

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG



ISO 9001:2015

**NGHIÊN CỨU VÀ CHẾ TẠO LÒ NUNG KIM LOẠI
CÓ ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP**

HẢI PHÒNG - 2018

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG



ISO 9001:2008

**NGHIÊN CỨU VÀ CHẾ TẠO LÒ NUNG KIM LOẠI
CÓ ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ**

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY

NGÀNH ĐIỆN TỬ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP

Sinh viên: Trần Thị Huyền

Người hướng dẫn: Th.S Đinh Thế Nam

HẢI PHÒNG - 2018

Cộng hoà xã hội chủ nghĩa Việt Nam

Độc lập – Tự Do – Hạnh Phúc

-----o0o-----

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên : Trần thị Huyền – MSV : 1412102006

Lớp : ĐC1802- Ngành Điện Tự Động Công Nghiệp

Tên đề tài : Nghiên cứu và chế tạo lò nung kim loại có điều khiển nhiệt độ

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp (về lý luận, thực tiễn, các số liệu cần tính toán và các bản vẽ).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các số liệu cần thiết để thiết kế, tính toán

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp.....

CÁC CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn thứ nhất:

Họ và tên : Đinh Thế Nam
Học hàm, học vị : Thạc sĩ
Cơ quan công tác : Trường Đại học dân lập Hải Phòng
Nội dung hướng dẫn : Toàn bộ đề tài

Người hướng dẫn thứ hai:

Họ và tên :
Học hàm, học vị :
Cơ quan công tác :
Nội dung hướng dẫn :

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày tháng năm 2018.

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày.....tháng.....năm 2018

Đã nhận nhiệm vụ Đ.T.T.N
Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ Đ.T.T.N
Cán bộ hướng dẫn Đ.T.T.N

Trần Thị Huyền

Th.S Đinh thế Nam

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2018

HIỆU TRƯỞNG

GS.TS.NGƯT TRẦN HỮU NGHỊ

PHÂN NHẬN XÉT TÓM TẮT CỦA CÁN BỘ HƯỚNG DẪN

1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp.

.....
.....
.....
.....
.....

2. Đánh giá chất lượng của Đ.T.T.N (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T.T.N, trên các mặt lý luận thực tiễn, tính toán giá trị sử dụng, chất lượng các bản vẽ..)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Cho điểm của cán bộ hướng dẫn
(Điểm ghi bằng số và chữ)

Ngày.....tháng.....năm 2018
Cán bộ hướng dẫn chính
(Ký và ghi rõ họ tên)

**NHẬN XÉT ĐÁNH GIÁ CỦA NGƯỜI CHĂM PHẢN BIỆN
ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP**

1. Đánh giá chất lượng đề tài tốt nghiệp về các mặt thu thập và phân tích số liệu ban đầu, cơ sở lý luận chọn phương án tối ưu, cách tính toán chất lượng thuyết minh và bản vẽ, giá trị lý luận và thực tiễn đề tài.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Cho điểm của cán bộ chấm phản biện
(*Điểm ghi bằng số và chữ*)

Ngày.....tháng.....năm 2018
Người chấm phản biện
(*Ký và ghi rõ họ tên*)

LỜI NÓI ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ Lò ĐIỆN	10
1.1 GIỚI THIỆU CHUNG.	10
1.1.1. Đặc điểm của lò điện.	10
1.2. PHÂN LOẠI Lò ĐIỆN.	11
1.2.1. Lò điện trở.	11
1.2.2 Lò hồ quang.	14
1.2.3. Lò cảm ứng.	23
CHƯƠNG 2 NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO Lò NUNG KIM LOẠI CÓ ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ	30
2.1. TÌM HIỂU CÔNG NGHỆ Lò CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ.	30
2.1.1. Đặc điểm chủ yếu của phương pháp lò điện cảm ứng.	30
2.1.2. Cơ sở lí thuyết về lò cảm ứng (lò tần số).	31
2.2. TÍNH TOÁN VÀ LỰA CHỌN THIẾT BỊ.	33
2.2.1. Nguyên lí hoạt động.	33
2.2.2. Chọn tần số.	35
2.2.3. Mức độ cảm ứng điện từ.	36
2.2.4 . Công suất điện.	38
2.2.5. Hệ thống tụ điện bù.	39
2.2.6. Lựa chọn thiết bị.	40
CHƯƠNG 3 LẮP RÁP MÔ HÌNH VÀ THỬ NGHIỆM	49
3.1 LẮP BỘ ĐỔI NGUỒN CẤP CHO MẠCH.	49
3.2. LẮP RÁP BỘ ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ.	50
3.3. LẮP RÁP LINH KIỆN MẠCH NUNG.	52
3.4. LẮP RÁP HOÀN CHỈNH MÔ HÌNH.	54
3.5. THỬ NGHIỆM VÀ KIỂM TRA MÔ HÌNH.	55
KẾT LUẬN	57
TÀI LIỆU THAM KHẢO	58

LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay khoa học kỹ thuật nói chung cũng như ngành kỹ thuật cơ điện tử nói riêng đã phát triển và có đóng góp rất nhiều trong đời sống. Nhằm được tầm quan trọng đó , em đã nghiên cứu và làm đề tài : “ **Nghiên cứu và chế tạo lò nung kim loại có điều khiển nhiệt độ**” do Thạc sĩ Đinh Thế Nam hướng dẫn. Nhằm thiết kế một lò nung có kích thước nhỏ gọn, đơn giản mà vẫn đạt được hiệu quả tốt, thời gian nung nhanh và chính xác .

Những kiến thức và năng lực đạt được trong quá trình học tập tại trường sẽ được đánh giá qua đợt bảo vệ đồ án tốt nghiệp. Em cố gắng tận dụng tất cả những kiến thức học tại trường cùng với sự tìm tòi nghiên cứu , để có thể hoàn thành tốt đồ án tốt nghiệp này. Kết quả là những sản phẩm đạt được trong ngày hôm nay tuy không lớn lao nhưng nó là thành quả của những năm học tại trường là thành công đầu tiên của em trước khi ra trường.

Đề tài gồm những nội dung sau:

- **CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ Lò NUNG ĐIỆN**
- **CHƯƠNG 2: NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO Lò NUNG KIM LOẠI CÓ ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ**
- **CHƯƠNG 3: THI CÔNG, LẮP ĐẶT VÀ THỬ NGHIỆM Lò NUNG KIM LOẠI CÓ ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ**

CHƯƠNG 1.

TỔNG QUAN VỀ Lò ĐIỆN

1.1. GIỚI THIỆU CHUNG.

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

- Từ điện năng có thể thu được nhiệt năng bằng nhiều cách:
 - + Nhờ hiệu ứng joule dùng trong lò điện trở.
 - + Nhờ phóng điện hồ quang dùng trong lò hồ quang .
 - + Nhờ hiện tượng cảm ứng điện từ dùng trong lò cảm ứng.
- Lò điện là thiết bị biến đổi điện năng thành nhiệt năng sử dụng trong công nghệ nấu chảy vật liệu, công nghệ nung nóng, công nghệ nhiệt luyện và cả trong ngành y tế.

1.1.1. Đặc điểm của lò điện.

- Là thiết bị có khả năng tạo ra nhiệt độ cao do nhiệt độ tập trung trong một thể tích nhỏ, do nhiệt năng tập trung nên lò có tốc độ nung nhanh và có năng suất cao.
- Đảm bảo nung đều, dễ điều chỉnh khống chế nhiệt và chế độ nhiệt.
- Lò đảm bảo được độ kín và khả năng nung trong chân không hoặc trong môi trường có khí bảo vệ vì vậy mà độ cháy tiêu hao kim loại không đáng kể.
- Lò có khả năng cơ khí hoá và tự động hoá ở mức cao.
- Lò đảm bảo được điều kiện vệ sinh không có bụi, không có khói.

1.2. PHÂN LOẠI LÒ ĐIỆN.

- Dựa vào đặc tính cũng như nguyên lí hoạt động của lò điện ta chia lò điện thành các loại sau:

- * Lò điện trở
- * Lò hồ quang
- * Lò cảm ứng

1.2.1. Lò điện trở.

1.2.1.1. Khái niệm

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 nhiệt dẫn nhiệt, nhiệt năng được truyền tới vật cần gia nhiệt. Lò điện trở được dùng để nung, nhiệt luyện nấu chảy kim loại màu và hợp kim màu....

1.2.1.2. Yêu cầu đối với vật liệu làm dây đốt

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

- Chịu được nhiệt độ cao.
- Độ bền cơ khí lớn.
- Có điện trở suất lớn (vì điện trở suất nhỏ sẽ dẫn đến dây dài khó bố trí trong lò hoặc tiết diện dây phải nhỏ, không bền)
- Hệ số điện trở nhỏ (vì điện trở sẽ ít thay đổi theo nhiệt độ, đảm bảo công suất lò).
- Chậm hoá già (tức là dây đốt ít bị biến đổi theo thời gian, do đó đảm bảo tuổi thọ lò).

Vật liệu dây đốt có thể là

- Hợp kim : Cr – Ni, Cr – Al với nhiệt độ lò làm việc dưới 1200°C .
- Hợp chất : SiC, MoSi₂ với nhiệt độ làm việc $1200^{\circ}\text{C} \div 1600^{\circ}\text{C}$;
- Đơn chất : Mo, W, C, Với lò có nhiệt độ làm việc cao hơn 1600°C ;

Bảng 1. Một vài thông số cơ bản của vật liệu làm dây đốt lò điện trở.

Vật liệu	Thành phần hóa học (%) (còn lại là Fe và các chất khác)					Nhiệt độ làm việc max (°C.)	Hệ số nhiệt điện trở $\alpha \cdot 10^{-3}$ độ ⁻¹)	Điện trở suất ($10^{-6} \Omega$)
	Cr	Ni	Al	SiC	SiO ₂			
Cr – Ni	20-23	75-78				1100	0,035	1,15
Cr – Ni	15-18	55-61				1000	0,1	1,10
Cr – Al	12-15		3-5			850		1,26
Cr – Al	23-27		4-6			1200		1,25
SiC				94,4	3,6	1500		$2 \cdot 10^{-3}$
Gr						2800		8-13
Mo						2000	5,1	0,052
Ti						2500	4,0	0,15
W						2800	4,3	0,05

1.2.1.3. Tính toán dây đốt

- Xuất phát từ năng suất lò, ta tính toán ra công suất lò tiêu thụ từ lưới điện.

- Năng suất lò là: $A = \frac{M}{t} \quad \left(\frac{kg}{s} \right)$

Trong đó : M : Khối lượng vật gia nhiệt (Kg),

T : Thời gian gia nhiệt (s)

- Nhiệt lượng hữu ích cần cấp cho vật gia nhiệt :

$$Q = M \cdot c (t_2^0 - t_1^0), (J),$$

Trong đó : c : nhiệt dung riêng trung bình trong một khoảng nhiệt độ

$$(t_2^0 - t_1^0), (J/Kg, \text{độ})$$

t_2^0, t_1^0 : Nhiệt độ lúc ban đầu và lúc gia nhiệt của vật gia nhiệt

- Công suất hữu ích của lò :

$$P_{hi} = \frac{Q_{hi}}{t} = A \cdot c (t_2^0 - t_1^0), \quad (W),$$

- Công suất lò: $P_{lò} = \frac{P_{hi}}{\eta}$ (W).

Trong đó : η : Hiệu suất lò.

Thường lò có hiệu suất là $\eta = 0,7 \div 0,8$

- Công suất đặt của thiết bị :

$$P = k \cdot P_{lò}$$

Trong đó: k là hệ số dự trữ, tính đến tình trạng điện áp lưới bị sụt thấp, do dây hoá già mà điện trở tăng lên.

$$k = 1,2 \div 1,3 \text{ đối với lò làm việc liên tục}$$

$$k = 1,4 \div 1,5 \text{ đối với lò làm việc theo chu kỳ.}$$

- Từ công suất P, có thể tính gần đúng mật độ công suất dây đốt một pha. Đó là khả năng cấp nhiệt của đốt trong một đơn vị thời gian trên một đơn vị diện tích bề mặt dây.

$$W_{dd} = \frac{P}{m \cdot F_{dd}}, \quad \left(\frac{W}{m^2} \right)$$

Trong đó : m : số pha.

F_{dd} : Diện tích bề mặt của dây đốt một pha.

1.2.1.4. Sơ bộ kết cấu lò điện trở

Các lò điện trở hiện nay ở Việt Nam có nhiều loại và nguồn gốc khác nhau. Đa phần là lò Liên Xô (cũ), một số khác của Đức, Tiệp, Hung... và một số lò thí nghiệm hoặc lò công suất nhỏ dùng để nung, sấy, nhiệt luyện của Mỹ, Pháp. Nói chung các lò đều có kết cấu tương tự nhau.

