

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

ĐÀO HỒNG CẨM MƠ

**NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN ỔN  
ĐỊNH NHIỆT ĐỘ BÌNH BAO HƠI BẰNG BỘ ĐIỀU KHIỂN  
MỜ LAI**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**  
*CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA*

**Thái Nguyên - 2014**

## LỜI NÓI ĐẦU

Tự động hoá đóng vai trò cực kỳ quan trọng trong hầu hết các ngành sản xuất của nền kinh tế hiện đại. Đặc biệt là công nghiệp và sản xuất điện năng. Hệ thống điều chỉnh tự động đóng một vai trò then chốt trong việc nâng cao hiệu quả kinh tế và đảm bảo chất lượng sản phẩm đồng thời giải phóng sức lao động của con người.

Với sự phát triển của công nghệ tự động hóa điều khiển quá trình, đặc biệt với việc điều khiển bằng bộ điều khiển mờ lai là thiết bị điều khiển tự động trong đó gồm bộ điều khiển kinh điển và bộ điều khiển mờ đem lại nhiều thành tựu trong nhiều lĩnh vực. Với đối tượng điều khiển là bình bao hơi trong nhà máy nhiệt điện thì đã có những nghiên cứu ứng dụng điều khiển tự động mực nước bình bao hơi hay áp suất bình. Tuy nhiên về phần ổn định nhiệt độ thì còn cần phải nghiên cứu nhằm cải thiện chất lượng điều khiển, điển hình là áp dụng bộ điều khiển mờ lai.

Với những kiến thức của mình cùng sự tìm tòi nghiên cứu và hướng dẫn của PGS.TS Nguyễn Như Hiền tôi đã tiến hành nghiên cứu đề tài **“Nâng cao chất lượng hệ thống điều khiển ổn định nhiệt độ bình bao hơi bằng bộ điều khiển mờ lai”**.

Trong quá trình thực hiện đề tài tôi đã nhận được sự giúp đỡ nhiệt tình của các thầy, cô giáo trong khoa Điện của trường ĐH Kỹ thuật Công nghiệp thuộc ĐH Thái Nguyên. Đặc biệt là dưới sự hướng dẫn và góp ý của thầy **PGS.TS. Nguyễn Như Hiền** đã giúp cho đề tài hoàn thành mang tính khoa học cao. Tôi xin chân thành cảm ơn sự giúp đỡ quý báu của các thầy, cô.

Do thời gian, kiến thức, kinh nghiệm và tài liệu tham khảo còn hạn chế nên đề tài khó tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy, cô giáo để tôi tiếp tục nghiên cứu, hoàn thiện hơn nữa trong quá trình công tác sau này.

**Học viên**

**Đào Hồng Cẩm Mơ**

## LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: Đào Hồng Cẩm Mơ

Sinh ngày: 14 tháng 9 năm 1988

Học viên lớp cao học khoá 14 - Tự động hoá 01

Trường Đại học Kỹ Thuật Công Nghiệp Thái Nguyên – Đại học Thái Nguyên.

Hiện đang công tác tại Công ty TNHH Yamaha Motor Vietnam.

Tôi cam đoan toàn bộ nội dung trong luận văn do tôi làm theo định hướng của giáo viên hướng dẫn, không sao chép của người khác.

Các phần trích lục các tài liệu tham khảo đã được chỉ ra trong luận văn.

Nếu có gì sai tôi hoàn toàn chịu trách nhiệm.

**Tác giả luận văn**

Đào Hồng Cẩm Mơ

## MỤC LỤC

<b>NỘI DUNG.....</b>	<b>TRANG</b>
LỜI NÓI ĐẦU.....	i
LỜI CAM ĐOAN.....	ii
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ.....	vi
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	viii
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT.....	viii
MỞ ĐẦU .....	1
1. Tính cấp thiết của đề tài.....	1
2. Mục tiêu của luận văn.....	2
3. Kết quả thực nghiệm của luận văn.....	2
4. Nội dung luận văn.....	2
CHƯƠNG 1 .....	3
NGHIÊN CỨU VỀ HỆ THỐNG Lò HƠI CỦA NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN.....	3
1.1. TỔNG QUAN VỀ NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN.....	3
1.1.1. Nguyên lý hoạt động của nhà máy nhiệt điện .....	3
1.1.2. Chu trình nhiệt trong nhà máy nhiệt điện .....	4
1.1.3. Lò hơi nhà máy nhiệt điện .....	5
1.2. NGHIÊN CỨU VỀ HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH NHIỆT ĐỘ HƠI QUÁ NHIỆT BÌNH BAO HƠI TRONG NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN .....	12
1.2.1. Đặt vấn đề .....	12
1.2.2. Bộ quá nhiệt và các thiết bị liên quan trong hệ thống .....	13
1.3. KẾT LUẬN CHƯƠNG 1 .....	22
CHƯƠNG 2.....	24
MÔ TẢ TOÁN HỌC CHO ĐỐI TƯỢNG NHIỆT ĐỘ TRONG .....	24
LÒ HƠI NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN .....	24
2.1. KHÁI QUÁT CHUNG.....	24
2.2. MÔ TẢ TÓÁN HỌC CHO CÁC THÀNH PHẦN TRONG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ Lò HƠI NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN.....	26
2.2.1. Cấu trúc tổng quát một hệ điều khiển quá trình .....	26
2.2.2. Hàm truyền của hệ thống.....	32
2.3. KẾT LUẬN CHƯƠNG 2.....	33
CHƯƠNG 3.....	34

