

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

-----\*\*\*\*\*-----

**LÊ THỊ HỒNG GÁM**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP  
TUYẾN TÍNH MỞ RỘNG (GAIN -  
SCHEDULING) ĐỂ ĐIỀU KHIỂN HỆ PHI  
TUYẾN**

**LUẬN VĂN THẠC SỸ KỸ THUẬT  
NGÀNH TỰ ĐỘNG HÓA**

**Thái Nguyên, năm 2012**

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

-----\*\*\*\*\*-----

**LÊ THỊ HỒNG GĂM**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP  
TUYẾN TÍNH MỞ RỘNG (GAIN -  
SCHEDULING) ĐỂ ĐIỀU KHIỂN HỆ PHI  
TUYẾN**

**Chuyên ngành: Tự động hóa**

**Mã số:**

**LUẬN VĂN THẠC SỸ KỸ THUẬT  
NGÀNH TỰ ĐỘNG HÓA**

**Người hướng dẫn khoa học: TS. Đỗ Trung Hải**

**Thái Nguyên, năm 2012**

*Thuyết minh*  
**LUẬN VĂN THẠC SỸ KỸ THUẬT**

**Đề tài:**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP  
TUYẾN TÍNH MỞ RỘNG (GAIN -  
SCHEDULING) ĐỂ ĐIỀU KHIỂN HỆ PHI  
TUYẾN**

Học viên : LÊ THỊ HỒNG GĂM

Lớp : K13TĐH

Chuyên ngành : Tự động hóa

Người HD khoa học : TS. Đỗ Trung Hải

Ngày giao đề tài :

Ngày hoàn thành :

**KHOA ĐT SAU ĐẠI HỌC    NGƯỜI HƯỚNG DẪN    HỌC VIÊN**

**Lê Thị Hồng Găm**

## **LỜI CAM ĐOAN**

Tôi xin cam đoan luận văn này là đề tài nghiên cứu của riêng tôi. Ngoài các tài liệu tham khảo đã được trích dẫn, các số liệu và kết quả mô phỏng trong luận văn là trung thực, không trùng lặp và chưa từng được ai công bố trong các công trình nghiên cứu nào khác.

*Thái Nguyên*, ngày .....tháng 12 năm 2012

Tác giả luận văn

**Lê Thị Hồng Gấm**

# MỤC LỤC

	Trang
LỜI CAM ĐOAN .....	iv
MỤC LỤC.....	v
DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT .....	vii
DANH MỤC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ .....	viii
LỜI NÓI ĐẦU.....	x
MỞ ĐẦU.....	1
<b>CHƯƠNG I. TỔNG QUAN VỀ HỆ PHI TUYẾN VÀ TUYẾN TÍNH HÓA HỆ PHI TUYẾN TRONG LÂN CẬN ĐIỂM LÀM VIỆC .....</b>	<b>3</b>
1.1. Tổng quan về hệ phi tuyến .....	3
1.1.1. Khái niệm.....	3
1.1.2. Mô hình toán học của hệ phi tuyến.....	3
1.1.2.1. Mô hình của hệ tĩnh .....	4
1.1.2.2. Mô hình của hệ động .....	5
1.1.3. Đặc điểm của hệ phi tuyến.....	6
1.1.4. Một số khâu phi tuyến điển hình. ....	7
1.1.4.1. Khâu role hai vị trí.....	7
1.1.4.2. Khâu 3 vị trí .....	8
1.1.4.3. Các khâu khuếch đại. ....	9
1.1.5. Hệ thống điều khiển phi tuyến có cấu trúc NL và LN .....	11
1.2. Tuyến tính hóa hệ phi tuyến trong lân cận điểm làm việc.....	12
1.2.1. Tuyến tính mô hình trạng thái.....	13
1.2.2. Phân tích tính ổn định của hệ thống nhờ mô hình tuyến tính tương đương .....	15
1.2.3. Thiết kế bộ điều khiển phi tuyến trong lân cận điểm làm việc.....	16
<b>CHƯƠNG II. THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN PHI TUYẾN THEO PHƯƠNG PHÁP TUYẾN TÍNH HÓA MỞ RỘNG GAIN SCHEDULING.....</b>	<b>18</b>
2.1. Phương pháp tuyến tính hóa mở rộng (Gain Scheduling) .....	18
2.1.1. Tham số hóa điểm cân bằng và điểm làm việc, xây dựng mô hình tham số hóa cho đối tượng phi tuyến.....	19
2.1.1.1. Tham số hóa điểm cân bằng và điểm làm việc .....	20