Lò buồng là loại lò vạn năng nhất. Lò gồm buồng nung hình hộp chữ nhật với kích cỡ tùy thuộc công suất lò. Buồng nung được lót cách nhiệt và tạo thành áo lò. Áo lò xây bằng gạch chịu lửa có nhiều lớp. Lớp ngoài cùng xây bằng gạch samôt hay bột samôt có độ cách nhiệt cao. Bọc ngoài là vỏ tôn dày 5 đến 10 mm. Đáy lò bằng thép chịu nhiệt, đúc liền bằng những miếng

nhỏ hoặc đáy lò xây bằng gạch chịu lửa. Thành trong của buồng lò có đặt dây đốt. Dây đốt được bố trí cả phía đáy và phía đỉnh. Cửa lò tùy kiểu và công suất lò, có thể mở bằng tay hoặc bằng cơ cấu cơ khí. Cửa lò có lỗ thăm để quan sát phía trong lò. Ngoài ra lò còn có đầu ra của dây, cửa khí để dẫn khí bảo vệ vào lò để thâm nhập vào buồng lò qua cửa lò gây hiện tượng ôxi hoá, thoát cacbon của vật gia nhiệt, đầu đo nhiệt ở đỉnh lò hay bên hông...

1.2.2 Lò hồ quang.

1.2.2.1. Khái niệm chung và phân loại

Lò hồ quang là lò lợi dụng nhiệt của ngọn lửa hồ quang giữa các điện cực hoặc giữa điện cực và kim loại để nấu chảy kim loại. Lò hồ quang dùng để nấu thép hợp kim chất lượng cao.

- *Phân loại lò hồ quang:*

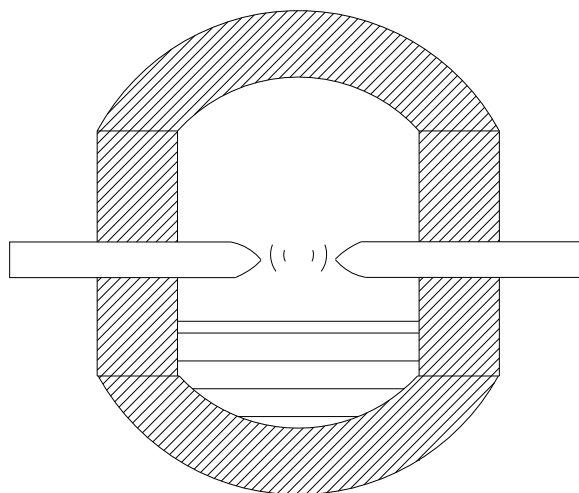
a) Theo dòng điện sử dụng :

+ Lò hồ quang một chiều.

+ Lò hồ quang xoay chiều.

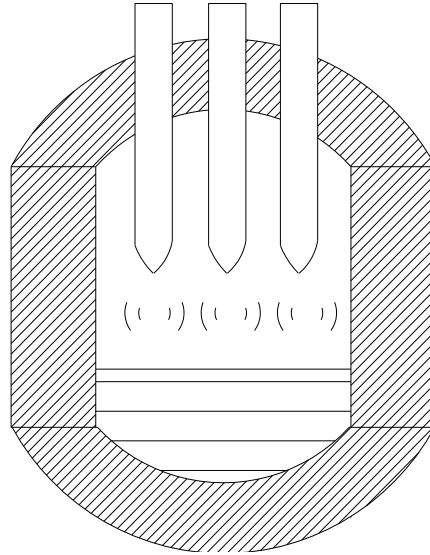
b) Theo cách cháy của ngọn lửa :

+ Lò nung nóng gián tiếp : nhiệt của ngọn lửa xảy ra giữa hai điện cực, được dùng để nấu chảy kim loại.



Hình 1.1. Lò hồ quang nung nóng gián tiếp

+ Lò nung nóng trực tiếp : nhiệt của ngọn lửa hồ quang xay ra giữa 2 điện cực để nấu chảy kim loại.



Hình 1.2 Lò hồ quang nung nóng trực tiếp

c) Theo đặc điểm chất liệu vào của lò:

+ Lò chất liệu (rắn, kim loại vụn) bên sườn bằng phương pháp thủ công hay máy móc (máy chất liệu, máy trục máng) qua cửa lò.

+ Lò chất liệu trên đỉnh lò xuống nhờ gàu chất liệu. Loại lò này có cơ cấu nâng vòm nóc.

1.2.2.2. Kết cấu của lò hồ quang

- Cấu tạo của lò hồ quang gồm các bộ phận chính:

+ Nồi lò có lớp vỏ cách nhiệt và cửa lò có miệng rót.

+ Vòm nóc lò có vỏ cách nhiệt.

+ Cơ cấu giữ và dịch chuyển điện cực, truyền động bằng điện hay thuỷ lực.

+ Cơ cấu nghiêng lò truyền động bằng điện hay thuỷ lực.

+ Phần dẫn điện từ biến áp lò tới lò.

Ngoài ra, đối với lò hồ quang nạp liệu từ trên cao còn có cơ cấu nâng quay vòm lò cơ cấu rót kim loại cũng như gàu nạp liệu.

Trong các lò hồ quang có lò nồi sâu, kim loại lỏng ở trạng thái tĩnh có

chênh lệch nhiệt độ theo độ cao (khoảng $100^{\circ}\text{C}/\text{m}$). Trong điều kiện đó để tăng phản ứng của kim loại và để đảm bảo khả năng nung nóng kim loại trước khi rót cần phải khuấy trộn kim loại lỏng. Ở các lò dung lượng nhỏ dưới 6 tấn thì việc khuấy trộn thực hiện bằng tay qua cơ cấu cơ khí. Với lò dung lượng trung bình và đặc biệt lớn (100T và hơn) thì thực hiện bằng thiết bị khuấy trộn để không những giảm lao động vất vả của các thợ nấu mà còn nâng cao chất lượng của kim loại nấu.

Thiết bị khuấy trộn kim loại thường là thiết bị điện từ có nguyên lý làm tương tự động cơ đồng bộ rôto ngắn mạch. Từ trường chạy tạo ra ở lò có đáy phi kim loại nhờ hai cuộn dây dòng xoay chiều 0,5 đến 1Hz lệch pha nhau 90° do từ trường này mà kim loại có lực điện từ dọc trục. Khi đổi nối dòng trong các cuộn dây có thể thay đổi hướng chuyển động củ kim loại trong nôi theo hướng ngược lại.

- Các thông số quan trọng của lò hồ quang:

+ Dung lượng định mức của lò: số tấn kim loại trong một mẻ nấu.

+ Công suất định mức của biến áp lò: ảnh hưởng trực tiếp đến thời gian nấu luyện tức là tới năng suất lò.

1.2.2.3. Chu trình làm việc của lò hồ quang gồm ba giai đoạn:

a) Giai đoạn nung nóng nhiên liệu và nấu chảy kim loại.

Trong giai đoạn này lò cần công suất nhiệt lớn nhất điện năng tiêu thụ chiếm khoảng $60\% \div 80\%$ năng lượng toàn mẻ nấu và thời gian của nó chiếm khoảng $50\% \div 60\%$ toàn bộ thời gian một chu trình.

Để đảm bảo công suất nấu chảy, ngọn lửa hồ quang phải cháy ổn định. Khi cháy điện cực bị ăn mòn dần, khoảng cách giữa điện cực và kim loại tăng lên. Để duy hồ quang điện cực phải được điều chỉnh gần vào kim loại. Lúc đó dễ xảy ra hiện tượng điện cực bị chạm vào kim loại gọi là quá điều chỉnh và gây ra ngắn mạch làm việc. Ngắn mạch làm việc tuy xảy ra trong thời gian ngắn nhưng lại hay xảy ra nên các thiết bị điện trong mạch động lực thường phải làm việc trong điều kiện nặng nề. Đây là đặc điểm nổi bật cần lưu ý khi

tính toán và chọn thiết bị cho lò hồ quang.

Trong giai đoạn này, số lần ngắn mạch làm việc có thể lên tới 100 lần. Mỗi lần xảy ra ngắn mạch làm việc, công suất hữu ích giảm mạnh và có khi bằng không với công suất tổn hao cực đại. Thời gian cho phép của một lần ngắn mạch từ 2 ÷ 3 giây.

b) Giai đoạn ôxi hoá và hoàn nguyên.

Đây là giai đoạn khử C của kim loại đến một giới hạn nhất định tùy theo yêu cầu công nghệ, khử P và S khử khí trong gang và tinh luyện. Sự cháy hoàn toàn các bon gây sôi mạnh kim loại. Ở giai đoạn này, công suất nhiệt yêu cầu của kim loại là để bù lại các tổn hao nhiệt và nó bằng khoảng 60% công suất nhiệt của giai đoạn một. Hồ quang cần duy trì ổn định.

Trước khi thép ra lò phải qua giai đoạn hoàn nguyên là giai đoạn khử ôxi hoá khử sunfua và hợp kim hoá kim loại công suất yêu cầu lúc này cỡ 30% so với giai đoạn một. Chế độ năng lượng tương đối ổn định và chiều dài ngọn lửa hồ quang khoảng và chục mét.

c) Giai đoạn phụ

Đây là giai đoạn lấy sản phẩm đã nấu luyện, tu sửa làm vệ sinh và chất liệu vào lò.

1.2.2.4. Lò hồ quang chân không

Nấu kim loại bằng lò hồ quang chân không sẽ loại trừ được tương tác của kim loại nóng chảy với khí quyển thực hiện khử khí trong kim loại triệt để hơn loại trừ tương tác của kim loại nóng chảy với các điện cực... Do vậy lò hồ quang chân không được ứng dụng trong:

- + Sản xuất các vật liệu chịu nhiệt và có hoạt tính hoá học mạnh
- + Sản xuất kim loại hiếm.
- + Sản xuất các thép chất lượng cao, có lý tính tốt dùng trong các ổ đỡ cao tốc.
- + Sản xuất các vật liệu đặc biệt dùng trong các ngành kỹ thuật như nguyên tử vũ trụ.

- Lò hồ quang chân không có hai loại:

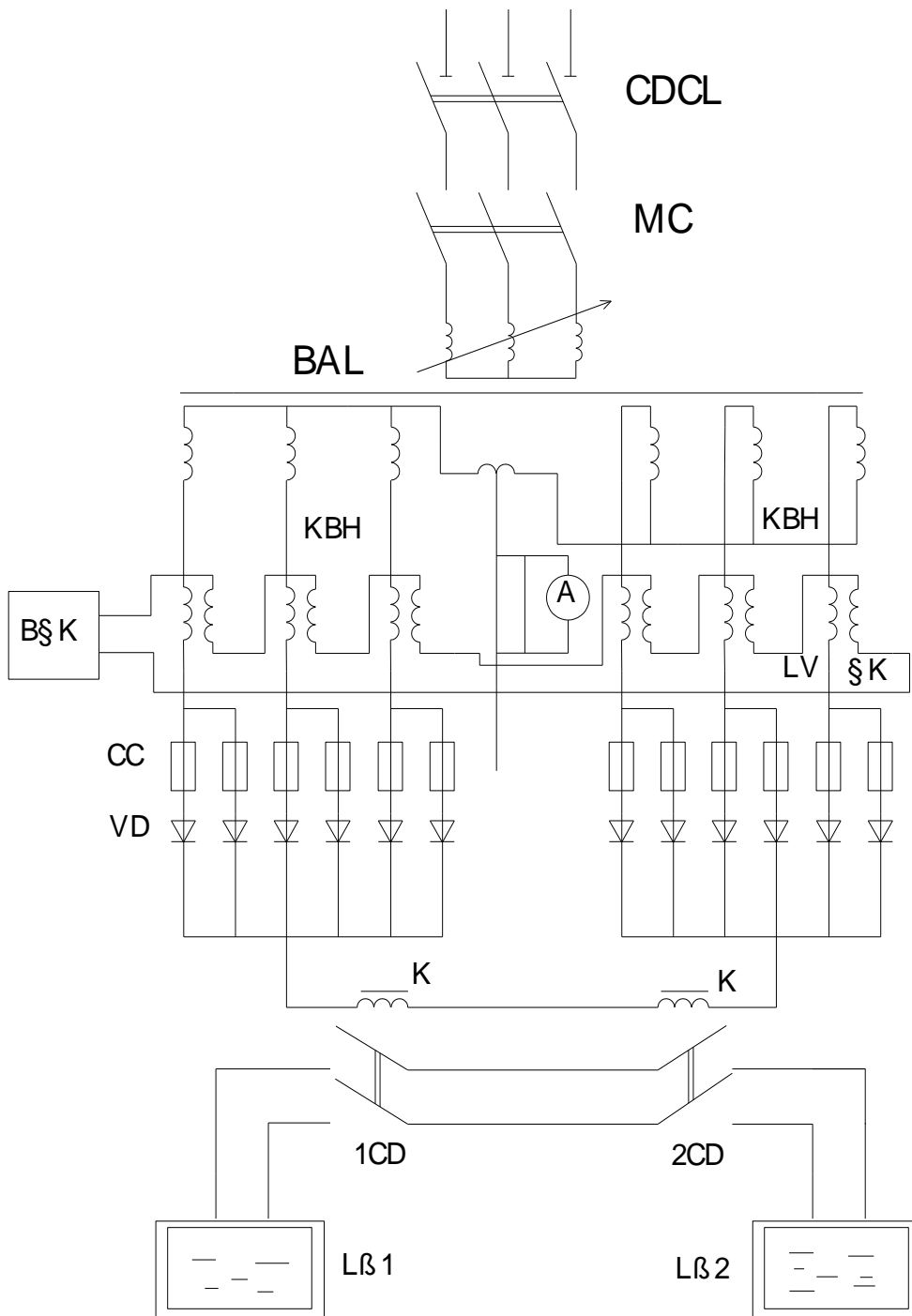
+ Lò hồ quang có điện cực không tiêu tốn bằng graphit hay bằng đồng với đầu điện cực vonfram có làm mát bằng nước. Loại lò này khó đảm bảo chất lượng cao của kim loại nấu luyện vì thành phần bị làm bẩn bởi các điện cực khi nấu luyện.

