

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

HUỲNH GIA SƠN

**ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ TRONG LÒ ĐIỆN TRỞ
SỬ DỤNG THUẬT TOÁN MỜ NƠ RON**

Chuyên ngành: Tự động hóa

Mã số: 60.52.60

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng – Năm 2011

Công trình được hoàn thành tại
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học: TS. NGUYỄN QUỐC ĐỊNH

Phản biện 1: PGS. TS. Đoàn Quang Vinh

Phản biện 2: TS. Võ Bình

Luận văn được bảo vệ tại Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 10 tháng 9 năm 2011

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Trung tâm Thông tin – Học liệu, Đại học Đà Nẵng
- Trung tâm Học liệu, Đại học Đà Nẵng

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài:

- Ngày nay khoa học kỹ thuật không ngừng phát triển, đặt biệt đối với nước ta đang trong thời kỳ công nghiệp hóa-hiện đại hóa, cũng chính vì mục tiêu đó mà việc ứng dụng các phương pháp điều khiển mới, linh hoạt hơn vào quá trình điều khiển tự động là rất cần thiết.

- Những phương pháp điều khiển cổ điển hầu như dựa trên nền toán học chính xác. Tuy nhiên đã có kỹ thuật điều khiển mờ mà bắt nguồn từ những sách lược và kinh nghiệm của chuyên gia đã có thể thoát được những ràng buộc từ những phương pháp toán học chính xác. Cũng chính vì vậy mà điều khiển mờ được ứng dụng rộng rãi trong điều khiển quá công nghiệp. Bên cạnh điều khiển mờ ta còn có phương pháp điều khiển sử dụng mạng nơron tái tạo lại chức năng giống con người đã mở ra một hướng mới trong việc giải quyết các bài toán kỹ thuật và kinh tế.

- Điều khiển nhiệt độ lò điện trở thường khá phức tạp do đối tượng có tính trễ và phi tuyến. Ngày nay với sự ra đời của nhiều phương pháp điều khiển khác nhau, mỗi phương pháp chắc hẳn sẽ có những điểm mạnh riêng. Nếu có thể kết hợp tốt các phương pháp với nhau có thể mang đến một hiệu quả cao trong điều khiển.

Cũng chính vì những yếu tố trên mà việc kết hợp hệ mờ và nơron được nghiên cứu là mục đích của đề tài **“Điều khiển nhiệt độ trong lò điện trở sử dụng thuật toán mờ - nơron”**

2. Mục đích nghiên cứu:

- Xây dựng lý thuyết sử dụng thuật toán mờ - nơron điều khiển nhiệt độ lò điện trở.
- Cơ sở cho các nghiên cứu sâu hơn về lò điện trở và nền tảng để chế tạo mô hình điều khiển nhiệt độ lò điện trở.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu:

✚ Đối tượng nghiên cứu:

- Quá trình thay đổi nhiệt độ lò điện trở.
- Lý thuyết điều khiển mờ, nơron.
- Phần mềm Matlab & Simulink mô phỏng quá trình điều khiển nhiệt độ lò điện trở.

4. Phạm vi nghiên cứu:

- Điều khiển nhiệt độ lò điện trở sử dụng thuật toán mờ - nơron
- Mô phỏng quá trình điều khiển nhiệt độ lò điện trở.

5. Phương pháp nghiên cứu

Đề tài thực hiện trong phạm vi mô phỏng mô hình trên công cụ Matlab – Simulink, sẽ là cơ sở để tiếp tục nghiên cứu trong thực tế.

6. Ý nghĩa của đề tài

✚ Ý nghĩa khoa học

Đề tài sẽ mang lại một hướng đi trong việc thiết kế bộ điều khiển nhiệt độ trong lò điện trở, ngoài việc dùng bộ điều khiển PID hoặc bộ điều khiển mờ. Bộ điều khiển mờ - nơron có thể cho khả năng điều khiển tốt hơn đối với đối tượng điều khiển là nhiệt độ.

✚ Ý nghĩa thực tiễn

Đề tài thực hiện làm cơ sở để thực hiện các bộ điều khiển sử dụng thuật toán mờ - nơron với chất lượng đạt yêu cầu.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN

1.1. Lò điện trở

1.1.1. Giới thiệu về lò điện trở:

Lò điện là thiết bị biến đổi điện năng thành nhiệt năng, dùng trong công nghệ nung nóng, nấu chảy vật liệu.

Lò điện được sử dụng rất phổ biến trong nhiều ngành công nghiệp.

1.1.2. Đặc điểm của lò điện:

Có khả năng tạo được nhiệt độ cao do nhiệt năng được tập trung trong một thể tích nhỏ.

Do nhiệt năng tập trung, nhiệt độ cao nên lò có tốc độ nung lớn và năng suất cao.

Đảm bảo nung đều, nung chính xác, dễ điều chỉnh và khống chế chế độ nhiệt và chế độ nhiệt độ.

Lò đảm bảo được độ kín, có khả năng nung trong chân không hoặc trong môi trường có khí bảo vệ, vì vậy độ cháy hao kim loại nhỏ.

Có khả năng cơ khí hoá tự động hoá.

Đảm bảo điều kiện vệ sinh: không bụi, không khói, ít tiếng ồn.

Tuy lò điện có nhiều ưu điểm so với các lò nhiên liệu, nhưng cần lưu ý rằng: điện năng là dạng năng lượng quý, đắt .

1.1.3. Nguyên lý làm việc của lò điện trở:

Khi dòng điện chạy qua vật dẫn có điện trở là R (vật rắn hoặc chất lỏng), nó sẽ toả ra nhiệt lượng trong vật thể theo định luật Joule-Lence. Năng lượng nhiệt này sẽ đốt nóng bản thân vật dẫn hoặc gián tiếp đốt nóng các vật nung xếp gần đó.

Những thiết bị nung làm việc theo nguyên tắc này được gọi là lò điện trở. Dây dẫn hoặc vật nung có dòng điện chạy qua được gọi là dây điện trở hoặc dây nung.

1.1.4. Phân loại lò điện trở và vật liệu sử dụng:

1.1.5. Vật liệu làm dây điện trở:

1.1.6. Các loại lò điện trở thông dụng:

1.2. Khống chế và ổn định nhiệt độ lò điện trở:

1.3. Các loại cảm biến nhiệt độ:

1.4 Các thông số lò điện trở:

Bảng 1.1: Thông số lò điện trở

Thông số	Số liệu	Đơn vị	Mô tả
P	90	KW	Công suất lò
T	1500	°C	Nhiệt độ nung
d	1,4	mm	Đường kính dây điện trở
l	6,6	m	Chiều dài dây điện trở
ρ	0,4	($\Omega \cdot mm^2 / m$)	Điện trở suất của vật liệu

CHƯƠNG 2: THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU ÁP XOAY CHIỀU BA PHA

2.1. Lựa chọn sơ đồ động lực

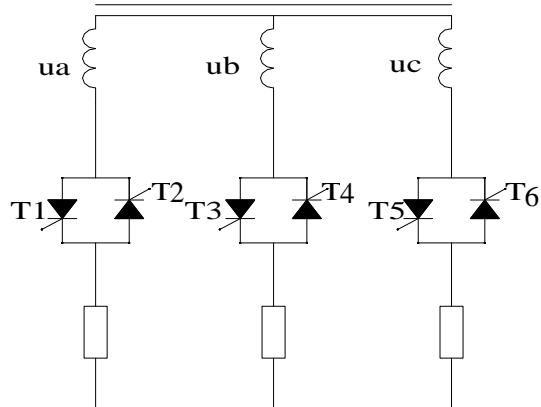
2.2. Tính chọn van bán dẫn:

2.2.1. Tính chọn van theo dòng điện.

2.2.2. Tính chọn van theo điện áp:

2.2.3. Tính chọn Thyristor:

Ta chọn sơ đồ mạch động lực như sau:



Hình 2.4: Sơ đồ mạch động lực.

