

# ỨNG DỤNG LOGIC MỜ ĐIỀU KHIỂN MỨC TRONG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN QUÁ TRÌNH

Nguyễn Ngọc Phương  
Nguyễn Xuân Quang

## ABSTRACT

This paper describes a method of the level control in process control system. The control of the height (level) of the liquid in a tank bases on the value of the level error and the value of the differential of the level error. The fuzzy controller is used to control so that the height of the liquid is always constant regardless of noise. The results of the experiment and the simulation show that the controller meets our requirements. This results were applied specifically in the process control system (level, flow, pressure, temperature) of the mechatronic lab of the Ho Chi Minh City University of Technical Education.

## TÓM TẮT

Bài báo này mô tả một phương pháp điều khiển mức trong hệ thống điều khiển quá trình. Chiều cao (mức) của một chất lỏng trong bồn được điều khiển dựa vào giá trị sai số của mức, đạo hàm sai số của mức và sử dụng bộ điều khiển mờ để điều khiển sao cho chiều cao của chất lỏng không đổi dù có các yếu tố nhiễu tác động vào hệ thống. Kết quả thí nghiệm và kết quả mô phỏng cho thấy, bộ điều khiển mờ đã đáp ứng được yêu cầu đề ra. Kết quả nghiên cứu này được ứng dụng cụ thể trong hệ thống điều khiển quá trình (bao gồm điều khiển mức, lưu lượng, áp suất, nhiệt độ) của phòng thí nghiệm Cơ điện tử của Trường ĐHSP Kỹ thuật Tp. HCM.

## I. GIỚI THIỆU

Hiện nay, việc ứng dụng các lý thuyết điều khiển vào trong hệ thống điều khiển quá trình đã đem lại hiệu quả rất lớn đến chất lượng của quá trình điều khiển. Ứng dụng logic mờ vào trong bộ điều khiển là vấn đề được nhiều người nghiên cứu quan tâm, vì đây là một phương pháp đơn giản, sử dụng các hiểu biết thực tế để điều khiển các đối tượng có mô hình toán không chính xác hoặc đối tượng điều khiển là phi tuyến. Bài báo này nghiên cứu lý thuyết điều khiển mờ, trên cơ sở đó nhóm tác giả đề xuất bộ điều khiển mờ trực tiếp để điều khiển mức trong hệ thống điều khiển quá trình.

## II. ĐIỀU KHIỂN MỨC NƯỚC TRÊN CƠ SỞ LOGIC MỜ

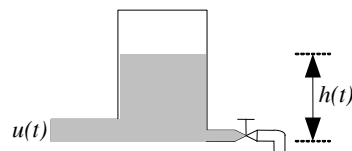
### 1. Mô hình động học của đối tượng

Đối tượng điều khiển là bồn nước, tín hiệu vào  $u(t)$  là lưu lượng nước chảy vào bồn, tín hiệu ra  $y(t) = h(t)$  là chiều cao

mức nước hiện tại trong bồn. Mô hình động học của hệ thống [1] được biểu diễn theo phương trình sau đây:

$$\dot{h}(t) = -\frac{c}{A}\sqrt{h(t)} + \frac{1}{A}u(t) \quad (1)$$

Với A: tiết diện của bồn, c là hằng số.



Hình 1: Mô hình bồn nước

### 2. Mục tiêu bài toán

Thiết kế bộ điều khiển sao cho mức nước trong bồn  $h(t)$  thỏa mãn phương trình sau:

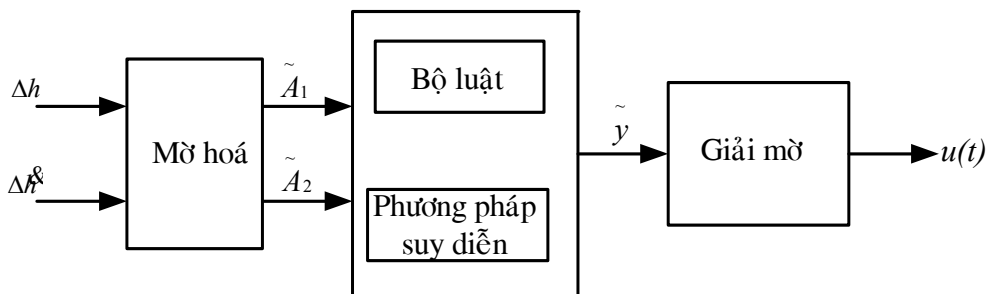
$$\lim_{t \rightarrow \infty} (h(t) - h_d(t)) = 0 \quad (2)$$

