

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP

Sinh viên : Nguyễn Minh Chiến

Giảng viên hướng dẫn: Th.S Nguyễn Đoàn Phong

HẢI PHÒNG – NĂM 2020

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG

ĐỀ TÀI:
MÔ HÌNH HOÁ VÀ MÔ PHỎNG MÔ HÌNH THÍ
NGHIỆM ĐIỀU KHIỂN LÒ NHIỆT TRÊN PHẦN
MỀM MATLAB

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

Sinh viên : Nguyễn Minh Chiến

Giảng viên hướng dẫn : Th.S Nguyễn Đoàn Phong

HẢI PHÒNG – 2020

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên : Nguyễn Minh Chiến

MSV: 1913102009

Lớp : DCL2301

Ngành : Điện Tự Động Công Nghiệp

Tên đề tài: Mô hình hoá và mô phỏng mô hình thí nghiệm điều khiển lò nhiệt trên phần mềm Matlab

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

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Họ và tên : Nguyễn Đoàn Phong

Học hàm, học vị : Thạc sĩ

Cơ quan công tác : Trường Đại học Quản lý và Công nghệ Hải Phòng

Nội dung hướng dẫn: Mô hình hóa và mô phỏng mô hình thí nghiệm điều khiển lò nhiệt trên phần mềm Matlab.

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày 12 tháng 10 năm 2020

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày 31 tháng 12 năm 2020

Đã nhận nhiệm vụ Đ.T.T.N

Đã giao nhiệm vụ Đ.T.T.N

Sinh viên

Cán bộ hướng dẫn Đ.T.T.N

Nguyễn Minh Chiến

Th.S Nguyễn Đoàn Phong

Hải Phòng, ngày.....tháng năm 2020.

TRƯỞNG KHOA

TS. Đoàn Hữu Chức

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN TỐT NGHIỆP

Họ và tên giảng viên: Nguyễn Đoàn Phong.

Đơn vị công tác: Trường Đại học Quản lý và Công nghệ Hải Phòng

Họ và tên sinh viên: Nguyễn Minh Chiến.

Chuyên ngành: Điện tự động công nghiệp

Nội dung hướng dẫn : Toàn bộ đề tài

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

.....

.....

.....

.....

2. Đánh giá chất lượng của đề án (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 số liệu...)

.....

.....

.....

3. Ý kiến của giảng viên hướng dẫn tốt nghiệp

Được bảo vệ ☐ Không được bảo vệ ☐ Điểm hướng dẫn ☐

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2020

Giảng viên hướng dẫn

Ths. Nguyễn Đoàn Phong

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN CHẤM PHẢN BIỆN

Họ và tên giảng viên:.....

Đơn vị công tác:.....

Họ và tên sinh viên:Chuyên ngành:.....

Đề tài tốt nghiệp:

.....

1. Phần nhận xét của giảng viên chấm phản biện

.....

.....

.....

.....

2. Những mặt còn hạn chế

.....

.....

.....

.....

3. Ý kiến của giảng viên chấm phản biện

Được bảo vệ ☐ Không được bảo vệ ☐ Điểm hướng dẫn ☐

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2020

Giảng viên chấm phản biện

LỜI MỞ ĐẦU

Ngày nay nhu cầu sử dụng năng lượng nhiệt trong công nghiệp cũng như đời sống là rất lớn. Năng lượng nhiệt có thể dùng để sấy khô, nung chảy, hay nhiệt luyện để tạo ra các sản phẩm với chất lượng cao. Một số các ứng dụng phổ biến của năng lượng nhiệt là dùng để sấy. Thiết bị sấy là một phần rất quan trọng trong các ngành sản xuất hiện nay các ứng dụng hiện nay cần sử dụng thiết bị sấy là rất lớn như sấy các sản phẩm trong nông nghiệp như thóc, ngô, hay cà phê, hạt điều, vải..., trong ngành thủy sản thì để sấy khô các sản phẩm tôm cá..., và đặc biệt trong ngành công nghiệp như dệt, may, sơn, sản xuất gạch, thức ăn chăn nuôi thì lò sấy là thiết bị không thể thiếu. Với mong muốn tìm hiểu sâu hơn về lò sấy và những khoa học kỹ thuật được áp dụng vào đó, em đã lựa chọn đề tài ***“Mô hình hóa và mô phỏng mô hình thí nghiệm điều khiển lò nhiệt trên phần mềm Matlab”***. Đề tài tập trung vào việc:

- Tìm hiểu tổng quan công nghệ lò sấy, giới thiệu các phương pháp điều khiển nhiệt độ lò sấy và chọn một phương pháp để nghiên cứu, nhận dạng, xác định được từng thiết bị và tiến hành thiết kế, chế tạo mô hình điều khiển và giám sát lò sấy.

- Mô hình hóa và mô phỏng mô hình thí nghiệm điều khiển lò nhiệt trên phần mềm Matlab.

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU CHUNG VỀ Lò NHIỆT	3
1.1 Khái niệm chung	3
1.2 Phân loại lò nhiệt.....	3
1.2.1 So sánh lò điện trở, lò hồ quang, lò cảm ứng.....	3
1.2.2 Ứng dụng của lò nhiệt	6
1.3 Cấu tạo lò điện trở.....	8
1.3.1 Vỏ lò.....	10
1.3.2 Lớp lót	10
1.3.3 Dây nung	11
1.4 Nguyên lí làm việc và tổn thất của lò điện trở	11
1.4.1 Nguyên lí làm việc	11
1.4.2 Tổn thất nhiệt trong lò.....	11
1.5 Các phương pháp điều chỉnh nhiệt độ của lò.....	12
1.5.1 Phương pháp dùng máy biến áp.....	12
1.5.2 Phương pháp dùng role	12
1.5.3 Phương pháp dùng role kết hợp với thyristor	12
1.5.4 Phương pháp dùng hai thyristor mắc song song ngược.....	12
1.5.5 Phương pháp dùng triac	13
CHƯƠNG 2: GIỚI THIỆU VỀ CÁC PHẦN TỬ TRONG MÔ HÌNH...	11
2.1 Sơ đồ khối các phần tử trong mô hình	11
2.2 Bộ điều khiển nhiệt độ	12
2.3 Giới thiệu chung về các bộ điều khiển nhiệt độ.....	13
2.3.1 Bộ điều khiển nhiệt độ Autonics TK4S-Series.....	13
2.3.2 Bộ điều khiển nhiệt độ Omron dòng E5CD.....	17
2.4 Cảm biến nhiệt độ	18
2.4.1 Cảm biến RTD	18

2.4.2 Cặp nhiệt điện (Thermocouple)	19
2.4.3 Can nhiệtK.....	20
2.5 Role bán dẫn HSR.....	24
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ MÔ HÌNH	26
3.1 Sơ đồ nguyên lý hệ thống.....	26
3.2 Tính chọn trang thiết bị cho mô hình.....	26
3.2.1 Thiết kế lò nhiệt	26
3.2.2 Bộ điều khiển TK4S-B4CR	32
3.2.3 Role bán dẫn HSR-2D304Z 30A.....	36
3.2.4 Bộ điều chỉnh nguồn SPC1-35.....	39
3.2.5 Cảm biến nhiệt E52MY-CA10C D6.3MM SUS316 Omron.....	42
3.3 Thiết kế các modul	43
3.3.1 Modul van công suất	43
3.3.2 Modul điều khiển lò nhiệt TK4S-B4CR	45
3.4 Các chức năng điều khiển	46
3.4.1 Chức năng điều khiển ON/OFF	46
3.4.2 Chức năng tự dò tham số PID (Auto-turning)	48
3.5 Nhận dạng đối tượng trong mô hình thí nghiệm.....	51
3.5.1 Mô tả toán học lò nhiệt.....	53
3.5.2 Xác định hàm truyền của bộ điều khiển nguồn và cảm biến	55
3.5.3 Tìm tham số bộ điều khiển.....	58
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	79
TÀI LIỆU THAM KHẢO	80

Chương 1

GIỚI THIỆU CHUNG VỀ LÒ NHIỆT

1.1 Khái niệm chung

1.2 .Lò nhiệt là thiết bị gia nhiệt biến đổi điện năng thành nhiệt năng được ứng dụng trong các lĩnh vực khác nhau như công nghiệp, nông nghiệp, đời sống...

1.3 Phân loại lò nhiệt

1.3.1 So sánh lò điện trở, lò hồ quang, lò cảm ứng

Bảng 1.1 So sánh lò điện trở, lò hồ quang, lò cảm ứng.

	Lò điện trở	Lò hồ quang	Lò cảm ứng
Khái niệm	Lò điện trở là thiết bị biến đổi điện năng thành nhiệt năng thông qua dây đốt (dây điện trở) tạo ra và truyền dẫn nhiệt tới vật cần gia nhiệt.	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 cảm ứng hay còn gọi là nấu cảm ứng điện từ, lò nung cảm ứng điện từ... là một loại lò điện sử dụng nguyên lý cảm ứng điện từ. Khi cấp nguồn điện cho các vòng dây quấn quanh tường lò sẽ làm xuất hiện từ thông biến thiên bên trong lò. Vật nung trong lò nằm trong vùng từ thông biến thiên sẽ phát sinh dòng điện chạy bên trong, chính

			dòng điện này sẽ nung nóng và làm chảy vật cần nung.
Đặc điểm	Lò điện trở có khả năng tạo ra nhiệt độ cao do nhiệt độ tập trung trong một thể tích nhỏ nên lò có tốc độ nung nhanh và có năng suất cao. Đảm bảo nung đều, dễ điều chỉnh không chế nhiệt.	Dòng điện qua lò hồ quang rất lớn, các điện cực thường chạm vào kim loại trong trường hợp có vật nung nên hiện tượng này gọi là ngắn mạch làm việc.	Quy trình gia nhiệt trong lò cảm ứng giả sử khi có vật nung được chia thành các giai đoạn: Nấu chảy vật nung, hợp kim hóa, khử Oxy và ra lò.
Ưu nhược điểm	* Ưu điểm: - Có khả năng tạo được nhiệt độ cao, đảm bảo tốc độ nung lớn, nung đều và chính xác, năng suất cao, đảm bảo độ kín cần thiết, điều kiện lao động hợp vệ sinh, vận hành thuận tiện, gọn nhẹ.	* Ưu điểm: - Lò hồ quang có thể làm nóng lò và thép lên tới 4000-6000oC trực tiếp và đặc biệt có chứa các yếu tố chịu lửa như W và Mo. - Lò hồ quang có thể loại bỏ các khí độc và các vùi trong khi khử oxy và khử lưu huỳnh.	* Ưu điểm: - Tiết kiệm năng lượng hơn so với lò thủ công (lò đốt). -Tốc độ nung nóng nhanh, tiết kiệm nhân lực, giảm chi phí thuê nhân công

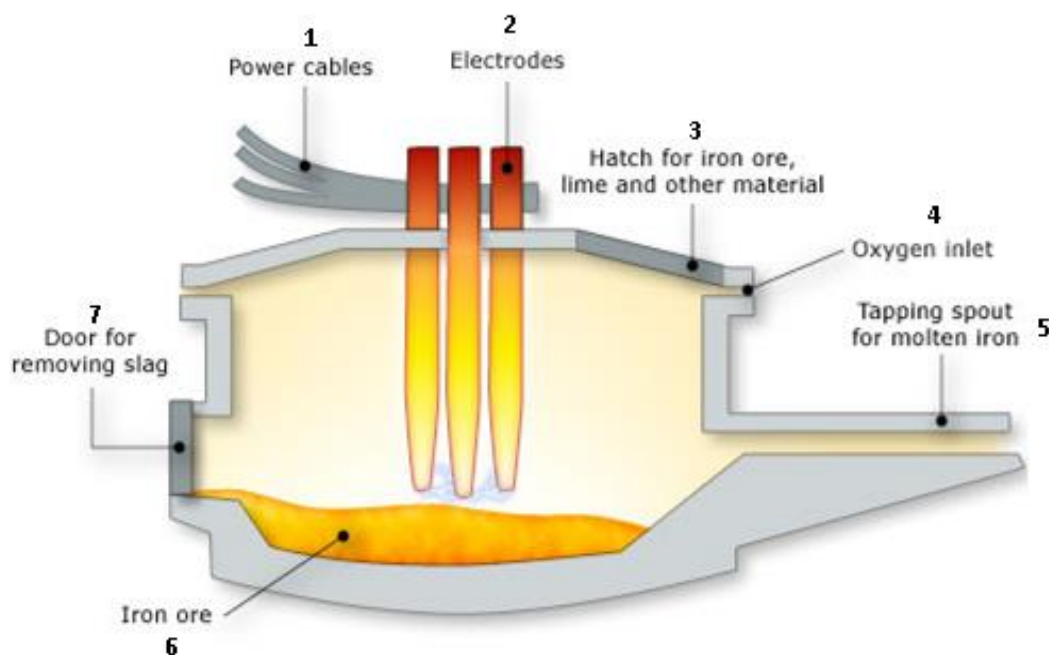
	* Nhược điểm: Tiêu thụ nhiều điện năng. Nếu lò có công suất lớn thì phải có tính toán chọn các thiết bị bảo vệ. Hơn nữa muốn vận hành, sửa chữa lò nhiệt yêu cầu người phải có chuyên môn.	* Nhược điểm: Hiện tượng phóng hồ quang điện có thể làm các thiết bị điện bị phá huỷ. Cụ thể, các tiếp điểm động lực bị đánh mòn, hỏng hóc dưới nền nhiệt tăng cao. Vì vậy, phải thay thế các thiết bị đóng cắt hằng năm với chi phí lớn. Ngoài ra, phóng điện hồ quang có thể gây cháy nổ, hoả hoạn làm ảnh hưởng đến sức khoẻ và tính mạng con người.	* Nhược điểm: Lò cảm ứng có giá thành tương đối cao, đa số áp dụng quy mô sản xuất trong công nghiệp không phù hợp cho như những máy gia dụng vì máy sử dụng điện 3 pha và tiêu hao nhiều điện năng.
Phân loại	Theo nhiệt độ làm việc của lò ($t_0 < 6500^{\circ}\text{C}$, $t_0 = 650-12000^{\circ}\text{C}$, $t_0 > 12000^{\circ}\text{C}$). * Theo nơi dùng (trong công nghiệp, trong phòng thí nghiệm, trong gia đình). * Theo đặc tính làm việc (làm việc liên	* Theo dòng điện sử dụng (Lò hồ quang một chiều, lò hồ quang xoay chiều). * Theo đặc điểm chất liệu vào của lò (lò chất liệu rắn, kim loại vụn).	* 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. Lò cảm ứng cao tần có tần số từ 10.000Hz trở lên.

	tục, làm việc gián đoạn).		
--	---------------------------	--	--

1.3.2 Ứng dụng của lò nhiệt

Trong thực tế có rất nhiều ứng dụng của lò nhiệt vào các lĩnh vực như công nghiệp, nông nghiệp, đời sống... Một số ứng dụng như sau:

* Lò nhiệt được sử dụng trong công nghiệp nung các vật phẩm trước khi cán, rèn, kéo sợi như nung thép chất lượng cao, sản xuất hợp kim, nhiệt luyện và hóa nhiệt luyện, những ứng dụng trên yêu cầu lò có công suất rất lớn, tốc độ gia nhiệt nhanh nên thường sử dụng là lò hồ quang.



Hình 1. 1. Lò hồ quang sử dụng trong công nghiệp luyện kim.

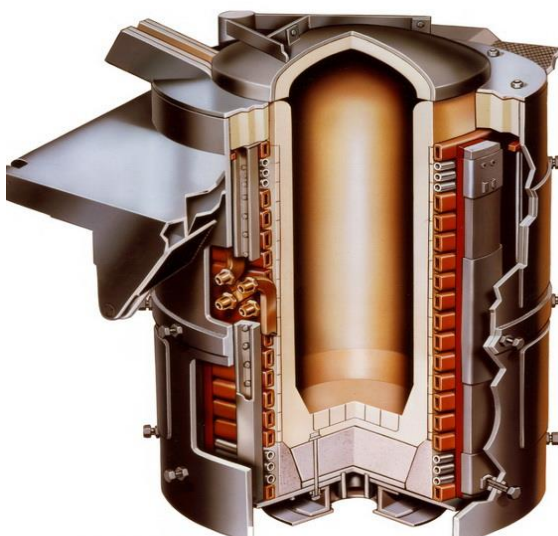
1- Dây cáp điện 2- Điện cực 3- Cửa thêm phụ gia 4- Đầu vào của khí Oxy
5- Đầu ra của sắt nóng chảy 6- Quặng sắt 7- Cửa đưa vật liệu vào

Lò nhiệt không những có mặt trong các ngành công nghiệp mà ngày càng được sử dụng rộng rãi trong đời sống sinh hoạt hàng ngày của con người một cách phong phú và đa dạng thường là lò điện trở vì nhiệt độ sử dụng không quá cao, công suất vừa và nhỏ như: Lò sấy hoa quả, bếp điện, lò sưởi,...



Hình 1. 2. Lò điện trở sử dụng sấy đa năng.

Lò cảm ứng được ứng dụng trong các ngành công nghiệp nhẹ, mạ vật phẩm, sản xuất gốm sứ, các vật phẩm thủy tinh, vật liệu chịu lửa.

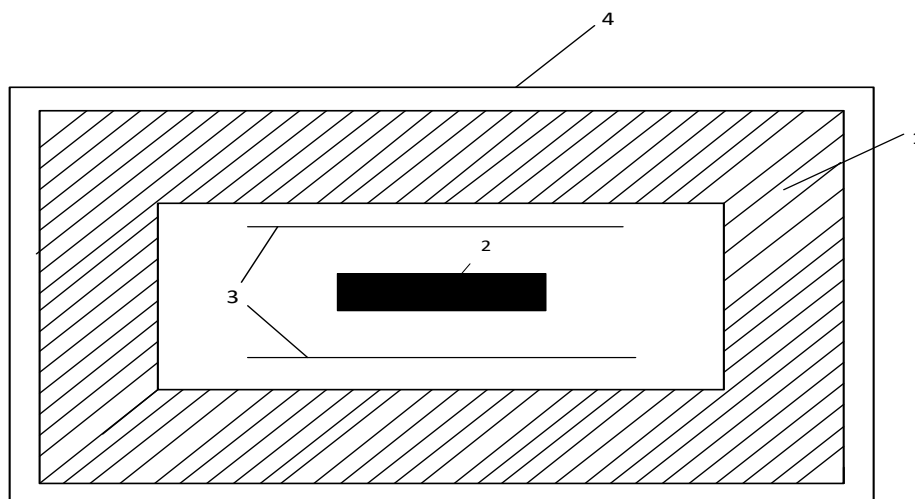


Hình 1. 3.Lò cảm ứng trung tần sử dụng trong công nghiệp mạ vật phẩm.

Kết luận:

Mục đích của đề tài này là tạo ra một bộ thiết bị thí nghiệm điều khiển và ổn định nhiệt độ dùng cho sinh viên khi học tập và nghiên cứu các nội dung liên quan đến Lý thuyết điều khiển tự động nên nhiệt độ yêu cầu không quá cao, chỉ cần dưới 200°C . Vì vậy mô hình lò điện trở được lựa chọn bởi nó được làm từ những vật liệu dễ tìm kiếm trên thị trường, dễ chế tạo, điều khiển, kích thước gọn gàng, giá thành rẻ, phù hợp với mô hình thí nghiệm.

1.4 .Cấu tạo lò điện trở



Hình 1. 4.Mặt cắt ngang của lò nhiệt.

1: Lớp lót 2: Vật nung 3: Dây nung 4: Vỏ lò

Các yêu cầu cơ bản về lò nhiệt:

- Hợp lý về mặt công nghệ: Cấu tạo của lò điện trở không những phù hợp với quá trình công nghệ yêu cầu mà còn phải tính đến khả năng sử dụng nó với các quy trình công nghệ khác nếu không làm tăng độ phức tạp trong thiết kế và giá cả không quá cao hơn.

- Hiệu quả về kỹ thuật: là hiệu suất cực đại của kết cấu khi nó có các thông số khác xác định như kích thước, công suất, trọng lượng. Chắc chắn, tin cậy khi làm việc, tiện lợi khi sử dụng, rẻ và đơn giản khi chế tạo, hình dáng nhỏ gọn, đẹp.

1.4.1 Vỏ lò

Vỏ lò bảo vệ tác động từ bên ngoài, được thiết kế tùy theo hình dạng mà người sử dụng mong muốn nhưng phải đảm bảo tính thẩm mỹ và chất lượng.

Chất liệu để làm vỏ lò có thể lựa chọn nhiều loại khác nhau như gỗ, thép, ...khi cần độ cứng chắc cho vỏ lò, người ta có thể thêm khung gia cố cho nó.

1.4.2 Lớp lót

Lớp lót các lò điện trở thường gồm 2 phần : phần vật liệu chịu lửa và phần cách nhiệt.

Phần vật liệu chịu lửa có thể xây dựng trên gạch tiêu chuẩn, gạch hình và gạch đặc biệt, tùy theo hình dạng và kích thước đã cho của buồng lò. Phần vật liệu chịu lửa phải các yêu cầu sau:

- Chịu được nhiệt độ cực đại của lò nhiệt, có độ bền cơ học khi xếp vật nung và đặt thiết bị vận chuyển trong các điều kiện đặc biệt.
- Đảm bảo khả năng gắn dây xung bền và chắc chắn, có đủ độ bền hóa học khi làm việc được tác dụng của khí quyển và vật nung, đảm bảo khả năng tồn thất nhiệt cực tiểu. Điều này đặc biệt quan trọng trong lò làm việc có chu kỳ.

Phần cách nhiệt thường nằm giữa vỏ lò và vật liệu chịu lửa. Nhiệm vụ chủ yếu của phần này là giảm tổn thất nhiệt. Riêng phần cách nhiệt ở đây còn yêu cầu độ bền cơ học nhất định. Các yêu cầu cơ bản đối với phần cách nhiệt là:

- Hệ số dẫn nhiệt cực tiểu.
- Khả năng tích nhiệt cực tiểu.

- Ổn định về tính vật lí trong điều kiện làm việc xác định phần cách nhiệt có thể xây bằng gạch chịu lửa hay đùn đậy bằng xi, bông, bột amiang...

1.4.3 Dây nung

Là bộ phận gia nhiệt cho lò biến đổi điện năng thành nhiệt năng, vì vậy cần phải có đủ các yêu cầu như: nhiệt độ chịu đựng lớn hơn nhiệt độ cực đại của lò, dây mềm dễ uốn, đường kính dây phù hợp công suất lò,...

1.5 Nguyên lí làm việc và tổn thất của lò điện trở

1.5.1 Nguyên lí làm việc

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, qua đối lưu và truyền nhiệt, dẫn nhiệt. Nhiệt năng được truyền tới vật cần gia nhiệt.

Là dựa trên cơ sở khi có dòng điện đi qua một dây dẫn hoặc vật dẫn thì ở đó sẽ tỏa ra một lượng nhiệt theo định luật Jun-Lenxơ :

$$Q = I^2.R.t$$

Trong đó:

Q: Nhiệt lượng tính bằng Jun (J).