2.1.1.2. Xây dựng mô hình tham số hóa .....	22
2.1.2. Thiết kế bộ điều khiển .....	22
<b>CHƯƠNG III. MÔ PHỎNG KIỂM CHỨNG BẰNG PHẦN MỀM MATLAB - SIMULINK</b> .....	27
3.1. Lựa chọn đối tượng điều khiển .....	27
3.1.1. Mô hình hệ thống của đối tượng điều khiển .....	27
3.1.2. Xây dựng mô hình toán học của đối tượng điều khiển .....	28
3.2. Ứng dụng phương pháp tuyến tính hóa mở rộng để thiết kế bộ điều khiển phi tuyến cho hệ thống bình mức nối tiếp. ....	29
3.2.1. Mô hình tham số hóa của hệ .....	29
3.2.1.1. Xác định điểm làm việc của hệ .....	29
3.2.2. Thiết kế bộ điều khiển .....	31
3.3. Mô phỏng hệ thống bằng phần mềm Matlab-Simulink .....	37
3.3.1. Mô phỏng hệ thống với bộ điều khiển $u_1(t)$ .....	37
3.3.1.1. Sơ đồ mô phỏng .....	37
3.3.1.2. Kết quả mô phỏng .....	40
3.3.2. Mô phỏng hệ thống với bộ điều khiển $u_2(t)$ .....	42
3.3.2.1. Sơ đồ mô phỏng .....	42
3.3.2.2. Kết quả mô phỏng .....	44
3.3.3. Nhận xét kết quả .....	45
<b>KẾT LUẬN</b> .....	46
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b> .....	47

## DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

PID	Bộ điều khiển tỷ lệ - tích phân - vi phân
LQR	Phương pháp tối ưu tuyến tính dạng toàn phương
MIMO	Hệ thống nhiều đầu vào, nhiều đầu ra (Multi Inputs - Multi Outputs)
SISO	Hệ thống có một tín hiệu vào, một tín hiệu ra (Single Inputs - Single Outputs)
NL	Hệ thống phi tuyến với khâu phi tuyến đứng trước tuyến tính (nonlinear-linear)
LN	Hệ thống phi tuyến với khâu tuyến tính đứng trước khâu phi tuyến (nonlinear-linear)

## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ

Stt	Tên hình vẽ	Trang
1	Hình 1.1. Sơ đồ khối một hệ thống kỹ thuật MIMO	3
2	Hình 1.2. Mô tả hệ phi tuyến bằng các hàm đại số	5
3	Hình 1.3. Khâu role hai vị trí lý tưởng	7
4	Hình 1.4. Khâu role hai vị trí có trễ	8
5	Hình 1.5. Khâu 3 vị trí	8
6	Hình 1.6. Khâu 3 vị trí có trễ	9
7	Hình 1.7. Khâu khuếch đại bão hòa	9
8	Hình 1.8. Khâu khuếch đại bão hòa có trễ	10
9	Hình 1.9. Khâu khuếch đại có miền chết	11
10	Hình 1.10. Hệ có khâu phi tuyến tĩnh hoặc khâu phi tuyến cơ bản	11
11	Hình 1.11. Hệ hồi tiếp thực với mô hình NL (hình a) và LN (hình b)	12
12	Hình 1.12. Bộ điều khiển tĩnh, phản hồi trạng thái làm ổn định hệ phi tuyến	16
13	Hình 2.1. a) Bộ điều khiển truyền thẳng b) Ghép nhiều bộ điều khiển nhờ bộ chuyển đổi	18
14	Hình 2.2. Bộ điều khiển tĩnh, phản hồi trạng thái	22
15	Hình 2.3. Hệ thống điều khiển sử dụng kỹ thuật Gain Scheduling	23
16	Hình 2.4. Bộ điều khiển gain-Scheduling với mô hình tham số hóa	24
17	Hình 3.1. Mô hình hệ thống bình mức nối tiếp	27