THIẾT KẾ ĐIỀU KHIỂN NHIỆT CHO LÒ HƠI NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN.....	34
3.1. GIỚI THIỆU CHUNG .....	34
3.1.1. Bộ điều khiển PID.....	34
3.1.2. Chọn luật điều khiển PID .....	36
3.1.3. Phương pháp tối ưu độ lớn .....	38
3.2. ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG HỆ THỐNG BẰNG MÔ PHỎNG TRÊN MATLAB-SIMULINK .....	41
3.2.1. Cấu trúc mô phỏng.....	41
3.3.2. Các kết quả mô phỏng .....	41
3.3. ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG THỆ THỐNG BẰNG THỰC NGHIỆM .....	42
3.3.1. Cấu hình thực nghiệm về điều khiển mức tại trung tâm thí nghiệm ....	42
3.3.2. Giới thiệu về mô hình thực nghiệm .....	45
3.3.3. Các kết quả thực nghiệm .....	48
3.3.4. So sánh với kết quả mô phỏng.....	48
CHƯƠNG 4.....	49
THIẾT KẾ ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ CHO LÒ HƠI .....	49
NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN BẰNG BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ LAI .....	49
4.1. CẤU TRÚC MỘT BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ .....	49
4.1.1. Mờ hoá .....	49
4.1.2. Giải mờ .....	50
4.1.3. Khôi luật mờ và khôi hợp thành .....	51
4.1.3.1. Các bước xây dựng luật hợp thành khi có nhiều điều kiện .....	52
4.2. CÁC BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ.....	53
4.2.1. Bộ điều khiển mờ tĩnh .....	53
4.2.2. Bộ điều khiển mờ động.....	54
4.2.3. Điều khiển mờ lai.....	55
4.3. THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ LAI.....	58
4.3.1. Đặt vấn đề .....	58
4.3.2. Mờ hoá .....	58
4.3.3. Sơ đồ mô phỏng.....	59
4.3.4. Kết quả mô phỏng.....	59
4.4. KẾT LUẬN CHƯƠNG 4.....	60
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	61

## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

TÊN CÁC HÌNH VẼ.....	TRANG
Hình 1.1: Sơ đồ vòng tuần hoàn kín hơi nước trong nhà máy nhiệt điện .....	4
Hình 1.2: Sơ đồ cấu tạo của lò hơi có bao hơi .....	6
Hình 1.3: Sơ đồ bố trí bộ quá nhiệt .....	14
Hình 1.5: Bố trí bộ giảm ôn ở đầu vào .....	15
Hình 1.4: Bố trí bộ giảm ôn ở cuối.....	15
Hình 1.6 : Giảm ôn bề mặt .....	15
Hình 1.7 : Ảnh hưởng phụ tải đến nhiệt độ hơi quá nhiệt .....	17
Hình 1.8: Đặc tính động của hơi quá nhiệt.....	18
Hình 1.9 : Điều chỉnh nhiệt độ dùng cơ cấu điều chỉnh góc phun nhiên liệu nhiệt .....	20
Hình 1.10 : Điều chỉnh nhiệt độ dùng cơ cấu điều chỉnh lưu lượng giữa các ống phun nhiên liệu .....	20
Hình 1.11: Sơ đồ cấu trúc hệ hai vòng điều khiển nhiệt độ hơi quá nhiệt. ....	22
Hình 2.1: Sơ đồ khối một vòng của hệ thống điều khiển quá trình.....	26
Hình 2.2: Cấu trúc cơ bản của một thiết bị đo quá trình .....	26
Hình 2.3: Cấu trúc cơ bản của thiết bị chấp hành .....	29
Hình 2.4: Cấu trúc tiêu biểu của một van cầu khí nén .....	29
Hình 2.5: Biểu tượng và ký hiệu cho kiểu tác động của van điều khiển.....	31
Hình 2.6 : Sơ đồ cấu trúc hệ điều khiển nhiệt độ hơi quá nhiệt. ....	33
Hình 3.1: Bộ điều khiển theo quy luật PID .....	34
Hình 3.2: Dải tần số mà ở đó có biên độ hàm đặt tính bằng 1, càng rộng càng tốt .....	39
Hình 3.3: Sơ đồ cấu trúc hệ thống điều khiển nhiệt cho lò hơi nhà máy nhiệt điện ...	40
Hình 3.4: Cấu trúc mô phỏng hệ thống điều khiển nhiệt lò hơi .....	41
Hình 3.5a: Kết quả mô phỏng hệ thống điều khiển nhiệt lò hơi khi không có nhiễu... 41	41
Hình 3.5b: Kết quả mô phỏng hệ thống điều khiển nhiệt cho lò hơi khi có nhiễu..... 42	42
Hình 3.6: Cấu trúc thực nghiệm ổn định nhiệt độ bình bao hơi .....	42
Hình 3.7: Bình mức trong thí nghiệm điều khiển nhiệt độ.....	43
Hình 3.8: Van điều khiển để ổn định nhiệt độ.....	43
Hình 3.9: Giao diện trong thí nghiệm ổn định nhiệt độ .....	44
Hình 3.10: Giao diện kết quả thí nghiệm điều khiển nhiệt độ lò hơi .....	44

