

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**



**VƯƠNG XUÂN TRƯỜNG**

**TỐI ƯU HÓA THAM SỐ BỘ ĐIỀU KHIỂN ỨNG  
DỤNG CHO Lò ĐIỆN TRỞ**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa**

**THÁI NGUYÊN 2019**

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**



**VƯƠNG XUÂN TRƯỜNG**

**TỐI ƯU HÓA THAM SỐ BỘ ĐIỀU KHIỂN ỨNG DỤNG  
CHO LÒ ĐIỆN TRỞ**

**Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa**  
**Mã số:**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**KHOA CHUYÊN MÔN  
TRƯỞNG KHOA**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC**

**TS. NGUYỄN THỊ THANH NGA**

**PHÒNG ĐÀO TẠO**

**THÁI NGUYÊN - 2019**

## LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: Vương Xuân Trường

Sinh ngày: 06/03/1992

Học viên lớp cao học **CK20\_TĐH** - Trường Đại học kỹ thuật công nghiệp  
– Đại học Thái Nguyên.

Hiện đang công tác tại: Trường Cao đẳng Nghề số 1 – Bộ Quốc Phòng

Xin cam đoan: Đề tài “**Tối ưu hóa tham số bộ điều khiển ứng dụng cho lò điện trở**” do Cô giáo **TS. Nguyễn Thị Thanh Nga** hướng dẫn là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Tất cả tài liệu tham khảo đều có nguồn gốc, xuất xứ rõ ràng.

Tác giả xin cam đoan tất cả những nội dung trong luận văn đúng như nội dung trong đề cương và yêu cầu của cô giáo hướng dẫn. Nếu sai tôi hoàn toàn chịu trách nhiệm trước hội đồng khoa học và trước pháp luật.

*Thái Nguyên, ngày tháng năm 2019*

TÁC GIẢ LUẬN VĂN

**Wương Xuân Trường**

## LỜI CẢM ƠN

Sau một thời gian nghiên cứu và làm việc nghiêm túc, được sự động viên, giúp đỡ và hướng dẫn tận tình của Cô giáo hướng dẫn **TS. Nguyễn Thị Thanh Nga**, luận văn với đề tài “**Tối ưu hóa tham số bộ điều khiển ứng dụng cho lò điện trở**” đã hoàn thành.

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến:

Cô giáo hướng dẫn **TS. Nguyễn Thị Thanh Nga** đã tận tình chỉ dẫn, giúp đỡ tôi hoàn thành luận văn này.

Khoa sau đại học, các thầy, cô giáo trong Khoa Điện – Trường Đại học kỹ thuật công nghiệp – Đại học Thái Nguyên đã giúp đỡ tôi trong quá trình học tập cũng như thực hiện luận văn.

Tôi xin chân thành cảm ơn bạn bè, đồng nghiệp và gia đình đã động viên, khích lệ, tạo điều kiện giúp đỡ tôi trong quá trình học tập, thực hiện và hoàn thành luận văn này.

