

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

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT  
NGÀNH: TỰ ĐỘNG HÓA**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP  
ĐIỀU KHIỂN HIỆN ĐẠI ĐỂ NÂNG CAO CHẤT  
LƯỢNG ĐIỀU KHIỂN CHUYỂN ĐỘNG**

**DƯƠNG VĂN HƯƠNG**

**THÁI NGUYÊN 2009**

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP  
-----o0o-----

# LUẬN VĂN CAO HỌC

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN HIỆN ĐẠI  
ĐỂ NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỀU KHIỂN CHUYỂN ĐỘNG

KHOA ĐT SAU ĐẠI HỌC

GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN

HỌC VIÊN

*TS. VÕ QUANG VINH Dương Vân Hương*

THÁI NGUYÊN 2009

## MỤC LỤC

Mục lục 1 .....	1
Danh mục hình vẽ và đồ thị .....	4
Lời nói đầu .....	7
<b>Chương một : Tổng quan về hệ điều khiển chuyển động</b> .....	<b>10</b>
1.1 Sơ lược về hệ điều khiển chuyển động .....	10
1.2 Các tính chất của hệ điều khiển chuyển động phi tuyến .....	11
1.3 Các phương pháp điều khiển chuyển động đã được nghiên cứu nhằm nâng cao chất lượng điều khiển bám chính xác .....	12
1.3.1 Phương pháp điều khiển động lực học ngược .....	12
1.3.2 Phương pháp điều khiển động lực học ngược thích nghi .....	14
1.3.3 Phương pháp điều khiển thích nghi theo mô hình mẫu .....	17
1.3.4 Phương pháp điều khiển thích nghi gián tiếp và trực tiếp .....	18
1.3.5 Phương pháp điều khiển thích nghi theo sai lệch .....	21
1.3.6 Phương pháp điều khiển trượt (Sliding Mode Control) .....	21
1.3.7 Phương pháp điều khiển mờ .....	22
1.3.7.1 Lý thuyết điều khiển mờ .....	22
1.3.7.2 Định nghĩa tập mờ .....	22
1.3.7.3 Các phép toán trên tập mờ .....	23
1.3.7.4 Các luật mờ .....	24
1.3.7.5 Bộ điều khiển mờ .....	24
1.3.8 Điều khiển mờ trượt .....	26
1.4 Kết luận và lựa chọn phương pháp điều khiển .....	26
1.5 Nguyên lý điều khiển trượt .....	27
1.6 Kết luận chương 1 .....	34
1.6.1 Cơ sở lựa chọn và mục tiêu của đề tài .....	34
1.6.2 Phương pháp nghiên cứu .....	34

1.6.3 Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài .....	34
<b>Chương hai : Phương pháp cải tiến chất lượng điều khiển trượt hệ điều khiển chuyển động .....</b>	<b>36</b>
2.1 Đặt vấn đề .....	36
2.2 Phương pháp cải tiến chất lượng nâng cao độ chính xác hệ điều khiển trượt .....	36
2.2.1 Các giả thiết của hệ phi tuyến .....	37
2.2.2 Thiết kế bộ điều khiển trượt .....	38
2.2.3 Các phương pháp thông thường để giảm chattering .....	42
2.2.3.1 Phương pháp lớp biên (Bounding layer method) .....	42
2.2.3.2 Phương pháp điều chỉnh độ rộng lớp biên .....	43
2.2.3.3 Phương pháp đề nghị của luận văn .....	44
2.2.4 Tổng hợp bộ điều khiển trượt - mờ .....	46
2.2.4.1 Đặt vấn đề .....	46
2.2.4.2 Tổng hợp bộ điều khiển trượt mờ .....	46
2.3 Kết luận chương hai .....	47
<b>Chương 3 : Ứng dụng điều khiển trượt - mờ để nâng cao chất lượng điều khiển vị trí sử dụng động cơ điện một chiều .....</b>	<b>48</b>
3.1 Đặt vấn đề .....	48
3.2 Cấu trúc hệ truyền động động cơ điện một chiều .....	48
3.2.1 Tiêu chuẩn môđul tối ưu .....	49
3.2.1 Tiêu chuẩn môđul đối xứng .....	50
3.3 Xây dựng hàm truyền của các khâu trong hệ thống điều khiển .....	50
3.3.1 Hàm truyền động cơ điện .....	50
3.3.2 Bộ chỉnh lưu bán dẫn Thyristor .....	56
3.3.3 Hàm truyền của máy phát tốc .....	58
3.3.4 Hàm truyền của thiết bị đo điện .....	58
3.3.5 Tổng hợp hệ điều khiển $R_I$ , $R_\omega$ , $R_\varphi$ .....	58
3.3.5.1 Tổng hợp bộ điều khiển dòng điện $R_I$ .....	59