Trong đó:  $h(t)$  là mức nước hiện tại của bồn

$h_d(t)$  là mức nước đặt của bồn

### 3. Thiết kế bộ điều khiển mờ

Bộ điều khiển mờ được thiết kế có sơ đồ khối như sau:



Hình 2: Sơ đồ khối của bộ điều khiển

Với:  $\Delta h$  là biến ngõ vào sai lệch được xác định theo công thức:

$$\Delta h = h(t) - h_d(t) \quad (3)$$

$\Delta \dot{h}$  là đạo hàm bậc nhất của  $\Delta h$

#### 3.1. Biến đầu vào

Để xây dựng bộ điều khiển mờ, trước tiên ta xác định các biến đầu vào, miền giá trị vật lý tương ứng cũng như các hàm liên thuộc của chúng.

- Biến đầu vào giá trị sai lệch

- Miền giá trị vật lý ngõ vào: [ 0;20]

- Số giá trị mờ: 5

- Dạng hàm liên thuộc: Dạng hàm tam giác.

Miền giá trị vật lý được chọn dựa vào chiều cao lớn của bồn. Trong khoảng giá trị này ta chia ra làm 5 khoảng tương ứng với 5 hàm liên thuộc của tập mờ, 5 hàm liên thuộc được đặt tên là: MOT, HAI, BA, BON, NAM, tương ứng với 5 mức lớn dần của mức sai lệch. Việc lựa chọn hàm liên thuộc là hàm tam giác sẽ thuận lợi cho việc lập trình.

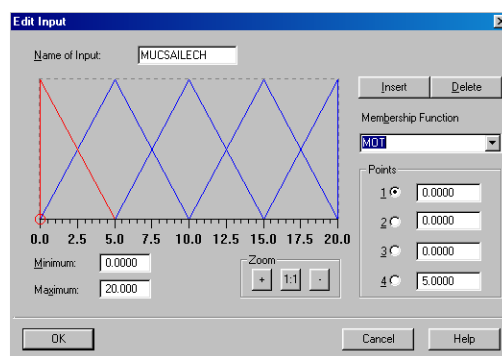
- Biến đầu vào đạo hàm giá trị sai lệch.

- Miền giá trị vật lý: [ -1,5;1,5]

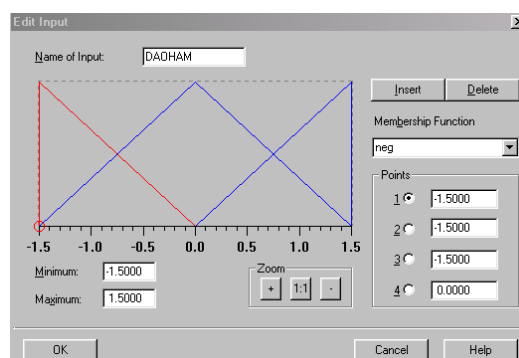
- Số giá trị mờ: 3

- Dạng hàm liên thuộc: Dạng hàm tam giác.

Khoảng giá trị của đạo hàm trong khoảng từ  $-1,5$  đến  $1,5$  căn cứ vào giá trị sai số lớn nhất trong một lần lấy mẫu. Trong khoảng từ  $-1,5$  đến  $1,5$  ta chia làm ba giá trị tương ứng với 3 hàm liên thuộc là: NEG (giảm); ZERO (không đổi); POS (tăng).



Hình 3: Biến ngõ vào mức sai lệch



Hình 4: Biến ngõ vào đạo hàm mức sai lệch

### 3.2. Biến đầu ra

- Miền giá trị vật lý biến ngõ ra: [ 0;10]
- Số giá trị mờ: 9
- Dạng hàm liên thuộc: Dạng hàm Singleton.

Biến đầu ra là tín hiệu ngõ ra của bộ điều khiển được chia ra làm 9 mức từ thấp đến cao, mức lớn nhất tương ứng với lưu lượng vào lớn nhất. Biến ngôn ngữ cho mỗi mức để dễ nhớ ta lấy là MỘT, HAI..... CHÍN. (Hình 5).

