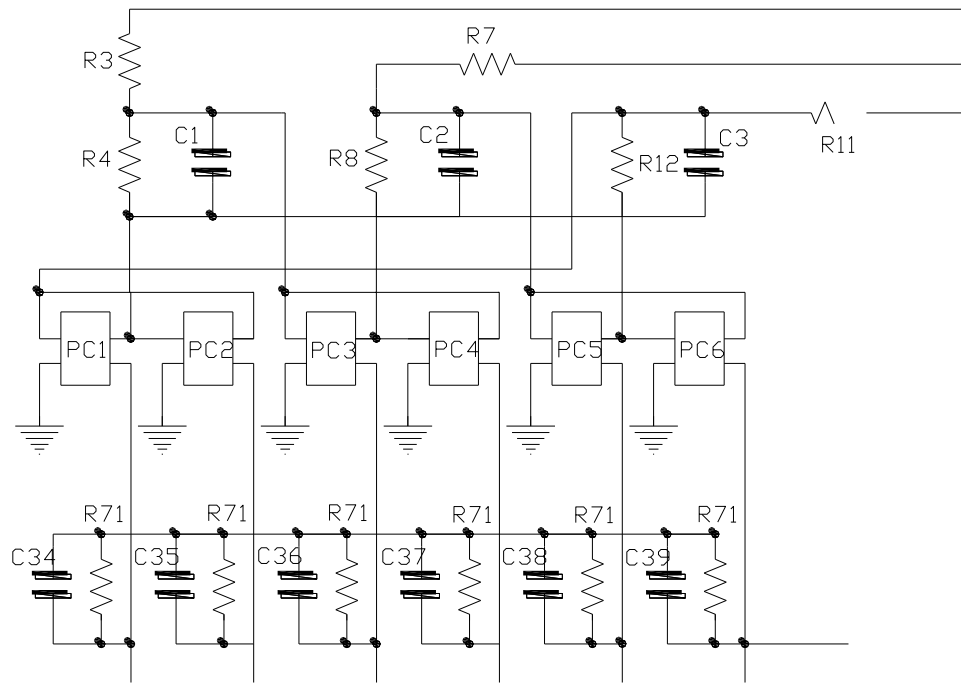


**Hình 4.8.** Sơ đồ khối phần chỉnh lưu

#### 4.4.1. Khâu đồng pha chỉnh lưu

Khâu này tạo ra một điện áp có góc lệch pha cố định với điện áp đặt lên lực, trong sơ đồ là sáu van chỉnh lưu, phù hợp nhất cho mục đích này là dùng máy biến áp. Dùng máy biến áp không những thỏa mãn được yêu cầu trên mà còn đạt thêm được hai mục tiêu quan trọng sau:

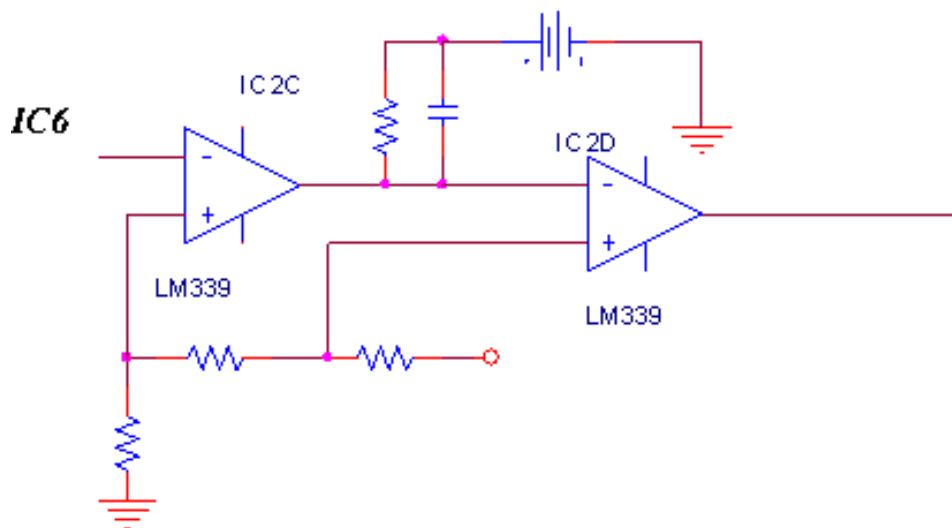
- Chuyển đổi được điện áp lực thường có giá trị cao sang giá trị phù hợp với mạch điều khiển thường là điện áp thấp.
- Cách ly hoàn toàn về điện giữa mạch điều khiển với mạch lực. Đảm bảo an toàn cho người sử dụng cũng như các linh kiện điều khiển.



**Hình 4.9.** Sơ đồ khâu đồng pha chỉnh lưu

#### 4.4.2. Khâu tạo xung chỉnh lưu

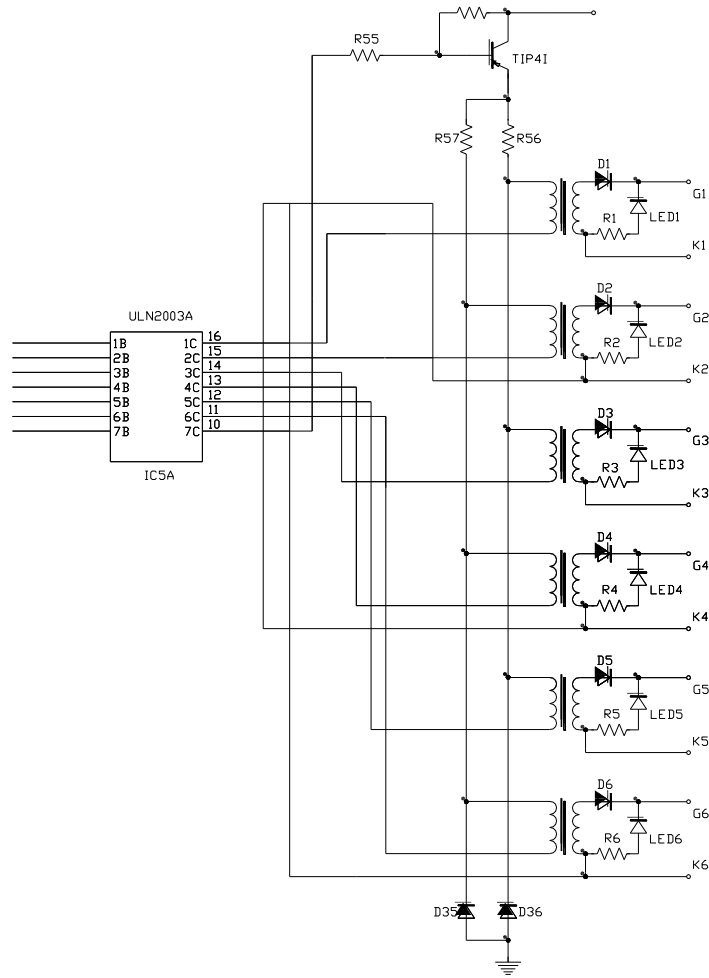
Mạch tạo dao động dùng khuếch đại thuật toán là mạch rất thông dụng hiện nay. Khuếch đại thuật toán được sử dụng như bộ so sánh hai cửa. Tụ C liên tục được phóng nạp làm cho khuếch đại thuật toán đảo trạng thái mỗi lần điện áp trên tụ C đạt trị số của bộ chia điện áp trên điện trở.



**Hình 4.10.** Khâu tạo xung chỉnh lưu



### 4.4.3. Khâu điều khiển chỉnh lưu



**Hình 4.11.** Khâu điều khiển chỉnh lưu

Khâu này gồm 6 máy biến áp xung để phát xung điều khiển 6 con Thyristor chỉnh lưu, các xung điều khiển là xung chùm. Các tín hiệu điều khiển được khuếch đại nhờ con IC ULM2003A. Trình tự phát xung do con IC6 quyết định. Dạng xung chùm là dạng xung cho phép mở van tốt nhất trong mọi trường hợp với mọi dạng tải và sơ đồ chỉnh lưu khác nhau. Xung chùm thực chất là một chùm các xung có tần số cao gấp nhiều lần lưới điện ( $f_{XC} = 8 \div 12$  kHz) Độ rộng của xung chùm có thể được hạn chế trong khoảng 100 ÷ 130 độ điện và nguyên tắc nó phải kết thúc khi điện áp trên van lực mà nó điều khiển đổi sang dấu âm.