I: Cường độ dòng điện Ampe (A).

R: Điện trở (Ω).

T: là thời gian giây (s).

1.5.2 Tổn thất nhiệt trong lò

Tổn hao nhiệt độ trong lò là do các nguyên nhân sau đây :

- Do trao đổi nhiệt đối lưu của không khí trong và ngoài lò không kín.
- Do trao đổi nhiệt bức xạ của vỏ lò sấy, khi thay đổi vật nung trong lò.

Chính các sự tổn hao này làm cho nhiệt độ trong lò không được ổn định, việc ổn định nhiệt độ lò về bản chất chính là điều chỉnh công suất cung cấp nhiệt cho lò.

1.6 Các phương pháp điều chỉnh nhiệt độ của lò

1.6.1 Phương pháp dùng máy biến áp

Đây là phương pháp điều chỉnh điện áp theo cấp, nó đòi hỏi biến áp phải có công suất lớn. phương pháp dùng để thay đổi mức điện áp cung cấp cho lò . Đây là phương pháp thô sơ, ít dùng trong hệ thống điều khiển tự động.

1.6.2 Phương pháp dùng role

Phương pháp này có đặc điểm là không chế mức nhiệt độ, mức điện áp khác nhau. Nhưng do role chỉ có tác dụng điều khiển ở một số thời điểm nhất định nên điều chỉnh mang tính chất không liên tục. Mặt khác quá trình điều khiển luôn bị dao động, phụ thuộc vào các thời điểm đặt khác nhau vì thế độ chính xác điều chỉnh không cao, role phải đóng ngắt nhiều lần nên độ tin cậy kém. Tuy nhiên phương pháp này có ưu điểm: đơn giản, dễ nơi, phù hợp với yêu cầu công nghệ, đòi hỏi độ chính xác cao.

1.6.3 Phương pháp dùng role kết hợp với thyristor

Khi sử dụng phương pháp này thì khả năng điều chỉnh với các phạm vi khác nhau là tương đối tốt. Tuy nhiên phương pháp này không thực hiện bởi vì khi tiếp điểm của role đóng, ta luôn có cả chu kỳ cung cấp cho tải nhưng khi mở nguồn thì cũng cấp phía thyristor bị ngắt, do đó việc cung cấp cho lò chỉ hoàn toàn do thyristor và như vậy công suất đưa vào lò sảy chỉ điều khiển được $\frac{1}{2}$ chu kì.

1.6.4 Phương pháp dùng hai thyristor mắc song song ngược.

Khi có xung điều khiển thì hai thyristor sẽ lần lượt mở cho dòng đi qua .Ta có thể điều khiển cho thyristor liên tục chuyển từ đóng sang mở tương ứng với công suất của lò thay đổi min-max. Phương pháp này cho phép điều chỉnh trong phạm vi rộng, đáp ứng yêu cầu điều khiển , độ chính xác điều

khíên tương đối cao, độ nhạy và điều chỉnh tương đối lớn có khả năng tương đối liên tục và đều đặn. Phương pháp điều chỉnh dùng hai thyristor có thể điều khiển theo biên độ hoặc theo độ rộng xung.

1.6.5 Phương pháp dùng triac

Triac có chức năng giống như thyristor mắc song song ngược chiều, vì vậy để đơn giản mạch điều khiển công suất ta có thể dùng triac thay cho 2 thyristor mắc song song ngược.

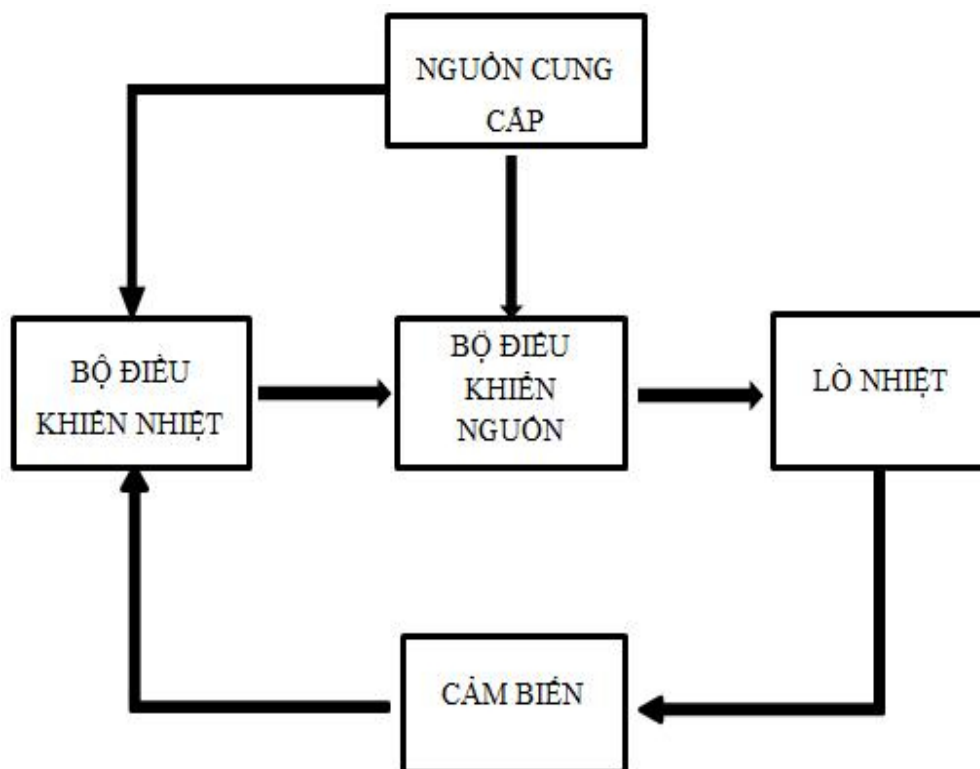
KẾT LUẬN: Qua các phương pháp điều chỉnh lò nhiệt ta thấy phương pháp sử dụng triac là phù hợp nhất với đề tài vì triac có những ưu điểm sau :

- Điều chỉnh trơn được điện áp ra nên điều chỉnh trơn được nhiệt độ.
- Mạch nhỏ gọn, linh hoạt, dễ tự động hóa, phù hợp với yêu cầu của một bộ thiết bị thí nghiệm điều khiển tự động.
- Mạch điều khiển triac đơn giản hơn 2 thyristor.

Chương 2

GIỚI THIỆU VỀ CÁC PHẦN TỬ TRONG MÔ HÌNH

2.1 .Sơ đồ khối các phần tử trong mô hình



Nhiệm vụ từng khối:

- Khối nguồn: Có nhiệm vụ cung cấp nguồn nuôi cho toàn bộ hệ thống.
- Bộ điều khiển nhiệt: Có nhiệm vụ điều khiển, hiển thị và ổn định nhiệt độ bên trong lò.
- Bộ điều khiển nguồn: Có nhiệm vụ điều khiển nguồn cung cấp cho lò nhiệt.
- Lò nhiệt: Đối tượng gia nhiệt.
- Cảm biến: Có nhiệm vụ đo nhiệt độ bên trong lò và phản hồi về bộ điều khiển nhiệt.

2.2 Bộ điều khiển nhiệt độ

Khái niệm:

Bộ điều khiển nhiệt độ là thiết bị dùng để điều khiển nhiệt độ tại một địa điểm nhất định nào đó. Bộ điều khiển không chỉ giúp đo lường mà còn kiểm soát nhiệt độ.

Cấu tạo chung:

- Lớp vỏ: là lớp ngoài cùng bảo vệ phần bên trong như các mạch điều khiển, các khối xử lý,...
- Phần hiển thị: Phần này nằm ở bề mặt lớp vỏ có thường là dạng led 7 thanh hoặc màn hình LCD tùy bộ điều khiển có nhiệm vụ hiển thị tất cả các thông tin của bộ điều khiển như: hiển thị đầu vào ra, hiển thị chế độ hoạt động, hiển thị nhiệt độ.
- Khối xử lý, điều khiển: Khối này nằm bên trong lớp vỏ được tích hợp các mạch điều khiển, xử lý, mạch công suất, nguồn nuôi, nguồn điều khiển, chức năng truyền thông, ... Sẽ thực hiện điều khiển chỉ đạo các thông tin cài đặt của người dùng hoặc tự động điều chỉnh theo chế độ cài đặt...vv.

Ưu điểm của bộ điều khiển:

- Vận hành thiết bị an toàn.
- Giảm tiêu thụ năng lượng.
- Giảm chi phí nhân lực.
- Duy trì các tiện nghi về nhiệt.
- Xác định rõ vấn đề bảo trì.
- Giám sát tốt cho hệ thống.

Ứng dụng của bộ điều khiển:

Bộ điều khiển nhiệt độ thường được sử dụng trong các hệ thống gia nhiệt, máy ép nhựa, lò sấy, các lò ấp trứng, lò nướng, hoặc nồi hơi, hệ thống tạo độ ẩm, hệ thống khí nén, cũng như để điều khiển các loại van, điều khiển van on off, điều khiển van tuyến tính, điều khiển PID, điều khiển ON/OFF.

Một số hãng sản xuất của bộ điều khiển:

- Bộ điều khiển nhiệt độ Omron.
- Bộ điều khiển nhiệt độ Autonic.
- Bộ điều khiển nhiệt độ Panasonic.
- Bộ điều khiển nhiệt độ RKC.
- Bộ điều khiển nhiệt độ của hãng Honeywell.

2.3 Giới thiệu chung về các bộ điều khiển nhiệt độ.

2.3.1 Bộ điều khiển nhiệt độ Autonics TK4S-Series.

*** Đặc điểm chung:**



Hình 2.1. Bộ điều khiển Autonics TK4S-Series.

Bảng 2. 1. Thông số kỹ thuật bộ điều khiển Autonics TK4S-Series.

1	Chỉ thị chế độ Auto turning
2	Chỉ thị ngõ ra điều khiển
3	Chỉ thị ngõ ra cảnh báo (Alarm)
4	Chỉ thị điều khiển bằng tay
5	Chỉ thị giá trị đặt
6	Phím MODE để đăng nhập nhóm thông số, chuyển qua lại giữa các thông số, lưu giá trị cài đặt
7	Thay đổi chế độ, di chuyển qua lại giữa các chữ số
8	Phím ngõ vào số, giảm chữ số
9	Phím ngõ vào số, tăng chữ số
10	Hiển thị giá trị cài đặt
11	Đơn vị đo/ hiển thị
12	Hiển thị giá trị đo lường hiện tại

- Điều khiển nhiệt độ Autonics TK4S-Series những chức năng được nâng cấp: Cài đặt thông số đơn giản (bằng DAQMaster), mẫu mới ngõ ra cảnh báo 3 (Model có ngõ ra Role OUT2 (heating&cooling), ngõ ra truyền phát tín hiệu 2 (Model ngõ ra Transmission).

- Chu kỳ lấy mẫu với tốc độ cực nhanh: 50ms (nhanh hơn 10 lần so với những model trước đây).

- Cải thiện khả năng quan sát với phần hiển thị lớn và LED sáng cao.

- Hiệu suất cao với những chế độ điều khiển heating/cooling và điều khiển tự động/bằng tay.

- Hỗ trợ truyền thông RS485 (Modbus RTU).

- Điều khiển nhiệt độ Autonics TK Series cho phép cài đặt thông số qua cổng USB của PC.
- Tiết kiệm không gian lắp đặt với thiết kế nhỏ gọn.
- Ứng dụng của Điều khiển nhiệt độ Autonics TK Series: sử dụng để điều khiển nhiệt độ trong các lò nhiệt, máy đúc nhựa, công nghiệp giấy, gỗ, hóa chất, linh kiện điện tử, chế biến thực phẩm.

Dòng sản phẩm Autonics TK series. Bao gồm các dòng: Autonics TK4S, TK4M, TK4N, TK4SP, TK4H, TK4L, TK4W.

Chức năng nổi bật của bộ điều khiển Autonics TK series.

- Được tích hợp sẵn chương trình quản lý thiết bị tích hợp DAQMaster.
- Có thể ẩn đi những thông số (hàm cài đặt) ít được dùng hoặc không cần thiết.
- Có thể cài đặt lên đến 3 ngõ ra cảnh báo và 2 ngõ ra truyền phát tín hiệu.
- Điều khiển nhiệt độ Autonics TK-series được hỗ trợ chức năng truyền thông RS485 (Modbus RTU).
- Ngõ ra đa dạng : Bao gồm Relay, SSRP, Dòng và SSR (SSRP có thể chọn điều khiển chuẩn/pha/chu kỳ).
- Cảnh báo đứt heater (trừ AUTONICS TK4SP).
- Chức năng cài đặt nhiều giá trị thông qua ngõ vào số (DI).
- Cảnh báo đứt vòng lặp.

*** Ưu điểm**

- Chu kỳ lấy mẫu với tốc độ cực nhanh: 50ms (nhanh hơn 10 lần so với những model trước đây).

- Tiết kiệm không gian lắp đặt với thiết kế nhỏ gọn: giảm xuống khoảng 38% (60mm) chiều sâu so với các model trước đây.
 - Giá thành phù hợp với sinh viên.
 - Phổ biến trên thị trường.
- * **Nhược điểm:** Chế độ cảnh báo ít.

2.3.2 Bộ điều khiển nhiệt độ Omron dòng E5CD

* **Đặc điểm chung**

- Điều khiển nhiệt độ Omron dòng E5CD có sẵn các đầu vào analog.
- Cài đặt dễ dàng với hiển thị 11 thanh.
- Cài đặt cổng Tool cho phép dễ dàng kết nối với máy tính.
- Trong bộ điều khiển nhiệt độ E5CD, các model được cài đặt truyền thông Modbus.
- Kết nối dễ dàng với phần mềm CX-Thermo qua cáp USB.
- Ứng dụng bộ điều khiển nhiệt độ Omron E5CD: Sử dụng để điều khiển nhiệt độ trong các lò nhiệt, máy đúc nhựa, công nghiệp giấy, gỗ, hóa chất, linh kiện điện tử, chế biến thực phẩm.

* **Ưu điểm**

- Nhiều chức năng như cảnh báo đứt mạch điều khiển, đầu ra chỉnh tay, đầu ra transfer.
- Tiết kiệm không gian lắp đặt.
- Phổ biến trên thị trường, được các công ty công nghiệp ưa dùng.

* **Nhược điểm**

- Tốc độ trích mẫu trung bình (250 ms).

- Giá thành cao.

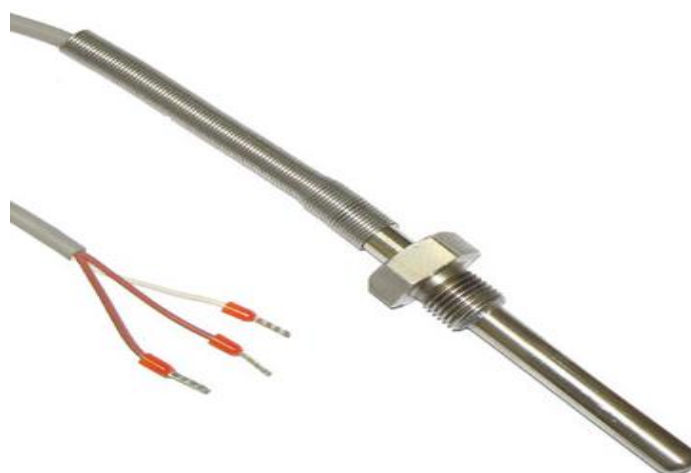


Hình 2. 2.Bộ điều khiển Omron E5CD.

2.4 Cảm biến nhiệt độ

2.4.1 Cảm biến RTD

- *RTD* là thuật ngữ viết tắt của từ Resistance Temperature Detectors là một loại cảm biến nhiệt độ dùng để đo nhiệt. RTD có thiết kế là một thanh kim loại hay dây kim loại mà điện trở của nó phụ thuộc theo sự thay đổi của nhiệt độ.
- *RTD* cũng được gọi là điện trở nhiệt bao gồm các loại : Pt100, Pt500, Pt1000, Ni100, Ni500. Trong đó 2 loại chính thường dùng trong công nghiệp đo là loại Pt100 và Ni100,can nhiệt K.



Hình 2. 3.Cảm biến nhiệt độ Pt100.

*** Ưu điểm:**

- Hiện nay nhiệt điện trở là dòng sản phẩm luôn được sản xuất nhiều nhất bởi thang đo của nó rất rộng; sai số trong khi đo rất thấp mà giá thành rẻ hơn các cặp nhiệt điện rất nhiều.
- Cảm biến nhiệt điện trở RTD được thiết kế rất đa dạng về chiều dài, loại dây, loại dây nên rất linh hoạt trong việc lắp đặt trong nhà máy.

*** Nhược điểm:**

Với những ứng dụng cần đo nhiệt độ $> 850^{\circ}\text{C}$ thì cảm biến nhiệt điện trở RTD không thể đo được.

2.4.2 Cặp nhiệt điện (Thermocouple)

Có tên tiếng Anh là thermocouple, với thermo nghĩa là nhiệt độ, couple là cặp, cặp nhiệt điện là một loại thiết bị đo nhiệt độ được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp, đặc biệt là trong trường hợp cần đo những khu vực có nhiệt độ cao và nhiệt độ dao động liên tục.

Ngoài cái tên cặp nhiệt điện, nó còn có các tên gọi khác như cảm biến nhiệt độ can nhiệt, cặp nhiệt ngẫu.



Hình 2. 4.Cặp nhiệt độ loại K.

***Ưu điểm:**

Cặp nhiệt điện rẻ tiền, kích thước nhỏ, chắc chắn, tiện lợi và linh hoạt, dải đo rộng khả năng ổn định có thể chấp nhận, có thể tái sản xuất, chính xác và nhanh. Điện áp do chúng tạo ra độc lập với chiều dài và đường kính dây. Cấu tạo cặp nhiệt điện K có thành phần platinum rất cao giúp cảm biến đo nhiệt độ này chịu được sức nóng cao, độ bền tốt.

*** Nhược điểm:**

- Tín hiệu ra nhỏ.
- Nhạy nhiễu điện và bị giới hạn đối với những ứng dụng dải đo tương đối rộng.
- Dải đo nhiệt độ các loại can nhiệt tuy cao nhưng độ nhạy và độ chính xác không cao.

2.4.3 Can nhiệt K

Can nhiệt loại K có tên tiếng Anh là *Thermocouple type K*. Là dòng cảm biến hoạt động theo nguyên lý sự thay đổi suất điện động theo nhiệt độ của cặp nhiệt. Cặp nhiệt được cấu tạo từ hai vật liệu kim loại khác nhau.

Đối với cảm biến nhiệt độ loại K thì vật liệu tạo thành là cặp nhiệt chromel–alumel. Có thể đo nhiệt độ trong khoảng từ -20 đến 1350 độ C đó là theo lý thuyết. Nhiệt độ thực tế chỉ từ -50 đến 1200°C. Và dây nhiệt độ còn phụ thuộc vào vật liệu của lớp kim loại bảo vệ bên ngoài.

Trong trường hợp dùng nhiệt độ dưới 800 độ C thì vật liệu cảm biến của can nhiệt K thông thường là Inox 304 và 316. Nếu đo lên 1200 độ C phải dùng vật liệu là inconel 600.

Tín hiệu ngõ ra của can nhiệt K là mV, vì can nhiệt K sẽ nhạy nhiệt độ hơn dòng Pt100. Nhưng sẽ có sai số cao hơn nếu truyền ở khoảng cách xa.



Hình 2. 5.Can nhiệt loại K của Korea.

Cách kiểm tra can nhiệt K: Khi dùng can nhiệt loại K đo nhiệt độ để biết được can nhiệt đó còn hoạt động tốt hay không người ta làm như sau: Mở bảng tra giá trị mV theo nhiệt độ của can nhiệt, dùng đồng hồ VOM để đo giá trị mV tại nhiệt độ hiện tại và so sánh với bảng tra.

Ví dụ: Tại 50 độ C thì giá trị là 2.023 mV, tại 105 độ C là 4.303 mV.

K^{°C}

TABLE 9 Type K Thermocouple — thermoelectric voltage as a function of temperature (°C); reference junctions at 0 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C
Thermoelectric Voltage in Millivolts												
-270	-6.458											-270
-260	-6.411	-6.444	-6.446	-6.448	-6.450	-6.452	-6.453	-6.455	-6.456	-6.457	-6.458	-260
-250	-6.404	-6.408	-6.413	-6.417	-6.421	-6.425	-6.429	-6.432	-6.435	-6.438	-6.441	-250
-240	-6.344	-6.351	-6.358	-6.364	-6.370	-6.377	-6.382	-6.388	-6.393	-6.399	-6.404	-240
-230	-6.262	-6.271	-6.280	-6.289	-6.297	-6.306	-6.314	-6.322	-6.329	-6.337	-6.344	-230
-220	-6.158	-6.170	-6.181	-6.192	-6.202	-6.213	-6.223	-6.233	-6.243	-6.252	-6.262	-220
-210	-6.035	-6.048	-6.061	-6.074	-6.087	-6.099	-6.111	-6.123	-6.135	-6.147	-6.158	-210
-200	-5.891	-5.907	-5.922	-5.936	-5.951	-5.965	-5.980	-5.994	-6.007	-6.021	-6.035	-200
-190	-5.730	-5.747	-5.763	-5.780	-5.797	-5.813	-5.829	-5.845	-5.861	-5.876	-5.891	-190
-180	-5.550	-5.569	-5.588	-5.606	-5.624	-5.642	-5.660	-5.678	-5.695	-5.713	-5.730	-180
-170	-5.354	-5.374	-5.395	-5.415	-5.435	-5.454	-5.474	-5.493	-5.512	-5.531	-5.550	-170
-160	-5.141	-5.163	-5.185	-5.207	-5.228	-5.250	-5.271	-5.292	-5.313	-5.333	-5.354	-160
-150	-4.913	-4.936	-4.960	-4.983	-5.006	-5.029	-5.052	-5.074	-5.097	-5.119	-5.141	-150
-140	-4.669	-4.694	-4.719	-4.744	-4.768	-4.793	-4.817	-4.841	-4.865	-4.889	-4.913	-140
-130	-4.411	-4.437	-4.463	-4.490	-4.516	-4.542	-4.567	-4.593	-4.618	-4.644	-4.669	-130
-120	-4.138	-4.166	-4.194	-4.221	-4.249	-4.276	-4.303	-4.330	-4.357	-4.384	-4.411	-120
-110	-3.852	-3.882	-3.911	-3.939	-3.968	-3.997	-4.025	-4.054	-4.082	-4.110	-4.138	-110
-100	-3.554	-3.584	-3.614	-3.645	-3.675	-3.705	-3.734	-3.764	-3.794	-3.823	-3.852	-100
-90	-3.243	-3.274	-3.306	-3.337	-3.368	-3.400	-3.431	-3.462	-3.492	-3.523	-3.554	-90
-80	-2.920	-2.953	-2.986	-3.018	-3.050	-3.083	-3.115	-3.147	-3.179	-3.211	-3.243	-80
-70	-2.587	-2.620	-2.654	-2.688	-2.721	-2.755	-2.788	-2.821	-2.854	-2.887	-2.920	-70
-60	-2.243	-2.278	-2.312	-2.347	-2.382	-2.416	-2.450	-2.485	-2.519	-2.553	-2.587	-60
-50	-1.889	-1.925	-1.961	-1.996	-2.032	-2.067	-2.103	-2.138	-2.173	-2.208	-2.243	-50
-40	-1.527	-1.564	-1.600	-1.637	-1.673	-1.709	-1.745	-1.782	-1.818	-1.854	-1.889	-40
-30	-1.156	-1.194	-1.231	-1.268	-1.305	-1.343	-1.380	-1.417	-1.453	-1.490	-1.527	-30
-20	-0.778	-0.816	-0.854	-0.892	-0.930	-0.968	-1.006	-1.043	-1.081	-1.119	-1.156	-20
-10	-0.392	-0.431	-0.470	-0.508	-0.547	-0.586	-0.624	-0.663	-0.701	-0.739	-0.778	-10
0	0.000	-0.039	-0.079	-0.118	-0.157	-0.197	-0.236	-0.275	-0.314	-0.353	-0.392	0
0	0.000	0.039	0.079	0.119	0.158	0.198	0.238	0.277	0.317	0.357	0.397	0
10	0.397	0.437	0.477	0.517	0.557	0.597	0.637	0.677	0.718	0.758	0.798	10
20	0.798	0.838	0.879	0.919	0.960	1.000	1.041	1.081	1.122	1.163	1.203	20
30	1.203	1.244	1.285	1.326	1.366	1.407	1.448	1.489	1.530	1.571	1.612	30
40	1.612	1.653	1.694	1.735	1.776	1.817	1.858	1.899	1.941	1.982	2.023	40
50	2.023	2.064	2.106	2.147	2.188	2.230	2.271	2.312	2.354	2.395	2.436	50
60	2.436	2.478	2.519	2.561	2.602	2.644	2.685	2.727	2.768	2.810	2.851	60
70	2.851	2.893	2.934	2.976	3.017	3.059	3.100	3.142	3.184	3.225	3.267	70
80	3.267	3.308	3.350	3.391	3.433	3.474	3.516	3.557	3.599	3.640	3.682	80
90	3.682	3.723	3.765	3.806	3.848	3.889	3.931	3.972	4.013	4.055	4.096	90
100	4.096	4.138	4.179	4.220	4.262	4.303	4.344	4.385	4.427	4.468	4.509	100
110	4.509	4.550	4.591	4.633	4.674	4.715	4.756	4.797	4.838	4.879	4.920	110
120	4.920	4.961	5.002	5.043	5.084	5.124	5.165	5.206	5.247	5.288	5.328	120
130	5.328	5.369	5.410	5.450	5.491	5.532	5.572	5.613	5.653	5.694	5.735	130
140	5.735	5.775	5.815	5.856	5.896	5.937	5.977	6.017	6.058	6.098	6.138	140

Hình 2. 6.Bảng giá trị mV theo nhiệt độ của can K.