### 3.3. Xây dựng luật hợp thành

Luật mờ được xây dựng dựa trên kinh nghiệm làm việc của hệ thống khi đáp ứng yêu cầu điều khiển; luật chủ yếu dựa trên mệnh đề:

NẾU.....VÀ NẾU...THÌ....VÀ THÌ....

Vì có 2 ngõ vào, một ngõ với 5 hàm liên thuộc, 1 ngõ với 3 hàm liên thuộc. Do đó sẽ có 15 trường hợp xảy ra tức sẽ có 15 kết quả được thực hiện

Các luật mờ được khai báo như sau:

Nếu MUCSAILECH là MỘT và DAOHAM là NEG thì T\_HIEU\_DK ở mức HAI.

Nếu MUCSAILECH là HAI và DAOHAM là NEG thì T\_HIEU\_DK ở mức BỐN.

Nếu MUCSAILECH là BA và DAOHAM là NEG thì T\_HIEU\_DK ở mức SÁU.

Nếu MUCSAILECH là BỐN và DAOHAM là NEG thì T\_HIEU\_DK ở mức TÁM.

Nếu MUCSAILECH là NĂM và DAOHAM là NEG thì T\_HIEU\_DK ở mức CHÍN.

Nếu MUCSAILECH là MỘT và DAOHAM là ZERO thì T\_HIEU\_DK ở mức MỘT

Nếu MUCSAILECH là HAI và DAOHAM là ZERO thì T\_HIEU\_DK ở mức BA.

Nếu MUCSAILECH là BA và DAOHAM là ZERO thì T\_HIEU\_DK ở mức NĂM.

Nếu MUCSAILECH là BỐN và DAOHAM là ZERO thì T\_HIEU\_DK ở mức BẢY.

Nếu MUCSAILECH là NĂM và DAOHAM là ZERO thì T\_HIEU\_DK ở mức CHÍN.

Nếu MUCSAILECH là MỘT và DAOHAM là POS thì T\_HIEU\_DK ở mức MỘT.

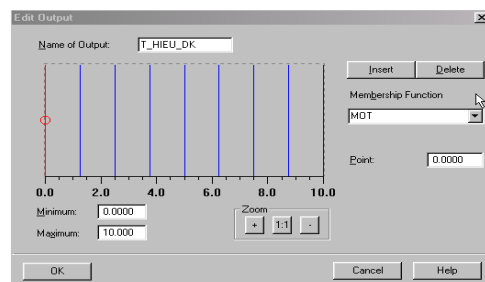
Nếu MUCSAILECH là HAI và DAOHAM là POS thì T\_HIEU\_DK ở mức HAI.

Nếu MUCSAILECH là BA và DAOHAM là POS thì T\_HIEU\_DK ở mức BỐN.

Nếu MUCSAILECH là BỐN và DAOHAM là POS thì T\_HIEU\_DK ở mức SÁU.

Nếu MUCSAILECH là NĂM và DAOHAM là POS thì T\_HIEU\_DK ở mức TÁM.

Chúng ta có 2 ngõ vào, một ngõ với 5 hàm liên thuộc, 1 ngõ với 3 hàm liên thuộc. Do đó sẽ có 15 trường hợp xảy ra tức sẽ có 15 kết quả được thực hiện (Hình 6)



Hình 5: Biến ngõ ra

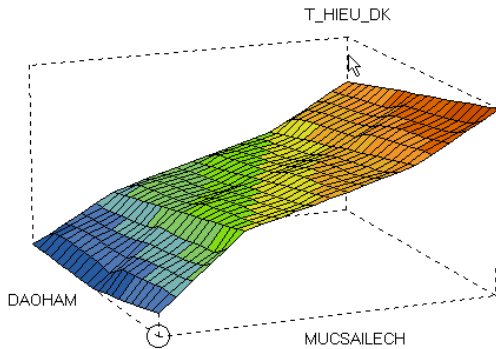
1	2	3	4	5	6	7	8	9
MUCSAILECH	n, big	n, big	n, small	n, small	zero	zero	zero	zero
DAOHAM	pos	neg	zero	pos	zero	neg	pos	neg
T_HIEU_DK	MOT	HAI	MOT	BA	BỐN	NĂM	BỐN	NĂM
								SÁU

Hình 6: Luật hợp thành

### 3.4. Chọn phương pháp suy diễn và phương pháp giải mờ

- Chọn phương pháp suy diễn MAX-MIN.
- Giải mờ bằng phương pháp điểm trọng tâm.