2.3. Thiết kế mạch điều khiển.

2.3.1. Hàm truyền của bộ điều khiển điều áp:

Từ đây ta nhận thấy bộ điều khiển có tính trễ, do đó hàm truyền của bộ điều khiển sẽ là:

$$W_{dk}(p) = K_{dk} e^{-T_{dk} p}$$

Trong đó: $T_{dk} = \frac{1}{2pf} = \frac{1}{2.6.50} = 0,0017$

Với p: số xung đập mạch của sơ đồ

f: tần số điện áp lưới

Ta có biến đổi sau đây:

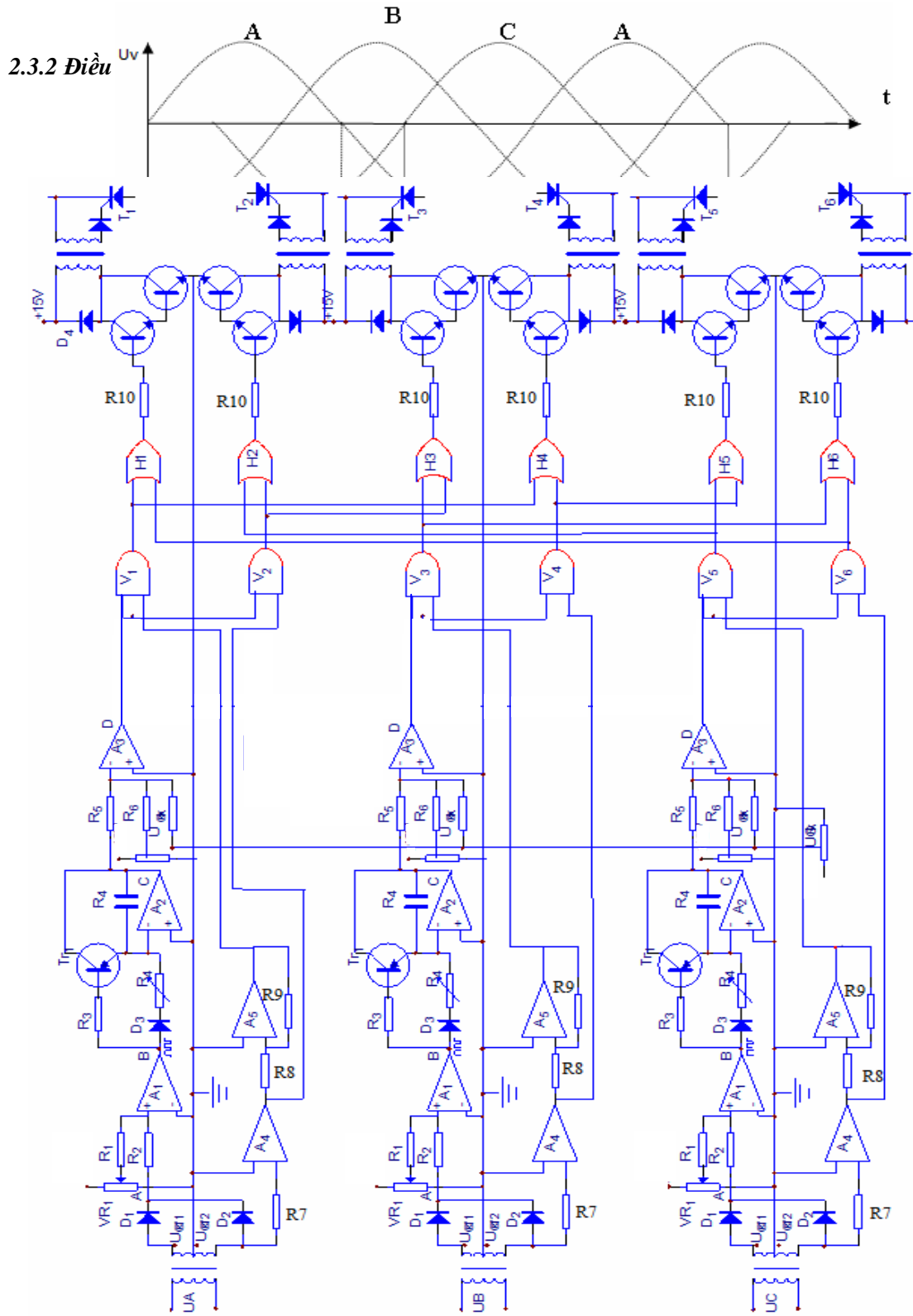
$$e^{T_{dk} p} = 1 + \frac{T_{dk} p}{1!} + \frac{(T_{dk} p)^2}{2!} + \dots \approx 1 + \frac{T_{dk} p}{1!} = 1 + T_{dk} p$$

Vì vậy ta viết lại: $W_{dk}(p) = K_{dk} e^{-T_{dk} p} \approx \frac{K_{dk}}{1 + T_{dk} p}$

Điện áp cấp cho lò có giá trị định mức là 230 V và u_{dk} ta chọn 10V để U_d đạt định mức, suy ra $K_{dk} = 23$.

Vậy hàm truyền của bộ điều khiển điều áp :

$$W_{dk}(p) = K_{dk} e^{-T_{dk} p} \approx \frac{K_{dk}}{1 + T_{dk} p} = \frac{23}{1 + 0.0017 p}$$



Hình 2.16: Nguyên lý tạo xung điều khiển một Thyristor

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU KHIỂN PID, MỜ VÀ MẠNG NƠRON

3.1. Tổng hợp các tham số điều khiển PID

3.1.1. Sử dụng mô hình xấp xỉ bậc nhất có trễ của đối tượng

Bảng 3.1 : Tham số của bộ điều chỉnh theo phương pháp thử nhất của Ziegler-Nichols:

Bộ điều khiển	Hàm truyền	K_P	T_I	T_D
P	K_P	T/τ		
PI	$K_P(1+1/T_I s)$	$0,9T/K\tau$	$3/10\tau$	
PID	$K_P(1+1/T_I s + T_D s)$	$1,2T/K\tau$	2τ	$0,5\tau$

3.1.2. Xác định thông số bằng thực nghiệm

Bảng 3.2 : Tham số của bộ điều chỉnh xác định bằng phương pháp thực nghiệm:

Bộ điều khiển	Hàm truyền	K_P	T_I	T_D
P	K_P	$0,5 K_{th}$		
PI	$K_P(1+1/T_I s)$	$0,45K_{th}$	$0,85T_{th}$	
PID	$K_P(1+1/T_I s + T_D s)$	$0,6K_{th}$	$0,5T_{th}$	$0,12T_{th}$

3.1.3. Phương pháp Chien – Hrones – Reswrich

🚧 Yêu cầu tối ưu theo nhiễu (giảm ảnh hưởng của nhiễu) và hệ kín không có quá điều chỉnh

Bảng 3.3 : Tham số của bộ điều chỉnh theo phương pháp Chien – Hrones – Reswrich theo nhiễu không có quá điều chỉnh:

Bộ điều khiển	Hàm truyền	K_P	T_I	T_D
P	K_P	$\frac{3b}{10aK}$		
PI	$K_P(1+1/T_I p)$	$\frac{6b}{10aK}$	$2,3a$	
PID	$K_P(1+1/T_I p + T_D p)$	$\frac{19b}{20aK}$	$2,4a$	$0,42a$

🚧 Yêu cầu tối ưu theo nhiễu (giảm ảnh hưởng của nhiễu) và hệ kín có quá điều chỉnh $\sigma_{max} = 20\%$

Bảng 3.4 : Tham số của bộ điều chỉnh theo phương pháp Chien – Hrones – Reswrich theo nhiễu có quá điều chỉnh:

Bộ điều khiển	Hàm truyền	K_P	T_I	T_D
P	K_P	$\frac{7b}{10aK}$		
PI	$K_P(1+1/T_I p)$	$\frac{7b}{10aK}$	$2,3a$	
PID	$K_P(1+1/T_I p + T_D p)$	$\frac{6b}{5aK}$	$2a$	$0,42a$

✚ Yêu cầu tối ưu theo tín hiệu đặt trước (giảm sai lệch tĩnh) và hệ kín không có độ quá điều chỉnh.

Bảng 3.5 : Tham số của bộ điều chỉnh theo phương pháp Chien – Hrones – Reswrich theo tín hiệu, không có độ quá điều chỉnh

Bộ điều khiển	Hàm truyền	K_P	T_I	T_D
P	K_P	$\frac{3b}{10aK}$		
PI	$K_P(1+1/T_Ip)$	$\frac{7b}{20aK}$	1.2a	
PID	$K_P(1+1/T_Ip + T_Dp)$	$\frac{3b}{5aK}$	b	0,5a

✚ Yêu cầu tối ưu theo tín hiệu đặt trước (giảm sai lệch tĩnh) và hệ kín có độ quá điều chỉnh

$$\sigma_{max} = 20\%$$

Bảng 3.6 : Tham số của bộ điều chỉnh theo phương pháp Chien – Hrones – Reswrich theo tín hiệu, có độ quá điều chỉnh.

