

# NGHIÊN CỨU BA CHẾ ĐỘ ĐIỀU KHIỂN ON/OFF, PID, FUZZY VÀ ỨNG DỤNG TRONG ĐIỀU KHIỂN MÔ HÌNH Lò NHIỆT

**Lê Tiên Lộc, Lâm Thành Hiển**  
Khoa Điện tử, Trường Đại học Lạc Hồng  
tienloclu@gmail.com

**ABSTRACT:** This paper describes a method of temperature controller. After employment history at the Nec/Token company, So The realities of production that research group was perform a contract “*The Temperature Controller with 4 channels and 3 modes*” in order to reduce company’s investing and to enhance of use. The system response has stable and no overshoot.

**Keywords:** Temperature controller, ON/OFF method, PID, FUZZY, Ziegler-Nichols tuning method.

**TÓM TẮT:** Bài báo này mô tả một phương pháp điều khiển nhiệt độ. Qua quá trình làm việc tại công ty Nec/Token, Từ nhu cầu thực tế sản xuất, nhóm nghiên cứu đã được thực hiện đề tài "Bộ điều khiển nhiệt độ với 4 kênh và 3 chế độ" để làm giảm chi phí đầu tư của công ty và tăng hiệu quả sử dụng. Bộ điều khiển đã hoạt động ổn định và không gây vọt lố.

**Từ khoá:** Bộ điều khiển nhiệt độ, Phương pháp / OFF, PID, Phương pháp FUZZY, Phương pháp điều chỉnh Ziegler-Nichols.

## I. GIỚI THIỆU

Từ nhu cầu sản xuất của công ty Nec/Token, chúng tôi đã thực hiện "BỘ ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ 4 KÊNH, 3 CHẾ ĐỘ" để giảm chi phí và tăng hiệu quả sử dụng. Giải pháp này có thể ứng dụng được với giá thành rẻ, dễ thi công, và hiệu quả cao. Trong giai đoạn đầu đã thực hiện thành công 2 phương pháp ON/OFF, PID và đưa vào ứng dụng tại công ty. Nối tiếp kết quả nghiên cứu trên, trong bài báo này sẽ tiếp tục thực hiện phương pháp FUZZY.

Đối tượng điều khiển là mô hình lò nhiệt.