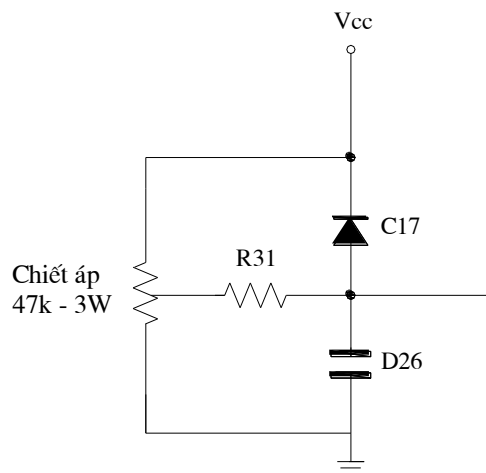
Nguyên tắc tạo xung chùm là coi tín hiệu do bộ so sánh đưa ra như một tín hiệu cho phép hay cấm khâu khuếch đại xung được nhận xung tần số cao

phát từ một bộ tạo dao động đa hài tới nó. Ta tạo xung ở đây dùng khuếch đại thuật toán OA.

Mạch điều khiển chỉnh lưu thường làm việc trong điều kiện nhiễu mạnh do bản thân mạch lực của nó gây ra. Các nhiễu này có thể truyền theo đường dây nguồn tới đầu vào của mạch khuếch đại và lan đến tận khâu khuếch đại xung. Nếu khuếch đại xung có hệ số khuếch đại lớn, đặc biệt nếu dùng mạch khuếch đại có phản hồi dương sẽ rất dễ gây ra hiện tượng khuếch đại giả làm mở van không đúng thời điểm. Ta dùng mạch khuếch đại không lớn để đảm bảo chống nhiễu tốt. Khuếch đại xung có nhiệm vụ tăng công suất xung cho khâu tạo xung hình thành đủ mạnh để mở van lực. Đầu ra của khâu khuếch đại xung được nối với cực G và K của Thyristor.

#### 4.4.4. Khâu điều chỉnh công suất.

Khâu điều chỉnh công suất bao gồm chiết áp, đi ốt, tụ điện. Chiết áp này được bố trí ở cánh cửa của tủ điều khiển. Trong quá trình vận hành lò điện trung tần nấu thép chiết áp này được người vận hành điều chỉnh để cho nhưng tham số tốt nhất trong quá trình nấu thép. Khi điều chỉnh được công suất cao nhất chiết áp này được giữ nguyên giá trị điện trở.



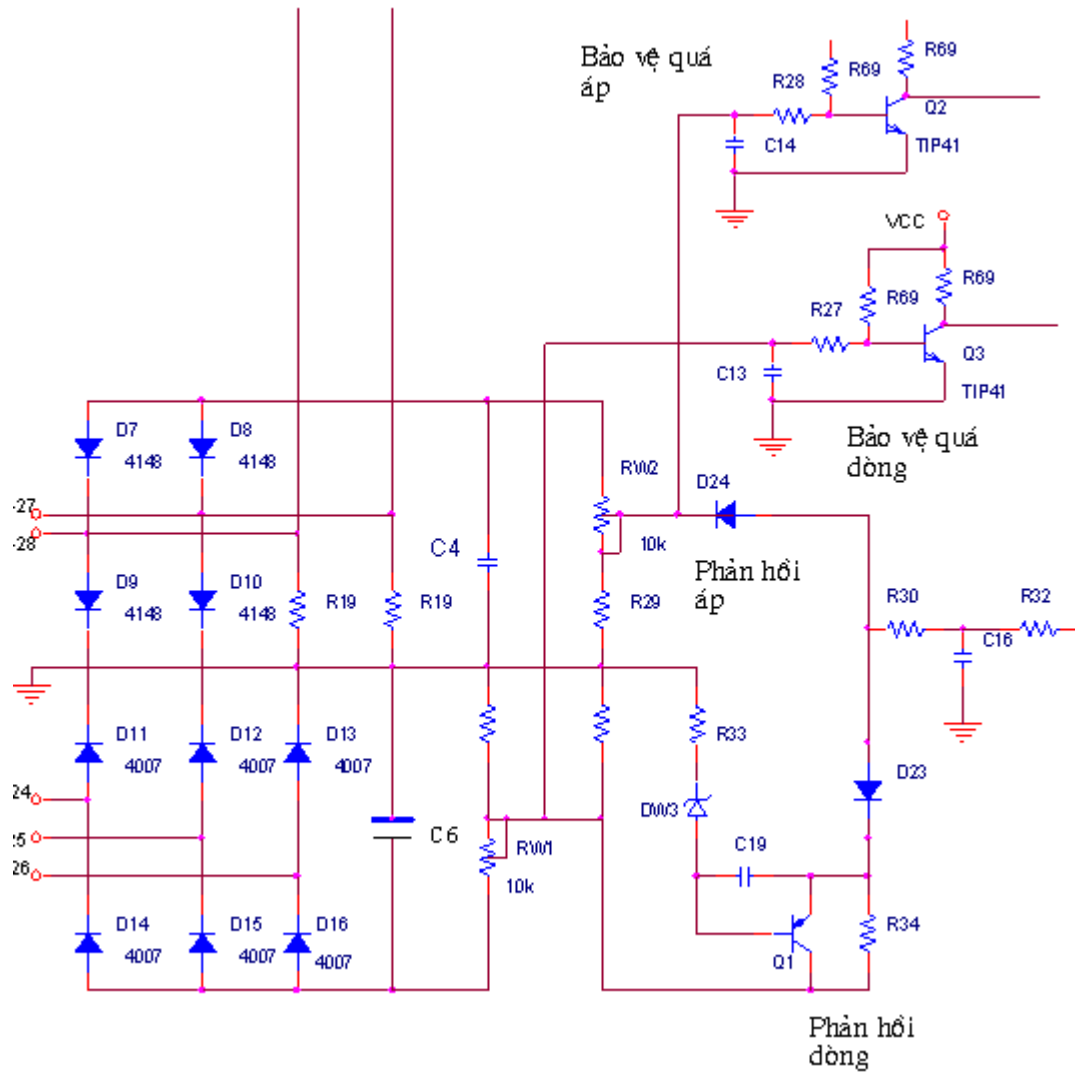
**Hình 4.12.** Khâu điều chỉnh công suất

Nguyên lý công tác của chiết áp điều chỉnh:

Có hai chiết áp: Chiết áp điều chỉnh điện áp và chiết áp điều chỉnh góc đảo chiều Trong đó chiết áp điều chỉnh điện áp và dòng IC3C là chiết áp thông thường PI, cả quá trình khởi động và vận hành, chiết áp này phải làm việc từ đầu đến cuối, còn chiết áp góc đảo chiều IC3B dùng làm cầu đảo chiều có thể công tác ổn định dưới một góc  $\alpha$  nào đó.

Quá trình hoạt động của mạch chiết áp có thể phân ra hai tình huống, thứ nhất là khi điện áp một chiều chưa đạt đến trị số lớn nhất tức là IC3D không có hạn biên trong khi đó IC3A lại hoạt động ở trạng thái hạn biên, đối ứng là một góc đảo chiều nhỏ nhất, lúc này hệ thống hoàn toàn là: một mạch tuần hoàn có điện áp /dòng điện tiêu chuẩn, một trường hợp khác là điện áp một chiều đã đạt đến giá trị lớn nhất, tức là IC3D bắt đầu hạn biên. Sự điều chỉnh của cầu chỉnh lưu không còn tác dụng nữa và IC3A ra khỏi trạng thái hạn biên và bắt đầu làm việc. điều chỉnh trị số đã cho của góc  $\alpha$ , của chiết áp điều chỉnh góc đảo chiều làm cho điện áp trung tần đầu ra tăng lên, đạt đến sự cân bằng mới. Lúc này chiết áp điều chỉnh điện áp, dòng và chiết áp điều chỉnh góc đảo chiều cùng làm việc với nhau.