+ Lò có điện cực tiêu tốn là chính kim loại nấu luyện. Loại này thường được sử dụng nhiều.

a) Kết cấu lò hồ quang chân không bao gồm các bộ phận chính:

- Khuôn kết tinh ở dạng ống đồng có vỏ làm mát bằng nước. Thường làm bằng vật liệu không từ tính có đặt cuộn dây để tập trung hồ quang dọc trục ống và khuấy trộn kim loại trong bể lỏng.

3 - 5Hz 380V



Hình 1.3 Sơ đồ mạch lực lò hồ quang chân không.

- Cơ cấu treo và dịch điện cực. Hệ treo có thể là mềm (tời xích) hay cứng (vít thanh răng) và tốc độ dịch cực 20 đến 300 mm/ph.
- Buồng làm việc có ống nạp liệu hay phễu.

- Hệ thống bơm chân không dụng cụ đo.
- Hệ thống làm mát lò.
- Nguồn cấp và hệ thống điều khiển
- Nếu nấu luyện trong khí trơ thì có hệ thống truyền khí trơ.

Hồ quang dùng trong lò chân không phổ biến là hồ quang một chiều do có tính chất cháy ổn định. Đặc điểm của đặc tính vôn-ampe của hồ quang chân không là điện áp tương đối thấp nên để đảm bảo công suất thì cần nguồn có dòng lớn, dây dẫn lớn.

Sơ đồ sử dụng các chỉnh lưu tới 200A gồm nhiều điôt mắc song song. Do thời gian rot kim loại lỏng và chuẩn bị mẻ nấu tiếp theo là bằng hoặc lớn hơn thời gian nấu nên cần một mạch lực cấp điện cho hai lò làm việc luân phiên.

Cuộn sơ cấp biến áp lò điều chỉnh được điện áp dưới tải và được cấp điện từ lưới qua cầu dao cách ly và máy cắt dầu

Hai bộ chỉnh lưu cấp điện từ hai cuộn thứ cấp 3 pha qua cuộn kháng bão hoà KBH có cuộn làm LV xoay chiều và điều khiển ĐK một chiều cấp từ bộ điều khiển BDK. Sơ đồ chỉnh lưu là hình tia và có cấp cho lò hồ quang chân không qua cuộn kháng sau bằng K. Các cuộn thứ cấp ba pha có điểm nối chung ngược cực tính để giảm hệ số đập mạch sau khi chỉnh lưu. Trong lò hồ quang chân không có điện cực tiêu tốn việc dịch chuyển điện cực cần đảm bảo theo tốc độ làm việc tương ứng cũng như đảm bảo trừ khử nhanh ngắn mạch và lắp ráp nhanh. Phạm vi điều chỉnh cỡ 200:1 và hơn Trong truyền động dịch chuyển điện cực bằng điện cơ, người ta dùng hộp giảm tốc độ có li hợp điện từ tác động nhanh.

- Hệ tự động hồ quang chân không cần đảm bảo các thao tác sau:
 - + Châm lửa hồ quang chân không không tạo ngắn mạch
 - + ổn định độ dài cung lửa hồ quang đã cho.
 - + Dịch chuyển điện cực tiêu tốn theo tốc độ chảy
 - + Nhanh chóng trừ khử ngắn mạch.

+ Nhanh chóng hạ điện cực khi hồ quang phóng về thành lò.

1.2.2.5 Lò hồ quang plasma

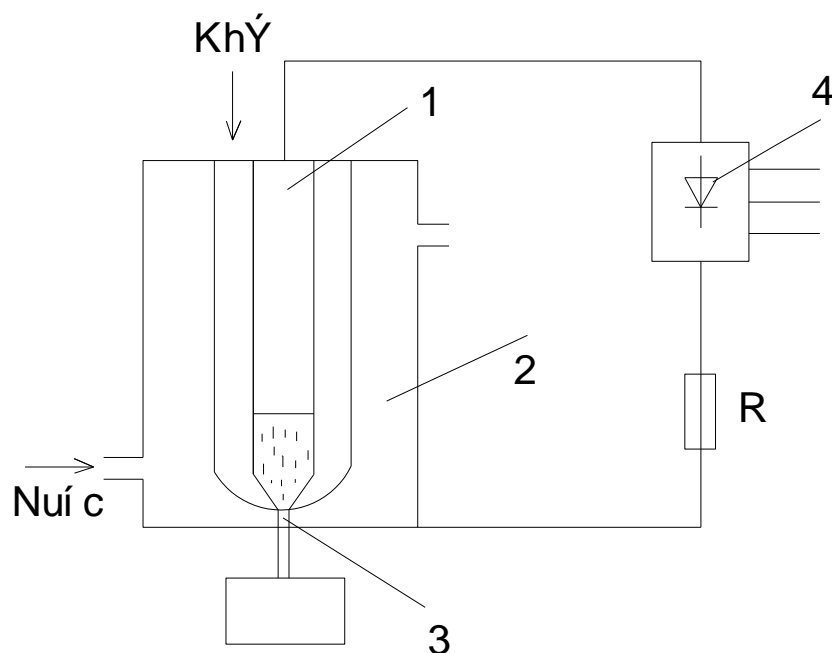
Lò hồ quang plasma là lò hồ quang sử dụng plasma lạnh. Đó là khí ion hoá có mức ion hoá khoảng 1% (tỉ số giữa số ion trên tổng số phân tử). Plasma nhiệt độ thấp được sử dụng rộng rãi trong các quá trình như : Nấu luyện quặng, hợp kim, tinh luyện thép và hợp kim chất lượng cao, chịu nhiệt và tổng hợp các chất khác nhau...

Ưu việt của lò hồ quang plasma là tập trung năng lượng nhiệt lớn trong một vùng thể tích nhỏ nên đảm bảo nhiệt độ quá trình rất cao. Do vậy tăng được khả năng phản ứng và tốc độ phản ứng. Trạng thái kích thích của nguyên tử ở nhiệt độ cao còn cho phép gây phản ứng để tạo các mối liên kết mà không thể thực hiện được ở các điều kiện bình thường.

Phần tử cơ bản của lò hồ quang plasma là plasmatron ở đó điện năng của nguồn cấp được biến đổi thành nhiệt năng của dòng plasma nhiệt độ thấp. Ta có thể coi plasma như một nguồn phát plasma nhiệt độ thấp.

Môi trường tạo ra plasma là các hỗn hợp đa thành phần như : N, H, Ar...

Phân loại plasmatron theo nguyên lý biến đổi điện năng thành nhiệt năng có: plasma HQ, cảm ứng và điện từ. Theo dòng điện có plasmatron dòng một chiều, dòng xoay chiều tần số công nghiệp và cao tần. Loại hồ quang một chiều được dùng phổ biến hơn cả do tính ổn định cao của hồ quang. Trong plasmatron hồ quang thì loại tác dụng trực tiếp được dùng là chính. Đó là các lò có anốt nóng chảy.



Hình 1.4. Sơ đồ nguyên lý của plasmatron

Plasmatron gồm điện cực 1 có dạng thanh và bình 2 được bằng nước đặt đồng trục với điện cực. Trong plasmatron một chiều thì điện cực là catốt và với cực (-) của nguồn cấp 4. Catốt làm bằng kim loại chịu nhiệt (W,Ti) có thêm chất phát xạ như oxyt thori.... Bình làm mát bảo vệ catốt khỏi kim loại bắn toé vào và tạo hướng chuyển động cho khí.

Hồ quang 3 cháy giữa catốt và bình 2. Nếu để hồ quang hở thì mật độ dòng tương đối không lớn, khoảng $1 \div 30 \text{ A/mm}^2$ và nhiệt độ không quá $10^4 \text{ }^\circ\text{K}$. Để nâng cao tập trung năng lượng trong một đơn vị thể tích và nhiệt độ của plasma, người ta dùng nhiều cách khác nhau để nén hồ quang. Người ta có thể làm lạnh cường bức đồng thời nén cột hồ quang bằng không khí, cũng có thể nén hồ quang bằng từ trường ngoài, hay bằng điện trường ngoài...

Khí tạo plasma đã nén được thổi dọc điện cực và ra qua một lỗ nhỏ dưới bình 2. Luồng khí sẽ thổi hồ quang xuống phần dưới và trong điều kiện lỗ nhỏ sẽ tăng mật độ dòng điện và nhiệt độ plasma hồ quang. Sau khi ra khỏi bình với tốc độ lớn, khí nén tức thời giãn nở tạo thành dòng plasma sáng chói. Mật

độ dòng hồ quang trong plasmatron cao hơn nhiều mật độ dòng hồ quang tự do. Nếu thổi khí tạo plasma đã được nén theo tiếp tuyến đối với trục plasmatron thì khí sẽ ôm cột hồ quang và chuyển động xoáy tạo thành dòng plasma xoáy.

Phương pháp môi hồ quang trong plasmatron dụng phổ biến trong thực tế là phóng điện cao áp, phóng điện cao tần và phun plasma. Khi xung cao áp truyền tới các điện cực của plasmatron sẽ xuyên qua khoảng không gian giữa các điện cực và tạo phóng điện hồ quang.

Nguồn cấp cho lò hồ quang có thể là các bộ biến đổi chỉnh lưu không điều khiển hay có điều khiển. Yêu cầu cơ bản đối với khối nguồn là có đặc tính ngoài dốc đứng hay thẳng đứng (nguồn dòng). Đặc tính dốc thẳng đứng sẽ loại trừ khả năng dòng bị dao động khi điện áp hồ quang thay đổi tức ổn định tốt dòng hồ quang.

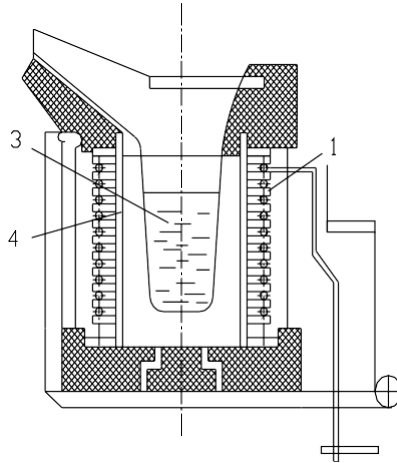
Thiết bị khuấy trộn kim loại lỏng làm nhiệm vụ khuấy trộn kim loại lỏng trong lò hồ quang, chống sự chênh nhiệt độ kim loại theo độ sâu của lò. Kim loại lỏng trong nôi được khuấy trộn nhờ thiết bị điện từ nhiều loại khác nhau, dụng dòng xoay chiều cũng như dòng một chiều.

1.2.3. Lò cảm ứng.

1.2.3.1 Nguyên lí hoạt động

Lò cảm ứng hay lò tần số làm việc dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ .

Khi đặt một khối kim loại vào trong từ trường biến thiên thì trong khối kim loại sẽ xuất hiện các dòng điện xoay chiều(dòng foucault), nhiệt năng do dòng điện xoay chiều sinh ra sẽ đốt nóng khối kim loại.



Hình 1.5 Lò cảm ứng không có mạch từ.

- 1) Vòng cảm ứng.
- 3) Nồi lò.
- 4) Tường lò bằng vật liệu chịu nhiệt.