=> Nếu giá trị giống bảng tra thì can nhiệt hoạt động tốt.

=> Nếu có sự sai lệch hoặc không có giá trị mV trả về là cảm biến đó bị hỏng.

Chọn cảm biến can nhiệt K chúng ta cần chú ý đến một vài thông số sau để đo nhiệt độ chính xác ứng dụng của mình và có hiệu quả kinh tế cao.

- Chiều dài cảm biến. Chọn cảm biến đo nhiệt độ thì chiều dài khá quan trọng. Phụ thuộc vào vị trí lắp cảm biến mà chọn chiều dài thích hợp. Chiều dài dao động từ 30mm, 40mm, 50mm ..cho đến 2000mm.

-Đường kính cảm biến. Đường kính cảm biến sẽ thể hiện thời gian đáp ứng của cảm biến. Nếu đường kính nhỏ thì thời gian đáp ứng nhanh. Đường kính lớn thời gian đáp ứng chậm nhưng sẽ bền hơn với nhiệt độ cao. Đường kính thông thường dùng cho can nhiệt K là 3mm, 4mm, 6mm, 8mm, 10mm, 15mm, 16mm....

-Kiểu ren của cảm biến nhiệt độ. Kiểu ren để lắp vào đường ống phù hợp để khi dùng trong các ứng dụng có áp suất lớn sẽ không bị rò rỉ. Ren thông dụng như G1/4, G1/2, G3/4, Flange...

2.5 Role bán dẫn HSR

Rơ le bán dẫn HSR-2D/2A Series Hanyoung là thiết bị được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới, có thể thay thế hoàn toàn khởi động từ. Rơ le bán dẫn

HSR-2D/2A series 1 pha có điện áp 5-24VDC/ 100-240VAC, tần số 25 - 65Hz, độ bền điện môi 2500VAC, độ ẩm môi trường 45 - 85%R.H., và nhiệt độ môi trường -20 - 80°C.



Hình 2. 7. Rơle bán dẫn HSR 2D/2A.

Ưu nhược điểm của rơle bán dẫn HSR 2D/2A

Ưu điểm :

- HSR-2D/2A Hanyoung đóng ngắt nhanh và êm, không phát ra tiếng động.
- Độ bền, tuổi thọ dài hơn (vì không có phần cơ khí chuyển động)
- Không gây nhiễu, không xảy ra hiện tượng tóe lửa như nhiều loại rơ le khác.
- Dòng điều khiển thấp mà có thể điều khiển được điện áp cao.

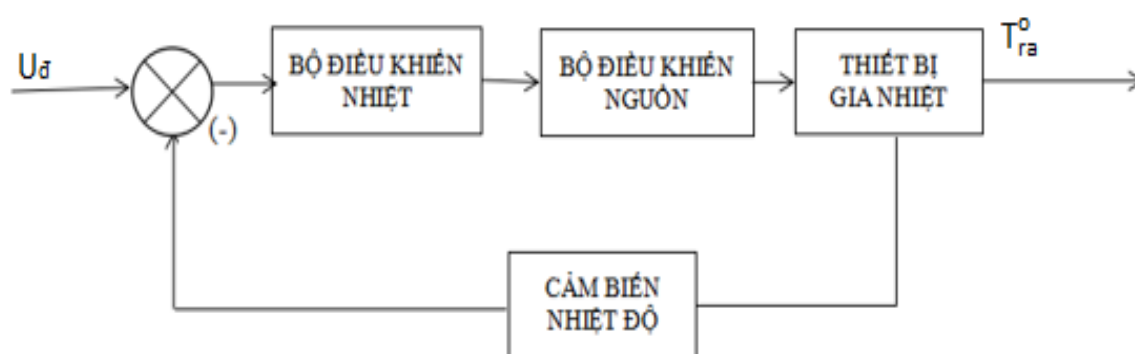
Nhược điểm:

- Người sử dụng cần có hiểu biết chuyên sâu về điện tử.
- Có hướng "ngắn mạch" khi hư hỏng, trong khi với rơle điện từ khi hư thường sẽ hở mạch ra.
- Có khả năng đóng mạch giả do sự chuyển điện áp nhất thời.
- Khi làm việc ở công suất lớn thì Rơ le cần tản nhiệt..
- HSR-2D/2A Series nhiều khi gây méo tín hiệu.

Chương 3

THIẾT KẾ MÔ HÌNH

3.1 Sơ đồ nguyên lý hệ thống



3.2 Tính chọn trang thiết bị cho mô hình

3.2.1 Thiết kế lò nhiệt

Cấu tạo chung của lò nhiệt

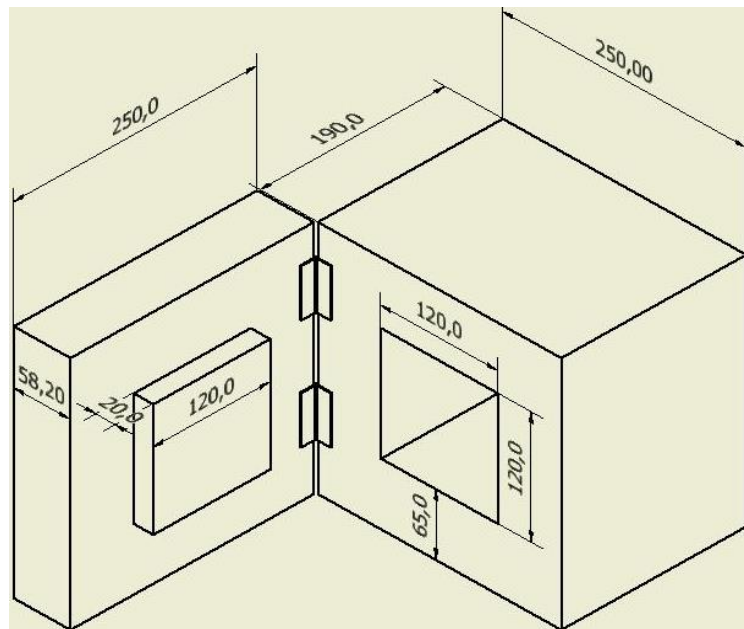
Lò nhiệt có rất nhiều ích lợi đối với đời sống, công nghiệp...Nhưng những loại lò thực thể thường có kích thước rất lớn. Để thuận lợi cho việc giảng dạy và thực hiện thí nghiệm thì lò nhiệt sẽ được thiết kế có kích thước nhỏ gọn, công suất nhỏ, dải nhiệt độ chỉ từ nhiệt độ phòng cho tới dưới 400°C. Vật liệu làm lò rất quan trọng thường có các thành phần: vỏ lò, cửa lò, lớp cách nhiệt, dây gia nhiệt.

- **Vỏ lò:** bảo vệ các tác động từ bên ngoài, phải có tính thẩm mỹ và đạt yêu cầu kỹ thuật. Vật liệu làm vỏ lò phổ biến như thép, gỗ...

- **Lớp cách nhiệt:** Chịu được nhiệt độ cao hơn nhiệt độ cực đại của lò, khả năng cách nhiệt tốt, vật liệu cách nhiệt cũng có tính chịu lửa như bông gốm, bông thủy tinh, gạch xốp chịu nhiệt...

- **Dây điện trở:** Gia nhiệt cho lò nên nhiệt độ nóng chảy phải cao hơn nhiệt độ cực đại của lò, độ bền cao, dễ uốn dẻo...một số loại dây như N80, Crom20, Niken nhôm...

Sau một quá trình thiết kế làm việc đã chế tạo ra các dạng lò thực tế như: Lò sử dụng bông thủy tinh cách nhiệt với vỏ inox, lò không sử dụng vỏ với lớp cách nhiệt là bông gốm...đều có nhược điểm là bị thoát nhiệt, không có tính thẩm mỹ... Kết luận rằng lò sử dụng vỏ gỗ với lớp gạch xốp cách nhiệt có tính thẩm mỹ, giữ nhiệt tốt nên thiết kế lò được chọn là hình hộp với kích thước bên ngoài 25x25x25 và kích thước bên trong là 12x12x11,5.



Hình 3.1. Bản thiết kế lò nhiệt

Tính công suất nung nóng lò nhiệt:

Theo đề tài lò nhiệt có kích thước 25×25x25 cm. Dải nhiệt độ hoạt động: 30°C đến 400°C nên ta dựa trên công thức tính năng lượng cần thiết để làm nóng một khối lượng không khí:

$$Q = C \times m \times \Delta t / P_R$$

Trong đó:

- Q là năng lượng tính bằng kJ
- C là nhiệt dung riêng của không khí 1.005 kJ/kgK (đối với không khí khô).
- $\Delta t = t_2 - t_1$ (với t_2 là nhiệt độ mong muốn, t_1 là nhiệt độ môi trường)
- P_R là hiệu suất đốt nóng trực tiếp trong lò nung.
- m: khối lượng không khí nung.(g)

Ta có $m = V \cdot D$

- $D = 1,225 \text{ kg/m}^3$ là khối lượng riêng của không khí
- V là thể tích không khí cần làm nóng.

Từ đó suy ra $Q_{kk} = \frac{m \times C \times (t_2 - t_1)}{Pr}$

Công suất cần thiết làm nóng không khí: $P_{kk} = \frac{Q_{kk}}{t}$ (t thời gian gia nhiệt s)

Công suất duy trì nhiệt độ bề mặt trong nòng lò:

$$P_{DT} = A \times (1/R) \times \Delta T \times SF$$

Trong đó:

- A diện tích bề mặt trong lò (m^2)
- R giá trị cách nhiệt km^2/W
- $\Delta t = t_2 - t_1$ (với t_2 là nhiệt độ mong muốn, t_1 là nhiệt độ ban đầu).
- SF = hệ số an toàn, nên chọn 1.2

$$P_{DT} = A \times (1/R) \times \Delta T \times SF$$

Công suất cần thiết của lò là:

$$P_{lò} = P_{kk} + P_{DT}$$

Nhận xét: Công suất lò theo tính toán lý thuyết có sự khác biệt khá lớn so với thực tế. Vì vậy, nhóm đã thực hiện hiệu chỉnh bằng cách thực nghiệm trong phòng thí nghiệm với nhiệt độ yêu cầu lớn nhất là 400 độ C, sau đó đo điện trở của dây mayso. Giá trị điện trở đo được là 145 (Ω). Từ đó, suy ra công suất của lò nhiệt:

$$P = U \times I = 334 \text{ (W)}$$

Tính chọn điện trở nhiệt:

Chọn điện áp tối đa cung cấp cho phần tử đốt nóng $U = 220 \text{ (VAC)}$ và dải nhiệt độ của lò nung từ 30°C đến 400°C.

Công thức: $P = U \times I \text{ (kW)}$

Suy ra công thức tính dòng điện: $I = \frac{P}{U}$

Ta có công thức tính điện trở: $R = \frac{U}{I}$

Bảng 3. 1. Một số loại dây đốt hợp kim và phi kim loại.

Loại dây đốt	Tỉ trọng $\times 10^3$ Kg/m ³	Điện trở suất ở 20°C $\times 10^{-6} \Omega m$ ρ	Hệ số nhiệt điện trở	Nhiệt độ làm việc cực đại (°C)	Nhiệt độ nóng chảy (°C)
Cr20Ni80N	8.4	1.1	16.5	1200	1400
Cr15Ni60N	8.3	1.1	16.3	1100	1390
Cr13Al4	7.2	1.26	17.0	900	1450
Cr18Ni9T	7.9	0.71	16.6	850	1420
Ni40Cu60	8.9	0.5	5.0	450	1270
Thép ít cacbon	7.8	0.135	4500	300	1460
Cacborun	2.3	800 – 1900	Thay đổi	1500	—
Graphít	1.6	8 – 13	Thay đổi	2000	—

Chọn tiết diện dây đốt theo tiêu chuẩn như thể hiện trong bảng 3.2. Dựa vào Bảng 3.2, chọn tiết diện dây đốt là $S = 1 \text{ mm}^2 = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$, dòng điện cho phép 0 – 8 A là phù hợp.

Bảng 3. 2.Chọn tiết diện dây dẫn theo dòng điện – tiêu chuẩn IEC 60439.

Dòng làm việc định mức (A)		Tiết diện dây dẫn (mm ²)
0	8	1
8	12	1.5
12	15	2.5
15	20	2.5
20	25	4
25	32	6
32	50	10
50	65	16
65	85	25
85	100	35
100	115	35
115	130	50
130	150	50
150	175	70
175	200	95
200	225	95
225	250	120
250	275	150
275	300	185
300	350	185
350	400	240

Từ những lần thực nghiệm tính toán công suất lò thấy rằng kết quả trên lý thuyết khác với kết quả thực tế, kết hợp với việc dùng dây điện trở do đạt khảo sát trực tiếp tăng giảm nhiệt độ trong lò và căn cứ vào nhiệt độ làm việc của lò từ 30 đến 200° rút ra kết luận rằng chọn loại dây đốt Nichrome Cr20Ni80N trong bảng 3.1 có điện trở 145Ω, nhiệt độ làm việc cực đại là 1200°C, nhiệt độ nóng chảy là 1400°C, tiết diện dây dẫn 1mm theo bảng 3.2 là phù hợp để làm điện trở đốt nóng của lò.

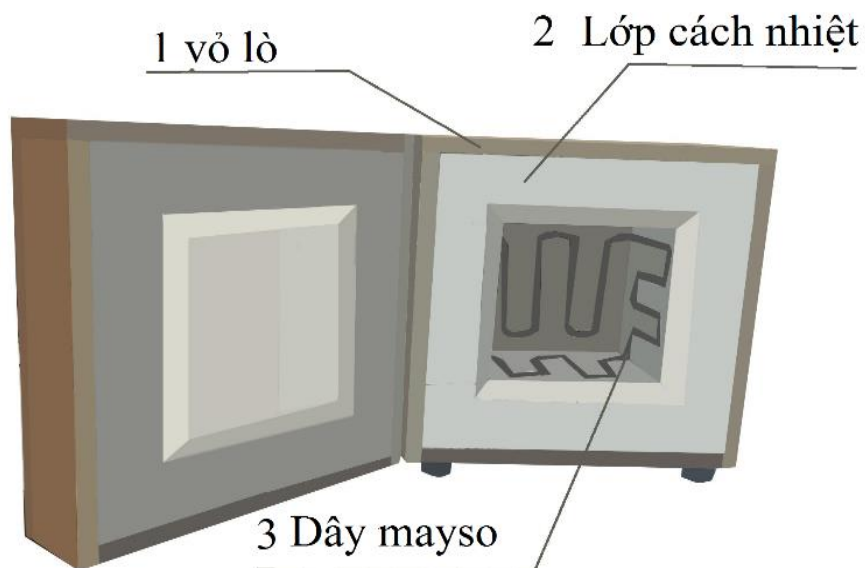
Dây điện trở nhiệt

Bảng 3. 3.Thông số kỹ thuật của 1 dây điện trở nhiệt.

Thông số	Giá trị
Chiều dài	40 (cm)
Giá trị điện trở	80 (Ω)
Công suất	600 (W)



Hình 3. 2.Dây điện trở nhiệt.



Hình 3. 3.Cấu tạo lò nhiệt hình ảnh 3D.

Bảng 3. 4.Thống kê nguyên vật liệu xây lò.

SST	Tên nguyên vật liệu	Số lượng
1	Gạch xốp chịu nhiệt	10 viên
2	Keo chịu nhiệt	0.5 (kg)
3	Dây mayso	145 (Ω)
4	Chân đế, khóa, cầu sứ nối dây	4/1 /1
5	Ốc vít	8
6	Gỗ	25cmx25cmx25cm dày 1cm

3.2.2 Bộ điều khiển TK4S-B4CR

Bộ điều khiển nhiệt độ sử dụng trong mô hình giảng dạy điều khiển lò nhiệt công suất nhỏ có: Truyền thông RS485, nguồn cấp 100 – 240VAC 50 / 60Hz, cấp nguồn ra SSR và SCR, điều khiển nhiệt độ từ -300 đến 1250°C, có nhiều chức năng cảnh báo, có chức năng PID Autoturning và cài đặt thông số bằng tay. Dựa vào nghiên cứu các bộ điều khiển ở chương 2, thông số kỹ thuật và theo nhu cầu sử dụng nên chọn bộ điều khiển nhiệt độ TK4S – B4CR.



Hình 3. 4.Bộ điều khiển TK4S-B4CR.

9. Phím **A/M** : Được sử dụng khi chuyển chế độ điều khiển tự động ↔ chế độ điều khiển bằng tay.

Trường hợp model TK4S/SP (48 x 48), phím **MODE** sẽ được sử dụng cùng chức

năng (Chuyển chế độ điều khiển tự động ↔ chế độ điều khiển bằng tay).

10. Phím **MODE** : Được sử dụng khi đi vào chế độ cài đặt tham số và di chuyển các tham số.

11. Phím **◀**: Được sử dụng khi đi vào chế độ thay đổi giá trị cài đặt và di chuyển Chữ số.

12. Phím **▲ ▼**: Được sử dụng khi đi vào chế độ thay đổi giá trị cài đặt và thay đổi giá trị cài đặt (Chữ số).

13. Công tắc chọn ngõ vào : Được sử dụng khi chuyển ngõ vào cảm biến (TC, RTD) ↔ ngõ vào analog (mV, V, mA).

14. Cổng PC loader : Nó là cổng PC loader truyền thông nối tiếp để cài đặt tham số trên PC và kiểm tra sử dụng khi kết nối cáp loader chuyên dụng (SCM-US).

Bảng 3. 5.Thông số kĩ thuật.

Thông số	Thông tin
Kích thước	W48xH48
Hiển thị	Hiển thị LED 7 đoạn, giá trị thực PV: màu đỏ, giá trị đặt SV: màu xanh, LED hiển thị khác (xanh, vàng, đỏ)
Nguồn cấp	100-240VAC $\pm 10\%$ 50/60Hz
Ngõ vào	RTD: JPt100 Ω , DPt100 Ω , DPt50 Ω , Cu100 Ω , Cu50 Ω , Nikel 120 Ω (6 loại) Can nhiệt: K, J, E, T, L, N, U, R, S, B, C, G, PLII (13 loại) Analog: 0-100mV, 0-5V, 1-5V, 0-10V (4 loại) / Current: 0-20mA, 4-20mA (2 loại)
Ngõ ra	Ngõ ra điều khiển: - Rơ le: OUT1, OUT2: 250VAC 3A 1a - Bán dẫn: 11VDC $\pm 2V$ 20mA Max. Ngõ ra cảnh báo: - Rơ le: AL1, AL2 Relay: 250VAC 3A 1a
Chu kỳ lấy mẫu	50ms
Phương pháp điều khiển	Heating, cooling or Heating & cooling; ON/OFF, P, PI, PD, PID
Tính năng	Mặt nạ thông số Auto tuning Kiểm soát chế độ hoạt động đầu ra Điều khiển nóng Điều khiển lạnh Cool / Heat control
Truyền thông	RS485 (Modbus RTU)
Kiểu đấu nối	Cầu đầu
Kiểu lắp đặt	Lắp trên cánh tủ, bắt vít trên tủ điện, chân cắm
Phụ kiện	Gá lắp cánh tủ, Bộ chuyển đổi truyền thông (mua rời), Bộ biến dòng (mua rời)
Cấp bảo vệ	IP65 (mặt trước); TK4SP: IP50 (mặt trước)
Tiêu chuẩn	CE, UL

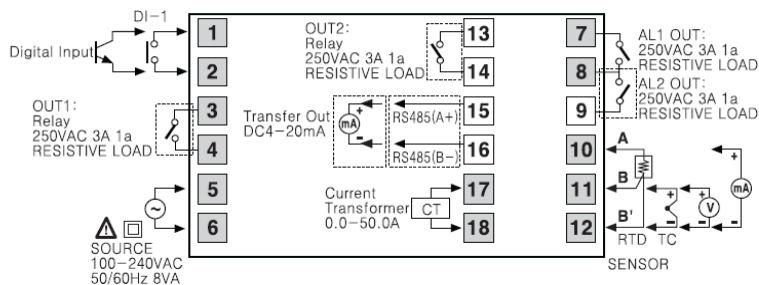
Ứng dụng

- Hoạt động cảnh báo.
- Cảnh báo hỏng và đứt của cảm biến.
- Cảnh báo đứt vòng lặp (LBA).

