



LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP
ĐỀ TÀI: “Kỹ thuật sấy.”



MỤC LỤC

Trang

Lời Nói Đầu	1
Chương I: Khái quát về tủ sấy bằng điện trở.	3
§1.1: Khái niệm chung và phân loại.	3
§1.2: Các yêu cầu chủ yếu đối với vật liệu làm dây đốt.	5
§1.3: Vật liệu làm dây đốt.	5
§1.4: Cấu tạo dây đốt điện trở.	12
§1.5: Một số lò sấy điện trở gián tiếp thường dùng.	15
Chương II: Thiết kế mạch động lực.	22
§2.1: Sơ đồ điều khiển nhiệt độ bằng tiếp điểm.....	22
§2.2: Giới thiệu một vài sơ đồ điều chỉnh điện áp xoay chiều.	23
§2.3. Thiết kế mạch động lực với điện áp 220/380 (V) xoay chiều.	30
Chương III: Thiết kế mạch điều khiển nhiệt.....	36
§3.1. Nguyên lý điều khiển triac (Tiristor)	36
§3.2. Sơ đồ điều khiển	49
Chương IV: ổn định nhiệt độ.	69
§4.1: Mục đích ổn định nhiệt độ:	69
§4. 2: Một số cảm biến thường dùng để đo nhiệt độ.	69
§4.3. Thiết kế mạch phản hồi ổn định nhiệt	80
Chương V: Thiết kế tủ điện.....	88
Kết luận	91
Tài liệu tham khảo	92

LỜI NÓI ĐẦU

Kỹ thuật sấy đóng vai trò vô cùng quan trọng trong công nghiệp và đời sống. Trong quy trình công nghệ sản xuất của rất nhiều sản phẩm có công đoạn sấy khô để bảo quản dài ngày. Công nghệ này ngày càng phát triển trong ngành hải sản, rau quả và các thực phẩm khác. Các sản phẩm nông nghiệp dạng hạt như lúa, ngô đậu... sau khi thu hoạch cần sấy khô kịp thời, nếu không sản phẩm sẽ giảm phẩm chất thậm chí còn hỏng dẫn đến tình trạng mất mùa sau thu hoạch.

Các nhu cầu sấy ngày càng đa dạng, có nhiều phương pháp và thiết bị sấy nhưng thiết bị sấy bằng phương pháp điện trở được sử dụng rộng rãi nhất. Phương pháp sấy bằng điện trở là phương pháp sử dụng trực tiếp năng lượng điện năng tạo ra nguồn nhiệt năng theo định luật Joule- lence.

Đối với từng loại sản phẩm sấy khác nhau thì cần một nhiệt độ khác nhau. Do đó việc điều chỉnh và ổn định nhiệt độ cho tủ sấy cũng đóng vai trò quan trọng trong quá trình sấy vì thế trong tập đề án này tìm hiểu về ***“Thiết kế mạch điều khiển nhiệt độ cho tủ sấy bằng điện trở”***. Nội dung của đề án tốt nghiệp này gồm 5 phần chính sau:

Chương I: Khái quát về tủ sấy bằng điện trở.

Chương II: Thiết kế mạch động lực.

Chương III: Thiết kế mạch điều khiển nhiệt độ.

Chương IV: Ổn định nhiệt độ của tủ sấy.

Chương V: Thiết kế tủ điện.

Để hoàn thành “đề án tốt nghiệp” này em đã được sự chỉ bảo và hướng dẫn tận tình của thầy giáo: Trần Văn Thịnh cùng các thầy cô trong Bộ môn Thiết bị điện- Điện tử, Trường ĐH Bách Khoa Hà Nội.

Mặc dù bản thân đã có nhiều cố gắng nhưng vì thời gian và kiến thức còn hạn chế nên không tránh khỏi sai lầm, thiếu sót. Kính mong các thầy cô tạo điều kiện chỉ bảo giúp em để lần sau không còn gặp phải.

Em xin chân thành cảm ơn thầy giáo: Trần Văn Thịnh đã tận tình giúp em trong quá trình hoàn thành đồ án. Em cũng xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đối với thầy cô giáo trong bộ môn thiết bị Điện- Điện tử và các thầy cô giáo Trường ĐH Bách Khoa Hà Nội đã tận tình giảng dạy, giúp đỡ tạo điều kiện trong suốt quá trình học tập và rèn luyện của em để đến ngày hôm nay, em hoàn thành được nhiệm vụ học tập của mình.

Hà nội, ngày 31 tháng 5 năm 2004

Sinh Viên

Đặng Thanh Hoàng.

CHƯƠNG I: KHÁI QUÁT VỀ TỦ SẤY BẰNG ĐIỆN TRỞ.

Trong đời sống và sản xuất, yêu cầu về sử dụng nhiệt năng rất lớn. Trong các ngành công nghiệp khác nhau, nhiệt năng dùng để nung, sấy nhiệt luyện nấu chảy các chất,... là một yêu cầu không thể thiếu. Nguồn năng lượng nhiệt này được chuyển từ điện năng qua các lò điện là rất phổ biến thuận lợi.

Từ điện năng có thể thu được nhiệt năng bằng nhiều cách. Nhờ hiệu ứng Joule (lò điện trở), nhờ phóng điện (lò hồ quang), nhờ tác dụng nhiệt của dòng xoáy Foucault thông qua hiện tượng cảm ứng điện từ (lò cảm ứng),...

§1.1: KHÁI NIỆM CHUNG VÀ PHÂN LOẠI.

1. Khái niệm chung về lò điện trở:

Lò điện trở là thiết bị biến đổi điện năng thành nhiệt năng thông qua dây đốt (dây điện trở). Từ dây đốt qua bức xạ, đối lưu và truyền dẫn nhiệt, nhiệt năng được truyền tới vật cần gia nhiệt. Lò điện trở thường dùng để nung sấy, nhiệt luyện, nấu chảy kim loại màu và hợp kim màu...

2. Phân loại thiết bị sấy:

Thiết bị sấy là thiết bị nhằm thực hiện các quá trình làm khô các vật liệu, các chi tiết hay sản phẩm nhất định, làm cho chúng khô và đạt đến một độ ẩm nhất định theo yêu cầu. Trong các quá trình sấy, chất lỏng chứa trong vật liệu sấy thường là nước. Tuy vậy, trong kỹ thuật sấy cũng thường gặp trường hợp sấy các sản phẩm bị ẩm bởi các chất lỏng hữu cơ như sơn, các vật đánh xi...

Phương pháp sấy chia ra hai loại lớn là sấy tự nhiên và sấy bằng thiết bị. Sấy tự nhiên là quá trình phơi vật liệu ngoài trời. Phương pháp này sử dụng nguồn bức xạ của mặt trời và ẩm bay ra được không khí mang đi (nhiều khi được hỗ trợ bằng gió tự nhiên).

Phương pháp sấy tự nhiên có ưu điểm là đơn giản, đầu tư vốn ít, bề mặt trao đổi lớn, dòng nhiệt bức xạ từ mặt trời tới vật có mật độ lớn (tới 1000 w/m^2)

Tuy vậy sấy tự nhiên có các nhược điểm là: thực hiện cơ giới hoá khó, chi phí lao động nhiều, cường độ sấy không cao, chất lượng sản phẩm không cao, chiếm diện tích mặt bằng lớn...

Các phương pháp sấy nhân tạo được thực hiện trong thiết bị sấy. Có nhiều phương pháp sấy nhân tạo khác nhau. Căn cứ vào phương pháp cung cấp nhiệt có thể chia ra các loại sau:

- Phương pháp sấy đối lưu.
- Phương pháp sấy bức xạ.
- Phương pháp sấy tiếp xúc.
- Phương pháp sấy bằng điện trường dòng cao tần.
- Phương pháp sấy thăng hoa.

Trong các phương pháp kể trên phương pháp sấy đối lưu, bức xạ và tiếp xúc được dùng rộng rãi hơn cả, nhất là phương pháp sấy đối lưu.

Mỗi phương pháp sấy kể trên được thực hiện trong nhiều kiểu thiết bị khác nhau, ví dụ: sấy đối lưu được thực hiện trong nhiều thiết bị sấy như: thiết bị sấy buồng, sấy hầm, sấy bằng băng tải, thiết bị sấy kiểu tháp, thiết bị sấy thùng quay, thiết bị sấy tầng sôi, thiết bị sấy thổi kiểu khí động... Phương pháp sấy bức xạ có thể thực hiện trong thiết bị sấy bức xạ dùng nguyên liệu khí, dùng dây điện trở... Phương pháp sấy tiếp xúc có thể thực hiện trong các thiết bị như: thiết bị sấy tiếp xúc với bề mặt nóng, thiết bị sấy tiếp xúc kiểu tay quay, thiết bị sấy tiếp xúc chất lỏng...

Mỗi loại vật liệu sấy thích hợp với một số phương pháp sấy và một số kiểu thiết bị sấy nhất định. Vì vậy tùy theo vật liệu sấy mà ta chọn phương pháp sấy và thiết bị sấy cho phù hợp để đạt được hiệu quả và chất lượng sản phẩm cao.

§1.2: CÁC YÊU CẦU CHỦ YẾU ĐỐI VỚI VẬT LIỆU LÀM DÂY ĐÓT.

Trong lò sấy điện trở, dây đốt là phần tử chính biến đổi điện năng thành nhiệt năng thông qua hiệu ứng Joule. Dây đốt cần phải được làm từ các vật liệu thoả mãn các yêu cầu sau:

- Khả năng chịu nhiệt tốt: không bị ôxi hoá trong môi trường không khí ở nhiệt độ cao.

- Bền nhiệt cao, bền cơ học tốt, dây điện trở không được biến dạng, chúng có thể tự bền vững dưới tác dụng của bản thân dây điện trở.

- Điện trở suất lớn: tạo cho dây điện trở có cấu trúc nhẹ khi cùng đáp ứng một công suất theo yêu cầu, dễ dàng bố trí trong lò.

- Hệ số nhiệt điện trở nhỏ (α , β): nghĩa là nhiệt độ càng cao thì điện trở càng lớn.

- Kích thước hình học phải ổn định: ít thay đổi hình dáng ở nhiệt độ làm việc.

- Các tính chất điện phải cố định.

- Dễ gia công: kéo dây, dễ hàn, đối với vật liệu phi kim loại cần ép khuôn được.

§1.3: VẬT LIỆU LÀM DÂY ĐÓT.

Để thoả mãn được các yêu cầu trên, trong thực tế rất khó có vật liệu đáp ứng được. Nhưng người ta đã chọn một số vật liệu đáp ứng được tốt các yêu cầu chính để chế tạo dây điện trở. Các vật liệu đó là của hợp kim Niken và Crôm, thường gọi là “Micrôm”. Hợp kim của Crôm và nhôm cacbonrun [Sie]. Trong những lò nhiệt độ thấp, chế độ làm việc ngắn thì có thể dùng thép xây dựng làm điện trở.

I. VẬT LIỆU HỢP KIM.

1. Hợp kim micrôm:

Hợp kim micrôm có độ bền nhiệt tốt vì có lớp màng ôxit crôm (Cr_2O_3), bảo vệ rất chặt, chịu sự thay đổi nhiệt độ tốt nên có thể làm việc trong các lò có chế độ làm việc gián đoạn. Hợp kim micrôm có cơ tính tốt ở nhiệt độ thường cũng như nhiệt độ cao, dẻo, dễ gia công, dễ hàn, điện trở suất lớn, hệ số nhiệt điện trở nhỏ, không có hiện tượng già hoá.

Nicrôm là vật liệu đắt tiền, nên người ta có khuynh hướng tìm các vật liệu khác thay thế.

2. Hợp kim sắt- crôm- nhôm:

Hợp kim này chịu được nhiệt độ cao, thoả mãn yêu cầu các tính chất điện, nhưng có nhược điểm là giòn, khó gia công, kém bền cơ học ở nhiệt độ cao. Vì thế cần thiết chú ý tránh các tác động tải trọng của chính dây điện trở. Một nhược điểm nữa là hợp kim sắt- crôm- nhôm ở nhiệt độ cao dễ bị các ôxit sắt, ôxit SiO_2 tác động hoá học, phá hoại lớp màng bảo vệ của các ôxit Al_2O_3 và Cr_2O_3 . Vì vậy, tường lò, nơi tiếp xúc với hợp kim này phải là vật liệu chứa nhiều Alumin ($\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 70\%$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 1\%$).

Độ giãn dài tới 30÷40% đã gây ra khó khăn khi lắp đặt trong lò, cần tránh đoạn mạch khi dây giãn dài và bị cong.

Ở Liên Xô cũ, người ta chế tạo hai hợp kim ЭИ- 595 và И- 626. Nhiệt độ làm việc đạt 1300°C . Chúng là hợp kim crôm có hàm lượng lớn, được biến tính bằng một lượng nhỏ các kim loại kiềm thổ, nên tăng độ dẻo ở 1000°C chúng có độ bền cao.

Các dây điện trở được tiêu chuẩn hoá khi sản xuất. Dây điện trở bằng hợp kim: X13I04; OX23IOA; (ЭИ- 595); OX27105A (ЭИ- 626); X20H80, có đường kính dây:

2	2,2	2,5	2,8	3	3,5	4	4,5	
5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9 (mm)

Dây điện trở có tiết diện chữ nhật (a.b).

1.8	1.10	1,2.10	1,2.12	1,2.15
1,2.20	1,4.10	1,4.15	1,4.20	1,5.10
1,5.12	1,5.15	1,5.20	1,8.20	1,8.18
1,8.20	2.25	2.20	2.25	2,2.20
2,2.25	2,5.20	2,5.25	2,5.30	2,5.40
3.25	3.30	3.40 (mm)		

Những kích thước được dùng phổ biến nhất:

- Dây điện trở có dạng xoắn lò xo. Đường kính dây 5; 5,5; 6; 6,5; 7 (mm).
- Dây điện trở dạng lõi, cấu trúc kiểu dích dắc. Đường kính dây: 8; 8,5; 9 (mm).
- Dây có tiết diện chữ nhật, cấu trúc kiểu dích dắc: 2.20; 2,5.25; 3.30 (mm).
- Trong các lò đối lưu tuần hoàn hoặc trong các buồng nung không khí, người ta dùng các dây dẫn điện trở có đường kính: 3; 3,5; 4 và 4,5 (mm) hoặc dây băng có tiết diện: (1.10); (1,2.12); (1,5.15).

Bảng 1.1: Đặc tính vật liệu chế tạo dây điện trở.

Vật liệu làm dây điện trở	Trọng lượng riêng ở 20°C, g/cm ³	Điện trở suất ở 0°C, ρ_0 , $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	Hệ số nhiệt điện trở $\alpha \cdot 10^3$	Nhiệt độ chảy lỏng, °C	Nhiệt độ làm việc cực đại, °C	Nhiệt độ làm việc °C	
						Làm việc liên tục	Làm việc gián đoạn
- X20 H80	8,40	1,100	0,035	1400	1150	1050	1000
Nicrom - X20 H80T	8,20	1,270	0,022	1400	1200	1050	1000
- X15 H60	8,30	1,100	0,100	1400	1050	950	900
Thép - X25 H20	7,85	0,900	0,350	1400	1100	850	800
Hợp kim - X13 I04	7,20	1,260	0,150	1450	900	750	650
Hợp kim - OX25 I05	7,10	1,300	0,060	1450	1050		
Hợp kim - OX17 I05	7,00	1,400	0,050	1450	1200	1050	1000
- 595 (OX23I05A)	7,30	1,350	0,050	1525	1250	1150	1100
- 626 (OX27I05A)	7,20	1,420	0,022	1525	1300		
Volfram, W	19,34	0,050	4,300	3410	3000*		
Molipden, Mo	10,20	0,052	5,100	2625	2200*		
Platin, Pt	21,46	0,098	8,950	1755	1400		
Sắt, Fe	7,88	0,090	11,300	1535	400		
Niken, Ni	8,90	0,065	13,400	1452	1000		
* Những vl phi kim loại (**)							
Silics (Cacborun)	2,30	800 ÷ 1900	Thay đổi theo nhiệt độ (hệ số nhiệt	-	1500	1250	1200
Grafit	1,60	8 ÷ 3		-	2000 (2800)*		

Cacbon (than)	1,60	10 ÷ 60	điện trở âm	-	2000 (2500)*		
Cripton (hỗn hợp của grafit, cacbon và đất sét)	1,00 ÷ 1,25	600 ÷ 2000		-	1800		

Ghi chú: * Trong chân không hoặc trong môi trường khí bảo vệ.

** Trọng lượng riêng thay bằng trọng lượng đồng $\rho_1 = \rho_0 (1 + \alpha.t)$.

II. VẬT LIỆU PHI KIM LOẠI:

1. Vật liệu cacbonrun [SiC]:

Trong số các vật liệu phi kim loại được sử dụng làm dây đốt, là vật liệu cacbonrun. Các thanh cacbonrun chỉ khác nhau về cấu trúc cũng như phương pháp chế tạo. Cacbonrun chịu được nhiệt độ $1350 \div 1450^{\circ}\text{C}$ nên có thể đảm bảo lò đạt tới nhiệt độ $1350 \div 1400^{\circ}\text{C}$. Điện trở suất của cacbonrun lớn hơn nhiều so với kim loại, chúng đạt tới $800 \div 1900 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$. Vì vậy, các thanh cacbonrun thường có tiết diện lớn. Các thanh cacbonrun giòn, tăng nhiệt độ khi nung, nên phải sấy và nâng nhiệt độ từ từ. Điện trở của cacbonrun giảm khi nhiệt độ tăng. Khi làm việc, thanh nung cacbonrun bị già hoá (điện trở tăng lên khi tăng thời gian sử dụng). Sau $60 \div 80$ giờ làm việc đầu tiên, điện trở tăng 20%, sau đó tăng chậm hơn.

Vì điện trở tăng dần do bị già hoá, vậy muốn đảm bảo công suất cần phải tăng điện áp cấp vào lò ($P=U^2/R$). Lò làm việc với thanh nung cacbonrun thường có máy biến áp nhiều nấc để điều chỉnh điện áp thứ cấp.

Thời gian làm việc của thanh nung cacbonrun là $1000 \div 2000\text{h}$ khi nhiệt độ lò là 1400°C . Nếu nhiệt độ lò cao hơn 1400°C thì thời gian làm việc giảm xuống. Nếu nhiệt độ lò là $1200 \div 1300^{\circ}\text{C}$ thì thời gian làm việc tăng 2÷3 lần so với 1400°C . Do các thanh nung bị già hoá khác nhau, ta không nên đấu nối tiếp các thanh nung cacbonrun lại với nhau. Các thanh nung cacbonrun thường có dạng ống. Tiết diện hai đầu lớn hơn tiết diện thân 6÷8 lần để hạn chế sự toả nhiệt ở hai đầu.

2. Than và grafit.

Than và grafit được dùng để chế tạo dây đốt dưới dạng thanh, ống, tấm hoặc nôi. Ta trộn thêm một lượng nhỏ famôt vào grafit để tăng độ bền, nhưng lại giảm nhiệt độ làm việc, tăng điện trở suất. Khi nung than và grafit

đễ bị ôxi hoá trong không khí, nên thường được dùng trong các lò khí bảo vệ hoặc tính toán thời gian làm việc ngắn.

3. Cripton.

Cripton là hỗn hợp của grafit, cacbon và đất sét. Chúng được tạo hạt có đường kính $2\div 3$ (mm). ở dạng hạt, xuất hiện điện trở tiếp xúc giữa các hạt nên điện trở suất của cripton lớn hơn điện trở suất của than hoặc grafit. Điện trở suất của cripton phụ thuộc nhiều vào độ nén chặt. Trong các lò thí nghiệm, nhiệt độ lò đạt tới 1800°C , cripton bị cháy dần khi làm việc, nhưng rẻ tiền và cấu tạo của lò đơn giản.

§1.4. CẤU TẠO DÂY ĐÓT ĐIỆN TRỞ.

Với phương pháp nung nóng bằng điện trở, phân dây đốt làm hai loại là: dây đốt hở và dây đốt kín.

1. Dây đốt hở:

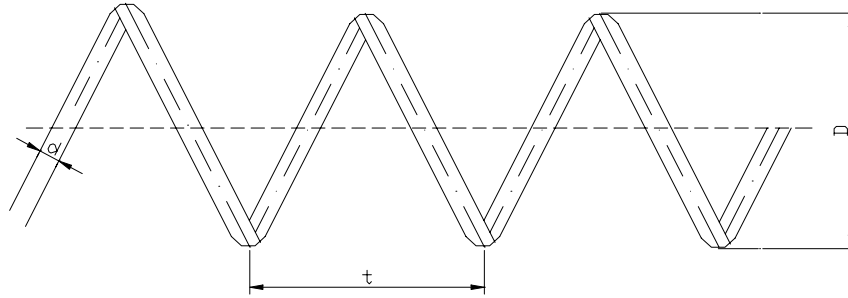
Đây là dây đốt không bọc bảo vệ.

a. Ưu điểm của loại này:

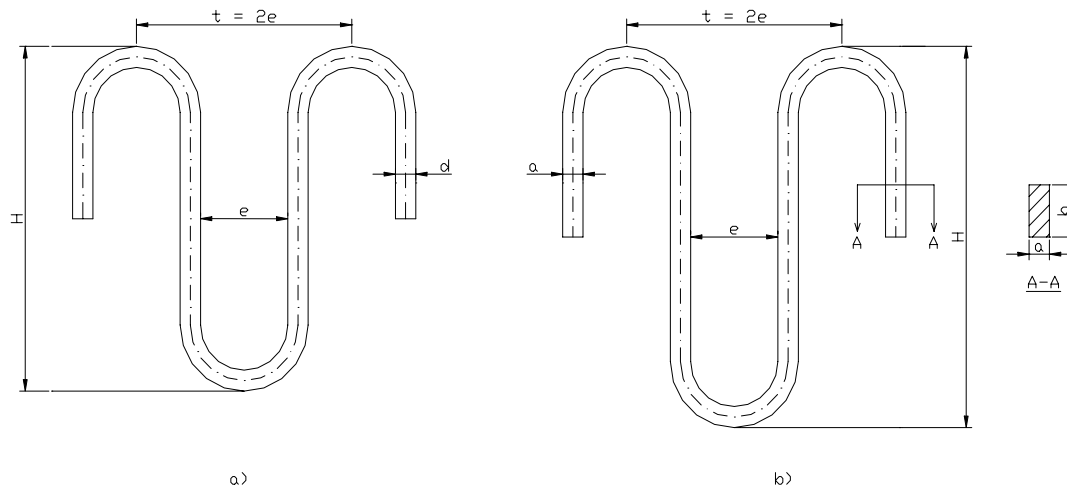
- Toả nhiệt dễ.
- Dễ bố trí.
- Giá thành rẻ.
- Dễ sửa chữa.

b. Nhược điểm:

- Chóng hỏng, bị ăn mòn.
- Tính an toàn kém.
- Trong một số trường hợp có ảnh hưởng tới chất lượng của sản phẩm. Dây đốt hở thường được quấn theo kiểu lò xo (hình 1.3) hoặc kiểu dích dắc (hình 1.4).



Hình 1.3: Dây tiết diện tròn quấn kiểu lò xo



Hình 1.4: Dây đốt bố trí kiểu dích dắc

- a. Dây điện trở tiết diện tròn quấn kiểu dích dắc.
- b. Dây điện trở tiết diện chữ nhật quấn kiểu dích dắc.

- Loại lò xo hay dùng cho dây đốt tròn, để tăng cường độ cứng, quấn dây đốt trên lõi, thanh bằng gốm chịu lửa.

- Loại dích dắc hay dùng cho dây đốt dẹt (dây đốt băng), đặc trưng bằng tỷ số: $m = a/b$

2. Dây đốt kín:

Có vỏ bọc bằng thép quanh phần tử nung nóng.

a. Ưu điểm:

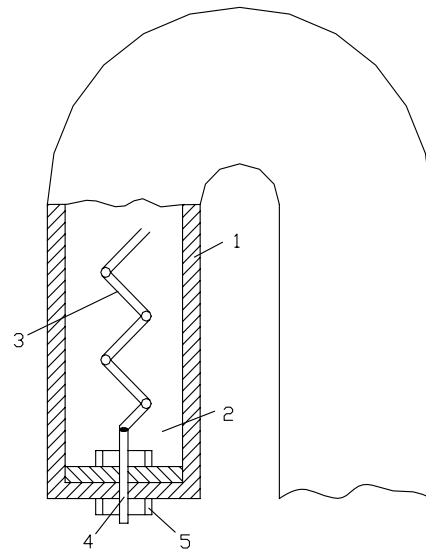
- Ít bị ôxi hoá, hư hỏng, thời gian sử dụng lâu
- Trong một số trường hợp làm tăng chất lượng sản phẩm
- Tăng hiệu suất

b. Nhược điểm:

- Truyền nhiệt kém hơn dây đốt hở
- Tạo nhiệt độ không cao
- Khi hư hỏng không sửa chữa được
- Bố trí khó
- Giá thành đắt

c. Cấu tạo: Xét loại dây đốt kín hình chữ U.

1. Kim loại
2. Lớp ngăn cách
3. Phần tử nung nóng
4. Đầu nối
5. Ecu



Hình 1.5: Cấu tạo của dây đốt kín hình chữ U.

- Vỏ kim loại làm bằng thép CT 5÷8 hoặc thép không rỉ. (1CR18 Mig).
- Lớp ngăn cách giữa phần tử nung nóng và vỏ, đảm bảo không dẫn điện, dẫn nhiệt, dùng bột thạch anh, bột MgO,...
- Phần tử nung nóng: Trong điều kiện toả nhiệt khó, khi hư hỏng khó sửa chữa nên phải được làm bằng vật liệu tốt, thường dùng Cr_2Ni_{80} . Người ta hàn đầu nối trong những thiết bị nung nóng với đầu ra để nối dây dẫn, để đưa điện vào sợi đốt.
- Loại này được dùng phổ biến trong những thiết bị nung nóng trực tiếp H_2O , dung dịch, dầu mỡ,..., thiết bị sấy.
- Trong sinh hoạt ta dùng để nung nóng H_2O , bếp điện, thùng ARISTON.

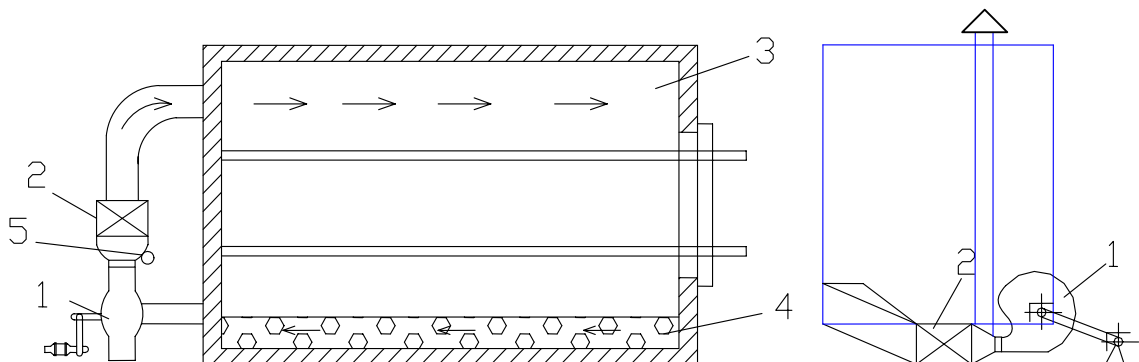
§1.5: MỘT SỐ LÒ SẤY ĐIỆN TRỞ GIÁN TIẾP THƯỜNG DÙNG.

1. Thiết bị sấy buồng:

Thiết bị sấy buồng dùng trong việc sấy những vật liệu dạng cục, hạt,... với một năng suất không lớn lắm và làm theo chu kỳ. Buồng sấy có thể được xây bằng thép tấm, ở giữa có cách nhiệt hoặc đơn giản xây bằng gạch đỏ có lớp cách nhiệt hoặc không có.

Tác nhân sấy trong thiết bị sấy thường là không khí nóng hoặc là khói lò. Không khí được đốt nóng nhờ calorife điện hoặc khí....khói. Calorife thường được đặt trên nóc hoặc hai bên sườn hoặc ở bên ngoài buồng sấy. Trong thiết bị sấy buồng gồm hai loại: tác nhân sấy lưu động tự nhiên và lưu động cưỡng bức. Vật liệu sấy được đặt trên xe goòng, để thuận tiện trong việc vận chuyển các xe goòng thì khoảng cách giữa xe goòng và tường buồng sấy cách nhau một khoảng $\delta=50\div 100$ (mm). Vật liệu sấy bố trí trên khay, có ý nghĩa quan trọng trong vấn đề chất lượng của sản phẩm. Nếu vật liệu sấy có mật độ quá lớn thì tác nhân sấy khó lưu chuyển dẫn đến thời gian sấy lớn và vật liệu khô không đều. Ngược lại nếu mật độ vật liệu sấy trên khay quá bé thì điều kiện truyền chất được tăng cường và thời gian sấy giảm, chất lượng sản phẩm cao nhưng năng suất không cao. Do vậy việc bố trí vật liệu sấy trên khay sấy cũng rất quan trọng đối với chất lượng sản phẩm sấy và năng suất sấy.