1.2.3.2. Phương pháp biến đổi điện năng trong lò cảm ứng.

Dựa trên định luật cảm ứng điện từ của Faraday:

Khi cho dòng điện đi qua một cuộn cảm thì điện năng được biến thành năng lượng của từ trường biến thiên. Nếu đặt vào trong từ trường biến thiên đó một khối kim loại thì trong khối kim loại sẽ xuất hiện dòng điện cảm ứng (dòng Foucault), nhiệt năng do dòng điện này gây ra sẽ nung nóng khối kim loại.

Nhiệt năng truyền vào kim loại phụ thuộc vào các yếu tố :

- Điện trở suất ρ và hệ số từ thẩm μ của kim loại.
- Cường độ từ trường H $W_{\text{nhiệt}} \approx H^2 \approx I^2$. Nếu tăng trị số của dòng điện lên hai lần thì nhiệt năng tăng lên bốn lần.

- Tần số dòng điện của nguồn cấp $W_{\text{nhiệt}} \approx \sqrt{f}$. Nếu tăng tần số lên bốn lần thì nhiệt năng tăng lên hai lần. Tăng dòng điện của nguồn cấp hiệu quả hơn tăng tần số của nguồn cấp nhưng thực tế trị số dòng không thể tăng lên mãi vì lý do cách điện, cho nên trên thực tế dùng tăng tần số của nguồn cấp.

* Các bộ nguồn tần số cao:

- Dùng máy phát điện tần số cao. Do hạn chế về kết cấu cơ khí nên tần số của các máy phát điện quay không quá 10kHz.
- Dùng đèn phát điện tử. Khi cần tần số lớn hơn 10kHz.
- Dùng biến tần
- Thyristor, sử dụng trong các lò trung tần công suất vừa và nhỏ.

1.2.3.3. Phân loại lò cảm ứng

* Theo tần số làm việc bao gồm :

- Lò cảm ứng tần số công nghiệp 50 – 500Hz.
- Lò cảm ứng trung tần có tần số từ 500-10.000Hz. Thiết bị này thường dùng máy phát điện quay tần số cao hay dùng thyristor khi công suất nhỏ và vừa.
- Lò cảm ứng cao tần có tần số từ 10.000Hz trở lên.

* Theo phạm vi sử dụng:

- Lò cảm ứng để nấu chảy kim loại và hợp kim bao gồm hai loại là lò có lõi thép (lò máng) và lò không có lõi thép (lò nồi).
 - Lò máng có dung lượng nhỏ và nhiệt độ thấp nên hay dùng để nấu chảy kim loại màu. Lò nồi có dung lượng càng lớn thì tần số càng giảm để nóng đều giữa nồi, dung lượng nồi có thể đạt tới 10 tấn, làm việc ở tần số 50Hz công suất 1500Kw.
- + Thiết bị nung phôi cho rèn ,đạp cán phôi càng lớn thì tần số làm việc càng

nhỏ

+ Thiết bị tôi bề mặt thường làm việc ở tần số cao lớp tôi càng mỏng thì tần số càng cao.

+ Thiết bị nung và sấy chất bán dẫn.

1.2.3 4 Đặc điểm công nghệ

Quy trình nấu luyện thép trong lò điện cảm ứng được chia thành các giai đoạn.

- Sửa chữa vá nồi lò.
- Chất liệu.
- Nấu chảy.
- Hợp kim hoá.
- Khử O_2 và ra lò.

- *Sửa chữa nồi lò:*

Được tiến hành tùy theo nhu cầu sau mỗi mẻ nấu, vật liệu vá lò phải đúng như vật liệu chế tạo nồi. Trước khi chất liệu vào lò cần kiểm tra sự bào mòn và vết nứt trong thành lò.

Đặc biệt cần chú ý đến vị trí xung quanh đáy nồi lò và các thành nồi song song với ống dây cảm ứng.

- *Chất liệu:*

- + Tiến hành bằng tay đối với lò nhỏ với lò lớn phải được cơ khí hoá.
- + Phôi liệu phải rất sạch, được phân loại theo thành phần hoá học (đặc biệt là hợp kim)
- + Thành phần hoá học trung bình của thép vụn được chọn thế nào để tiêu thụ chất hợp kim hoá ít nhất.
- + Chỉ riêng Ni được cho vào sau khi phôi liệu đã tan chảy. Để trong quá trình

nấu luyện đạt được hệ số sử dụng năng lượng điện lớn nhất. Thì phôi liệu cần phải được xếp gần cuộn cảm, do vậy cần đảm bảo tỷ số nhất định giữa cực lớn và cực nhỏ. Chất tạo xỉ được xếp vào đáy lò, sau đó xếp các cực thép vụn cỡ lớn vào sát thành lò và xếp các cực phôi liệu nhỏ, nhẹ để chảy vào ô giữa.

- *Nấu chảy* :

+ Chiếm thời gian dài nhất của toàn bộ quá trình nấu.

+ Trong quá trình nấu chảy cần theo dõi sự chảy tan của phôi liệu và chế độ điện

+ Khi cột liệu tụt xuống dần thì cần kiểm tra để cột liệu không tạo cầu “ treo liệu”

+ Dưới cầu đó dễ dẫn đến sự quá nhiệt lớn, trước khi chảy hoàn toàn thì cần cho vào lò một lượng chất tạo xỉ nhất định. Đối với lò axit thì cho thạch anh, đối với lò bazơ thì cho đá vôi và huỳnh thạch CaF_2 hoặc xỉ nhân tạo bazơ. Xỉ có tác dụng che phủ kim loại và hạn chế sự tản mát nhiệt.

+ Chế độ điện trong quá trình nấu chảy được điều chỉnh sao cho công suất và hiệu quả đạt cực đại.

+ Hệ số sử dụng của bộ biến đổi đạt được 60-70%.

+ Khi kim loại lỏng đạt mức giữa nôi lò, có nghĩa đạt mức gần cuộn cảm hơn như vậy $\cos\varphi$ được nâng lên mức độ tốt hơn.

+ Thời gian nấu chảy trong lò điện cảm ứng phụ thuộc vào các yếu tố: hình dạng, phôi liệu, sự tản nhiệt và chế độ điện.

+ Sau khi liệu chảy tan thì tiến hành hợp kim hoá. Như vậy trước khi cho chất hợp kim hoá vào cần phải lấy mẫu phân tích thành phần hoá học. tuỳ theo kết quả phân tích mà tiến hành hợp kim hoá theo yêu cầu.

+ Trong lò điện cảm ứng người ta có thể nấu luyện thép với lượng C thấp và lượng khí nhỏ. Hơn nữa có thể đạt được sự đồng đều thành phần hoá học và nhiệt độ thép lỏng (do có sự khuấy trộn điện động).

1.2.3.5 Các phần tử chính trong lò cảm ứng.

a) Các bộ biến tần.

Hiện nay, trong các thiết bị gia nhiệt bằng dòng điện cao tần, nguồn cao tần (các bộ biến tần) có thể là máy phát điện quay, đèn phát điện tử hay biến tần dùng thyristor.

- Máy phát điện tần số cao làm việc với tần số $500 \div 8000$ Hz với công suất $0,5 \div 1500$ kW
- Đối với tần số dưới 500 Hz dùng máy phát không đồng bộ cực lồi có số cặp cực lớn và số vòng quay cao.
- Đèn phát tần số thường dùng đèn 3 cực chân không. Tần số phát từ vài chục kHz đến hàng trăm MHz.
- Biến tần thyristor phổ biến nhất gồm 2 khâu cơ bản: Chỉnh lưu có điều khiển và nghịch lưu độc lập.
- Công suất của các bộ nghịch lưu thyristor có thể tới 12.000kW, điện áp hơn 1000V, tần số tới 10kHz.

b) Vòng cảm ứng.

Do dòng qua vòng cảm ứng lớn nên tổn hao điện chiếm tới $25 \div 30\%$ công suất hữu ích của thiết bị. Do vậy cần làm mát vòng cảm ứng. Làm mát bằng không khí cho phép mật độ dòng điện $2 \div 5$ A/mm². Làm mát bằng nước chảy trong vòng cảm ứng rỗng tiết diện tròn, ô van. Dây dẫn làm vòng cảm ứng có thể rỗng vì dòng cao tần chỉ phân bố ngoài dây.

c- Tụ điện.

Tụ điện dùng trong các sơ đồ của lò làm chức năng phân li dòng điện một chiều hoặc bù $\cos\varphi$.

d- Dây dẫn cao tần.

Thường là các thanh cái phẳng, có cảm kháng lớn.

e- Các công tắc tơ.

Các công tắc tơ được dùng là công tắc tơ cao tần 2 cực chịu điện áp lớn, và tần số cao.

1.2.3.6. Ứng dụng

- Nấu chảy kim loại trong không khí ,khí trơ và trong chân không.
- Nung phôi để rèn ,dập ,ép.
- Tôi ram ủ các chi tiết cơ khí.
- Hàn, gia công hóa nhiệt.
- Sấy nung , hàn chất điện môi ,bán dẫn(sấy gỗ ,dán gỗ,sấy khuôn đúc sứ,khử trùng đồ hộp..)

1.2.3.7. Ưu điểm của thiết bị gia nhiệt tần số(lò cảm ứng).

- Có thể truyền năng lượng nhiệt cho vật cần gia công một cách nhanh chóng và trực tiếp, không phải qua khâu trung gian nên có thể tự động hoá ở mức cao và có thể tiến hành gia nhiệt ở môi trường trung tính ,chân không.
- Có thể tôi mặt ngoài chi tiết vỏ cứng trong ruột mềm một cách đơn giản nhờ hiệu ứng mặt ngoài của dòng cao tần và vật tôi có thể có hình dạng bất kì.
- Tăng được năng suất lao động và giảm được lao động mệt nhọc.

CHƯƠNG 2.

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO Lò NUNG KIM LOẠI CÓ ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ

2.1. TÌM HIỂU CÔNG NGHỆ Lò CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ.

2.1.1. Đặc điểm chủ yếu của phương pháp lò điện cảm ứng.

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

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

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

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

- Giá thành các loại thép lò điện cao còn vì tiêu tốn điện năng và điện cực lớn (điện cực grafit phải nhập từ nước ngoài vì nước ta chưa sản xuất được).

- Vì vậy cần phải áp dụng các biện pháp cải tiến thiết bị và cường hóa quá trình luyện thép trong lò điện để nâng cao chất lượng và hạ giá thành sản phẩm.
- Chọn và tính toán hợp lý đảm bảo ít phospho và lưu huỳnh kích thước nguyên liệu phải phù hợp với dung lượng lò và phương pháp chất liệu vào lò để đảm bảo vận hành lò tốt.
- Sử dụng và khống chế chế độ điện một cách tối ưu trong quá trình nấu luyện thép, đảm bảo thời gian nấu một mẻ thép thấp nhất năng suất lò cao nhất.
- Áp dụng các biện pháp cường hóa trong giai đoạn nấu chảy oxi hóa và hoàn nguyên.
- Áp dụng các công nghệ mới như tạo xỉ đơn, tạo xỉ bọt, thổi oxi nguyên chất, thổi các chất khử và khí trơ vào lò để đảm bảo tốc độ phản ứng luyện kim xảy ra nhanh do đó khử bỏ được các tạp chất và các khí có hại trong thép một cách triệt để.

2.1.2. Cơ sở lí thuyết về lò cảm ứng (lò tần số).

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

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

điện động cảm ứng trong cuộn cảm ứng E_1 và trong kim loại E_2 .

Giá trị E_1 và E_2 được tính theo công thức:

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

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

Trong đó: ϕ - từ thông biến thiên, Wb

f - tần số làm việc, Hz

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

h – chiều cao nồi lò, (mm).

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

f – tần số làm việc, (Hz).