Hình 3.11: Kết quả thí nghiệm hệ thống điều khiển nhiệt cho lò hơi .....	48
Hình 4.1: Cấu trúc bộ điều khiển mờ cơ bản.....	49
Hình 4.2: Phương pháp giải mờ cực đại.....	50
Hình 4.3: Giải mờ theo điểm trọng tâm.....	51
Hình 4.4: Bộ điều khiển mờ lai có khâu tiền xử lý mờ .....	56
Hình 4.5: Hệ mờ với bộ lọc mờ cho tín hiệu chủ đạo x .....	56
Hình 4.6: Cấu trúc hệ mờ lai Cascade .....	57
Hình 4.7: Chọn bộ điều khiển thích nghi bằng khóa mờ.....	57
Hình 4.7: Sự phân bố các hàm liên thuộc của đầu vào .....	58
Hình 4.8: Cấu trúc hệ điều khiển mờ lai.....	59
Hình 4.9: Đặc tính điều khiển nhiệt độ.....	59

## DANH MỤC CÁC BẢNG

Tên các bảng	Trang
Bảng 1: Các bộ phận chính của lò hơi	7
Bảng 2: Các thiết bị phòng thí nghiệm	48

## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

KÝ HIỆU	Ý NGHĨA
D	Sản lượng hơi
x	Tín hiệu chủ đạo
E	Sai lệch
y	Tín hiệu ra
SP	Giá trị đặt
ĐK	Điều khiển
ĐL	Đo lường
PID	Bộ điều khiển tỷ lệ, tích phân, vi phân
F-PID	Bộ điều khiển mờ lai
PLC/DCS	Bộ điều khiển logic mờ/ Bộ điều khiển phân tán
CPU	Khối xử lý trung tâm
PS	Khối nguồn



## MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài

Đối với nhà máy nhiệt điện thì hệ thống điều chỉnh tự động đóng một vai trò then chốt trong quá trình sản điện năng. Điều chỉnh tự động nhằm nâng cao hiệu suất của nhà máy bằng cách lựa chọn thông số của bộ điều chỉnh sao cho phù hợp, chế độ làm việc tối ưu của thiết bị theo thông số đã quy định. Trong nhà máy nhiệt điện thì quá trình nhiệt đóng một vai trò chủ yếu. Các quá trình nhiệt trong nhà máy nhiệt điện rất đa dạng và luôn thay đổi do ảnh hưởng của nhiên liệu, của chất lượng nước, chế độ của không khí, đặc biệt là chế độ làm việc không ổn định của các thiết bị chịu nhiệt do vận hành lâu dài. Do đó các thông số của công nghệ sẽ thay đổi trong một dải rộng, làm suy giảm hiệu suất của các thiết bị trong nhà máy so với thiết kế ban đầu. Gây ra sự cố dẫn đến hỏng hóc và phá hủy thiết bị, làm cho chu trình nhiệt không thể thực hiện được ở chế độ bình thường. Do đó vấn đề điều chỉnh các thông số của quá trình nhiệt trong nhà máy là hết sức quan trọng.