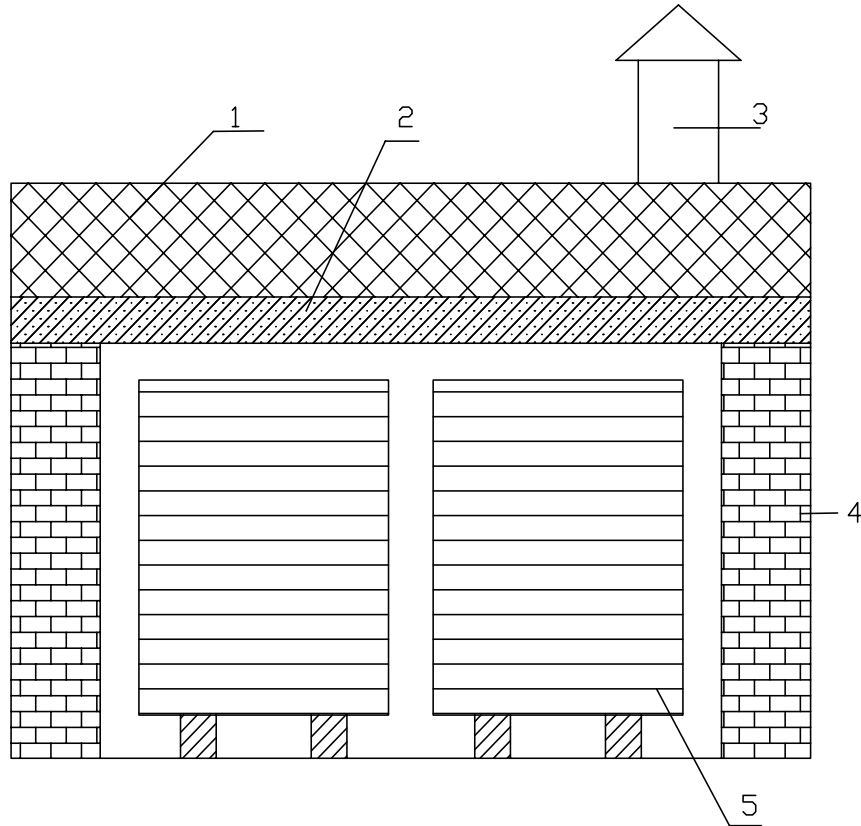
Thiết bị sấy buồng là một thiết bị được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay vì: có kết cấu đơn giản, dễ vận hành, vốn đầu tư ít, thích hợp với các xí nghiệp bé.



Hình 1.6: Thiết bị sấy buồng dùng quạt gió tập trung.

1: quạt gió; 2: calorife; 3,4: ống phân phối; 5: ống thoát khí.

*Kết cấu của buồng lò được trình bày trên hình 1.7

**Hình 1.7: Cấu tạo buồng sấy.**

- 1- Bê tông cốt sắt.
- 2- Bông thủy tinh.
- 3- Ống dẫn khí thải.
- 4- Gạch đỏ.
- 5- Xe goòng chứa vật liệu sấy.

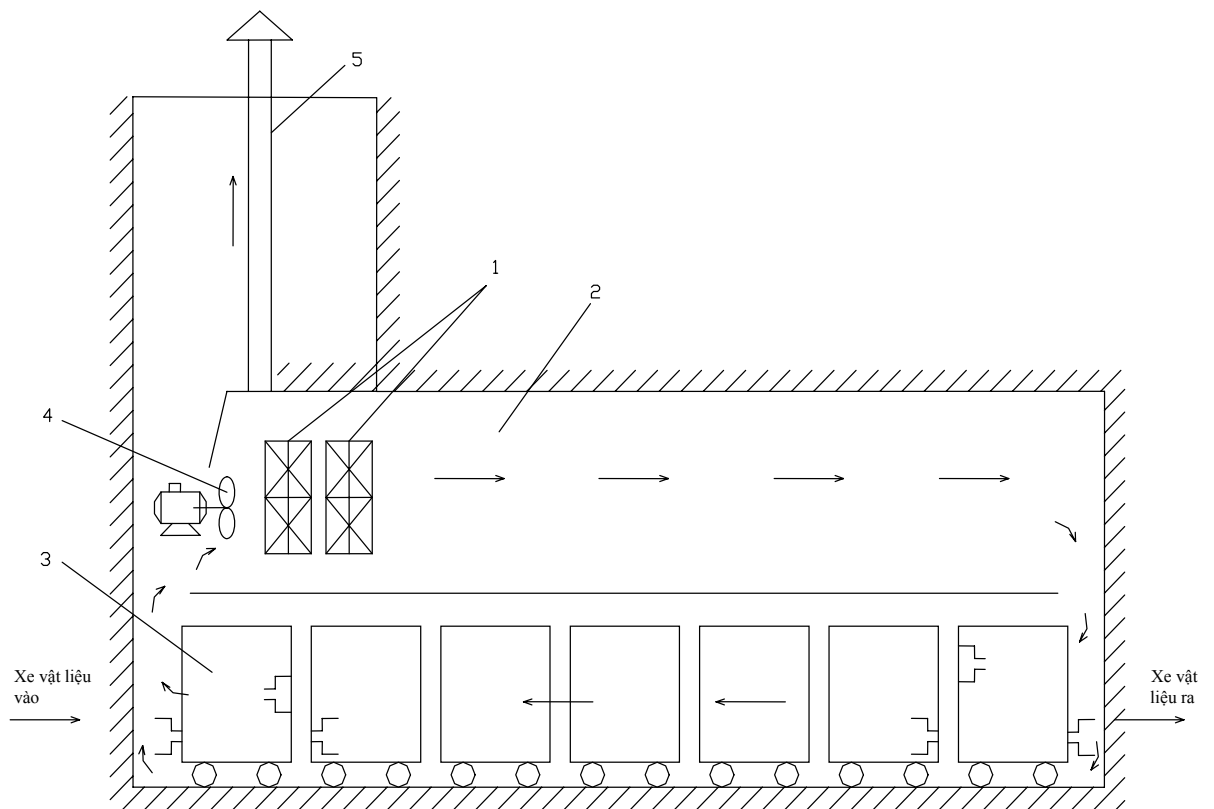
2. Thiết bị sấy kiểu hầm:

Thiết bị sấy kiểu hầm là một trong những thiết bị đối lưu dùng khá rộng rãi trong công nghiệp nó dùng để sấy các vật liệu dạng hạt, bột,... Với năng suất cao và có thể dễ dàng cơ giới hoá, khác với thiết bị sấy buồng từng mẻ, trong thiết bị sấy hầm vật liệu sấy gần như được đưa vào và lấy ra liên tục.

Hầm sấy thường dài 10÷15 m hoặc lớn hơn. Chiều cao và chiều ngang của hầm sấy phụ thuộc vào xe goòng và khay tải vật liệu sấy. Theo tiêu chuẩn Việt Nam chiều cao của hầm sấy từ 1200÷1400 (mm). Hầm sấy thường làm bằng gạch đỏ có cách nhiệt hoặc không có cách nhiệt.

Trần hầm sấy thường làm bằng bê tông cách nhiệt. Tổn thất qua nền khoảng $q_m = 10 \text{ (w/m}^2) \div 15 \text{ (w/m}^2)$. Thiết bị chuyển tải là xe goòng có kích thước cao từ 1000÷1500 mm, dài và rộng từ 500÷1000 mm. Trên khay bố trí từ 10÷15 khay tải vật liệu với diện tích mỗi khay trên dưới 1 m^2 , mật độ vật liệu trên khay bố trí khoảng $2 \div 5 \text{ kg/m}^2$. Để xe goòng dịch chuyển được dễ dàng thì khoảng giữa hai thành khay với hai tường bên khoảng 50÷100 mm.

Tác nhân sấy trong thiết bị sấy hầm thường là không khí nóng được gia nhiệt từ calorife khí, và calorife khí thường được bố trí trên nóc hầm sấy. Vấn đề thải ẩm trong thiết bị sấy nó được thực hiện nhờ một ống thoát ẩm từ trên nóc hầm sấy ở phần cuối dẫn ra nhờ quạt thải ẩm.



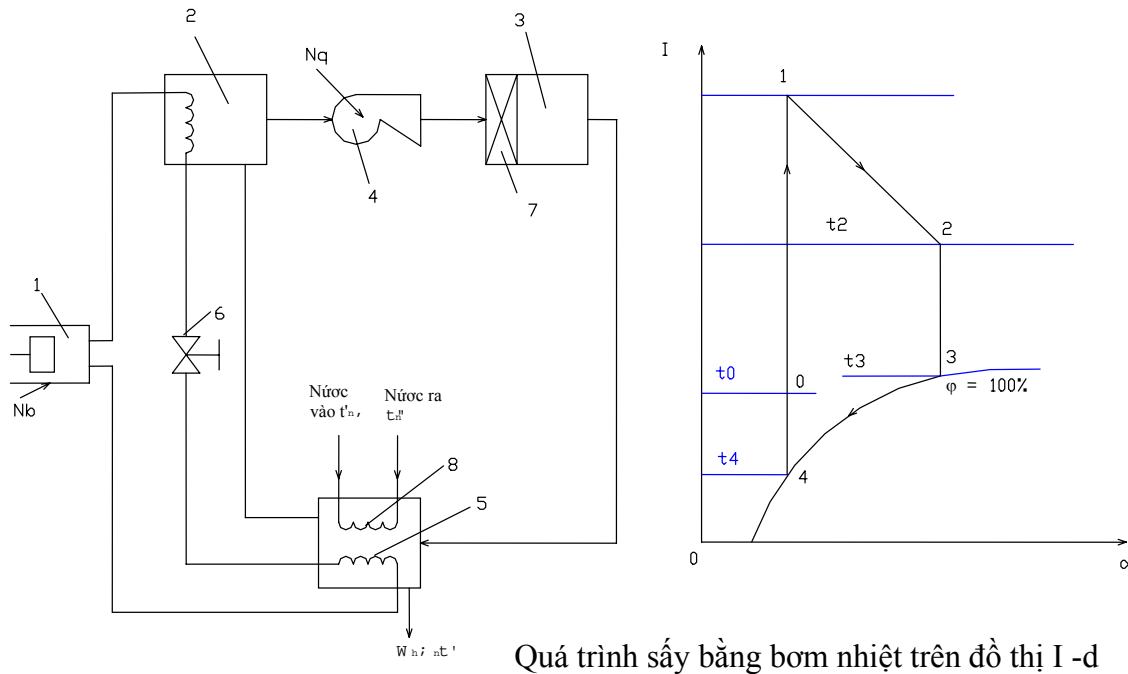
Hình 1.8: Hàm sấy kiểu Xnhimod- Ghiprorep- 56 (Liên Xô cũ).

- 1- Calorife.
- 2- Kênh dẫn khí nóng.
- 3- Xe chứa vật liệu sấy.
- 4- Quạt gió.
- 5- Ống thoát khí.

3. Thiết bị sấy dùng bơm nhiệt:

Sơ đồ nguyên lý TBS dùng bơm nhiệt được biểu diễn trên hình 1.9

Máy nén tiêu thụ năng lượng N_b đưa môi chất lạnh đến giàn nóng. Ở đây môi chất lạnh tỏa nhiệt Q_1 ra không khí làm cho nhiệt độ của nó tăng lên từ t_0, φ_0 đến t_1, φ_1 . Không khí nóng qua vật liệu sấy làm bay hơi ẩm W_h từ vật liệu. Không khí thoát ra khỏi buồng sấy có nhiệt độ t_2 độ ẩm tương đối φ_2 được quạt 4 thổi vào buồng lạnh môi chất lạnh được đưa từ giàn nóng qua van tiết lưu 6 vào giàn lạnh. Ở đây môi chất hoá hơi rồi được hút về máy nén.



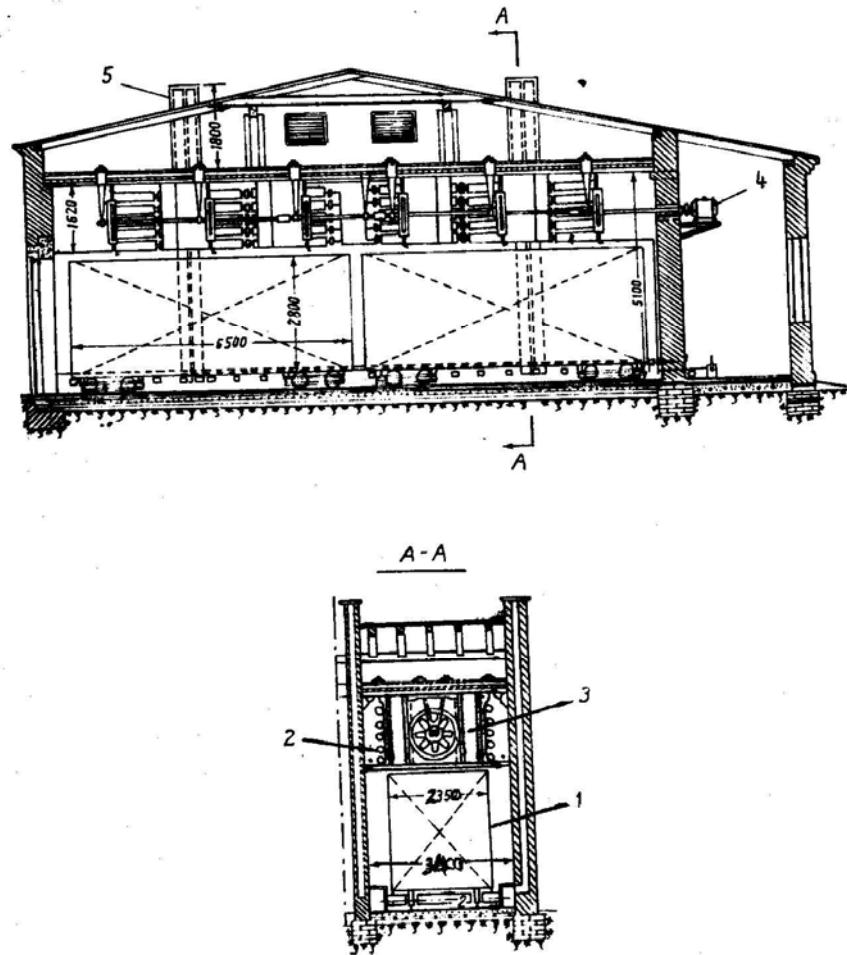
Hình 1.9: Sơ đồ nguyên lý thiết bị sấy dùng bơm nhiệt.

1-máy nén, 2-giàn nóng (calorife), 3-buồng sấy, 4-quạt gió, 5-giàn lạnh, 6-van tiết lưu, 7-gia nhiệt bằng điện, 8-làm mát bằng nước.

Không khí trong buồng lạnh nhà nhiệt Q_2 cho giàn lạnh làm cho nhiệt độ của nó giảm từ t_2 xuống t_3 và tiếp tục giảm đến t_4 . Quá trình làm lạnh không khí 2-3-4 làm cho không khí ẩm trở nên quá bão hoà, nước ngưng tụ sẽ được thoát ra ngoài (lưu lượng w_h nhiệt độ t_n). Vì năng suất lạnh của giàn lạnh không đủ để làm lạnh không khí từ trạng thái 2 đến trạng thái 4 nên người ta phải dùng nước bổ xung đưa vào làm mát không khí. Lưu lượng nước làm mát bổ xung là G_n nhiệt độ nước vào t' , nhiệt độ nước ra t'' . Quá trình sấy theo chu trình kín. Thiết bị làm việc theo chu kỳ. Đầu quá trình sấy năng lượng bay hơi ẩm từ vật liệu w_h (kg/h) rất lớn còn ở cuối quá trình sấy w_h giảm đáng kể (bằng 10÷20% năng suất bay hơi ẩm ở đầu quá trình sấy). Vì vậy cần phải điều chỉnh chế độ của bơm nhiệt phù hợp với quá trình sấy. Để giảm khoảng điều chỉnh công suất bơm người ta bố trí thêm bộ phận gia nhiệt bằng điện trở để gia nhiệt bổ xung ở đầu quá trình sấy mà bơm nhiệt không đáp ứng được. Ở nhiều thiết bị sấy dùng bơm nhiệt công suất của bộ gia nhiệt điện trở gần bằng công suất của bơm nhiệt.

4. Thiết bị sấy buồng dùng Êjector:

Thiết bị sấy buồng dùng êjector (hình 1-10) dùng trong trường hợp cần tạo nên áp lực đẩy đáng kể của khí. Năng lượng tiêu thụ của hệ thống gió bằng êjector xác định bởi tốc độ cần thiết cần tạo ra ở miệng vòi phun và trở lực cần khắc phục để tuần hoàn môi chất trong buồng sấy.



Hình 1.10: Thiết bị sấy buồng kiểu XNHIMOD

**1 - Xe goòng để vật liệu sấy; 2 - Calorife; 3- Quạt gió
4 - Động cơ điện; 5 - ống thoát khí;**

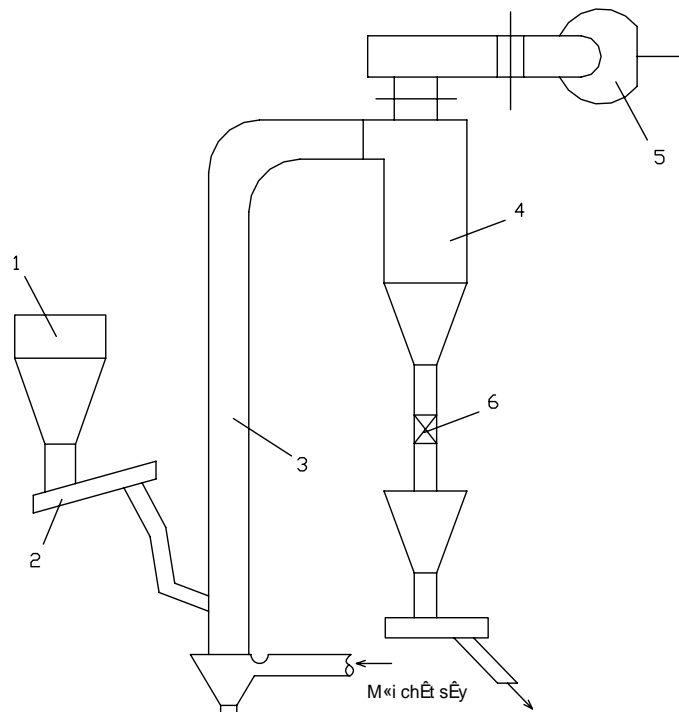
5. Thiết bị sấy khí động:

Sơ đồ nguyên lý của thiết bị sấy khí động được biểu diễn trên hình 1-11. Môi chất sấy là không khí nóng hoặc khói được thổi vào ống sấy hình trụ đặt thẳng đứng. Vật liệu từ phễu qua bộ phận cung cấp đưa vào ống sấy. Môi chất sấy thổi vào với tốc độ cao đẩy vật liệu đi lên hoà trộn vào môi chất. Môi chất nóng sẽ gia nhiệt và sấy vật liệu.

Yêu cầu vật liệu sấy có dạng hạt khối lượng riêng nhỏ để khí có thể thổi lên được. Những hạt nhỏ sẽ được sấy khô trước, những hạt to khô chậm hơn. Tất cả hỗn hợp vật liệu và khí được đưa vào xyclôn, ở đây thực hiện quá trình phân ly vật liệu khô ra khỏi khí thoát. Khí thoát được quạt hút, hút ra ngoài còn vật liệu khô rơi xuống phía dưới chứa và phễu sau đó được đưa ra ngoài vào nơi đóng gói bảo quản. Ta thấy sấy kiểu khí động có các đặc điểm sau:

- Tốc độ khí rất lớn tùy thuộc vào kích cỡ và khối lượng riêng của vật liệu. Thông thường tốc độ này từ 20÷40 (m/s).
- Vật liệu sấy thuộc loại hạt nhỏ, kích cỡ không quá 10mm..
- Môi chất sấy có thể là không khí nóng hay khói tùy thuộc vật liệu sấy.
- Thời gian sấy ngắn (hàng chục giây), vì vậy chỉ để sấy độ ẩm tự do.

Để mở rộng phạm vi sử dụng của kiểu sấy này người ta bố trí thêm phần trao đổi nhiệt- chất tiếp xúc. Do vậy có thể dùng để sấy các vật liệu khác và sấy được độ ẩm liên kết.



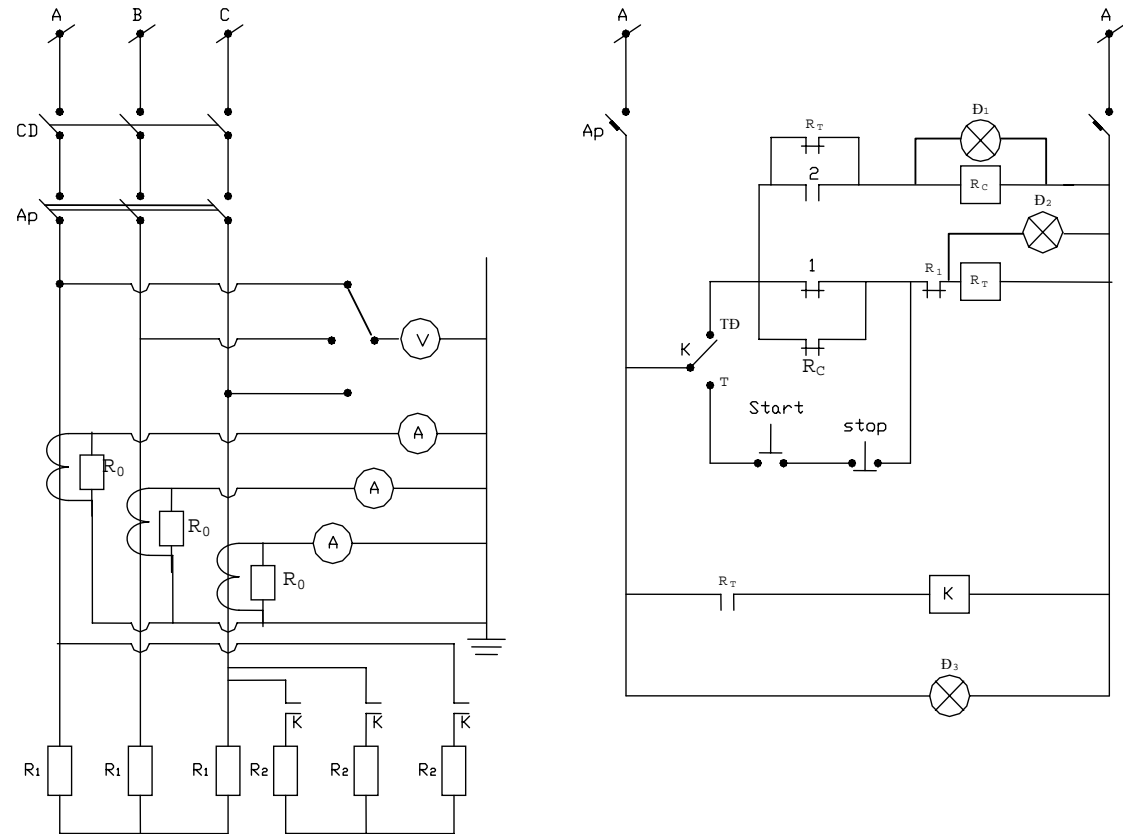
Hình 1-11: Sơ đồ nguyên lý thiết bị sấy khí động:

1-phễu chứa vật liệu, 2-bộ phận cấp liệu, 3-ống sấy, 4-xyclôn,
5-quạt gió, 6-khoá khí.

CHƯƠNG II: THIẾT KẾ MẠCH ĐỘNG LỰC.

§2.1: SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ BẰNG TIẾP ĐIỂM.

Sơ đồ khống chế nhiệt độ bằng tiếp điểm (hình 2.1). Mạch lực có điện áp cấp từ lưới 220/380 (v). Dòng điện cấp cho lò được đo bằng Ampeké thông qua biến dòng.



Hình 2.1: Sơ đồ khống chế nhiệt độ lò bằng tiếp điểm.

* Nguyên lý làm việc của sơ đồ:

Khoá K dùng để chuyển đổi chế độ điều khiển: vị trí tự động (TĐ) hoặc bằng tay (T). Ở chế độ khống chế nhiệt độ là tự động như sau: khi nhiệt độ thấp (lúc đầu cung cấp điện cho lò) thì tiếp điểm 1 đóng và được duy trì bởi

Rc, cuộn dây role R_T có điện, đèn Đ_2 sáng và tiếp điểm R_T đóng lại cung cấp điện cho cuộn dây công tắc tơ K, công tắc tơ K được cung cấp điện và các tiếp điểm K đóng lại cấp điện cho các dây điện trở R_2 . Khi nhiệt độ tăng đến nhiệt độ cao (T_{\max}) thì tiếp điểm 2 đóng lại cung cấp điện cho cuộn dây role Rc làm tiếp điểm R_C mở ra, R_T mất điện và tiếp điểm 2 được duy trì bởi điểm thường đóng R_T cuộn dây R_T mất điện làm cho K cũng mất điện làm cắt các dây điện trở R_2 ra khỏi lưới điện dẫn đến nhiệt độ lò giảm xuống dần khi đến nhiệt độ T_{\min} thì tiếp điểm 1 lại được đóng lại. Sơ đồ hoạt động trở lại như trước. Đèn Đ_3 dùng để báo hiệu Aptômat đã được đóng lại. Tiếp điểm role nhiệt R_1 dùng để bảo vệ khi tiếp điểm 1 (Rc) bị dính không ngắt được.

Ngoài sơ đồ điều khiển nhiệt độ bằng tiếp điểm trên còn có nhiều sơ đồ điều khiển bằng tiếp điểm khác.

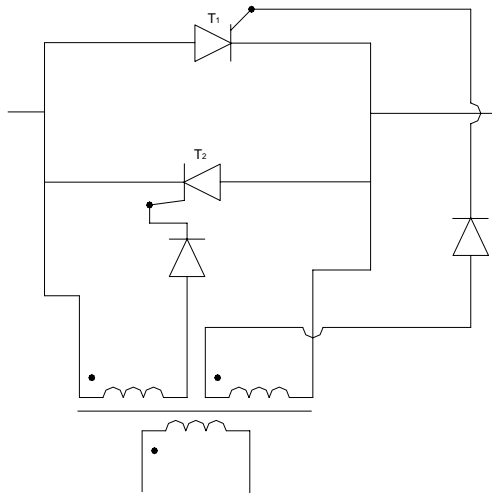
§2.2: GIỚI THIỆU MỘT VÀI SƠ ĐỒ ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU.

I. Sơ đồ điều chỉnh điện áp xoay chiều một pha:

Sơ đồ điều chỉnh điện áp xoay chiều một pha được trình bày trên hình 2.14.

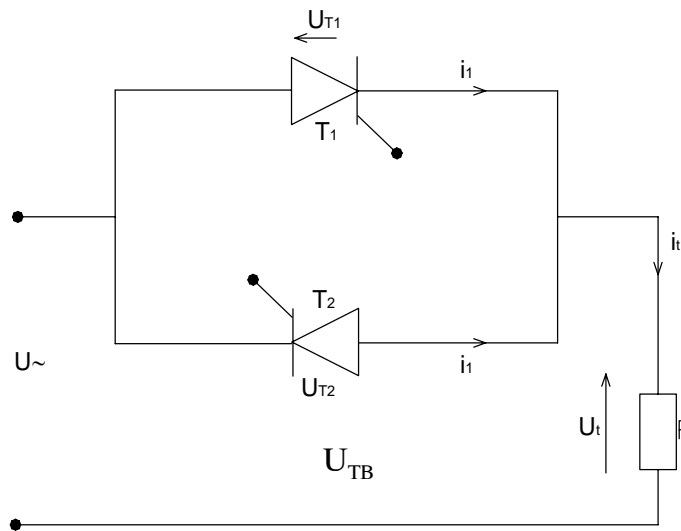
Hai tiristor đấu song song ngược cho phép điều chỉnh điện áp xoay chiều. Vì anốt T_1 nối với catốt T_2 và anốt T_2 nối với catốt T_1 nên trong mạch điều khiển nhất thiết phải dùng một biến áp xung có hai cuộn dây thứ cấp, cách ly với nhau. Các điốt được dùng để khoá chặn các xung âm.

