

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

---

**HOÀNG THỊ HẢI YẾN**

**THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN PID THÍCH NGHI, ỨNG DỤNG  
NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG HỆ ĐIỀU KHIỂN QUÁ TRÌNH**

Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa

Mã số : 60520216

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

TS. NGUYỄN VĂN VỸ

THÁI NGUYÊN – NĂM 2015

## LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: Hoàng Thị Hải Yến

Sinh ngày: 16 tháng 8 năm 1989

Học viên lớp cao học khóa 15 - ngành Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa - Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái nguyên – Đại học Thái nguyên

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

Học viên

Hoàng Thị Hải Yến

## LỜI CẢM ƠN

Đầu tiên tác giả xin chân thành gửi lời cảm ơn tới nhà trường, các cô giáo, thầy giáo khoa Điện, bộ môn Tự động hóa và Kỹ thuật điều khiển, khoa sau Đại học trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp cùng các thầy giáo, cô giáo tại trung tâm thí nghiệm của trường đã tạo điều kiện và giúp đỡ tôi trong suốt khóa học và hoàn thành luận văn.

Để thực hiện thành công luận văn là sự hướng dẫn, chỉ bảo tận tình của thầy giáo cán bộ hướng dẫn khoa học TS. Nguyễn Văn Vy , người đã giúp đỡ tận tình, góp ý và cung cấp ý tưởng cũng như chỉ dẫn tài liệu trong suốt quá trình làm luận văn. Tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành nhất tới thầy, cùng các thầy cô giáo trong trường .

Tuy nhiên, do kiến thức và kinh nghiệm có hạn nên luận văn sẽ không tránh khỏi những thiếu sót. Tác giả rất mong muốn nhận được sự chỉ bảo của các thầy giáo, cô giáo và những góp ý của các bạn đồng nghiệp để tác giả tiếp tục hoàn thiện hơn sản phẩm của mình

Thái Nguyên ngày ... tháng 11 năm 2014

Hoàng Thị Hải Yên

## MỤC LỤC

Lời cam đoan.....	i
Lời cảm ơn .....	ii
Danh mục các ký hiệu, các chữ viết tắt.....	v
Danh mục các bảng biểu .....	vi
Danh mục các hình vẽ đồ thị.....	vi
MỞ ĐẦU .....	1
CHƯƠNG 1 .....	4
TỔNG QUAN VỀ ĐIỀU KHIỂN QUÁ TRÌNH.....	4
1.1 VAI TRÒ VÀ NHIỆM VỤ CỦA ĐIỀU KHIỂN QUÁ TRÌNH.....	5
1.1.1 Khái niệm về quá trình và điều khiển quá trình.....	5
1.1.2 Vai trò của điều khiển quá trình trong công nghiệp. ....	5
1.1.3 Nhiệm vụ của điều khiển quá trình trong công nghiệp.....	6
1.2 HỆ ĐIỀU KHIỂN QUÁ TRÌNH .....	7
1.2.1 Sơ đồ cấu trúc của hệ điều khiển quá trình .....	7
1.2.2 Các phần tử trong hệ điều khiển quá trình .....	8
1.2.2.1 Thiết bị điều khiển .....	8
1.2.2.2 Thiết bị đo .....	9
1.2.2.3 Thiết bị chấp hành.....	13
1.3 CÁC BỘ ĐIỀU KHIỂN TRONG ĐIỀU KHIỂN QUÁ TRÌNH.....	15
1.3.1 Bộ điều khiển PID tương tự ( PID kinh điển).....	15
1.3.1.1 Bộ điều chỉnh tỉ lệ P.....	15
1.3.1.2 Bộ điều chỉnh tích phân I.....	16
1.3.1.3 Bộ điều chỉnh vi phân D. ....	18
1.3.1.4 Bộ điều khiển tỷ lệ - tích phân PI .....	18
1.3.1.5 Bộ điều khiển PID.....	20
1.3.2 Bộ điều khiển PID số .....	22
1.3.3 Bộ điều khiển PID thích nghi.....	25
1.4 KẾT LUẬN CHƯƠNG 1 .....	27
CHƯƠNG 2 .....	28
THIẾT KẾ BỘ PID ĐIỀU KHIỂN QUÁ TRÌNH.....	28
2.1 LỰA CHỌN VÀ MÔ TẢ TOÁN HỌC CHO QUÁ TRÌNH .....	29