TÁC GIẢ LUẬN VĂN

**VƯƠNG XUÂN TRƯỜNG**

## MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN .....	i
LỜI CẢM ƠN .....	iv
MỤC LỤC .....	v
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT .....	vii
DANH MỤC HÌNH VẼ .....	viii
DANH MỤC BẢNG BIỂU .....	x
MỞ ĐẦU .....	xi
CHƯƠNG 1 .....	1
TỔNG QUAN VỀ ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ GIA NHIỆT DỪNG .....	1
ĐIỆN TRỞ .....	1
1.1 Giới thiệu về lò điện trở .....	1
1.1.1 Khái niệm .....	1
1.1.2 Nguyên lý làm việc .....	2
1.1.3. Một số loại cảm biến nhiệt độ .....	7
1.1.4 Ứng dụng .....	8
1.2 Giới thiệu lò điện trở tại phòng Thí nghiệm Bộ môn Tự động hóa .....	9
1.3. Lịch sử nghiên cứu .....	13
1.4. Kết luận chương 1 .....	14
CHƯƠNG 2 .....	15
TỔNG HỢP BỘ ĐIỀU KHIỂN CHO Lò ĐIỆN TRỞ .....	15
2.1. Ý nghĩa của việc xây dựng mô hình toán học [2] .....	15
2.2. Xây dựng mô hình toán học bằng phương pháp thực nghiệm .....	16
2.2.1. Khái niệm xây dựng mô hình toán học bằng thực nghiệm [2] .....	16
2.2.2. Dữ liệu để xây dựng mô hình toán học bằng thực nghiệm .....	17
2.2.3. Một số phương pháp xây dựng mô hình toán bằng thực nghiệm [2] .....	19
2.2.4. Sử dụng System Identification Toolbox trong Matlab .....	21
2.3. Tổng hợp bộ điều khiển .....	27
2.3.1. Phương pháp Ziegler- Nichols 1 .....	29
2.3.2 Phương pháp modul tối ưu đối xứng .....	30
2.4. Kết luận chương 2 .....	33
CHƯƠNG 3 .....	34
TỐI ƯU HÓA THAM SỐ BỘ ĐIỀU KHIỂN CHO Lò ĐIỆN TRỞ .....	34
3.1. Tối ưu hóa tham số bộ điều khiển .....	34
3.1.1. Điều chỉnh thủ công .....	35
3.1.2. Phương pháp Ziegler–Nichols .....	35
3.2. Tối ưu hóa tham số bộ điều khiển sử dụng kỹ thuật Relay Feedback .....	36
3.3. Lựa chọn giải pháp kỹ thuật thực hiện luật điều khiển .....	38

3.3.1. Giới thiệu chung họ PLC S7- 200 .....	39
3.3.2. Giới thiệu chung Modul mở rộng EM235 .....	40
3.3.3 Bộ điều khiển PID của S7-200 .....	43
3.3.4 Bộ phát xung tốc độ cao trên PLC - S7 200 .....	46
3.4. Kết luận chương 3 .....	50
CHƯƠNG 4 .....	51
THỰC NGHIỆM.....	51
4.1 Kết nối các thiết bị thí nghiệm.....	51
4.2. Chương trình thực nghiệm điều khiển .....	52
4.2.1. Bước 1: Cài đặt bộ điều chỉnh PID với tham số có được từ tổng hợp kinh điển .....	52
4.2.2. Bước 2: Tối ưu hóa tham số bộ điều khiển.....	57
4.2.3. Bước 3: Cập nhật tham số tối ưu. ....	58
4.3. Kết quả thực nghiệm .....	63
4.4 Kết luận chương 4.....	65
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	66
Kết luận .....	66
Kiến nghị.....	67
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	68

## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT

TT	Ký hiệu	Diễn giải nội dung đầy đủ
1	ADC	Analog to Digital Converter, chuyển đổi tương tự - số
2	DAC	Digital to Analog Converter, chuyển đổi số-tương tự
3	TBĐK	Thiết bị điều khiển
4	ĐTĐK	Đối tượng điều khiển
5	BĐK	Bộ điều khiển
6	TBĐL	Thiết bị đo lường
7	PLC	Programmable logic controller
8	DCS	Distributed Control System

## DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1. 1 Nguyên lý làm việc của lò điện trở .....	2
Hình 1. 2. Các loại lò điện trở.....	6
Hình 1. 3. Cấu tạo của cảm biến nhiệt độ loại nhiệt kế thủy ngân .....	7
Hình 1. 4 Lò điện trở PU-1 .....	9
Hình 1. 5. Dạng điện áp ra của Bộ biến đổi với điện áp ra là 9V .....	10
Hình 1. 6 Dạng điện áp ra của Bộ biến đổi với điện áp ra là 2.45V .....	10
Hình 1.7. Điện trở và quạt gió của lò điện trở .....	11
Hình 1.8. Mạch khuếch đại tín hiệu nhiệt độ và mạch lực bộ biến đổi .....	12
Hình 1.9. Mạch phát xung điều khiển triac.....	12
Hình 1.10. Cảm biến đo nhiệt độ .....	13
Hình 2.1. Cấu trúc Điều khiển theo nguyên tắc phản hồi .....	15
Hình 2.2. Sơ đồ nguyên lý thu thập dữ liệu lò gia nhiệt .....	17
Hình 2.3 Sơ đồ thu thập dữ liệu nhận dạng.....	17
Hình 2.4. Dữ liệu điện áp (volt) .....	18
Hình 2.5. Dữ liệu nhiệt độ (oC) .....	19
Hình 2.6. Giao diện công cụ System Identification Tool.....	21
Hình 2.7 Chọn nhập dữ liệu trong miền thời gian .....	22
Hình 2.8 Nhập dữ liệu nhận dạng mô hình .....	22
Hình 2.9 Đưa dữ liệu vào Working data và Validation Data.....	23
Hình 2.10. Hình vẽ của bộ dữ liệu theo thời gian .....	23
Hình 2.11. Giao diện Process Models.....	24
Hình 2.12. Lựa chọn mô hình .....	24
Hình 2.13. Kết quả nhận dạng.....	25
Hình 2.14. Đánh giá kết quả nhận dạng mô hình.....	25
Hình 2.15. Giao diện kết quả nhận dạng .....	26
Hình 2.16. Đặc tính quá độ đối tượng.....	27
Hình 2. 17. Cấu trúc bộ điều khiển PID.....	28
Hình 2.18. Sơ đồ cấu trúc bộ điều khiển PID .....	29
Hình 2. 19. Đặc tính quá độ hệ thống với bộ điều khiển tổng hợp bằng phương pháp Ziegler- Nichols 1 .....	30
Hình 2. 20. Tổng hợp bộ điều khiển bằng phương pháp tối ưu đối xứng.....	31
Hình 2. 21 Đặc tính nhiệt độ với BDK bằng phương pháp tối ưu đối xứng.....	32
Hình 3.1. Cấu trúc tối ưu hóa tham số bộ điều khiển .....	36
theo kỹ thuật Relay Feedback .....	36
Hình 3.2. Tín hiệu đặt khi thực hiện tối ưu hóa .....	37



Hình 3.3. Đáp ứng để tính toán tham số cho tối ưu hóa .....	37
Hình 3.4. PLC S7-200.....	39
Hình 3.5. Giao tiếp Modbus giữa các PLC S7-200 .....	40
Hình 3.6. Modul mở rộng tương tự EM235.....	41
Hình 3.7 Sơ đồ khối đầu vào Analog của modul EM235 .....	41
Hình 3.8. Sơ đồ khối đầu ra Analog của modul EM235.....	41
Hình 3.9. Cấu trúc bộ điều khiển PID trên PLC S7 200 .....	43
Hình 3.10. Dạng xung PWM.....	46
Hình 3.11. Lệnh phát xung PWM.....	47
Hình 3.12. Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại xung PWM.....	49
Hình 3.13 Sơ đồ nguyên lý vi mạch ULN2803 .....	49
Hình 3.14. Mạch khuếch đại xung PWM.....	50
Hình 4. 1 Kết nối các thiết bị thí nghiệm .....	52
Hình 4.2. Chọn Mode hoạt động cho Wizard .....	53
Hình 4.3. Lựa chọn PID .....	53
Hình 4.4. Cài đặt các tham số .....	54
Hình 4.5. Lựa chọn dạng tín hiệu vào và ra của PID.....	55
Hình 4.6. Cảnh báo giá trị của tín hiệu phản hồi .....	55
Hình 4.7 Vùng nhớ Wizard sử dụng để cấu hình PID .....	56
Hình 4.8. Đặt tên chương trình mã hóa PID .....	56
Hình 4.9. Tối ưu hóa tham số PID online .....	58
Hình 4.10. Giao diện PID Tune control panel .....	64
Hình 4.11. Đáp ứng nhiệt độ hệ thống.....	64
Hình 4.12. Đáp ứng nhiệt độ hệ khi có nhiễu tác động.....	65

## DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1 Tổng hợp bộ điều khiển theo Ziegler- Nichols.....	29
Bảng 3.1. Chỉnh định thông số bộ điều chỉnh theo phương pháp thử công .....	35
Bảng 3.2. Chỉnh định thông số bộ điều chỉnh theo phương pháp Ziegler–Nichols..	36
Bảng 3.3. Chỉnh định thông số bộ điều chỉnh theo phương pháp Relay Feedback ..	38
Bảng 3.4 Các thành phần modul mở rộng EM235.....	42
Bảng 3.5. Bảng cầu hình đầu vào modul EM235 .....	42
Bảng 3.6. Địa chỉ bộ điều khiển PID trên S7-200.....	43
Bảng 3.7. Bảng điều khiển giá trị xung PWM .....	47
Bảng 3.8. Bảng cầu hình điều khiển xung PWM.....	48