

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



HOÀNG TRỌNG DIỄN

**NGHIÊN CỨU VÀ NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG HỆ THỐNG
ĐIỀU KHIỂN VỊ TRÍ ĐỘNG CƠ BƯỚC SỬ DỤNG
PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI**

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

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

KHOA CHUYÊN MÔN

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

TRƯỞNG KHOA

TS. CAO XUÂN TUYẾN

PHÒNG ĐÀO TẠO

THÁI NGUYÊN 2018

LỜI CAM ĐOAN

Tôi là **Hoàng Trọng Diễn** học viên lớp cao học khóa 18 chuyên ngành Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên.

Hiện nay tôi đang công tác tại khoa Điện - Trường Cao đẳng nghề số 1 - BQP.

Xin cam đoan: Đề tài “*Nghiên cứu và nâng cao chất lượng hệ thống điều khiển vị trí động cơ bước sử dụng phương pháp điều khiển thích nghi*” dưới sự hướng dẫn của TS. Cao Xuân Tuyền là công trình nghiên cứu riêng của tôi. Tất cả các tài liệu tham khảo đều được ghi trong danh mục tham khảo, không sử dụng tài liệu nào khác mà không được ghi trong danh mục.

Tôi xin cam đoan tất cả các nội dung trong luận văn đúng như trong đề cương và yêu cầu của giáo viên hướng dẫn. Nếu sai tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm.

LỜI CẢM ƠN

Sau thời gian nghiên cứu, làm việc khẩn trương được sự giúp đỡ, hướng dẫn tận tình của thầy **TS. Cao Xuân Tuyền**, luận văn với đề tài “*Nghiên cứu và nâng cao chất lượng hệ thống điều khiển vị trí động cơ bước sử dụng phương pháp điều khiển thích nghi*” đã được hoàn thành.

Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến:

Thầy giáo hướng dẫn **TS. Cao Xuân Tuyền** đã tận tình chỉ dẫn, giúp đỡ tác giả hoàn thành luận văn này.

Khoa sau đại học, các thầy giáo, cô giáo trong khoa Điện - Trường đại học Kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên đã giúp đỡ tác giả trong suốt quá trình học tập cũng như quá trình nghiên cứu thực hiện luận văn.

Toàn thể các đồng nghiệp, bạn bè, gia đình đã quan tâm động viên, giúp đỡ trong suốt quá trình học tập.

Tác giả

Hoàng Trọng Diễn

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	ii
LỜI CẢM ƠN	iii
MỤC LỤC	i
DANH MỤC HÌNH VẼ	vii
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT VÀ TIẾNG NƯỚC NGOÀI	x
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG I: CẤU TẠO, NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC, CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN VÀ ỨNG DỤNG CỦA ĐỘNG CƠ BƯỚC.....	2
1.1. Các loại động cơ bước và nguyên lý cấu tạo	2
1.1.1. Giới thiệu.....	2
1.1.2. Các loại động cơ bước.....	3
1.1.3. Động cơ bước dùng nam châm vĩnh cửu	4
1.1.4. Động cơ bước từ kháng (Variable Reluctance)	5
1.1.5. Động cơ bước lai (Hybrid).....	6
1.2. Ứng dụng của động cơ bước	7
1.3. Nguyên lý mạch động lực và điều khiển động cơ bước	7
1.3.1. Nguyên lý mạch động lực và điều khiển động cơ bước lưỡng cực	7
1.3.2. Sơ đồ nguyên lý mạch động lực và các nguyên lý điều khiển động cơ bước đơn cực.....	15
1.3.3. Nguyên tắc điều chỉnh tốc độ vị trí và đảo chiều động cơ bước.....	24
1.3.4. Kết luận.....	28
CHƯƠNG II: THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN VỊ TRÍ ĐỘNG CƠ BƯỚC	30
2.1. Mô hình toán học động cơ bước	30
2.2. Bộ điều khiển vị trí hệ hở.....	33
2.3. Tổng quan về phần cứng của vi xử lý TMS 320 F2812	34
2.3.1. Giới thiệu chung về vi xử lý TMS 320 F2812.....	34
2.3.2. Phần cứng của vi xử lý F2812.....	37

