

## XÂY DỰNG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN VÀ GIÁM SÁT CHU TRÌNH NHIỆT CỦA Lò ĐIỆN TRỞ

Đặng Thanh Thủy<sup>1\*</sup>, Cao Thị Mai Phương<sup>1</sup>, Vũ Ngọc Kiên<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Cao đẳng Kỹ thuật Công nghiệp Bắc Giang,

<sup>2</sup>Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp – ĐH Thái Nguyên

### TÓM TẮT

Nghiên cứu hệ thống điều khiển nhiệt độ của Lò điện trở nhiệt luyện các sản phẩm cơ khí luôn là vấn đề quan tâm của các nhà kỹ thuật, nhà khoa học. Bài báo này giới thiệu một giải pháp xây dựng hệ thống điều khiển và giám sát chu trình nhiệt của Lò điện trở. Nhiệt độ được điều khiển bằng cách thay đổi công suất điện đầu vào của lò thông qua bộ biến đổi bán dẫn công suất. Hệ thống điều khiển Lò được tích hợp máy tính để giám sát các thông số quá trình gia nhiệt. Giám đồ nhiệt có thể lập trình trước trên máy tính và việc gia nhiệt trong lò sẽ tự động bám theo giản đồ đã định.

**Từ khóa:** Mô hình thực nghiệm, chu trình nhiệt, lò điện trở, giản đồ nhiệt, điều khiển nhiệt độ

### ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở Việt Nam hiện nay, lò điện trở được sử dụng nhiều trong các khu công nghiệp, nhà máy sản xuất thép, các cơ sở nhiệt luyện. Để điều khiển lò điện trở thì có hai nhóm phương pháp cơ bản [3], nhóm phương pháp thứ nhất là điều chỉnh giá trị điện trở lò, nhóm phương pháp thứ hai là thay đổi giá trị dòng điện cấp cho lò. Nhóm phương pháp thứ nhất có nhược điểm là điều chỉnh nhảy cấp, độ chính xác điều chỉnh nhiệt là thấp. Nhóm phương pháp thứ hai có khả năng điều chỉnh trơn, độ chính xác điều chỉnh cao hơn. Chính vì vậy, nhóm phương pháp thứ hai được sử dụng nhiều hơn trong các lò điện trở. Để điều chỉnh được giá trị dòng điện cung cấp cho lò điện trở cũng có nhiều phương pháp hai phương pháp cơ bản là dùng máy biến áp, dùng bộ biến đổi, trong đó phương pháp dùng bộ biến đổi cho khả năng điều chỉnh trơn tốt hơn, kích thước nhỏ gọn hơn, tổn thất ít hơn phương pháp dùng máy biến áp nên được sử dụng phổ biến hơn trong các lò điện trở.

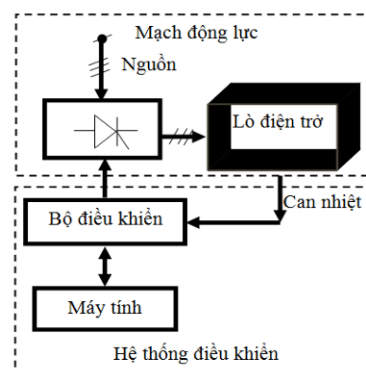
Mặt khác hiện nay, các lò điện trở thường được nhập khẩu nguyên chiếc từ Trung Quốc, một số nơi tự xây dựng phần thân lò còn phần điều khiển thì mua của nước ngoài, giá thành thường đắt và phụ thuộc vào công nghệ của nước ngoài điều này dẫn tới khó khăn trong việc bảo dưỡng, bảo trì sửa chữa và thay thế. Các chu trình nhiệt trong các lò thường chưa

được tự động hoàn toàn mà người điều khiển vẫn phải điều khiển bằng tay nên chất lượng nhiệt luyện chi tiết thường phụ thuộc nhiều vào người vận hành. Mặt khác, việc thống kê, sao lưu, lưu giữ thông số của quá trình nhiệt luyện của lò là rất khó khăn. Để khắc phục những khó khăn trên, nhóm tác giả đã tiến hành xây dựng một mô hình hoàn thiện hệ thống điều khiển lò điện trở dựa vào các vật tư sẵn có trong nước thay thế hệ thống điều khiển nhập khẩu và chủ động về công nghệ khi cần thay thế sửa chữa, đồng thời tích hợp hệ thống kiểm tra và giám sát, lưu trữ được chu trình nhiệt phục vụ công tác quản lý, tự động hóa hoàn toàn quá trình điều khiển nhiệt.