#### **4.4.5. Khâu phản hồi điện áp và dòng điện.**



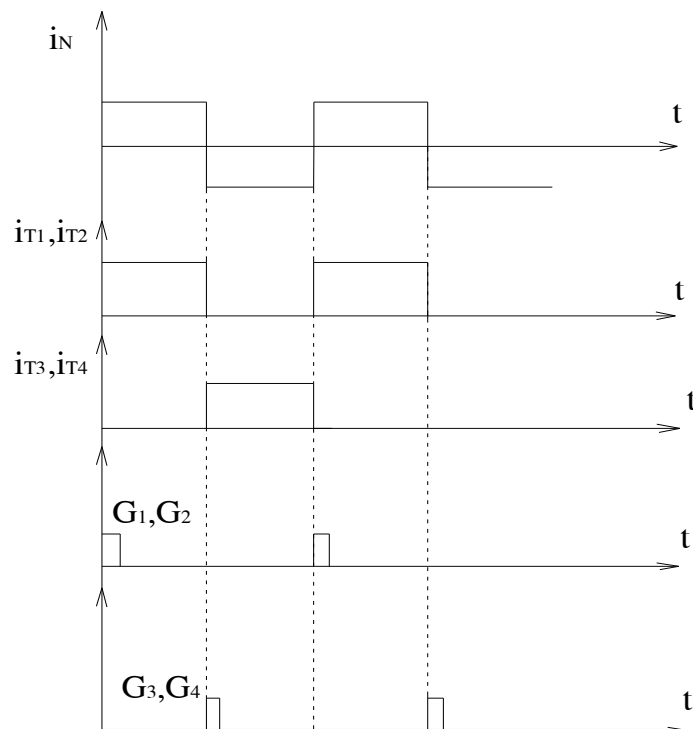
**Hình 4.13.** Khâu phản hồi điện áp và dòng điện

Sau khi tín hiệu điện áp trung tần đến từ bộ hồ cảm điện áp trung tần được đưa vào các đầu số 27 và 28 thì chia làm hai đường, một đường sau khi do IC1A tiến hành chuyển đổi mức điện áp đưa đến 30P của IC6, một đường khác sau khi qua bộ chỉnh lưu D7-D10 lại phân làm 2 đường, 1 đường đưa đến chiết áp điện áp/dòng, đường khác dẫn đến bộ bảo vệ quá điện áp.

Tín hiệu dòng lấy được từ bộ hồ cảm xoay chiều của mạch chủ tần số, trước tiên chuyển đổi thành tín hiệu điện áp tại bên ngoài, rồi dẫn vào từ các đầu số 24, 25, và 26 sau khi đi qua chỉnh lưu bởi đi ốt D<sub>11</sub>-D<sub>16</sub>, rồi lại phân thành hai đường, 1 đường làm tín hiệu bảo vệ quá dòng còn đường kia làm tín hiệu phản hồi của chiết áp điều chỉnh điện áp dòng.

Khâu phản hồi điện áp có hai đầu được cung cấp bởi nguồn điện một chiều có giá trị là 18V, điện áp này do máy biến áp chuyên từ mức điện áp một chiều 1000V về. Ba đầu vào của khâu phản hồi dòng được cung cấp dòng điện 0,02 A từ máy biến dòng. Trong sơ đồ dùng hai máy biến dòng, một hạ từ mức 2000A xuống 5A, hai hạ từ 5A xuống 0,02 A.

#### 4.5. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA BỘ NGHỊCH LƯU.



**Hình 4.14.** Biểu đồ xung điều khiển nghịch lưu sơ đồ cầu một pha

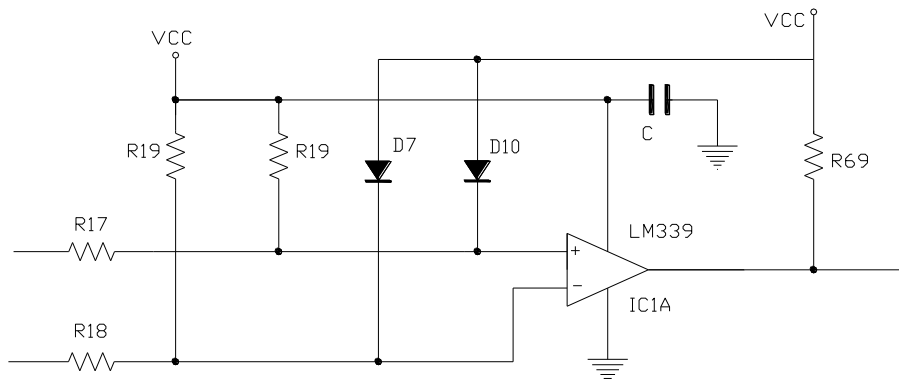
Đối với nghịch lưu dòng và nghịch lưu cộng hưởng, người ta chỉ quan tâm đến thời điểm mở của các thyristor, còn các quá trình khoá các thyristor sẽ được thực hiện bằng cách mở các thyristor cùng nhóm. Theo nguyên lý hoạt động của sơ đồ cầu một pha, ta có thể đề ra nguyên tắc phát xung điều khiển lên các cực điều khiển ( $G_1, G_2, G_3, G_4$ ) theo biểu đồ xung như hình trên.

Xung điều khiển đưa vào cặp thyristor  $T_1, T_2$  lệch nhau  $180^\circ$  so với xung điều khiển đưa vào cặp  $T_3, T_4$ .

Nguyên lý như sau: Mạch phát xung sẽ tạo ra xung tần số bằng tần số ra của nghịch lưu. Sau khi qua bộ đảo xung, sẽ được phân thành hai kênh lệch

nhau  $180^\circ$ . Xung từ các kênh này được vi phân để lấy thông tin về thời điểm mở các cặp Thyristor. Các xung này đưa vào các bộ khuếch đại xung để tạo ra các xung điều khiển có độ dài bằng công suất đủ để mở các thyristor động lực. Để điều chỉnh tần số thì mạch tạo xung phải có khả năng thay đổi tần số theo quy luật mong muốn  $U_{dkh}=f(f)$  Để ổn định tần số đối với phụ tải hay biến thiên người ta dùng các bộ phản hồi dòng và áp của phụ tải. Mạch phát xung chỉ đóng vai trò kích thích mở lúc ban đầu, sau khi mạch dao động thì mạch phát xung sẽ được cắt ra.

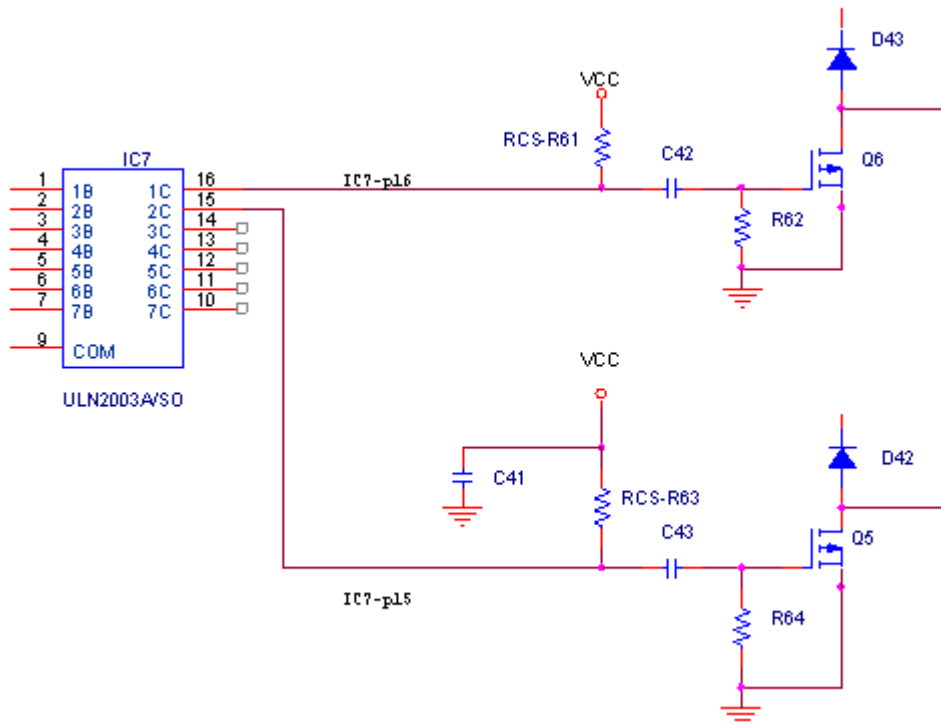
#### 4.5.1. Khâu đồng pha nghịch lưu.