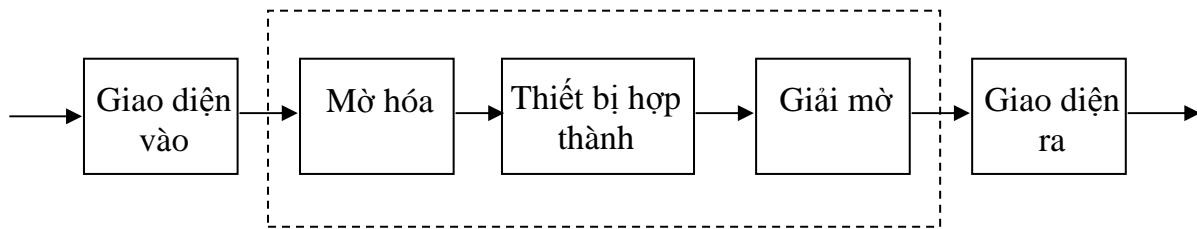
Bộ điều khiển	Hàm truyền	K_P	T_I	T_D
P	K_P	$\frac{7b}{10aK}$		
PI	$K_P(1+1/T_Ip)$	$\frac{6b}{5aK}$	b	
PID	$K_P(1+1/T_Ip + T_Dp)$	$\frac{19b}{20aK}$	$\frac{27b}{20}$	0,47a

3.2. Điều khiển mờ

3.2.1. Cấu trúc của bộ điều khiển mờ

Hoạt động của một bộ điều khiển mờ phụ thuộc vào kinh nghiệm và phương pháp rút ra kết luận theo tư duy của con người sau đó được cài đặt vào máy tính trên cơ sở logic mờ.

Một bộ điều khiển mờ bao gồm 3 khối cơ bản: Khối mờ hoá, thiết bị hợp thành và khối giải mờ. Ngoài ra còn có khối giao diện vào và giao diện ra.



Hình 3.4. Các khối chức năng của bộ Điều khiển mờ

- Khối mờ hoá có chức năng chuyển mỗi giá trị rõ của biến ngôn ngữ đầu vào thành vectơ μ có số phần tử bằng số tập mờ đầu vào.

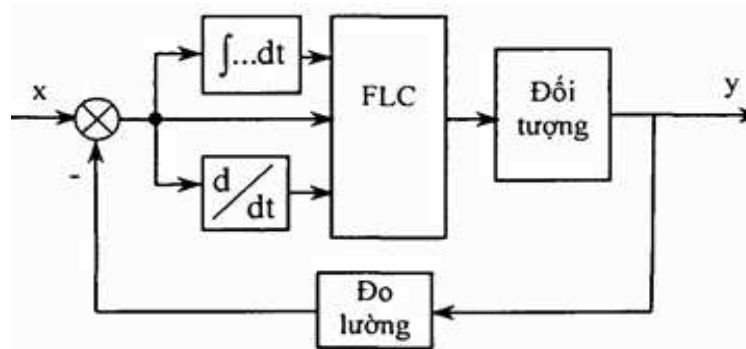
-Thiết bị hợp thành mà bản chất của nó sự triển khai luật hợp thành R được xây dựng trên cơ sở luật điều khiển.

- Khối giải mờ có nhiệm vụ chuyển tập mờ đầu ra thành giá trị rõ y_0 (ứng với mỗi giá trị rõ x_0 đề điều khiển đối tượng).

- Giao diện đầu vào thực hiện việc tổng hợp và chuyển đổi tín hiệu vào (từ tương tự sang số), ngoài ra còn có thể có thêm các khâu phụ trợ để thực hiện bài toán động như tích phân, vi phân...
- Giao diện đầu ra thực hiện chuyển đổi tín hiệu ra (từ số sang tương tự) để điều khiển đối tượng.

3.2.2. Phân loại bộ điều khiển mờ

3.2.3. Các bước tổng hợp bộ điều khiển mờ



Hình 3.6. Cấu trúc tổng quát một hệ mờ

Để tổng hợp được các bộ điều khiển mờ và cho nó hoạt động một cách hoàn thiện ta cần thực hiện qua các bước sau:

Bước 1 : Khảo sát đối tượng, từ đó định nghĩa tất cả các biến ngôn ngữ vào, ra và miền xác định của chúng. Trong bước này chúng ta cần chú ý một số đặc điểm cơ bản của đối tượng điều khiển như: Đối tượng biến đổi nhanh hay chậm? có trễ hay không? tính phi tuyến nhiều hay ít?... Đây là những thông tin rất quan trọng để quyết định miền xác định của các biến ngôn ngữ đầu vào, nhất là các biến động học (vận tốc, gia tốc,...).

Bước 2 : Mờ hoá các biến ngôn ngữ vào/ra: Trong bước này chúng ta cần xác định số lượng tập mờ và hình dạng các hàm liên thuộc cho mỗi biến ngôn ngữ. Số lượng các tập mờ cho mỗi biến ngôn ngữ được chọn tùy ý. Tuy nhiên nếu chọn ít quá thì việc điều chỉnh sẽ không mịn, chọn nhiều quá sẽ khó khăn

Bước 3 : Xây dựng các luật điều khiển (mệnh đề hợp thành): Đây là bước quan trọng nhất và khó khăn nhất trong quá trình thiết kế bộ điều khiển mờ. Việc xây dựng luật điều khiển phụ thuộc rất nhiều vào tri thức và kinh nghiệm vận hành hệ thống của các chuyên gia. Hiện nay ta thường sử dụng một vài nguyên tắc xây dựng luật hợp thành đủ để hệ thống làm việc, sau đó mô phỏng và chỉnh định dần các luật hoặc áp dụng một số thuật toán tối ưu.

Bước 4 : Chọn thiết bị hợp thành (MAX-MIN hoặc MAX-PROD hoặc SUMMIN hoặc SUM-PRROD) và chọn nguyên tắc giải mờ (Trung bình, cận trái, cận phải, điểm trọng tâm, độ cao).

Bước 5 : Tối ưu hệ thống: Sau khi thiết kế xong bộ điều khiển mờ, ta cần mô hình hoá và mô phỏng hệ thống để kiểm tra kết quả, đồng thời chỉnh định lại một số tham số để có chế độ làm việc tối ưu. Các tham số có thể điều chỉnh trong bước này là. Thêm, bớt luật điều khiển; Thay đổi trọng số các luật; Thay đổi hình dạng và miền xác định của các hàm liên thuộc.

3.3. Mạng nơron

3.3.1. Đặc trưng của mạng nơron

Do cấu trúc một mạng nơron là vô cùng đa dạng, nên để có thể biểu diễn tri thức một cách có hiệu quả, người ta đưa ra bốn quy tắc chung sau:

- Quy tắc 1: Các đầu vào tương tự từ các lớp tương tự cần phải luôn tạo ra những biểu diễn tương tự trong mạng, và như vậy nên được phân lớp thuộc về cùng một loại.

Trong tiêu chuẩn này, người ta sử dụng một số thước đo để xác định độ “tương tự” giữa các đầu vào.

- Quy tắc 2: Các phần tử mà có thể phân ra thành các lớp riêng biệt thì nên có những biểu diễn khác nhau đáng kể trong mạng.

- Quy tắc 3: Nếu một đặc trưng nào đó đặc biệt quan trọng thì nên có một số lượng lớn nơron liên quan đến việc biểu diễn đặc trưng này trong mạng.

Số lượng lớn các nơron bảo đảm mức độ chính xác cao trong việc thực hiện các quyết định và nâng cao khả năng chịu đựng các nơron hỏng.

- Quy tắc 4: Thông tin ban đầu và các tính chất bất biến nên được đưa vào trong thiết kế ban đầu của một mạng nơron, và như vậy sẽ giảm bớt gánh nặng cho quá trình học.

Quy tắc 4 đặc biệt quan trọng vì nếu chúng ta áp dụng nó một cách thích hợp sẽ dẫn đến khả năng tạo ra các mạng nơron với một kiến trúc chuyên biệt. Điều này thực sự được quan tâm do một số nguyên nhân sau:

1. Các mạng nơron thị giác và thính giác sinh học được biết là rất chuyên biệt.

2. Một mạng nơron với cấu trúc chuyên biệt thường có một số lượng nhỏ các tham số tự do phù hợp cho việc chỉnh lý hơn là một mạng kết nối đầy đủ. Như vậy mạng nơron chuyên biệt cần một tập hợp dữ liệu nhỏ hơn cho việc tích lũy; nó học sẽ nhanh hơn, và thường có khả năng tổng quát hoá tốt hơn.