Giả thiết điện áp nguồn là $U = \sqrt{2} \cdot U \cdot \sin \omega t$.



Hình 2.14: Sơ đồ điều chỉnh điện áp xoay chiều một pha

1. Trường hợp tải R, thuần trở là L=0.



Hình 2.1.5: Sơ đồ điều chỉnh điện áp xoay chiều 1 pha với tải thuần trở.

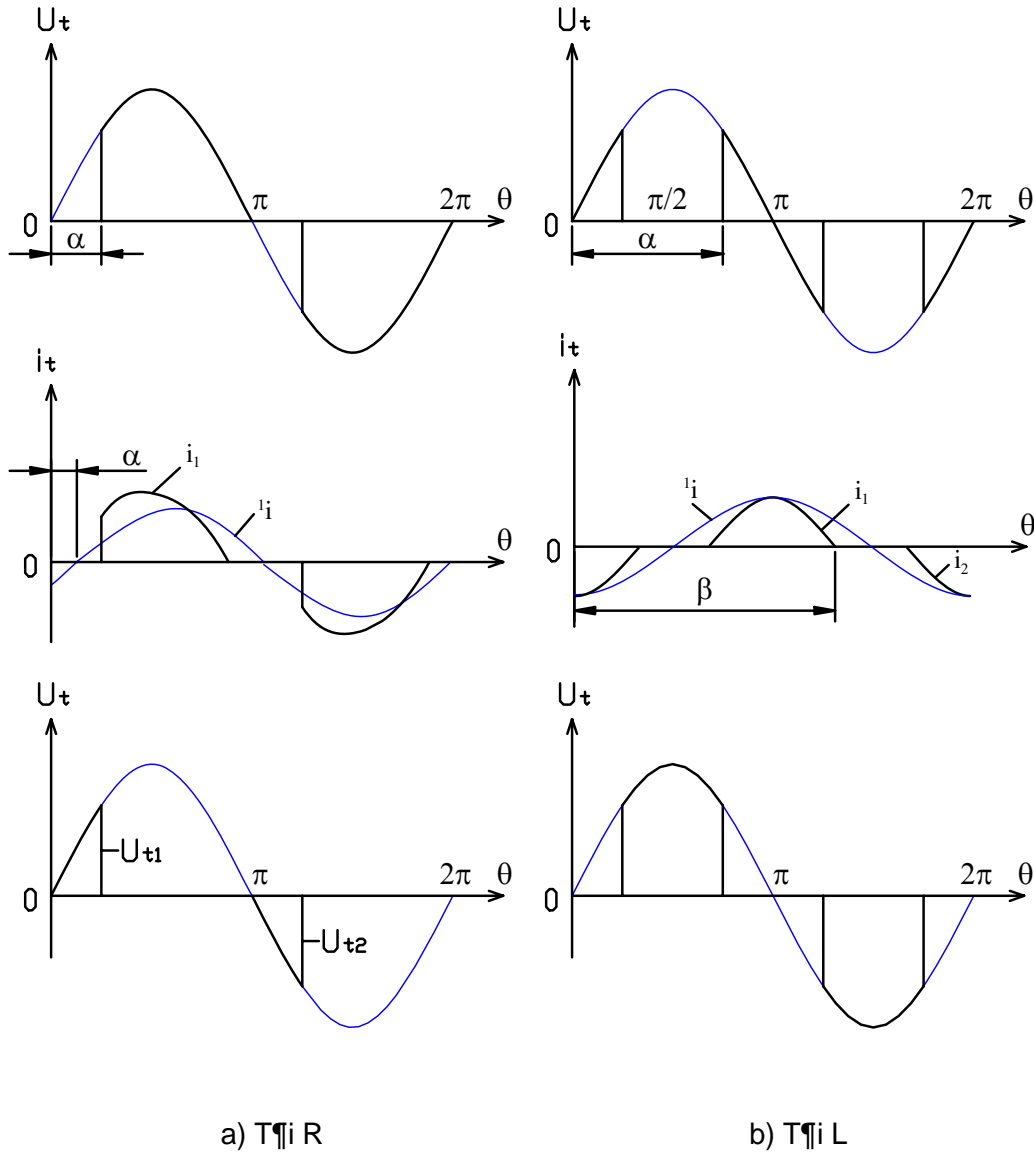
Khi T_1 mở thì một phần của nửa chu kỳ dương điện áp nguồn điện đặt lên mạch tải, còn khi T_2 mở thì một phần của nửa chu kỳ âm của U được đặt lên mạch tải.

Góc mở α được tính từ điểm đi qua trị zero của điện áp nguồn.

Dòng điện tải:
$$i_t = \frac{\sqrt{2} \cdot U}{R} \sin \theta \left| \begin{array}{l} \alpha \leq \theta \leq \pi \\ \pi + \alpha \leq \theta \leq 2\pi \end{array} \right.$$

Dòng điện tải không có dạng của một hình sin. Khai triển Fourier của nó gồm thành phần sóng cơ bản và sóng hai bậc cao.

Thành phần sóng cơ bản của dòng điện i_t lệch chậm sau điện áp nguồn U một góc φ (hình 2.1.6a).



Điều đó nói lên rằng, ngay cả trường hợp tải thuần trở, lưới điện xoay chiều vẫn phải cung cấp một lượng công suất phản kháng.

Trị hiệu dụng của điện áp trên tải:

$$U_t = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} (\sqrt{2} U \sin \theta)^2 \cdot d\theta} = U \cdot \sqrt{\frac{2\pi - 2\alpha + \sin 2\alpha}{2\pi}}$$

$$\text{Trị hiệu dụng của dòng tải: } I_t = \frac{U}{R} \sqrt{\frac{2\pi - 2\alpha + \sin 2\alpha}{2\pi}}$$

Công suất tác dụng cung cấp cho mạch tải:

$$P_t = U_t \cdot I_t = \frac{U^2}{R} \left(\frac{2\pi - 2\alpha + \sin \alpha}{2\pi} \right)$$

Như vậy bằng cách làm biến đổi góc α từ 0 đến π , người ta có thể điều chỉnh được công suất tác dụng từ trị cực đại $P = \frac{U^2}{R}$ đến zero.

2. Trường hợp tải R + L.

Khi $\theta = \alpha$, Tiristor bắt đầu dẫn dòng, ta có phương trình.

$$L \cdot \frac{di_t}{dt} + R \cdot i_t = \sqrt{2} \cdot U \cdot \sin(\theta + \alpha)$$

Nghiệm của phương trình này là:

$$i_t = \frac{\sqrt{2}U}{Z} \cdot \left[\sin(\theta + \alpha - \varphi) - \sin(\alpha - \varphi) e^{-\frac{\theta}{\text{tg}\varphi}} \right]$$

Trong đó:

$$Z = \sqrt{R^2 + (WL)^2}; \text{tg}\varphi = \frac{WL}{R}$$

Có thể coi i_t là kết quả xếp chồng của hai dòng điện.

$$i_t = i_{x_1} + i_{qd}$$

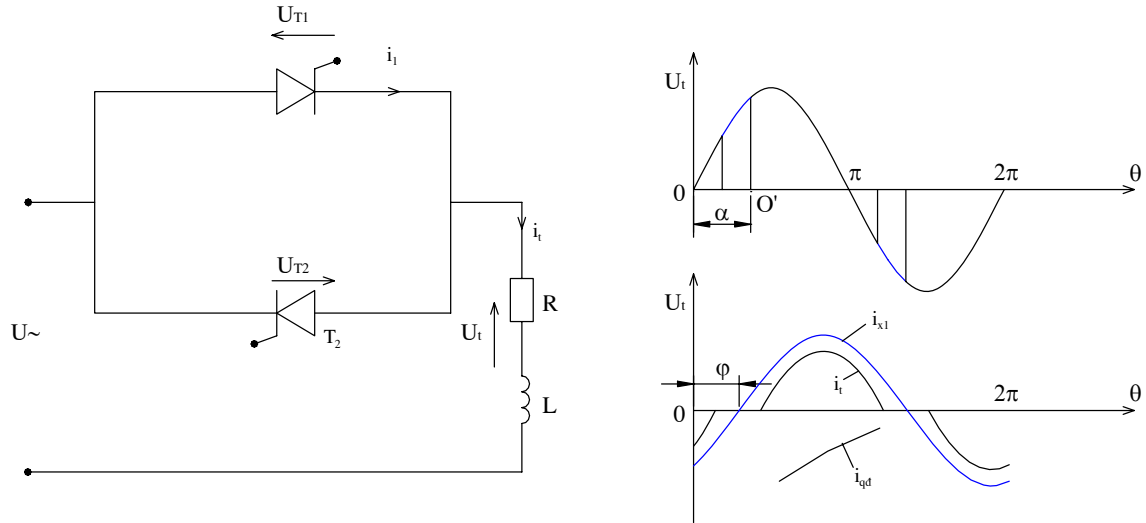
$$i_{x_1} = \frac{\sqrt{2}U}{Z} \cdot \sin(\theta + \alpha - \varphi): \text{ Là dòng điện xác lập}$$

$$i_{qd} = -\frac{\sqrt{2}U}{Z} \cdot \sin(\alpha - \varphi) \cdot e^{-\frac{\theta}{\text{tg}\varphi}}: \text{ là dòng điện quá độ, suy giảm theo hàm}$$

mũ. Nếu $\alpha = \varphi$ thì $i_{qd} = 0$.

Người ta có thể biểu diễn tách biệt hai dòng điện trên, rồi suy ra dòng điện tải i_t , hình 2.17b.

Trong các biểu thức trên, $\theta = 0$ tại gốc tọa độ O' cách gốc O một góc bằng α . Tiristor T_1 phải được khoá lại trước khi cấp xung mở T_2 , nếu không, thì không thể mở được T_2 , cụ thể là $\alpha \geq \varphi$.



Hình 2.17: Sơ đồ tải $R + L$

II. Sơ đồ điều chỉnh điện áp xoay chiều ba pha:

Sơ đồ gồm 3 cặp Tiristor ghép song song ngược. Mỗi cặp nối tiếp với một pha tải. Mạch tải có thể đấu kiểu "Y" hoặc Δ ".

1. Trường hợp tải thuần trở đấu Y (hình 2.18).

Giả thiết điện áp nguồn là đối xứng.

$$U_a = \sqrt{2}U \cdot \sin \theta$$

$$U_b = \sqrt{2}U \cdot \sin \left(\theta - \frac{2\pi}{3} \right)$$

$$U_c = \sqrt{2}U \cdot \sin \left(\theta - \frac{4\pi}{3} \right)$$

Công suất tác dụng cung cấp cho mạch tải:

$$P_t = U_t \cdot I_t = \frac{U^2}{R} \left(\frac{2\pi - 2\alpha + \sin \alpha}{2\pi} \right)$$

Như vậy bằng cách làm biến đổi góc α từ 0 đến π , người ta có thể điều chỉnh được công suất tác dụng từ trị cực đại $P = \frac{U^2}{R}$ đến zero.

Nguyên tắc sau đây giúp ta vẽ dạng điện áp trên các pha tải. Khi chỉ có hai Tiristor ở hai pha mở co dòng chạy qua thì điện áp trên pha tải liên quan bằng một nửa điện áp dây giữa hai pha đang xét

Khi ba Tiristor ở ba pha cùng mở cho dòng chảy thì điện áp trên các pha tải bằng điện áp pha tương ứng của nguồn.

Trên hình chỉ trình bày điện áp tải pha A, ký hiệu U_a (đối với góc đo là điểm trung tính của tải).

Nếu $0 \leq \alpha \leq 60^\circ$: Tiristor T_5 dẫn dòng từ khi nhận được xung điều khiển mở cho đến khi $\theta = 60^\circ$, tức là chừng nào $U_c - \left(\frac{U_a + U_b}{2}\right)$ còn > 0 .

Nếu $60^\circ \leq \alpha < 90^\circ$: Tiristor T_5 dẫn dòng từ khi nhận được xung điều khiển mở cho đến khi T_1 bắt đầu dẫn dòng.

Nếu $90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$: Tiristor T_5 chỉ dẫn dòng từ khi nhận được xung điều khiển mở cho đến $\theta = 90^\circ$.

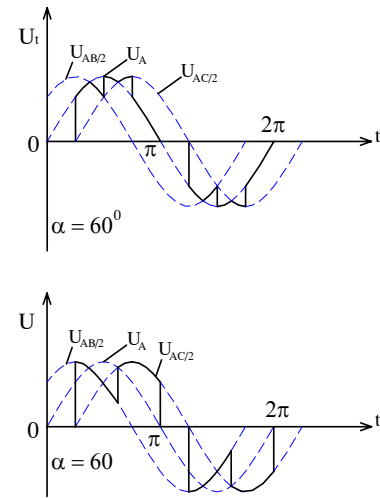
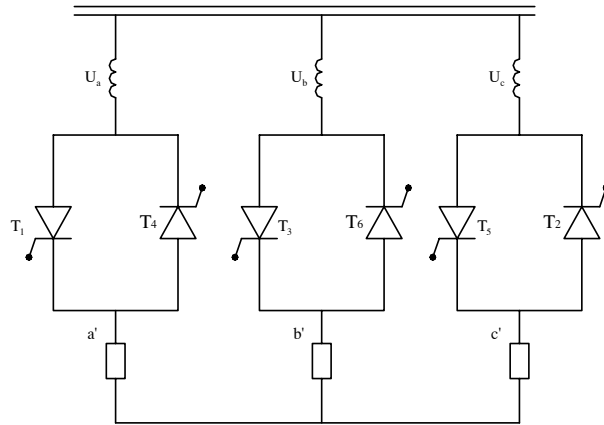
Trên hình 2.18b trình bày dạng điện áp tải pha A, ở góc mở $\alpha = 30^\circ$. Trị hiệu dụng của điện áp tải pha A.

Khi $0 < \alpha < \frac{\pi}{3}$

$$U_{a'}^2 = \frac{1}{\pi} \left\{ \int_{\alpha}^{\frac{\pi}{3}} (\sqrt{2} U \sin \theta)^2 d\theta + \int_{\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{3} + \alpha} \left[\frac{\sqrt{3}\sqrt{2}}{2} U \sin \left(\theta + \frac{\pi}{6} \right) \right]^2 d\theta + \int_{\frac{\pi}{3} + \alpha}^{\frac{2\pi}{3}} (\sqrt{2} U \sin \theta)^2 d\theta \right. \\ \left. + \int_{\frac{2\pi}{3}}^{\frac{2\pi}{3} + \alpha} \left[\frac{\sqrt{3}\sqrt{2}}{2} U \sin \left(\theta - \frac{\pi}{6} \right) \right]^2 d\theta + \int_{\frac{2\pi}{3} + \alpha}^{\pi} (\sqrt{2} U \sin \theta)^2 d\theta \right\}$$

$$U_{a'}^2 = \frac{2U^2}{\pi} \left[\int_{\alpha}^{\frac{\pi}{3}} \sin^2 \theta \cdot d\theta + \frac{3}{4} \int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}+\alpha} \sin^2 \Omega d\Omega + \int_{\frac{\pi}{3}}^{\frac{2\pi}{3}} \sin^2 \theta \cdot d\theta + \frac{3}{4} \int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}+\alpha} \sin^2 \Omega d\Omega + \int_{\frac{2\pi}{3}+\alpha}^{\pi} \sin^2 \theta \cdot d\theta \right]$$

$$U_{a'} = U \cdot \sqrt{1 - \frac{3\alpha}{2\pi} + \frac{3}{4\pi} \cdot \sin 2\alpha}$$

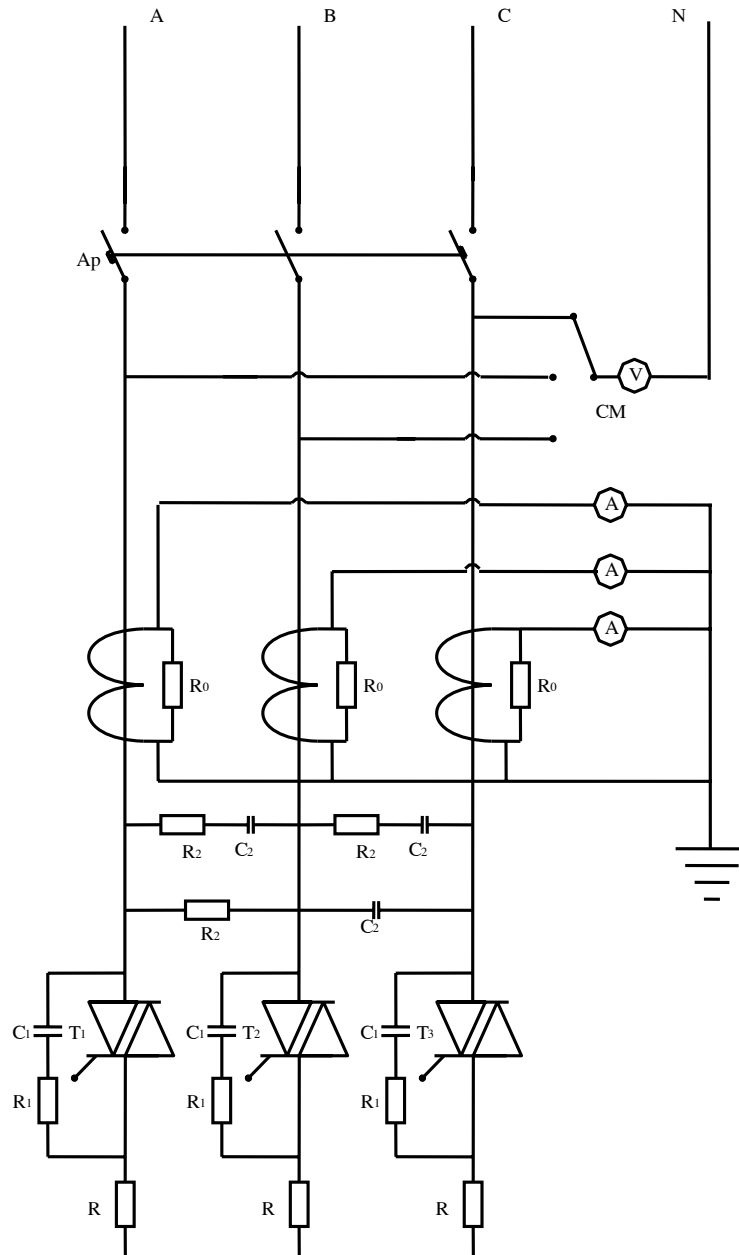


Hình 2.18: Sơ đồ tải thuần trở đầu Y

§2.3. THIẾT KẾ MẠCH ĐỘNG LỰC VỚI ĐIỆN ÁP 220/380 (V) XOAY CHIỀU.

Sau khi phân tích, đánh giá các sơ đồ điều khiển điện áp xoay chiều, với tải là dây đốt thuần trở, có công suất vừa phải nên ta chọn sơ đồ điều chỉnh điện áp xoay chiều ba pha dùng triac, tải đấu “Y” là hợp lý nhất.

1. Sơ đồ động lực: vì dòng điện của tải nhỏ nên ta dùng van động lực là triac. Với tải đấu Y.



Hình 2.21: Sơ đồ mạch lực

2. Tính chọn Triac.

Theo đầu bài ta có: $P = 60 \text{ (KW)} = 60.000 \text{ (W)}$

$$P = \sqrt{3}U_d I_d \cos \varphi$$

Vì tải là dây đốt điện trở nên $\cos \varphi \approx 1$.

$$P = \sqrt{3}U_d I_d \cos \varphi = 60.000 \text{ (W)}$$

$$\Rightarrow I_d = \frac{60000}{\sqrt{3}.380} = 91,16 \text{ (A)}$$

- Điện áp qua triac là:

$$U_T = \sqrt{2}U_d = \sqrt{2}.380 = 537,4 \text{ (V)}$$

- Dòng điện qua triac là:

$$I_{van} = I_{dm} = 91,16 \text{ (A)}$$

- Chọn điều kiện làm mát cho triac bằng quạt gió đối lưu không khí nên dòng điện làm việc (I_{vl}) của triac có thể được chọn đến 40% của dòng điện định mức (I_{dm}) của van ($I_{lv} \leq 40\%I_{dm}$). Vì vậy ta có:

$$I_{van \text{ chọn}} = 1,6.91,16 = 145,856 \text{ (A)}$$

$$U_{van \text{ chọn}} = 1,6.537,4 = 860 \text{ (V)}$$

Ta chọn van triac loại SSG300C100 có các thông số sau:

$U_{dmmax} = 1000 \text{ (V)}$: điện áp định mức (điện áp đánh thủng)

$I_{dmmax} = 300 \text{ (A)}$: Dòng điện định mức

$I_{gmax} = 400 \text{ (mA)}$: Dòng điện điều khiển max

$U_{gmax} = 3,0 \text{ (V)}$: Điện áp điều khiển max

$\Delta U_{max} = 1,5 \text{ (V)}$: Sụt áp trên van khi mở

$\frac{dU}{dt} = 100 \text{ (V/s)}$: tốc độ tăng điện áp

$T_{cpmax} = 125^{\circ}\text{C}$: Nhiệt độ làm việc cho phép max

$I_{pikmax} = 3300 \text{ (A)}$: Đỉnh xung dòng điện

$I_{rmax} = 25$ (mA): Dòng điện rò max

$I_{hmax} = 150$ (mA): Dòng điện tự giữ

$t_{max} = 10$ (μ s): Thời gian giữ xung điều khiển max.

3. Tính chọn các thiết bị bảo vệ van:

a. Bảo vệ quá nhiệt độ cho van:

Khi làm việc với dòng điện chạy qua van có sụt áp, do đó có tổn hao công suất ΔP , tổn hao này sinh ra nhiệt đốt nóng van bán dẫn. Mặt khác van bán dẫn chỉ được phép làm việc dưới nhiệt độ cho phép T_{cp}^0 nào đó, nếu quá nhiệt độ cho phép thì các van bán dẫn sẽ bị phá hỏng. Để van bán dẫn làm việc an toàn, không được chọc thủng về nhiệt, ta phải chọn và thiết kế hệ thống toả nhiệt hợp lý.

- Tính toán cánh toả nhiệt

- Tổn thất công suất trên 1 triac:

$$\Delta P = \Delta U \cdot I_{IV} = 1,5 \cdot 91,16 = 136,74 \text{ (W)}$$

- Diện tích bề mặt toả nhiệt

$$S_M = \frac{\Delta P}{K_M \tau}$$

Trong đó ΔP : Tổn hao công suất

τ : Độ chênh lệch nhiệt so với môi trường.

Chọn nhiệt độ môi trường $T_{mt} = 40^0\text{C}$. nhiệt độ làm việc cho phép của triac $T_{cp}^0 = 125^0\text{C}$. Chọn nhiệt độ trên cánh toả nhiệt $T_{IV} = 80^0\text{C}$.

$$\tau = T_{IV} - T_{mt} = 80 - 40 = 40^0\text{C}.$$

K_M : H số toả nhiệt đối lưu và bức xạ chọn $K_M = 8$ [$\text{W}/\text{m}^2\text{C}$]

$$\text{Vậy } S_M = \frac{\Delta P}{K_M \cdot \tau} = \frac{136,74}{8 \cdot 40} = 0,43 \text{ (m}^2\text{)}$$

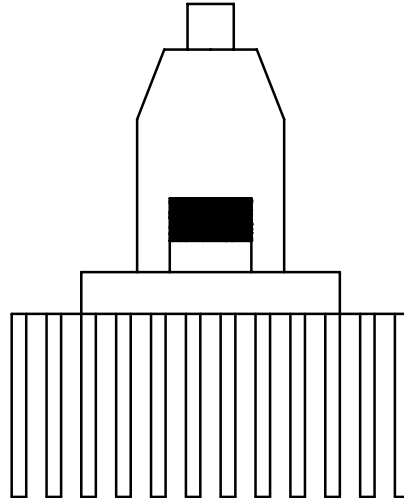
Chọn loại cánh toả nhiệt có 20 cánh, kích thước mỗi cánh là:

$$a \times b = 11 \times 11 = 121 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Tổng diện tích toả nhiệt của cánh là:

$$S = 20 \cdot 2 \cdot 11 \cdot 11 = 4840 \text{ (cm}^2\text{)} = 0,484 \text{ (m}^2\text{)}$$

Chọn $R_0 = 1 \text{ (}\Omega\text{)}$

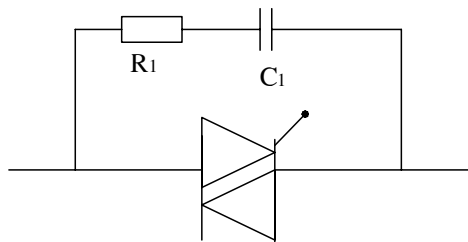


Hình 2.22. Cánh tản nhiệt của triac.

b. Bảo vệ quá điện áp cho van

Điện áp trên van quá lớn so với điện áp định mức của van ta gọi là quá điện áp van.

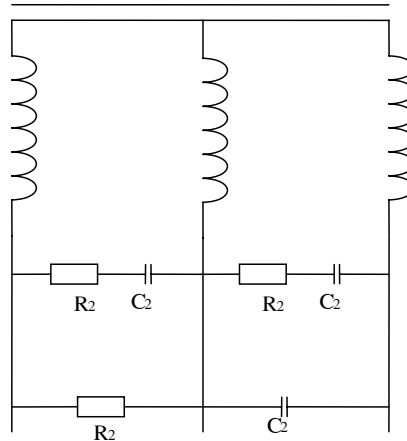
Để bảo vệ quá điện áp do quá trình đóng, cắt các triac được thực hiện bằng cách mắc R - C song song với triac. Khi có sự chuyển mạch, các điện tích tích tụ trong các lớp bán dẫn phóng ra ngoài tạo ra dòng điện ngược gây ra sức điện động cảm ứng rất lớn trong các điện cảm làm cho quá điện áp giữa hai đầu nối của triac B_1 và B_2 . Khi có mạch R - C mắc song song với triac tạo ra mạch vòng phóng điện tích trong quá trình chuyển mạch nên triac không bị quá điện áp.



Hình 2.23. Mạch R - C bảo vệ quá điện áp do chuyển mạch.

Theo tài liệu chọn: $R_1 = 5,1 (\Omega)$, $C_1 = 0,25 \mu\text{F}$

- Bảo vệ xung điện áp từ lưới điện, mắc mạch R-C như hình 2.24, nhờ có mạch lọc này mà đỉnh xung gần như nằm lại hoàn toàn trên điện trở đường dây.

**Hình 2.24. Mạch RC bảo vệ quá điện áp từ lưới**

Trị số R, C được chọn theo tài liệu: $R_2 = 12,5(\Omega)$, $C_2 = 4 \mu\text{F}$ (tài liệu thiết kế điện tử công suất).

c. Bảo vệ quá dòng điện cho van.

- aptomat dùng để đóng, cắt mạch động lực, tự động bảo vệ khi quá tải và ngắn mạch triac, ngắn mạch đầu ra biến đổi, ngắn mạch tải.

+ Chọn 1 aptomat có:

$$I_{dm} = 1,1I = 1,1 \cdot 91,16 = 100,276 \text{ (A)} = 100 \text{ (A)}$$

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

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

+ Chọn cầu dao có dòng định mức là:

$$I_{dmcd} = 1,1 \cdot I = 1,1 \cdot 91,16 = 100 \text{ (A)}$$

4. Tính chọn dây dẫn.

Dây dẫn được chọn theo điều kiện phát nóng như sau:

$$K_1 \cdot K_2 \cdot I_{cp} \geq I_{tt}$$

Trong đó:

K_1 : Hệ số kể đến môi trường đặt cáp

K_2 : Hệ số hiệu chỉnh theo số lượng cáp đặt trong rãnh

I_{cp} : Dòng điện cho phép của dây dẫn được chọn

I_{tt} : Dòng điện tính toán

$$I_{tt} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{60000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 91,16 \text{ (A)}$$

- Tra PL4.28 chọn 4 dây dẫn đồng 1 lõi có tiết diện $F = 1 \times 25 \text{ mm}^2$.

Có $I_{cp} = 144 \text{ (A)}$, cách điện PVC do hãng Lens chế tạo.

$$\text{PL4.7 có } r_0 = 0,57, x_0 = 0,062 \text{ (}\Omega/\text{km)}$$

- Kiểm tra điều kiện phát nóng: $K_1 \cdot K_2 \cdot I_{cp} \geq I_{tt}$

$$K_1 = 0,85$$

$$K_2 = 0,95: \text{Đặt 3 sợi cáp cùng rãnh cáp}$$

$$0,85 \cdot 0,95 \cdot 144 \geq \frac{1,2 \cdot 91,16}{1,5} \text{ (Bảo vệ bằng aptômát nhiệt)}$$

$116,3 > 72,93 \text{ (A)}$. Vậy dây dẫn đã chọn thoả mãn điều kiện phát nóng.