**Hình 4.15.** Khâu đồng pha nghịch lưu

Khâu này cũng có nhiệm vụ tạo ra một điện áp có góc lệch pha cố định lên các van của mạch nghịch lưu, giúp bảng điều khiển có thể điều khiển việc đóng mở của các Thyristor nghịch lưu.

## 4.5.2 Khâu điều khiển nghịch lưu



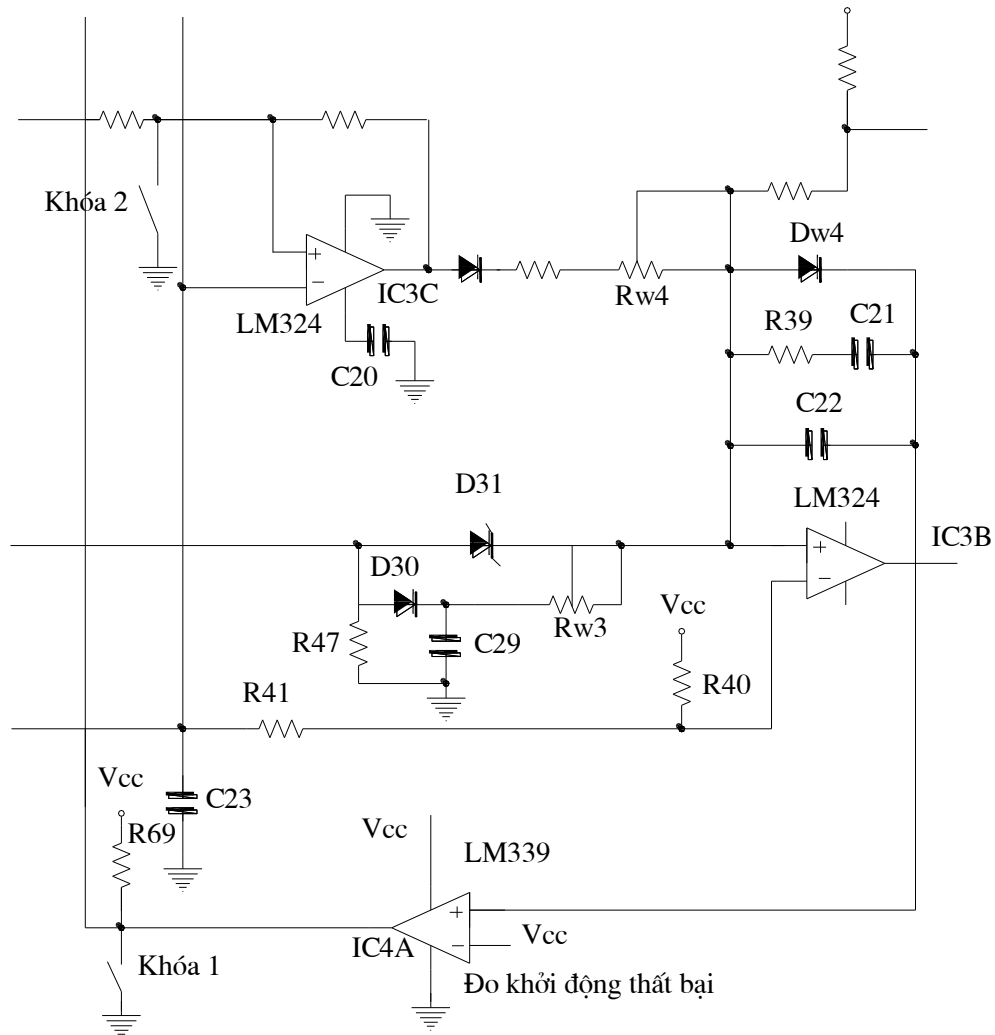
**Hình 4.16.** Mạch điều khiển nghịch lưu

Mạch điều khiển phần nghịch lưu được cấp điện áp 22 vôn từ máy biến áp lấy từ nguồn điện áp lưới 380 V. Trong mạch cũng sử dụng con IC ULN2003A/So con IC khuếch đại có nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu điều khiển các Thyristor.

### 4.5.3. Khâu khởi động và kết thúc khởi động khi không khởi động được

Bộ phận khởi động nghịch lưu áp dụng kiểu khởi động mềm quét tần số điện áp bằng không, chỉ cần lấy tín hiệu phản hồi điện áp trung tần trong một đường, không cần đến tín hiệu dòng trên tụ điện trung tần mạch song song, điện cảm, tụ, về bản chất tương đương với mạch ngoài kích chuyển thành mạch tự kích thuộc mạch phản hồi có giá trị bình quân, do trên mạch chủ không cần mắc thêm bất cứ mạch khởi động nào, không cần đến quá trình khởi động để nạp từ trước hoặc nạp điện trước, do đó mạch chủ được giản hoá, quá trình điều chỉnh được giản đơn.

Quá trình khởi động đại để như sau:trước khi khởi động mạch đổi chiều, đầu tiên dung tín hiệu ngoại kích cao hơn tần số cộng hưởng của mạch điện cảm,tụ. điện áp trung tần sẽ được xác lập và phản hồi đến mạch tự động điều tần.Mạch tự động điều tần một khi đã làm việc sẽ đình chỉ động tác tần số quét xuống thấp của tín hiệu ngoại kích biến thành mạch điều tần tự động không chế góc dẫn trước,làm cho thiết bị vận hành ổn định.



**Hình 4.17.** Mạch khởi động và kết thúc khởi động khi không khởi động được

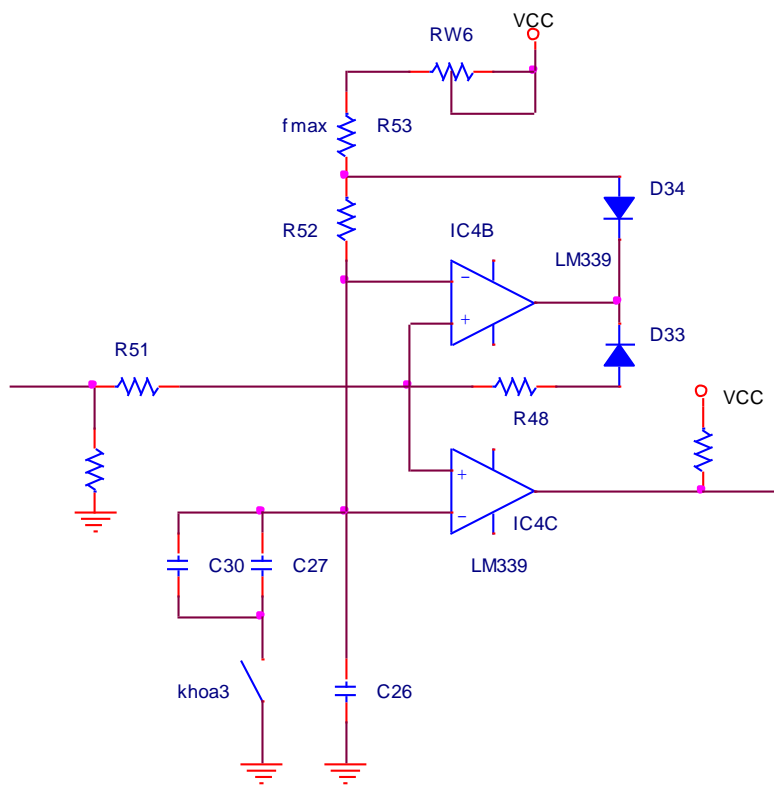
Nếu một lần khởi động không thành công có nghĩa là mạch tự động điều tần chưa bám chắc tín hiệu phản hồi điện áp trung tần,lúc này tín hiệu ngoại kích vẫn cứ quét đến tần số thấp nhất,mạch khởi động trở lại một khi kiểm tra tần số ngoại kích tiến vào đoạn tần số thấp nhất thì tiến hành khởi động một lần



nữa, lại đẩy tín hiệu ngoại kích đến tần số cao nhất, rồi quét lại một lần nữa, có đến khi khởi động thành công. Chu kỳ khởi động trở lại vào khoảng 0,5 giây.