3. Tốc độ chuyển thông tin qua một mạng chuyên biệt là nhanh hơn.

4. Giá của việc xây dựng một mạng chuyên biệt sẽ nhỏ hơn do kích thước nhỏ của nó so với mạng kết nối đầy đủ.

3.3.2. Huấn luyện mạng nơron

3.3.3. Luật học lan truyền ngược

3.4. Kết hợp điều khiển mờ và mạng nơron

Bảng 3.7. Những ưu nhược điểm của mạng nơron và điều khiển mờ

Tính chất	Mạng nơron	Bộ điều khiển mờ
Thể hiện tri thức	Thông qua trọng số được thể hiện ẩn trong mạng	Được thể hiện ngay tại luật hợp thành
Nguồn của tri thức	Từ các mẫu học	Từ kinh nghiệm của chuyên gia
Xử lý thông tin không chắc chắn	Định lượng	Định lượng và định tính
Lưu giữ tri thức	Trong nơron và trọng số của từng đường ghép nối nơron	Trong luật hợp thành và hàm thuộc
Khả năng cập nhật và nâng cao kiến thức	Thông qua quá trình học	Không có
Tính nhạy cảm với những thay đổi của mô hình	Thấp	Cao

Từ đó người ta đã đi đến việc kết hợp mạng nơron và điều khiển mờ để hình thành bộ điều khiển mờ - nơron có ưu điểm vượt trội.



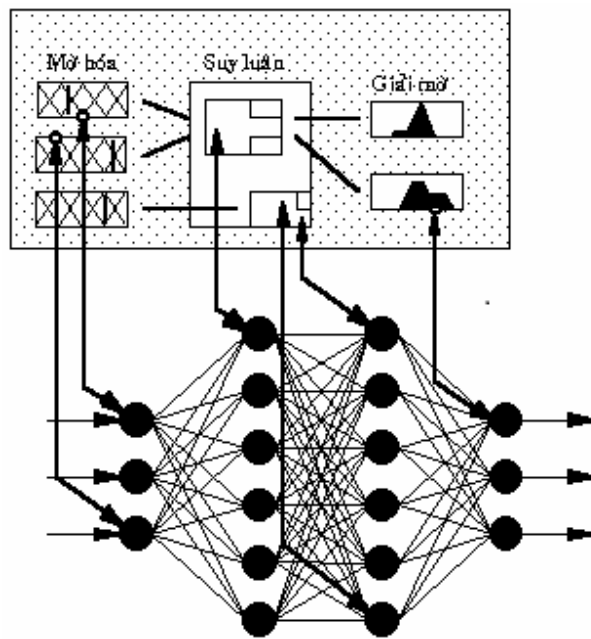
Hình 3.13: Kiến trúc kiến mẫu của một hệ mờ - neuron

Hai tiêu chí cơ bản trợ giúp cho người thiết kế ở logic mờ và ở mạng neuron thể hiện trái ngược nhau.

Bảng 3.8. Hai tiêu chí cơ bản thiết kế logic mờ và mạng neuron

Tiêu chí	Mạng neuron	Logic mờ
Thể hiện tri thức	Không tường minh, khó giải thích và khó sửa đổi.	Tường minh, dễ kiểm chứng hoạt động và dễ sửa đổi.
Khả năng học	Có khả năng học thông qua các dữ liệu	Không có khả năng học: bạn phải tự kiểm tra tất cả

Từ những phân tích trên, ta thấy nếu kết hợp logic mờ và mạng neuron, ta sẽ có một hệ lai với ưu điểm của cả hai: logic mờ cho phép thiết kế hệ dễ dàng, tường minh trong khi mạng neuron cho phép học những gì mà ta yêu cầu về bộ điều khiển. Nó sửa đổi các hàm phụ thuộc về hình dạng, vị trí và sự kết hợp,... hoàn toàn tự động. Điều này làm giảm bớt thời gian cũng như giảm bớt chi phí khi phát triển hệ.



Hình 3.14: Mô hình hệ mờ-neuron

3.4.1. Huấn luyện mạng neuron-mờ

3.5. Sử dụng công cụ ANFIS trong matlab để thiết kế hệ mờ - neuron.

3.5.1. Mô hình học và suy diễn mờ thông qua ANFIS

3.5.2. Xác nhận dữ liệu huấn luyện

3.6. Sử dụng bộ soạn thảo ANFIS GUI

CHƯƠNG 4: ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ Lò ĐIỆN TRỞ

4.1. Điều khiển nhiệt độ trong lò điện trở sử dụng bộ điều khiển PID

Trong kỹ thuật điều khiển, người ta mô tả lò điện trở bằng một khâu quán tính bậc nhất có trễ có hàm số truyền:

$$W(s) = \frac{k \cdot e^{-ts}}{1 + Ts}$$

Ta lấy: $k = 6.52, T = 150(s), \tau = 25(s)$

$$W(s) = \frac{k}{Ts+1} e^{-\tau s} = \frac{6.52}{150s+1} e^{-25s} \quad [5]$$

Cảm biến nhiệt độ được coi là một khâu tỉ lệ với hệ số:

$$k_{cb} = \frac{10V}{1500^{\circ}C} = 0.0067 (V/\%C)$$

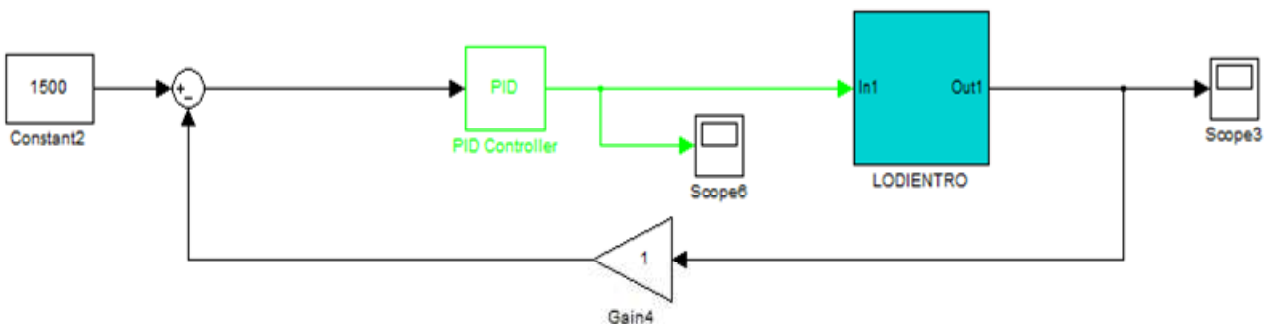
Mà ta có: $\frac{\tau}{T} = \frac{25}{150} = 0.167$ thỏa mãn điều kiện trên nên ta sử dụng phương pháp thứ nhất của

Ziegler – Nichols, sử dụng bộ điều khiển PI, ta có:

$$k_p = \frac{T}{k\tau} = \frac{0.9 \cdot 150}{6.52 \cdot 25} = 0.83$$

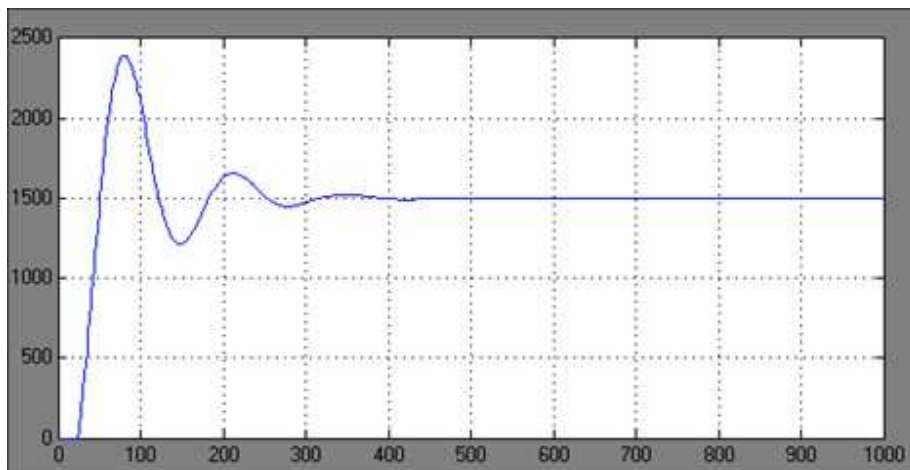
$$T_i = \frac{10}{3} \tau = 83.3 \Rightarrow k_i = \frac{K_p}{T_i} = 0.01$$

Mô phỏng trên matlab – Simulink ta được:



Hình 4.2: Mô phỏng bộ điều khiển PID cho lò điện trở

Kết quả mô phỏng:

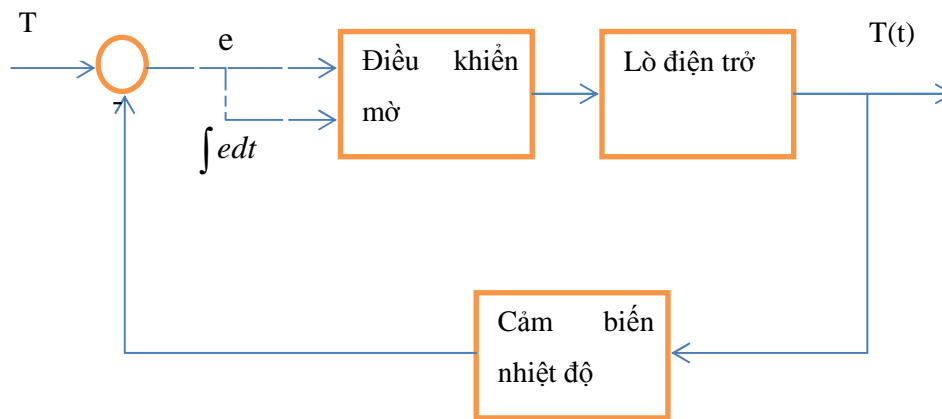


Hình 4.3: Kết quả mô phỏng bộ điều khiển PID cho lò điện trở

Bảng 4.1: Thông số đạt được của bộ điều khiển PID

Quá trình điều khiển	Số liệu	Tỷ lệ (%)
Vợt lố	850(⁰ C)	57
Thời gian quá độ (t_{qd})	50(s)	
Thời gian lên (t_r)	20(s)	

4.2. Điều khiển nhiệt độ trong lò điện trở sử dụng bộ điều khiển mờ



Hình 4.4: Điều khiển mờ cho lò điện trở

🔧 Bước 1: Tìm hiểu hệ thống

- Lò điện trở dùng để gia nhiệt chi tiết bằng kim loại cho các công đoạn như tôi, ram. Lò điện trở được nung nóng bằng dây điện trở, nguồn điện cung cấp cho lò là nguồn áp có thể điều chỉnh được. Việc điều khiển nhiệt độ lò được thực hiện thông qua điều khiển điện áp cung cấp cho lò.

- Khâu so sánh làm nhiệm vụ so sánh điện áp đặt và điện áp phản hồi lấy từ đầu ra của khối cảm biến, đầu ra của khâu so sánh là sai lệch $e = U - u_{cb}$. Lò điện trở nói riêng, cũng như đối tượng nhiệt nói chung thường không cho phép có độ quá điều chỉnh, do đó e biến thiên trong khoảng từ 10 đến 0.

🔧 Bước 2: Chọn các biến ngôn ngữ vào, ra

Giả thiết ta điều khiển lò điện trở theo quy luật PI, khi đó biến ngôn ngữ đầu vào bộ điều khiển mờ là sai lệch (ký hiệu là E) và tích phân sai lệch (ký hiệu là TE). Đầu ra bộ Điều khiển mờ là điện áp (ký hiệu là U). Miền giá trị của các biến ngôn ngữ được chọn như sau:

$$E = [0 \div 10]$$

$$TE = [0 \div 1500]$$

$$U = [0 \div 20]$$

Hàm liên thuộc của các biến ngôn ngữ được chọn như sau:

$$\mu E = [\mu E_0(x) \mu E_{DI}(x) \mu E_{DV}(x) \mu E_{DL}(x) \mu E_{DR}(x)]$$

$$\mu TE = [\mu TE_0(x) \mu TE_{DI}(x) \mu TE_{DV}(x) \mu TE_{DL}(x) \mu TE_{DR}(x)]$$

$$\mu U = [\mu U_0(x) \mu U_{DI}(x) \mu U_{DV}(x) \mu U_{DL}(x) \mu U_{DR}(x)]$$

🔧 Bước 3: Xây dựng luật hợp thành: Với 5 tập mờ của mỗi đầu vào, ta xây dựng được $5 \times 5 = 25$ luật điều khiển. Các luật điều khiển này được xây dựng theo 2 nguyên tắc sau:

- Sai lệch càng lớn thì tác động điều khiển càng lớn.
- Tích phân sai lệch càng lớn thì tác động điều khiển càng lớn.

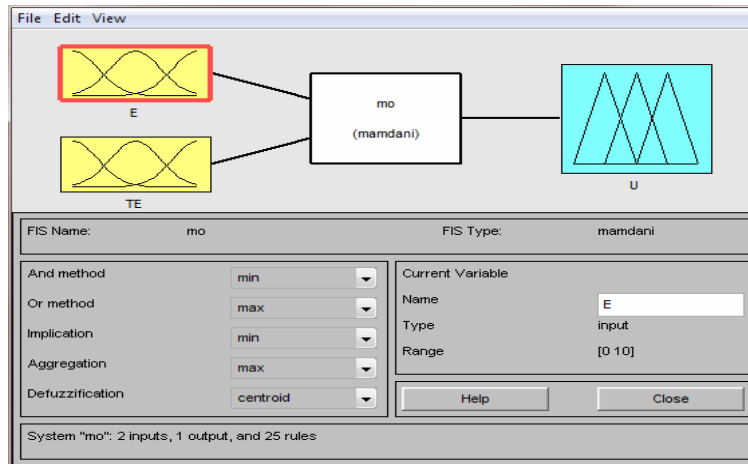
Bảng 4.2 : Bảng luật điều khiển.

TE \ E	0	DI	DV	DL	DR
DR	DR	DR	DR	DR	DR
DL	DL	DR	DR	DR	DR
DV	DV	DL	DR	DR	DR
DI	DI	DV	DL	DR	DR
0	0	DI	DV	DL	DR

➤ Bước 4: Chọn luật hợp thành Max-Min, giải mờ bằng phương pháp trọng tâm, ta quan sát được sự tác động của các luật và quan hệ vào - ra của bộ điều khiển.

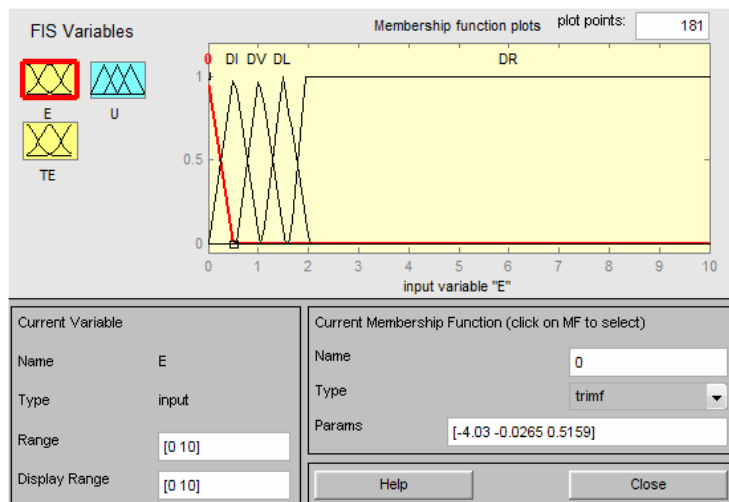
➤ Bước 5: Mô phỏng hệ thống: Sơ đồ mô phỏng hệ thống được chỉ ra trên hình 4.11. Kết quả mô phỏng được chỉ ra trên hình 4.12.

Tại cửa sổ lệnh trên Matlab ta nhập lệnh fuzzy, xuất hiện cửa sổ FIS EDITOR. Ta tiến hành chọn số đầu vào ra cho bộ điều khiển, chọn phương pháp điều khiển, xây dựng luật hợp thành, thiết lập các hàm liên thuộc như hình sau :



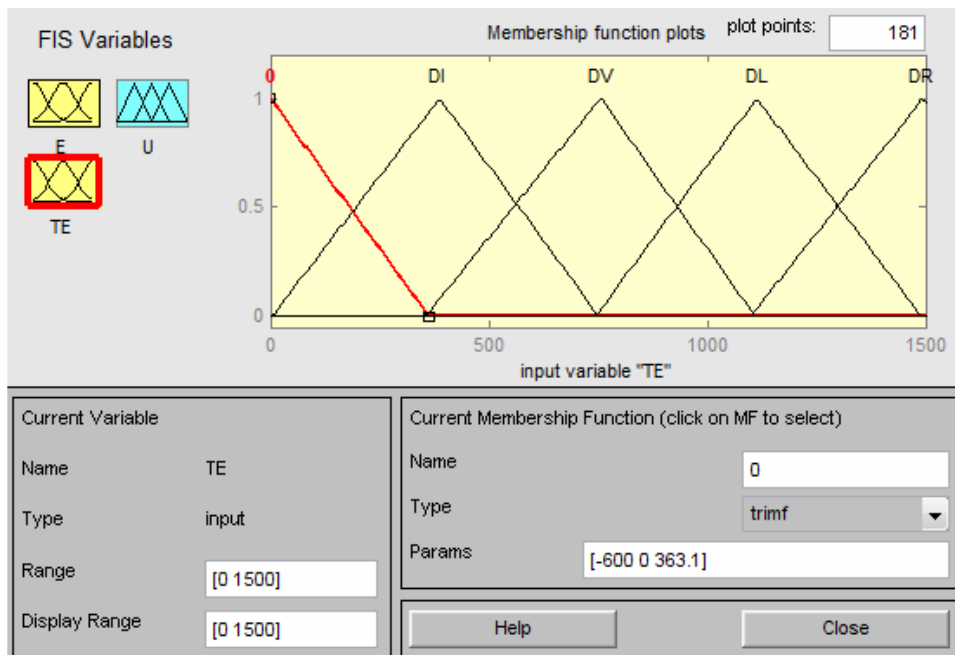
Hình 4.5 : Giao diện FIS

Chọn vùng giá trị của sai lệch E trong đoạn từ 0 đến 10 như hình bên dưới, sau đó ta tiến hành thay đổi các hàm liên thuộc đến các giá trị thích hợp. Ở đây ta sử dụng hàm hình tam giác cho các biến ngôn ngữ là 0, DI, DV, DL và hàm hình thang cho biến ngôn ngữ DR.