- Ngõ ra điều khiển SSR.
- Điều chỉnh tự động.
- Hiệu chỉnh ngõ vào.
- Bộ lọc số ngõ vào.
- Lựa chọn phương thức điều khiển.
- Độ trễ.
- Lựa chọn đơn vị nhiệt độ.
- Reset bằng tay.
- Chức năng Gia nhiệt/Làm mát.
- MV ngõ ra điều khiển khi đường dây cảm biến ngõ vào bị đứt.
- Phím ngõ vào số.
- Giới hạn cao/thấp SV.
- Cài đặt khóa.
- Cách thức kết nối ngõ ra.

Sơ đồ kết nối chân:

●TK4S



	SSR	Current
OUT1	11VDC$\pm$2V 20mA Max.	DC0/4-20mA Load 500Ω Max.
OUT2	11VDC$\pm$2V 20mA Max.	DC0/4-20mA Load 500Ω Max.

Hình 3. 6.Sơ đồ kết nối chân.

3.2.3 .Role bán dẫn HSR-2D304Z 30A

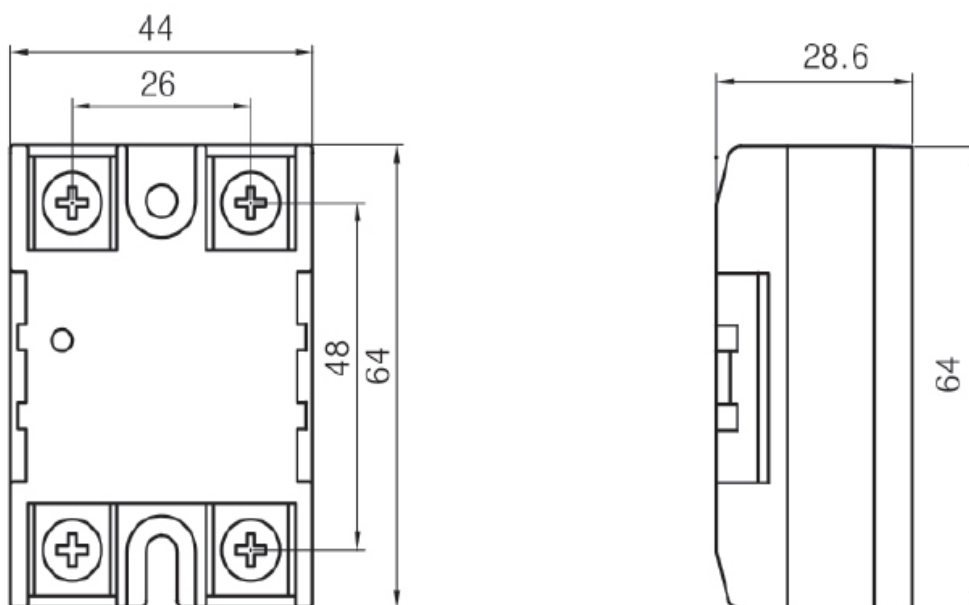


Hình 3. 7.Role bán dẫn HSR-2D304Z 30A.

Bảng 3. 6.Thông số kỹ thuật rơle bán dẫn HSR-2D304Z 30A.

Thông số	Rơ le bán dẫn HSR-2D304Z
Điện áp điều khiển đầu vào	4-32VDC
Tần số đầu ra	25-65Hz
Điện áp tải định mức	90-480VAC
Dòng tải định mức	30A
Điện áp vào định mức	5-24VDC
Pha điều khiển	1 pha
Thời gian đáp ứng	1/2Cycle+1ms max.
Loại đầu vào	Dòng điện một chiều (DC)
Phương thức hoạt động	Chuyển đổi zero chéo
Độ bền điện môi	2500VAC (trong 1 phút ở 60Hz)
Trọng lượng	150g

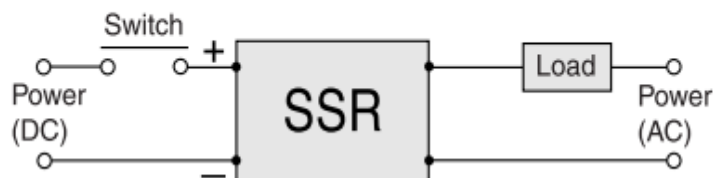
Kích thước rơle bán dẫn HSR-2D304Z 30A



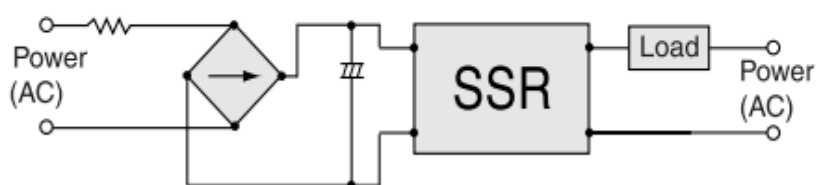
Hình 3. 8.Kích thước rơle bán dẫn HSR-2D304Z 30A.

Sơ đồ kết nối rơle bán dẫn Hanyoung HSR-2D304Z 30A

■ DC Input Type



■ AC Input Type



Hình 3. 9.Sơ đồ kết nối rơle bán dẫn HSR-2D304Z 30A

3.2.4 Bộ điều chỉnh nguồn SPC1-35

Với $P = 344 \text{ W}$, tính chọn dòng áp cho bộ điều khiển nguồn

$$P = U \times I \rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{344}{220} = 1.65 \text{ (A)}$$

$$\text{Hệ số an toàn} = 3 \times I_{\text{dm}} = 3 \times 1.65 = 4.95 \text{ (A)}$$

Trên thị trường bộ điều chỉnh nguồn có dòng áp bé hiếm, trong công nghiệp thường sử dụng bộ nguồn có dòng áp lớn nên chọn “Bộ điều chỉnh nguồn TPR-2G35L”



Hình 3. 10. Bộ điều chỉnh nguồn SPC1-35.

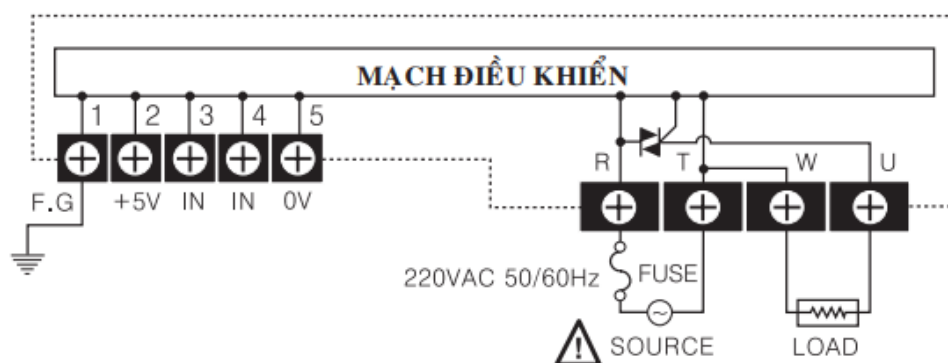
Bảng 3. 7. Thông số kỹ thuật SPC1-35.

Tên sản phẩm	Bộ điều chỉnh nguồn SPC1-35
Dòng	SPC1-35
Điện áp định mức	220VAC
Dòng điện định mức	35 A
Tần số	50/60Hz
Tải trọng	Tải điện trở
Dòng định mức đầu vào	4-20mA DC
Phương pháp điều khiển	Điều khiển pha (cơ bản), điều khiển chu kỳ cố định (tùy chọn), điều khiển chu kỳ biến (tùy chọn)
Loại chuyển động	Soft start, soft up/down
Điện áp đầu ra	98% điện áp nguồn
Phương pháp làm mát	Làm mát tự nhiên
Phương pháp hiển thị	Hiển thị đầu ra bằng đèn LED
Điện trở cách điện	100 MΩ
Độ bền điện môi	2500VAC/60s
Nhiệt độ môi trường	0 ~ 50°C

Độ ẩm môi trường	30 ~ 85 % RH
Trọng lượng	Khoảng 1kg

Sơ đồ đầu nối SPC1-35

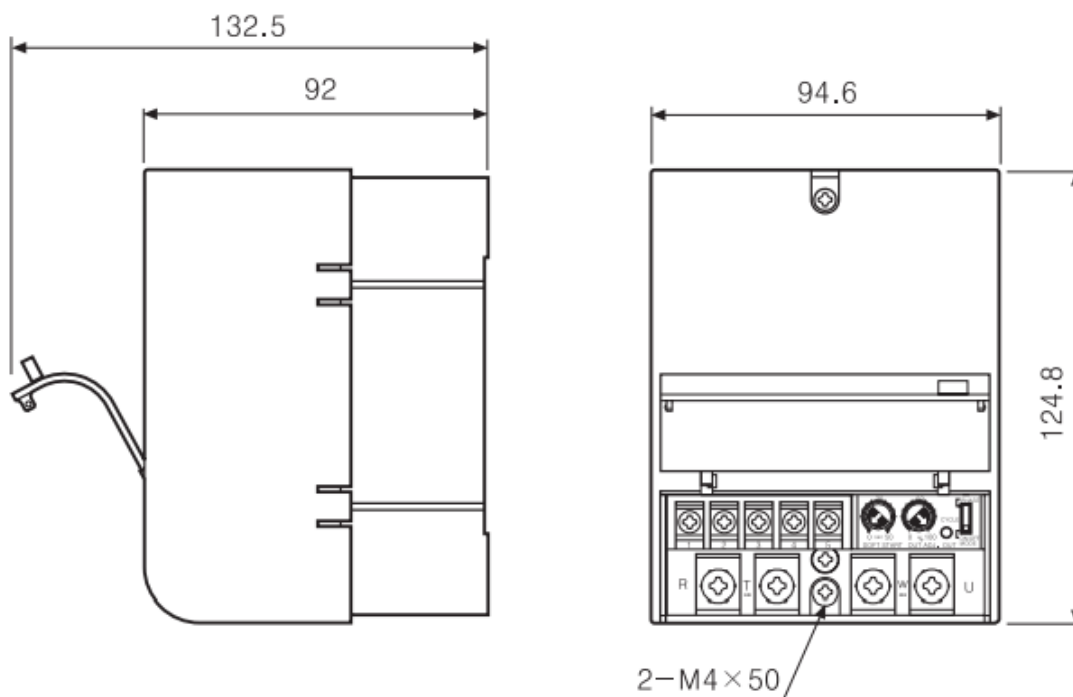
1. Sơ đồ kết nối bên ngoài



Hình 3. 11 .Sơ đồ đầu nối SPC1-35.

Kích thước

■ Kích thước



Hình 3. 12.Kích thước SPC1-35.

3.2.5 Cảm biến nhiệt E52MY-CA10C D6.3MM SUS316 Omron



Hình 3. 13Cảm biến nhiệt E52MY-CA10C D6.3MM SUS316 Omron.

Cảm biến nhiệt E52MY-CA10C D6.3MM SUS316 Omron được chọn vì những lý do sau:

- Kiểu dáng thiết kế nhỏ gọn, giúp thuận tiện cho việc sử dụng và di chuyển khi cần thiết.
- Cấu tạo đơn giản, tháo/lắp và sử dụng dễ dàng.
- Được làm từ vật liệu cao cấp với khả năng chịu nhiệt cao dẫn đến khả năng cảm biến với độ tin cậy cao, chính xác và ổn định, đáp ứng được các yêu cầu kiểm tra kỹ thuật khắt khe.
- Hiệu suất hoạt động cao, năng lượng tiêu thụ ít, tuổi thọ lâu dài.
- Phù hợp với yêu cầu của bài toán.

Bảng3.8: Thông số kỹ thuật cảm biến nhiệt E52MY-CA10C D6.3MM SUS316 Omron.

Mã sản phẩm	E52MY-CA10C D6.3MM SUS316
--------------------	--------------------------------------

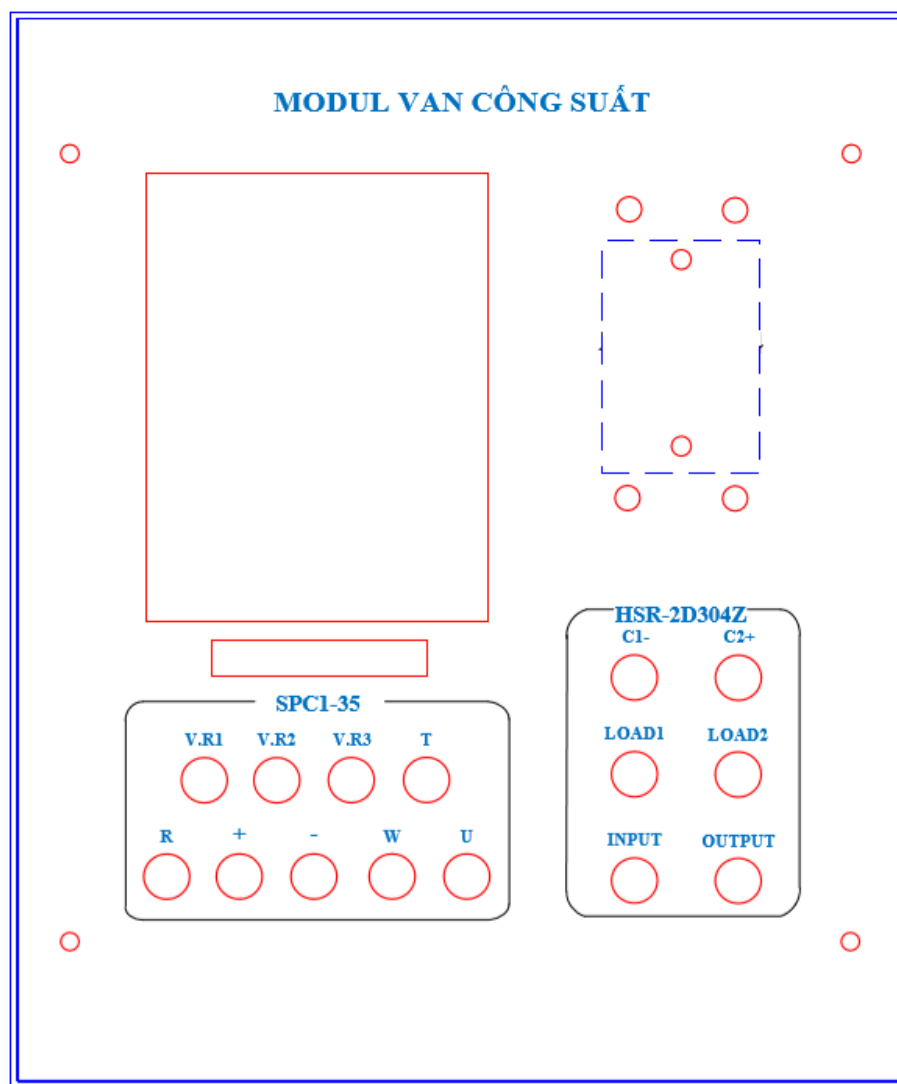
Loại can	K (2 dây)
Dải đo	0 - 900°C
Kiểu đầu nối	Terminal (kiểu củ hành)
Cấp chính xác	0.75
Đường kính	Ren ½
Đường kính can nhiệt	6.3mm
Chiều dài can nhiệt	1000 mm
Loại dây dẫn	Hệ thống 2 dây dẫn
Tiếp xúc nhiệt	Loại không nổi đất
Cách điện cho dây dẫn bên trong	Ceramic
Điểm cảm ứng từ cuối dây nối	10 - 15 mm.
Vật liệu đầu bao dây	Khuôn nhôm đúc màu xanh
Vật liệu ống bảo vệ	SUS 316 ống đúc
Nhiệt độ môi trường cho đầu đầu dây	0 - 80 độ C

3.3 Thiết kế các modul

Các modul được gắn vào giá điều khiển có sẵn ở phòng thí nghiệm nên được thiết kế theo kích thước cho trước của giá với chiều ngang 250mm, chiều cao 300mm. Chúng cần được thiết kế đầy đủ các chân kết nối, thuận tiện, đẹp mắt, có thể tháo ra lắp vào giá, di chuyển được, không bị rơi ra khỏi giá khi di chuyển.

3.3.1 Modul van công suất

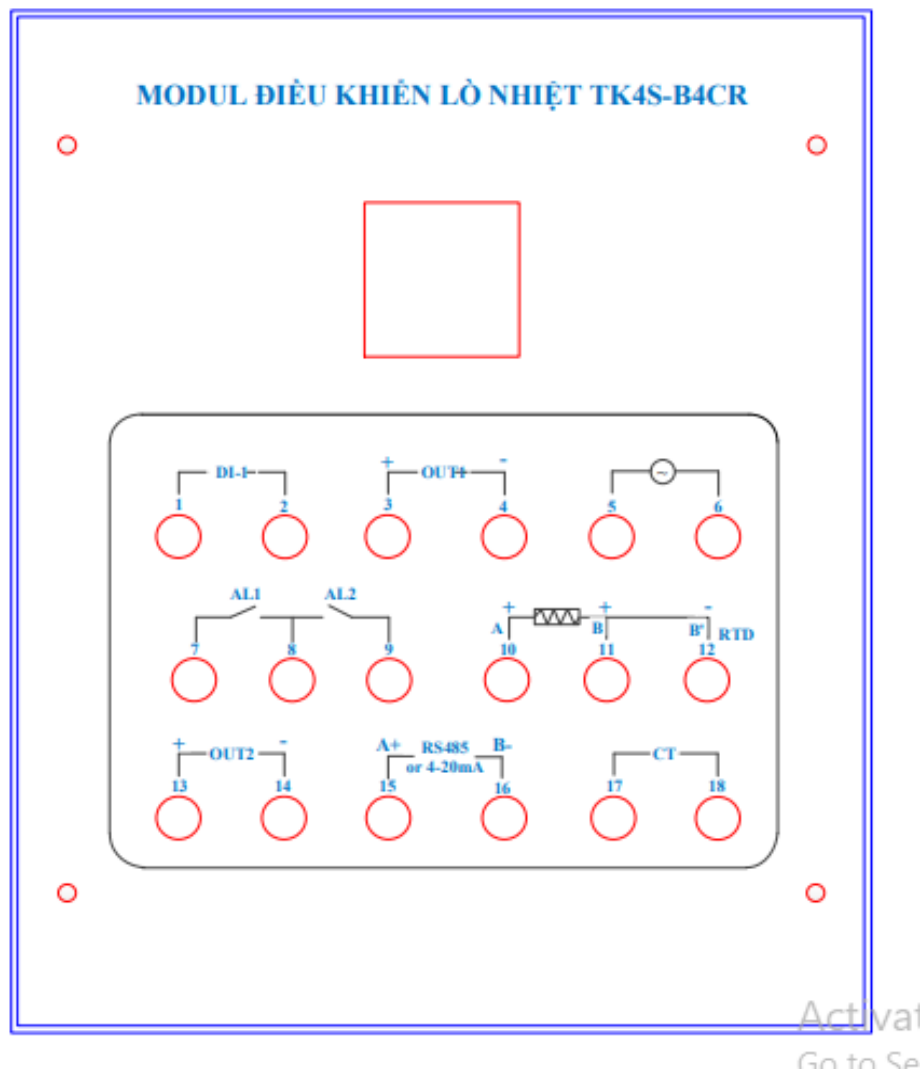
Kích thước: 250*300 (mm)



Hình 3. 14. Modul van công suất.

3.3.2 Modul điều khiển lò nhiệt TK4S-B4CR

Kích thước: 250*300 (mm)



Hình 3. 15 Modul điều khiển lò nhiệt TK4S-B4CR.

Bảng 3. 9.Thống kê các thiết bị trên mặt modul.

STT	Các phần tử trên modul	Số lượng
1	Bộ điều khiển nguồn SCR (SPC1-35)	1
2	Role bán dẫn SSR (HSR-2D304Z)	1
3	Bộ điều khiển nhiệt TK4S-B4CR	1

3.4 Các chức năng điều khiển

3.4.1 Chức năng điều khiển ON/OFF

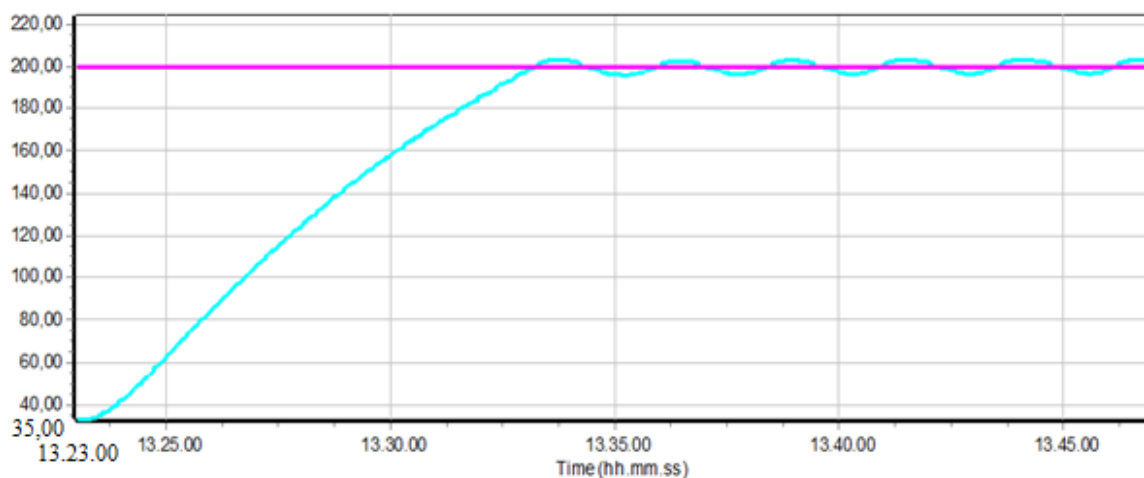
Khái niệm:

Điều khiển ngõ ra được thực hiện bằng ON_OFF hay còn gọi là đóng mở, cũng được gọi là điều khiển trễ, là một bộ điều khiển mà điều khiển ngõ ra là OFF khi giá trị xử lý đạt đến giá trị cài đặt. Điều khiển ON khi giá trị xử lý thấp hơn giá trị cài đặt.

Với chức năng này, đầu ra dao động ổn định quanh giá trị đặt. Cách cài đặt tham số điều khiển ON-OFF được trình bày ở “Phụ lục 1: Cách cài đặt tham số điều khiển ON-OFF”. Sau đây là một vài ví dụ minh họa với chức năng điều khiển ON – OFF thực hiện trên thiết bị.

Ví dụ 1: Khảo sát chức năng điều khiển ON_OFF với giá trị nhiệt độ đặt $T_{sp} = 200$ độ C, cài đặt độ trễ nhiệt độ $e = 2$ độ C. Với thông số trên, ta cài đặt và chạy thử nghiệm lần lượt với những bộ điều khiển nguồn khác nhau (SCR, SSR).