CHƯƠNG III: THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN NHIỆT

Điều khiển nhiệt độ của lò nhằm mục đích tạo ra một nhiệt độ thích hợp với điều kiện sử dụng lò. Việc điều khiển nhiệt độ bằng cách điều chỉnh điện áp và dòng điện cấp cho sợi đốt, mà việc điều chỉnh dòng điện và điện áp là điều chỉnh góc mở của triac. Việc điều chỉnh góc mở α của triac được thực hiện như sau:

§3.1. NGUYÊN LÝ ĐIỀU KHIỂN TRIAC (TIRISTOR)

Trong thực tế người ta thường dùng hai nguyên tắc điều khiển: thẳng đứng tuyến tính và thẳng đứng “arcos” để thực hiện điều chỉnh vị trí xung trong nửa chu kỳ dương của điện áp đặt trên Tiristor cũng như triac.

1. Nguyên tắc điều khiển thẳng đứng tuyến tính

Theo nguyên tắc này người ta dùng hai điện áp.

- Điện áp đồng bộ, ký hiệu U_s , đồng bộ với điện áp đặt trên hai đầu cực của Tiristor, triac thường đặt vào đầu đảo của khâu so sánh.

- Điện áp điều khiển, ký hiệu U_{cm} (điện áp 1 chiều có thể điều chỉnh được biên độ) thường đặt vào đầu không đảo của khâu so sánh.

Hiệu điện thế đầu vào của khâu so sánh là:

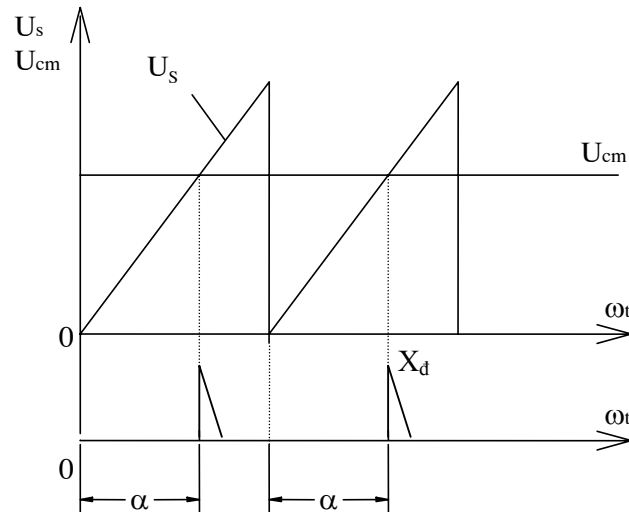
$$U_d = U_{cm} - U_s.$$

Mỗi khi $U_s = U_{cm}$ thì khâu so sánh lật trạng thái, ta nhận được “sườn xuống” của điện áp đầu ra của khâu so sánh, sườn xuống này thông qua đa hài một trạng thái ổn định, tạo ra 1 xung điều khiển.

Như vậy, bằng cách làm biến đổi U_{cm} , người ta có thể điều chỉnh được thời điểm xuất hiện xung ra, tức là điều chỉnh được góc α .

Giữa α và U_{cm} có quan hệ như sau:

$$\alpha = \pi \frac{U_{cm}}{U_{sm}} \text{ người ta lấy } U_{cmmax} = U_{sm}.$$



Hình 3.1. Nguyên tắc điều khiển thẳng đứng tuyến tính

2. Nguyên tắc điều khiển thẳng đứng “arccos”

Theo nguyên tắc này người ta dùng hai điện áp.

- Điện áp đồng bộ U_s , vượt trước $U_{AK} = U_m \sin \omega t$ của tiristor một góc $\pi/2$ bằng $U_s = U_m \cdot \cos \omega t$.

- Điện áp điều khiển U_{cm} là điện áp một chiều, có thể điều chỉnh được biên độ theo hai chiều (dương và âm).

Nếu đặt U_s vào cổng đảo và U_{CM} vào cổng không đảo của khâu so sánh thì khi $U_s = U_{cm}$, ta sẽ nhận được xung rất mạnh ở đầu ra của so sánh khi khâu này lật trạng thái:

$$U_m \cos \varphi = U_{cm}$$

$$\text{Do đó: } \alpha = \arccos \left(\frac{U_{cm}}{U_m} \right)$$

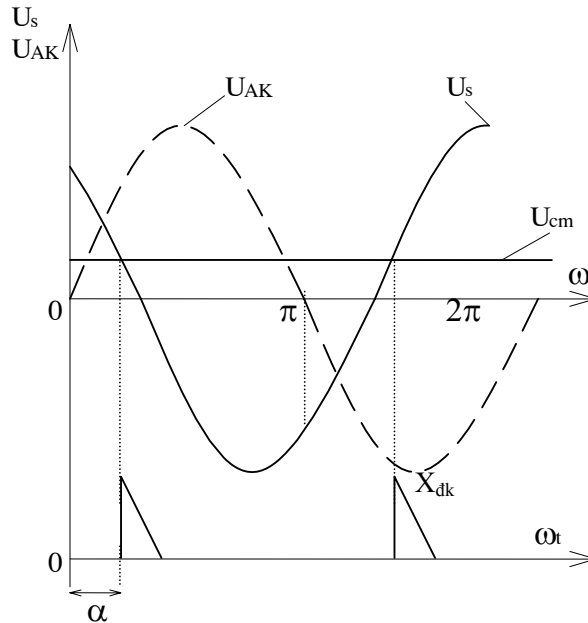
Khi $U_{cm} = U_m$ thì $\alpha = 0$.

Khi $U_{cm} = 0$ thì $\alpha = \frac{\pi}{2}$

Khi $U_{cm} = -U_m$ thì $\alpha = \pi$.

Như vậy, khi điều chỉnh U_{cm} từ trị $U_{cm} = +U_m$, đến trị $U_{cm} = -U_m$, ta có thể điều chỉnh được góc α từ 0 đến π .

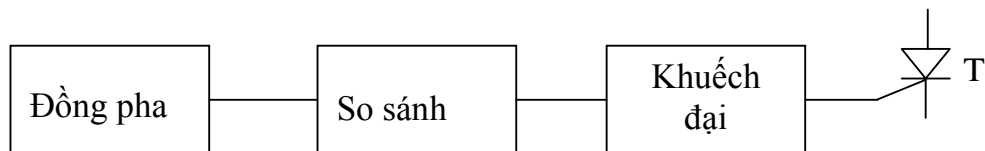
Nguyên tắc điều khiển thẳng đứng “arccos” được sử dụng trong các thiết bị chỉnh lưu đòi hỏi chất lượng cao.



Hình 3.2: Nguyên tắc điều khiển thẳng đứng

3. Sơ đồ khối mạch điều khiển.

Để thực hiện tốt được việc điều khiển Tiristor, triac thì mạch điều khiển bao gồm các khâu cơ bản sau:



Hình 3.3. Sơ đồ khối mạch điều khiển

Với sơ đồ này nhiệm vụ của các khâu như sau:

- Khâu đồng pha có nhiệm vụ tạo ra điện áp tựa U_{rc} (thường gặp là điện áp dạng răng cưa tuyến tính) trùng pha với điện áp anod của Tiristor.

- Khâu so sánh có nhiệm vụ so sánh giữa điện áp tựa với điện áp điều khiển U_{dk} , tìm thời điểm hai điện áp này bằng nhau ($U_{dk} = U_{rc}$). Tại thời điểm hai điện áp này bằng nhau thì phát xung ở đầu ra để gửi sang tầng khuếch đại.

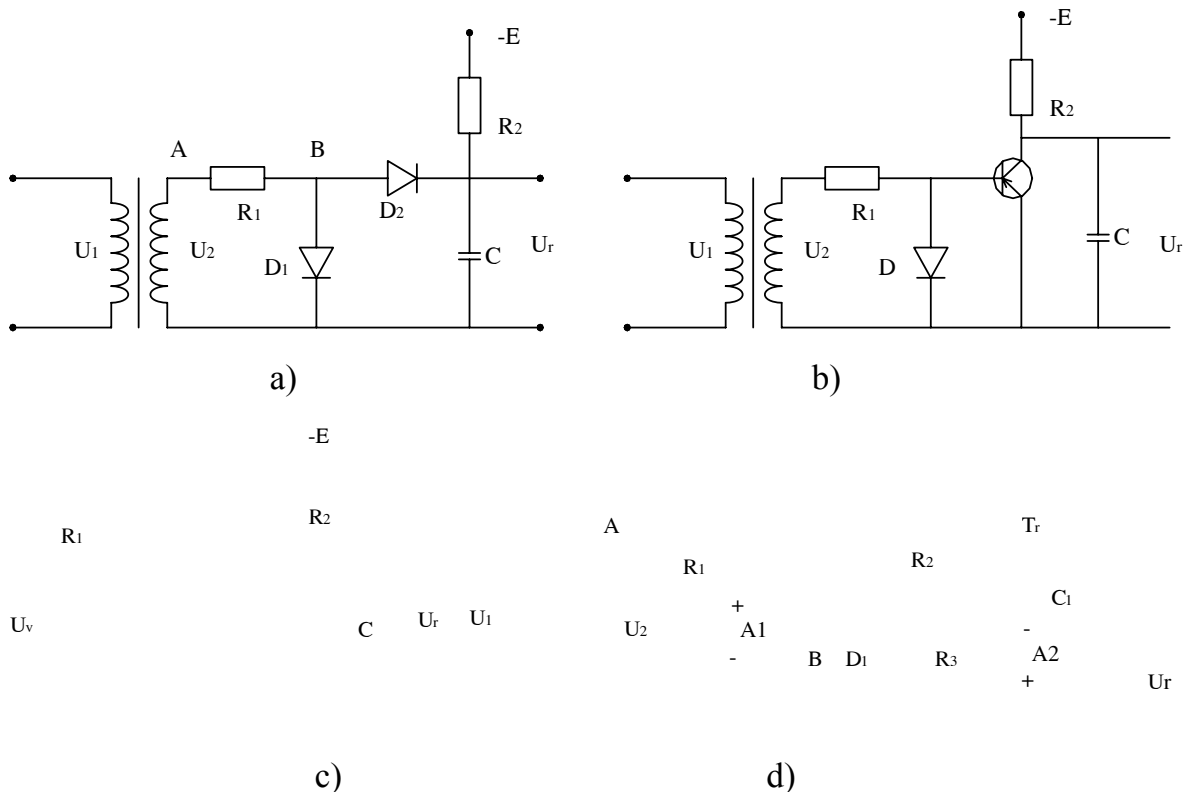
Khâu tạo xung có nhiệm vụ tạo ra xung phù hợp để mở Tiristor. Xung để mở Tiristor có yêu cầu: sườn trước dốc thẳng đứng, để bảo đảm yêu cầu Tiristor mở tức thời khi có xung điều khiển (thường gặp loại xung này là xung kim hoặc xung chữ nhật); đủ độ rộng với độ rộng xung lớn hơn thời gian mở của Tiristor, đủ công suất, cách ly giữa mạch mạch điều khiển với mạch động lực (nếu điện áp động lực quá lớn).

- Với nhiệm vụ của các khâu như vậy ta tiến hành thiết kế, tính chọn các khâu cơ bản của ba khối trên. Chi tiết về các mạch này như sau:

4. Thiết kế sơ đồ nguyên lý tạo ra các khâu:

a. Khâu đồng pha.

Một số khâu đồng pha được trình bày trên hình 3.4



Hình 3.4. Một số khâu đồng pha điển hình

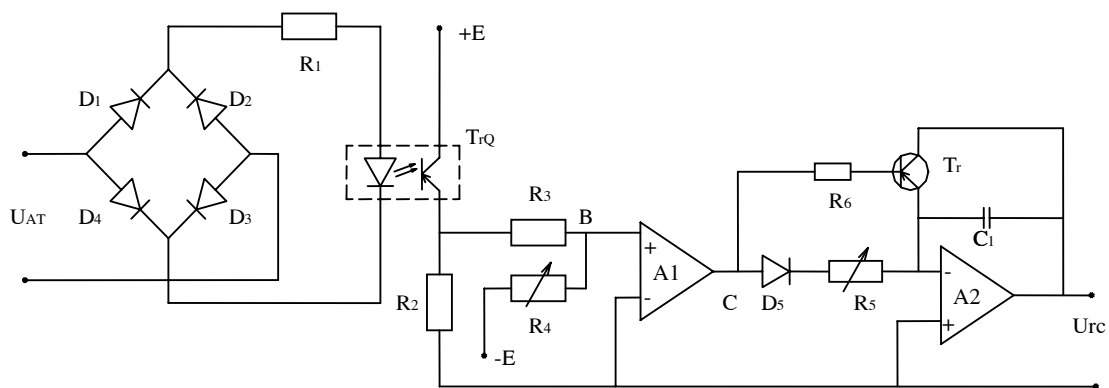
Sơ đồ hình 3.4a là sơ đồ đơn giản, dễ thực hiện, với số linh kiện ít nhưng chất lượng điện áp ra không tốt. Độ dài của phần biến thiên tuyến tính của điện áp tựa không phủ hết 180° . Do vậy, góc mở van lớn nhất bị giới hạn. Hay nói cách khác, nếu theo sơ đồ này điện áp tải không điều khiển được từ 0 tới cực đại mà từ một trị số nào đó đến cực đại.

Để khắc phục nhược điểm về dải điều chỉnh ở sơ đồ hình 3.4a người ta sử dụng sơ đồ tạo điện áp tựa bằng sơ đồ hình 3.4b. Theo sơ đồ này, điện áp tựa có phần biến thiên tuyến tính phủ hết nửa chu kỳ điện áp. Do vậy, khi cần điều khiển điện áp từ 0 tới cực đại là hoàn toàn có thể đáp ứng được.

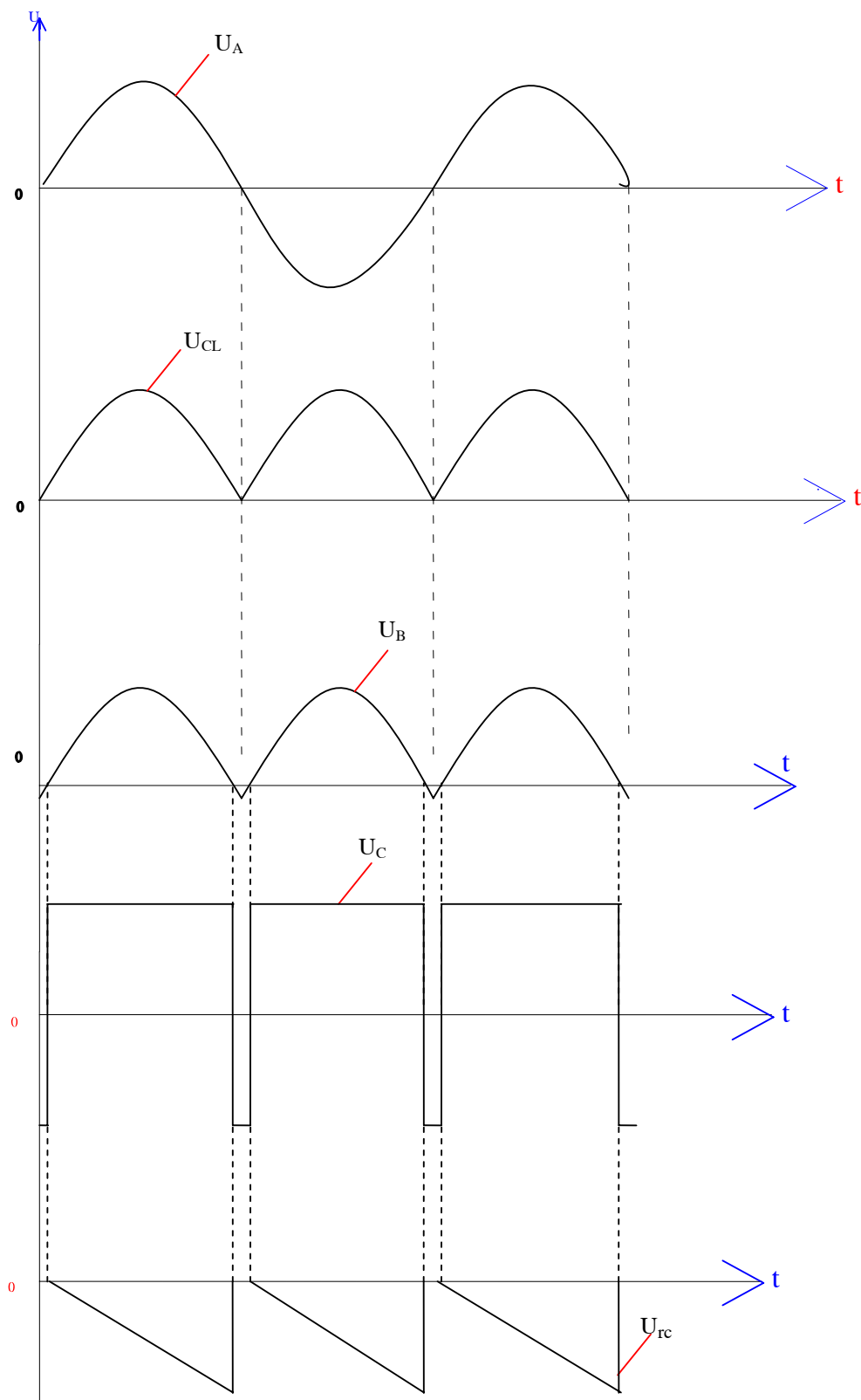
Với sự ra đời của các linh kiện ghép quang, chúng ta có thể sử dụng sơ đồ tạo điện áp tựa bằng bộ ghép quang như hình 3.4c. Nguyên lý và chất lượng điện áp tựa của hai sơ đồ b, c tương đối giống nhau. Ưu điểm của sơ đồ c ở chỗ không cần biến áp đồng pha, do đó có thể đơn giản hơn trong việc chế tạo và lắp đặt.

Các sơ đồ trên đều có chung nhược điểm là việc mở, khoá các Tiristor trong vùng điện áp lên cận 0 là thiếu chính xác làm cho việc nạp, xả tụ trong vùng điện áp lưới gần 0 không được như ý muốn.

Ngày nay các vi mạch được chế tạo ngày càng nhiều, chất lượng ngày càng cao, kích thước gọn, ứng dụng các vi mạch vào thiết kế mạch đồng pha có thể cho ta chất lượng điện áp lưới tốt. Trên sơ đồ hình 3.4d mô tả sơ đồ tạo điện áp tựa dùng khuếch đại thuật toán.

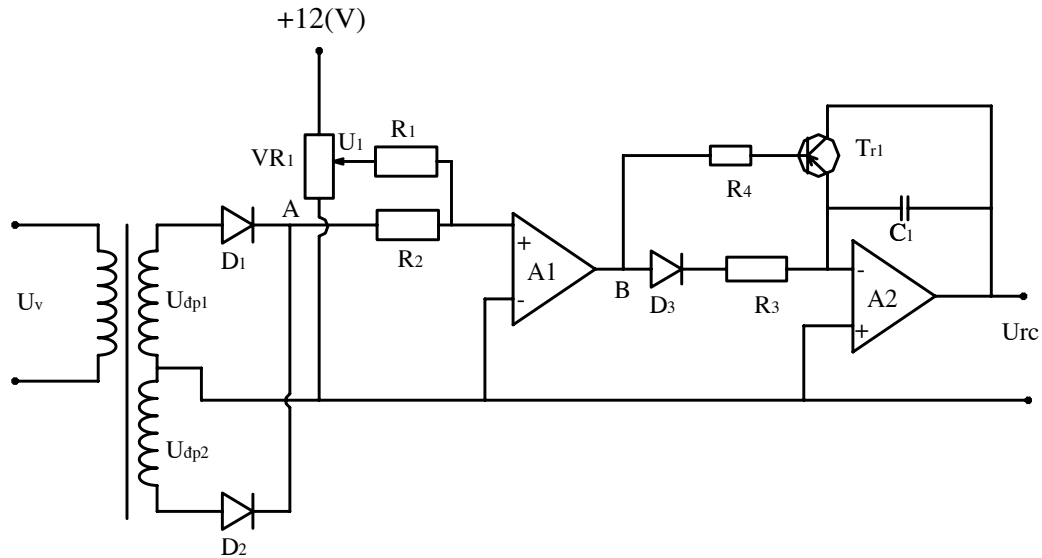


e. Sơ đồ đồng pha tạo điện áp tựa cả chu kỳ

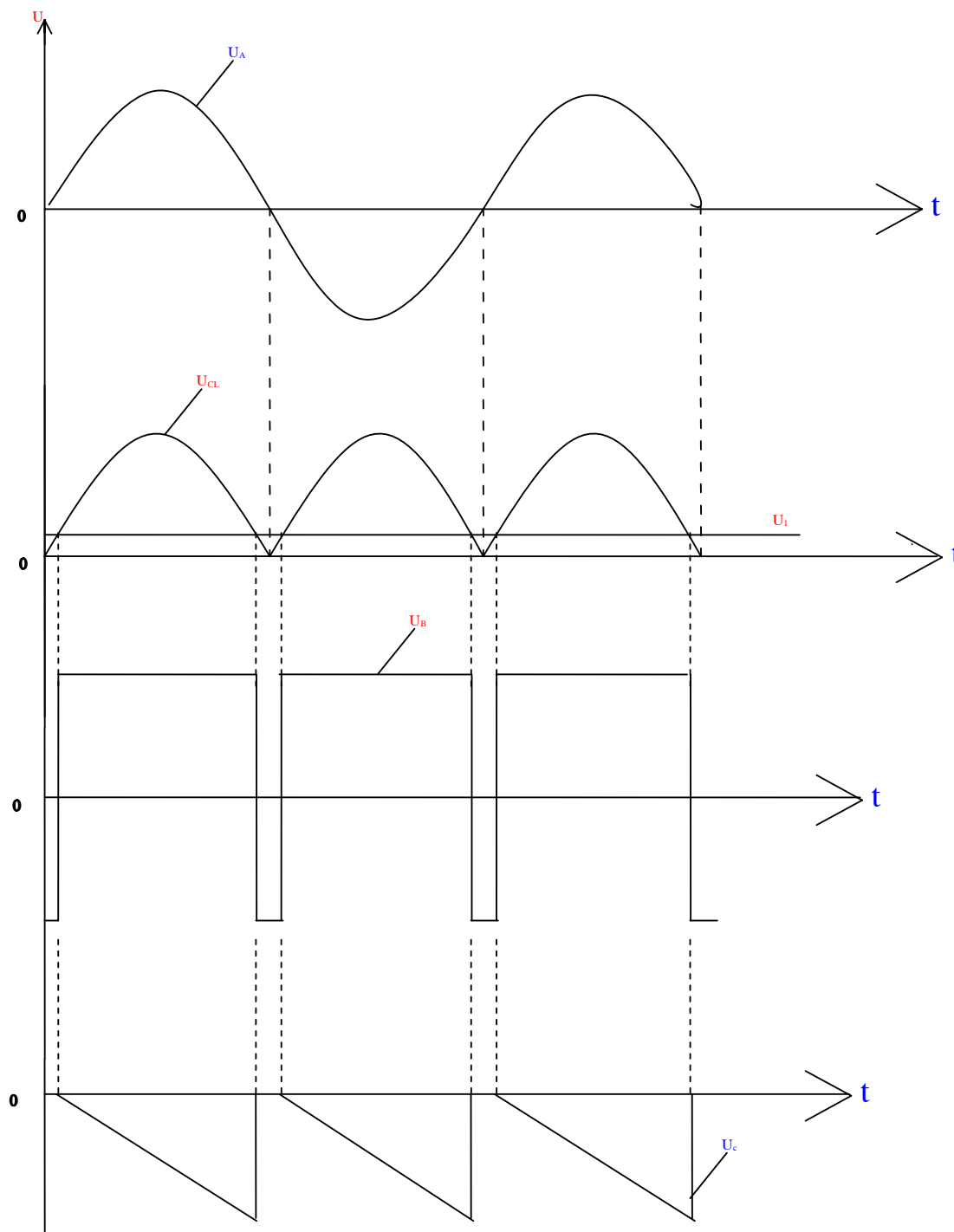


sơ đồ nguyên lý hoạt động của hình 3.4e.

Sơ đồ e có ưu điểm là đơn giản, kinh tế, tạo được điện áp ra U_{rc} răng cưa trong cả chu kỳ. Nhưng nhược điểm là khoảng điện áp răng cưa bằng không nhỏ không điều khiển được. Nhưng đối với tải là dây đốt điện trở thì không cần chất lượng điện áp điều khiển cao nên có thể dùng được sơ đồ này. Ngoài ra còn nhược điểm của sơ đồ này nữa là điện áp thật sau transistor không phải là hình sin.



Hình 3.4.g. Sơ đồ đồng pha tạo điện áp tựa liên tiếp hai nửa chu kỳ



sơ đồ nguyên lý hoạt động của hình 3.4 g.

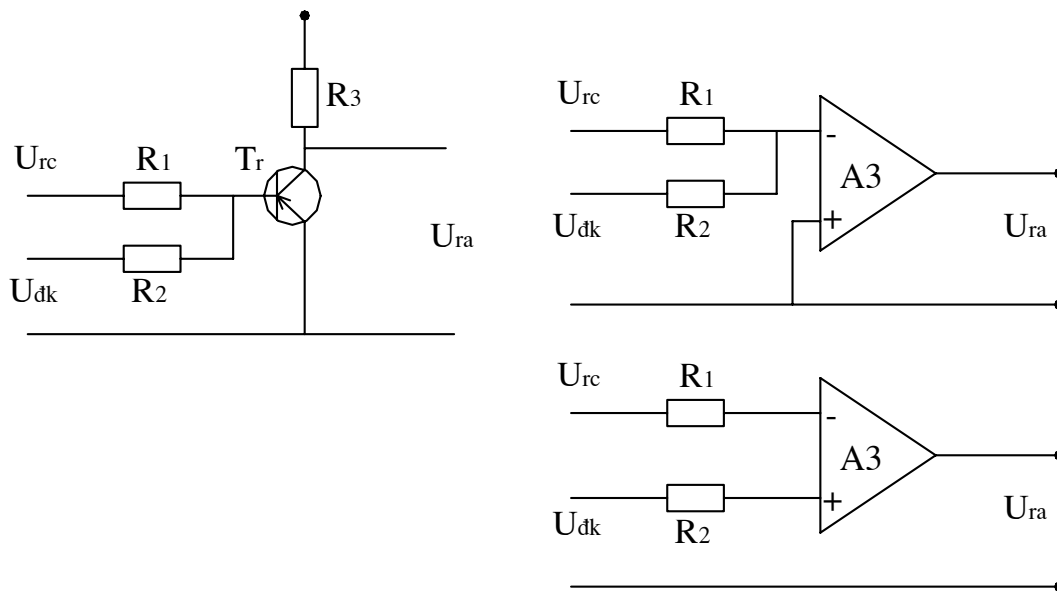
Điện áp chỉnh lưu U_A được so sánh với điện áp U_1 lấy trên biến trở VR_1 . Tại thời điểm $U_A = U_1$ thì đổi dấu điện áp ra của khuếch đại thuật toán

A₁. Kết quả là chúng ta có chuỗi xung chữ nhật không đối xứng U_B. Ở đây có độ rộng xung âm γ của U_B, phần dương U_B tích phân qua A₂ thành điện áp tựa.

Trong vùng γ làm mất xung điều khiển, do không có điện áp tựa. Theo Nguyên tắc này càng giảm nhỏ γ càng tốt, mà góc γ một do U₁ quyết định. Vì vậy có thể giảm U₁ để có góc γ một vài độ, sai số vài độ là hoàn toàn cho phép.

Việc điều khiển triac cần phải tạo ra điện áp tựa có cả chu kỳ sử dụng sơ đồ này là ưu điểm hơn cả.

b. Một số mạch thường dùng làm khâu so sánh.