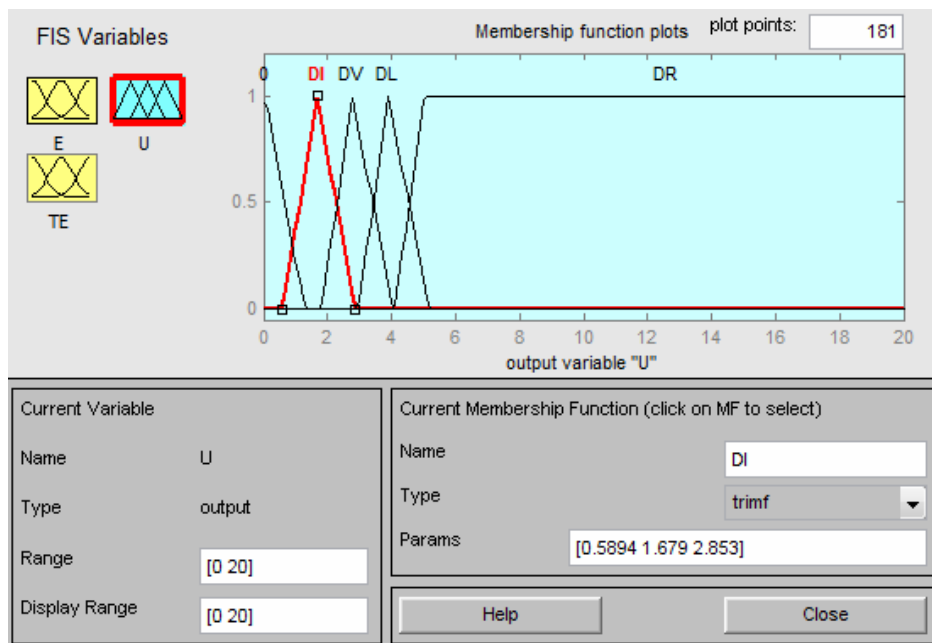
Hình 4.6 : Mờ hóa sai lệch

Tiếp theo ta kích vào TE, chọn vùng giá trị của tích phân sai lệch TE trong đoạn từ 0 đến 1500 như hình 4.7, sau đó ta tiến hành thay đổi các hàm liên thuộc đến các giá trị thích hợp. Ở đây ta sử dụng hàm hình tam giác cho tất cả các biến ngôn ngữ .



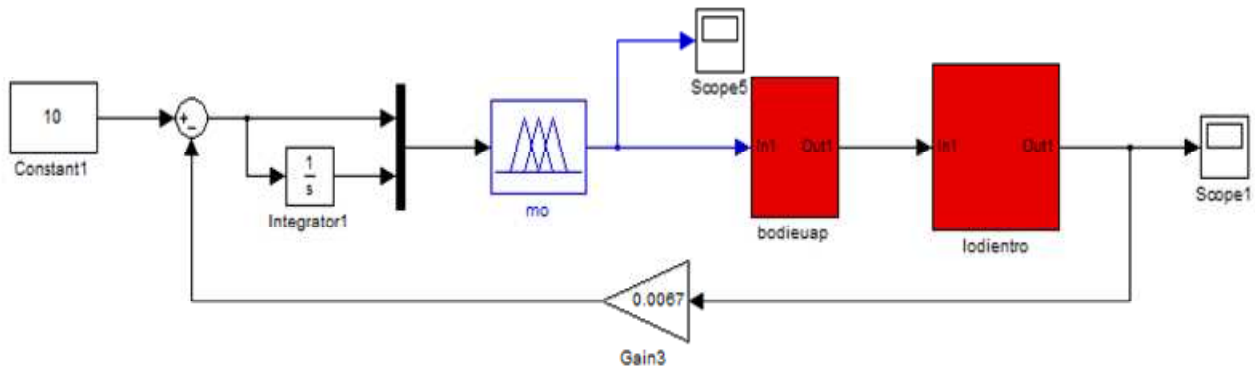
Hình 4.7 : Mờ hóa tích phân sai lệch

Đầu ra U của bộ điều khiển ta chọn vùng giá trị của sai lệch E trong đoạn từ 0 đến 20 như hình 4.8, sau đó ta tiến hành thay đổi các hàm liên thuộc đến các giá trị thích hợp. Ở đây ta sử dụng hàm hình tam giác cho các biến ngôn ngữ là 0, DI, DV, DL và hàm hình thang cho biến ngôn ngữ DR.



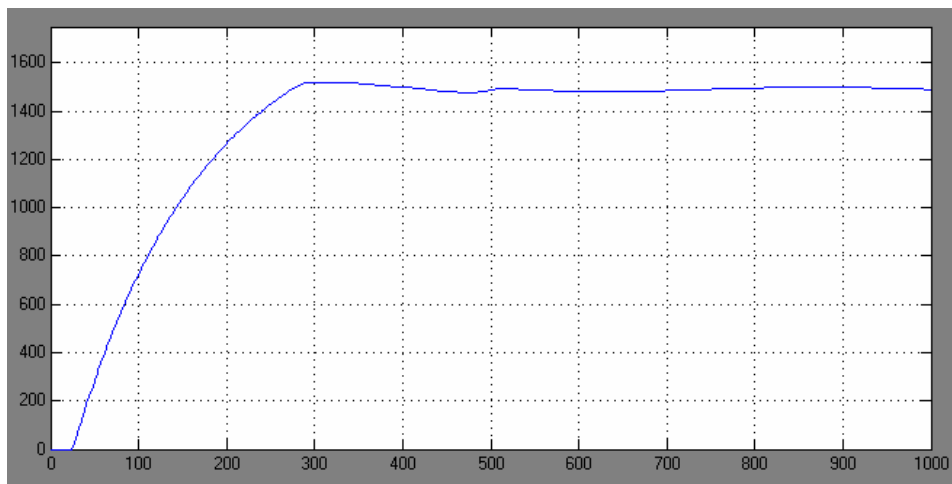
Hình 4.8 : Mờ hóa điện áp điều khiển

Thực hiện việc mô phỏng trên Matlab – Simulink như hình 4.11



Hình 4.11: Mô phỏng bộ điều khiển mờ cho lò điện trở

Ta nhận được kết quả mô phỏng như hình 4.12



Hình 4.12: Kết quả mô phỏng bộ điều khiển PID cho lò điện trở

Bảng 4.3. Thông số đạt được của bộ điều khiển mờ

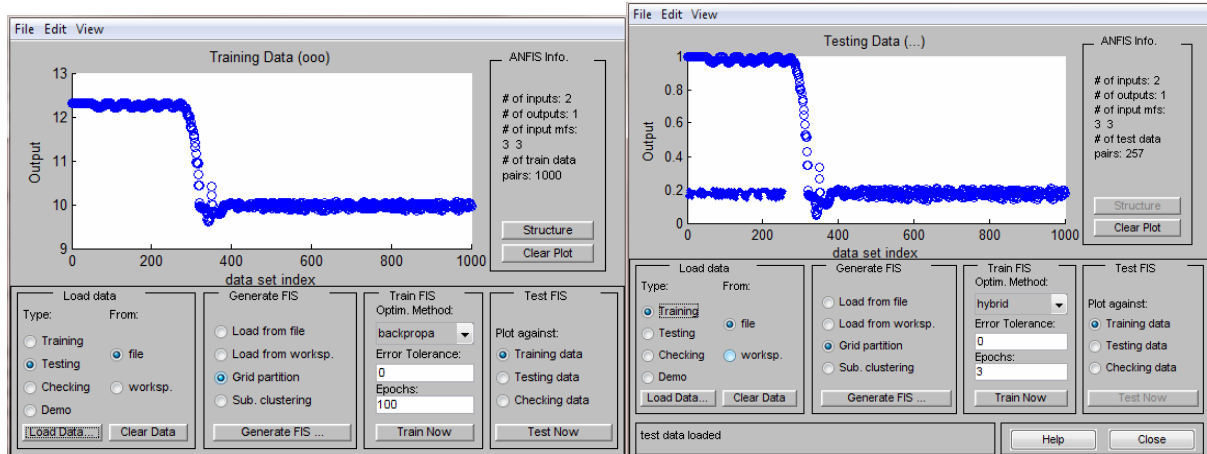
Quá trình điều khiển	Số liệu	Tỷ lệ (%)
Vọt lố	20(°C)	1.34
Thời gian quá độ (t_{qd})	270(s)	
Thời gian lên (t_r)	186(s)	