Điều khiển ON_OFF với bộ điều khiển nguồnSCR

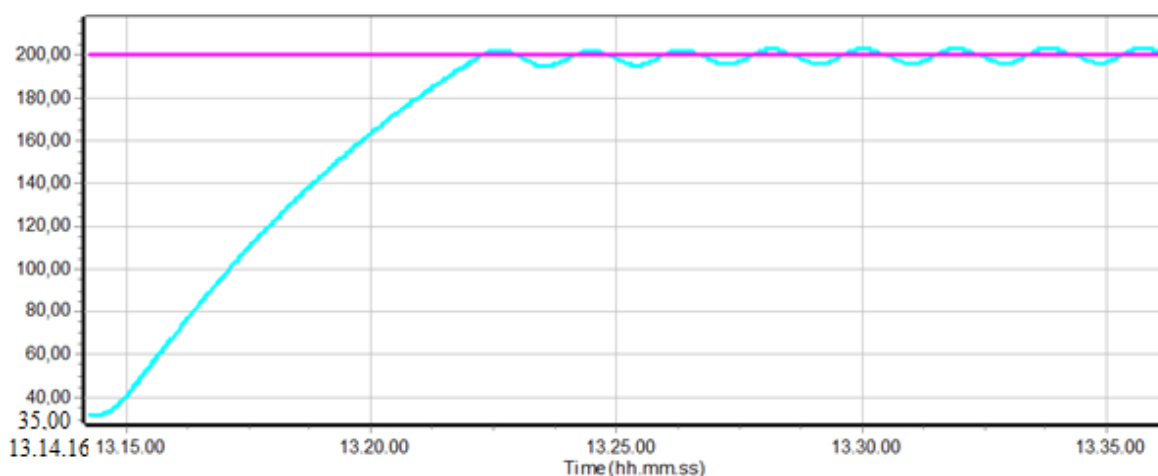


Hình 3. 16. Kết quả test ON-OFF SCR với nhiệt độ đặt là 200 độ C.

Nhận xét:

Dựa vào đường đặc tính đối tượng thu được, ta thấy sau khoảng 10 phút lò nhiệt đạt đến giá trị đặt 200 độ C. Lúc này bộ điều khiển sẽ OFF, theo quán tính nhiệt độ vẫn tăng qua giá trị đặt. Sau khoảng 2 phút nhiệt độ hạ xuống quá độ trễ nhiệt độ cài đặt bộ điều khiển sẽ ON để duy trì lại trạng thái. Dải nhiệt độ đầu ra luôn dao động duy trì quanh 200 độ C.

Điều khiển ON_OFF với bộ điều khiển nguồnSSR



Hình 3. 17. Kết quả test ON-OFF SSR với nhiệt độ đặt là 200 độ C.

Nhận xét:

Dựa vào đường đặc tính đối tượng thu được. Ta thấy sau khoảng 8 phút lò nhiệt đạt giá trị đặt 200 độ C. Lúc này bộ điều khiển sẽ OFF, theo quán tính nhiệt độ vẫn tăng qua giá trị đặt. Sau khoảng 1,5 phút nhiệt độ hạ xuống quá độ trễ nhiệt độ cài đặt bộ điều khiển sẽ ON để duy trì lại trạng thái. Dải nhiệt độ đầu ra luôn dao động duy trì quanh 200 độ C.

Đánh giá chất lượng điều khiển

Dựa vào kết quả khảo sát 2 bộ điều khiển nguồn. Cho thấy chức năng điều khiển ON_OFF cho đầu ra luôn ổn định quanh giá trị đặt, tùy thuộc vào độ trễ nhiệt độ đặt trước mà sự dao động nhiệt độ quanh nhiệt độ đặt sẽ khác nhau. Đặc biệt bộ SSR chuyên về điều khiển ON_OFF.

3.4.2 Chức năng tự dò tham số PID (Auto-turning)

Trong điều khiển PID, Auto-tuning sẽ xác định các đặc tính nhiệt và tốc độ đáp ứng nhiệt của đối tượng điều khiển, sau đó quyết định hằng số thời gian PID cần thiết. Ứng dụng của hằng số thời gian PID thực hiện điều khiển nhiệt độ chính xác cao với tốc độ đáp ứng nhanh.

- Auto-tuning tự động lưu trữ hằng số thời gian PID lên trạm. Người sử dụng cũng có thể sửa đổi hằng số thời gian sao cho phù hợp với môi trường sử dụng của mình.
- Khi Auto-tuning đang hoạt động, đèn AT ở mặt trước của bộ điều khiển sẽ nhấp nháy trong khoảng thời gian 1 giây. Khi Auto-tuning kết thúc, đèn AT tự động tắt và thông số Auto-tuning sẽ trở về OFF.

Bảng 3.10 Thông số cài đặt auto-turning.

Giá trị cài đặt	Mô tả
OFF	Auto tuning hoàn tất
ON	Auto tuning đang thực hiện

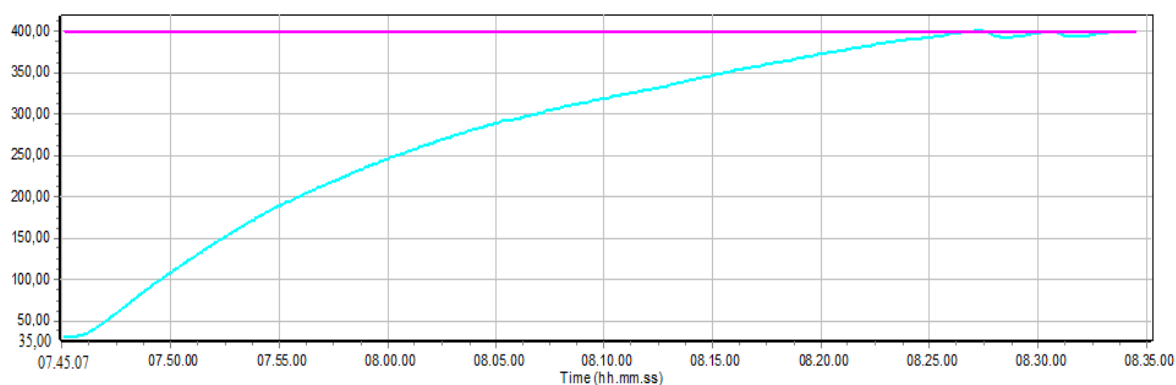
Nhóm cài đặt	Thông số	Dải cài đặt	Mặc định nhà máy
PAr 2	AT	OFF/ ON	OFF

Cách thức tiến hành cài đặt:

- Xem tại “Phụ lục 2: Cách cài đặt chạy auto-turning.”

Kết quả thu được

- Khảo sát auto-turning SCR 400 độ C.

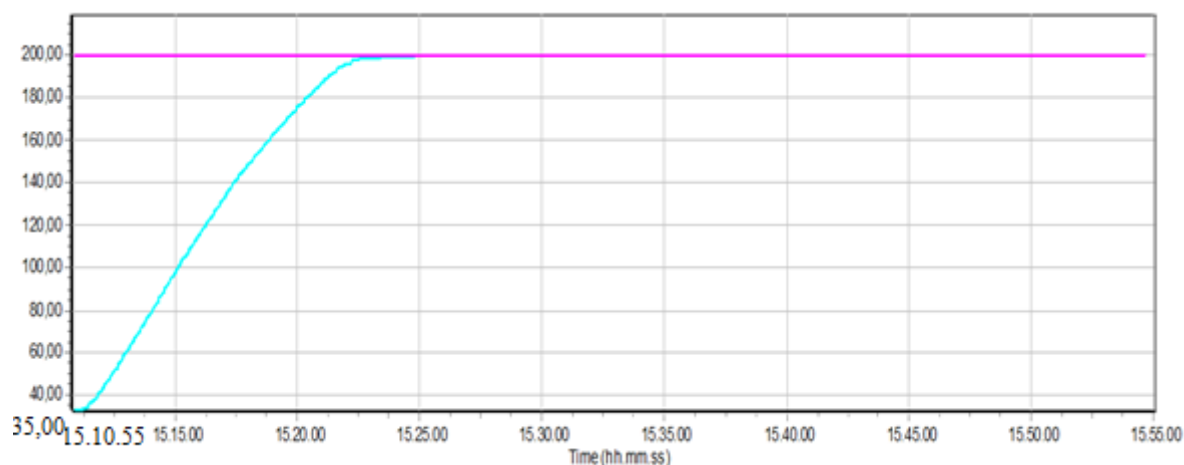


Hình 3. 18. Kết quả test auto-turning SCR.

- Tham số thu được:

$$K_p = 10,6 ; T_i = 98 ; T_d = 20$$

- Kết quả cài đặt thông số auto-turning bộ điều khiển xuất ra với giá trị 200 độ C.

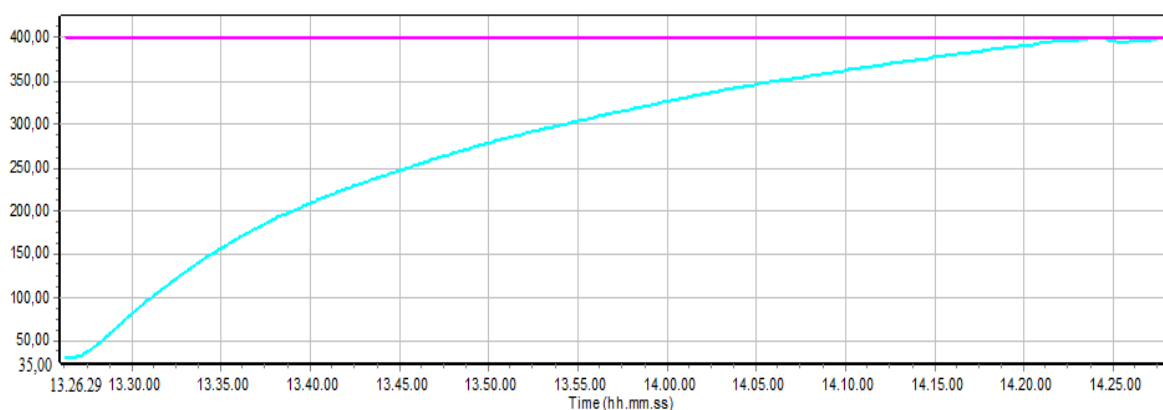


Hình 3. 19. Kết quả cài đặt thông số auto-turning trên bộ điều khiển xuất ra với giá trị 200 độ C.

- Nhận xét:

Sau khi cài đặt tham số auto-turning từ bộ điều khiển xuất ra và khảo sát với giá trị 200 độ C, ta thấy khi gần đến giá trị cài đặt, bộ điều khiển giảm dần đầu ra và duy trì ở mức nhiệt độ đặt.

- Khảo sát auto-turning SSR 400 độ C.

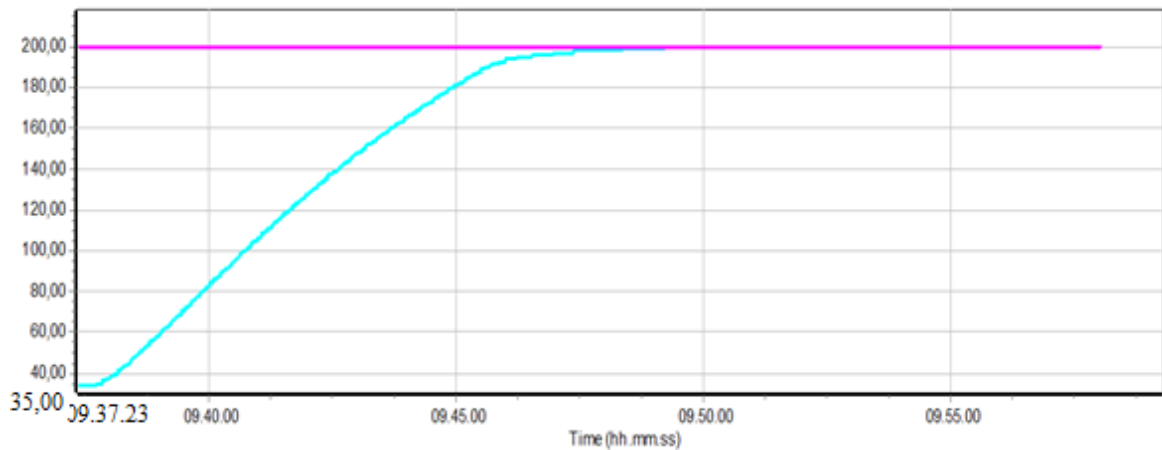


Hình 3. 20. Kết quả test auto-turning SSR.

- Tham số thu được:

$$K_p = 9,6 ; T_i = 103 ; T_d = 31$$

- Kết quả cài đặt thông số auto-turning bộ điều khiển xuất ra với giá trị 200 độ C.

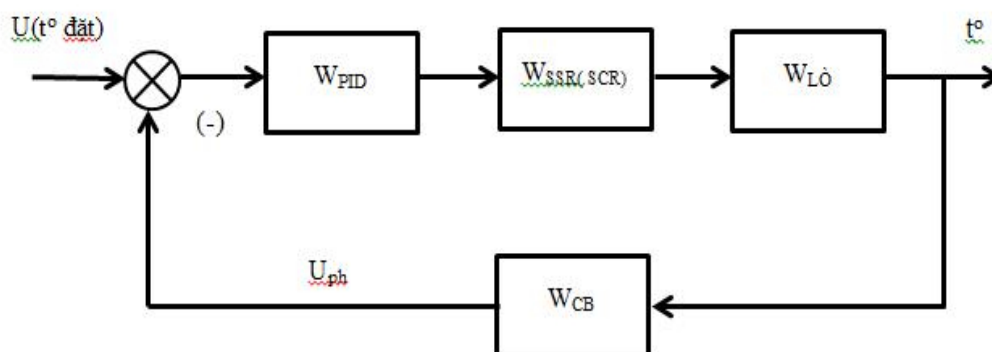


Hình 3. 21 Kết quả cài đặt thông số auto-turning bộ trên điều khiển xuất ra với giá trị 200 độ C.

- Nhận xét:

Sau khi cài đặt tham số auto-turning từ bộ điều khiển xuất ra thông số rồi cài đặt khảo sát với giá trị 200 độ C, ta thấy khi gần đến giá trị cài đặt, bộ điều khiển giảm dần đầu ra và duy trì ở mức nhiệt độ đặt.

Tổng hợp thông số bộ điều khiển trong mô hình thí nghiệm



Hình 3. 22. Sơ đồ khối cấu trúc hệ thống.

3.5 Nhận dạng đối tượng trong mô hình thí nghiệm

Ổn định các tham số của đối tượng điều khiển như nhiệt độ, tốc độ... là mối quan tâm hàng đầu khi thiết kế hệ thống điều khiển. Để thực hiện việc này thì công việc đầu tiên là xác định mô hình toán học của đối tượng điều khiển.

Trong lý thuyết điều khiển tự động thì việc xác định mô hình của đối tượng điều khiển là một bước rất quan trọng trước khi xác định thuật toán và các tham số điều khiển. Mô hình hóa giúp cho chúng ta:

- Hiểu rõ hơn về quy trình sẽ cần phải điều khiển và vận hành
- Tối ưu hóa thiết kế công nghệ và điều kiện vận hành hệ thống
- Thiết kế sách lược và cấu trúc điều khiển
- Lựa chọn bộ điều khiển và xác định các tham số cho bộ điều khiển
- Phân tích và kiểm chứng kết quả thiết kế
- Mô phỏng trên máy tính

Phương pháp xác định mô hình toán học của đối tượng điều khiển:

- Dựa vào các phương trình toán học mô tả mối quan hệ các đại lượng vật lý của đối tượng và các tham số của đối tượng
- Dựa vào đường cong thực nghiệm của đối tượng

Cả hai phương pháp này đều có những ưu, nhược điểm, các bước tiến hành, phạm vi áp dụng khác nhau. Phương pháp lý thuyết thiết lập mô hình dựa trên các định luật có sẵn về quan hệ vật lý bên trong và quan hệ giao tiếp với môi trường bên ngoài của hệ thống. Các quan hệ này được mô tả theo quy luật hóa - lý, quy luật cân bằng dưới dạng các phương trình toán học. Phương pháp thực nghiệm dùng các đáp ứng quá độ để nhận dạng, hoặc ta có thể sử dụng phần mềm Matlab từ bộ số liệu thực nghiệm ta có thể xác định được mô

hình toán học của hệ thống. Với các đối tượng trong mô hình thí nghiệm, ta chọn phương pháp thứ hai vì nó phù hợp với thực tế và dễ thực hiện.

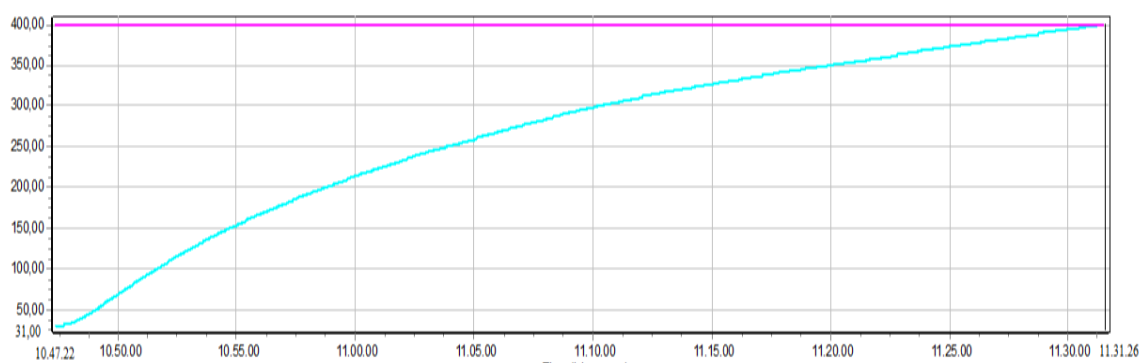
3.5.1 Mô tả toán học lò nhiệt

Tiến hành thực nghiệm cấp nguồn điện áp 220V cho lò điện trở và quan sát sự thay đổi nhiệt độ của đầu ra, ta có bảng sau:

Bảng 3.11 Đo nhiệt độ thực tế của lò nhiệt.

t(°C)	31	68	105	142	179	216	253	290	327	364	400
T(s)	0	114	195	556	811	1116	1509	2048	2844	3874	5300

Từ bảng thông số ta có đặc tính của lò nhiệt:



Hình 3. 23.Đặc tính của lò nhiệt.

Mô hình đối tượng thường có hàm truyền đạt dạng:

$$G_s = \frac{k}{1 + \tau s} \cdot e^{-\theta s}$$

Trong đó:

k: Hệ số khuếch đại tĩnh

τ : Hằng số thời gian

θ : Thời gian trễ xấp xỉ

Xác định hàm truyền lò theo phương pháp một điểm quy chiếu:

Ta có θ là thời gian trễ của đối tượng, là khoảng thời gian đầu mà nhiệt độ (°C) tại giá trị đầu vào.

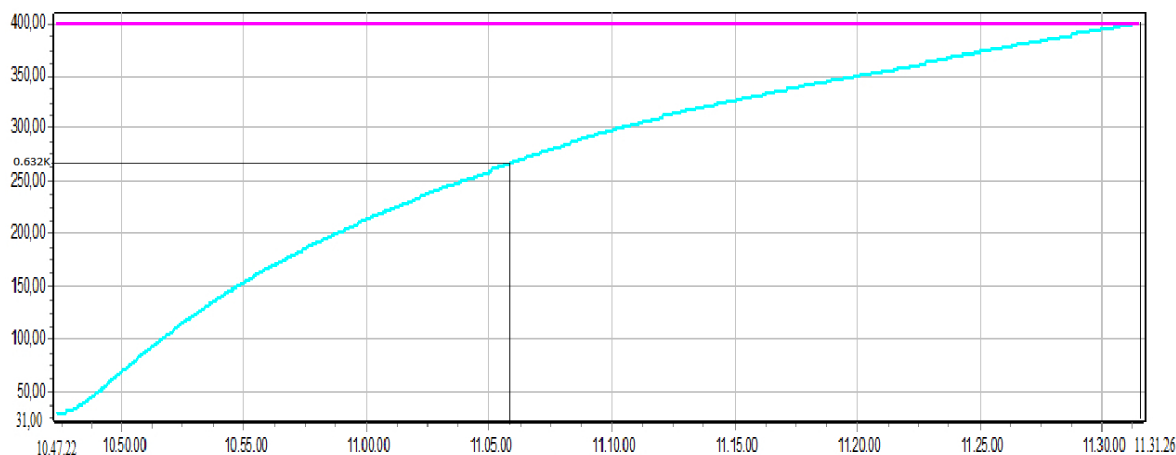
T là khoảng thời gian cần thiết sau θ để tiếp tuyến tại điểm θ (s) đạt được giá trị K. Khi đó T được xác định gần đúng như sau:

+ Kẻ đường tiệm cận với $y(t)$ tại $\rightarrow \infty$ để có y (∞)

+ Xác định điểm có tung độ bằng 0,632y (∞) của $y(t)$

Hoành độ của điểm vừa xác định đó chính là tham số T cần tìm.

Bằng phương pháp thực nghiệm và qua nhiều lần làm thí nghiệm bằng mô hình thực tế chúng em đã đo được các thông số trên cơ sở đó tìm hàm truyền của hệ thống.



Hình 3. 24.Xác định hàm truyền của lò nhiệt.

K là khoảng giá trị giới hạn: $K = 400 - 31 = 369$.

Dựa vào hình vẽ ta xác định được tham số θ gần đúng và có giá trị là $\theta = 20(s).$

Ta có: $0,632 \times 369 + 31 = 264.2$ ($^{\circ}C$)

Tại thời điểm 264.2 ($^{\circ}C$) giá trị ($t=1087s$). Suy ra $T = 1087 - 20 = 1067(s)$

Hàm truyền có dạng: $G = \frac{K}{Ts+1} \times e^{-\theta s}$

$$G = \frac{369}{1067s+1} \times e^{-20s}$$

Vậy lò nhiệt có hệ thống hàm truyền đạt là khâu quán tính bậc nhất có trễ.