Hình 3.5. Sơ đồ các khâu so sánh thường gặp

a. Bằng transistor; b. Cộng một cổng đảo của khuếch đại thuật toán;

c. Hai cổng của khuếch đại thuật toán

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

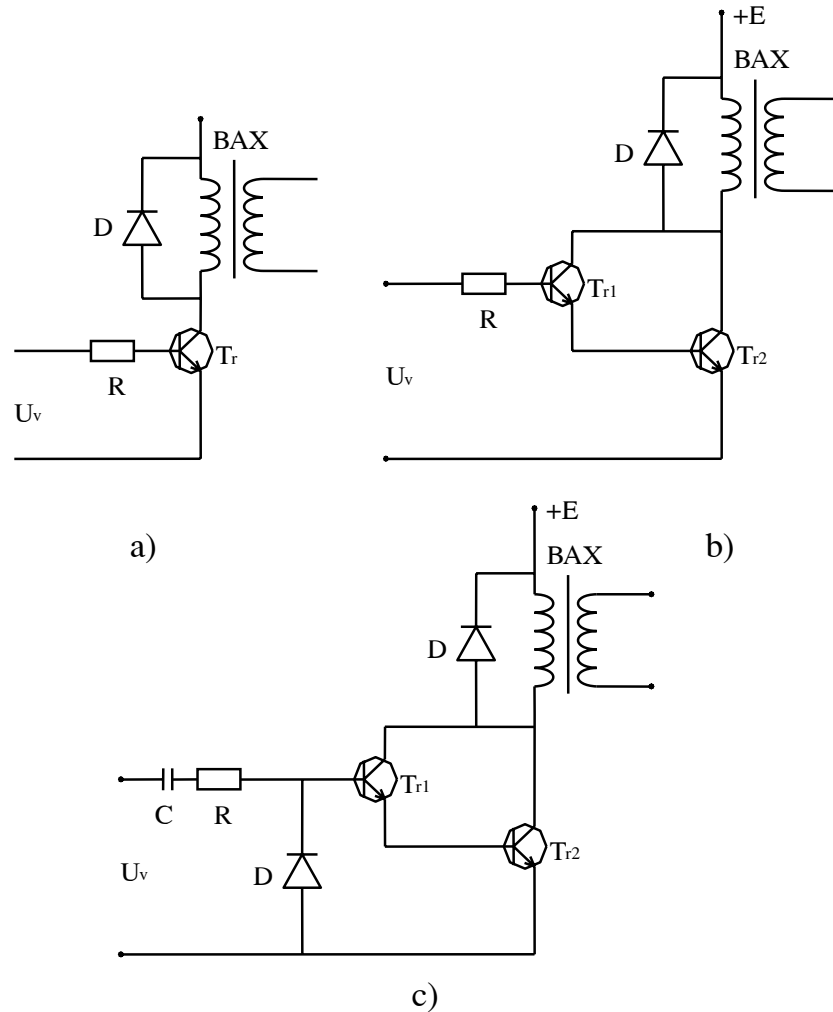
transistor (Tr) như trên hình 1.22a. Tại thời điểm $U_{dk} = U_{rc}$, đầu vào Tr lật trạng thái từ khoá sang mở (hay ngược lại từ mở sang khoá), làm cho điện áp ra cũng bị lật trạng thái, tại đó chúng ta đánh dấu được thời điểm cần mở Tiristor.

Với mức độ mở bão hoà của Tr phụ thuộc vào hiệu $U_{dk} \pm U_{rc} = U_b$ hiệu này có một vùng điện áp nhỏ hàng mV, làm cho Tr không làm việc ở chế độ đóng cắt như ta mong muốn, do đó nhiều khi làm thời điểm mở Tiristor bị lệch khá xa so với điểm cần mở tại $U_{dk} = U_{rc}$.

KĐTT có hệ số điều kiện vô cùng lớn, chỉ cần một tín hiệu rất nhỏ (cỡ μV) ở đầu vào, đầu ra đã có điện áp nguồn nuôi, nên việc ứng dụng KĐTT trên hình 3.5b,c rất thường gặp trong các sơ đồ mạch hiện nay. Ưu điểm của các sơ đồ này là có thể phát xung điều khiển chính xác tại $U_{dk} = U_{rc}$.

c. Một số sơ đồ khuếch đại thường dùng

Với nhiệm vụ tạo xung phù hợp để mở Tiristor như đã nêu ở trên, tầng khuếch đại cuối cùng thường được thiết kế bằng transistor công suất như mô tả trên hình 3.6a. Để có xung kim gửi tới Tiristor, ta dùng biến áp xung (BAX), để có thể điều kiện công suất ta dùng Tr, diode bảo vệ Tr và cuộn dây sơ cấp biến áp xung. Khi Tr khoá đột ngột, mặc dù với nhưng sơ đồ này không được dùng rộng rãi, bởi vì hệ số khuếch đại của transistor loại này nhiều khi không đủ lớn, để khuếch đại được tín hiệu từ khâu so sánh đưa sang.



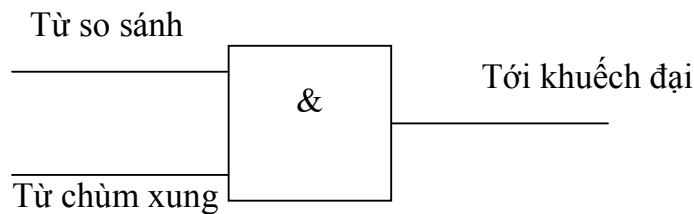
Hình 3.7. Sơ đồ các khâu khuếch đại thường dùng
a. Tầng transistor công suất; b. Bằng sơ đồ darlington;
c. Sơ đồ có tụ nối tầng.

Tầng khuếch đại cuối cùng bằng sơ đồ darlington như hình 3.7b thường hay được dùng trong thực tế. Ở sơ đồ này hoàn toàn có thể đáp ứng được yêu cầu về khuếch đại công suất, khi hệ số khuếch đại được nhân lên theo thông số của các transistor.

Trong thực tế xung điều khiển chỉ cần có độ rộng bé (cỡ khoảng 10 - 20 μs) mà thời gian mở thông các transistor công suất (tối đa tới một nửa chu kỳ 0,01s), làm cho công suất tỏa nhiệt dư của Tr quá lớn và kích thước dây quấn

sơ cấp biến áp đủ lớn. Để giảm nhỏ công suất tỏa nhiệt T_r và kích thước dây quấn BAX chúng ta có thể thêm tụ nối tầng như hình 3.7c. Theo sơ đồ này, T_r chỉ mở cho dòng điện chạy qua trong khoảng thời gian nạp tụ, nên dòng hiệu dụng của chúng bé hơn nhiều lần.

Đối với một số sơ đồ mạch, để giảm công suất cho tầng khuếch đại và tăng lượng xung kích mở, nhằm đảm bảo Tiristor mở một cách chắc chắn, người ta hay phát xung chùm cho các Tiristor. Nguyên tắc phát xung chùm là trước khi vào tầng khuếch đại, ta đưa chèn thêm một cổng và (&) với tín hiệu vào nhận từ tầng so sánh và từ bộ phát xung chùm như hình 3.8.

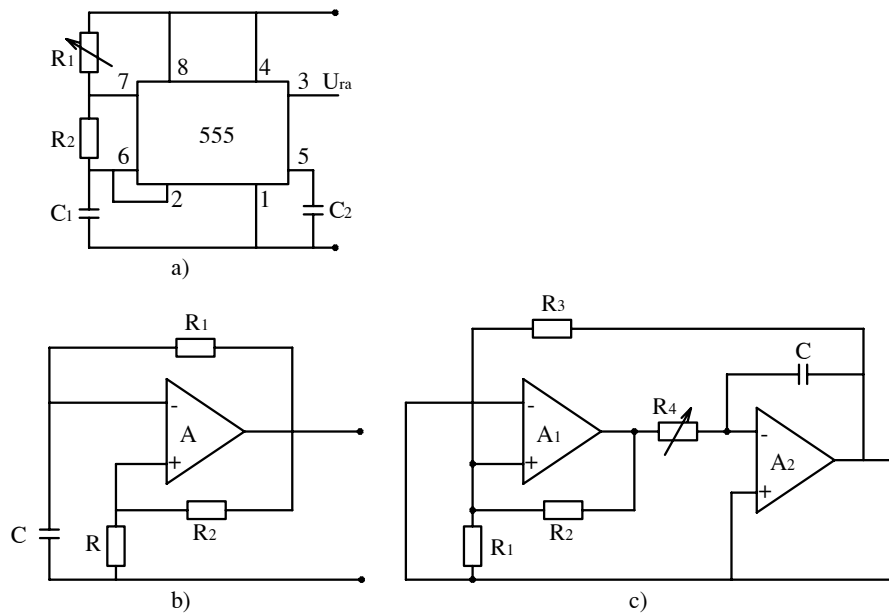


Hình 3.8. Sơ đồ phối hợp tạo xung chùm

Một số sơ đồ khâu tạo xung chùm mô tả trên hình 3.9.

Vi mạch 555 tạo xung đồng hồ hình 3.9a. Cho ta chất lượng xung khá tốt và sơ đồ cũng tương đối đơn giản. Sơ đồ này thường gặp trong các mạch tạo chùm.

Trong thiết kế mạch điều khiển, ta thường sử dụng khuếch đại thuật toán. Do đó để đồng dạng về linh kiện, khâu tạo xung chùm có thể sử dụng khuếch đại thuật toán như các sơ đồ trên hình 3.9b. Tuy nhiên, ở đây sơ đồ dao động đa hài hình 3.9b có ưu điểm hơn về mức độ đơn giản, do đó được sử dụng khá rộng rãi trong các mạch tạo xung chữ nhật.



Hình 3.9. Một số sơ đồ chùm xung

§3.2. SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN

I. Chọn mạch điều khiển.

a. Khâu đồng pha.

Từ những phân tích về ưu và nhược điểm của một số sơ đồ đồng pha trên ta thấy sơ đồ đồng pha tạo điện áp tựa cả chu kỳ là hợp lý nhất với mạch điều khiển triac, tải là dây đốt điện trở không cần chất lượng điện áp cao (hình 3.4g).

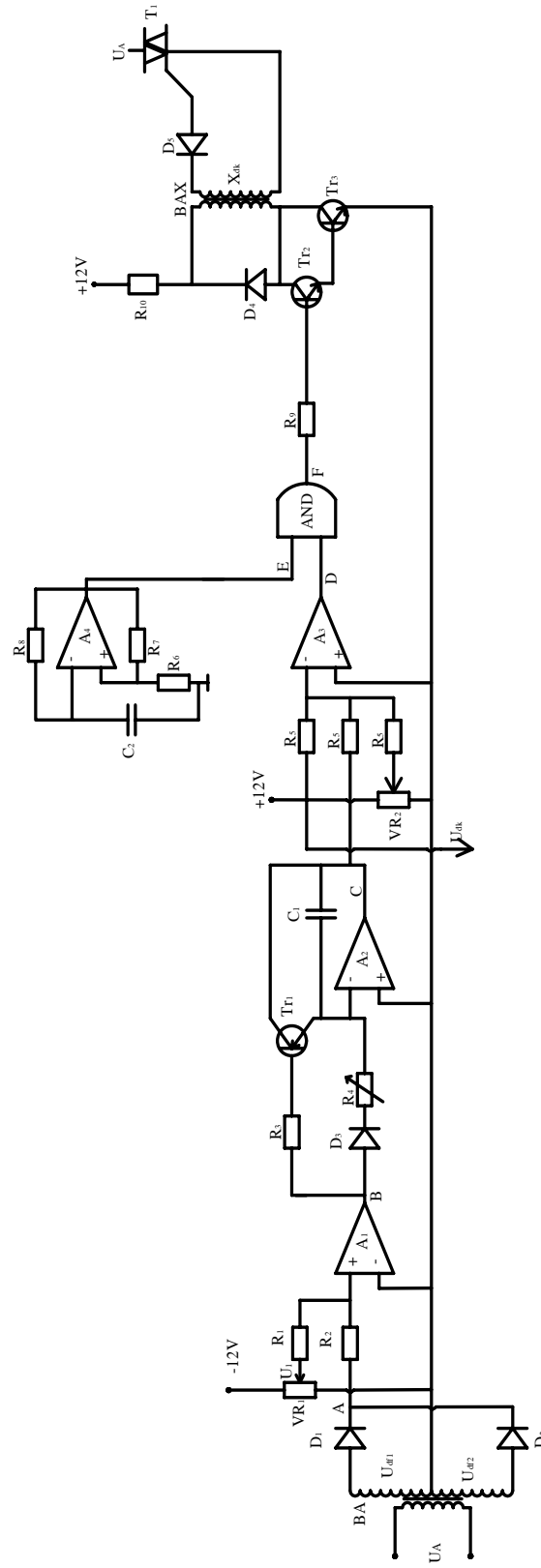
b. Khâu so sánh:

Ta chọn sơ đồ khâu so sánh song song cộng một cổng đảo của khuếch đại thuật toán. Vì sơ đồ này đơn giản, có hệ số khuếch đại vô cùng lớn, phát xung điều khiển chính xác.

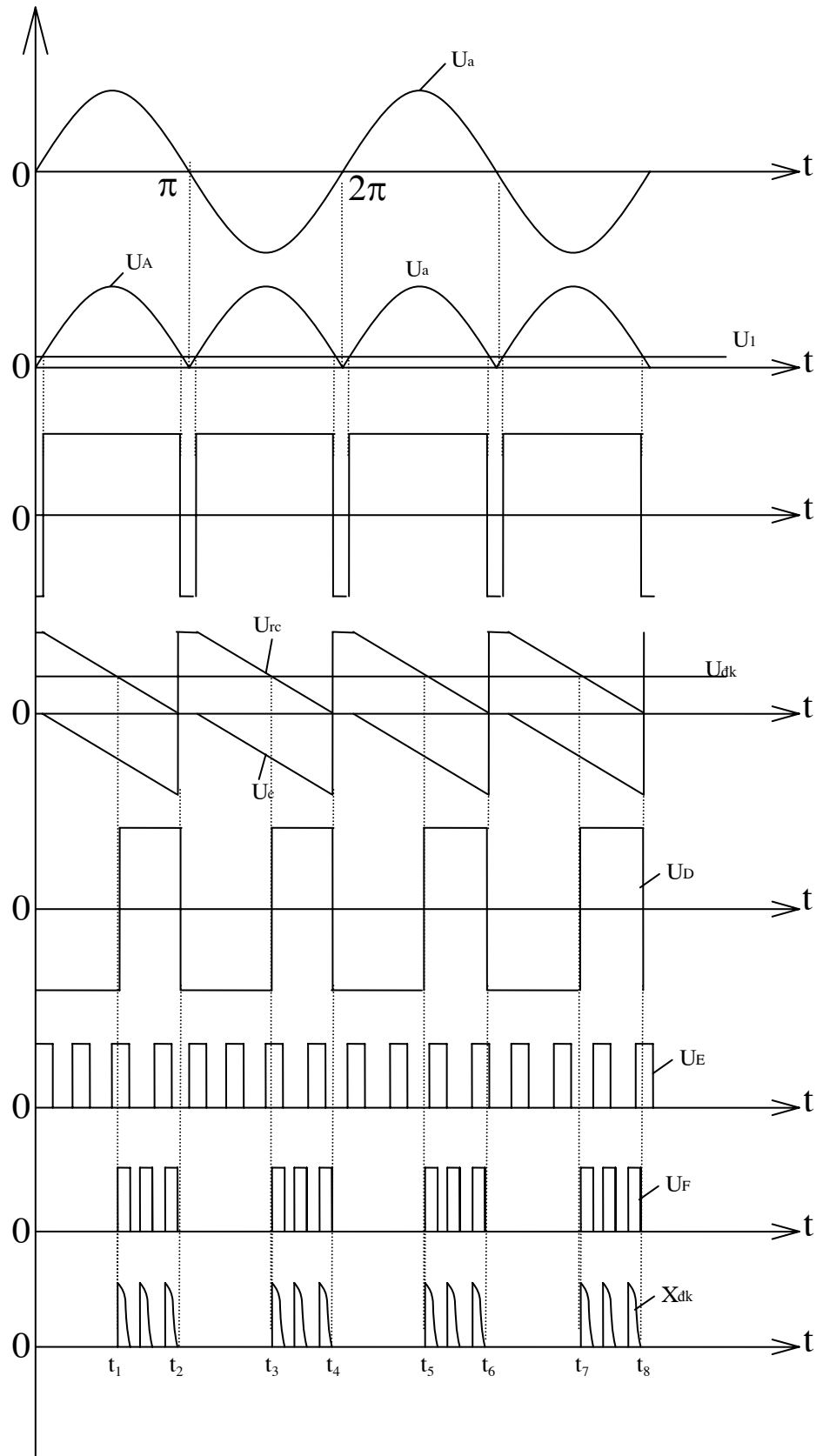
c. Khâu khuếch đại tạo xung

Gồm bộ phát xung chùm dùng khuếch đại thuật toán và một cổng AND hai đầu vào. Một đầu là tín hiệu từ khâu so sánh và một đầu là từ bộ phát xung chùm, đầu ra của cổng AND đến bộ khuếch đại bằng hai transistor rồi qua biến áp xung tạo xung mở thích hợp cho triac.

Sơ đồ điều khiển một kênh được trình bày trên hình 3.10a và sơ đồ biểu diễn điện áp của mạch điều khiển được trình bày trên hình 3.10b.



Hình 10a: Sơ đồ điều khiển một pha tri ac



Hình 3.10b: Biểu đồ điện áp của mạch điều khiển

* Nguyên lý hoạt động của sơ đồ điều khiển một kênh.

Điện áp chỉnh lưu U_A được so sánh với điện áp U_1 lấy trên biến trở VR_1 . Tại thời điểm $U_A = U_1$ thì đổi dấu điện áp ra của khuếch đại thuật toán A_1 . Kết quả là tạo ra chuỗi xung chữ nhật không đối xứng U_B , ở đây có độ rộng xung âm γ của U_B , phần dương U_B tích phân qua A_2 thành điện áp tựa U_C .

Trong vùng γ làm mất xung điều khiển, do không có điện áp tựa theo nguyên tắc này càng giảm nhỏ góc γ càng tốt, mà góc γ do U_1 quyết định. Vì vậy có thể giảm U_1 để có góc γ một vài độ, sai số một vài độ là hoàn toàn cho phép.

Phần điện áp tựa U_C được kéo lên trên trục hoành bằng điện áp lấy từ VR_2 . Việc kéo điện áp tựa U_C lên trên trục hoành này chỉ nhằm mục đích để điện áp điều khiển U_{dk} đồng biến với điện áp ra.

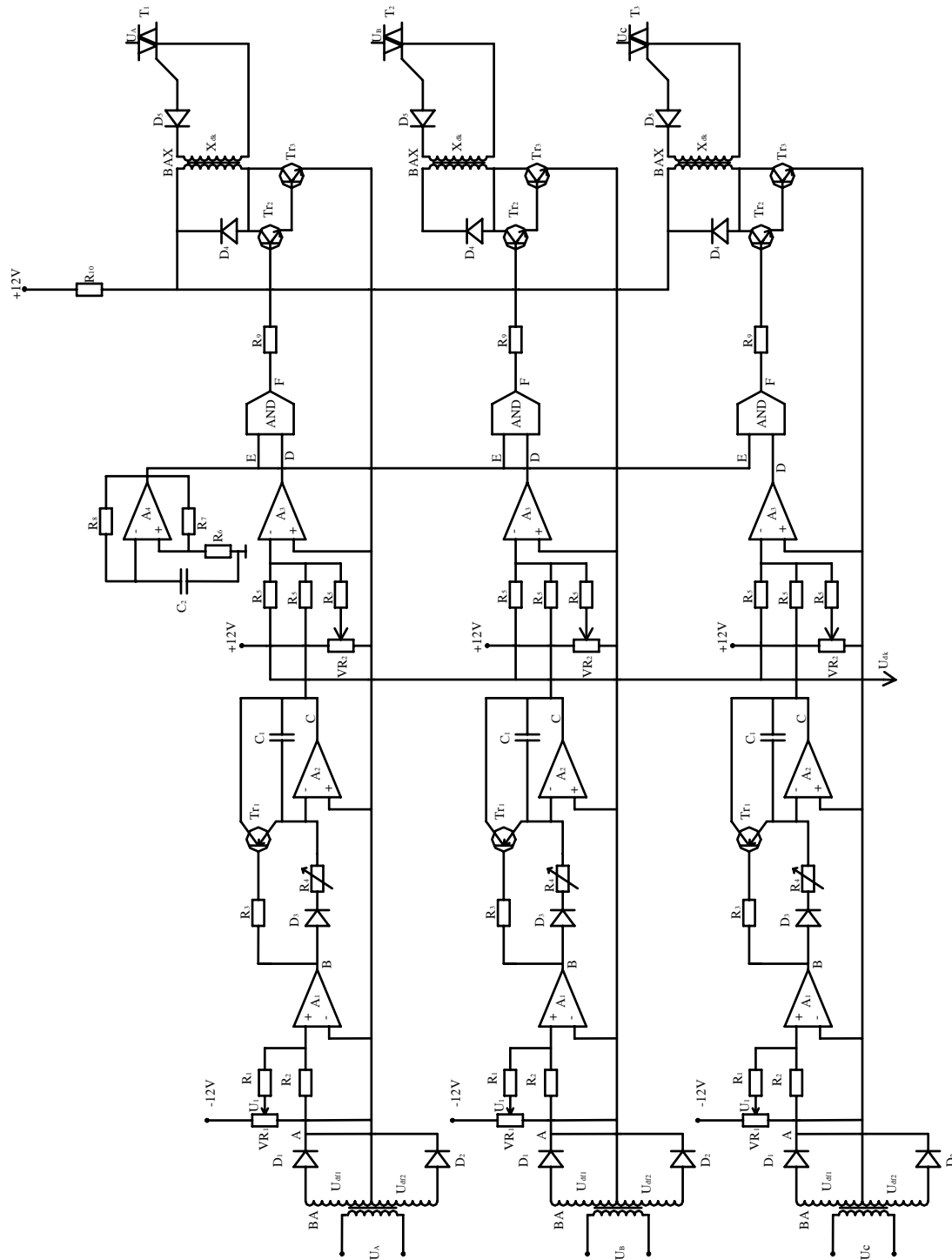
Điện áp tựa U_{rc} được so sánh với điện áp U_{dk} tại đầu vào của A_3 . Tổng đại số $U_{rc} + U_{dk}$ quyết định dấu điện áp đầu ra của khuếch đại thuật toán A_3 . Trong khoảng $0 \div t_1$ điện áp $U_{dk} > U_{rc}$, điện áp U_D âm ($U_D < 0$). Trong khoảng t_1 đến t_2 điện áp $U_{dk} < U_{rc}$ làm cho U_D dương ($U_D > 0$). Các khoảng thời gian tiếp theo tương tự lặp lại.

Mạch đa hài tạo xung chùm A_4 cho ta chuỗi xung tần số cao với điện áp U_E . Dao động đa hài cần có tần số hàng chục KHz ở đây ta chọn 3KHz.

Hai tín hiệu U_D và U_E cùng được đưa vào khâu AND hai cổng vào khi đồng thời có cả hai tín hiệu dương U_D , U_E (trong khoảng $t_1 \div t_2$; $t_3 \div t_4$; $t_5 \div t_6$; $t_7 \div t_8$), chúng ta sẽ có xung U_F . Các xung ra U_F làm mở thông các transistor Tr_2 , Tr_3 . Kết quả là chúng ta nhận được chuỗi xung nhọn X_{dk} trên biến áp xung, để đưa tới triac T.

* Sơ đồ mạch điều khiển 3.10a chỉ điều khiển được một triac (một pha), như vậy để điều khiển được điện áp xoay chiều cả 3 pha theo yêu cầu thì

ta phải dùng 3 kênh điều khiển để điều khiển 3 triac của 3 pha, sơ đồ được mô tả như sau:



Sơ đồ điều khiển ba pha triac

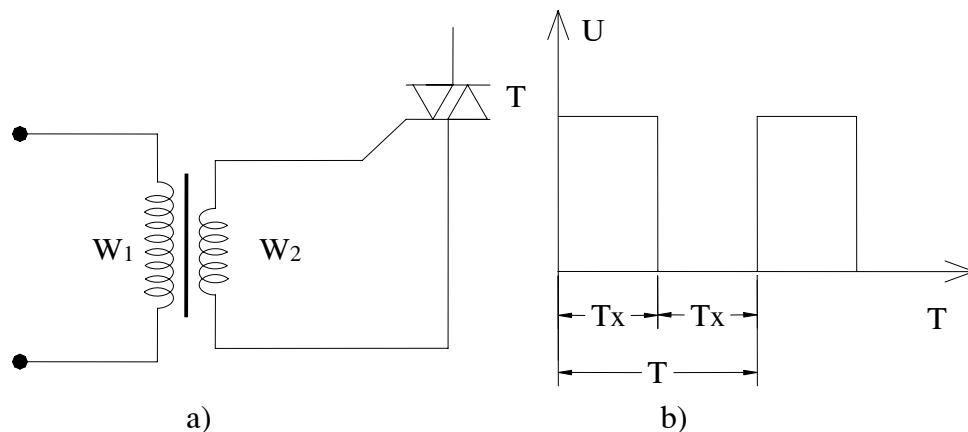
II. TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ CỦA MẠCH ĐIỀU KHIỂN

Các thông số của mạch điều khiển được xác định xuất phát từ yêu cầu về xung mở triac, nên khi ta tính toán các thông số trong mạch thì phải bắt đầu tính từ máy biến áp xung rồi đến các khâu kế tiếp.

1. Tính toán máy biến áp xung.

Ở chương II ta đã chọn triac có các thông số sau

- Mức sụt biên độ xung: $S_x = 0,15$
- Dòng điện điều khiển max: $I_{gmax} = 0,4 \text{ (A)} = I_{dk}$
- Điện áp điều khiển max: $U_{gmax} = 3 \text{ (V)} = U_{dk}$
- Tốc độ tăng điện áp: $\frac{du}{dt} = 100 \text{ (v/s)}$
- Thời gian giữ xung điều khiển: $t_{xmax} = 10 \text{ (}\mu\text{s)}$
- Điện áp nguồn nuôi mạch điều khiển: $U = \pm 12 \text{ (V)}$
- Tần số xung điều khiển: $f_x = 3 \text{ KHz}$



Hình 3.12.a. Máy biến áp xung; b. Đồ thị điện áp xung

* Tính toán lõi thép máy biến áp xung.

Vì xung điều khiển là xung chòm có tần số cao nên để giảm tổn hao do dòng điện xoáy sinh ra ta chọn vật liệu sắt từ loại pherit, có dạng hình xuyên làm việc trên một phần của đặc tính từ hoá có $\Delta B = 0,3 \text{ (T)}$ và $\Delta H = 30 \text{ (A/m)}$, không có khe hở không khí.

- Thông thường tỷ số biến áp xung: $m = 1 \div 3$, ta chọn $m = 3$
- Điện áp ở cuộn thứ cấp của máy biến áp xung: $U_2 = U_{dk} = 3 \text{ (V)}$
- Điện áp đặt trên cuộn sơ cấp của máy biến áp xung: $U_1 = mU_2 = 3.3 = 9 \text{ (V)}$
- Dòng điện thứ cấp của biến áp xung: $I_2 = I_{dk} = 0,4 \text{ (A)}$
- Dòng điện chạy trong cuộn sơ cấp của biến áp xung

$$I_1 = \frac{I_2}{m} = \frac{0,4}{3} = 0,133 \text{ (A)}$$

- Độ từ thẩm trung bình tương đối của lõi sắt

$$\mu_{tb} = \frac{\Delta B}{\mu_0 \Delta H} \text{ Trong đó } \mu_0 = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ (H/m)} \text{ là độ từ thẩm của không khí.}$$

$$\text{Suy ra: } \mu_{tb} = \frac{\Delta B}{\mu_0 \Delta H} = \frac{0,3}{1,25 \cdot 10^{-6} \cdot 30} = 8000 \text{ (H/m)}$$

$$\text{- Thể tích lõi thép cần có: } V = Q \cdot l = \frac{\mu_{tb} \cdot \mu_0 \cdot t_x \cdot f_x \cdot U_1 \cdot I_1}{\Delta B^2}$$

$$\text{Trong đó: } T_x = \frac{1}{2} T = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{f_x} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3000} = 0,167 \cdot 10^{-3} \text{ (s)}$$

$$\text{Vậy } V = \frac{8000 \cdot 1,25 \cdot 10^{-6} \cdot 0,16 \cdot 10^{-3} \cdot 0,15 \cdot 9 \cdot 0,133}{0,3^2} = 3,332 \cdot 10^{-6} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$V = 3,332 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Dựa vào bảng 8.5 trang 57 tài liệu hướng dẫn thiết kế điện tử công suất ta chọn mạch từ hình xuyên có các kích thước như sau: $V = Q \cdot l = 0,49 \cdot 10,2 = 4,998 \text{ (cm}^2\text{)}$

$$a = 6 \text{ (mm)}$$

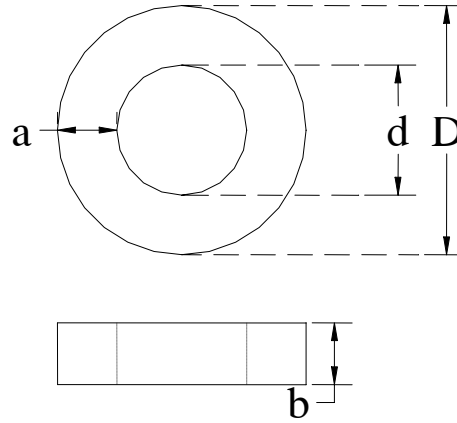
$$b = 8 \text{ (mm)}$$

$$d = 25 \text{ (mm)}$$

$$D = 40 \text{ (mm)}$$

$$Q = 0,49 \text{ (cm}^2\text{)} = 40 \text{ mm}^2$$

$L = 10,2 \text{ (cm}^2) = 1020 \text{ (mm}^2)$: Chiều dài trung bình mạch từ.