4.3. Điều khiển nhiệt độ trong lò điện trở sử dụng thuật toán mờ - nơron

Đầu tiên ta đo lấy thông số đầu vào đầu ra trong quá trình điều khiển nhiệt độ lò điện trở, từ các thông số đo được ta xây dựng hai tập dữ liệu là học và kiểm tra. Sau đó ta tiến hành quá trình luyện dữ liệu.

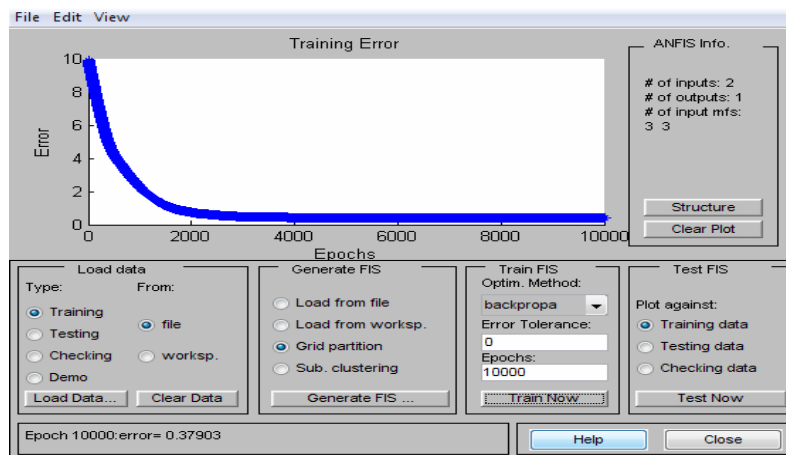
Gõ vào cửa sổ lệnh anfisedit rồi thi hành lệnh, trên Matlab xuất hiện cửa sổ anfis.

Tiến hành tải dữ liệu học và dữ liệu kiểm tra lên cửa sổ ANFIS, sau đó ta chọn số luật hợp thành, chọn phương pháp luyện là sử dụng thuật toán lan truyền ngược, chọn khoảng sai số và số lần lan truyền ngược rồi thực hiện quá trình học dữ liệu.



Hình 4.13 : Tải dữ liệu huấn luyện lên ANFIS

Trên hình 4.15, chúng ta có thể đọc được số liệu về lỗi sau 10000 lần thực hiện lan truyền ngược là 0.37903. Ta tiến hành lưu lại file để điều khiển.



Hình 4.15 : Huấn luyện mạng.

Qua về của số lệnh trên Matlab sẽ thấy những thông số đạt được trong quá trình huấn luyện với luật học

BP

```

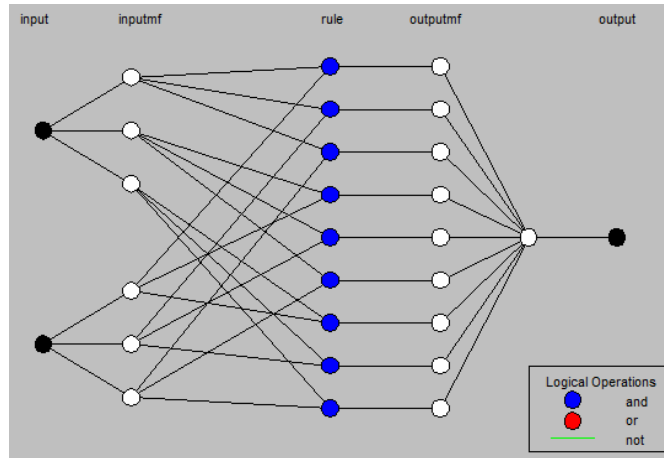
ANFIS info:
  Number of nodes: 35
  Number of linear parameters: 9
  Number of nonlinear parameters: 18
  Total number of parameters: 27
  Number of training data pairs: 1000
  Number of checking data pairs: 0
  Number of fuzzy rules: 9

Start training ANFIS ...

  1      0.3791
  2      0.379099

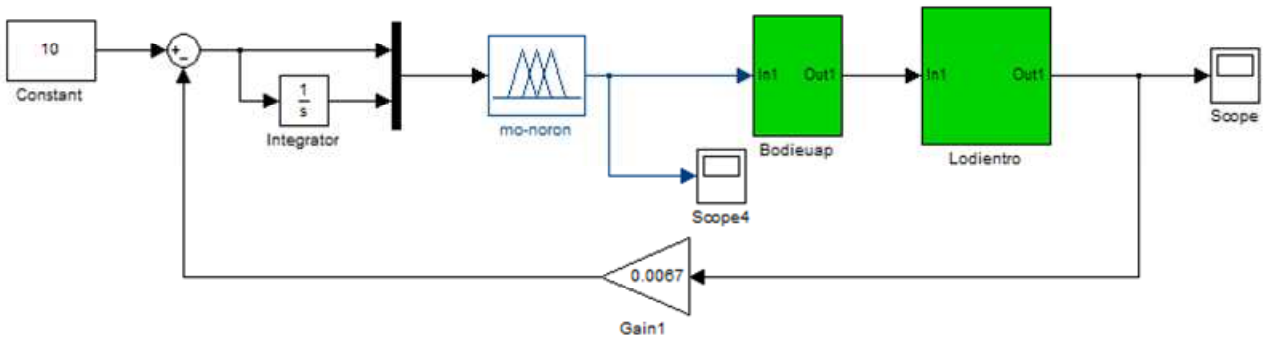
Designated epoch number reached --> ANFIS training completed at epoch 2.

```

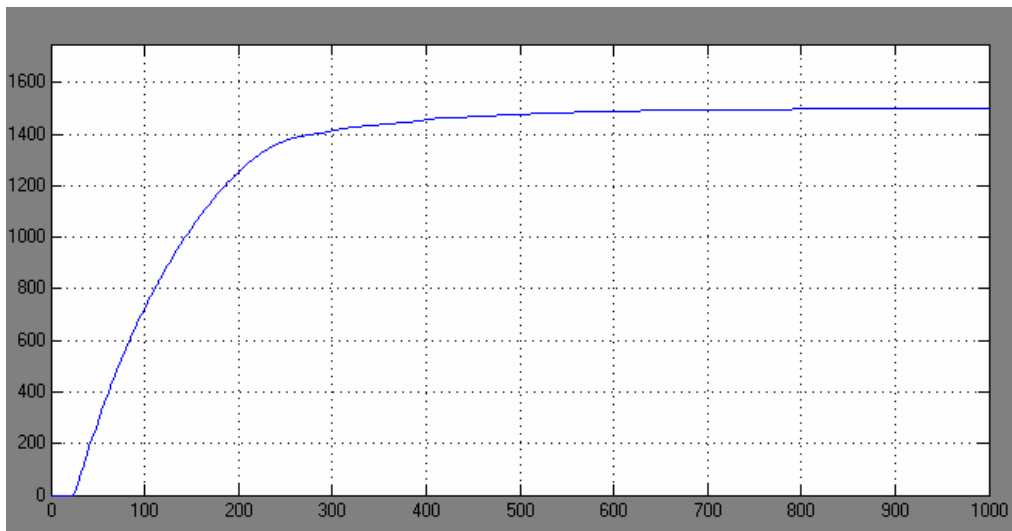


Hình 4.16 : Cấu trúc điều khiển mờ - neuron

Mô phỏng điều khiển nhiệt độ lò điện trở dùng bộ điều khiển mờ - neuron :