16	Hình 3.2. Hệ thống điều khiển phản hồi trạng thái sử dụng kỹ thuật Gain Scheduling cho hệ thống bình mức nối tiếp	31
17	Hình 3.3. Sơ đồ cấu trúc của hệ thống điều khiển $u_1(t)$	38
18	Hình 3.4. Mô phỏng hệ thống điều khiển với bộ điều khiển $u_1(t)$ bằng phần mềm Matlab-Simulink	39
19	Hình 3.5. Khai báo khối Function	40
20	Hình 3.6. Đáp ứng của hệ thống với bộ điều khiển $u_1(t)$ khi điểm cực = -5	41
21	Hình 3.7. Đáp ứng của hệ thống với bộ điều khiển $u_1(t)$ khi điểm cực = -10	41
22	Hình 3.8. Sơ đồ cấu trúc của hệ thống điều khiển $u_2(t)$	42
23	Hình 3.9. Mô phỏng hệ thống điều khiển với bộ điều khiển $u_2(t)$ bằng phần mềm Matlab-Simulink	43
24	Hình 3.10. Đáp ứng của hệ thống với bộ điều khiển $u_2(t)$ khi điểm cực = -5	44
25	Hình 3.11. Đáp ứng của hệ thống với bộ điều khiển $u_2(t)$ khi điểm cực = -10	45

## LỜI NÓI ĐẦU

Các đối tượng điều khiển trong thực tế phần lớn là các đối tượng phi tuyến, do đó việc nghiên cứu hệ phi tuyến và lý thuyết điều khiển để điều khiển các đối tượng phi tuyến là việc làm cần thiết, luôn thu hút được sự quan tâm của những người làm việc, nghiên cứu trong lĩnh vực kỹ thuật điều khiển và tự động hoá.

Trong những năm gần đây, điều khiển phi tuyến đã có những bước nhảy vọt về chất lượng cả trong lý thuyết và ứng dụng. Nhiều phương pháp đi theo hướng tuyến tính hóa mô hình đối tượng ở lân cận điểm làm việc rồi từ đó thiết kế các luật điều khiển trên cơ sở lý thuyết tuyến tính. Một trong những hướng đi đó là phương pháp tuyến tính hóa mở rộng (còn gọi là kỹ thuật thiết kế Gain-Scheduling). Tuyến tính hóa mở rộng được thực hiện qua hai bước, đầu tiên, từ mô hình toán học ta tiến hành tham số hóa điểm cân bằng và xây dựng mô hình tham số hóa cho đối tượng, sau đó thiết kế bộ điều khiển phi tuyến trên cơ sở mô hình tham số hóa.

Trong khuôn khổ luận văn này tôi đã đi vào nghiên cứu về hệ phi tuyến và tuyến tính hóa hệ phi tuyến trong lân cận điểm làm việc đây là cơ sở cho việc nghiên cứu phương pháp tuyến tính hóa mở rộng (Gain-Scheduling) để thiết kế bộ điều khiển cho hệ phi tuyến. Ứng dụng phương pháp thiết kế Gain-Scheduling để thiết kế bộ điều khiển cho một đối tượng cụ thể từ đó thấy được ưu điểm nổi bật cũng như những hạn chế của nó. Sử dụng phương pháp này, ta hoàn toàn có thể áp dụng các phương pháp thiết kế quen thuộc trong lý thuyết điều khiển tuyến tính như phương pháp gán điểm cực, phương pháp thiết kế luật điều khiển PID trên cơ sở hàm truyền của hệ, phương pháp tối ưu tuyến tính dạng toàn phương LQR... .

Sau thời gian tìm hiểu và nghiên cứu đến nay luận văn của tôi đã hoàn thành. Thành công này phải kể đến sự giúp đỡ tận tình của các thầy cô giáo