2.1.1	Lựa chọn đối tượng điều khiển .....	29
2.1.2	Cấu trúc hệ thống điều khiển áp suất bình bao hơi .....	31
2.1.3	Mô tả toán học cho đối tượng .....	32
2.1.4	Xây dựng hàm truyền cho các thành phần của hệ thống .....	34
2.1.4.1	Thiết bị đo .....	34
2.1.4.2	Thiết bị chấp hành.....	37
2.1.4.3	Bình bao hơi.....	42
2.1.5	Hàm truyền của hệ thống .....	44
2.2	TỔNG HỢP BỘ ĐIỀU KHIỂN PID .....	45
2.2.1	Các phương pháp tổng hợp PID.....	46
2.2.1.1	Tổng hợp bộ điều khiển trên cơ sở hàm quá độ $h(t)$ .....	46
2.2.1.2	Tổng hợp bộ điều khiển PID ở miền tần số.....	48
2.2.2	Tổng hợp bộ điều khiển áp suất bao hơi .....	51
2.3	ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG BẰNG MÔ PHỎNG.....	52
2.3.1	Sơ đồ mô phỏng bằng Matlab – Simulink .....	52
2.3.2	Các kết quả mô phỏng.....	52
2.4	ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG BẰNG THỰC NGHIỆM.....	55
2.4.1	Cấu hình thực nghiệm về điều khiển áp suất .....	55
2.4.2	Giới thiệu về mô hình thực nghiệm .....	57
2.4.3	Các kết quả thực nghiệm.....	60
2.4.4	So sánh với kết quả mô phỏng .....	61
2.5.	KẾT LUẬN CHƯƠNG 2 .....	62
	CHƯƠNG 3 .....	64
	THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN PID THÍCH NGHI .....	64
3.1	ĐẶT VẤN ĐỀ .....	64
3.2	TỔNG HỢP BỘ ĐIỀU KHIỂN PID THÍCH NGHI.....	67
3.2.1	Sơ đồ cấu trúc của hệ điều khiển PID thích nghi.....	68
3.2.2	Tính toán tham số của bộ điều khiển .....	68
3.3	ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG HỆ THỐNG .....	73
3.3.1	Mô phỏng hệ thống .....	73
3.3.2	Kết quả mô phỏng .....	74
3.3.3	Đánh giá kết quả mô phỏng .....	79
3.4	KẾT LUẬN CHƯƠNG 3 .....	79

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ..... 80

Tài liệu tham khảo..... 81

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

Các ký hiệu:

STT	Ký hiệu	Diễn giải nội dung đầy đủ
1	X(t)	Tín hiệu vào của hệ thống còn gọi là tín hiệu đặt
2	Y(t)	Tín hiệu đầu ra của hệ thống
3	U(t)	Tín hiệu điều khiển tác động lên đối tượng
4	C(t)	Tín hiệu phản hồi
5	S	Đối tượng
6	I	Khâu nhận dạng
7	TT	Thiết bị tính toán
8	A	Cơ cấu thích nghi
9	SISO	Tín hiệu có một đầu vào và một đầu ra
10	QT	Quá trình được điều khiển
11	CH	Cơ cấu chấp hành
12	ĐK	Thiết bị điều khiển
13	TBD	Thiết bị đo
14	SP	Giá trị đặt
15	CO	Tín hiệu điều khiển
16	MV	Biến điều khiển
17	CV	Biến được điều khiển
18	PM	Tín hiệu đo
19	$K_p$	Hệ số khuếch đại
20	$K_I$	Hệ số tích phân
21	$K_D$	Hệ số vi phân

### Các chữ viết tắt

STT	Ký hiệu	Diễn giải nội dung đầy đủ
1	FC	<i>Fail- closed-</i> van đóng an toàn
2	AO	<i>Air-to-open-</i> van đóng an toàn
3	FO	<i>Fail-open-</i> van mở an toàn
4	AC	<i>Air-to-close-</i> van mở an toàn
5	PID	Bộ điều khiển tỉ lệ vi tích phân
6	Measurementdevice	Thiết bị đo
7	Sensor	Cảm biến
8	Sensor element	Phần tử cảm biến, đầu đo
9	Singnal conditioning	Điều hòa tín hiệu
10	Transmitter	Bộ chuyển đổi đo chuẩn
11	Transducer	Bộ chuyển đổi theo nghĩa rộng

### DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

Số hiệu	Nội dung bảng biểu	Trang
Bảng 1.1	Thang đo nhiệt độ	10
Bảng 2.1	Danh mục các thiết bị thực nghiệm	56

### DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

Số hiệu	Nội dung	Trang
Hình 1.1	Sơ đồ khối hệ thống điều khiển quá trình	7
Hình 1.2	Cấu trúc cơ bản của một thiết bị đo quá trình	9
Hình 1.3	Cấu trúc cơ bản của một thiết bị chấp hành	14
Hình 1.4	Sơ đồ khối bộ điều chỉnh tỉ lệ	15