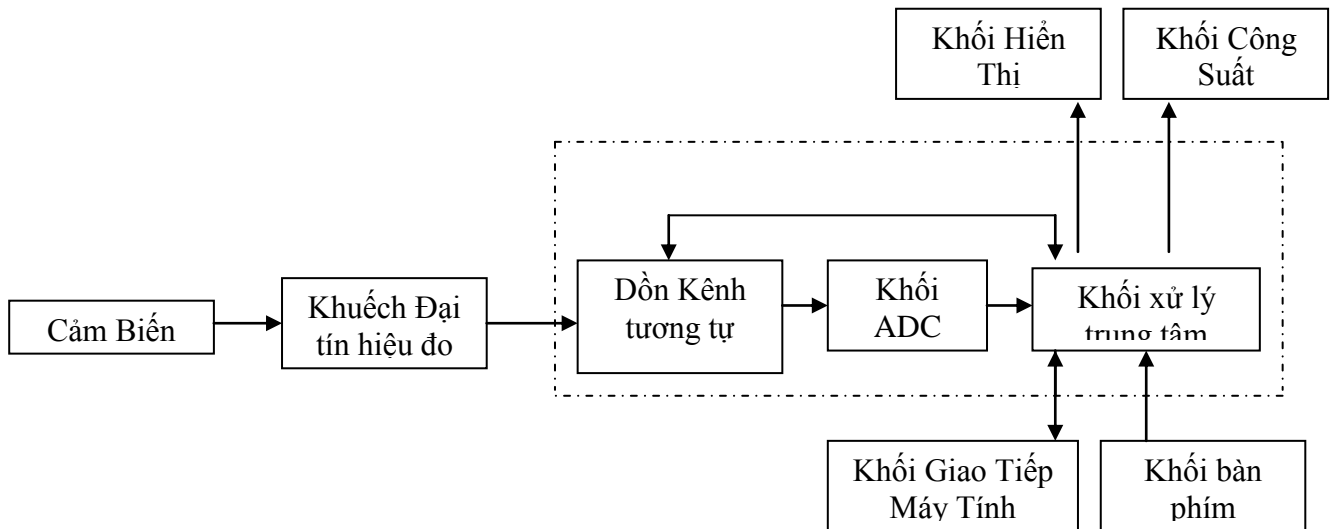
Hình 1: Mô hình lò sấy cần điều khiển

## II. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

### 2.1. Nguyên lý hoạt động:

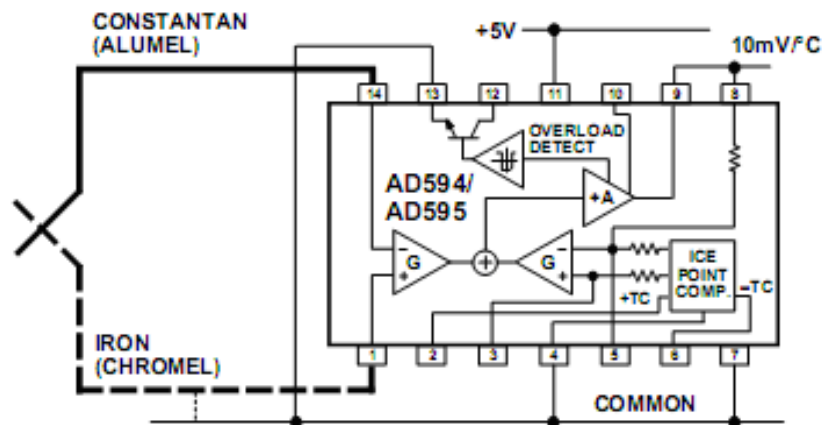
Thermocouple loại K biến đổi thông số nhiệt thành đại lượng điện sau đó đưa vào mạch chế biến tín hiệu (gồm: bộ cảm biến, hệ thống khuếch đại, xử lý tín hiệu). Bộ chuyển đổi tín hiệu số ADC (Analog Digital Converter) làm nhiệm vụ chuyển đổi tín hiệu tương tự sang tín hiệu số và kết nối với khối xử lý trung tâm. Khối này có nhiệm vụ thực hiện những phép tính và xuất ra những lệnh trên cơ sở trình tự những lệnh chấp hành đã được lập trình trước đó. Khối giao tiếp máy tính dùng Max232 để truyền nhận dữ liệu từ máy tính và có thể điều khiển cài đặt thông số qua giao diện máy

tính. Khối công suất dùng SSR (Solid State Relay) để cung cấp năng lượng nung điện trở nhiệt đốt lò. Khối hiển thị dùng LCD 20x4 để thông báo nhiệt độ đặt, nhiệt độ đo và chế độ điều khiển.