Kết quả ta có mặt điều khiển như sau:

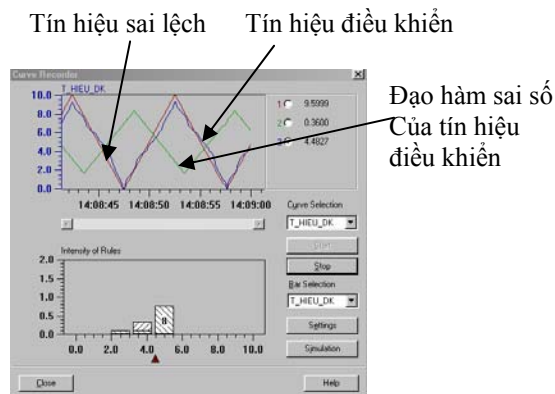


Hình 7: Mặt điều khiển

## III. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG VÀ THÍ NGHIỆM

Sử dụng phần mềm Fuzzy Control Parameter Assignment mô phỏng kết quả với các thông số:

Tín hiệu sai số và đạo hàm là xung tam giác. Sử dụng PLC S7-300 CPU 315-2DP để viết chương trình điều khiển bồn nước có tiết diện  $A = 400\text{mm}^2$ , sử dụng Van tuyến tính 6023 của Burkert, cảm biến đo lưu lượng 8023 của Burkert kết quả như sau:

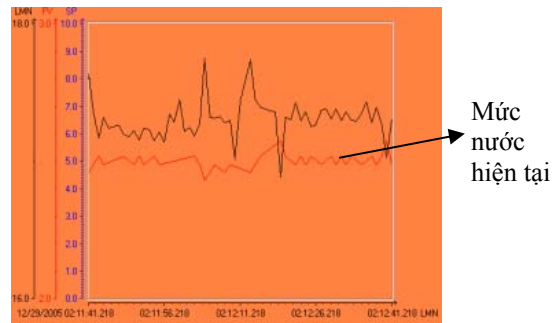


Hình 7. Kết quả mô phỏng



Hình 8. Mô hình thực nghiệm

Kết quả thực nghiệm với giá trị mức nước là 5 cm, giá trị nhiễu là tác động mở Van xả với những góc mở khác nhau.



Hình 9: Kết quả thực nghiệm

## IV. KẾT LUẬN

Bộ điều khiển mờ tỏ ra khá hiệu quả trong việc điều khiển mức, tín hiệu điều khiển bám sát và biến thiên cùng qui luật với giá trị sai lệch (hình 7). Theo kết quả thí nghiệm (hình 9), dùng bộ điều khiển mờ để điều khiển các đối tượng mà không cần mô hình toán chính xác, yêu cầu đặt ra (2) của bài toán đã được giải quyết. Dự kiến trong tương lai, bộ điều khiển mờ sẽ thay thế bộ điều khiển PID mà hệ thống điều khiển quá trình phòng thí nghiệm Cơ điện tử đang sử dụng, vì vấn đề tìm các thông số PID bằng phương pháp thực nghiệm rất khó khăn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Thân Ngọc Hoàn, Hoàng Đức Tuấn, The sixth Viet Nam conference on automation, Hội nghị quốc lần thứ VI về tự động hóa (2005) trang 233

[2]. Huỳnh Thái Hoàng, Nguyễn Thúc Loan, Nguyễn Thị Phương Hà, The sixth Viet Nam conference on automation, Hội nghị quốc lần thứ VI về tự động hóa (2005) trang 239

[3] Nguyễn Doãn Phước, Phan Xuân Minh, Vũ Văn Hà, Tự động hóa với

Simatic S7-300, Nhà Xuất bản khoa học kỹ thuật

[4] Võ lâm Chương, Nghiên cứu luật ứng xử cho robot tự hành dựa trên lý thuyết điều khiển mờ và mờ thích nghi, Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Bách Khoa Tp. Hồ Chí Minh

[5] Y. Song, A.T.Jonhs, (1997) Applications of Fuzzy logic in Power systems, Power Engineering Joournal