#### 4.5.4. Khâu tạo tần số khởi động

Tín hiệu điện áp trung tần dẫn vào từ các đầu số 27 và 28, đi qua IC1A chuyển thành tín hiệu sóng hình vuông, dẫn vào chân 30 của IC6. Tín hiệu khởi động đổi chiều được lấy ra từ 15P, 16P của IC6 sau khi qua bộ khuếch đại IC7A khởi động đèn tinh thể Q5, Q6. IC4C và IC4B hợp thành bộ báo giờ không chế điện áp đổi chiều, dẫn vào chân số 33 CLOCK 2 của IC6; chiết áp vi chỉnh RW6 dùng xác định tần số cao nhất của bộ báo giờ không chế điện áp (tức tần số cao nhất của tín hiệu ngoại kích đảo chiều).

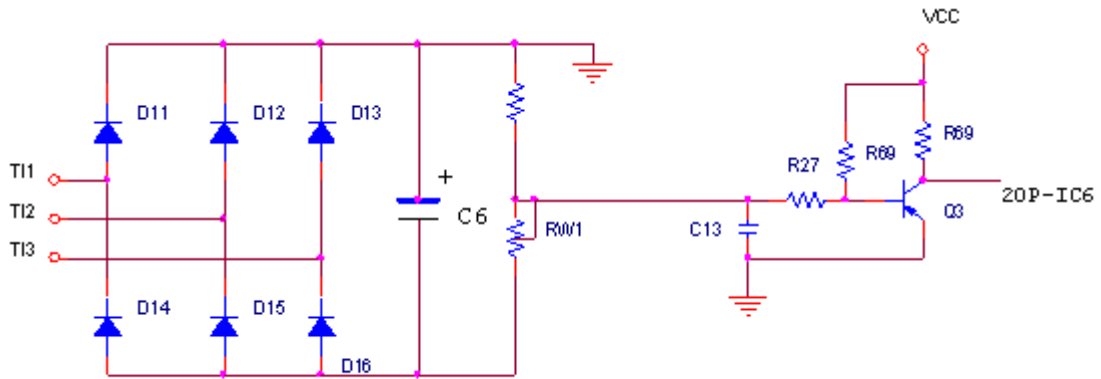


**Hình 4.18.** Khâu tạo tần số khởi động nghịch lưu

Ngoài ra khi phát sinh bảo vệ quá điện áp, bộ dao động bảo vệ quá điện áp IC6 sẽ dao động, dẫn ra gấp 2 lần xung khởi động tần số đổi chiều lớn nhất, làm cho 4 Thyristor trong cầu đổi chiều đều thông điện.

IC4A là bộ đo kiểm tra khi khởi động thất bại, đầu ra của nó sẽ khống chế mạch khởi động nội bộ IC6.

#### 4.5.5. Khâu bảo vệ quá dòng



**Hình 4.19.** Khâu bảo vệ quá dòng

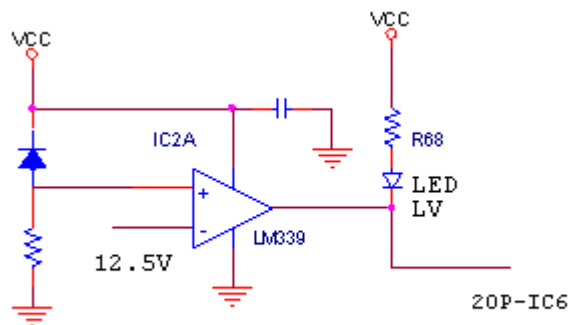
Tín hiệu bảo vệ quá dòng sau khi qua  $Q_3$  được đảo pha, đưa đến 20P của IC6, phong toả xung khởi động chỉnh lưu, khởi động đèn chỉ thị LED “D104” làm cho sáng và khởi động bộ báo động. Sau khi bộ khởi động quá điện áp làm việc, chỉ có thông qua sự phục hồi tín hiệu hoặc thông qua đóng mở máy tiến hành “ nạp điện phục hồi” mới có thể vận hành trở lại. Thông qua chiết áp vi chỉnh  $W_1$  có thể điều chỉnh mức điện quá dòng.

Trường hợp đầu vào xoay chiều 3 pha bị thiếu pha, bảng khống chế vẫn có thể thực hiện sự bảo vệ và chỉ thị đối với nguồn điện. Nguyên lý như sau: Phân biệt lấy tín hiệu điện áp 3 pha A, B, C qua sự ngăn cách của bộ ngẫu hợp quang điện dẫn đến IC6 tiến hành đo và xác định, mỗi khi xảy ra hỏng hóc “thiếu pha” ngoài việc phong toả xung khởi động chỉnh lưu, còn phải khởi động đèn chỉ thị LED “D102” và bộ báo động.

#### 4.5.6. Khâu đo thiếu điện áp

Để mạch khống chế có thể vận hành chuẩn xác và tin cậy, trên mạch khống chế còn lắp đặt bộ khởi động ổn định thời gian và bộ bảo vệ khi thiếu

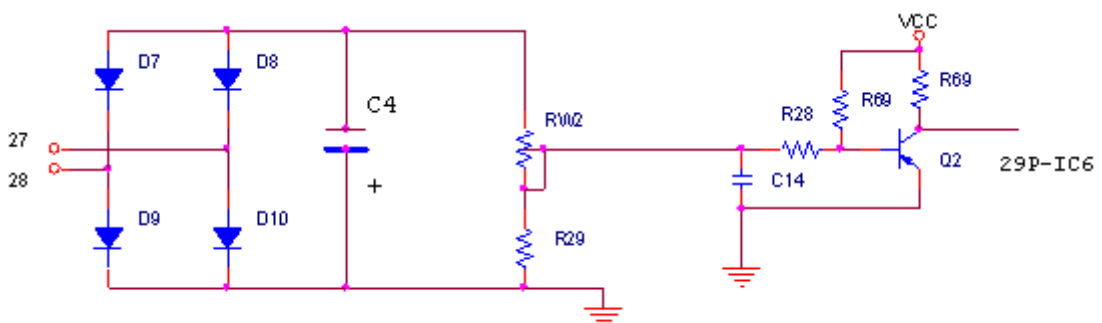
điện áp ngưỡng không chế. Trong khoảng khắc mở máy, mạch điện không chế công tác không ổn định, phải lắp đặt bộ định thời gian trên dưới 3 giây, sau khi định xong thời gian mới cho phép lấy ra xung khởi động. Mạch này được cấu tạo bởi linh kiện IC2B. Nếu vì nguyên nhân nào đó gây nên điện áp một chiều quá thấp trên bảng không chế, bộ ổn áp không thể bị sai lệch. Phải lắp đặt một mạch đo thiếu điện áp (cấu thành bởi IC2A), một khi điện áp VCC thấp dưới 12,5 V thì phong toả xung khởi động chính lưu, phòng ngừa sự khởi động không chính xác, đồng thời đèn chỉ thị LED "D100": sáng lên và khởi động bộ báo động.



**Hình 4.20.** Khâu đo thiếu điện áp

Mạch khởi động tự động nằm ở bên trong IC6. Ngắn mạch dây nhảy 1 để đóng mạch khởi động tự động.

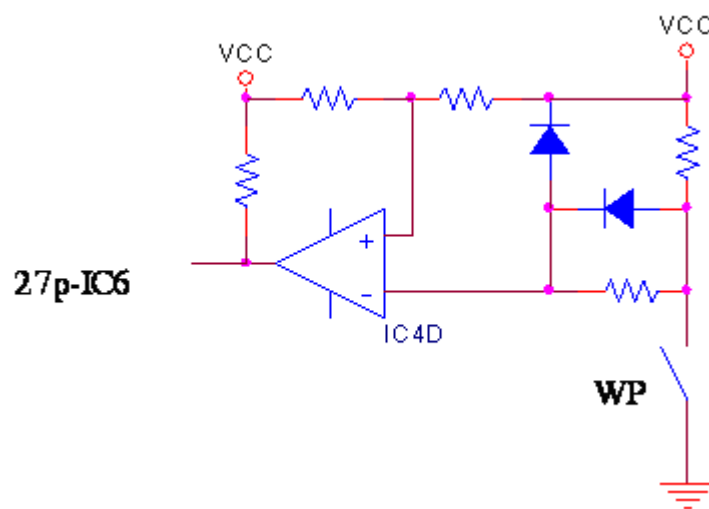
#### 4.5.7. Khâu bảo vệ quá áp



**Hình 4.21.** Khâu bảo vệ quá áp

$Q_2$  là bộ đo quá điện áp trung tần, dẫn vào 29P của IC6, phóng toả xung khởi động chỉnh lưu, khởi động đèn chỉ thị LED “D101” làm cho đèn sáng lên và khởi động bộ báo động, đồng thời làm cho bộ dao động bảo vệ quá điện áp bắt đầu dao động. Sau khi bộ bảo vệ quá điện áp làm việc cũng như bộ bảo vệ quá dòng, chỉ có thông qua việc phục hồi tín hiệu hoặc đóng mở máy để “ nạp điện phục hồi” mới có thể vận hành trở lại. Điều chỉnh chiết áp vi chỉnh  $W_2$ , có thể điều chỉnh mức qua điện áp.