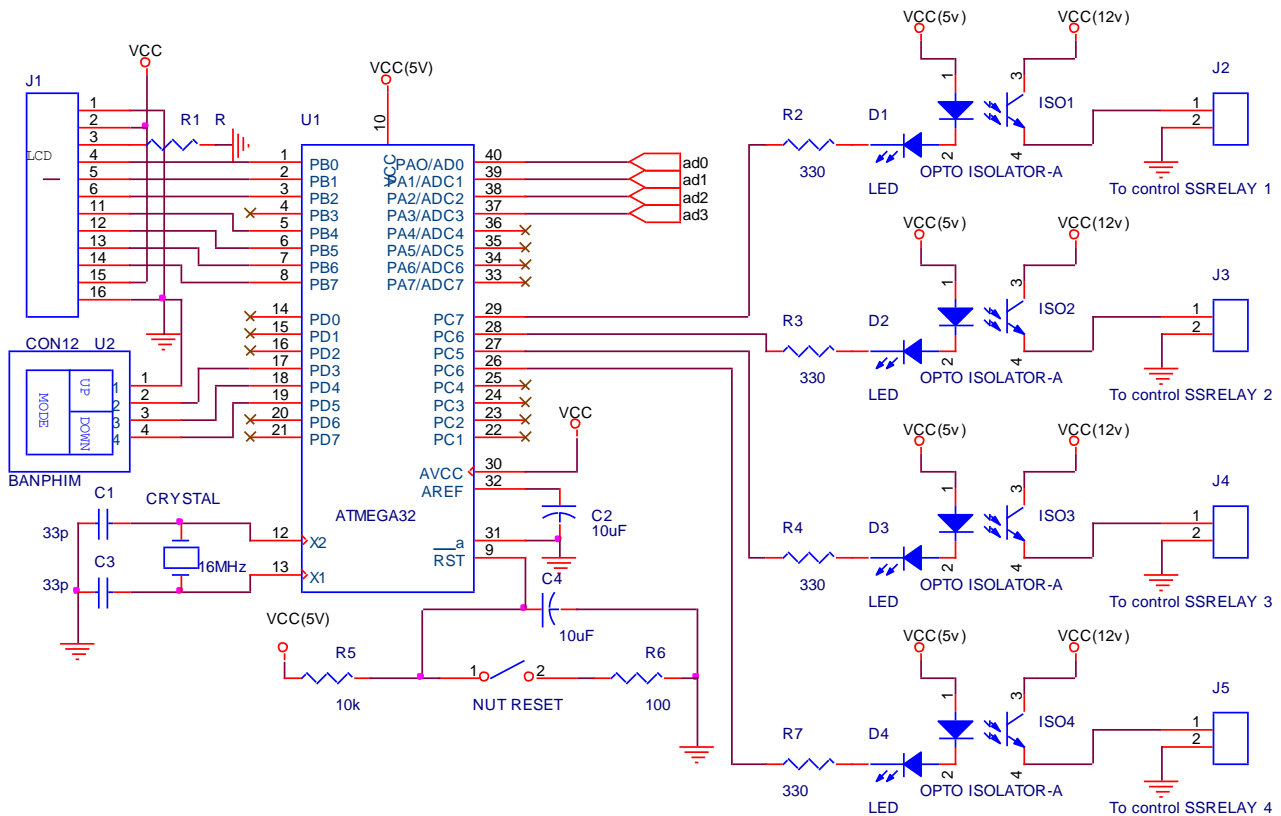
Hình 5: Sơ Đồ Khối Chi Tiết Của Hệ Thống

## 2.2. Sơ đồ mạch thực tế:



Hình 6: Sơ đồ nguyên lý mạch đo nhiệt độ dùng AD 595

AD 595 là một IC chuyên dụng để khuếch đại cho Thermocouple loại K cho ngõ ra tuyến tính  $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ . Tín hiệu nhiệt độ được đo qua đầu dò nhiệt (Thermocouple loại K) sau đó được đưa vào IC khuếch đại AD 595, tín hiệu từ bộ khuếch đại sau đó được đưa vào bộ chuyển đổi ADC.



Hình 7: Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển

### Nguyên lý:

- Tín hiệu thu được từ đầu dò sẽ qua mạch khuếch đại, sau đó vào chân ADC của Vi Điều Khiển ATMEGA32. Tại đây tín hiệu này sẽ được xử lý (bằng chương trình đã được lập trình và nạp vào trước đó) để đưa ra nhiệt độ hiện tại. Từ nhiệt độ hiện tại vi điều khiển sẽ tính toán và xuất ra tín hiệu điều khiển dựa vào những phương thức điều khiển được chọn lựa như ON/OFF, PID hay FUZZY. Tín hiệu này được đưa đến khối công suất gồm bộ OPTO PC817. Khi nhiệt độ đo nhỏ hơn nhiệt độ đặt OPTO dẫn điện làm kích bộ SSR (Solid State Relays – Relay bán dẫn) và sẽ cấp nguồn để nung điện trở nhiệt bên trong lò.
- Nhiệt độ của lò cũng như phương thức điều khiển sẽ được cài đặt thông qua khối bàn phím giao tiếp người dùng. Khối LCD dùng để hiển thị tất cả những thông số cài đặt và thông số điều khiển.