Hình 3.13. Hình chiều lõi thép biến áp xung

- Số vòng dây quấn sơ cấp biến áp xung

Theo định luật cảm ứng điện từ ta có:

$$U_1 = W_1 \cdot Q \cdot \frac{dB}{dt} = W_1 \cdot Q \cdot \frac{\Delta B}{t_x}$$

$$W_1 = \frac{U_1 t_x}{\Delta B \cdot Q} = \frac{9,0,167 \cdot 10^{-3}}{0,3.49 \cdot 10^{-6}} = 103 \text{ (vòng)}$$

- Số vòng dây thứ cấp của biến áp:

$$W_2 = \frac{W_1}{m} = \frac{103}{3} = 35 \text{ (vòng)}$$

- Tiết diện dây quấn sơ cấp

$$S_1 = \frac{I_1}{J_1} = \frac{0,133}{6} = 0,022 \text{ (mm}^2)$$

Chọn mật độ dòng điện $J_1 = 6 \text{ (A/mm}^2)$

- Đường kính dây quấn sơ cấp

$$d_1 = \sqrt{\frac{4S_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,022}{\pi}} = 0,17 \text{ (mm)}$$

- Tiết diện dây đồng tròn có $d_1 = 0,17$ (mm); $S = 0,0227$ (mm²);
 $d_1' = 0,19$ mm.

Tiết diện dây quấn thứ cấp.

$$S_2 = \frac{I_2}{J_2} = \frac{0,4}{4} = 0,1 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Chọn mật độ dòng điện $J_2 = 4$ (A/mm²). Theo tài liệu thiết kế điện tử công suất

- Đường kính dây quấn thứ cấp

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,1}{\pi}} = 0,357 \text{ (mm)}$$

Chọn dây đồng tròn có đường kính:

$$d_2 = 0,38 \text{ (mm); } S = 0,11349 \text{ mm}^2, d_2' = 0,42 \text{ (mm)}$$

- Kiểm tra hệ số lấp đầy

$$K_{ld} = \frac{S_1 \cdot W_1 + S_2 \cdot W_2}{\left(\pi + \frac{d^2}{4}\right)} = \frac{d_1^2 \cdot W_1 + d_2^2 \cdot W_2}{d^2} = \frac{0,19^2 \cdot 103 + 0,42^2 \cdot 35}{25^2}$$

$$K_{ld} = 0,0158.$$

Như vậy cửa sổ đủ diện tích cần thiết

2. Chọn linh kiện cho mạch điều khiển

- Chọn diode.

Một kênh điều khiển như hình 3.10a phải dùng tới 3 diode, như vậy để lắp được 3 kênh điều khiển cho 3 pha ta phải dùng 9 diode.

Chọn 9 diode loại ESM - 61 có các thông số sau:

Dòng điện cực đại: $I_{max} = 10$ (A)

Điện áp ngược: $U_n = 300$ (V)

Nhiệt độ cho phép: $T_{cp} = 175^{\circ}\text{C}$

Tổn hao điện áp ở trạng thái mở: $\Delta U = 0,7$ (V)

- Chọn cổng AND

Để thực hiện được 3 kênh điều khiển ta phải cần dùng 3 cổng AND. Dựa vào tài liệu “hướng dẫn thiết kế điện tử công suất” chọn 1 IC 4081 họ CMOS. Mỗi IC 4081 có 4 cổng AND, có thông số như sau:

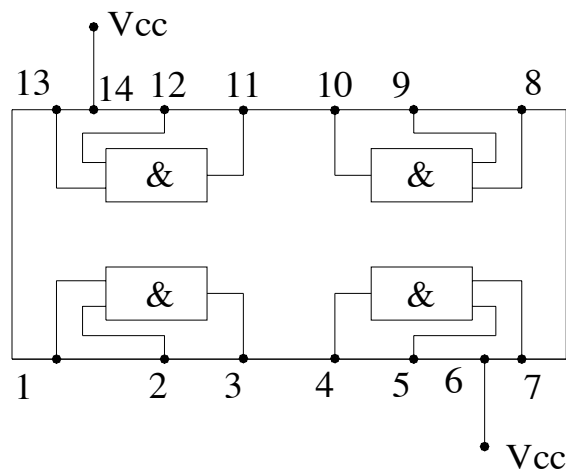
Nguồn nuôi IC: $V_{cc} = 3 \div 12$ (V), chọn $V_{cc} = 12$ (V)

Nhiệt độ làm việc: $t = -40 \div 80^{\circ}\text{C}$

Điện áp ứng với mức logic “1”: $U = 2 \div 4,5$ (V)

Dòng điện: $I \leq 1$ (mA)

Công suất tiêu thụ: $P = 2,5$ (mW/cổng)



Hình 3.14. Sơ đồ chân IC 4081

- Chọn khuếch đại thuật toán

Từ mạch hình 3.10a cho một kênh điều khiển ta dùng 4 bộ khuếch đại thuật toán. Nên để điều khiển 3 kênh ta phải dùng 12 bộ khuếch đại thuật toán. Dựa vào tài liệu hướng dẫn “thiết kế điện tử công suất” ta chọn khuếch đại thuật toán cho mạch điều khiển là loại IC TL084, mỗi IC có 4 khuếch đại thuật toán nên ta chọn 3 IC TL084 với thông số như sau:

Điện áp nguồn nuôi: $V_{cc} = 18$ (V)

Ta chọn: $V_{cc} = 12$ (V)

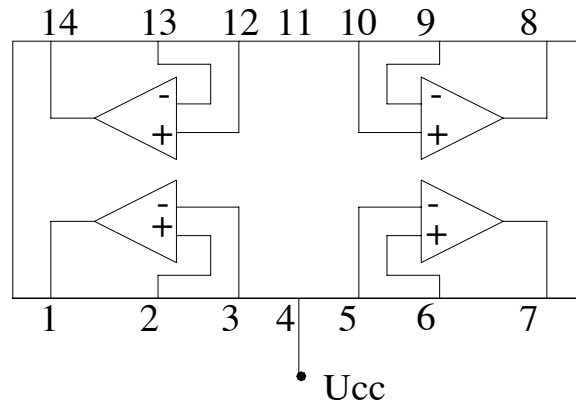
Hiệu điện thế giữa hai đầu vào: $U_v = \pm 30$ (V)

Nhiệt độ làm việc: $t = -25 \div 85^{\circ}\text{C}$

Tổng trở đầu vào: $R_{in} = 10^6 \text{ (M}\Omega\text{)}$

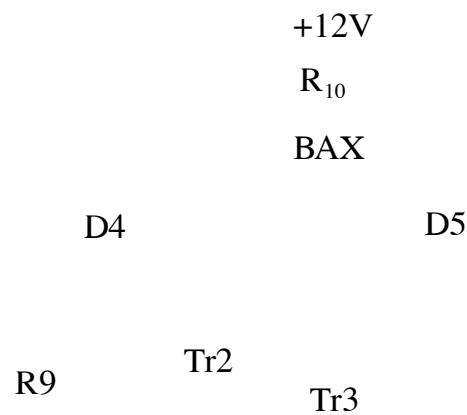
Dòng điện đầu ra: $I_{ra} = 30 \text{ (pA)}$

Tốc độ biến thiên điện áp cho phép: $\frac{dU}{dt} = 13 \text{ (v}/\mu\text{s)}$



Hình 3.15: Sơ đồ chân IC TL084

3. Tính toán các thông số của khâu khuếch đại.



Hình 3.16: Sơ đồ khâu khuếch đại

Dòng điện trung bình chạy qua transistor (Tr3) là:

$$I_{tb} = I_{ctr3} = \frac{I_2}{m} = \frac{0,4}{3} = 0,133(A)$$

Như vậy ta phải chọn Tr3 sao cho $I_{ctr3} > I_{tb}$

Dựa vào “tài liệu tra cứu transistor Nhật Bản” của các tác giả Trần Ngọc Sơn dịch ta chọn được Tr3 có các thông số sau:

Mã hiệu: 2SC118, chất liệu SIP

Điện áp: $U_{cb0} = 40 (V)$

Điện áp: $U_{eb0} = 3 (V)$

Dòng điện cực đại qua colector: $I_{ctr3max} = 500 (mA)$

Làm việc ở chế độ xung điều kiện công suất

Công suất cực đại: $P_{cmax} = 600 (mW)$

Nhiệt độ cực đại: $t^0C = 175^0C$

Tần số giới hạn: $f_{max} = 150 (Mhz)$

Hệ số khuếch đại: $\beta_3 = 40$

Từ đó ta có dòng điện làm việc colector của Tr3 là

$$I_{ctr3} = I_1 = 0,133 (A) = 133 (mA)$$

Dòng điện làm việc của bazo

$$I_{BTr3} = \frac{I_{cTr3}}{\beta_3} = \frac{133}{40} = 3,325(\mu A)$$

Dựa vào “tài liệu tra cứu transistor Nhật Bản” của tác giả Trần Ngọc Sơn dịch ta chọn Tr2 có các thông số:

Mã hiệu: 2SC49, chất liệu NPN

Điện áp: $U_{cb0max} = 120 (V)$

Điện áp: $U_{eb0max} = 6 (V)$

Dòng điện cực đại qua colector: $I_{cmax} = 300 (mA)$

Công suất tiêu tán ở colector: $P_{cmax} = 600 (mW)$

Tần số giới hạn: $f_{max} = 16 (Mhz)$

Hệ số khuếch đại: $\beta_3 = 60$

Dòng điện làm việc qua cực bazơ của Tr2 là: ta chọn tr2 khi làm việc thông hoàn toàn, dẫn dòng $I_{cTr2} = 300$ (mA) thì dòng I_{bTr2} là:

$$I_{bTr2} = \frac{I_{cTr2}}{\beta_2} = \frac{300}{60} = 5 \text{ (mA)}$$

Với Tr2 và Tr3 được chọn như vậy thì hệ số khuếch đại của cả hệ là:

$$\beta = \beta_1 \cdot \beta_2 = 40 \cdot 60 = 2400$$

Để hạn chế dòng điện đưa vào cực bazơ của Tr2 ta dùng điện trở R_9 sao

$$\text{cho } R_9 \geq \frac{U_G}{I_b \cdot Tr_2} = \frac{12}{5 \cdot 10^{-3}} = 2400 (\Omega)$$

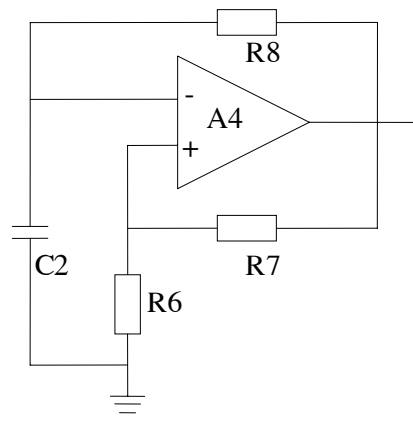
Trong đó: U_G là điện áp cấp cho cổng AND.

Như vậy ta chọn $R_9 = 2,4$ (K Ω)

Ta chọn nguồn cấp cho biến áp xung: $E = + 12$ (V). Với nguồn $E = 12$ (V) ta phải mắc thêm điện trở R_{10} nối tiếp với cực emittor của Tr3 để giảm áp đồng thời tạo dòng điện chạy trong cuộn dây sơ cấp máy biến áp xung. R_{11} được xác định như sau:

$$R_{10} = \frac{E - U_1}{I_1} = \frac{12 - 9}{0,133} \approx 22 (\Omega)$$

4. Tính thông số mạch tạo xung chòm



Hình 3.17. Sơ đồ mạch tạo xung chòm

Mạch tạo xung chòm có tần số đã chọn $f_x = 3$ KHz.

$$f_x = \frac{1}{T_2} = \frac{1}{2T_x} = 3\text{Khz}$$

$$\text{Chu kỳ của xung chòm: } T = \frac{1}{f_x} = 2T_x$$

$$\text{Suy ra: } T = 2 \cdot 0,167 \cdot 10^{-3} = 334 \cdot 10^{-6} \text{ (s)} = 344 \text{ (}\mu\text{s)}$$

$$\text{Ta có: } T = 2 \cdot R_8 \cdot C_2 \cdot \ln\left(1 + 2 \cdot \frac{R_7}{R_8}\right)$$

Ta chọn $R_6 = R_7 = 33 \text{ (K}\Omega\text{)}$ thì ta có

$$T = 2,2 \cdot R_8 \cdot C_2 = 334 \text{ (}\mu\text{s)}$$

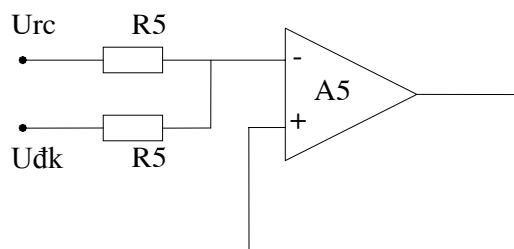
$$\text{Vậy } R_8 \cdot C_2 = \frac{334}{2,2} = 151,8 \text{ (}\mu\text{s)}$$

Chọn tụ $C_2 = 0,1 \text{ (}\mu\text{F)}$ có điện áp $U = 16 \text{ (V)}$;

$$R_8 = \frac{151,8}{0,1} = 1518 \text{ (}\Omega\text{)} = 1,518 \text{ (k}\Omega\text{)}$$

Để thuận tiện cho việc điều chỉnh khi lắp mạch thì ta chọn R_8 là biến trở $2,2 \text{ K}\Omega$

5. Tính chọn tầng so sánh.



Hình 3.18. Sơ đồ khâu so sánh

Khuếch đại thuật toán ta đã chọn ở trước loại TL084.

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

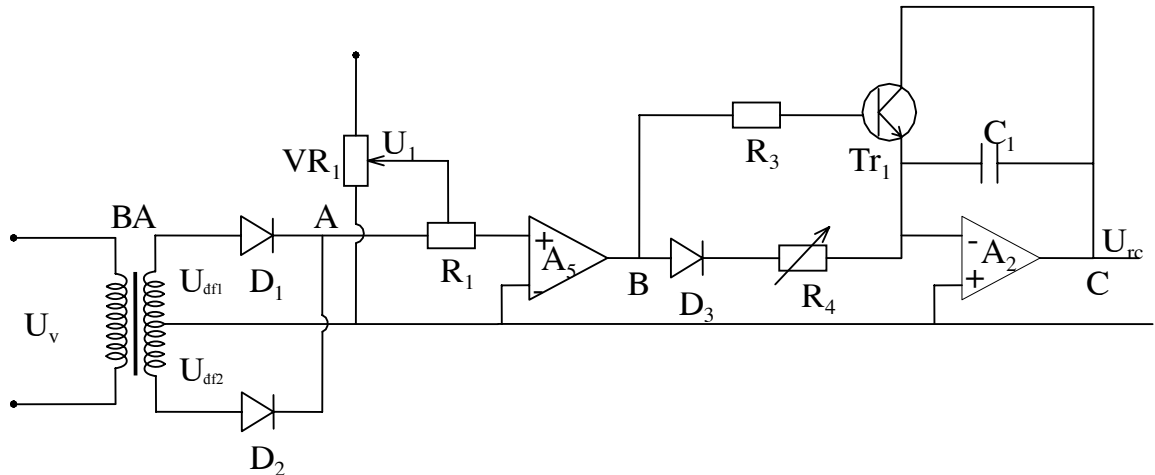
Trong đó: nguồn nuôi $V_{cc} = \pm 12$ (V) thì điện áp vào A_3 là $U_v \approx 12$ (V).

Dòng điện vào được hạn chế $I_v \leq 1$ (mA)

Do đó ta chọn $R_5 = 15$ (k Ω) khi đó dòng vào A_3 là:

$$I_{\max} = \frac{12}{15 \cdot 10^3} = 0,8(\text{mA})$$

6. Tính toán thông số khâu đồng pha



Hình 3.18. Sơ đồ mạch đồng pha

Điện áp nạp và xả tụ C_1 là điện áp dạng răng cưa và được xác định như sau:

Thời gian nạp được $T_r = R_4 \cdot C_1 = 0,01$ (s)

Chọn tụ $C_1 = 0,1$ (μ F) thì điện trở được xác định như sau:

$$R_4 = \frac{T_r}{C_1} = \frac{0,01}{0,1 \cdot 10^{-6}} = 100 \cdot 10^3 (\Omega) = 100(\text{k}\Omega)$$

Để tiện cho việc điều chỉnh khi lắp ráp mạch R_4 thường được chọn là biến trở lớn hơn 100 (k Ω). Ta chọn R_4 là biến trở 200 (k Ω).

Vì điện áp ra của khâu đồng pha $U_{rc} = 12$ (V) nên ta phải chọn Tr_1 sao cho $U_{ce} > 12$ (V)

Dựa vào “tài liệu tra cứu transistor Nhật bản” chọn Tr_1 có các thông số như sau:

Mã hiệu: 2SC615, chất liệu SIP

Làm việc ở chế độ xung

Điện áp: $U_{cb0max} = 45$ (V)

Điện áp: $U_{eb0max} = 4$ (V)

Dòng điện cực đại qua colector: $I_{cmax} = 300$ (mA)

Công suất tiêu tán ở colector: $P_{cmax} = 600$ (mW)

Hệ số khuếch đại: $\beta_1 = 60$

Để hạn chế dòng điện vào cực bazơ của Tr_1 ta dùng điện trở R_3 và được tính

$$R_3 = \frac{U_{r1}}{I_{bTr1}} = \frac{12}{5 \cdot 10^{-3}} = 2,4 \text{ (k}\Omega\text{)}$$

Chọn điện áp chỉnh lưu tại A là: $U_A = 9$ (V)

Điện trở R_2 để hạn chế dòng điện đi vào mạch điều kiện thuật toán A_1 .

Thường chọn R_1 sao cho dòng vào khuếch đại thuật toán $I_v < 1$ (mA). Do đó ta chọn R_2 như sau:

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

Ta chọn $R_2 = R_1 = 10$ (k Ω)

Chọn biến trở $VR_1 = 20$ (k Ω). dùng để lấy ra điện áp U_1 .

* Tính toán máy biến áp đồng pha

1. Ta chọn thiết kế máy biến áp dùng cho cả việc tạo điện áp đồng pha và tạo nguồn nuôi. Chọn kiểu máy biến áp 3 pha 3 trụ, trên mỗi trụ có 5 cuộn dây, 1 cuộn sơ cấp và 4 cuộn thứ cấp.

2. Điện áp lấy ra ở thứ cấp máy biến áp làm điện áp để chỉnh lưu hai nửa chu kỳ làm điện áp đồng pha và một phần dùng làm điện áp cấp cho nguồn nuôi.

$$U_{df1,2} = U_2 = \frac{U_A}{K_u} = \frac{9}{0,9} = 10(V)$$

3. Dòng điện thứ cấp máy biến áp đồng pha

$$I_{2đph} = 1 (mA)$$

4. Công suất nguồn nuôi cấp cho máy biến áp xung

$$P_{đph} = 3 \cdot U_{2đph} \cdot I_{2đp} = 3 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 0,03 (W)$$

5. Công suất tiêu thụ ở 3 cổng AND của IC 4081 là:

$$P_{4081} = 3 \cdot 2,5 = 7,5 (mW) = 7,5 \cdot 10^{-3} (W)$$

6. Công suất tiêu thụ của 13 bộ khuếch đại thuật toán đã chọn 3 ICTL084.

$$P_{084} = 3 \cdot 0,68 = 2,04 (W)$$

7. Công suất BAX cấp cho 3 cực điều khiển Triac.

$$P_x = 3 \cdot U_{đk} \cdot I_{đk} = 3 \cdot 3 \cdot 0,4 = 3,6 (W)$$

8. Công suất sử dụng cho việc tạo nguồn nuôi của 3 kênh.

$$P_N = 3 (P_{đph} + P_{4081} + P_{084})$$

$$P_N = 3 \cdot (0,03 + 7,5 \cdot 10^{-3} + 2,04) = 6,24 (W)$$

9. Công suất của máy biến áp có kể đến 5% tổn thất trong máy

$$S = 1,05 \cdot (P_x + P_N) = 1,05 \cdot (3,6 + 6,24) = 10,332 (W)$$

10. Dòng điện thứ cấp máy biến áp.

$$I_2 = \frac{S}{12 \cdot U_2} = \frac{10,332}{12 \cdot 10} = 0,086 (A)$$

11. Dòng điện sơ cấp máy biến áp.

$$I_1 = \frac{S}{3 \cdot U_1} = \frac{10,332}{3 \cdot 220} = 0,0175 (A)$$

12. Tiết diện trụ của máy biến áp được tính theo công thức kinh nghiệm

$$Q_T = K_Q \cdot \sqrt{\frac{S}{m \cdot f}} = 6 \cdot \sqrt{\frac{10,332}{3 \cdot 50}} = 1,57 (cm^2)$$

Trong đó:

$K_Q = 6$: Hệ số phụ thuộc phương thức làm mát

$m = 3$: Số trụ của biến áp

$f = 50$: Tần số điện áp lưới

Chuẩn hoá tiết diện trụ theo bảng 7 “tài liệu hướng dẫn thiết kế điện tử công suất”.

$$Q_T = 1,63 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Kích thước mạch từ lá thép

dày $\delta = 0,2 \text{ (mm)}$

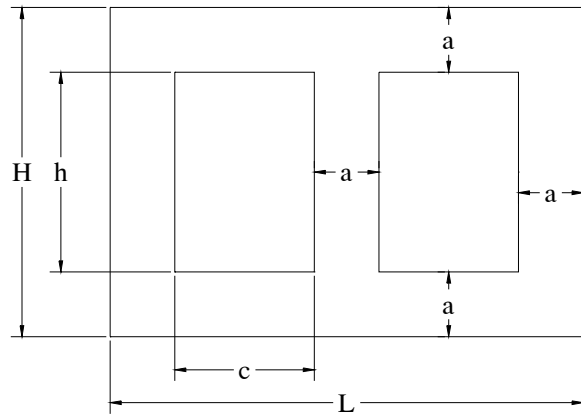
Số lượng lá thép là;

$a = 12 \text{ (mm)}$

$b = 16 \text{ (mm)}$

$h = 30 \text{ (mm)}$

$c = 12 \text{ (mm)}$



Hình 3.19. Kích thước mạch từ biến áp

13. Chọn mật độ từ cảm $B = 1 \text{ (T)}$ ở trong trụ ta có số vòng dây sơ cấp là:

$$W_1 = \frac{U_1}{4,44.f.B.Q_T} = \frac{220}{4,44.50.1.1,63.10^{-4}} = 6080 \text{ (vòng)}$$

14. Chọn mật độ dòng điện $J_1 = J_2 = 2,75 \text{ (A/mm}^2\text{)}$

Tiết diện dây quấn sơ cấp

$$S_1 = \frac{S}{3.U_1.J_1} = \frac{10,332}{3.220.2,75} = 0,0057 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Đường kính dây quấn sơ cấp.

$$d_1 = \sqrt{\frac{4.S_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4.0,0057}{3,14}} = 0,085 \text{ (mm)}$$

Chọn $d_1 = 0,1 \text{ (mm)}$ để đảm bảo độ bền cơ.

Đường kính có kể cả cách điện là: $d'_1 = 0,12 \text{ (mm)}$.

15. Số vòng dây quấn thứ cấp.

$$W_2 = W_1 \cdot \frac{U_2}{U_1} = 6080 \cdot \frac{10}{220} = 249 \text{ (vòng)}$$

16. Tiết diện dây quấn thứ cấp

$$S_2 = \frac{S}{12 \cdot U_2 \cdot J_2} = \frac{10,332}{12 \cdot 220 \cdot 2,75} = 0,0014 \text{ (mm}^2\text{)}$$

17. Đường kính dây quấn thứ cấp.

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0014}{3,14}} = 0,043 \text{ (mm)}$$

Chuẩn hoá đường kính: $d_2 = 0,06 \text{ (mm)}$

Đường kính dây có cách điện: $d_2' = 0,08 \text{ (mm)}$

18. Chọn hệ số lấp đầy

$$\text{Với } K_{ld} = \frac{\pi (d_1'^2 \cdot W_1 + d_2'^2 \cdot W_2)}{4 \cdot c \cdot h} = \frac{3,14 (0,12^2 \cdot 6080 + 0,06^2 \cdot 249)}{4 \cdot 12 \cdot 3} = 0,2$$

19. Chiều dài mạch từ.

$$L = 2 \cdot C + 3 \cdot A = 2 \cdot 12 + 3 \cdot 12 = 60 \text{ (mm)}$$

20. Chiều cao mạch từ

$$H = h + 2 \cdot a = 30 + 2 \cdot 12 = 54 \text{ (mm)}$$

* Tính chọn 12 diode của mạch chỉnh lưu nguồn nuôi

- Dòng điện hiệu dụng qua diode

$$I_{DHD} = \frac{I_2}{\sqrt{2}} = \frac{0,086}{\sqrt{2}} = 0,06 \text{ (A)}$$

- Điện áp ngược lớn nhất mà diode phải chịu.

$$U_{Nmax} = 2 \cdot \sqrt{2} U_2 = 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 9 = 25,45 \text{ (V)}$$

- Chọn diode có dòng định mức

$$I_{dm} \geq K_i \cdot I_{DmD} = 10 \cdot 0,06 = 0,6 \text{ (A)}$$

- Chọn diode có điện áp ngược lớn nhất

$$U_N = K_u \cdot U_{Nmax} = 2 \cdot 25,45 = 50,9 \text{ (V)}$$

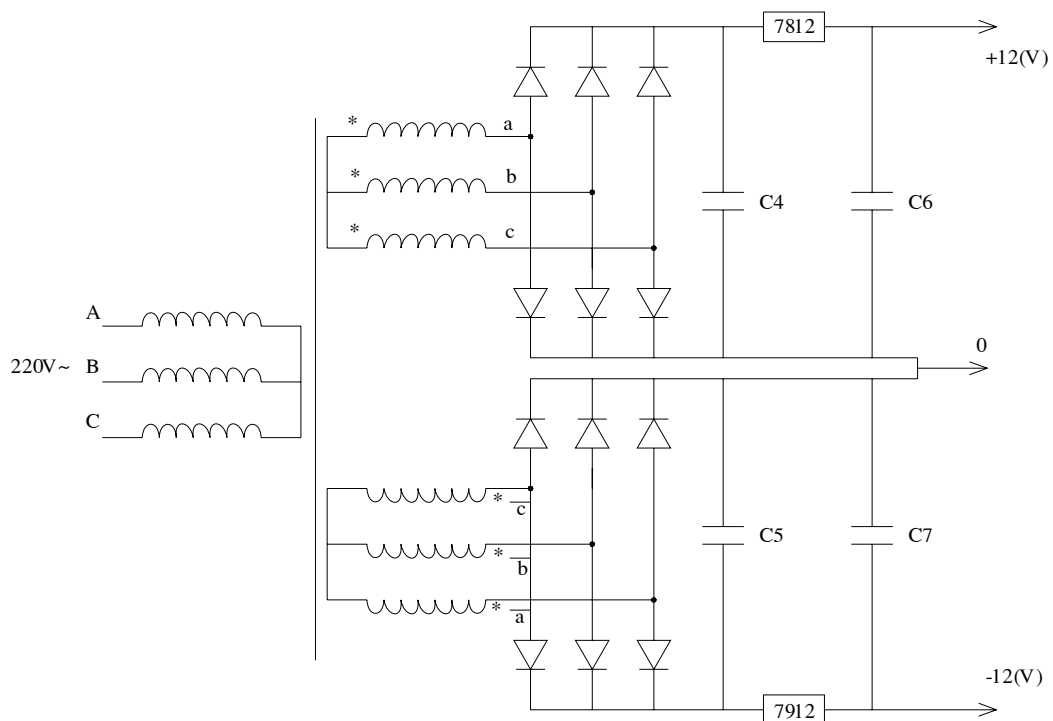
Chọn diode loại KΠ208A có các thông số sau:

+ Dòng điện định mức: $I_{dm} = 1,5 \text{ (A)}$

+ Điện áp ngược cực đại của diode: $U_N = 100 \text{ (V)}$

7. Tạo nguồn nuôi

Ta cần tạo ra nguồn điện áp $\pm 12 \text{ (V)}$ để cấp cho biến áp xung, nuôi IC, cầu cân bằng



Hình 3.20. Sơ đồ nguyên lý tạo nguồn nuôi $\pm 12 \text{ (V)}$

Ta dùng chỉnh lưu cầu 3 pha dùng diode, điện áp thứ cấp máy biến áp nguồn nuôi là $U_2 = 10$ (V).