#### 4.5.8. Khâu bảo vệ mất nước.



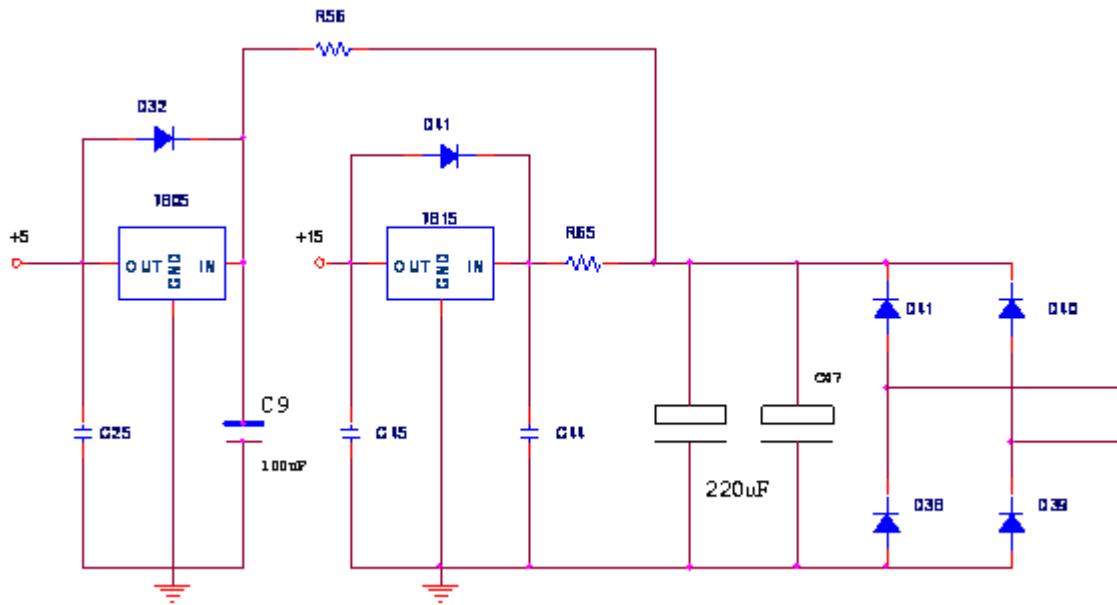
**Hình 4.22.** Khâu bảo vệ mất nước

IC4D và các mạch chung quanh cấu tạo thành mạch bảo vệ áp suất nước quá thấp kéo dài thời gian, thời gian kéo dài khoảng 3 giây. Dẫn vào đến 27P của IC6, phóng toả xung khởi động chỉnh lưu, khởi động cho sáng đèn chỉ thị LED “D103” và khởi động bộ báo động. Sau khi áp lực nước bình thường, mạch điện sẽ tự động phục hồi công tác bình thường.

Tín hiệu công tác phục hồi dẫn vào đầu số 29, trạng thái đóng là phục hồi/tạm dừng.

Tín hiệu đồng hồ báo giờ CLOCK 1 dẫn đến IC5~35P, chu kỳ tín hiệu là  $20\mu s$

#### 4.5.9. Khối tạo điện áp cung cấp cho các phần tử của bảng mạch.



**Hình 4.23.** Khâu tạo điện áp cung cấp cho các phần tử của bảng mạch Ở đây dùng các phần tử ổn áp 7805 để tạo ra điện áp 5 V và 7815 để tạo ra điện áp 15V.

#### 4.5.10. Nguyên lý hoạt động và tác dụng của các chiết áp trên bảng mạch:

Trên bảng mạch ta có 6 chiết áp:

Công dụng của các chiết áp lần lượt như sau:

-W<sub>1</sub>: Chiết áp thiết kế dòng ra lớn nhất, khi có dòng phản hồi có thể xác định dòng ra lớn nhất, chỉnh theo chiều kim đồng hồ làm tăng dòng lên, phạm vi điều chỉnh khoảng 2 lần.

-W<sub>2</sub>: Chiết áp thiết kế điện áp trung tần ra lớn nhất, khi có điện áp phản hồi có thể xác định được áp trung tần ra lớn nhất, chỉnh theo chiều kim đồng hồ thì giảm nhỏ phạm vi điều chỉnh lớn nhất 2 lần.

-W<sub>3</sub>: Chiết áp thiết kế góc dẫn trước đối chiều lớn nhất, theo chiều kim đồng hồ sẽ giảm nhỏ, phạm vi điều chỉnh lớn nhất khoảng 40<sup>0</sup>-60<sup>0</sup>

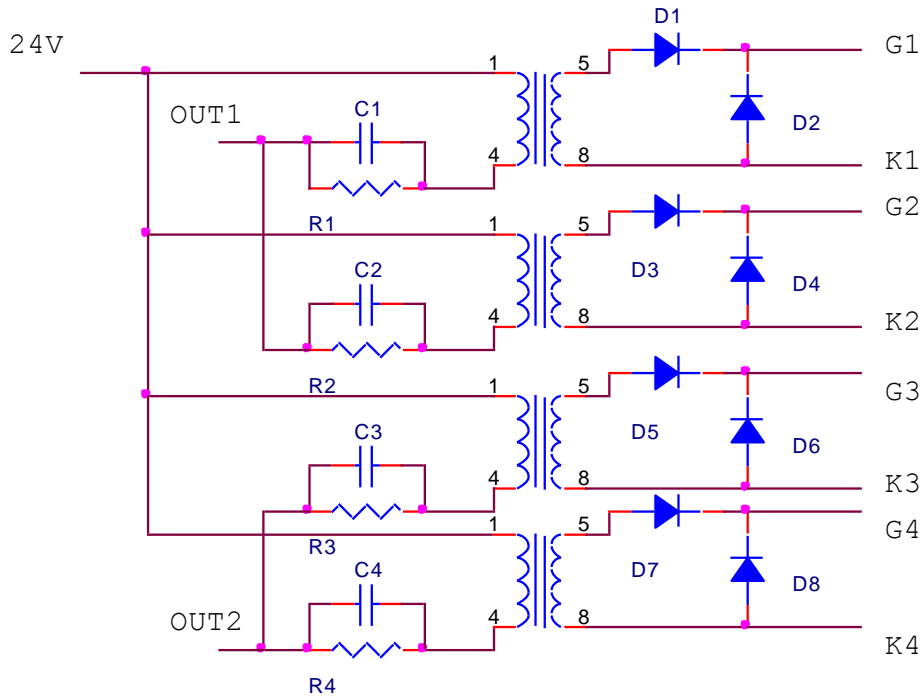
-W<sub>4</sub>: Chiết áp thiết kế góc dẫn trước đối chiều nhỏ nhất, theo chiều kim đồng hồ thì giảm nhỏ, phạm vi điều chỉnh lớn nhất khoảng 20<sup>0</sup>-40<sup>0</sup>

-W5: Chiết áp thiết kế tần số đôi chiều ngoại kích lớn nhất, theo chiều kim đồng hồ giảm nhỏ, phạm vi điều chỉnh lớn nhất khoảng 2 lần.

-W6: Chiết áp thiết kế tần số trên đầu vào của kim đồng hồ báo giờ chỉnh lưu, chỉnh theo chiều kim đồng hồ sẽ giảm nhỏ.

#### 4.5.11. Thiết kế riêng bộ biến áp xung.

Từ bảng điều khiển ta chỉ thấy biến áp xung điều khiển các van nghịch lưu mà không thấy biến áp xung điều khiển van nghịch lưu nên ta phải thiết kế biến áp xung cho các van nghịch lưu. Ở đây nghịch lưu có thể rất đa dạng như các van nghịch lưu không phải bốn van mà là 8 van hoặc các van nghịch lưu khác loại nhau.