Hình 1.5	Sơ đồ khối bộ điều chỉnh tích phân	16
Hình 1.6	Sơ đồ khối bộ điều chỉnh vi phân	17
Hình 1.7	Các đặc tính của quy luật điều chỉnh tỉ lệ tích phân	19
Hình 1.8	Sơ đồ khối của bộ điều khiển PID tương tự	20
Hình 1.9	Sơ đồ khối bộ điều khiển số	24
Hình 1.10	Sơ đồ cấu trúc bộ điều khiển PID thích nghi	26
Hình 2.1	Sơ đồ khối một vòng của hệ điều khiển quá trình	31
Hình 2.2	Cấu trúc cơ bản của một thiết bị đo quá trình	34
Hình 2.3	Một số hình ảnh thiết bị đo công nghiệp	35
Hình 2.4	Cấu trúc cơ bản của một thiết bị chấp hành	37
Hình 2.5	Cấu trúc tiêu biểu của một van cầu khí nén	38
Hình 2.6	Biểu tượng và ký hiệu cho kiểu tác động của van điều khiển	39
Hình 2.7	Bao hơi nhà máy nhiệt điện	42
Hình 2.8	Cấu trúc mô tả toán học của toàn hệ thống	44
Hình 2.9	Đồ thị quá độ	46
Hình 2.10	Sơ đồ hệ thống điều khiển	48
Hình 2.11	Sơ đồ cấu trúc hệ thống điều khiển áp suất bao hơi nhà máy nhiệt điện	50
Hình 2.12	Cấu trúc mô phỏng điều khiển áp suất bao hơi	51
Hình 2.13	Áp suất hệ thống bao hơi với bộ điều khiển PID (áp suất 1,7at)	52
Hình 2.14	Áp suất hệ thống bao hơi với bộ điều khiển PID (áp suất 1,7at xuống 1,2at)	53
Hình 2.15	Cấu trúc thí nghiệm điều khiển áp suất bao hơi	54
Hình 2.16	Bình mức trong thí nghiệm điều khiển áp suất	54
Hình 2.17	Giao diện trong thí nghiệm điều khiển áp suất bao hơi	55
Hình 2.18	Giao diện kết quả thí nghiệm điều khiển áp suất bao	55



	hơi	
Hình 2.19	Kết quả thí nghiệm điều khiển áp suất với $K_p = 100; K_I = 20; K_D = 0,5$	59
Hình 2.20	Kết quả thí nghiệm điều khiển áp suất với $K_p = 10; K_I = 20; K_D = 0,5$	60
Hình 3.1	Sơ đồ cấu trúc hệ điều khiển	64
Hình 3.2	Cấu trúc hệ thống điều khiển PID	65
Hình 3.3	Cấu trúc hệ thống điều khiển PID thích nghi	66
Hình 3.4	Sơ đồ mô phỏng	72
Hình 3.5	Lượng ra của hệ và lượng ra của mô hình mẫu	73
Hình 3.6	Sai lệch giữa đầu ra của đối tượng và đầu ra của mô hình mẫu	73
Hình 3.7	Quá trình thích nghi của các tham số $k_1, k_2, k_F$	74
Hình 3.8	Lượng ra của hệ và lượng ra của mô hình mẫu	74
Hình 3.9	Sai lệch giữa đầu ra của đối tượng và đầu ra của mô hình mẫu	75
Hình 3.10	Quá trình thích nghi của các tham số $k_1, k_2, k_F$	75
Hình 3.11	Đáp ứng ra của hệ khi lượng đặt là hằng số	76
Hình 3.12	Đáp ứng ra của hệ khi lượng đặt là thay đổi	76

## MỞ ĐẦU

### 1. Lý do chọn đề tài

Điều khiển quá trình đóng vai trò quan trọng hàng đầu trong quá trình sản xuất, nó quyết định năng suất, chất lượng cũng như giá thành sản phẩm. Một hệ thống điều khiển quá trình chứa đựng trong đó toàn bộ các giải pháp đo lường, điều khiển, vận hành và giám sát nhằm đảm bảo các yêu cầu của quá trình công nghệ.

Trong thực tế thì điều khiển quá trình thường được xem như điều khiển các thông số như : nhiệt độ ( $t^0$ ), áp suất (p), lưu lượng (F), mức (L), nồng độ (pH) thậm chí cả điều khiển phản ứng...việc điều khiển các đại lượng này thường gặp khó khăn vì điều khiển quá trình có một số đặc điểm:

- Thời gian chết của quá trình: đó là khoảng thời gian giữa sự thay đổi trong tín hiệu đầu vào đến hệ thống điều khiển của quá trình và đáp ứng của tín hiệu. Hiện tượng này không phân biệt dạng của tín hiệu được dùng.

- Trễ quá trình: vì quá trình vốn không có khả năng nhận hoặc thải năng lượng một cách liên tục. Qua đó ta có trễ bậc một hoặc bậc cao

- Hệ số khuếch đại của quá trình: hệ số khuếch đại của quá trình được xác định bằng tỷ số giữa sự thay đổi của đầu ra trên sự thay đổi của đầu vào.

- Nhiễu quá trình: là những thay đổi không mong muốn xảy ra trong quá trình, nó có xu hướng ảnh hưởng bất lợi đến giá trị của biến điều khiển.

Do đó vấn đề về điều khiển quá trình cần thiết, cần được nghiên cứu

Đối với các phương pháp điều khiển kinh điển, do cấu trúc đơn giản và bền vững nên các bộ điều khiển PID được sử dụng phổ biến trong các hệ điều khiển công nghiệp. Trong nhiều báo cáo đưa ra con số thống kê : hơn 90% bài toán điều khiển công nghiệp được giải quyết bằng bộ điều khiển PID. Tuy nhiên với phương pháp điều khiển kinh điển ta phải biết chính xác về tham số của đối tượng hoặc mô hình hóa tương đối chi tiết của đối tượng cho nên