Với sự phát triển của công nghệ tự động hóa điều khiển quá trình, với nền tảng cơ bản là thuật toán điều khiển PID kinh điển, sau đó là các thuật toán PID tự chỉnh, PID logic mờ, thuật toán điều khiển tối ưu... Xong việc nghiên cứu tìm hiểu các thuật toán điều khiển vẫn là đề tài nhiều người, nhiều ngành nghiên cứu và mang tính thời sự cao. Điều này cho phép tìm hiểu cặn kẽ và chân thực bản chất của các thuật toán ứng dụng trong điều khiển. Tìm được ưu nhược điểm của nó để từ đó hạn chế được những mặt yếu và phát huy những mặt mạnh nhằm nâng cao chỉ tiêu chất lượng theo yêu cầu.

Xuất phát từ yêu cầu thực tế và của bản thân là nâng cao hiểu biết về điều khiển ổn định nhiệt độ phục vụ cho điều khiển nhiệt độ bộ phận sơn nhựa tại công ty Yamaha. Đồng thời nhằm đóng góp thiết thực cho công cuộc công nghiệp hóa hiện đại hóa đất nước nói chung và trong trong lĩnh vực điện tự động hóa nói riêng. Đặc biệt với việc điều khiển bằng bộ điều khiển mờ lai là thiết bị điều khiển tự động trong đó gồm bộ điều khiển kinh điển và bộ điều khiển mờ đem lại nhiều thành tựu trong nhiều lĩnh vực. Với đối tượng điều khiển là bình bao hơi trong các nhà máy nhiệt điện thì đã có những nghiên cứu ứng dụng điều khiển tự động mực nước bình bao hơi hay áp suất bình. Tuy nhiên về phần ổn định nhiệt độ thì còn cần phải nghiên cứu nhằm cải thiện chất lượng điều khiển, điển hình là áp dụng bộ điều khiển mờ lai.

Từ yêu cầu của thực tiễn đòi hỏi nâng cao chất lượng quá trình điều khiển công với sự tìm tòi nghiên cứu của mình và hướng dẫn của PGS.TS Nguyễn Như Hiến tôi xin tiến hành nghiên cứu đề tài **“Nâng cao chất lượng hệ thống điều khiển ổn định nhiệt độ bình bao hơi bằng bộ điều khiển mờ lai”**.

## **2. Mục tiêu của luận văn**

Cơ sở nghiên cứu hệ thống ổn định nhiệt độ bình bao hơi bằng bộ điều khiển kinh điển PID, qua khảo sát bằng mô phỏng và thực nghiệm chỉ ra được các hạn chế của phương pháp điều khiển này.

Để khắc phục các nhược điểm của bộ điều khiển kinh điển, dựa trên cơ sở logic mờ, luận văn đề xuất thiết kế bộ điều khiển thông minh sử dụng bộ điều khiển mờ lai. Bước đầu tiến hành kiểm nghiệm bộ điều khiển mới bằng phần mềm mô phỏng trên Matlab - Simulink.

## **3. Kết quả thực nghiệm của luận văn**

Nghiên cứu hệ thống điều khiển nhiệt độ của lò hơi bằng lý thuyết và kiểm nghiệm bằng mô phỏng trong miền thời gian ảo là công việc trước đây của một luận văn cao học. Ngày nay, yêu cầu học đi đôi với hành, lý luận gắn với thực tiễn, luận văn cao học cần được kiểm chứng bằng thực nghiệm trong miền thời gian thực. Đây là một yêu cầu mới về nâng cao chất lượng đào tạo của nhà trường. Việc áp dụng sáng tạo các mô hình thí nghiệm sẵn có của nhà trường vào công việc thực nghiệm của luận văn đã đạt kết quả tốt. Kết quả thí nghiệm đã chứng tỏ rằng nghiên cứu hệ thống điều khiển nhiệt độ của lò hơi của đề tài này bằng lý thuyết và mô phỏng còn có khoảng cách so với thực tế và nhờ có thí nghiệm nên có cơ sở vững chắc để điều chỉnh lại thông số bộ điều khiển đáp ứng yêu cầu của hệ thống và làm nền tảng cho thiết kế nâng cao chất lượng cho hệ thống.

## **4. Nội dung luận văn**

Với mục tiêu đặt ra, nội dung luận văn bao gồm các chương sau:

Chương 1: Nghiên cứu về hệ thống lò hơi của nhà máy nhiệt điện

Chương 2: Mô tả toán học cho đối tượng nhiệt độ trong lò hơi nhà máy nhiệt điện

Chương 3: Thiết kế điều khiển nhiệt độ cho lò hơi nhà máy nhiệt điện

Chương 4: Thiết kế điều khiển nhiệt độ cho lò hơi nhà máy nhiệt điện bằng bộ điều khiển mờ lai

Kết luận và kiến nghị