**Hình 4.24.** Sơ đồ biến áp xung nghịch lưu

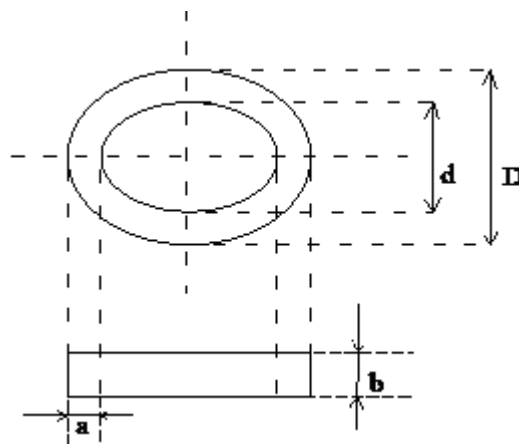
Biến áp xung có thể thực hiện các nhiệm vụ sau:

- Cách ly mạch lực và mạch điều khiển.
- Phối hợp trở kháng giữa tầng KĐX và cực điều khiển van lực.
- Nhân thành nhiều xung (BAX nhiều cuộn thứ cấp) cho các van cần mở đồng thời như trường hợp phải mắc nối tiếp hoặc song song nhiều van...

BAX phải làm việc với tần số cao nên lõi thép biến áp cho tần số lưới điện 50HZ không đáp ứng được. Lõi dẫn từ trường cho BAX thường dùng nhất hiện nay là lõi ferit dạng xuyên, hình trụ hoặc có tiết diện kiểu chữ E. Vì khả năng tải công suất ở tần số cao lớn hơn nhiều lần ở tần số lưới điện bình thường nên kích thước lõi BAX dùng ferit nhỏ gọn hơn hẳn. Tuy nhiên do tổn thất trong biến áp tăng mạnh theo tần số nên cường độ từ cảm cũng phải giảm đáng kể so với tần số 50Hz

Quá trình tính chọn biến áp xung vào thông số các thyristor nghịch lưu như sau:

- Điện áp điều khiển thyristor:  $U_{dk} = 1,32 \text{ V}$
- Dòng điện điều khiển thyristor:  $I_{dk} = 1,07 \text{ mA}$
- Thời gian mở xung:  $t_m = 40 \mu\text{s}$
- Độ rộng xung điều khiển:  $t_x = 2.t_m$
- Mức sụt biên độ xung:  $s_x = 0,15$



**Hình 4.25.** Sơ đồ máy biến áp

- Chọn vật liệu làm lõi sắt là Ferit HM. Lõi có dạng hình xuyên, làm việc trên một phần của đặc tính từ hoá có:  $\Delta B = 0,3 \text{ T}$ ,  $\Delta H = 30 \text{ A/m}$ . Không có khe hở không khí.
- Tỷ số biến áp xung: Lấy  $m=3$
- Điện áp cuộn thứ cấp biến áp xung:  $U_2 = U_{dk} = 1,32 \text{ (V)}$
- Điện áp đặt lên cuộn sơ cấp biến áp xung:

$$U_1 = m.U_2 = 3.1,32 = 3,96 \text{ (V)}$$

- Dòng điện thứ cấp biến áp xung:  $I_2 = 0,107 \text{ (A)}$

- Dòng điện sơ cấp biến áp xung:  $I_1 = I_2/m = 0,107/3 = 0,036 \text{ A}$

- Độ từ thẩm trung bình tương đối của lõi sắt:

$$\mu_{tb} = \Delta B/\mu_0.\Delta H = 0,3/1,25.30 = 8.10^3 \text{ (H/m)}$$

Trong đó  $\mu_0 = 1,25.10^{-6} \text{ (H/m)}$  là độ từ thẩm của không khí

- Thể tích của lõi thép cần có là:

$$V = Q.L = \frac{\mu_{tb} \cdot \mu_0 \cdot t_x \cdot S_x \cdot U_1 \cdot I_1}{\Delta B^2}$$

$$\text{Thay số vào ta được : } V = \frac{8.10^3 \cdot 1,25.10^{-6} \cdot 80.10^{-6} \cdot 0,15 \cdot 3,96 \cdot 0,036}{0,3^2}$$

$$V = 0,190.10^{-6} \text{ (m}^3\text{)}$$

Chọn mạch từ có thể tích  $V = 0,190.10^{-6} \text{ (m}^3\text{)}$ . Với thể tích đó ta có kích thước mạch từ như sau:  $a = 4,5 \text{ mm}$ ;  $b = 6,5 \text{ mm}$ ,  $d = 2 \text{ cm}$ ,  $D = 3 \text{ cm}$ .

- Số vòng quấn dây sơ cấp biến áp xung:

$$w_1 = U_1.t_x/\Delta B.Q = 165 \text{ vòng};$$

- Số vòng dây thứ cấp:  $W_2 = W_1/m = 165/3 = 55 \text{ (vòng)}$

- Tiết diện dây quấn thứ cấp:  $S_1 = I_1/J_1 = 0,036/6 = 0,006 \text{ (mm}^2\text{)}$

Chọn mật độ dòng điện  $J = 6 \text{ (A/mm}^2\text{)}$

- Đường kính dây quấn sơ cấp :  $d_1 = \sqrt{\frac{4.S_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4.0,006}{0,314}} = 0,076 \text{ (mm)}$

Chọn  $d = 0,08 \text{ (mm)}$ ,  $S_1 = 0,012 \text{ mm}^2$

- Tiết diện dây quấn thứ cấp :  $S_2 = I_2/J_2 = 0,107/4 = 0,0267 \text{ mm}^2$

Chọn mật độ dòng điện  $J_2 = 4 \text{ A/mm}^2$

- Đường kính dây quấn thứ cấp:  $d_1 = \sqrt{\frac{4.S_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4.0,0267}{0,314}} = 0,034 \text{ (mm)}$

Chọn dây có đường kính  $d_2 = 0,08 \text{ (mm)}$ ,  $S_2 = 0,02 \text{ mm}^2$ .



## KẾT LUẬN

Sau ba tháng nhận đề tài “**Thiết kế thiết bị điều khiển lò trung tần nấu thép**”. Thông qua bản đồ án này đã giúp em hiểu thêm về một cách nhìn tổng quan của một hệ thống điều khiển, cách thiết kế, lựa chọn thiết bị cho một sơ đồ điện thông qua các phương pháp như đã nêu ở trong bản đồ án nhưng còn rất nhiều vấn đề mà em chưa giải quyết được như là tìm hiểu về cách lắp ghép bằng máy tính để theo dõi và điều khiển hệ thống.

Hướng giải quyết:

Em sẽ cố gắng tìm hiểu qua nhiều tài liệu để khắc phục những kiến thức vẫn còn thiếu để hoàn chỉnh thêm bản đồ án này

Trong quá trình thực hiện đề tài này chúng em đã gặp rất nhiều khó khăn do bị hạn chế về kiến thức cũng như thời gian thực hiện đề tài nhưng nhờ sự hướng dẫn tận tình của **Th.S Nguyễn Đoàn Phong** nên cuối cùng em đã hoàn thành bản đồ án đúng thời hạn. Em rất chân thành cảm ơn thầy.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Minh Chính - Phạm Quốc Hải - Trần Trọng Minh (2001), ***Điện tử công suất***, Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật.
2. Phạm Quốc Hải - Dương Văn Nghi (2003), ***Phân tích và giải mạch điện tử công suất***, Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật.
3. Phạm Minh Hà (1997), ***Kỹ thuật mạch điện tử***, Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật.
4. Vũ Quang Hồi - Nguyễn Văn Chất - Nguyễn Thị Liên Anh (2000), ***Trang bị điện – Điện tử máy công nghiệp dung chung***, Nhà Xuất Bản Giáo Dục.
5. Phạm Quốc Hải (2009), ***Hướng dẫn thiết kế mạch điện tử công suất***, Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật.
6. Lê Văn Doanh – Nguyễn Thế Công – Trần Văn Thịnh (2009), ***Điện tử công suất Lý thuyết – Thiết kế - Ứng dụng. Tập I***, Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật.