### XÂY DỰNG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN Lò ĐIỆN TRỞ

#### Sơ đồ khối cấu trúc hệ thống

Hệ thống điều khiển Lò điện trở được xây dựng theo sơ đồ khối cấu trúc như hình 1 sau:



**Hình 1.** Sơ đồ cấu trúc hệ thống điều khiển lò điện trở

\* Email: thuydt@bcit.edu.vn

### Mạch động lực

Theo sơ đồ cấu trúc hệ thống, mạch động lực gồm hai phần cơ bản là Lò điện trở và bộ điều khiển công suất.

Lò điện trở có đầu vào là điện áp (hoặc công suất) cung cấp cho dây điện trở, đầu ra là nhiệt độ bên trong của lò. Với mục tiêu chính của nhóm tác giả là xây dựng hệ thống điều khiển lò điện trở, do vậy nhóm tác giả không tập trung nghiên cứu xây dựng Lò điện trở. Việc xây dựng mô hình lò điện trở được dựa trên cấu tạo cơ bản của Lò điện trở nói chung, với vật liệu lựa chọn làm vỏ lò là Inox, cách nhiệt dùng sợi bông thủy tinh, giới hạn nhiệt độ cực đại của mô hình Lò điện trở ở mức nhỏ hơn  $300^{\circ}\text{C}$ . Nhóm tác giả đã xây dựng được một mô hình Lò điện trở được thể hiện trong Hình 2 như sau:



**Hình 2.** Mô hình lò điện trở

1: Vỏ lò bằng Inox; 2: Khóa lắp lò; 3: Can nhiệt;  
4: Dây điện trở; 5: Giá đỡ sản phẩm

Dựa vào giới hạn nhiệt độ cực đại của mô hình lò điện trở ở mức nhỏ hơn  $300^{\circ}\text{C}$  nên ta chọn can nhiệt là loại can nhiệt K với hình ảnh và thông số kỹ thuật như sau:

Nhiệt độ làm việc  $-20^{\circ}\text{C} \div 500^{\circ}\text{C}$

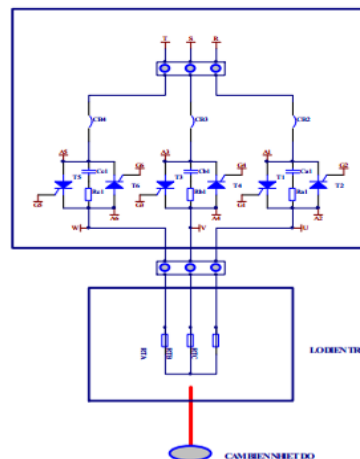
Đầu dò dài 150 mm, đường kính: 40 mm

Dây bù nhiệt kèm theo can 3 m



**Hình 3.** Can nhiệt K

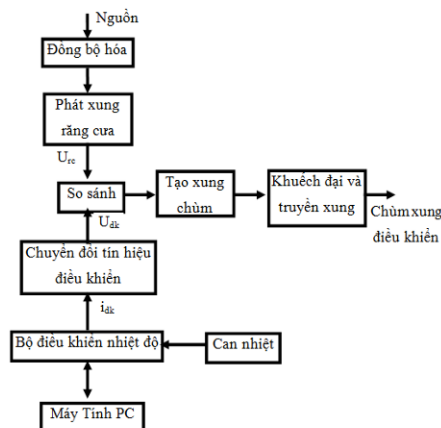
Để cấp điện cho điện trở nhiệt của Lò điện trở nhóm tác giả sử dụng mạch điều áp xoay chiều 3 pha dùng 6 Thyristor mắc song song ngược [2], [4] theo hình 4 sau:



**Hình 4.** Sơ đồ mạch động lực của lò điện trở

### Xây dựng hệ thống điều khiển

Với mạch điều áp 3 pha như hình 4 là mạch điều áp 3 pha không có dây trung tính, dòng điện chạy qua tải là dòng điện chạy giữa các pha với nhau. Tại mỗi thời điểm phải có hai pha hoặc cả ba pha có van bán dẫn dẫn dòng. Do đó, tại mỗi thời điểm cần mở Thyristor đòi hỏi cấp hai xung điều khiển đồng thời đến 2 Thyristor ở hai pha khác nhau. Từ yêu cầu cấp cấp xung điều khiển cho các Thyristor của mạch lực thì có hai cách cấp xung cơ bản là: cấp xung điều khiển đơn có kèm đệm xung điều khiển và cấp xung điều khiển bằng xung chùm [2], [4]. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả lựa chọn cấp xung điều khiển bằng xung chùm theo sơ đồ cấu trúc như hình 5 sau:



**Hình 5.** Sơ đồ cấu trúc hệ thống điều khiển

Theo sơ đồ cấu trúc thì bộ điều khiển nhiệt độ cần có các tính năng sau:

- Có ngõ ra điều khiển dạng analog là dòng điện hoặc điện áp theo luật PID
- Có chức năng truyền thông RS232 hoặc RS 485 với máy tính PC.

Dựa vào các yêu cầu trên nhóm nghiên cứu chọn bộ điều khiển DTA48x48C của Hãng Delta như hình 2: Trong đó DTA là model, 48 là kích thước lắp đặt, C là mã của ngõ ra điều khiển là dòng điện 4 - 20 mA. [1]



**Hình 6.** Bộ điều khiển DTA

Chức năng cơ bản của bộ điều khiển DTA như sau:

Hiển thị bằng Led 7 thanh các tín hiệu nhiệt độ đặt-SV, nhiệt độ tức thời PV, trạng thái ngõ ra, trạng thái cảnh báo.

Có ngõ ra điều khiển là dòng điện 4 – 20 mA theo luật PID, trong đó các thông số P, I và D có thể cài đặt được từ bàn phím.

Các chức năng điều khiển: ON/OFF, Manual và PID.

Có thể kết nối truyền thông qua chuẩn RS 485 hai dây.

Có thể cài đặt lựa chọn được loại cảm biến nhiệt độ và dải nhiệt độ làm việc.

Trong hình 5, khối chuyển đổi tín hiệu điều khiển có chức năng chuyển tín hiệu điều khiển đầu ra của bộ điều khiển nhiệt độ dạng dòng  $i_{dk}$  về dạng điện áp điều khiển  $U_{dk}$  để có thể so sánh với tín hiệu điện áp răng cưa  $U_{rc}$  trong khâu so sánh.

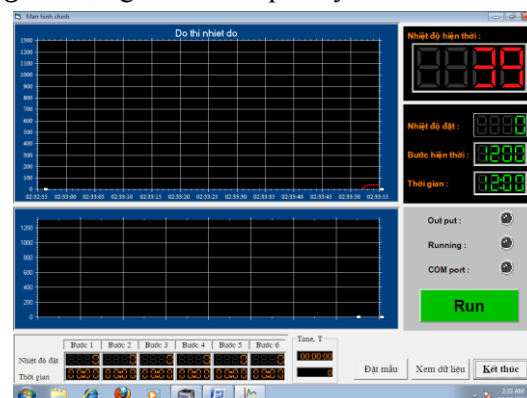
Trong sơ đồ cấu trúc, máy tính PC có nhiệm vụ làm giao diện giữa người vận hành và Lò. Chu trình nhiệt luyện sẽ được nhập vào thông qua bàn phím. Máy tính chứa phần mềm điều khiển và giám sát trạng thái của lò, đồng thời lưu lại giản đồ nhiệt và quá trình nhiệt luyện

để báo cáo khi cần thiết. Phần mềm điều khiển trên máy tính sẽ chuyển chu trình điều khiển nhiệt độ thành tín hiệu điều khiển gửi đến bộ điều khiển nhiệt độ, từ đó đưa ra tín hiệu điều khiển đến mạch động lực để khống chế công suất phát nhiệt của lò hay chính là khống chế nhiệt độ trong lò.