3.3.5.2 Tổng hợp bộ điều khiển tốc độ $R_{\varphi}$ .....	61
3.3.5.3 Tổng hợp mạch vòng vị trí .....	63
3.4 Mô phỏng hệ thống truyền động với các bộ điều khiển trượt và điều khiển trượt mờ .....	68
3.4.1 Các thông số động cơ điện một chiều kích từ độc lập .....	68
3.4.2 Xây dựng bộ điều khiển trượt cho mạch vòng vị trí .....	69
3.4.3 Mô phỏng hệ điều khiển vị trí với bộ điều khiển .....	70
3.4.4 Xây dựng bộ điều khiển - mờ cho mạch vòng vị trí .....	73
3.4.5 Mô phỏng hệ điều khiển vị trí với bộ điều khiển trượt mờ .....	76
3.5 Nhận xét và kết luận chương ba .....	79
Kết luận .....	80
<b>Tài liệu trích dẫn và tham khảo .....</b>	<b>81</b>

## DANH MỤC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ

<i>Hình</i>	<i>Ý nghĩa</i>	<i>Trang</i>
1.1	Mô hình hệ điều khiển động lực học ngược.	14
1.2	Sơ đồ khối của một hệ thống điều khiển thích nghi theo mô hình mẫu.	17
1.3	Mô hình điều khiển thích nghi gián tiếp.	19
1.4	Mô hình điều khiển thích nghi trực tiếp.	20
1.5	Khái niệm tập mờ	23
1.6	Cấu trúc cơ bản của bộ điều khiển mờ	25
1.7	Tính giới hạn trên $\tilde{x}$ .	29
1.8	Tính giới hạn trên $\tilde{x}^{(i)}$ .	30
1.9	Điều kiện trượt.	31
1.10	Diễn giải bằng đồ thị của phương trình (2.3) và (2.5).	32
1.11	Hiện tượng chattering.	33
2.1	Sơ đồ điều khiển trượt tổng quát.	38
2.2	Đồ thị hàm Signum.	42
2.3	Đồ thị hàm Sat.	42
2.4	Bộ điều khiển trượt - mờ 2 đầu vào	47

3.1	Hệ thống truyền động Thyristor - động cơ.	49
3.2	Mạch thay thế của động cơ một chiều	50
3.3	Sơ đồ cấu trúc của động cơ điện một chiều	52
3.4	Tuyến tính hoá đặc tính từ hoá và đặc tính tải	53
3.5	Sơ đồ cấu trúc tuyến tính hoá	54
3.6	Sơ đồ cấu trúc khi từ thông không đổi	54
3.7	Sơ đồ cấu trúc thu gọn	55
3.8	Thời gian phát xung và thời gian mất điều khiển của bộ chỉnh lưu	56
3.9	Sơ đồ cấu trúc của bộ chỉnh lưu bán dẫn Thyristor	57
3.10	Sơ đồ cấu trúc mạch vòng dòng điện	59
3.11	Sơ đồ cấu trúc thu gọn mạch vòng dòng điện	60
3.12	Sơ đồ cấu trúc thu gọn mạch vòng tốc độ	61
3.13	Sơ đồ cấu trúc thu gọn mạch vòng vị trí	63
3.14	Sơ đồ cấu trúc hệ điều chỉnh vị trí	65
3.15	Quan hệ giữa $\Delta \varphi$ và $\omega$	68

3.16	Sơ đồ cấu trúc mô tả hệ điều khiển vị trí bằng bộ điều khiển trượt	70
3.17	Mô phỏng trượt 10 s	71
3.18	Mô phỏng trượt 15 s	72
3.19	Đầu vào 1 với 5 tập mờ	74
3.20	Đầu vào 2 với 5 tập mờ	74
3.21	Luật hợp thành	75
3.22	Quan hệ vào ra của bộ điều khiển mờ	76
3.23	Sơ đồ cấu trúc mô tả hệ điều khiển vị trí bằng bộ điều khiển trượt - mờ	76
3.24	Mô phỏng trượt - mờ 10 s	77
3.25	Mô phỏng trượt - mờ 15 s	78



## LỜI NÓI ĐẦU

Trong sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, vấn đề tự động hóa sản xuất có vai trò đặc biệt quan trọng.