3.5.2 Xác định hàm truyền của bộ điều khiển nguồn và cảm biến

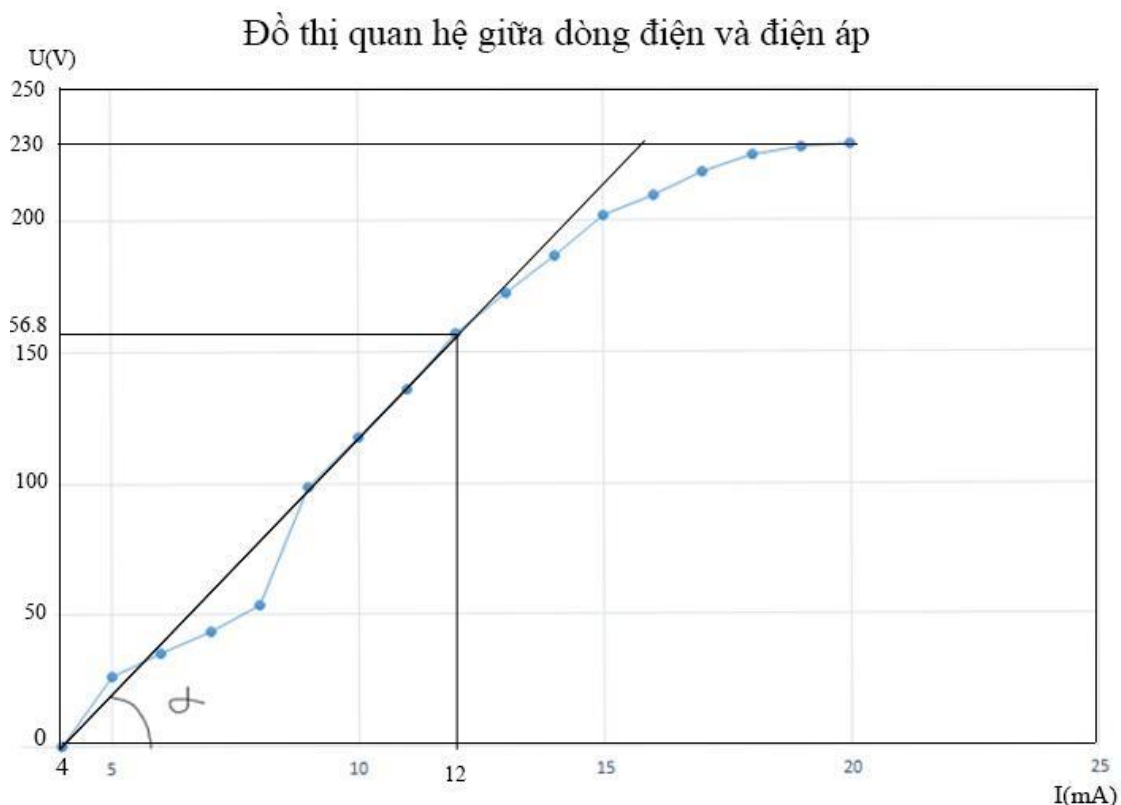
Hệ số khuếch đại của bộ SCR:

-Vì bộ điều khiển nguồn SPC1-35 có đầu vào là dòng điện và đầu ra là điện áp nên ta có bảng mối quan hệ giữa dòng điện và điện áp của bộ điều khiển nguồn như sau :

Bảng 3. 12.Quan hệ giữa dòng điện và điện áp của bộ điều khiển nguồn.

Tín hiệu vào (mA)	Tín hiệu ra (V)	Tín hiệu vào (mA)	Tín hiệu ra (V)
4	0	13	172.2
5	26.7	14	186.4
6	35.5	15	201.5
7	43.6	16	209.5
8	53.6	17	218
9	98.8	18	225
10	117.5	19	228.6
11	135.7	20	229
12	156.8		

Từ bảng số liệu ta vẽ được đồ thị mối quan hệ giữa dòng điện đầu vào và điện áp đầu ra của bộ điều khiển nguồn SCR:



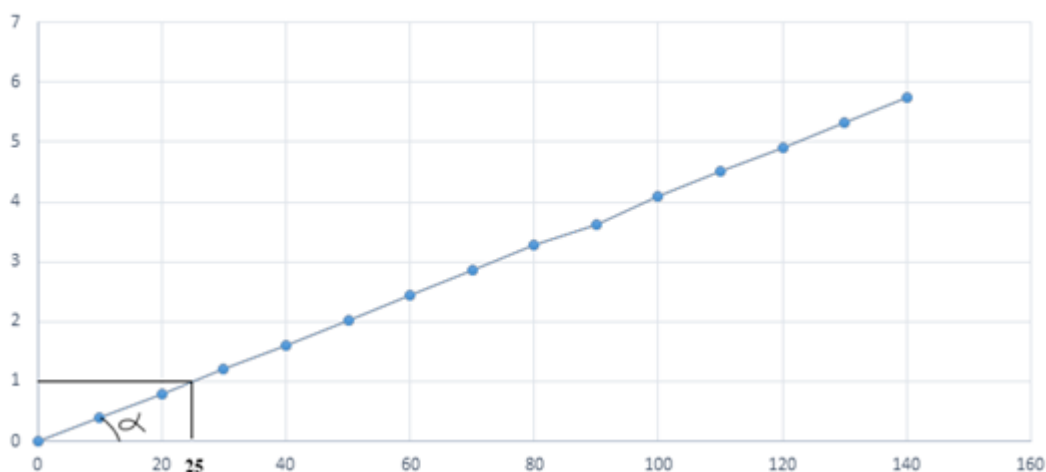
Hình 3. 25. Mối quan hệ giữa dòng điện và điện áp ra của SCR.

Ta có hệ số: $K_{bbd} = \tan \alpha = \frac{156.8}{12-4} = 19.6$

Hệ số khuếch đại của cảm biến:

Bảng 3. 13.Mối quan hệ giữa nhiệt độ và điện áp.

Tín hiệu vào (°C)	Tín hiệu ra (mV)	Tín hiệu vào (°C)	Tín hiệu ra (mV)
0	0	80	3.267
10	0.397	90	3.682
20	0.798	100	4.096
30	1.203	110	4.509
40	1.612	120	4.920
50	2.023	130	5.328
60	2.436	140	5.735
70	2.851		



Hình 3. 26. Đồ thị mối quan hệ giữa nhiệt độ và điện áp.

Từ đồ thị, ta thấy mối quan hệ giữa nhiệt độ và điện áp đầu ra của cảm biến là 1mV/25°C.

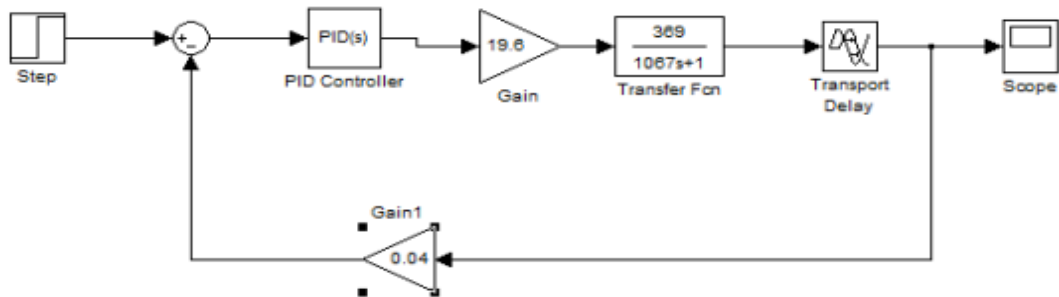
Ta có hệ số bộ cảm biến là: $K_{cb} = \tan \alpha = \frac{1}{25} = 0.04$

Hệ số khuếch đại của bộ SSR:

- Vì bộ SSR là rơle điện, nên coi hệ số tỉ lệ đầu ra $K_{bbd} = 1$
- Giá trị hệ số cảm biến $K_{cb} = 0.04$

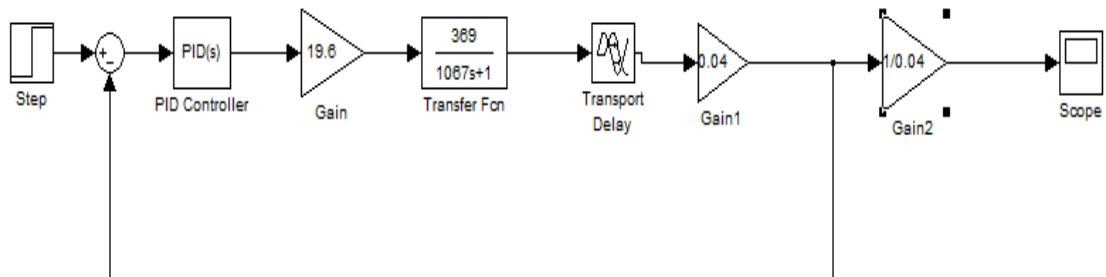
3.5.3 .Tìm tham số bộ điều khiển

Bộ SCR



Hình 3. 27.Sơ đồ khối.

Với hầu hết các phương pháp thiết kế bộ điều khiển đều sử dụng hệ thống chuẩn phản hồi (-1). Vì thế chuyển sơ đồ khối sang dạng phản hồi (-1):



Hình 3. 28.Sơ đồ khối dưới dạng phản hồi (-1).

Từ sơ đồ ta có hàm truyền của đối tượng: $H(s) = G(s) \times K_{bbd} \times K_{cb}$

$$\Rightarrow H(s) = \frac{369}{1067s+1} \times e^{-20s} \times 0.04 \times 19.6 = \frac{289.3}{1067s+1} \times e^{-20s}$$

-Theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick: Yêu cầu tối ưu theo nhiễu (giảm ảnh hưởng nhiễu) và hệ kín có độ quá điều chỉnh $\delta_{\max}$ không vượt quá 20% so với y_{∞} .

Bộ điều khiển	k_p	T_I	T_D
Bộ P	$k_p = 7b/10ak$		
Bộ PI	$k_p = 7b/10ak$	$T_I = 23a/10$	
Bộ PID	$k_p = 6b/5ak$	$T_I = 2a$	$T_D = 21a/50$

$$\text{Hàm truyền đạt: } H(s) = \frac{289.3}{1067s+1} \times e^{-20s}$$

$$\text{Suy ra: } b=1067 \quad ; \quad k=289.3 \quad ; \quad a = 20$$

$$\text{Bộ điều khiển PI có dạng: } G_{PI} = K_p(1 + \frac{1}{T_i.s})$$

$$K_p = \frac{7 \times T}{10 \times K \times \theta} = \frac{7 \times 1067}{10 \times 289.3 \times 20} = 0.13$$

$$T_i = T_I = \frac{23}{10} \times \theta = \frac{23 \times 20}{10} = 46 \text{ (s)}$$

$$\text{Suy ra: } G_{PI} = 0.13(1 + \frac{1}{46s})$$

$$\text{Bộ điều khiển PID có dạng: } G_{PID} = K_p(1 + \frac{1}{T_i.s} + T_d.s)$$

$$K_p = \frac{6 \times T}{5 \times K \times \theta} = \frac{6 \times 1067}{5 \times 289.3 \times 20} = 0.22$$

$$T_i = 2 \times \theta = 2 \times 20 = 40 \text{ (s)}$$

$$T_d = \frac{21 \times \theta}{50} = \frac{21 \times 20}{50} = 8,4 \text{ (s)}$$

$$\text{Suy ra } G_{PID} = 0.22(1 + \frac{1}{40s} + 8,4s)$$

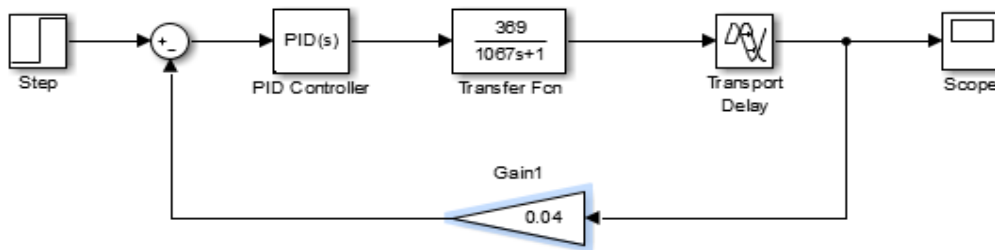
- Theo phương pháp Haalman:

Bộ điều khiển PI có dạng: $G_{PI} = K_p(1 + \frac{1}{T_i s})$

$$K_p = \frac{2 \times T}{3 \times K \times \theta} = \frac{2 \times 1067}{3 \times 289.3 \times 20} = 0.12 ; T_i = T = 1067 \text{ (s)}$$

$$\text{Suy ra: } G_{PI} = 0.12(1 + \frac{1}{1067s})$$

Bộ SSR



Hình 3. 29.Sơ đồ khối.

Với hầu hết các phương pháp thiết kế bộ điều khiển đều sử dụng hệ thống chuẩn phản hồi (-1). Vì thế chuyển sơ đồ khối sang dạng phản hồi (-1):



Hình 3. 30.Sơ đồ khối dưới dạng phản hồi (-1)

Từ sơ đồ ta có hàm truyền của đối tượng: $H(s) = G(s) \times K_{bdd} \times K_{cb}$

$$\Rightarrow H(s) = \frac{369}{1067s + 1} \times e^{-20s} \times 0.04 \times 1 = \frac{14.76}{1067s + 1} \times e^{-20s}$$

- Theo phương pháp Haalman:

Bộ điều khiển PI có dạng: $G_{PI} = K_p(1 + \frac{1}{T_i s})$

$$K_p = \frac{2 \times T}{3 \times K \times \theta} = \frac{2 \times 1067}{3 \times 14.76 \times 20} = 2,4$$

$$T_i = T = 1067 \text{ (s)}$$

Suy ra: $G_{PI} = 2,4(1 + \frac{1}{1067s})$

- Theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick: Yêu cầu tối ưu theo nhiễu (giảm ảnh hưởng nhiễu) và hệ kín không có độ quá điều chỉnh:

Bảng 3. 14. Thông số bộ điều khiển tối ưu theo nhiễu (giảm ảnh hưởng nhiễu) và hệ kín không có độ quá điều chỉnh.

Bộ điều khiển	Hàm truyền	k_p	T_I	T_D
Bộ P	$G(s) = k_p$	$k_p = \frac{3b}{10ak}$		
Bộ PI	$G(s) = k_p(1 + \frac{1}{T_I s})$	$k_p = \frac{6b}{10ak}$	$T_I = 4a$	
Bộ PID	$G(s) = k_p(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s)$	$k_p = \frac{19b}{20ak}$	$T_I = 12a/5$	$T_D = 21a/50$

Bộ điều khiển PI có dạng: $G_{PI} = K_p(1 + \frac{1}{T_I s})$

$$K_p = \frac{6 \times T}{10 \times K \times \theta} = \frac{6 \times 1067}{10 \times 14.76 \times 20} = 2,17$$

$$T_i = 4 \times \theta = 4 \times 20 = 80 \text{ (s)}$$

Suy ra: $G_{PI} = 2,17(1 + \frac{1}{80s})$

Bộ điều khiển PID có dạng: $G_{PID} = K_p(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s)$

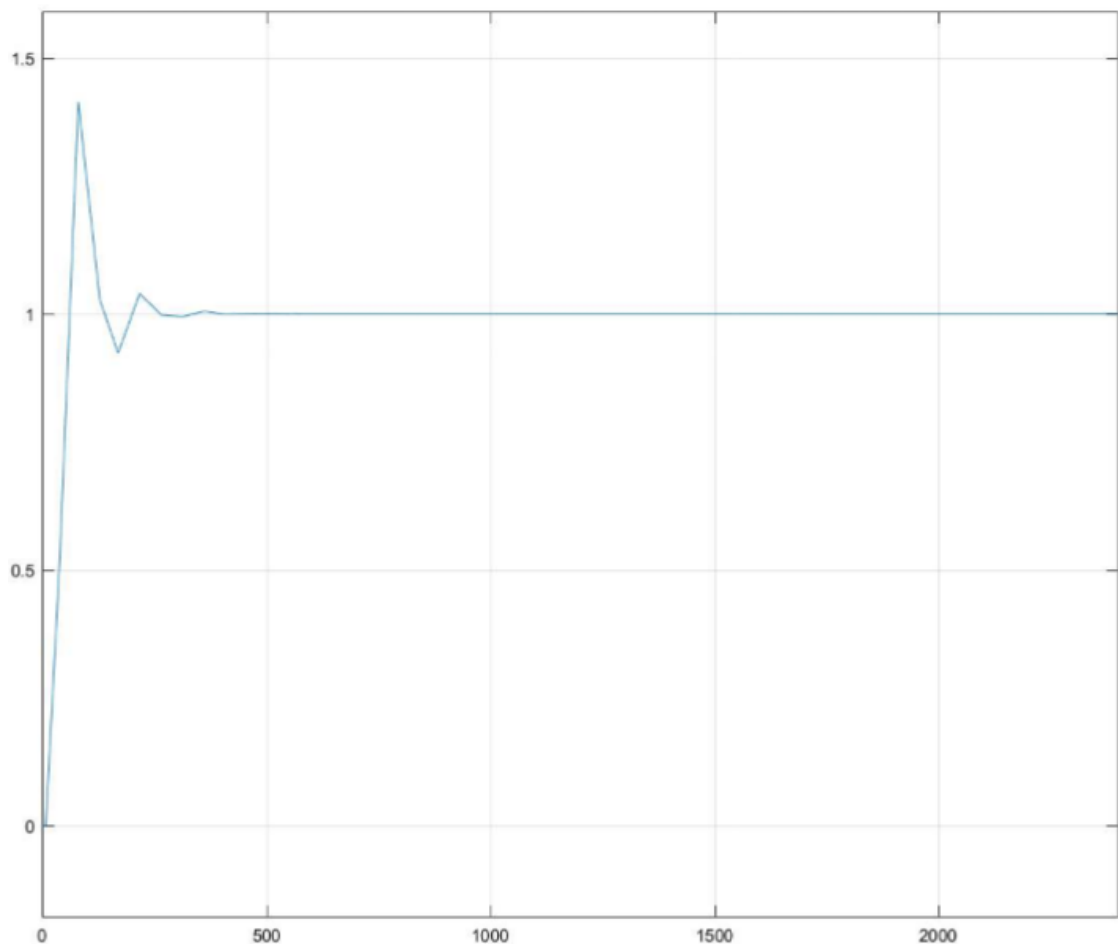
$$K_p = \frac{19 \times T}{20 \times K \times \theta} = \frac{19 \times 1067}{20 \times 14.76 \times 20} = 3,4$$

$$T_i = \frac{12 \times \theta}{5} = \frac{12 \times 20}{5} = 48 \text{ (s)}$$

$$T_d = \frac{21 \times \theta}{50} = \frac{21 \times 20}{50} = 8,4 \text{ (s)}$$

$$\text{Suy ra } G_{PID} = 3,4 \left(1 + \frac{1}{48s} + 8,4s\right)$$

Kết quả thử được trên Scope:



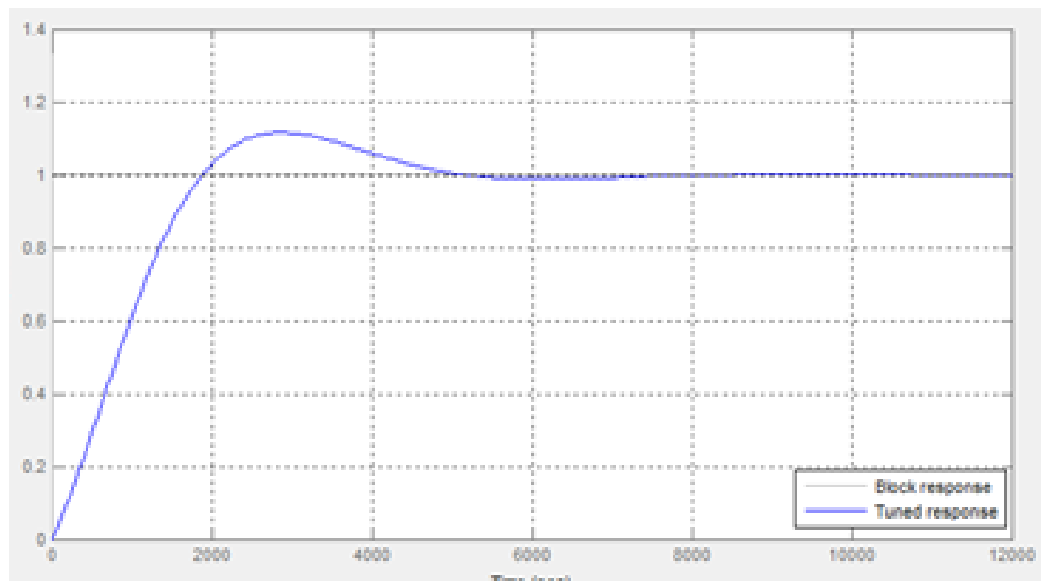
Hình 3. 31.Kết quả khảo sát thông số PI của bộ SCR theo phương pháp
Haalman khi chưa được tối ưu hóa.

Độ quá điều chỉnh $\delta_{\max} = 40\%$

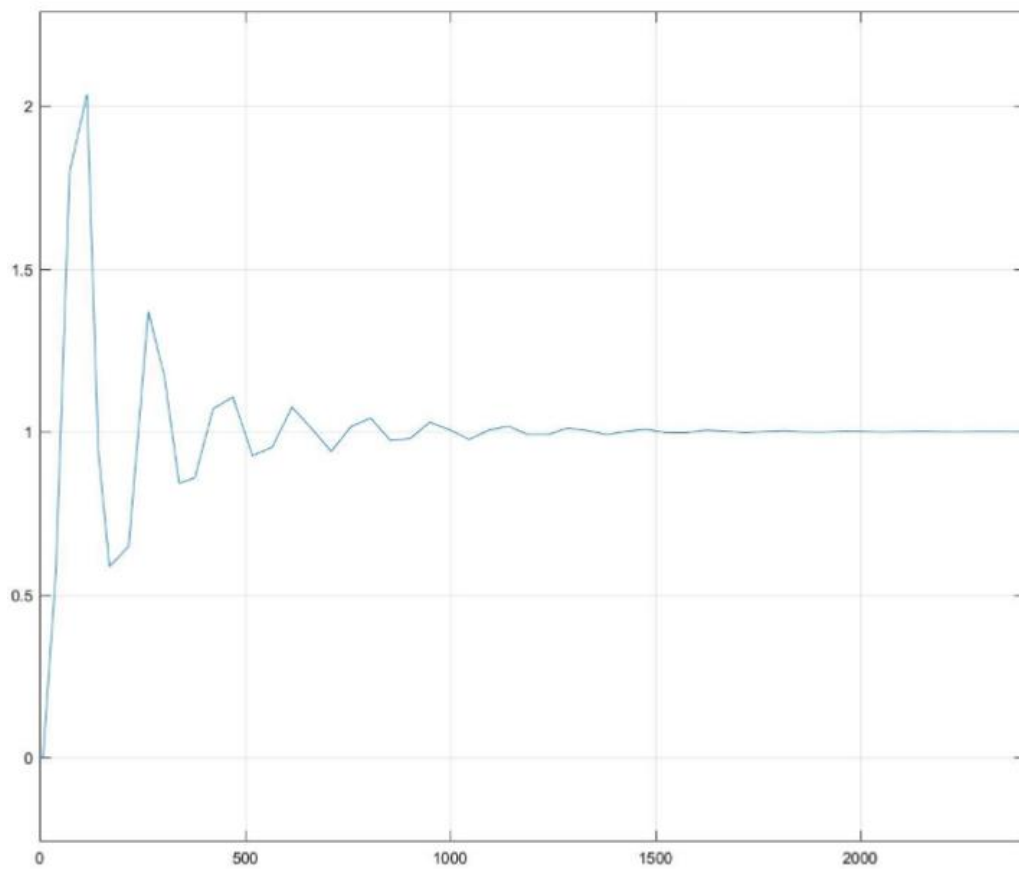
Thời gian quá độ $T_{qd} = 400(s)$

Số lần dao động $N = 3$ lần

Nhận xét: Mặc dù số lần dao động đạt yêu cầu nhưng độ quá điều chỉnh quá lớn, đồ thị dao động xấu, xuất hiện đỉnh nhọn.