### Thiết kế phần mềm giám sát và quản lý

Phần mềm giám sát và quản lý quá trình gia nhiệt của lò có các yêu cầu cơ bản như sau:

- Cho phép nhập các giá trị nhiệt độ và thời gian của chu trình nhiệt vào máy tính và điều khiển bộ điều khiển nhiệt độ làm việc đáp ứng theo chu trình này.
  - Giám sát và hiển thị nhiệt độ đặt và nhiệt độ tức thời của lò.
  - Hiển thị chu trình nhiệt đặt trước và chu trình nhiệt tức thời của lò dưới dạng đồ thị.
  - Cho phép CHẠY hoặc DỪNG bộ điều khiển nhiệt độ từ máy tính.
  - Giám sát trạng thái của truyền thông giữa bộ điều khiển nhiệt độ và máy tính.
  - Sao lưu và in giản đồ nhiệt luyện của ca sản xuất.
- Từ các yêu cầu trên, sử dụng các công cụ của Visul Basic nhóm tác giả đã thiết kế được giao diện giám sát và quản lý như sau:

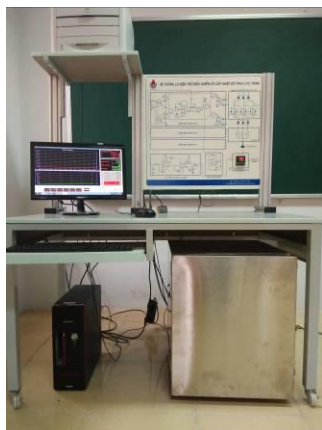


**Hình 7.** Giao diện phần mềm giám sát và quản lý quá trình gia nhiệt của lò

### KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

#### Mô hình thực nghiệm

Kết hợp các phần của hệ thống động lực, điều khiển và giám sát, nhóm tác giả thu được mô hình thực nghiệm như sau:

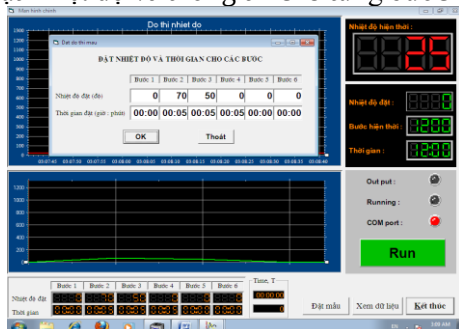


**Hình 8. Mô hình hệ thống điều khiển lò điện trở**  
**Quy trình điều khiển nhiệt độ của lò điện trở**  
Các bước của một quy trình điều khiển nhiệt độ của lò điện trở như sau:

**Bước 1:** Đặt chu trình nhiệt trên máy tính

Chọn “Đặt mẫu” xuất hiện cửa sổ đặt đồ thị mẫu

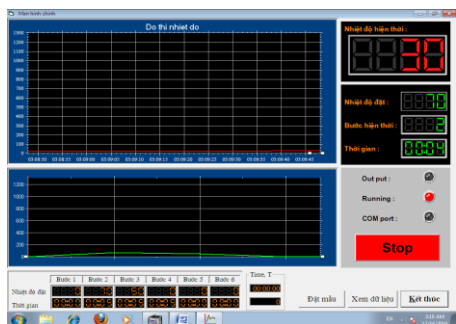
- Lựa chọn số lượng các bước trong chu trình điều khiển nhiệt độ
- Đặt nhiệt độ và thời gian cho từng bước



**Hình 9. Đặt chu trình điều khiển nhiệt độ**

**Bước 2:** Vận hành và giám sát hệ thống

Ấn nút Run, Quan sát chu trình nhiệt được hiển thị trên hệ thống phần mềm quản lý và giám sát, ta thu được kết quả thể hiện trong hình 10 như sau:



**Hình 10. Kết quả giám sát chu trình nhiệt**

Trong giao diện giám sát:

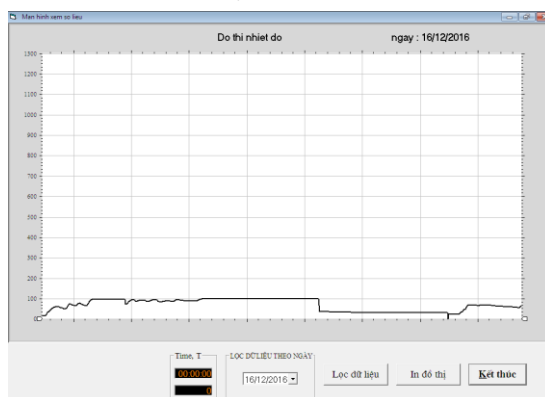
- Đồ thị màu đỏ hiển thị nhiệt độ thực tế trong lò
- Màu xanh là đồ thị nhiệt độ mẫu (chu trình nhiệt đặt trước)

Output: Trạng thái đầu ra của Bộ điều khiển nhiệt độ: Nếu nháy đỏ thì khi đó Bộ điều khiển nhiệt độ đang đưa tín hiệu ra, Bộ điều khiển chỉ đưa tín hiệu ra khi tăng nhiệt độ lò. Khi đèn tắt thì đầu ra bộ điều khiển nhiệt độ không có (Tín hiệu điều khiển bằng 0) tức là khi đó nhiệt độ thực tế lớn hơn nhiệt độ đặt

Running: Báo trạng thái chạy/dừng của hệ thống.

COM port: Báo trạng thái truyền thông giữa máy tính và bộ điều khiển nhiệt độ, Khi đèn nháy đỏ thì máy tính và bộ điều khiển nhiệt độ đang giao tiếp với nhau (Máy tính nhận tín hiệu điều khiển nhiệt độ từ Bộ điều khiển nhiệt độ đưa về, đồng thời tín hiệu đặt nhiệt độ trên máy tính cũng được đẩy lên bộ điều khiển nhiệt độ). Khi đèn tắt thì không có giao tiếp giữa bộ điều khiển nhiệt độ và máy tính.

**Bước 3:** Xuất dữ liệu và in ấn



**Hình 11. Đồ thị nhiệt độ**

Các dữ liệu nhiệt độ của lò điện trở có thể lọc để đưa ra kết quả theo dõi nhiệt độ theo giờ, ca làm việc hoặc trong ngày.

## KẾT LUẬN

Bài báo đã giới thiệu quá trình thiết kế thành công một mô hình thực nghiệm điều khiển vô cấp cho Lò điện trở công suất nhỏ dựa vào các vật tư sẵn có trong nước thay thế hệ thống điều khiển nhập khẩu. Các kết quả thực nghiệm cho thấy nhiệt độ của lò bám sát chu trình đặt ra. Từ cơ sở mô hình thực nghiệm

này, ta thể sử dụng hệ thống điều khiển để điều khiển chu trình nhiệt của các Lò điện trở nhiệt luyện công suất lớn hơn.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Delta, *Delta temperature Controller DT Series*, Catalog.

2. Võ Quang Lập, Trần Xuân Minh (1998), *Kỹ thuật biến đổi*, Nxb Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên.

3. Lương Văn Đề (1971), *Lò điện*, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

4. Nguyễn Bình (1995), *Điện tử công suất*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.

#### SUMMARY

#### **BUILDING THERMAL CYCLERS CONTROL AND SUPERVISE SYSTEM OF RESISTIVE HEATING FURNACE**

**Dang Thanh Thuy<sup>1\*</sup>, Cao Thi Mai Phuong<sup>1</sup>, Vu Ngoc Kien<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bac Giang College Industrial Technology, <sup>2</sup>University of Technology - TNU

Researching the temperature control system of resistive heating furnace, mechanical products have always been interest of technicians and scientists. The paper introduces this one solution building thermal cyclers control and supervise system of resistive heating furnace. The control system is integrated computer to supervise the parameters of the heating process. The temperature is controlled by varying the electrical input power of the furnace through the power semiconductor conductor. The heat schema can be pre-programmed temperature in computer and the heat in the oven will automatically follow a given schema.

**Keywords:** *Experimental model, thermal cyclers, resistive heating furnace, heat schema*

**Ngày nhận bài:**14/12/2016; **Ngày phản biện:** 26/12/2016; **Ngày duyệt đăng:** 31/5/2017

---

\* Email: thuydt@bcit.edu.vn