2.3.3. Sơ đồ chức năng của vi xử lý TMS320F2812	38
2.4. Động cơ bước đơn cực (unipolar)	48
2.5. Mạch động lực điều khiển động cơ bước.....	48
2.5.1. Động cơ bước đơn cực	48
2.5.2. Sơ đồ kết nối TMS320 vào động cơ bước	51
2.6. Thiết kế phần mềm cho động cơ bước dùng vi xử lý TMS320F2812.....	52
2.6.1. Mã ccs (ex 24) của chế độ bước đủ 2 pha on.....	52
2.6.2. Mã ccs của chế độ bước đủ 1 pha on	54
2.6.3 Mã ccs của chế độ nửa bước	55
2.6.4 Chế độ vi bước.	56
2.7. Thao tác với chương trình dịch Ccstudio.....	58
2.7.1. Màn hình khởi động chương trình.	58
2.7.2. Kết nối phần mềm điều khiển với DSP TMS320F2812.....	58
2.7.3 Mở Project.....	59
2.7.4. Dịch chương trình.	60
2.7.5. Nạp mã chương trình vào bộ nhớ.....	61
2.7.6. Ra lệnh chạy hệ thống điều khiển động cơ bước.	62
2.8. Bộ điều khiển vị trí hệ kín PID cho PMSM.....	62
2.8.1. Sơ đồ mạch phần cứng	62
2.8.2. Phần mềm điều khiển hệ thống.....	64
2.9. Thiết kế bộ điều khiển hệ kín gồm bộ điều khiển dòng điện phi tuyến Backstepping và bộ điều khiển vị trí PID mờ cho động cơ PMSM	69
2.9.1. Sơ đồ cấu trúc điều khiển hệ kín, sơ đồ nguyên lý và sơ đồ khối mạch phần cứng cho hệ thống điều khiển PMSM.....	69
2.9.2. Thiết kế bộ điều khiển Backstepping mạch vòng điều khiển vị trí động cơ PMSM	71
2.9.3. Thiết kế bộ điều chỉnh thành phần I_q	75
2.9.4. Thiết kế bộ điều khiển thích nghi Backstepping mạch vòng điều khiển vị trí động cơ PMSM.....	77

2.9.5.Kết luận.....	79
CHƯƠNG III : MÔ PHỎNG, THÍ NGHIỆM VÀ KẾT LUẬN.....	81
3.1. Kết quả mô phỏng trong MATLAB.....	81
3.1.1. Sơ đồ mô phỏng hệ thống kín	81
3.2. Kết quả thí nghiệm.....	85
3.2.1. Mô hình thí nghiệm.....	85
3.2.2. Kết quả thí nghiệm.....	86
3.3 Kết luận	87
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	87
TÀI LIỆU THAM KHẢO	90