Hình 3. 32.PI Haalman đã được tối ưu.

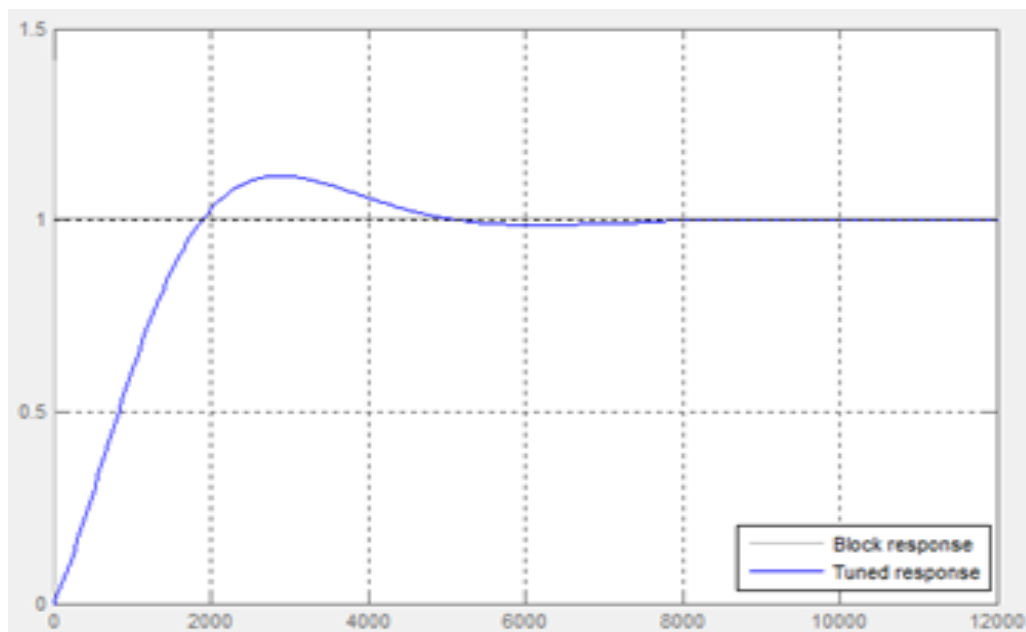


Hình 3. 33.Kết quả khảo sát thông số PI của bộ SCR theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick khi chưa được tối ưu.

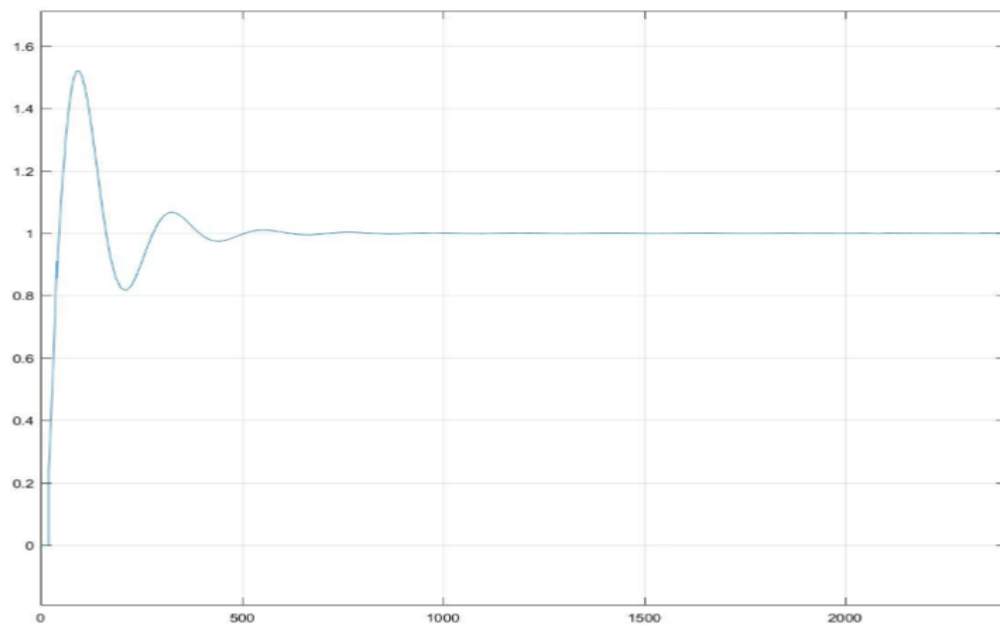
Độ quá điều chỉnh $\delta = 105 \%$

Thời gian quá độ $T_{qd} = 1700$ (s)

Nhận xét: Độ quá điều chỉnh quá lớn, gây tổn hại đến thiết bị. Thời gian quá độ lại quá lâu làm tổn hao điện năng nhiều hơn. Số lần dao động quá nhiều.
Trông thực tế sẽ áp dụng phương pháp này.



Hình 3. 34.PIChien-Hrones-Reswick đã tối ưu.

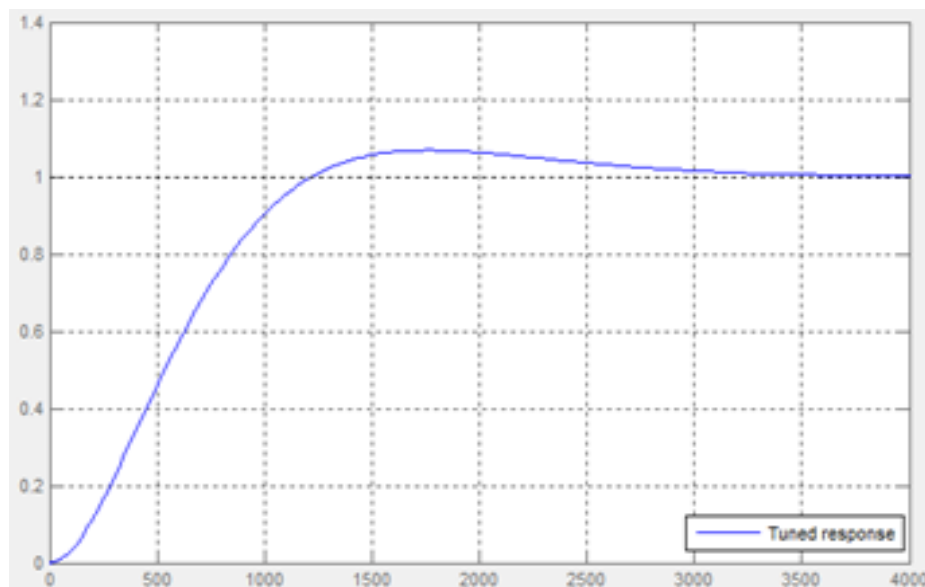


Hình 3. 35.Kết quả khảo sát thông số PID của bộ SCR theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick khi chưa được tối ưu.

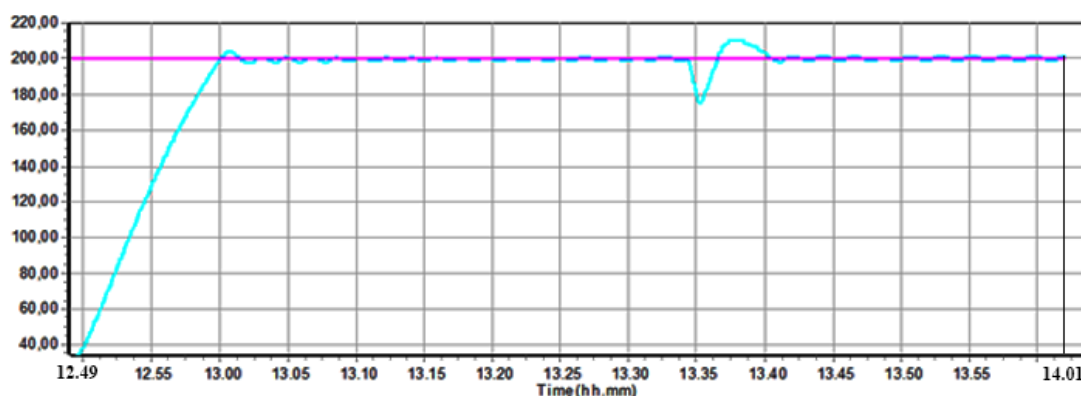
Độ quá điều chỉnh $\delta = 50\%$

Thời gian quá độ $T_{qd} = 600$ (s)

Nhận xét:Độ quá điều chỉnh cao, số lần dao động đạt yêu cầu,thời gian quá độ hợp lý nên phương pháp này thường được sử dụng nhiều.



Hình 3. 36.PID Chien-Hrones-Reswick đã tối ưu.

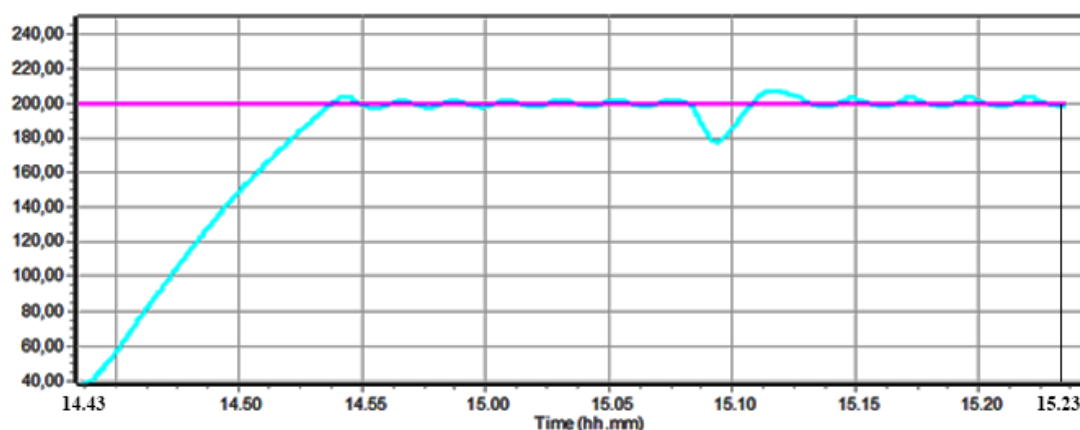


Hình 3. 37.Kết quả khảo sát với thông số PI bộ SCR theo phương pháp Haalman thu được trên phần mềm.

Độ quá điều chỉnh $\delta = 2.5\%$

Thời gian quá độ $T_{qd} = 900s$

Nhận xét: Sau khi nhập thông số vào bộ điều khiển rồi cho chạy thì ta thấy độ quá điều chỉnh nhỏ, thời gian quá độ cũng gần đúng với khi mô tả trên Simulink. Sau khi có nhiệt bằng cách mở cửa lò thì ta thấy rất nhanh lò sẽ ổn định về nhiệt độ cài đặt. Điều này cho thấy bộ điều khiển này rất tốt.

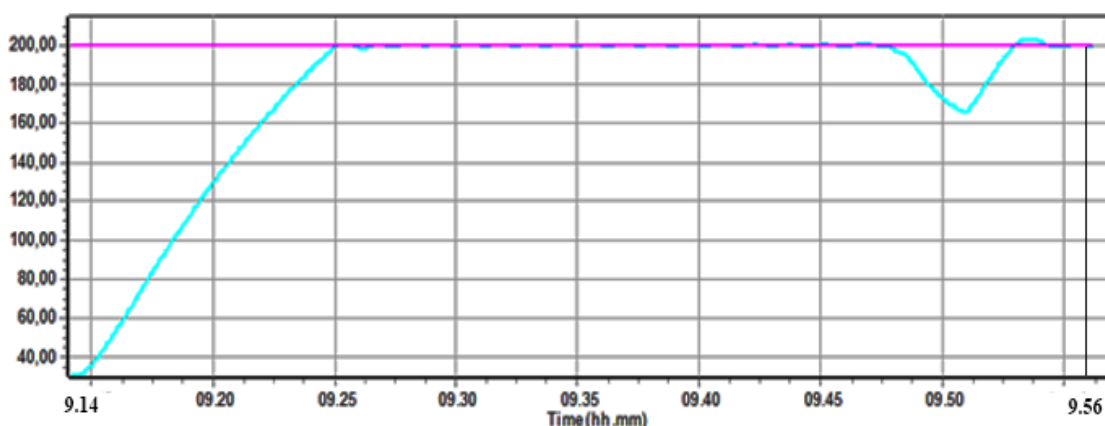


Hình 3. 38.Kết quả khảo sát với thông số PI của bộ SCR phương pháp Chien-Hrones-Reswick thu được trên phần mềm.

Độ quá điều chỉnh $\delta = 2.5\%$

Thời gian quá độ $T_{qd} = 720$ (s)

Nhận xét: Sau khi cài đặt thông số trên bộ điều khiển công nghiệp thì độ quá điều chỉnh rất nhỏ, số lần dao động ít nhưng thời gian quá độ gần bằng khi mô phỏng trên Simulink khi chưa tối ưu hóa. Sau khi nhiễu tác động thì lò bị ảnh hưởng khá nhiều, rất lâu sau mới ổn định lại được.



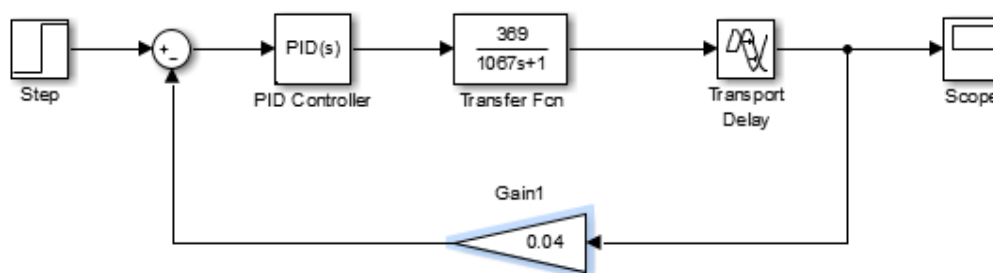
Hình 3. 39.Kết quả khảo sát với thông số PID bộ SCR theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick thu được trên phần mềm.

Độ quá điều chỉnh $\delta = 2\%$

Thời gian quá độ $T_{qd} = 840$ (s)

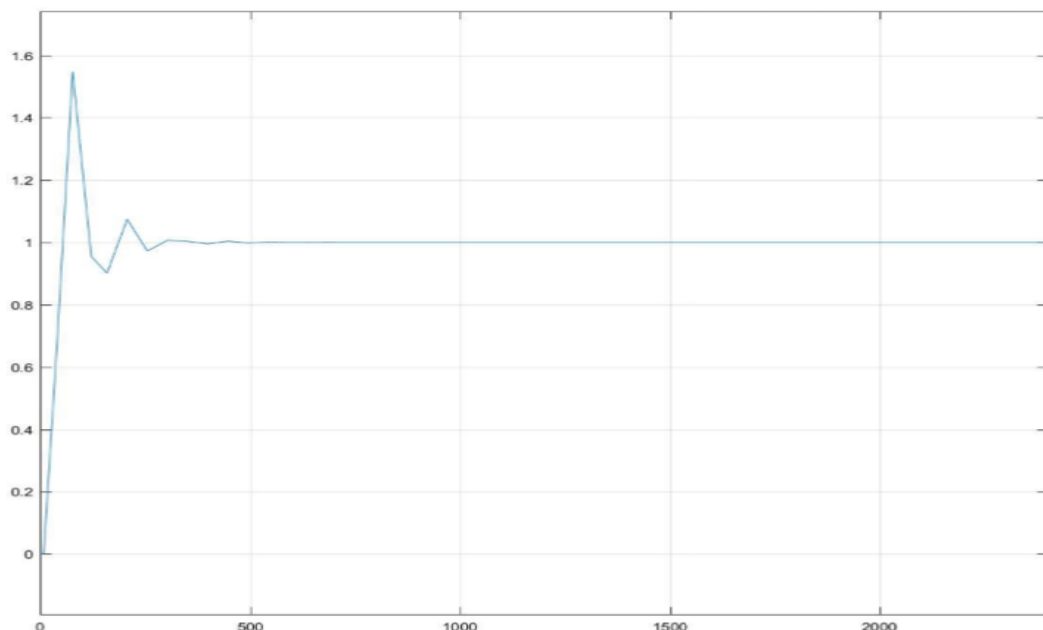
Nhận xét: Sau khi cài đặt thông số trên bộ điều khiển công nghiệp thì độ quá điều chỉnh rất nhỏ dưới 5% , số lần dao động ≤ 1 nhưng thời gian quá độ gần bằng khi mô phỏng trên Simulink khi chưa tối ưu hóa.

Sơ đồ hàm truyền trên Simulink đối với bộ SSR:

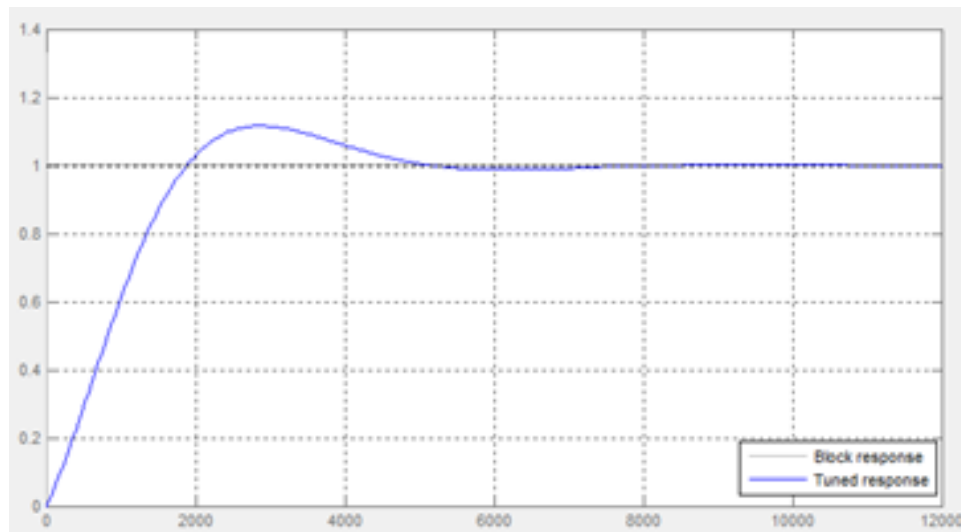


Hình 3. 40.Sơ đồ hàm truyền trên Simulink.

Kết quả khảo sát trên Scope:



Hình 3. 41.Kết quả khảo sát trên Scope bộ PI theo phương pháp Haalman khi chưa tối ưu



Hình 3. 42.Kết quả khảo sát trên bộ PI theo phương pháp Haalman tối ưu

$y_{\infty} = 1$, $y_{\max}=1.1156$. Suy ra độ quá điều chỉnh $\delta = 11.56\%$

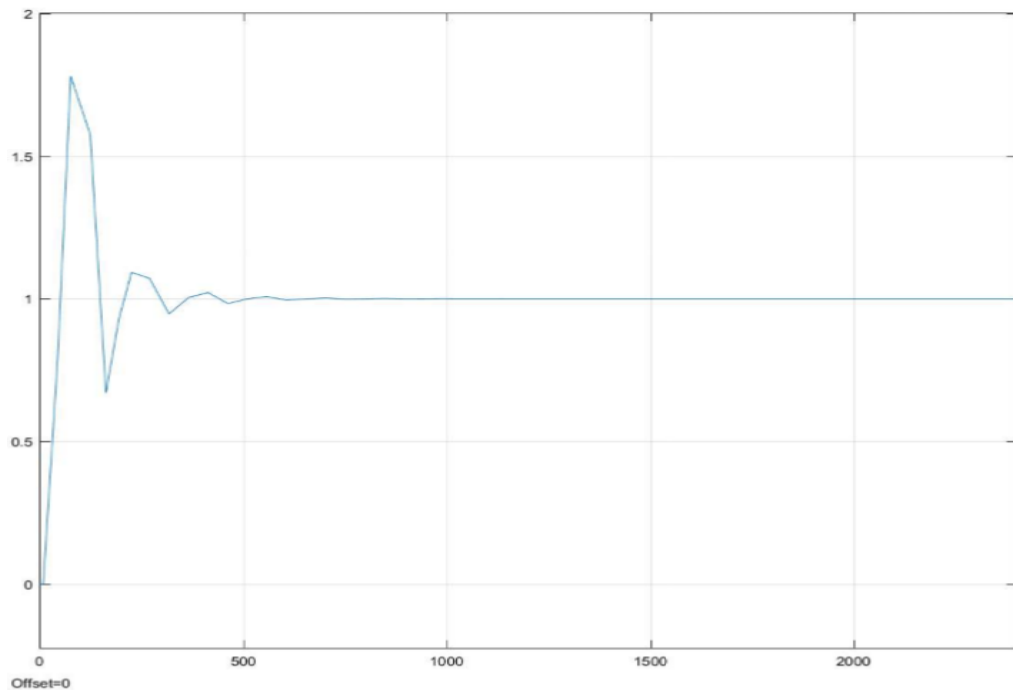
$T_{qd}=6500s$

Số lần dao động $n = 1$

Sai lệch tĩnh $e(t)=0$

Nhận xét:

- Độ quá điều chỉnh của hàm quá độHaalman chưa tối ưu 50% lớn hơn 20% và độ quá điều chỉnh của hàm quá độHaalman đã tối ưu 11.56% nhỏ hơn 20%.
- Thời gian quá độHaalman tối ưu là 6500s dài hơn chưa tối ưu là 350s.
- Số lần dao động Haalman tối ưu $n = 1$ ít hơn chưa tối ưu $n=3$.



Hình 3. 43.Kết quả khảo sát trên Scope bộ PI theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick khi chưa tối ưu.

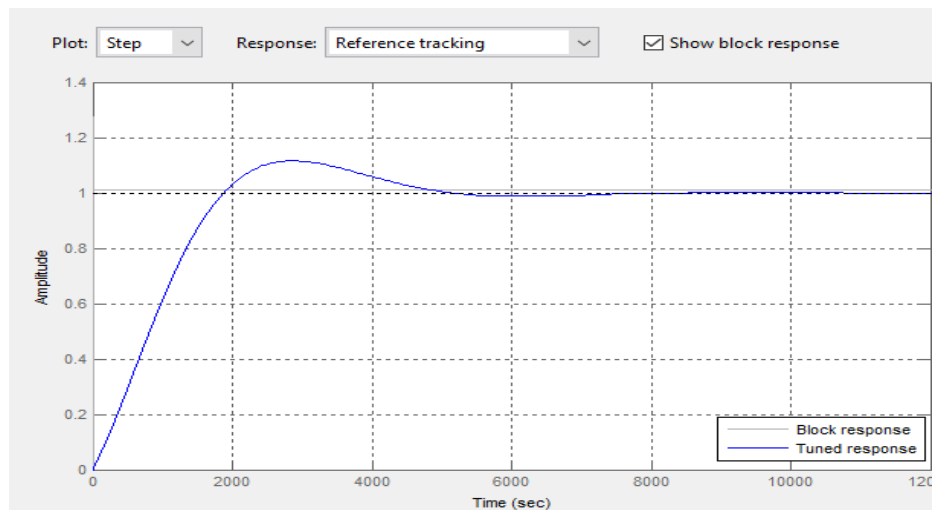
Nhận xét:

Độ quá điều chỉnh $\delta = 75\%$

Thời gian quá độ $T_{qd} = 550$ (s)

Số lần dao động $n = 3$

Sai lệch tĩnh $e(t)=0$



Hình 3. 44.Kết quả khảo sát bộ PI theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick đã tối ưu.