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

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

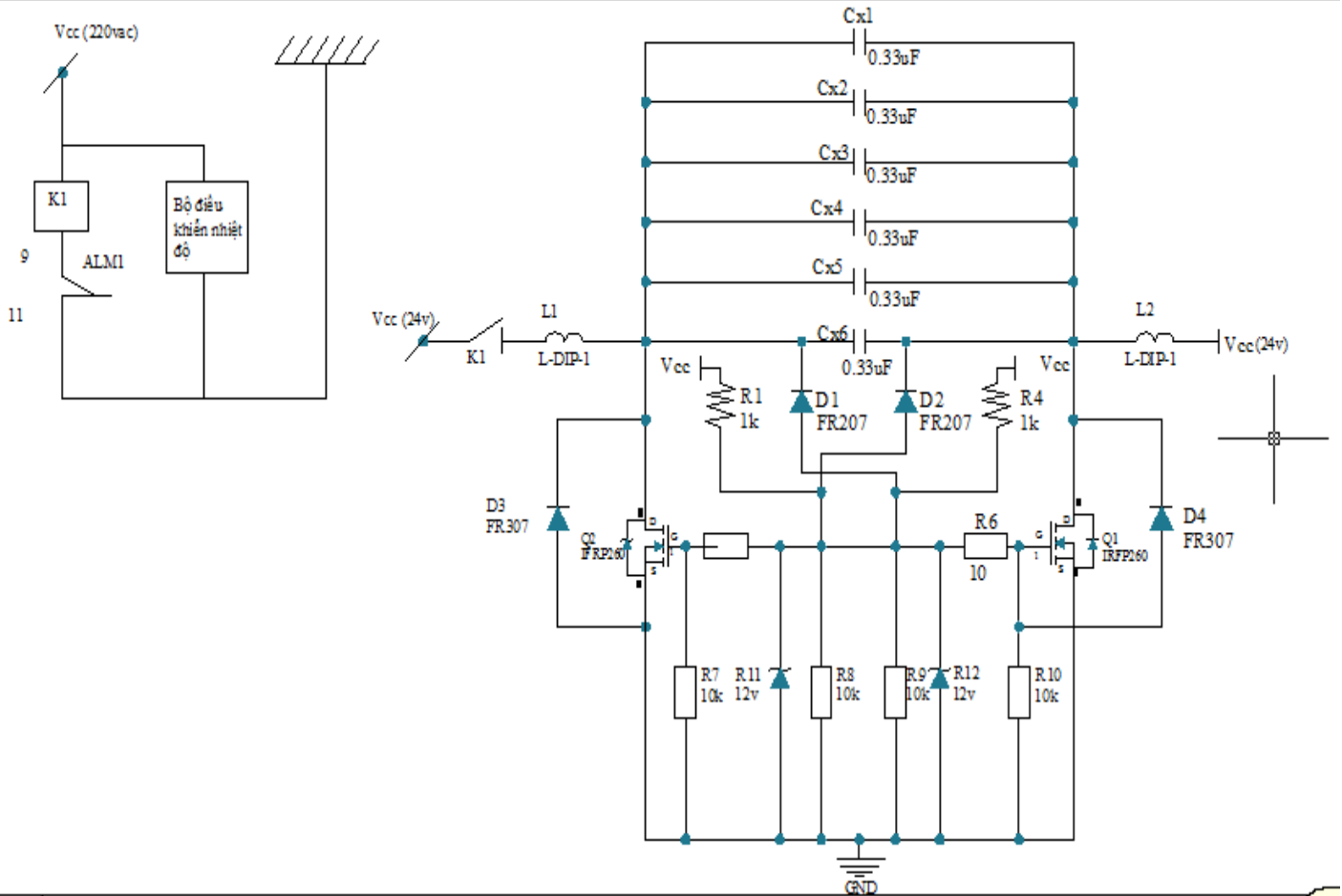
Trong đó : ρ - điện trở suất của nguyên liệu, $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$;

d - đường kính lò chứa nguyên liệu, mm.

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

2.2. TÍNH TOÁN VÀ LỰA CHỌN THIẾT BỊ.

2.2.1. Nguyên lí hoạt động.



Hình 2.1. Sơ đồ nguyên lí lò nung

Trong đó:

- + C1- C6 : tụ điện 0.33 μ F
- + L1-L2 : Cuộn cảm lõi ferit
- + Q1,Q2 : transistor IREP260
- + D3,D4 : diot FR307
- + D1,D2 : diot FR207
- + R1-R10: các điện trở

Nguyên lí :

- Khi ta cấp điện cho mạch, dòng điện sẽ chạy qua 2 điện trở R1, và R4 đến 2 cực G của mosfet, do sai số linh kiện và đường đi từ nguồn đến 2 cực mosfet là khác nhau nên sẽ có 1 trong 2 dòng điện sẽ đến cực G trước. Trong

mạch này, ta giả sử dòng dòng điện đến Q2 trước làm Q2 dẫn. Ta gọi C1=>C6 và cuộn nung là khối cộng hưởng. Dòng điện sẽ đi từ Vcc theo 2 đường : Từ Vcc qua L1 và Vcc qua L2 => khối cộng hưởng, cả 2 dòng này sẽ qua mosfet xuống GND. Cuộn cảm L1 và L2 được nạp. Vì Q2 dẫn nên cực G của Q1 sẽ được kéo xuống GND bởi Diode D1 nên Q1 không thể dẫn. Trong quá trình nạp điện cho cuộn cảm, sau khi L2 được nạp đầy điện thì điện áp ở đầu Ktot D2 sẽ giảm xuống do phân áp giữa L2 và cuộn nung làm cho Q2 ngừng dẫn, năng lượng trong L1 và L2 được giải phóng, xả vào khối cộng hưởng. Khi Q2 ngừng dẫn thì điện áp ở đầu Diode D1 được kéo lên Vcc, dòng điện sẽ qua điện trở R4 làm cho Q1 dẫn, quá trình lặp lại với vé còn lại.

- Về phần điều khiển nhiệt độ lò nung: Khi cấp nguồn 220V cho bộ điều khiển nhiệt độ và CTT, cuộn hút của CTT đóng, các tiếp điểm chính của công tắc tơ đóng, cấp điện cho mạch nung, bộ điều khiển nhiệt độ hiển thị nhiệt độ đo được. Khi nhiệt độ vượt quá nhiệt độ cho phép, tiếp điểm cảnh báo nhiệt độ ALM của bộ điều khiển ngắt, cuộn hút CTT mất điện, các tiếp điểm chính của CTT mở, ngắt nguồn điện cấp cho lò nung. Đến khi nhiệt độ giảm dưới nhiệt độ đặt , tiếp điểm cảnh báo nhiệt độ của bộ điều khiển lại đóng trở lại, mạch hoạt động trở lại bình thường.

2.2.2. Chọn tần số.

Chiều sâu lớp bề mặt có dòng điện chạy qua Δ tỉ lệ nghịch với tần số f của nó

theo công thức:
$$\Delta = \sqrt{\frac{\rho}{\mu \cdot f}}$$

Trong đó:

Δ -Chiều sâu lớp bề mặt có mật độ dòng cứng cao, cm.

ρ - Điện trở suất của kim loại nung, $\Omega \cdot \text{cm}$.

μ - Độ từ thẩm của kim loại nung, m/A.

f - Tần số của dòng điện, Hz.

a) *Chọn tần số và thiết bị*

- Tần số dòng điện quyết định chiều dày lớp nung nóng do đó quyết định chiều sâu lớp tôi cứng
- Thường chọn chiều sâu lớp tôi cứng bằng 20% diện tích;
- Chiều dày lớp tôi cứng tương ứng với thiết bị có tần số và công suất như sau:

- $\Delta = 4 \div 5 \text{ mm}$ cần $f = 2500 \div 8000 \text{ Hz}$, $P > 100 \text{ Kw}$;
- $\Delta = 1 \div 2 \text{ mm}$ cần $f = 66000 \div 250000 \text{ Hz}$, $P = 50 \div 100 \text{ Kw}$;

2.2.3. Mức độ cảm ứng điện từ.

Mức độ cảm ứng của khối kim loại chứa trong lò khác nhau, phụ thuộc vào từng vùng, tính chất của nguyên liệu và tần số làm việc. Mật độ dòng điện cảm ứng phân bố trong lò không đều. Kim loại gần cuộn cảm ứng thì có mật độ điện lớn nhất và giảm dần theo hướng vào tâm lò, tức là nguyên liệu nóng nhanh nhất ở sát tường lò, còn ở giữa lò là chày chậm. Để xác định đại lượng mật độ dòng ở kim loại tại một điểm bất kỳ trong lò ta có công thức sau:

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

Trong đó :

δ_z, δ_0 : tương ứng mật độ dòng tại hoành độ z và 0

π : độ từ thẩm tuyệt đối, (H)

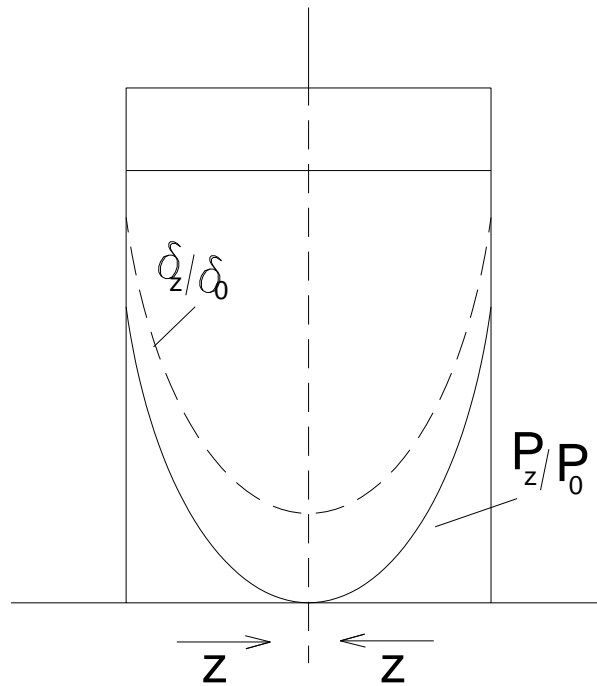
$$\pi = \pi_0 \cdot \pi_{kl}$$

π_0 : độ từ thẩm trong môi trường chân không;

π_{kl} : độ từ thẩm của kim loại trong lò;

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

f – tần số làm việc, (Hz)



Hình 2.2. Phân bố tương đối của mật độ dòng điện và công suất (P_z/P_0)

Trong quá trình nấu luyện thép khi tăng nhiệt độ thì độ sâu thấm từ tăng dưới điểm quy định ($t < 710^{\circ}\text{C}$). Trên thực tế sản xuất thường cho lò đạt nhiệt độ cao rồi mới chất liệu cục to vào lò, đặc biệt nên chất nguyên liệu kim loại sát thành lò hết sức khít chặt, còn ở giữa lò vừa đảm bảo nguyên liệu được nung đỏ đều nhanh. Sau mỗi mẻ nấu thép cần để lại ít thép lỏng. Khi kim loại còn ở trạng thái rắn thì công suất nhiệt tỏa ra trong nguyên liệu phụ thuộc vào kích thước cục liệu ban đầu.

Theo G. T. Badata thì giá trị công suất tỏa nhiệt ra trong nguyên liệu đạt được cực đại khi kích thước nguyên liệu là:

$$d_1 = 3,5.b; \text{ (mm)}$$

Trong đó:

d_1 : đường kính cục nguyên liệu, (mm).

b : độ sâu thấm từ, mm.

$$b = \frac{1}{2.\pi} \sqrt{\frac{\rho.10^{12}}{f.\mu_{kl}}}; \text{ (mm)}.$$

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

Bảng 2. Chỉ tiêu kích thước nguyên liệu được sử dụng trong các loại lò

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

2.2.4. Công suất điện.

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

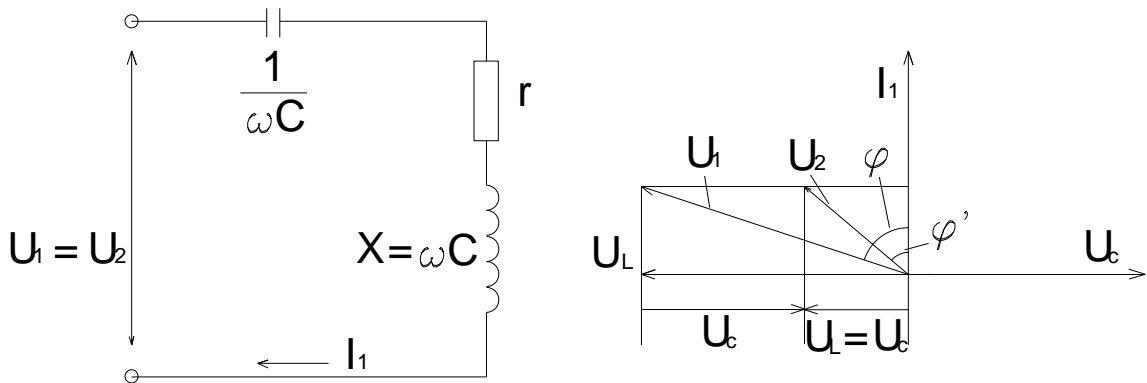
Do cấu tạo lò và cuộn cảm ứng nồi lò có độ dày bằng vật liệu chịu lửa ngăn cách lò với cuộn cảm ứng, còn cuộn cảm ứng có nhiều vòng, vòng nọ cách vòng kia 2 ÷ 3 mm nên tạo ra nhiều khe hở, dẫn đến từ thông biến thiên bị rò ra ngoài không khí, mất bớt năng lượng điện cảm ứng ở trong lò do đó hệ số tận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

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

2.2.5. Hệ thống tụ điện bù.

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

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



Hình 2.3. Sơ đồ kiểu nối tụ nối tiếp với cuộn cảm ứng lò

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

Điện áp trên cuộn cảm ứng lò $U_L = I_1 \cdot X = I_1 \cdot \omega \cdot L$;

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

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

dòng điện và hoàn toàn tránh được sự cố do quá dòng điện do cộng hưởng.