Điện áp sau khi chỉnh lưu cầu 3 pha là:

$$U_2' = K_u \cdot U_2 = 2,34 \cdot 10 = 23,4 \text{ (V)}$$

Để ổn định điện áp ra của nguồn nuôi ta dùng 2 vi mạch ổn áp 7812 và 7912 có các thông số sau:

Điện áp đầu vào: $U_v = 7 \div 35$ (V)

Điện áp đầu ra:

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

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

Dòng điện đầu ra: $I_a = 0 \div 1$ (A)

Tụ C_4, C_5 dùng để lọc thành phần sóng hài bậc cao. Chọn $C_4 = C_5 = C_6 = C_7 = 470$ (μF); $U_c = 35$ (V)

CHƯƠNG IV: ỔN ĐỊNH NHIỆT ĐỘ.

§4.1: MỤC ĐÍCH ỔN ĐỊNH NHIỆT ĐỘ:

Để đảm bảo được tính ổn định trong thời gian làm việc của lò sấy điện trở (tủ sấy) về nhiệt độ, ta cần thiết kế mạch điều khiển để ổn định nhiệt độ theo đúng yêu cầu của người sử dụng. Mạch điều khiển phải đảm bảo được khoảng dao động nhiệt độ mà người thiết kế, sử dụng cho phép.

§4.2: MỘT SỐ CẢM BIẾN THƯỜNG DÙNG ĐỂ ĐO NHIỆT ĐỘ.

1. Nhiệt điện trở:

Đặc tính quan trọng của loại điện trở này là có độ nhạy nhiệt rất cao gấp hàng chục lần độ nhạy của điện trở kim loại. Nhiệt điện trở này có thể được chia làm hai loại.

- Nhiệt điện trở có hệ số nhiệt điện trở dương.
- Nhiệt điện trở có hệ số nhiệt điện trở âm.

Về cấu tạo nhiệt điện trở được làm từ hỗn hợp oxit bán dẫn đa tinh thể như: MgO , $MgAl_2O_4$, Mn_2O_3 , Fe_3O_4 , CO_2O_3 , MiO , $ZnTiO_4$.

Nhiệt điện trở được chế tạo dưới dạng bột oxit, trộn với nhau theo tỉ lệ nhất định sau đó được nén định dạng và thiêu kết ở nhiệt độ $1000^{\circ}C$. Các dây nối kim loại được hàn tại hai điểm trên bề mặt và được phủ bằng một lớp kim loại. Các nhiệt điện trở được chế tạo với các hình dáng khác nhau. Cảm biến có kích thước nhỏ, cho phép đo nhiệt độ tại từng điểm, đồng thời đo nhiệt dung nhỏ nên thời gian hồi đáp nhỏ.

Phụ thuộc vào loại nhiệt điện trở, dải nhiệt độ làm việc có thể thay đổi từ vài độ tuyệt đối đến khoảng $300^{\circ}C$. Hình 4.1 trình bày cấu tạo của các nhiệt điện trở có vỏ bọc thủy ngân.



Hình 4.1: Điện trở nhiệt và bọc thủy tinh.

Quan hệ giữa điện trở và nhiệt độ được chọn theo biểu thức.

$$R(T) = R_0 \left(\frac{I}{T_0} \right)^2 \exp \left\{ \beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right\}$$

Trong đó R_0 là điện trở ở nhiệt độ tuyệt đối T_0 . Độ nhạy với nhiệt được cho trước dạng. $\alpha_R = \frac{\beta + \beta}{T^2}$

Vì ảnh hưởng của hàm mũ đến điện trở chiếm ưu thế hơn, nên ta có thể viết lại biểu thức như sau: $R(T) = R_0 \exp \left\{ B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right\}$

Bỏ qua ảnh hưởng của B theo nhiệt độ, ta có độ nhạy nhiệt có dạng $\alpha_R = -B/T^2$ giá trị của B nằm trong khoảng $3000 \div 5000K$.

Vì độ nhạy nhiệt rất cao nên nhiệt điện trở này được ứng dụng để phát hiện những biến thiên rất nhỏ của nhiệt độ ($10^{-4} \div 10^{-3}K$). Để nhiệt độ thấp người ta sử dụng các nhiệt điện trở có giá trị nhỏ ở $25^{\circ}C$ (ví dụ 50 hoặc

100Ω), trong khi đó để đo nhiệt cao cần sử dụng các nhiệt điện trở lớn (100Ω÷500Ω).

2. Cảm biến cặp nhiệt ngẫu:

a. Nguyên lý làm việc.

Bộ cảm biến cặp nhiệt ngẫu là một mạch có từ hai hay nhiều thanh dẫn điện gồm hai dây dẫn A và B. Chỗ nối giữa hai thanh kim loại 1 và 2 được hàn với nhau. Seebek đã chứng minh rằng, nếu nhiệt độ các mối hàn t và t_0 khác nhau thì trong mạch khép kín có một dòng điện chạy qua. Chiều của dòng nhiệt điện này phụ thuộc vào nhiệt độ tương ứng của mỗi hàn, nghĩa là nếu $t > t_0$ thì dòng điện chạy theo hướng ngược lại. Nếu để một đầu thì giữa hai cực xuất hiện một sức điện động (sđđ) nhiệt.

Khi hai mối hàn có cùng nhiệt độ, ví dụ bằng t_0 thì sđđ tổng:

$$E_{AB} = e_{AB}(t_0) + e_{BA}(t_0) = 0.$$

Từ đó rút ra được:

$$e_{AB}(t_0) = e_{BA}(t_0).$$

Khi t_0 và t khác nhau thì sđđ tổng:

$$E_{AB} = e_{AB}(t) + e_{BA}(t_0). \text{ Hay: } E_{AB} = e_{AB}(t) - e_{AB}(t_0).$$

Phương trình trên là phương trình cơ bản của cặp nhiệt ngẫu, nghĩa là sđđ phụ thuộc vào hiệu số nhiệt độ của mạch vòng t và t_0 . Nếu $t_0 = \text{const}$ thì:

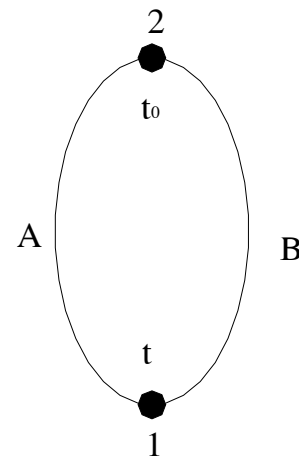
$$E_{AB} = e_{AB}(t) - C = f(t).$$

Với $C = e_{AB}(t_0) = \text{const}$.

Như vậy bằng cách đo sđđ ta có thể tìm được nhiệt độ t của đối tượng đo với $t_0 = \text{const}$.

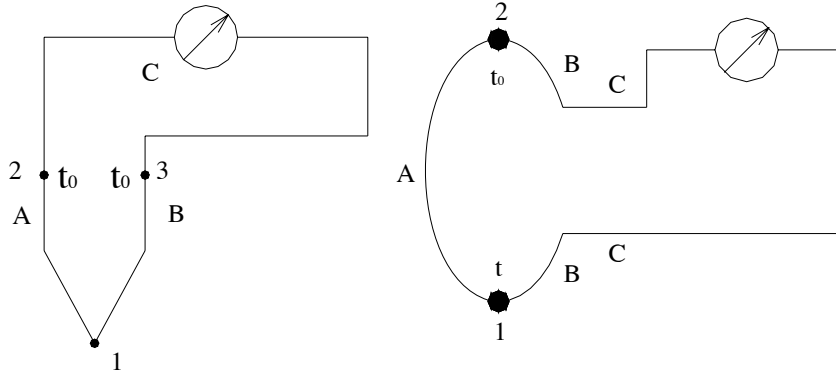
*Cách đấu dụng cụ đo vào mạch bộ biến nhiệt độ, có hai cách sau:

- Mối nối có nhiệt độ cần đo.
- Mối nối có nhiệt độ cần đo t và



Hình 4.2. Sơ đồ cặp nhiệt ngẫu

nhệt độ chuẩn t_0 . Tuy hai sơ đồ mắc có khác nhau, nhưng sđđ nhiệt sẽ như nhau nếu nhiệt độ ở đầu hàn với dây dẫn (bằng nhau).



Hình 4.3: Sơ đồ nối cặp nhiệt ngẫu.

Từ sơ đồ hình 4.3 ta có:

$$E_{ABC}(t, t_0, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0).$$

Nếu nhiệt độ ở tất cả các mối hàn là như nhau thì:

$$E_{ABC}(t_0) = e_{AB}(t_0) + e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0) = 0.$$

Khi đó:

$$e_{BA}(t_0) = e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0).$$

$$E_{ABC}(t, t_0, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BA}(t_0) = e_{AB}(t) - e_{AB}(t_0) = E(t, t_0).$$

Đối với mạch trên hình 4.3b thì:

$$E_{ABC}(t, t_1, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BC}(t_1) + e_{BA}(t_0).$$

Nếu tính: $e_{BC}(t_1) = e_{AB}(t_1)$ và $e_{AB}(t_0) = -e_{BA}(t_0)$.

$$\text{Thì: } E_{ABC}(t, t_1, t_0) = e_{AB}(t) - e_{AB}(t_0) = E(t, t_0)$$

Như vậy suất điện động nhiệt không thay đổi khi đưa thêm vào dây dẫn thứ ba, với điều kiện nhiệt độ ở các đầu nút là như nhau :

Khi nhiệt độ ở chỗ nối 2,3 (hình 4.3a) hay 3,4 (hình 4.3b) khác nhau thì tạo ra sđđ nhiệt ký sinh ở các mối nối dây.

3. Nhiệt điện trở kim loại

Nhiệt điện trở kim loại thường có dạng dây kim loại hoặc màng mỏng kim loại có điện trở suất thay đổi nhiều theo nhiệt độ. Dựa vào dải nhiệt độ cần đo và các tính chất môi trường người ta thường làm điện trở bằng platin, niken. Đôi khi cũng sử dụng đồng và vonfram.

Platin được chế tạo với độ tinh khiết cao, cho phép tăng độ chính xác của các đặc tính điện của nó, ngoài ra platin còn trơ về hoá học và ổn định tinh thể, cho phép hoạt động tốt trong dải nhiệt độ rộng từ $-200 \div +1000^{\circ}\text{C}$.

Niken có độ nhạy nhiệt cao hơn so với platin. Điện trở của niken ở 100°C lớn gấp 1,617 lần so với giá trị ở 0°C , trong khi đó đối với platin độ chênh này chỉ bằng 1,385. Tuy vậy niken có hoạt tính hoá học cao, dễ bị oxy hoá khi nhiệt độ tăng do vậy dải nhiệt độ làm việc của nó hạn chế dưới 250°C .

Đồng cũng được sử dụng trong một số trường hợp vì sự thay đổi nhiệt độ của đồng có độ tuyến tính cao. Do hoạt tính hoá học của đồng lớn nên dải làm việc của đồng bị hạn chế dưới 180°C .

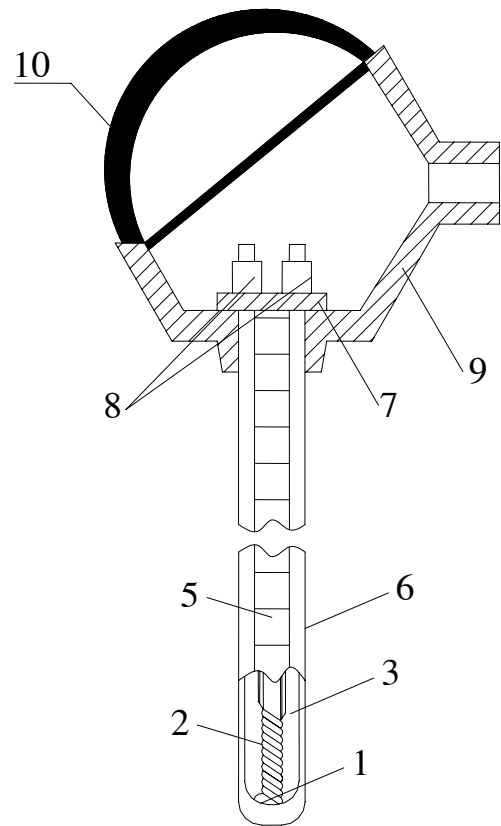
Vonfram có độ nhạy nhiệt độ cao hơn platin khi nhiệt độ dưới 100°C và có độ tuyến tính tốt hơn. Từ vonfram có thể chế tạo các sợi mảnh, tuy nhiên áp suất tạo ra khi kéo sợi vonfram rất khó bị triệt tiêu.

Để đạt được độ nhạy cao, điện trở phải lớn, muốn vậy cần giảm tiết diện và tăng chiều dài dây. Tuy nhiên để có độ bền cơ học tốt các nhiệt điện trở kim loại có trị số điện trở R vào khoảng 100Ω ở 0°C . Để sử dụng cho mục đích công nghiệp các nhiệt điện trở có vỏ bọc tốt, chống được va chạm và rung mạnh.

Ưu điểm cơ bản của nhiệt điện trở là đơn giản, độ nhạy cao, ổn định dài hạn. Các nhiệt điện trở được chia thành ba loại cơ bản : điện trở kim loại, điện trở bán dẫn và nhiệt điện trở.

4. Can nhiệt điện trở

Để thuận tiện cho việc sử dụng các can nhiệt điện trở đã được chế tạo. Sơ đồ cấu tạo của nó được mô tả trong hình 4.4. Dây điện trở được quấn thành hai đường song song trên tấm mica 1 có khía răng cưa. Hai đầu của dây điện trở được hàn lên hai dây nối 4 bằng bạc (nếu nhiệt độ đo nhỏ hơn 100°C thì có thể dùng dây đồng). Hai lá mica 2 được ép hai phía lá 1 để cách điện dây điện trở với vỏ. Ống nhôm 3 bảo vệ dây điện trở và các tấm mica khỏi sự tác động cơ học. Hai dây dẫn được cách điện bằng các ống 5, còn đầu cuối của chúng được nối với 2 cốt đầu 8 để nối mạch với bên ngoài. Vỏ bảo vệ bằng kim loại 6 được gắn chặt lên đầu nối 9 của can nhiệt điện trở. Hệ thống dây điện trở, dây dẫn và cốt đầu được gắn chặt lên đầu nối qua tấm lót cách điện 7. Tấm lót này còn đóng vai trò ngăn không cho nước xâm nhập vào trong lòng can nhiệt điện trở. 10 là nắp đậy của can nhiệt điện trở. Trong một số can nhiệt điện trở để giảm quán tính nhiệt người ta ghép thêm các lá đĩa mỏng đàn hồi vào giữa các lá mica để tăng khả năng truyền nhiệt từ vỏ bảo vệ vào dây điện trở.



Hình 4.4. Sơ đồ cấu tạo can nhiệt điện trở công nghiệp

Các can nhiệt điện trở được chế tạo phải có khả năng thay thế vì vậy thường gặp các can nhiệt điện trở được chế tạo từ đồng và bạch kim. Có rất nhiều loại can nhiệt điện trở nhưng thường gặp nhất là các can nhiệt điện trở bạch kim có ký hiệu : TCPII-50 (dtr $R_0 = 50\Omega$) và TCPII - 1000 9 hoặc PT - 100) có $R_0 = 100\Omega$, và các can nhiệt điện trở đồng có ký hiệu TCM-50, TCM-100 ($R_0 = 50\Omega$; $R_0 = 100\Omega$)

Về độ chính xác nhiệt kế điện trở bạch kim được chế tạo theo hai loại : loại I và loại II. Loại I có sai số $R_0 = \pm 0,05\%$ còn loại II là $\pm 0,1\%$. Yêu cầu về sai số của hệ số nhiệt điện trở $\alpha = \frac{dR}{R \cdot dt}$ là $\pm 7 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ đối với loại I và $\pm 1 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ đối với loại II.

Can nhiệt điện trở đồng được chế tạo theo loại II và loại III có sai số R_0 là $\pm 0,1\%$, nhưng sai số của hệ số nhiệt điện trở α là $1 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ đối với loại II và $\alpha 2 \cdot 10^{-6} \cdot 1/^{\circ}\text{C}$ để cho loại III.

5. Bù nhiệt độ đầu tự do.

Điều kiện chuẩn khi xác định đặc tuyến của cặp nhiệt điện là nhiệt độ đầu tự do của nó bằng 0°C . Nhưng trong công nghiệp nhiệt độ đầu tự do luôn luôn khác 0°C . Nghĩa là kết quả sức điện động đo được luôn luôn nhỏ hơn sức điện động chuẩn. Vì vậy, phải bù ảnh hưởng của nhiệt độ đầu tự do t_0 . Theo điều kiện chuẩn sức điện động sinh ra của cặp nhiệt độ đầu nóng bằng t là:

$$E(t, 0) = e(t) - e(0)$$

$$\text{Còn khi nhiệt độ đầu nóng là } t_0 \text{ thì: } E(t_0, 0) = e(t_0) - e(0).$$

Nếu nhiệt độ đầu nóng là t và đầu lạnh là t_0 thì sức điện động đo được:

$$E(t, t_0) = e(t) - e(t_0)$$

$$\text{Nhu vậy } E(t, 0) - E(t, t_0) = e(t_0) - e(0) = E(t_0, 0)$$

$$\text{Suy ra: } E(t, 0) = E(t, t_0) + E(t_0, 0)$$

Để bù nhiệt độ đầu tự do, phải biết được giá trị của nó và dùng bảng chuẩn xác định giá trị $E(t_0, 0)$. Giá trị sức điện động chuẩn $E(t, 0)$ sẽ được xác định theo công thức trên, nghĩa là bằng sức điện động đo được $E(t, t_0)$ cộng với sức điện động bù $E(t_0, 0)$

Trong công nghiệp có thể sử dụng các thiết bị bù tự động. Vai trò của các thiết bị bù này là tự động tạo ra một điện áp bằng giá trị $E(t_0, 0)$ để mắc nối tiếp với cặp nhiệt điện. Một trong những thiết bị bù đó là mạch cầu. Trong đó R_1, R_2, R_3 là các điện trở bằng manganin là điện trở có hệ số nhiệt điện trở

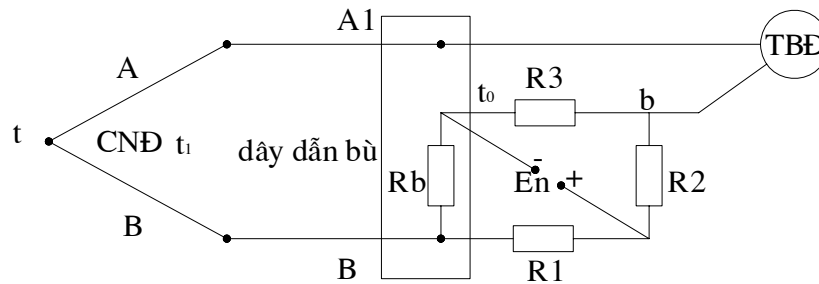
vô cùng bé. Như vậy có thể xem R_1, R_2, R_3 không thay đổi khi nhiệt độ môi trường xung quanh thay đổi. R_b là điện trở bù được chế tạo bằng dây đồng.

$$R_b = R_0(1 + \alpha t), \text{ với } \alpha \text{ là hệ số nhiệt điện trở}$$

Chọn $C_1 = R_2, R_3 = R_0$ và $R_1 R_2 \gg R_0 R_3$ để có thể xem dòng điện đi qua R_b không đổi khi điện trở của nó thay đổi. Ta có:

$$U_{ab} = R \cdot R_b - I \cdot R_3 = I \cdot R_0 \cdot \alpha \cdot t_0$$

$$\text{Khi thiết kế chế tạo đảm bảo: } T \cdot R_0 \cdot \alpha \cdot t_0 = E(t_0, 0)$$



Hình 4.5. Hệ thống đo có cầu bù

Mạch đo có cầu bù được mô tả trong hình 4.7. Điện trở bù R_b và đầu tự do của cặp nhiệt điện (của dây bù) được đặt trong buồng kín để bảo đảm độ ổn định bằng nhiệt độ môi trường.

$$E = E(t_1) - E(t_0, 0) + U_{ab} = E(t, 0)$$

Bằng giá trị điện áp của cặp nhiệt trong điều kiện chuẩn $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$.

6. Cầu cân bằng

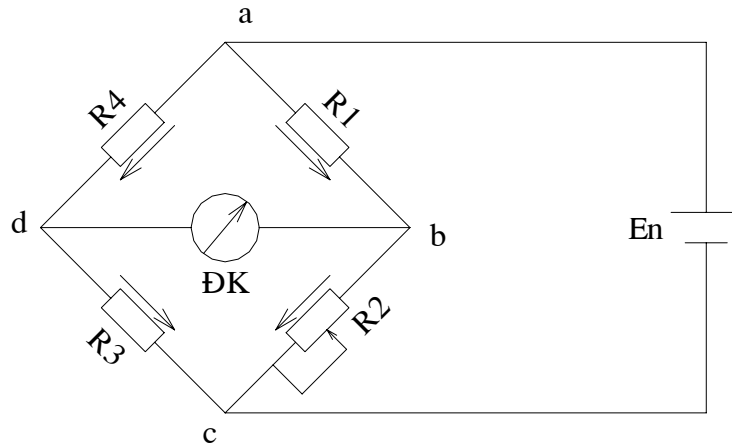
Mạch cầu điện trở có bốn nhánh mắc theo sơ đồ sau.

Trong đó E_n là nguồn cung cấp cho cầu, còn ĐK là điện kế để kiểm tra trạng thái của cầu. Trạng thái của cầu được gọi là cân bằng nếu kim của điện kế ĐK chỉ không nghĩa là $U_{bd} = 0$.

$$\text{Lúc đó } I_1 = I_2; I_3 = I_4$$

$$\text{Ta có } I_1 R_1 = I_4 R_4; I_2 R_2 = I_3 R_3$$

$$\text{Như vậy: } \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_4}{R_3} \text{ hay } R_1 R_3 = R_2 R_4$$



Hình 4.6 Mạch cầu điện trở

được gọi là phương trình cân bằng của cầu. Như vậy nếu R_1 là điện trở cần đo R_3 và R_4 là hai điện trở cố định còn R_2 là biến trở mẫu thì khi cầu cân bằng, giá trị điện trở R_1 sẽ được xác định theo công thức:

$$R_1 = \frac{R_4}{R_3} R_2$$

Độ chính xác của phép đo ở đây phụ thuộc vào độ nhạy của điện kế ĐK và độ chính xác của các điện trở R_2 , R_3 , R_4 . Nhìn chung sự thay đổi của điện áp nguồn E_n không ảnh hưởng đến độ chính xác của phép đo. Tuy nhiên, nếu điện áp nguồn quá thấp thì sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến độ nhạy của điện kế qua đó ảnh hưởng đến độ chính xác của phép đo. Điện áp nguồn cũng không được sử dụng quá cao nếu điện trở cần đo là nhiệt kế điện trở để tránh hiện tượng nhiệt kế điện trở bị dòng điện đốt nóng.

7. Hiện thị số.

Để hiện thị nhiệt độ làm việc ta đưa điện áp đến một khâu hiện thị số và chuyển đổi tương tự sang số, kết hợp với bộ giải mã để cho ra ở đầu ra là mã 7 thanh $3\frac{1}{2}$ digital tương thích với hiện thị LED. Có thể sử dụng trực tiếp vi mạch 7107 như một milivonmet với giá trị tối đa đo được là $\pm 199,9$ (mv). Nguồn cấp cho vi mạch là ± 5 (V)

a. Cấu tạo của IC 7107

Chân 2 đến 25 là các chân ra điều khiển bộ chỉ thị số 7 thanh $3\frac{1}{2}$ digital. Trong đó chân 20 là chân Polarty (phân cực tính âm, dương) của bộ chỉ thị, chân 21 là chân nối đất, chân số 1 nối với nguồn +5(V)

Chân 26: nối với nguồn - 5(V)

Chân 27: có tác dụng là mạch tích phân

Chân 28: có tác dụng như bộ đệm

Chân 29: tự động điều chỉnh về 0

Chân 30, 31: điện áp so sánh (điện áp đo: chân 30 là cực (-), chân 31 là cực (+))

Chân 32: là chân chung (comon) của nguồn điện và xung.

Chân 33: bộ tích lũy điện dung tụ điện

Chân 34: lấy lại chuẩn (Ref: Reference)

Chân 35: Ireflow: lấy lại chuẩn mức thấp

Chân 36: Refhigh: lấy lại chuẩn mức cao

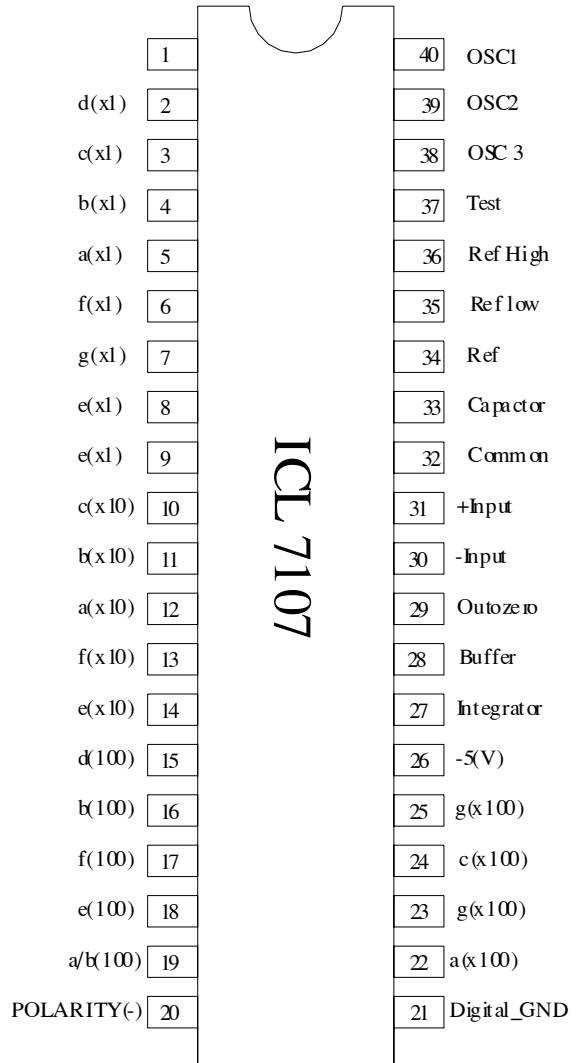
Chân 37: Test : kiểm tra đèn tín hiệu hiển thị

Chân 38: OSC3

Chân 39: OSC2

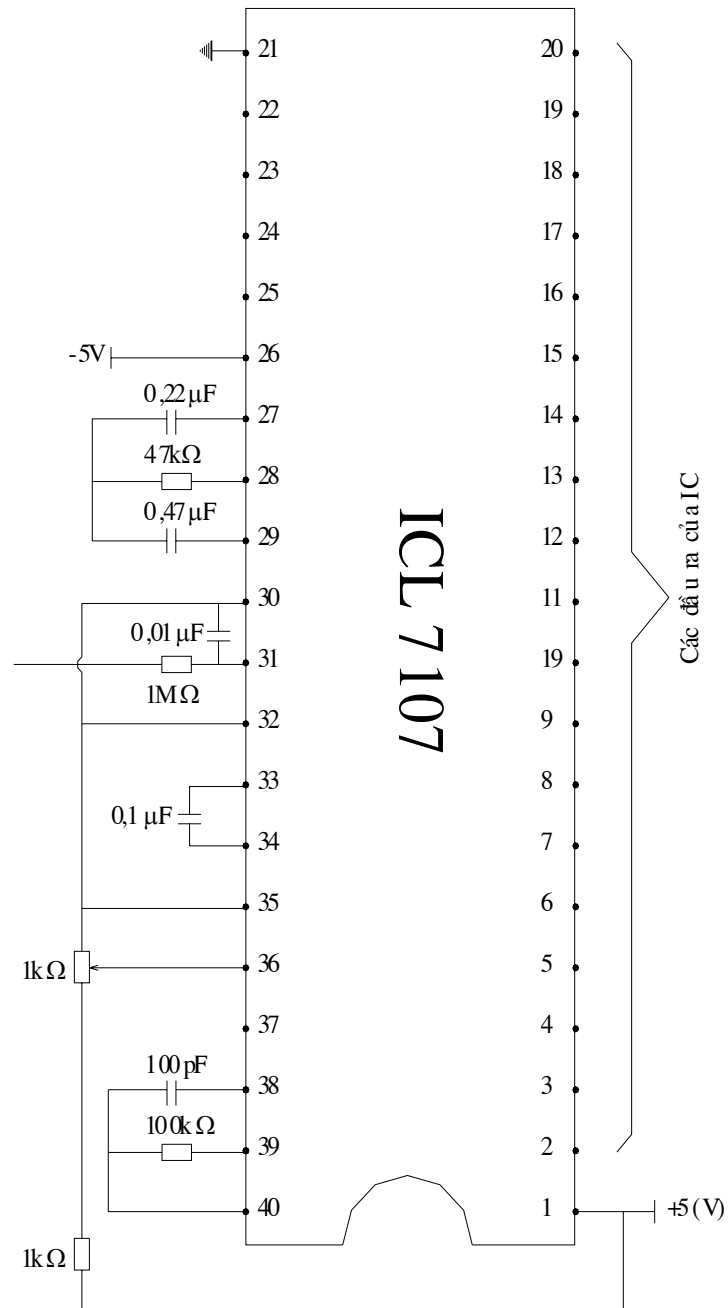
Chân 40: OSC1

} các chân của bộ dao động: Oscicator



Hình 4.7. Sơ đồ chân vi mạch 7107

** Sơ đồ hoạt động*



Hình 4.8. Sơ đồ hoạt động của ICL7107

§4.3. THIẾT KẾ MẠCH PHẢN HỒI ỔN ĐỊNH NHIỆT

1. Tạo điện áp phản hồi nhiệt độ.

Là tử sậy có yêu cầu ổn định nhiệt độ thấp $(105 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ nên ta chọn khâu đo nhiệt độ là cảm biến nhiệt kế điện trở đồng.

a. Thông số của nhiệt điện trở đồng

- Khi ở nhiệt độ 0°C thì có điện trở R_0

- Khi ở nhiệt độ $t^{\circ}\text{C}$ thì có điện trở R_t

$$R_t = R_0(1 + 4,25 \cdot 10^{-3} \cdot T) (\Omega)$$

b. Nhiệt độ của can nhiệt ở 20°C

Theo nhiệt độ ban đầu của vật trước khi đưa vào buồng sấy là 20°C nên ở đây ta tính theo nhiệt độ của môi trường ban đầu là 20°C .