Những ứng dụng kỹ thuật tự động hóa trong công nghiệp ngày càng được phát triển để làm tăng năng suất của dây chuyền công nghệ, cải tiến chất lượng sản phẩm, đồng thời cải thiện điều kiện lao động. Đạt được vấn đề đó phải xét đến những hệ thống tự động hóa linh hoạt, chính xác, dễ điều khiển.

Trước những năm 1990, ở nước ta, việc ứng dụng kỹ thuật tự động hóa trong công nghiệp còn rất sơ khai. Trong những năm gần đây, nhiều cơ sở công nghiệp đã bắt đầu nhập các dây chuyền tự động để lắp ráp linh kiện điện tử, thao tác hàn vỏ xe ô tô, xe máy, sơn phủ bề mặt, máy ép kim loại, đóng gói các chất phóng xạ nguy hiểm,...

Với sự phát triển nhanh chóng của kỹ thuật vi xử lý và vi tính, người ta đã tổng hợp ra các hệ điều khiển rất phức tạp, trong đó thiết bị điều khiển chính là máy tính có thêm các thiết bị ghép phối ADC và DAC. Các thuật toán điều khiển được tính toán theo các phương pháp tối ưu và thích nghi. Hơn nữa, trong những năm gần đây, xuất hiện nhiều công cụ phần mềm làm xúc tiến mạnh mẽ việc nghiên cứu phát triển các hệ thống điều khiển tự động, trong đó phải kể đến phần mềm Matlab, là công cụ do MathWorks xây dựng nên. Đến năm 2008, phần mềm này đã có đến phiên bản 8.0.

Hiện nay, có nhiều nguyên tắc điều khiển chuyển động:

- Nguyên tắc điều khiển theo bù nhiễu
- Nguyên tắc điều khiển theo độ sai lệch
- Nguyên tắc điều khiển hỗn hợp theo độ sai lệch và bù nhiễu

Vấn đề cần đạt đến là hệ thống hoạt động đơn giản, chất lượng, độ chính xác và độ ổn định cao.

Việc điều khiển chuyển động đã được nghiên cứu và ứng dụng trong nhiều lĩnh vực, đã được đăng tải trên nhiều sách báo và tài liệu. Các phương pháp điều khiển quỹ

đạo chuyển động chuẩn thường được thiết kế là điều khiển động lực học ngược, điều khiển động lực học ngược thích nghi, điều khiển thích nghi theo mô hình  $\hat{m}$ , điều khiển thích nghi trực tiếp và gián tiếp, điều khiển thích nghi theo sai lệch, điều khiển kiểu trượt,...

Nhằm đáp ứng được mục tiêu của luận văn là nâng cao chất lượng hệ điều khiển chuyển động, tôi đã phân tích các ưu nhược điểm của các phương pháp điều khiển chuyển động nói trên trong chương I, từ đó nhận thấy rằng phương pháp điều khiển trượt có những ưu điểm nổi bật hơn các phương pháp khác, nhưng vấn đề còn lại là phải khắc phục nhược điểm của phương pháp này là hiện tượng rung (chattering).

Mục tiêu của vấn đề cần nghiên cứu là với những ưu điểm của phương pháp điều khiển trượt, tìm cách khắc phục nhược điểm của nó bằng cách chọn thuật toán điều khiển ít phức tạp nhất để giảm tối đa vấn đề chattering của bộ điều khiển trượt mà sai lệch quỹ đạo và tính ổn định của hệ thống kín đã được minh chứng thông qua việc sử dụng tiêu chuẩn ổn định Lyapunov. Phương pháp được thực hiện bằng việc nghiên cứu mô phỏng hệ thống trên Simulink của Matlab với quỹ đạo chuyển động, như vậy mới chứng minh được tính đúng đắn và khẳng định việc chọn luật điều khiển cho phương pháp điều khiển trượt đưa ra là đơn giản, đáp ứng được các yêu cầu về độ chính xác và độ ổn định cao của hệ thống, đồng thời giảm nhỏ được hiện tượng chattering.

**Chương I : Tổng quan hệ điều khiển chuyển động.** Nội dung chương này nêu lên những phương pháp điều khiển chuyển động, phân tích ưu nhược điểm của từng phương pháp và lựa chọn phương pháp điều khiển trượt làm cơ sở cho việc nghiên cứu đề tài.

**Chương II : Các phương pháp cải tiến chất lượng điều khiển trượt cho hệ điều khiển chuyển động** Chương này nêu lên các phương pháp đã được nghiên cứu của các tác giả Y.J. Huang, M. Tomizuka, J.J.E. Slotine đã áp dụng phương pháp điều khiển trượt và các giải pháp để cải thiện chất lượng điều khiển, từ đó luận án nêu lên