Hình 4.17 : Mô phỏng bộ điều khiển mờ - neuron cho lò điện trở

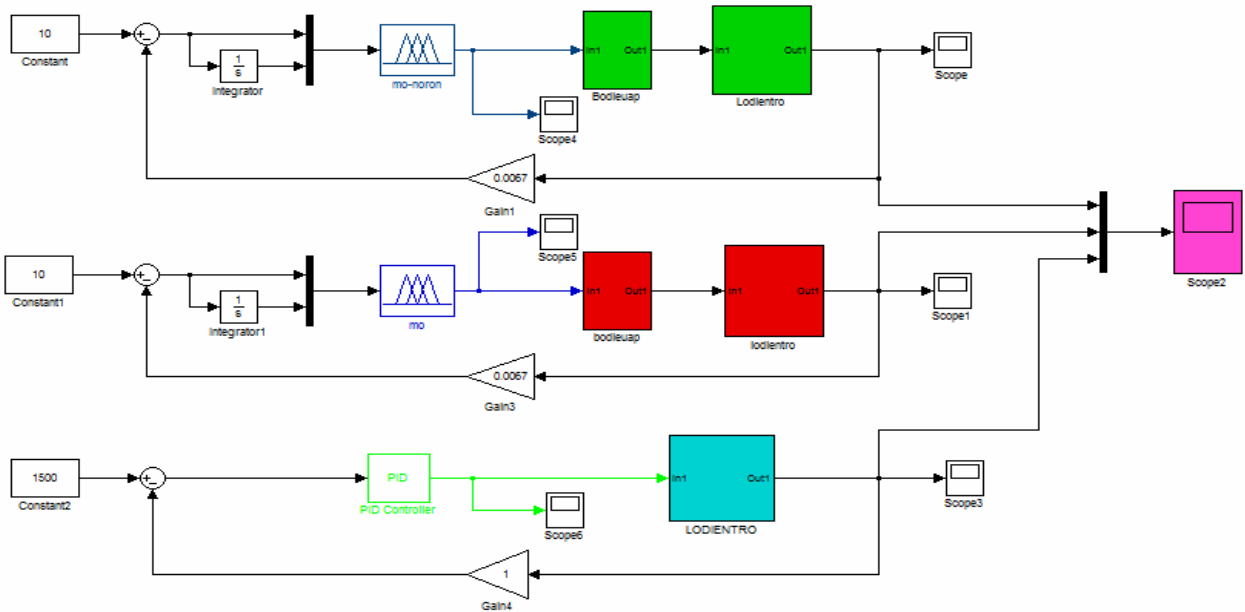


Hình 4.18 : Kết quả mô phỏng bộ điều khiển mờ - neuron cho lò điện trở

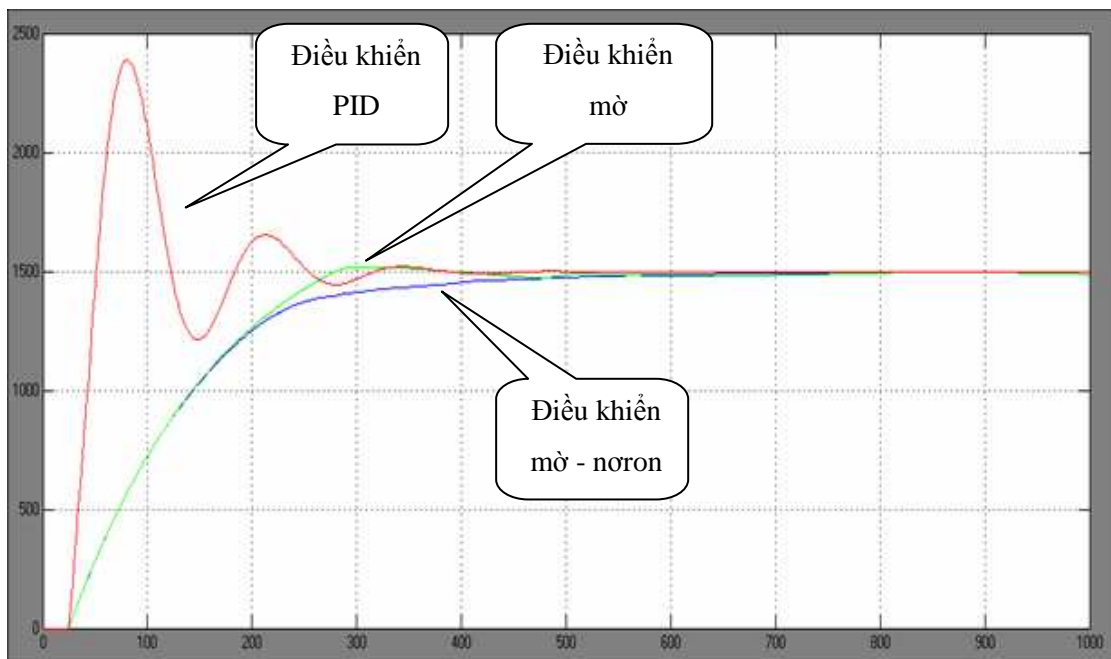
Bảng 4.4. Thông số đạt được của bộ điều khiển mờ - neuron

Quá trình điều khiển	Số liệu	Tỷ lệ (%)
Vọt lố	0(°C)	0
Thời gian quá độ (t_{qd})	460(s)	
Thời gian lên (t_r)	197(s)	

4.4. Tổng hợp, đánh giá các bộ điều khiển



Hình 4.19 : Tổng hợp mô phỏng ba bộ điều khiển PID, mờ và mờ - nơron



Hình 4.20 : Kết quả mô phỏng bộ điều khiển PID, mờ, mờ - nơron cho lò điện trở

Bảng 4.5. Tổng hợp các thông số đạt được của các bộ điều khiển

Bộ điều khiển	Giá trị vọt lố (°C)	Thời gian lên t_r (s)	Thời gian quá độ t_{qd} (s)
PID	850	20	300
Mờ	20	186	270
Mờ - nơron	0	197	460

✚ Đánh giá kết quả mô phỏng

Căn cứ bảng số liệu trên ta nhận thấy mỗi bộ điều khiển đều có các ưu nhược điểm riêng. Với bộ điều khiển PID thì thời gian đạt giá trị điều khiển đầu tiên là sớm nhất, tuy nhiên độ vọt lố cao làm ảnh hưởng đến hệ thống cũng như tuổi thọ của thiết bị. Bộ điều khiển mờ đạt giá trị ổn định sớm nhất và tuy có độ vọt lố nhưng không đáng kể và nằm trong phạm vi cho phép là $\pm 2\%$. Ta nhận thấy với bộ điều khiển mờ - neuron thì độ vọt lố bằng không là rất tốt, tuy nhiên thời gian để hệ thống đạt giá trị ổn định là trễ nhất.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Lò điện trở nói riêng cũng như đối tượng nhiệt nói chung thường không cho phép có độ quá điều chỉnh. Ở đây chỉ có bộ điều khiển mờ - nơron đảm bảo tốt được điều đó, tùy thuộc vào yêu cầu công nghệ trong quá trình sử dụng lò mà ta chọn từng bộ điều khiển thích hợp.

Với những kết quả thu được từ mô phỏng có thể nhìn nhận rằng cả hai bộ điều khiển mờ và mờ - nơron đều rất thích hợp dùng để điều khiển nhiệt độ trong lò điện trở, đặc biệt là bộ điều khiển mờ - nơron đã triệt tiêu hoàn toàn độ quá điều chỉnh rất thích hợp cho đối tượng nhiệt độ, đặc biệt là ứng dụng trong công nghiệp và nghiên cứu cần độ chuẩn xác cao.

Từ những kết quả thu được qua việc thực hiện đề tài, có thể nhìn nhận rằng việc sử dụng các lý thuyết điều khiển phải được sử dụng một cách linh hoạt và tùy thuộc vào đối tượng cần điều khiển. Việc sử dụng lai ghép được các kỹ thuật điều khiển giữa cổ điển với hiện đại và giữa các kỹ thuật điều khiển hiện đại với nhau đã mở ra hướng đi rất đa dạng trong kỹ thuật điều khiển vào ứng dụng thực tế.

Kiến nghị

Đề tài luận văn chỉ nghiên cứu mới dùng lại ở mức độ xây dựng bộ điều khiển mờ - nơron dựa trên công cụ ANFIS trong matlab với luật học lan truyền ngược BP. Nên hướng phát triển của đề tài sẽ là:

- + Sử dụng các luật học khác để có thể tối ưu hơn kết quả khi điều khiển nhiệt độ trong lò điện trở với bộ điều khiển mờ - nơron.
- + Tiến đến thiết kế mô hình thực tế ứng dụng bộ điều khiển mờ - nơron điều khiển nhiệt độ trong lò điện trở.
- + Tiến đến ứng dụng thuật toán mờ - nơron cho đối tượng điều khiển là nhiệt độ.