## 2.3. Các Phương Pháp Điều Khiển:

### 2.3.1. Phương Pháp ON/OFF

- Là phương pháp điều khiển đơn giản dễ thiết kế và giá thành rẻ, nhưng điều khiển sẽ bị dao động quanh nhiệt độ đặt chứ không ổn định. Phương pháp này thường dùng trong những đối tượng cho phép khoảng nhiệt rộng. (Chi tiết tại TLTK [1], [2])

### 2.3.2. Phương Pháp PID

- Hệ thống điều khiển vòng kín là hệ thống sẽ xác định sai khác giữa trạng thái mong muốn và trạng thái thực (sai số) và tạo ra lệnh điều khiển để loại bỏ sai số. Điều khiển PID thực hiện ba cách phát hiện và hiệu chỉnh sai số này.

- Hệ thống điều khiển có thể sử dụng P, PI, PD, hoặc PID để hiệu chỉnh sai số. Nhìn chung, vấn đề ở đây là “hiệu chỉnh” hệ thống bằng cách lựa chọn những giá trị thích hợp trong ba cách nêu trên.

Phương trình trong miền thời gian : [6]

$$y(t) = K_P \cdot e(t) + K_I \cdot \int_0^t e(t) \cdot dt + K_D \frac{de(t)}{dt} + y_0$$

Hàm truyền:  $G(s) = K_P + K_I/s + K_D \cdot s$

### 2.3.2. Phương Pháp FUZZY

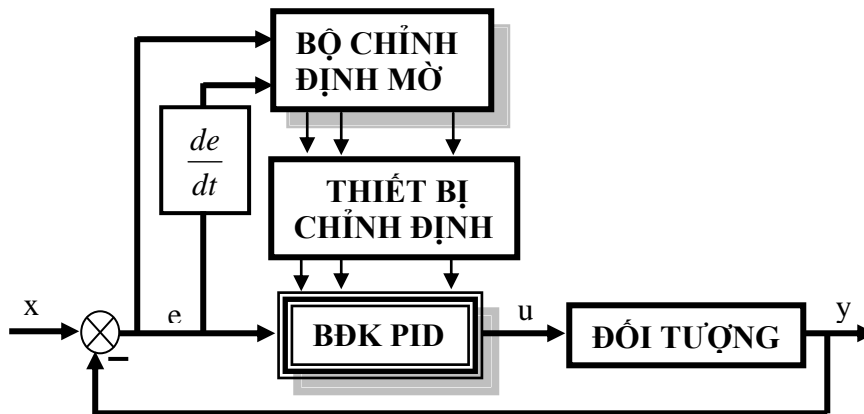
- Trong lĩnh vực tự động hóa, việc điều khiển các đối tượng như nhiệt độ, áp suất, lưu lượng, độ ẩm, vận tốc, gia tốc... luôn là một bài toán khó vì tính chất phi tuyến của các đối tượng này. Phương pháp điều khiển mờ, Fuzzy Logic, đưa ra cách thức điều khiển dựa trên các luật phát biểu gần với suy nghĩ của con người thay vì dựa trên các phương trình toán học phức tạp. [3]

Có thể nói trong lĩnh vực điều khiển, bộ PID được xem như một giải pháp đa năng cho các ứng dụng điều khiển Analog cũng như Digital. Việc thiết kế bộ PID kinh điển thường dựa trên phương pháp Zeigler-Nichols, Offerein, Reinish ... Ngày nay người ta thường dùng kỹ thuật hiệu chỉnh PID mềm (dựa trên phần mềm), đây chính là cơ sở của thiết kế PID mờ hay PID thích nghi. [5]