## MỤC LỤC

<b>LỜI MỞ ĐẦU .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>CHƯƠNG 1.....</b>	<b>2</b>
<b>TÌM HIỂU CÔNG NGHỆ Lò CẢM ỨNG ĐIỆN TỬ .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. ĐẶT VẤN ĐỀ .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA Lò CẢM ỨNG KHÔNG LỖI SẮT .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. ĐẶC ĐIỂM CHỦ YẾU CỦA PHƯƠNG PHÁP Lò ĐIỆN .....</b>	<b>5</b>
<b>1.4. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ Lò CẢM ỨNG KHÔNG LỖI THÉP ...</b>	<b>6</b>
<b>1.5. ĐẶC ĐIỂM NGUYÊN LÝ CẢM ỨNG ĐIỆN TRONG Lò CẢM ỨNG KHÔNG LỖI SẮT .....</b>	<b>8</b>
1.5.1. Mức độ cảm ứng .....	8
1.5.2. Công suất điện.....	10
1.5.3. Hệ thống tụ điện bù .....	11
1.5.4. Ảnh hưởng của từ thông tán xạ và từ thông trong khối kim loại	13
<b>1.6. PHÂN LOẠI .....</b>	<b>14</b>
1.6.1. Theo tần số làm việc : .....	14
1.6.2. Theo phạm vi ứng dụng: .....	14
<b>1.7. NGUỒN ĐIỆN CAO TẦN CÓ THỂ ĐƯỢC TẠO RA BẰNG CÁCH SAU:.....</b>	<b>15</b>
1.7.1. Dùng máy phát điện tần số cao .....	15
1.7.2. Đèn phát tần số:.....	16
1.7.3. Dùng thyristor: .....	17
<b>1.8 ƯU ĐIỂM, NHƯỢC ĐIỂM CỦA Lò CẢM ỨNG KHÔNG LỖI SẮT .....</b>	<b>17</b>
1.8.1. Ưu điểm:.....	17
1.8.2. Nhược điểm:.....	18
<b>1.9. ỨNG DỤNG CỦA Lò CẢM ỨNG KHÔNG LỖI SẮT .....</b>	<b>18</b>
<b>CHƯƠNG 2 .....</b>	<b>19</b>
<b>GIỚI THIỆU Lò CẢM ỨNG DÙNG BỘ BIẾN TẦN.....</b>	<b>19</b>

<b>2.1. Lò cảm ứng</b> .....	19
2.1.1. Sơ đồ chức năng của lò cảm ứng dùng bộ biến tần .....	19
2.1.2. Sơ đồ nguyên lý lò cảm ứng .....	20
2.1.3. Đặc điểm nguyên lý lò trung tần nấu thép phần chỉnh lưu .....	22
2.1.4. Đặc điểm nguyên lý lò trung tần nấu thép phần nghịch lưu .....	26
<b>CHƯƠNG 3</b> .....	29
<b>THIẾT KẾ TÍNH TOÁN MẠCH LỰC</b> .....	29
<b>3.1. SƠ ĐỒ</b> .....	29
<b>3.2. THUYẾT MINH</b> .....	30
<b>3.3. SỐ LIỆU TÍNH TOÁN</b> .....	30
<b>3.4. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MẠCH CHỈNH LƯU</b> .....	31
3.4.1. Tính toán chọn van chỉnh lưu .....	31
3.4.3. Lựa chọn phương pháp bảo vệ van chỉnh lưu.....	33
3.4.4. Bảo vệ quá dòng cho van chỉnh lưu .....	34
3.4.5. Tính toán lựa chọn máy cắt.....	34
3.4.6. Bảo vệ tốc độ tăng dòng di/dt cho Tiristor chỉnh lưu .....	37
3.4.7. Bảo vệ quá điện áp .....	38
3.4.8. Thiết kế cuộn kháng lọc một chiều .....	40
3.4.9. Tính giá trị điện cảm của cuộn kháng lọc: .....	41
3.4.10. Tính toán cuộn kháng:.....	42
3.4.11. Tính kích thước lõi thép:.....	42
3.4.12. Tính điện trở của dây quấn ở $t_0 = 20C$ đảm bảo độ sụt áp cho phép: .....	42
3.4.13. Số vòng dây của cuộn cảm:.....	43
3.4.14. Tính mật độ từ trường: .....	43
3.4.15. Tính cường độ từ cảm: chỉnh lưu cầu 3 pha có 6 lần đập mạch trong một chu kỳ điện áp:.....	43
3.4.16. Tính hệ số từ thẩm: .....	43
3.4.17. Trị số điện cảm nhận được:.....	43
3.4.18. Tiết diện dây quấn:.....	43
3.4.19. Xác định khe hở tối ưu:.....	44

3.4.20. Kích thước cuộn dây: .....	44
<b>3.5. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ PHẦN MẠCH NGHỊCH LƯU.....</b>	<b>45</b>
3.5.1. Phân tích sơ đồ .....	45
3.5.2. Tính toán giá trị điện cảm của lò.....	46
3.5.3. Tính toán giá trị điện dung của giàn tụ để mạch cộng hưởng.....	47
3.5.4. Tính toán chọn van nghịch lưu .....	48
3.5.5. Lựa chọn van nghịch lưu.....	49
3.5.6. Lựa chọn phương án bảo vệ van nghịch lưu.....	50
3.5.7 Bảo vệ tốc độ tăng dòng di/dt cho Tiristor nghịch lưu .....	50
3.5.8 Bảo vệ quá điện áp cho van nghịch lưu .....	50
<b>CHƯƠNG 4 .....</b>	<b>51</b>
<b>KHẢO SÁT BẢNG MẠCH ĐIỀU KHIỂN Lò TRUNG TẦN NẤU THÉP .....</b>	<b>51</b>
<b>4.1. CÁC ĐẶC TÍNH CƠ BẢN CỦA PHẦN TỬ BÁN DẪN CÔNG SUẤT .....</b>	<b>51</b>
<b>4.2. THYRISTOR CÔNG SUẤT .....</b>	<b>51</b>
4.2.1. Cấu tạo. ....	52
4.2.2. Tín hiệu điều khiển thyristor .....	52
4.2.3. Nguyên tắc điều khiển.....	53
4.2.4. Chức năng của mạch điều khiển. ....	55
<b>4.3. KHẢO SÁT BẢNG ĐIỀU KHIỂN Lò TRUNG TẦN NẤU THÉP KGPS DÙNG MẠCH ĐIỀU KHIỂN KỸ THUẬT SỐ.....</b>	<b>56</b>
4.3.1. Khái quát : .....	56
4.3.2. Tên gọi sản phẩm : .....	57
4.3.3. Lắp đặt lò trung tần nấu thép : .....	58
4.3.4. Điều kiện sử dụng bình thường : .....	58
4.3.5. Các thông số kỹ thuật chủ yếu của lò .....	58
4.3.6. Nguyên lý mạch điện của bảng điều khiển .....	59
4.3.7. Nguyên lý chung của mạch điều khiển.....	59
<b>4.4. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA BỘ CHỈNH LƯU .....</b>	<b>60</b>
4.4.1. Khâu đồng pha chỉnh lưu .....	63

4.4.2. Khâu tạo xung chỉnh lưu .....	64
4.4.3. Khâu điều khiển chỉnh lưu .....	65
4.4.4. Khâu điều chỉnh công suất .....	66
4.4.5. Khâu phản hồi điện áp và dòng điện.....	67
<b>4.5. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA BỘ NGHỊCH LƯU .....</b>	<b>69</b>
4.5.1. Khâu đồng pha nghịch lưu .....	70
4.5.2. Khâu điều khiển nghịch lưu .....	71
4.5.3. Khâu khởi động và kết thúc khởi động khi không khởi động được .....	71
4.5.4. Khâu tạo tần số khởi động .....	73
4.5.5. Khâu bảo vệ quá dòng.....	74
4.5.6. Khâu đo thiếu điện áp .....	74
4.5.7. Khâu bảo vệ quá áp .....	75
4.5.8. Khâu bảo vệ mất nước .....	76
4.5.9. Khối tạo điện áp cung cấp cho các phần tử của bảng mạch .....	77
4.5.10. Nguyên lý hoạt động và tác dụng của các chiết áp trên bảng mạch: .....	77
4.5.11. Thiết kế riêng bộ biến áp xung.....	78
<b>KẾT LUẬN</b>	
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>81</b>