$y_{\infty} = 1$, $y_{\max}=1.1156$. suy ra Độ quá điều chỉnh $\delta = 11.56\%$

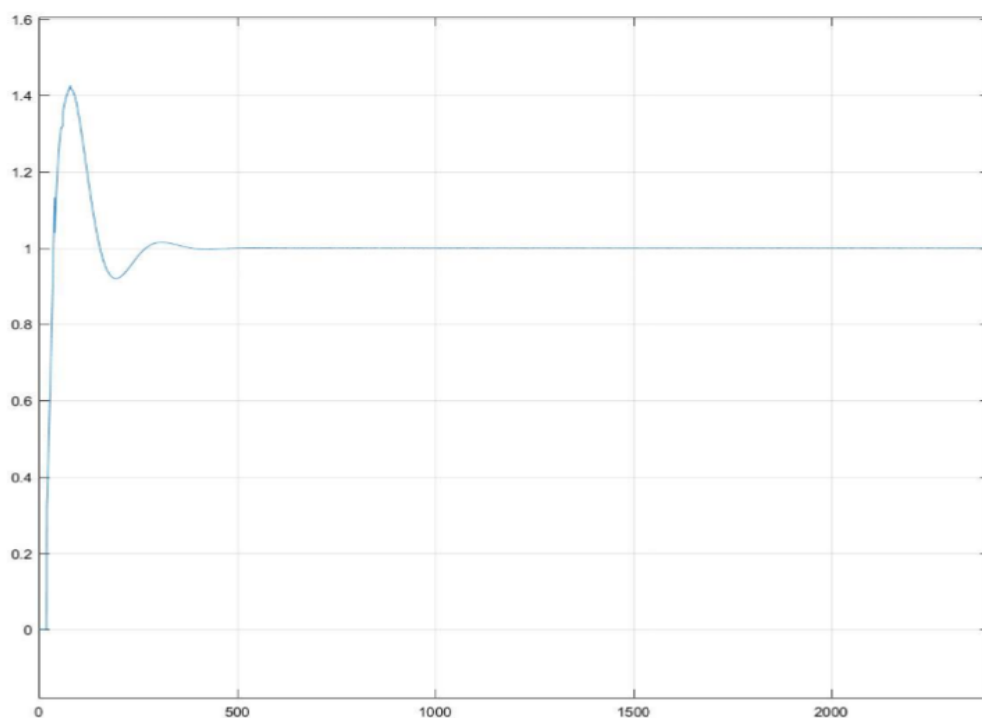
$T_{qd}=6500s$

Số lần dao động $n = 1$

Sai lệch tĩnh $e(t)=0$

Nhận xét:

- Sau khi độ quá điều chỉnh của hàm quá độ Chien-Hrones-Reswick chưa tối ưu 75% lớn hơn 20% và độ quá điều chỉnh của hàm quá độ Chien-Hrones-Reswick chưa tối ưu 11.56% nhỏ hơn 20%.
- Thời gian quá độ tối ưu là 6500s dài hơn chưa tối ưu là 550s.
- Số lần dao động tối ưu $n = 1$ ít hơn chưa tối ưu $n = 3$.



Hình 3. 45.Kết quả khảo sát trên Scope bộ PID theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick khi chưa tối ưu

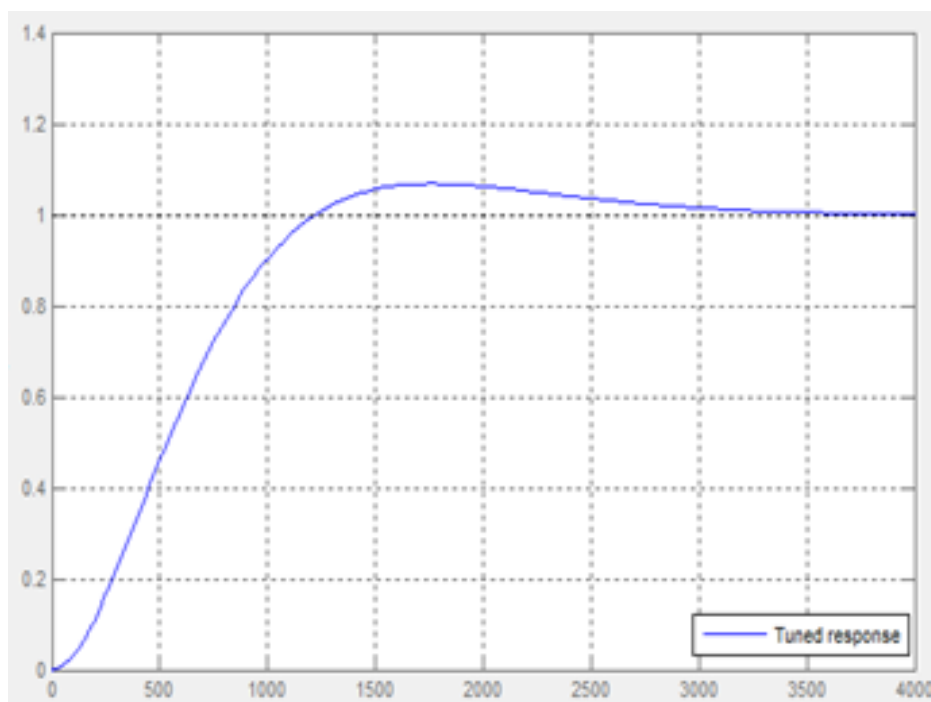
Độ quá điều chỉnh $\delta = 42\%$

Thời gian quá độ $T_{qd} = 400$ (s)

Số lần dao động $n = 2$

Sai lệch tĩnh $e(t)=0$

*Nhận xét:*Độ quá điều chỉnh còn lớn, thời gian quá độ còn dài



Hình 3. 46.Kết quả khảo sát bộ PID theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick đã tối ưu.

$y_{\infty} = 1$, $y_{\max} = 1.1156$. Suy ra Độ quá điều chỉnh $\delta = 11.56\%$

$T_{qd} = 3500$ (s).

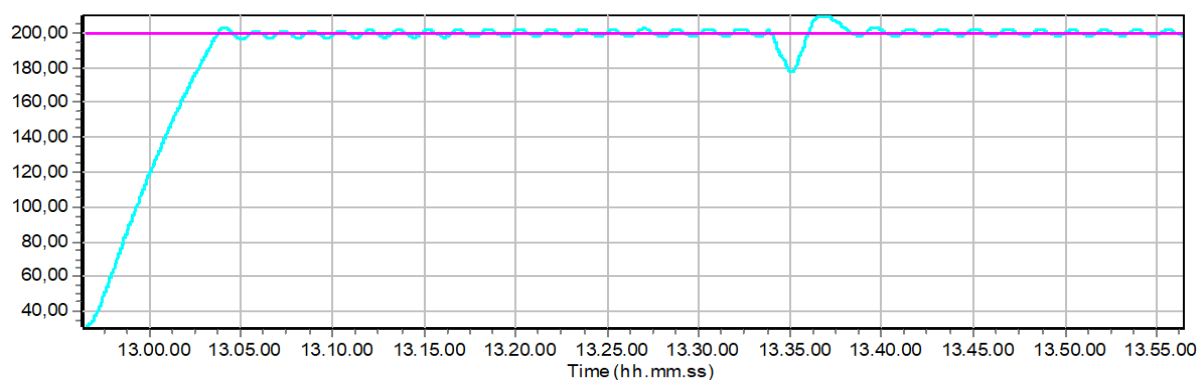
Số lần dao động $n = 1$.

Sai lệch tĩnh $e(t)=0$.

Nhận xét:

Sau khi độ quá điều chỉnh của hàm quá độ Chien-Hrones-Reswick chưa tối ưu là 42% lớn hơn 20% và độ quá điều chỉnh của hàm quá độ Chien-Hrones-Reswick đã tối ưu là 11.56% nhỏ hơn 20%. Số lần dao động Chien-Hrones-Reswick tối ưu $n=1$ ít hơn chưa tối ưu $n=2$. Thời gian quá độ Chien-Hrones-Reswick tối ưu là 3500s dài hơn chưa tối ưu là 400s, là quá lâu.

Kết quả thu được trên phần mềm DAQ Master:

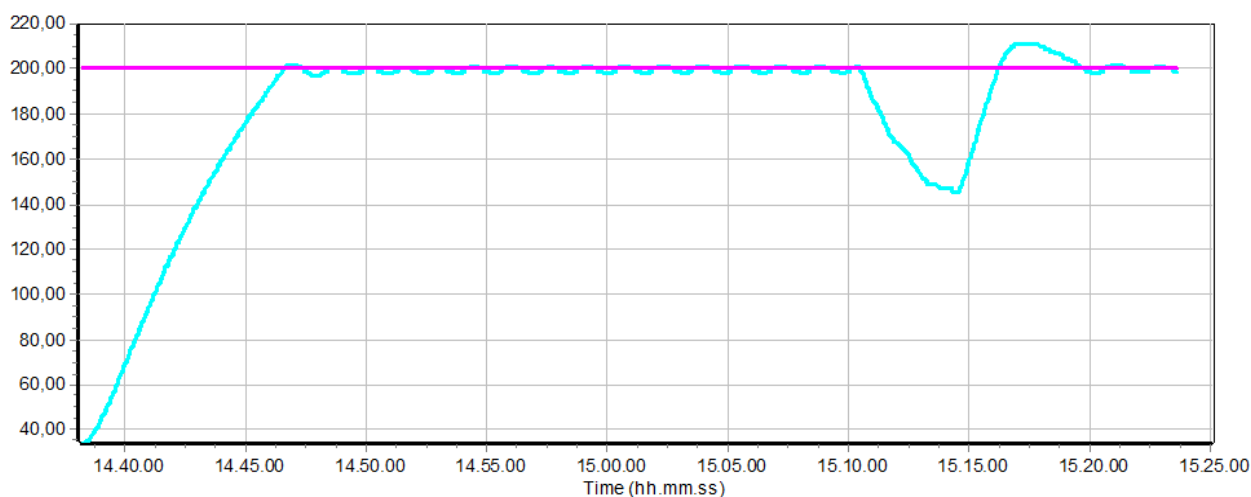


Hình 3. 47. Kết quả khảo sát với thông số PI của bộ SSR phương pháp Haalman thu được trên phần mềm khi có nhiễu tác động.

Độ quá điều chỉnh $\delta = 2\%$

Thời gian quá độ $T_{qd} = 600$ (s)

Nhận xét: Độ quá điều chỉnh bé, thời gian quá độ dài, số lần dao động nhiều.

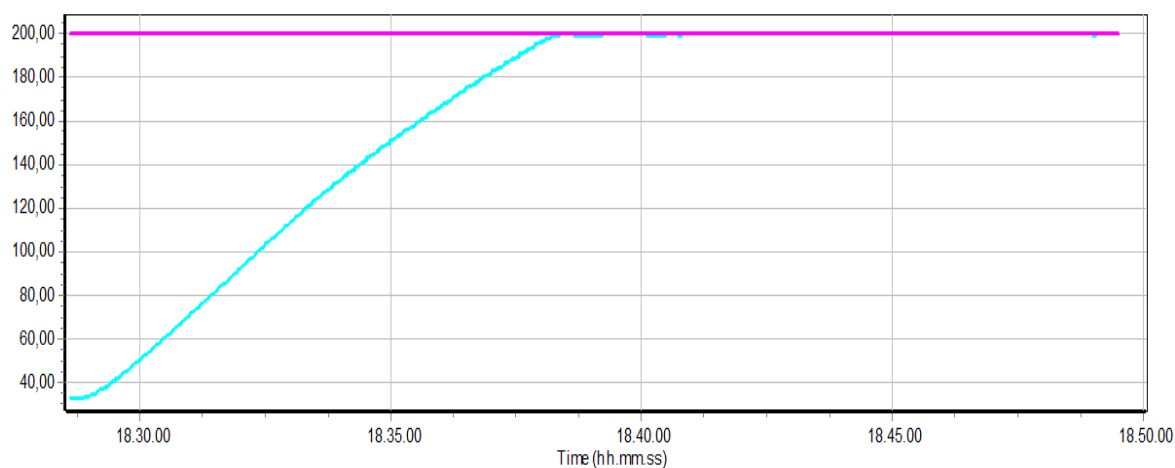


Hình 3. 48.Kết quả khảo sát với thông số PI của bộ SSR phương pháp Chien-Hrones-Reswick thu được trên phần mềm khi cho nhiều tác động.

Độ quá điều chỉnh $\delta = 1\%$

Thời gian quá độ $T_{qd} = 780$ (s)

*Nhận xét:*Độ quá điều chỉnh gần lý tưởng, thời gian quá độ dài.



Hình 3. 49.Kết quả khảo sát với thông số PID của bộ SSR phương pháp Chien-Hrones-Reswick thu được trên phần mềm.

Độ quá điều chỉnh $\delta_{\max} = 0.001\%$

Thời gian quá độ $T_{qd} = 660$ (s)

Nhận xét: Độ quá điều chỉnh rất nhỏ, rất lý tưởng để ổn định đối tượng, nhưng thời gian quá độ quá lâu. Điều này gây tổn hao điện năng khá nhiều cho nên trong công nghiệp ít áp dụng.

Khảo sát tham số trên Simulink miền số

Ta có:

$$\text{Hàm truyền của hệ thống: } H(s) = \frac{14.76}{1067s+1} \times e^{-20s}$$

$$\text{Bộ điều khiển: } G_{PID}(s) = 4,3(1 + \frac{1}{40s} + 8,4s)$$

$$K_p = 4,3 ; T_i = 40 ; T_d = 8.4$$

Giả sử xấp xỉ thành phần I theo phương pháp hình chữ nhật và thành phần D theo bậc 1.

$$G_{PID}(s) = K_p \left[1 + \frac{1}{T_c \cdot s} + T_v \cdot s \right] \Rightarrow G_{PID}(z) = K_p \left[1 + \frac{T}{T_c} \frac{z^{-1}}{1 - z^{-1}} + \frac{T_v}{T} (1 - z^{-1}) \right]$$

$$\text{Biến đổi ta có: } G_{PID}(z) = \frac{r_0 + r_1 \cdot z^{-1} + r_2 \cdot z^{-2}}{1 - z^{-1}}$$

$$\text{Với: } r_0 = K_p \left(1 + \frac{T_v}{T} \right); r_1 = K_p \left(\frac{T}{T_c} - 1 - \frac{2T_v}{T} \right); r_2 = K_p \cdot \frac{T_v}{T}$$

Suy ra:

$$r_0 = 4,3(1 + \frac{8,4}{2}) = 22,3$$

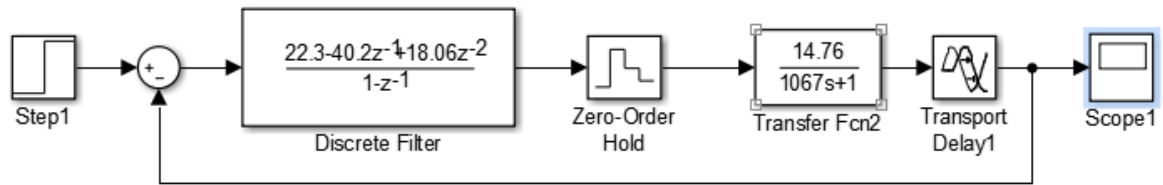
$$r_1 = 4,3(\frac{2}{40} - 1 - \frac{2 \cdot 8,4}{2}) = -40,2$$

$$r_2 = 4,3(\frac{8,4}{2}) = 18,06$$

$$G_{PID}(z) = \frac{22,3 - 40,2 \cdot z^{-1} + 18,06 \cdot z^{-2}}{1 - z^{-1}}$$

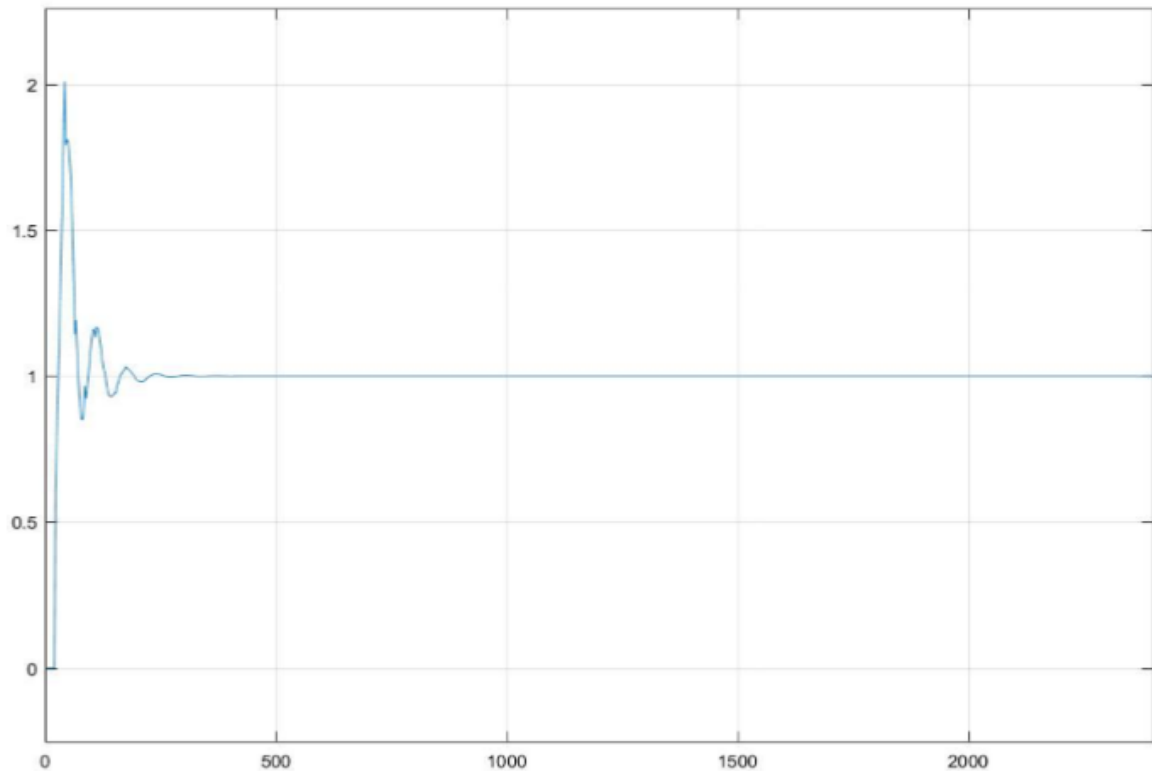
$$\text{Thời gian trích mẫu} = 2(s)$$

- Sơ đồ khối trong Simulink:



Hình 3. 50.Sơ đồ hàm truyền bộ PID số trên Simulink.

- Kết quả thu được trên Scope



Hình 3. 51. Hàm quá độ thông số PID số theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick cho bộ SSR trên Simulink.

Nhận xét:

- Lượng quá điều chỉnh $\delta_{\max} = 100\%$
- Thời gian quá độ $T_{qd} = 300(s)$

KẾT LUẬN:

Tất cả các đặc tính quá độ PID đều ổn định, số lần dao động ≤ 3 và sai lệch tĩnh $St=0$. Theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick và Haahman khi chưa tối ưu hóa, ta thấy hàm quá độ PID trên mô phỏng simulink đưa ra độ quá điều chỉnh rất lớn, lớn hơn 20%, thậm chí trên 50% nên chưa đáp ứng được yêu cầu sử dụng. Sau khi tối ưu hóa hàm quá độ PID trên mô phỏng Simulink đưa ra độ quá điều chỉnh dưới 20% nhưng thời gian quá độ dài hơn, số lần dao động ≤ 2 . Trong khi đó, đối với hàm quá độ PID được cài đặt thông số vào bộ điều khiển công nghiệp đưa ra độ quá điều chỉnh rất nhỏ, dưới 20%, thời gian quá độ ngắn hơn. Khi có nhiều tác động thì hàm truyền ổn định nhanh, nhanh chóng điều chỉnh trở về giá trị ban đầu nên đáp ứng tốt yêu cầu điều khiển.

KẾT LUẬN

Sau quá trình nghiên cứu và hoàn thành đồ án tốt nghiệp với đề tài “Mô hình hóa và mô phỏng mô hình thí nghiệm điều khiển lò nhiệt trên phần mềm Matlab” em đã thu được những kết quả sau:

- Hiểu được yêu cầu của bài toán điều khiển nhiệt độ trong công nghiệp.
- Thiết kế, thi công, vận hành thành công mô hình thiết bị thí nghiệm điều khiển nhiệt độ bao gồm: Modul bộ điều khiển, modul công suất, modul lò nhiệt và cảm biến.
- Cài đặt và hiệu chỉnh thông số bộ điều khiển TK4S-B4CR cho đối tượng lò nhiệt điện trở.
- Mô hình hóa và mô phỏng mô hình thí nghiệm điều khiển lò nhiệt trên phần mềm Matlab.

Tuy nhiên do kiến thức và thời gian còn hạn chế nên đề tài còn thiếu sót:

- Chất lượng điều khiển chưa được cao.
- Lò nhiệt điện trở có thời gian làm mát lâu.
- Nhiệt độ thoát ra bên ngoài lớn dẫn tới nóng vỏ.
- Tổng hợp thông số bộ điều khiển, tối ưu hóa, cài đặt trên bộ điều khiển nhiệt độ, mô phỏng trên toolbox Simulink.

Ngoài những thành công đã đạt được, em mong muốn tiếp tục phát triển đề tài nhằm hoàn thiện bản thân được tốt hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

Hải Phòng, ngày....tháng....năm.....

Sinh viên

Nguyễn Minh Chiến

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hoàng Minh Sơn. Giáo trình – Cơ sở hệ thống điều khiển quá trình. Nhà xuất bản BáchKhoa Hà Nội, 2006.
- [2] Giáo trình điện tử công suất , PGS. TS Trần Xuân Minh (chủ biên), TS. Đỗ Trung Hải. NXB KH-KT,2005.
- [3] Công ty cổ phần công nghệ Hợp Long. Tài liệu kỹ thuật. Truy cập từ <http://hoplongteach.com/taieu/tk4s-b4cr.%2001/07/2020>.
- [4] Lý thuyết điều khiển tự động, Nguyễn Thị Phương Hà (Chủ biên) - Huỳnh Thái Hoàng. NXB Đại Học Quốc Gia Thành Phố Hồ Chí Minh – 2005.
- [5] Lý thuyết điều khiển tự động, Lê Hùng Lân, Trường ĐH Giao Thông Vận Tải, 2004.
- [6] Điện tử công suất, Nguyễn Bính, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 2006.
- [7] Lý thuyết điều khiển tuyến tính, Nguyễn Doãn Phước, Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, 2002.
- [8] tailieu.vn.
- [9] dientuvietnam.net.