2.2.6. Lựa chọn thiết bị.

2.2.6.1 Bộ đổi nguồn từ 220V- 24V



Hình 2.4. Bộ đổi nguồn 220V - 24V

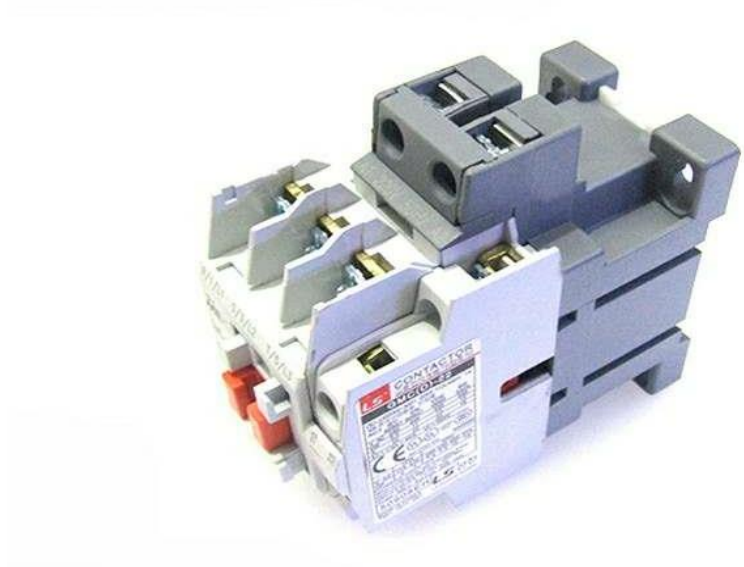
Chọn loại MST-360W-12 có thông số như sau:

- Điện áp đầu vào: AC 110V- 240V
- Điện áp đầu ra : DC 12V
- Tần số : 50Hz
- Dòng ra tối đa : 30A

Nhiệm vụ: Chuyển đổi từ nguồn 220V AC sang 24V DC. Ở đây ta dùng 2 bộ đổi nguồn 12V mắc nối tiếp với nhau.

2.2.6.2. Công tắc tơ

- Chọn công tắc tơ LS GMC-12



Hình 2.5. Công tắc tơ LS GMC-12

+ $U = 220\text{VAC}$

+ $f = 50\text{Hz}$

+ $I = 12\text{A}$

2.2.6.3. Bộ điều khiển nhiệt độ lò nung

Chọn bộ điều khiển RCK – Rex C400

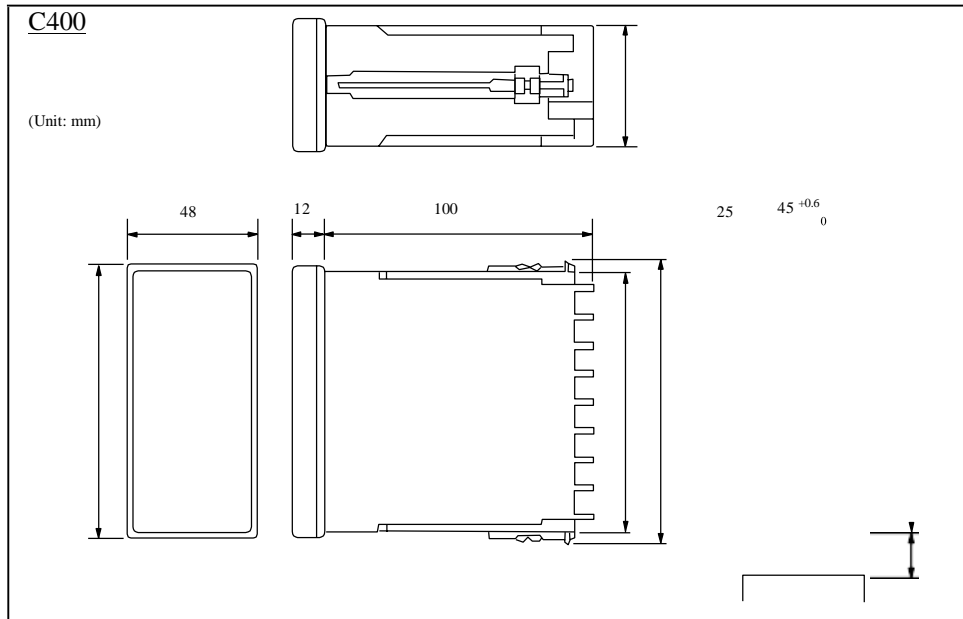


Hình 2.6. Bộ điều khiển nhiệt độ RCK C400

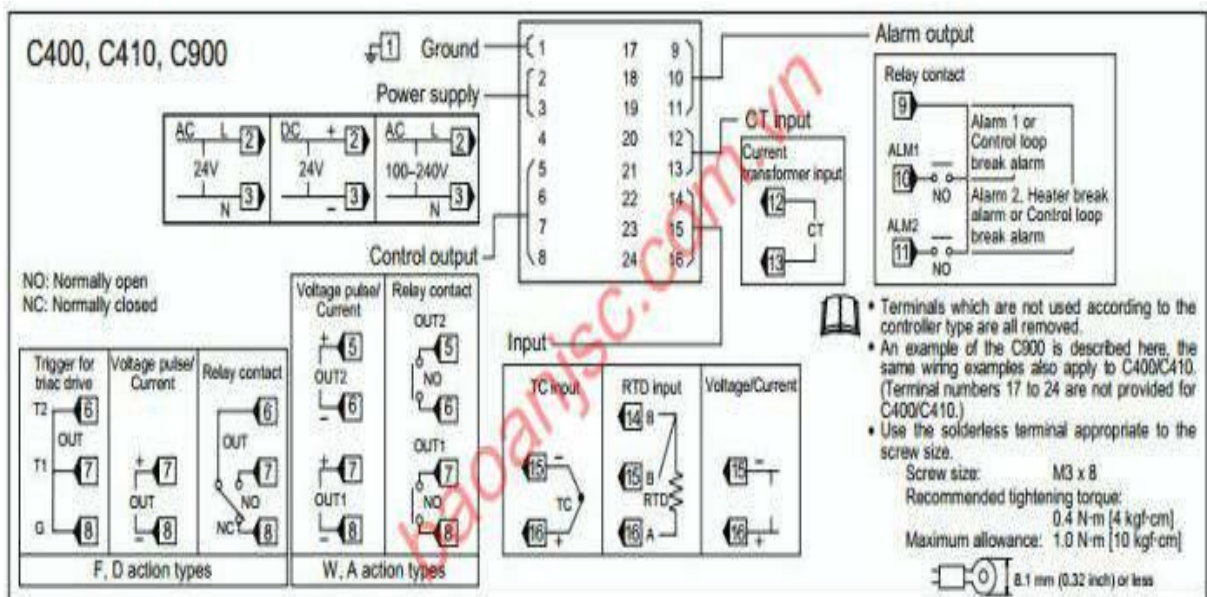
Kích thước	H48xW96
Hiển thị	Hiển thị Led 7 đoạn, giá trị thực PV: màu xanh, giá trị đặt SV: màu cam
Nguồn cấp	100–240 VAC 50/60Hz, 24V AC/DC
Ngõ vào	RTD: Pt100Ω, JPt100Ω Can nhiệt: K(CA), J(IC), R(PR), E(CR), T(CC), S(PR), N(NN), W(TT), B, PLII Điện áp :0 - 5VDC, 1-5VDC. Dòng : 0 - 20 mA, 4 - 20mA
Ngõ ra	Ngõ ra rơ le: 250VAC, 3A Ngõ ra xung điện áp: 0/12 VDC (Điện trở tải: lớn hơn 600Ω) Ngõ ra dòng: DC 4-20mA (Điện trở tải: nhỏ hơn 600Ω) Ngõ ra Triac: 100 VAC, 200 VAC Ngõ ra alarm: 250VAC, 1A
Chu kỳ lấy mẫu	0.5 s
Phương pháp điều khiển	ON/OFF, P, PI, PD, PID
Tính năng	Cảnh báo quá nhiệt Cảnh báo đứt vòng lặp Cảnh báo ngõ ra Sao lưu bộ nhớ: + Số lần sao lưu: 100.000 lần + Thời gian lưu trữ dữ liệu: 10 năm
Truyền thông	Truyền dữ liệu PV/SV transmission, cài đặt SV)
Kiểu đấu nối	Cầu đấu
Kiểu lắp đặt	Lắp trên cánh tủ, bắt vít trên tủ điện
Phụ kiện	Gá lắp cánh tủ, đế (mua rời)
Cấp bảo vệ	
Tiêu chuẩn	CE, UL, RoHS

Bảng 3. Thông số bộ điều khiển RCK C400

- Dùng để hiển thị nhiệt độ và ngắt khi xảy ra quá nhiệt độ.



Hình 2.7. Kích thước chi tiết bộ điều khiển Rex-C400



Hình 2.8. Hệ thống các tiếp điểm của bộ điều khiển nhiệt độ

Chúng ta sử dụng các chân tiếp điểm sau:

- + 2-3 Chân đấu nguồn 220v: cấp nguồn 220V AC cho bộ điều khiển
- + 9-11 tiếp điểm thường đóng cảnh báo nhiệt độ ALM
- + 9-10 Tiếp điểm thường mở cảnh báo nhiệt độ ALM

Khi xảy ra quá nhiệt tiếp điểm thường đóng 9-11 sẽ mở ra, ngắt điện vào cuộn hút của CTT, các tiếp điểm chính của CTT mở, ngắt mạch lò nung, khi nhiệt độ giảm xuống đến nhiệt độ cho phép thì tiếp điểm 9-11 đóng trở lại, cuộn hút CTT có điện, đóng các tiếp điểm chính, mạch hoạt động lại bình thường.

2.2.6.4. Cuộn nung

Sử dụng loại ống đồng hailing



Hình 2.9. Ống đồng hailing

+ Đường kính : 5 mm

+ Độ dày : 0,55mm

2.2.6.5. Transitor

Chọn transitor IREP4227



Hình 2.10. Transistor IRFP4227

Thông số chi tiết như sau:

- Loại thiết kế: IRFP 4227
- Loại Transistor : MOTFET
- Loại điều khiển kênh : N-kênh
- Công suất cực đại phân tán (P_d): 330W
- Điện áp nguồn thoát tối đa $|V_{ds}|$: 200V
- Điện áp nguồn cổng tối đa $|V_{gs}|$: 30V
- Dòng chảy tối đa hiện tại $|I_d|$: 65A

2.2.6.6 Tụ

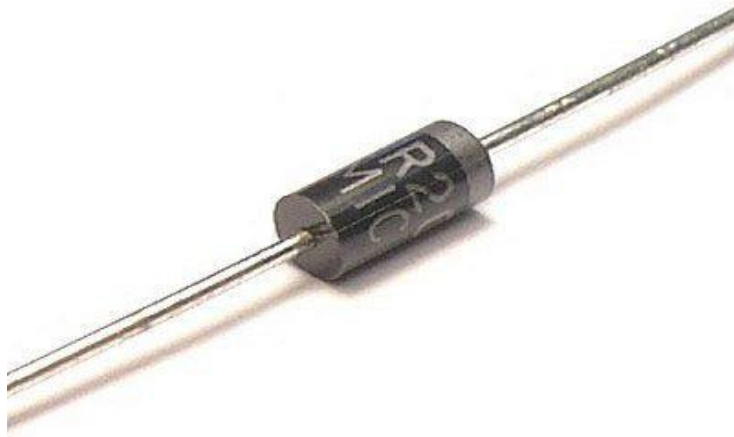
Chọn tụ EM 1200V DC - 0,3 μ F



Hình 2.11. Tụ EM 1200V DC

2.2.6.7. Diode

+ Diode FR207



Hình 2.12. Diode FR207

Có các thông số như sau:

- Điện áp làm việc : 5-1000V
- Dòng điện định mức: 2A
- Nhiệt độ làm việc : - 65 – 160C

+ Diode FR307



Hình 2.13. Diode FR307

Có các thông số như sau:

- Điện áp ngược max $V_{RRS}(V)$: 1000V
- Dòng thuận $I_F(A)$: 3.0A

- Điện áp rơi thuận $V_F(V)$: 1,3V

- Dòng ngược $I_R(mA)$: 5.0 A

2.2.6.7 Cảm biến nhiệt độ

Chọn loại cảm biến nhiệt độ WRNT-01



Hình 2.14 Cảm biến nhiệt độ WRNT-01

Các thông số như sau :

- Dải nhiệt độ : từ 0- 600

- Độ dài dây 3000mm

Ngoài ra còn một số linh kiện khác , dưới đây là toàn bộ linh kiện cần dùng cho mạch lò nung:



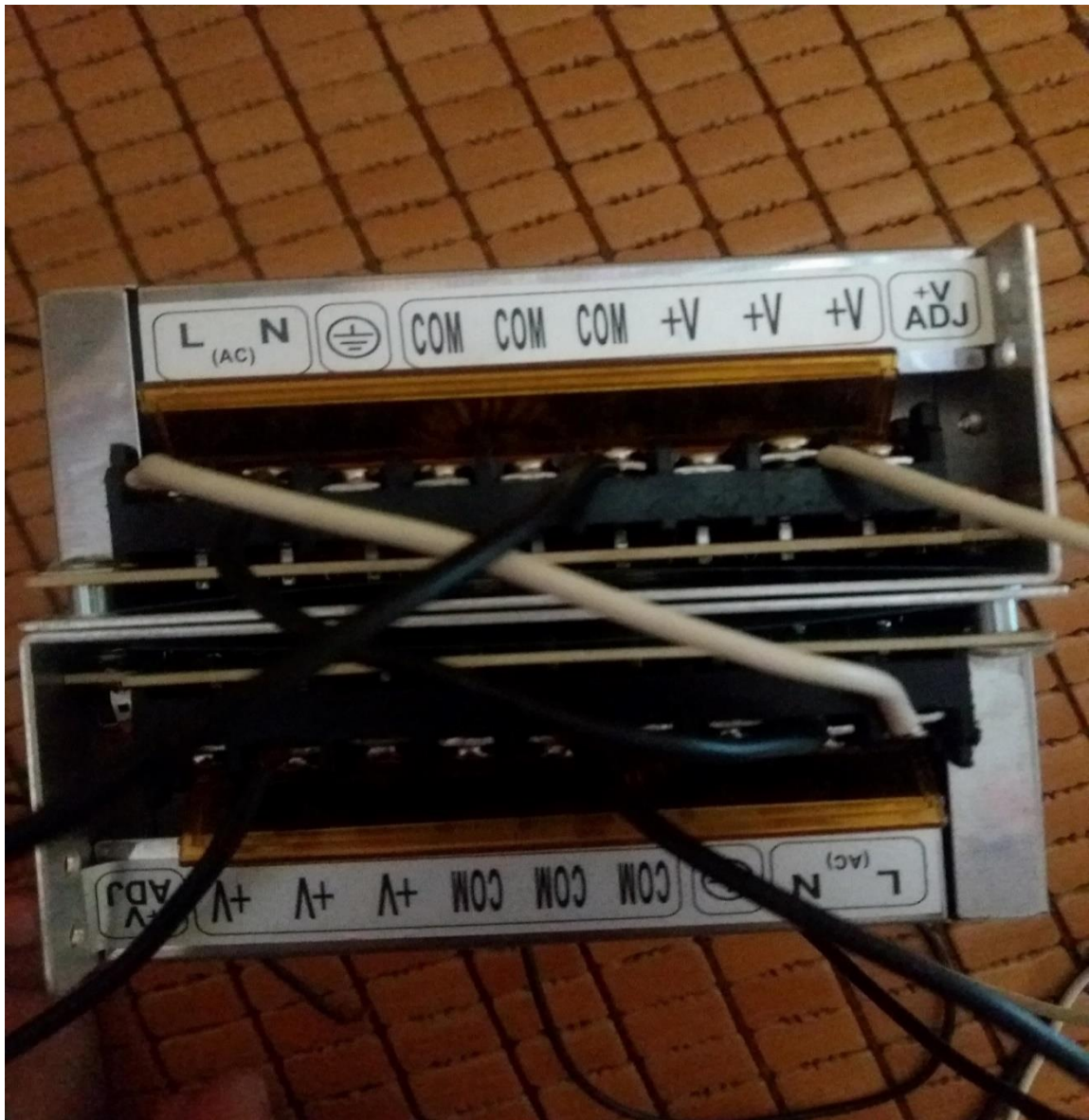
CHƯƠNG 3.

LẮP RÁP MÔ HÌNH VÀ THỬ NGHIỆM

3.1 LẮP BỘ ĐỔI NGUỒN CẤP CHO MẠCH.

- Mắc nối tiếp 2 bộ đổi nguồn 12V với nhau, để được bộ đổi nguồn điện từ 220V - 24V

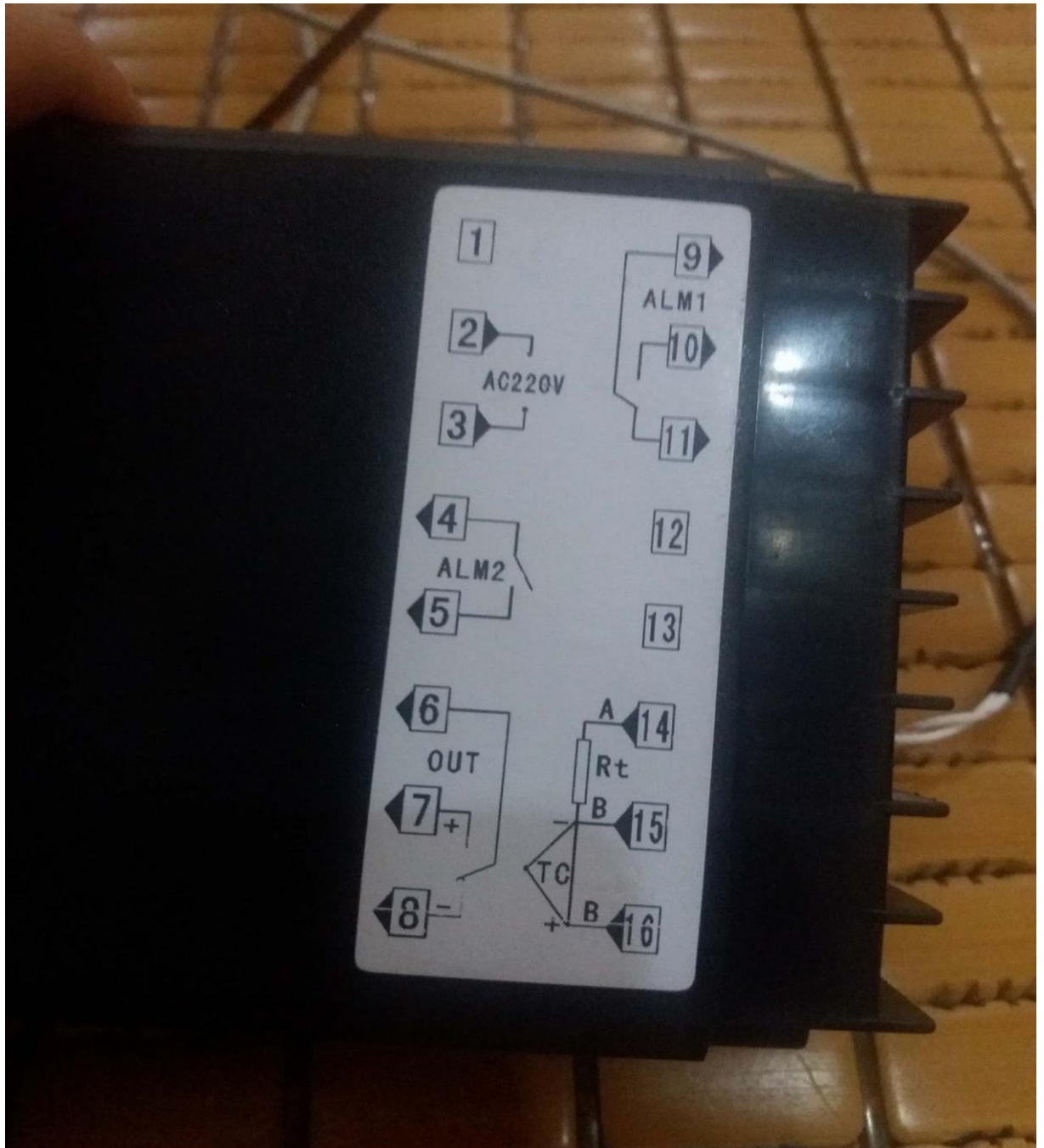
Ta tiến hành mắc như sau:



Hình 3.1. Ghép 2 bộ đổi nguồn 12V thành 24V

- + Chân nguồn vào 220V của 2 bộ biến đổi được mắc song song với nhau.
- + Ta được đầu ra ở 2 bộ biến đổi: Chân V+ tương ứng chân dương, chân COM tương ứng chân dương. Ta mắc nối tiếp 2 bộ đổi nguồn với nhau, đầu ra âm (COM) của bộ 1 mắc vào đầu ra dương (V+) của bộ 2. Ta được nguồn ra là nguồn 24V.

3.2. LẮP RÁP BỘ ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ.



Hình 3.2. Hệ thống các điểm đấu nối



Hình 3.3. Các chân đấu nối của bộ điều khiển nhiệt độ

Ta tiến hành đấu nối như sau:

- Cấp nguồn 220V vào chân 2-3 của bộ điều khiển nhiệt độ
- Chân 15-16 của bộ điều khiển cung cấp tín hiệu cho dây cảm biến nhiệt độ
- Chân 9 đấu với đầu ra của bộ CTT chân 11 đầu ra mát

3.3. LẮP RÁP LINH KIỆN MẠCH NUNG.

In bảng mạch theo sơ đồ nguyên lí sau đó lắp ráp các linh kiện theo bảng mạch in:



Hình 3.4. Bảng mạch in và các linh kiện

- Sau khi lắp ráp được một mạch nung hoàn chỉnh như sau:

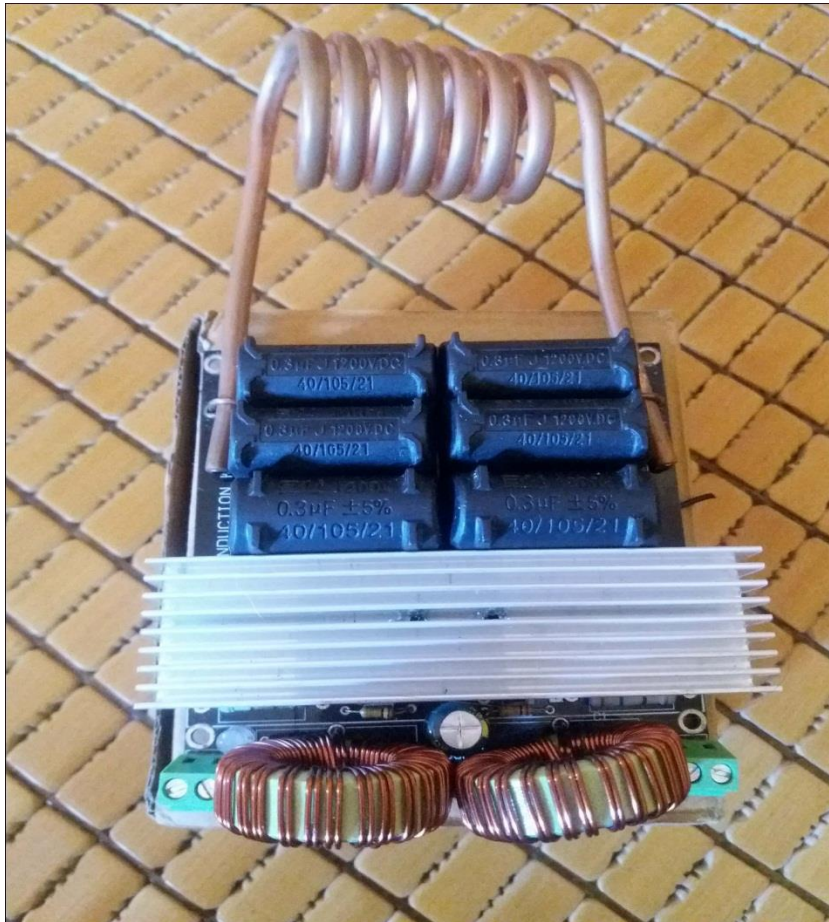


Hình 3.5. Mạch nung hoàn chỉnh

- Tiếp theo ta thêm miếng tản nhiệt và cuộn nung vào mạch:

+ ống đồng uốn thành dạng xoắn ốc, với đường kính vòng xoắn là 30mm. Sau đó tiến hành hàn vào mạch theo sơ đồ nguyên lí.