Vậy điện trở của đồng ở 20°C là:

$$\begin{aligned} R_{t20} &= R_0 (1 + 4,25 \cdot 10^{-3} \cdot t) \\ &= 100 (1 + 4,25 \cdot 10^{-3} \cdot 20) = 108,5 (\Omega) \end{aligned}$$

c. Điện trở của đồng ở 105°C là:

$$\begin{aligned} R_{t105} &= R_0 (1 + 4,25 \cdot 10^{-3} \cdot t) \\ &= 100 (1 + 4,25 \cdot 10^{-3} \cdot 105) = 144,625 (\Omega) \end{aligned}$$

Ở đây ta lấy điện trở của đồng ở 0°C là $100 (\Omega)$

Để giảm sai số khi nhiệt điện trở đồng tăng lúc nhiệt độ tăng ta dùng cầu cân bằng với mục đích là làm cho dòng điện chạy qua cầu gần như không đổi khi điện trở tăng so với lúc ban đầu R_t ở nhiệt độ môi trường.

Để cho cầu cân bằng ở nhiệt độ 0°C ta chọn các điện trở $R_1 = R_2 = R_3 = R_0 = 100 (\Omega)$. Trong đó R_1, R_2, R_3 là các điện trở không thay đổi theo nhiệt độ.

Chọn $R = 5 \text{ (k}\Omega\text{)}$ với mục đích làm giảm sai số dòng điện lúc điện trở tăng theo nhiệt độ.

d. Điện áp của nhiệt điện trở.

- Khi nhiệt độ là 0°C .

$$R_{td1} = \frac{2R_1^2 + 2R_1 \cdot R_t}{3 \cdot R_1 + R_t} = R_0$$

$$= 100\Omega.$$

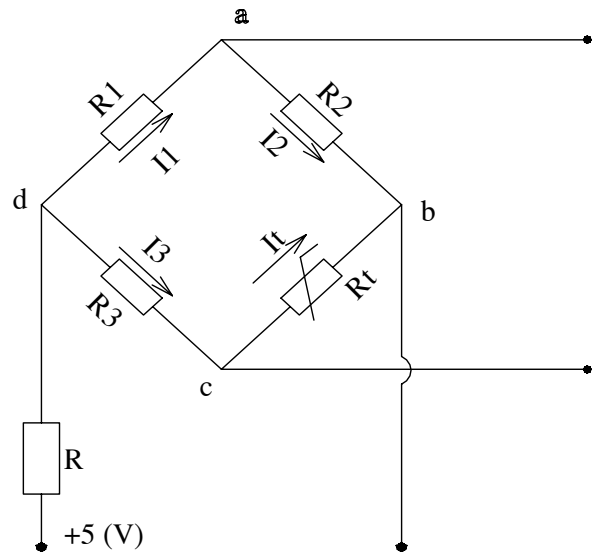
Điện trở tổng ở 0°C

$$R_{tg1} = R_{td1} + R = 5000 + 100$$

$$= 5100 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Dòng điện tổng ở 0°C .

$$I_{tg1} = \frac{U_{cc}}{R_{tg1}} = \frac{5}{5100} = 0,98 \text{ (mA)}$$



Hình 4.9: Sơ đồ cầu cân bằng

Khi ở nhiệt độ môi trường 20°C .

$$R_{td2} = \frac{2R_1^2 + 2R_1 \cdot R_{t20}}{3R_1 + R_{t20}} = \frac{2 \cdot 100^2 + 2 \cdot 100 \cdot 108,5}{3 \cdot 100 + 108,5} = 102,08 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Điện trở tổng ở 20°C .

$$R_{tg2} = R_{td2} + R = 5000 + 102,08 = 5102,08 \text{ (}\Omega\text{)}.$$

Dòng điện ở 20°C là:

$$I_{tg2} = \frac{U_{cc}}{R_{tg2}} = \frac{5}{5102,08} = 0,98 \text{ (mA)}$$

Điện áp giữa hai điểm a, c ở 20°C là:

$$U_{ac2} = \frac{I_{tg2}}{2} \cdot \Delta R$$

$$U_{ac2} = \frac{0,98}{2} (R_{t20} - R_0) = 0,98 (108,5 - 100) = 4,165 \text{ (mV)}.$$

Khi nhiệt độ tăng lên 105°C thì ta có .

$$R_{td2} = \frac{2R_1^2 + 2R_1 \cdot R_t}{3 \cdot R_1 + R_t}$$

$$= \frac{2.100^2 + 2.100^2.144,625}{3.100 + 144,625} = 110(\Omega)$$

Điện trở tổng ở 105^0C .

$$R_{tg3} = R_{td2} + R = 110 + 5000 = 5110 (\Omega)$$

Dòng điện tổng ở 105^0C .

$$I_{tg3} = \frac{U_{cc}}{R_{tg3}} = \frac{5}{5110} = 0,979(\text{mA})$$

Sai số giữa I_1 và I_3 là

$$\Delta I\% = \frac{I_{tg1} - I_{tg3}}{I_{tg1}} = \frac{0,98 - 0,979}{0,98} = 0,1\%$$

Điện áp giữa hai điểm a và c ở 105^0C là:

$$\begin{aligned} U_{ac3} &= \frac{I_{tg3}}{2} \cdot \Delta R = 0,979(R_{t05} - R_0) \\ &= 0,979.(144,625 - 100) = 21,845 (\text{mV}) \end{aligned}$$

Vậy lúc nhiệt độ ở 0^0C thì cầu có điện áp $U_{ac} = 0$, khi nhiệt độ tăng lên nhiệt độ môi trường 20^0C thì cầu có điện áp $U_{ac2} = 4,165 (\text{mV})$, khi nhiệt độ tăng lên 105^0C thì cầu có điện áp $U_{ac3} = 21,845 (\text{mV})$.

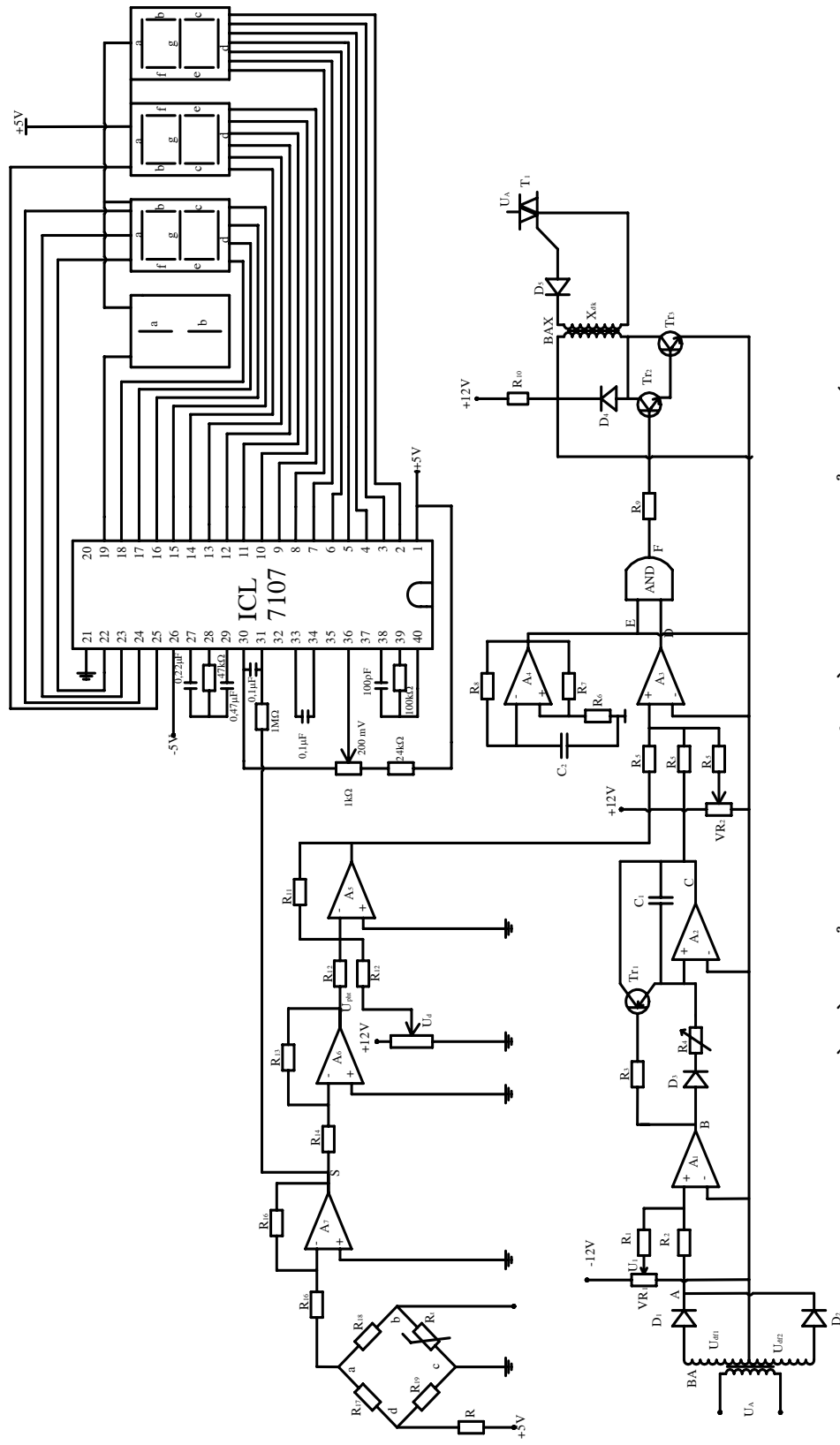
Cảm biến nhiệt điện trở đồng có độ nhạy là:

$$D = \frac{21,845}{105} = 0,2 (\text{mV}/1^0\text{C}).$$

Vi mạch 7107 sử dụng ở đây với tín hiệu vào thay đổi từ 0 đến 200 (mV). Mỗi mức lượng tử ở đầu ra là 1 sẽ tương ứng với một mức lượng tử ở đầu vào là 0,1 (mV). Nhiệt điện trở đồng có độ nhạy 0,2 (mV/ 1^0C) và đo được nhiệt độ tối đa vẫn đảm bảo được độ chính xác là 180^0C .

Để đảm bảo số chỉ thị trên bảng số là nhiệt độ thì khuếch đại thuật toán KT phải có hệ số $K = 0,1/0,2 = 0,5$. Khi nhiệt độ của đầu này là 180^0C thì đầu ra của khuếch đại thuật toán KT sẽ có điện áp là: $U = 180. 0,2. 0,5 = 18 (\text{mV})$

Lúc này trên bảng số xuất hiện số 180, tương ứng với 180^0C .



Sơ đồ điều khiển một pha có phản hồi nhiệt độ và hiển thị số

* Hoạt động của sơ đồ

Điện áp phản hồi nhiệt độ U_{ac} được biến đổi qua khuếch đại thuật toán A_7 để có điện áp thích hợp U_S để đưa vào chân 31 của ICL7107 để hiển thị nhiệt độ bằng số. Tại thời điểm tủ sấy có nhiệt độ môi trường 20^0C thì cho điện áp điều khiển (U_{dk}) là lớn nhất.

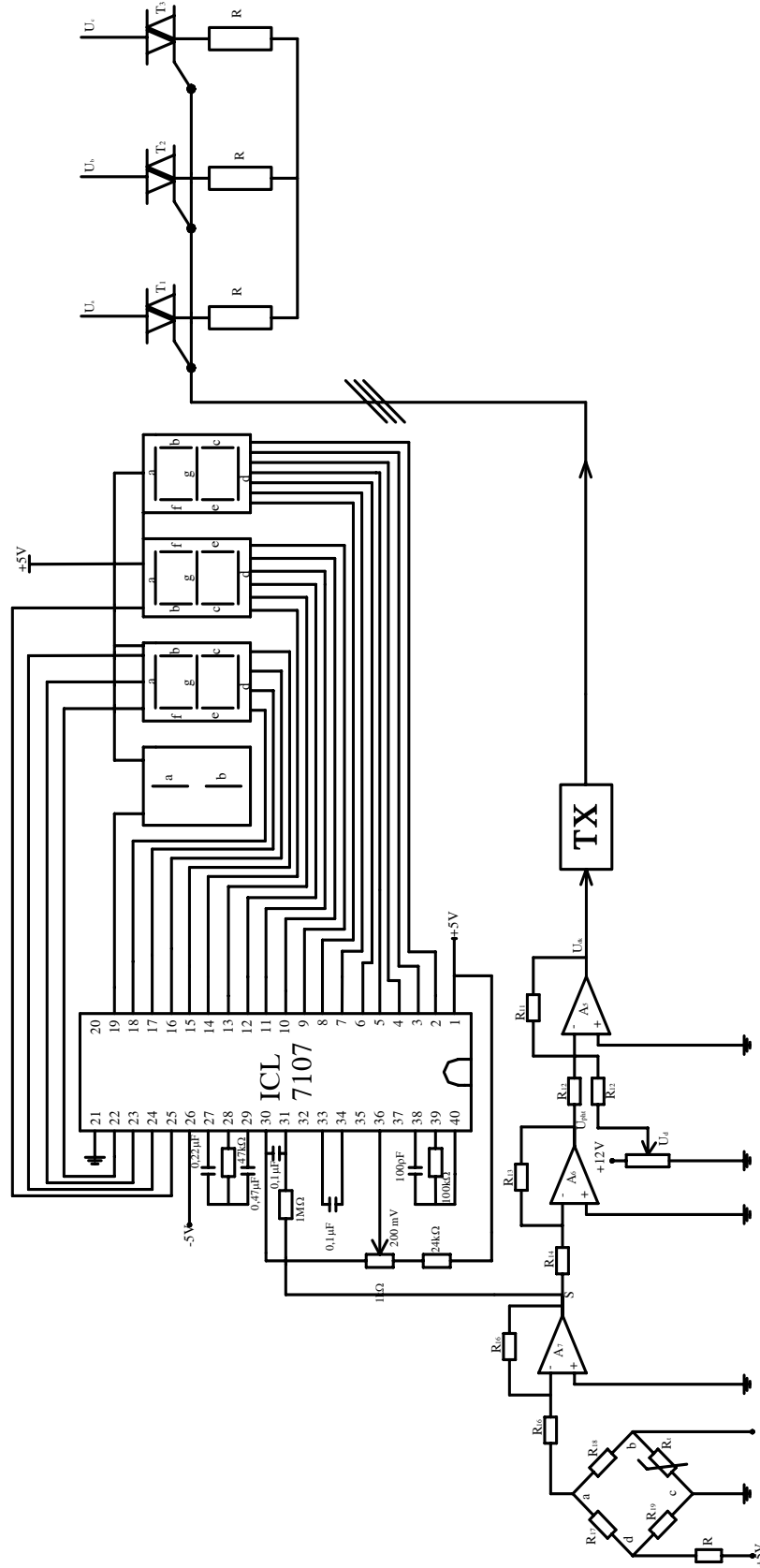
$$U_{dk} = K(U_d - U_{pht}) = U_{dkmax} = 12 \text{ (V)}$$

U_{dkmax} này được so sánh với U_{rc} tại thời điểm hai điện áp này bằng nhau thì Triger A3 lật trạng thái cho xuất hiện ra xung chữ nhật U_D . U_D này được đưa vào cổng AND cùng với xung chùm U_E . Khi U_D ở mức dương thì cổng AND phát ra một xung dương mở Tr2 và Tr2 được nối tầng với Tr3 nên Tr3 cũng được mở thông. Biến áp xung tạo ra xung điều khiển (X_{dk}) để mở Triac. Lúc này góc mở nhỏ nhất ($\alpha = \alpha_{min} \approx 0^0$).

Khi nhiệt độ tăng lên, qua cảm biến nhiệt điện trở cho ra U_{pht} tăng làm cho $U_{dk} = K(U_d - U_{pht})$ giảm, lúc này góc mở α tăng làm cho điện áp và dòng điện đặt lên tải giảm.

Khi nhiệt độ tăng lớn hơn hoặc bằng 105^0C thì góc mở α là lớn nhất. Khi nhiệt độ giảm thì U_{pht} cũng giảm theo, làm cho U_{dk} tăng lên, góc α giảm xuống.

Như vậy qua cảm biến nhiệt điện trở tạo nên một khoảng dao động nhỏ. Khi α dao động làm cho nhiệt độ ít thay đổi ở nhiệt độ ổn định là 105^0C .



SƠ ĐỒ PHẢN HỒI NHIỆT ĐỘ CỦA TỬ SẤY

+ Để tạo ra điện áp phù hợp cho ICL7107 hiển thị số đúng ta dùng khuếch đại thuật toán A7 có các thông số sau:

Hệ số khuếch đại: $K = 0,1/0,2 = 0,5$

$$K = \frac{R_{15}}{R_{16}} = 0,5$$

Chọn $R_{16} = 20 \text{ (k}\Omega\text{)}$

Suy ra được $R_{15} = 0,5 \cdot 20 = 10 \text{ (k}\Omega\text{)}$

* Điện áp phản hồi nhiệt độ.

Vì điện áp U_{ac} bé nên ta cần khuếch đại lên một đại lượng là:

$$U_{pht} = \frac{R_{13}}{R_{14}} \cdot U_s$$

Chọn $\frac{R_{13}}{R_{14}} = 20$

$R_{14} = 10 \text{ (k}\Omega\text{)}$, suy ra $R_{13} = 20 \cdot R_{14} = 20 \cdot 10 = 200 \text{ (k}\Omega\text{)}$

Vậy $U_{pht} = 4,165 \cdot 0,5 \cdot 20 = 41,65 \text{ (mV)}$

Trong đó: U_{pht} là điện áp phản hồi nhiệt độ ở 20^0C .

* Tạo điện áp điều khiển U_{dk} có giá trị âm để so sánh với U_{rc} :

$$U_{dk} = \frac{R_{11}}{R_{12}} (U_d - U_{pht}) \quad (\text{V}).$$

Để mở được triac tại góc mở nhỏ nhất ta chọn điện áp $U_{dk} = U_{rc}$.

Ta có: $U_{rc} = 12 \text{ (V)}$

Ta lấy: $U_{dk} = U_{rc} = 12 \text{ (V)}$ tại thời điểm $U_{pht} = 41,65 \text{ (mV)}$.

$$U_{dk} = \frac{R_{11}}{R_{12}} (U_d - U_{pht}) = K (U_d - U_{pht})$$

$$\text{Hay } K = \frac{R_{11}}{R_{12}} = \frac{U_{dk}}{U_d - U_{pht}}$$

Tại lúc $U_{pht} = 41,65$ thì ta có:

$$K = \frac{U_{dk}}{U_d - U_{pht}} = \frac{12 \cdot 10^3}{1000 - 41,65} = 12,5$$

Chọn $R_{12} = 10 \text{ (k}\Omega\text{)}$

Suy ra: $R_{11} = k \cdot R_{12} = 12,5 \cdot 10 = 125 \text{ (k}\Omega\text{)}$

Trong đó: U_d là điện áp đặt

K là hệ số khuếch đại

CHƯƠNG V: THIẾT KẾ TỬ ĐIỆN

Tử điện được thiết kế dựa vào mỹ thuật và kỹ thuật công nghiệp, được thể hiện bởi các yêu cầu sau:

Kích thước hợp lý so với các thiết bị cần lắp

Bố trí linh kiện hợp lý về không gian.

Các linh kiện được bố trí theo nguyên tắc trọng lượng. Nghĩa là những thiết bị nặng được bố trí dưới thấp và những thiết bị nhẹ được bố trí trên cao.

Các thiết bị được bố trí theo nguyên tắc toả nhiệt. Nghĩa là những thiết bị toả nhiệt ít được bố trí dưới thấp còn những thiết bị toả nhiệt nhiều được bố trí trên cao.

Có các lỗ thông gió cần thiết, đa số các thiết bị điện tử công suất cần toả nhiệt nhiều nên thường bố trí quạt làm mát thiết bị cần làm mát nhất trong trường hợp này là các van bán dẫn, bởi vì các van bán dẫn toả nhiệt lớn và rất nhạy cảm với nhiệt độ.

Mạch điều khiển được bảo vệ tốt, tránh nhiệt độ cao, người ta thường bố trí cách ly với van bán dẫn và máy biến áp.

Bố trí theo nguyên tắc chức năng, nghĩa là những thiết bị có chức năng giống nhau thường được bố trí gần nhau.

Các thiết bị thao tác, đo lường, tín hiệu cần được bố trí ở mặt trước hoặc ở vị trí thuận tiện.

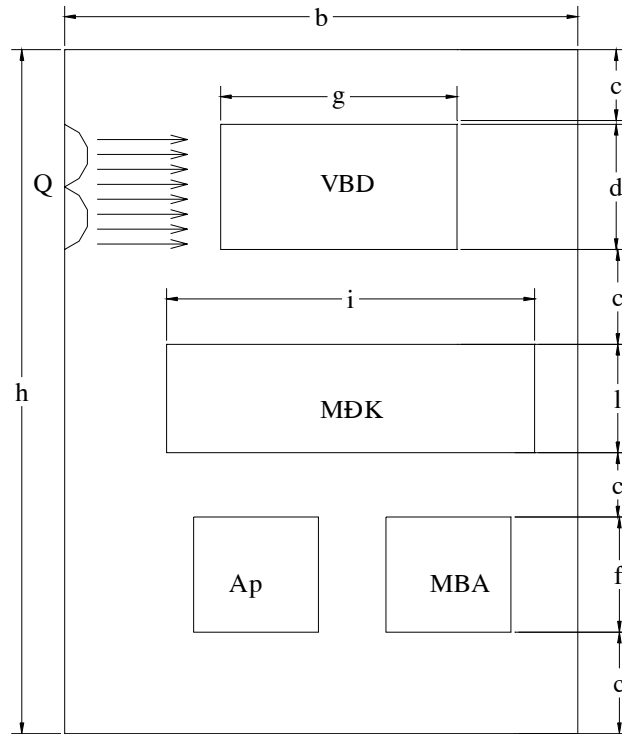
Dây nối phải đặt trong máng dây hoặc bó lại thành bó gọn gàng.

Thiết bị bố trí ngay ngắn có hàng, có cột.

Hình dáng đẹp, gá lắp thuận tiện

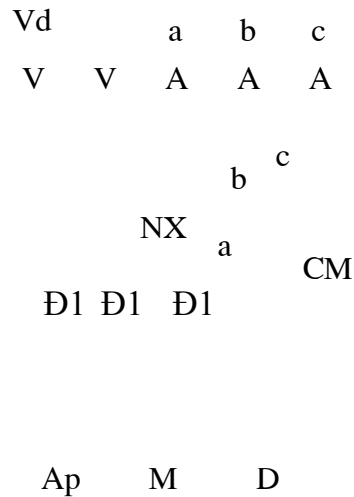
Màu sắc hài hoà không quá sặc sỡ, không quá tối, thường gặp màu ghi sáng, màu trắng ngà hoặc màu xanh nhạt...

Dựa vào những yêu cầu như đã nêu ta có thể bố trí thiết kế tủ điện như hình vẽ 5-1 và 5-2.



Hình 5.1. Sơ đồ khối bên trong của tủ điện

a



Hình 5.2. Sơ đồ khối mặt trước của tủ điện

Các kích thước của tủ điện được chọn dựa vào kích thước lắp đặt của từng thiết bị. Như vậy từ sơ đồ khối của tủ điện ta có thể chọn các kích thước như sau:

$$a = 40 \text{ (cm)} \quad e = 20 \text{ (cm)}$$

$$c = 10 \text{ (cm)} \quad f = 20 \text{ (cm)}$$

$$d = 40 \text{ (cm)} \quad g = 20 \text{ (cm)}$$

$$i = 60 \text{ (cm)}$$

Từ đó ta có thể xác định được các kích thước.

$$b = i + 2. C = 60 + 2. 10 = 80 \text{ (cm)}$$

$$h = 4c + f + e + d = 4.10 + 20 + 20 + 40 = 120 \text{ (cm)}$$

Tất cả các thiết bị đều gá lắp trên thanh sắt (giá đỡ) và cố định bên trong tủ.

Các nút thao tác như: nút nhấn, nút xoay, đèn báo, đồng hồ đo điện áp, dòng điện được bố trí trên nắp (mặt trước) của tủ điện.

Ở mặt bên của tủ còn bố trí một quạt làm mát triac và hai bên hông tủ có các lỗ thông gió để tăng cường khả năng đối lưu của không khí.

Các ký hiệu trên tủ điện.

A: Ampe kế đo dòng điện các pha tải

V: Vôn kế đo điện áp các pha tải và điện áp đặt.

Đ1: Đèn báo hiệu điện nguồn

Đ2: Đèn báo hiệu aptomat đóng

Đ3: Đèn báo hiệu trạng thái làm việc

NX: Nút xoay điều chỉnh góc mở α

CM: Nút chuyển mạch giữa các pha.

Ap: áp tômat

M: Nút ấn làm việc

D: Nút ấn dừng làm việc

VBD: Van bán dẫn

MDK: Mạch điều khiển

Q: Quạt

KẾT LUẬN:

Ở trên là toàn bộ các phân thiết kế, tính toán cho **“Mạch điều khiển nhiệt độ cho tủ sấy bằng điện trở”** với kiến thức còn giới hạn và tìm hiểu chưa rộng về lĩnh vực chuyên ngành nên đồ án chưa được tối ưu và còn có nhiều sai lầm, thiếu sót. Kính mong các thầy cô chỉ bảo và xây dựng kiến thức thêm để em hoàn thành khoá học một cách tốt nhất. Em xin chân thành cảm ơn các thầy cô.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu hướng dẫn thiết kế điện tử công suất.

Tác giả: Trần Văn Thịnh

2. Điện tử công suất

Tác giả: Nguyễn Bình

3. Trang bị điện - điện tử công nghiệp

Tác giả: Vũ Quang Hồi

4. Trang bị điện - điện tử

Tác giả: Vũ Quang Hồi, Nguyễn Văn Chất, Nguyễn Thị Liên Anh

5. Cơ sở tự động hoá

Tác giả: Nguyễn Văn Hoà

6. Các bộ cảm biến

Tác giả: Lê Văn Doanh (chủ biên)

7. Kỹ thuật điện tử

Tác giả: Đỗ Xuân Thụ

8. Tra cứu transistor Nhật Bản

Tác giả: Trần Ngọc Sơn

9. Sơ đồ chân linh kiện bán dẫn

Tác giả: Dương Minh Trí

10. Kỹ thuật sấy

Tác giả: Hoàng Văn Chúc

Ngoài ra còn nhiều tài liệu tham khảo khác.