**Một bộ điều khiển mờ gồm 3 khâu cơ bản:**

- + Khâu mờ hoá
- + Thực hiện luật hợp thành
- + Khâu giải mờ

**Sơ đồ điều khiển sử dụng PID mờ : [4]**

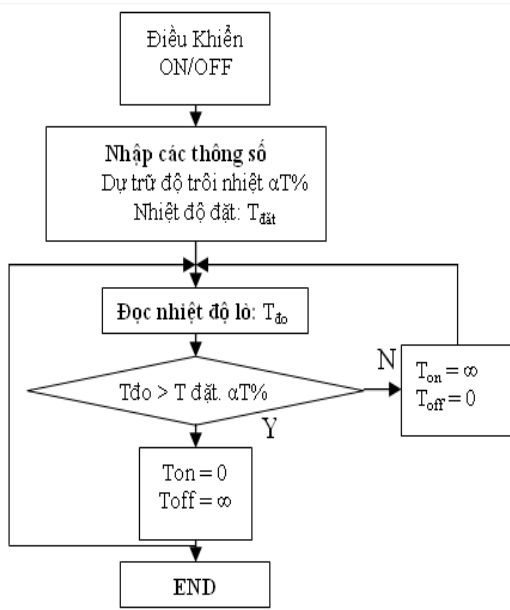


**Mô hình Toán của bộ PID mờ:**

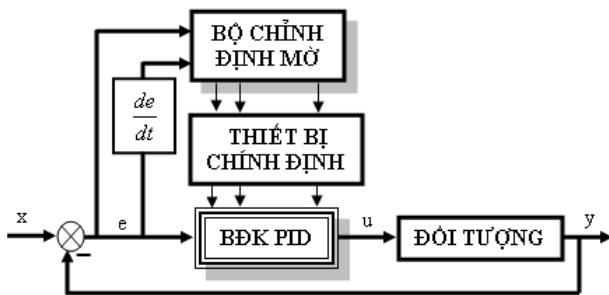
$$u(t) = K_p e(t) + K_I \int_0^t e(x) dx + K_D \frac{de(t)}{dt}$$

$$G_{PID}(s) = K_p + \frac{K_I}{s} + K_D s$$

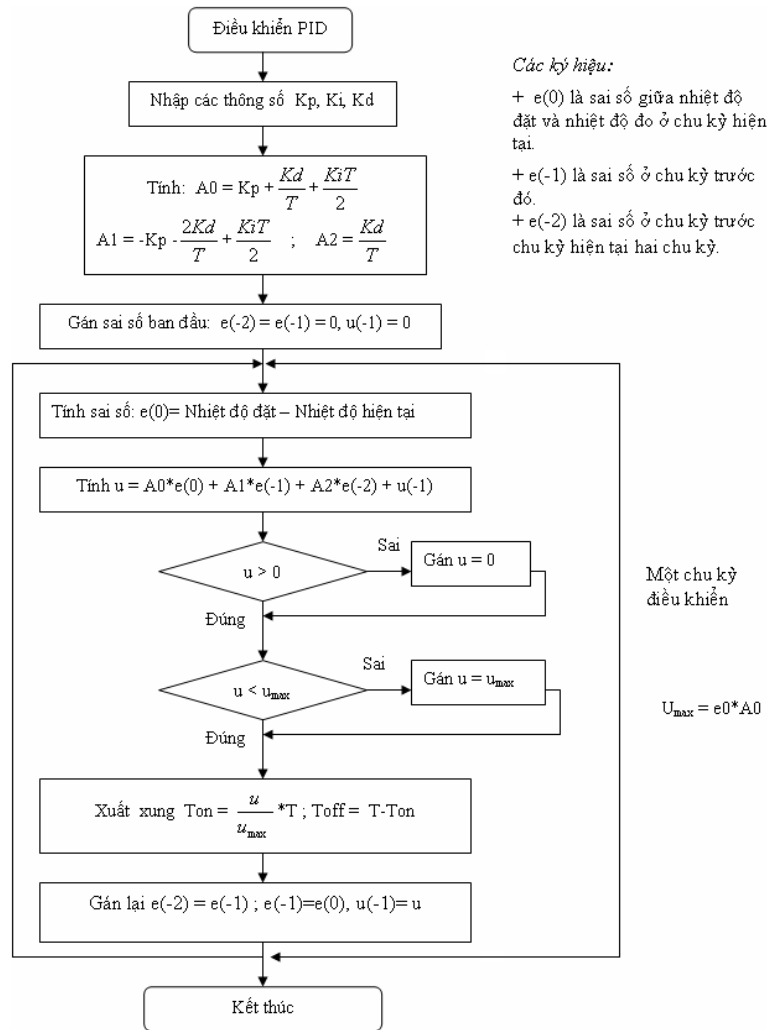
## 2.4. Lưu đồ thuật giải:



Hình 8: Lưu đồ thuật giải ON/OFF



Hình 10: Sơ đồ điều khiển FUZZY



Hình 9: Lưu đồ thuật giải PID

### III. KẾT QUẢ THỰC HIỆN

#### 3.1. Nội dung đã thực hiện

- Thiết kế và thi công hoàn chỉnh phân mạch đo nhiệt độ, mạch điều khiển và mạch giao tiếp máy tính.
- Lập trình giao diện cho bộ điều khiển, và các phương pháp điều khiển nhiệt độ, phương thức giao tiếp máy tính qua cổng nối tiếp.
- Chạy thử và cân chỉnh thành công thông số đáp ứng của lò.
- Bổ sung thêm chức năng cho phép bù sai số nhiệt.
- Bổ sung thêm chức năng báo quá nhiệt.

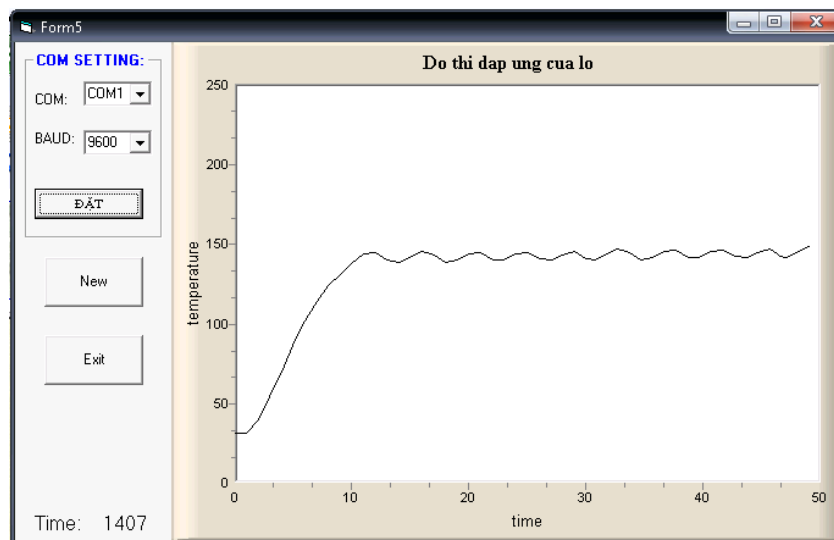
#### 3.2. Kết quả

##### 3.2.1. Kết quả điều khiển ON/OFF và đáp ứng thực tế của lò

- Vùng nhiệt độ thay đổi nằm trong khoảng sai số cho phép là  $\pm 5^0$  (nhưng phải chọn đúng độ trôi nhiệt và nhập vào hệ thống).
- Hạn chế là ở mỗi tầm nhiệt độ đặt có độ dự trữ trôi nhiệt khác nhau cần phải xác định chính xác để giảm độ trôi nhiệt.
- Chấp nhận được cho những sản phẩm không yêu cầu nhiệt độ quá chính xác.

##### Bảng kết quả thử nghiệm phương pháp ON/OFF

	60 T%=10	80 T%=15	100 T%=10	150 T%=4
Thời gian đạt	8 minute	8 minute	10 minute	13 minute
Độ vọt lố	5	6	3	4
Thời gian ổn định	None	None	none	none
Sai số nhiệt	+5	+5	+5	+5



Hình 11: Đồ thị thu được đáp ứng của lò với phương pháp ON/OFF 150<sup>0</sup>

Từ đáp ứng trên hình 11 ta nhận thấy:

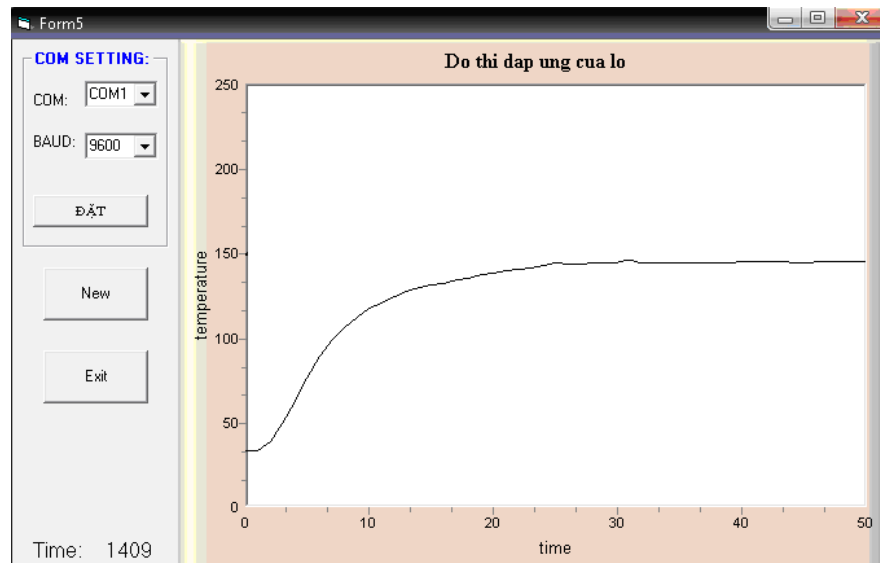
- Nhiệt độ không ổn định ở nhiệt độ đặt mà dao động quanh điểm đặt, tuy nhiên vẫn nằm trong vùng sai số cho phép.

##### 3.2.2. Kết quả điều khiển PID và đáp ứng thực tế của lò

- Giảm độ vọt lố bằng cách giảm Kd, tuy nhiên tăng Kd cũng làm rút ngắn time đáp ứng.
- Từ cách tìm thông số PID theo lý thuyết ứng dụng vào điều khiển lò ta thu được các thông số như sau:

### Bảng kết quả thử nghiệm phương pháp PID

	60 Tck=1 Kp=400 Ki=80 Kd=42	80 Tck=1 Kp=400 Ki=80 Kd=42	100 Tck=1 Kp=400 Ki=80 Kd=42	150 Tck=1 Kp=400 Ki=80 Kd=44
<b>Thời gian đạt</b>	7 minute	12 minute	14 minute	25 minute
<b>Độ vọt lố</b>	5	5	2	1
<b>Thời gian ổn định</b>	12 minute	10 minute	8 minute	7 minute
<b>Sai số nhiệt</b>	+2	+2	+2	+1



Hình 12: Đồ thị thu được dựa vào đáp ứng của lò ở nhiệt độ 150<sup>0</sup>

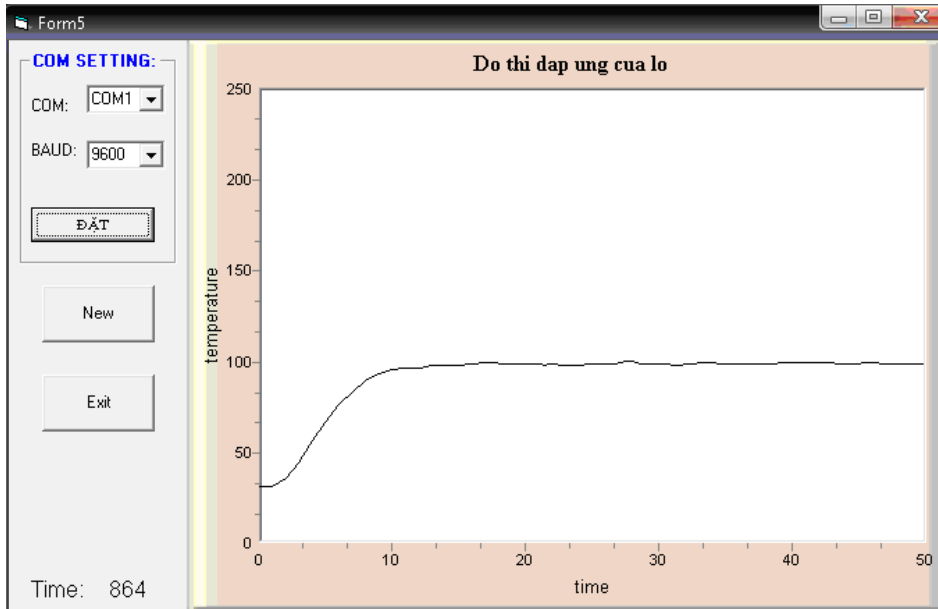
Từ đáp ứng trên hình 12 ta thấy:

- Với thông số như trên độ vọt lố gần như không có và thời gian tăng trưởng chấp nhận được..
- Đáp ứng tốt nếu thông số PID hợp lý Độ vọt lố có thể khống chế đến mức thấp nhất bằng cách giảm thông số Kd.
- Có thể thay đổi thời gian tăng trưởng của hệ bằng cách điều chỉnh Kp.
- Hệ nhanh ổn định sau thời gian xác lập.

### 3.2.3. Kết quả quá trình nghiên cứu thuật giải FUZZY:

#### Bảng kết quả thử nghiệm phương pháp FUZZY

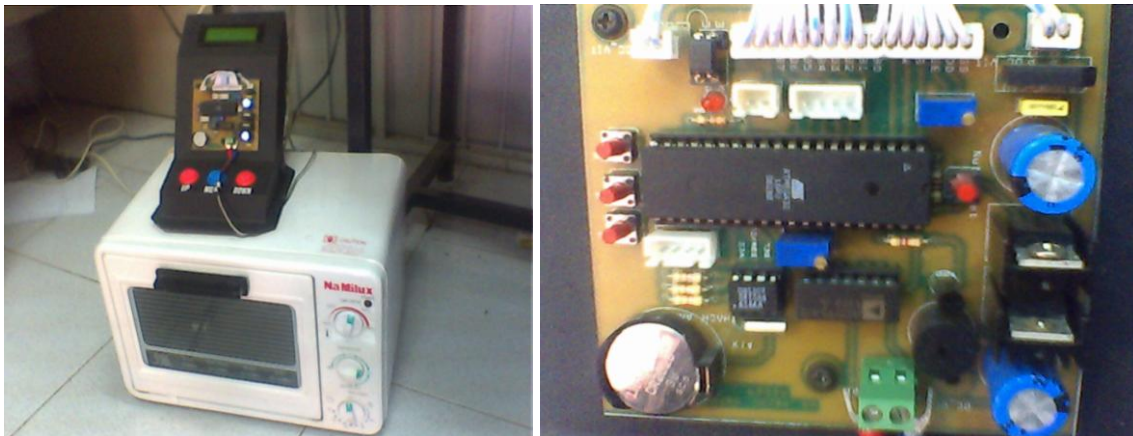
	60 Tck=1		100 Tck=1	150 Tck=1
<b>Thời gian đạt</b>	8 minute	14 minute	18 minute	38 minute
<b>Độ vọt lố</b>	4	3	2	1
<b>Thời gian ổn định</b>	8 minute	8 minute	7 minute	5 minute
<b>Sai số nhiệt</b>	+0.2	+0.2	+0.1	+0.1



Hình 13: Đồ thị thu được dựa vào đáp ứng của lò ở nhiệt độ 100<sup>0</sup>

- Từ đáp ứng trên hình 13, ta thấy với phương pháp FUZZY tuy thời gian đáp ứng chậm hơn nhưng độ vọt lố gần như không có.

#### IV. MỘT SỐ HÌNH ẢNH THỰC HIỆN



Hình 14: Lò nhiệt, bộ điều khiển và Board mạch điều khiển



Hình 15: Giao diện chương trình điều khiển và giao tiếp



## Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Thị Phương Hà, "Điều khiển tự động" (1,2), NXB KHKT, 2002.
- [2] Nguyễn Trọng Thuận, "Điều khiển Logic và ứng dụng", NXB KHKT Hà Nội, 2002.
- [3] Nguyễn Hoàng Phương, Bùi Công Cường, "Hệ mờ và ứng dụng", NXB KHKT, 2004.
- [4] Phan Xuân Minh, Nguyễn Doãn Phước, "Lý thuyết điều khiển mờ", NXBKT, 2006.
- [5] Li-Xin Wang, "A Course in Fuzzy Systems and Control", Prentice Hall, 2006.
- [6] Tood P.Meyrath, "Multipurpose Analog PID controller", 2007.