+ Phía trên 2 transistor ta đặt 2 tấm cách điện, sau đó đặt miếng tản nhiệt lên trên và cố định lại:

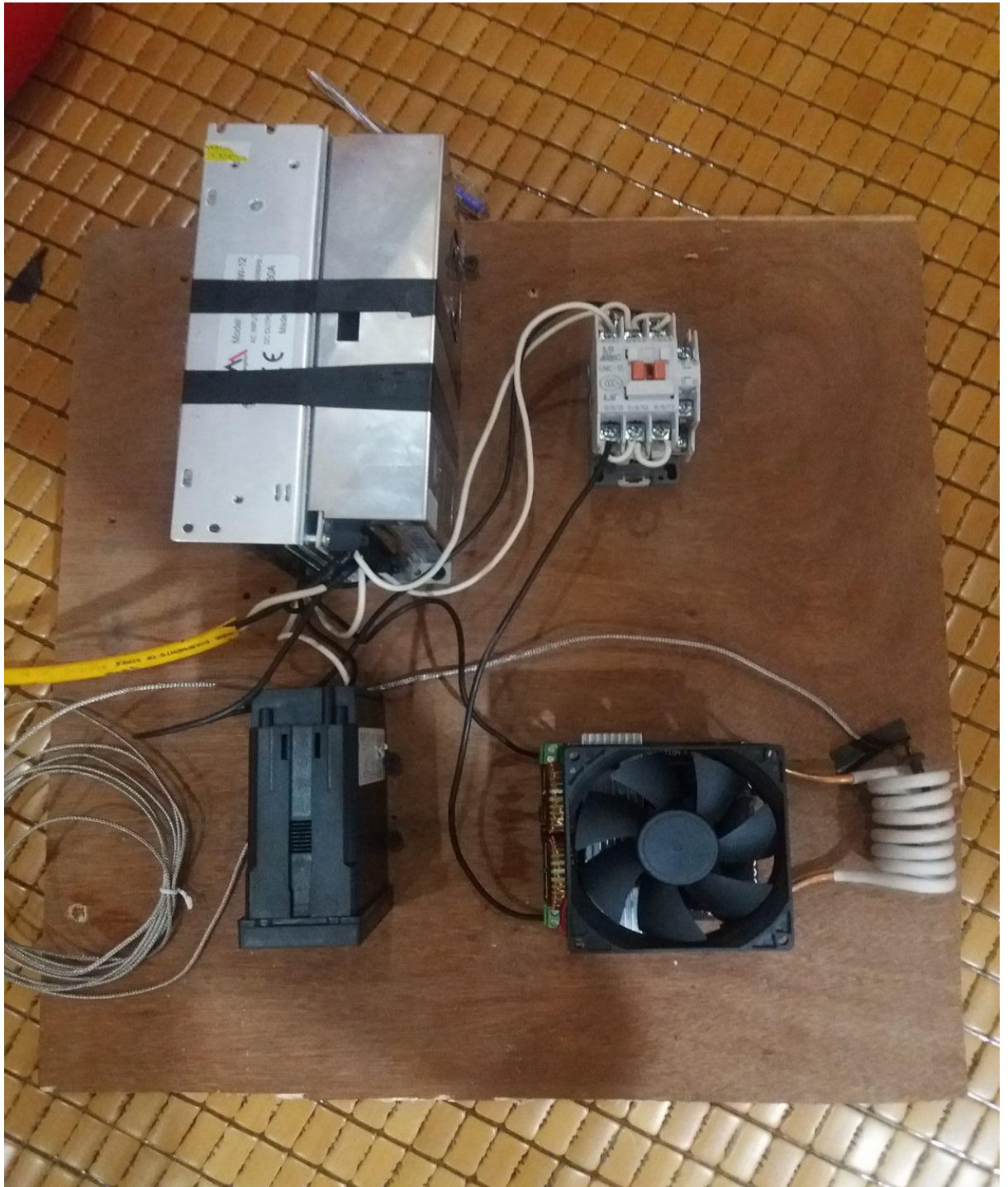


Hình 3.6. Lắp thêm cuộn nung và miếng tản nhiệt

+ Phía trên mạch ta dùng một quạt tản nhiệt để tránh khi làm việc , các linh kiện nóng lên gây cháy, hỏng

3.4. LẮP RÁP HOÀN CHỈNH MÔ HÌNH.

Tiến hành lắp ráp hoàn chỉnh mô hình:

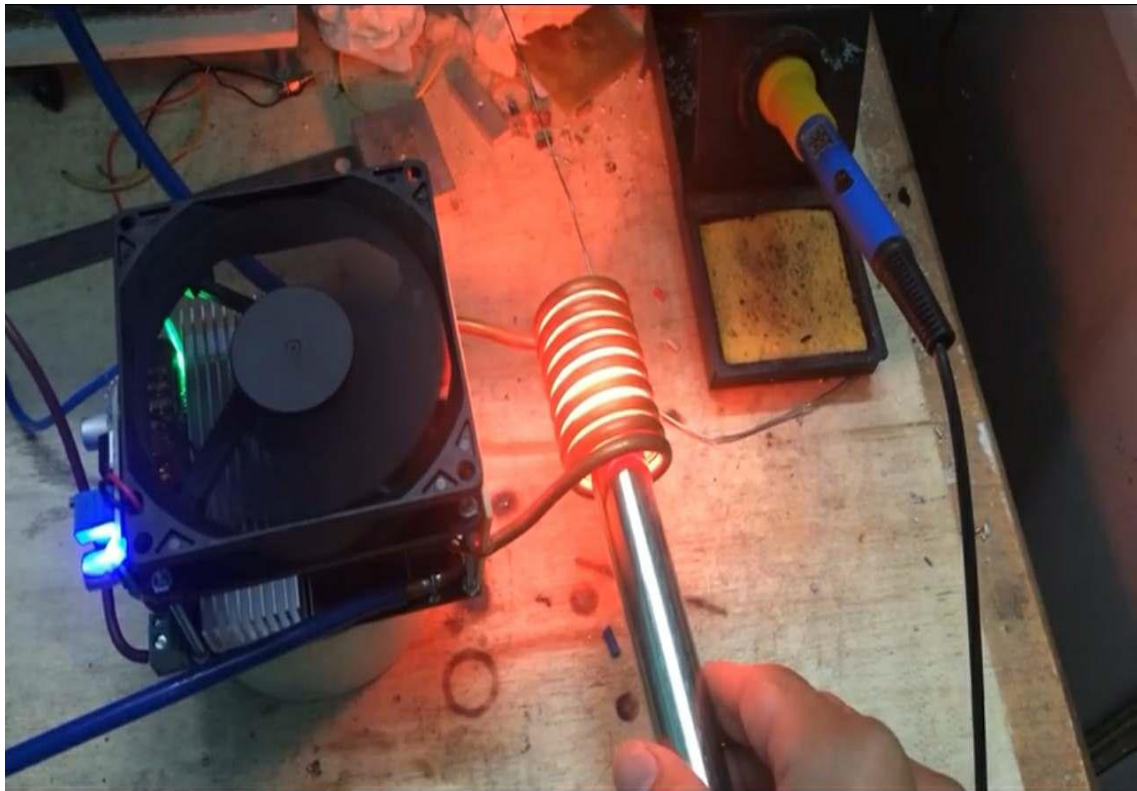


Hình 3.7. Mô hình lắp ráp hoàn thiện

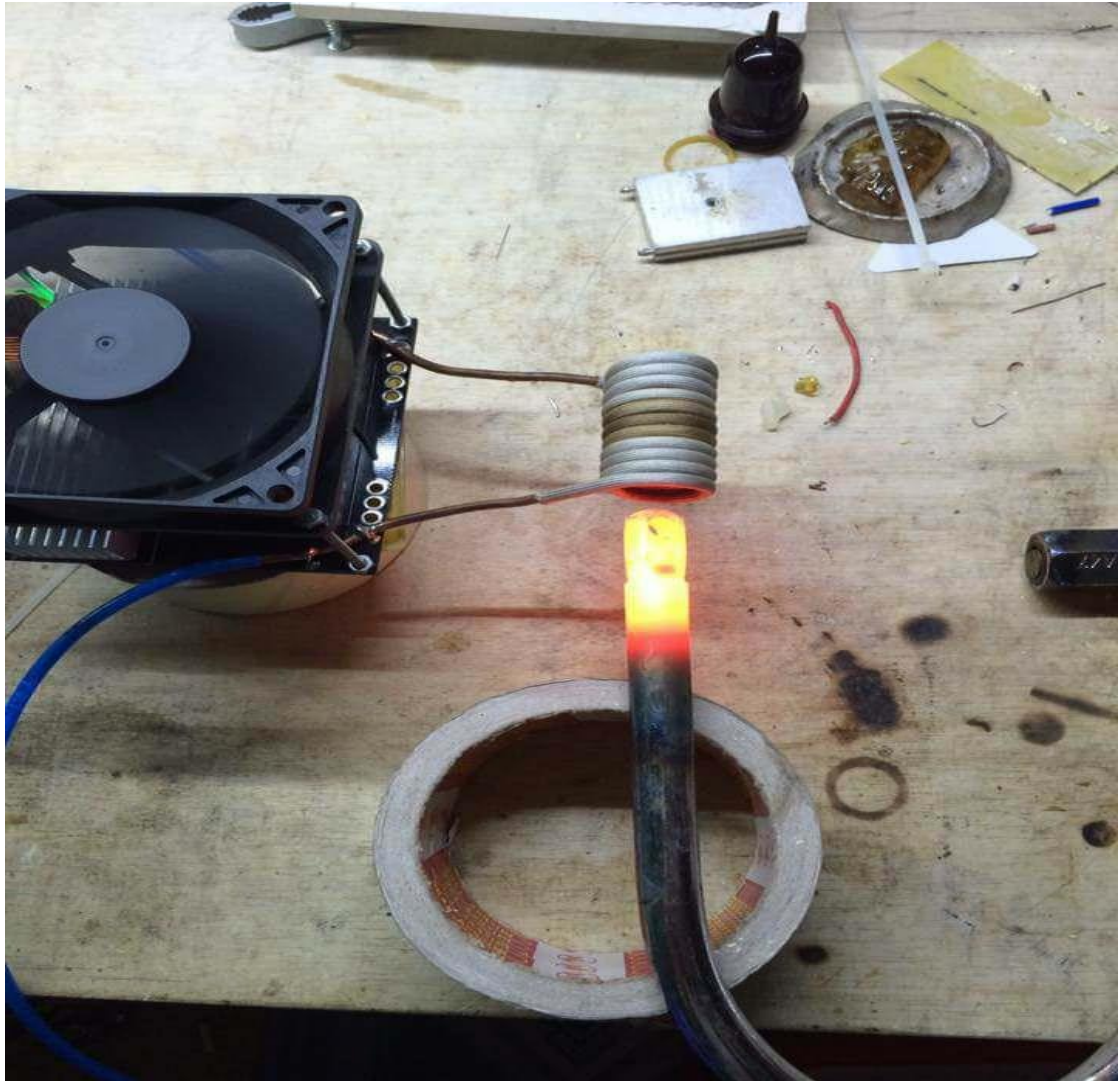
3.5. THỬ NGHIỆM VÀ KIỂM TRA MÔ HÌNH.

Tiến hành chạy thử mô hình, dưới đây là một số hình ảnh chạy thử mô hình.

- Đưa một thanh thép vào trong cuộn nung, trong một khoảng thời gian rất ngắn, thanh thép nóng đỏ.



Hình 3.8 : Quá trình nung một ống thép



Hình 3.9 : Ống thép sau khi được nung đỏ

Chú ý: Trong quá trình nung, ta cần cho một dòng nước nhỏ chạy xuyên qua ống đồng để tránh trong khi nung ống đồng quá nóng.

KẾT LUẬN

Thời gian thực hiện với sự tạo điều kiện và giúp đỡ của giáo viên hướng dẫn là Thạc sĩ Đinh Thế Nam cùng các thầy cô giáo trong khoa Điện-Điện tử trường Đại học dân lập Hải Phòng em đã thực hiện thành công đề tài **“ Nghiên cứu và chế tạo lò nung kim loại có điều khiển nhiệt độ “** .

Do thời gian có hạn và kinh nghiệm bản thân chưa có với sự giúp đỡ của các thầy cô trong nhà trường đã giúp em hoàn thành nhiệm vụ của mình. Qua đây em xin cảm ơn các thầy cô giáo đã dìu dắt em trong 4 năm học vừa qua. Em xin chân thành cảm ơn các thầy cô trong khoa Điện-Điện tử đã dạy dỗ và trang bị cho em những kiến thức chuyên ngành quý giá.

Em sẽ cố gắng tiếp thu kiến thức và không ngừng học hỏi để áp dụng vào những công việc thực tế sau này.

Hải Phòng, ngày 16 tháng 05 năm 2018

Sinh viên

Trần Thị Huyền

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Minh Chính, Phạm Quốc Hải, Trần Trọng Minh (2001) ***Điện tử công suất***, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
2. GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn, TS. Nguyễn Trọng Thắng (2016) ***Nguyên lý hoạt động của máy điện***, Nhà xuất bản Xây dựng
3. PGS.TS Trần Văn Dy (2006) ***Kỹ thuật lò điện luyện thép***, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
4. Phạm Văn Trí (2008), ***Lò công nghiệp***, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.