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình vẽ	Tên hình vẽ	Trang
Hình 1.1	Sơ đồ hệ thống điều khiển động cơ bước	3
Hình 1.2	Động cơ bước dùng nam châm vĩnh cửu	4
Hình 1.3	Mặt cắt ngang của động cơ bước từ kháng	6
Hình 1.4	Sơ đồ mặt cắt ngang của động cơ bước lai	6
Hình 1.5	Cấu tạo dây quấn động cơ bước bipola	7
Hình 1.6	Sơ đồ mạch cầu dùng transistor bipolar	8
Hình 1.7	Mạch động lực động cơ bước lưỡng cực với 3 nhánh nửa cầu	9
Hình 1.8	Sơ đồ mô tả chế độ bước đủ một pha được cấp xung	10
Hình 1.9	Dạng xung trong dây quấn	10
Hình 1.10	Chiều dòng điện chạy trong cuộn dây	11
Hình 1.11	Chế độ bước đủ khi cả 2 pha được cấp xung	11
Hình 1.12	Dạng xung của chế độ 2 pha on	12
Hình 1.13	chế độ hoạt động nửa bước	12
Hình 1.14	Giản đồ xung cấp cho các cuộn dây	14
Hình 1.15	Pha của dòng điện ở chế độ vi bước	14
Hình 1.16	Mạch động lực động cơ bước đơn cực	15
Hình 1.17	Cấu tạo các cuộn dây động cơ bước unipolar	15
Hình 1.18	Sơ đồ nguyên lí nối dây	16
Hình 1.19	Giản đồ của động cơ bước đơn cực ở chế độ bước đủ 1 pha	17
Hình 1.20	Chế độ hoạt động bước đủ 1 pha ở động cơ bước đơn cực	18
Hình 1.21	Giản đồ xung cấp điện cho mỗi cuộn dây ở chế độ bước đủ 2 pha	19
Hình 1.22	Chế độ bước đủ 2 pha cùng 1 lúc ở động cơ bước đơn cực	20
Hình 1.23	Giản đồ xung cấp điện cho mỗi cuộn dây ở chế độ nửa bước	21
Hình 1.24	Chế độ hoạt động nửa bước của động cơ bước đơn cực	22
Hình 1.25	Giản đồ dạng xung trong chế độ vi bước	23
Hình 1.26	Giản đồ tần số xung cấp cho cuộn dây	24

Hình 1.27	Động cơ bước lưỡng cực ở chế độ nửa bước quay thuận	26
Hình 1.28	Động cơ bước lưỡng cực ở chế độ nửa bước quay ngược	28
Hình 2.1	Cấu trúc động cơ PMSM	31
Hình 2.2	Sơ đồ cấu trúc điều khiển vị trí hệ hở động cơ bước	33
Hình 2.3	Sơ đồ 176 chân của vi xử lý TMS320F2812	37
Hình 2.4	Sơ đồ cấu trúc của vi xử lý TMS320F2812	38
Hình 2.5	Mô tơ bước và các đi ốt bảo vệ	48
Hình 2.6	Mạch driver cung cấp dòng cho cuộn dây mô tơ bước	49
Hình 2.7	Sơ đồ mạch lực cho động cơ bước đơn cực	50
Hình 2.8	Sơ đồ kết nối TMS320 vào động cơ bước lưỡng cực	51
Hình 2.9	Sơ đồ kết nối động cơ bước đơn cực với TMS320	52
Hình 2.10	Màn hình khởi động chương trình	58
Hình 2.11	Kết nối phần mềm điều khiển với DSP TMS320F2812	58
Hình 2.12	Mở Project	59
Hình 2.13	Mở Project	59
Hình 2.14	Mở Project	60
Hình 2.15	Dịch chương trình	60
Hình 2.16	Dịch chương trình	61
Hình 2.17	Mã nạp chương trình vào bộ nhớ	61
Hình 2.18	Ra lệnh chạy hệ thống điều khiển động cơ bước	62
Hình 2.19	Sơ đồ khối cấu trúc phần cứng	62
Hình 2.20	Cấu trúc của Encoder và các xung đầu ra của nó	63
Hình 2.21	Thuật toán để điều khiển động cơ PMSM theo hệ kín PID	63
Hình 2.22	Sơ đồ cấu trúc hệ thống điều khiển hệ kín cho PMSM	64
Hình 2.23	Sơ đồ nguyên lý mạch phần cứng	69
Hình 2.24	Sơ đồ khối mạch phần cứng hệ thống điều khiển vị trí PMSM	70
Hình 2.25	Sơ đồ cấu trúc bộ điều khiển vị trí phi tuyến Backstepping	71
Hình 2.26	Sơ đồ cấu trúc bộ điều khiển thành phần dòng phi tuyến Backstepping I_d	75

Hình 2.27	Sơ đồ cấu trúc bộ điều khiển vị trí thích nghi phi tuyến Backstepping	76
Hình 3.1	Sơ đồ mô phỏng toàn hệ thống	80
Hình 3.2	Sơ đồ chi tiết mạch kín	81
Hình 3.3	Quỹ đạo đặt của vị trí góc rotor	81
Hình 3.4	Sự thay đổi hệ số ma sát của động cơ trong quá trình làm việc	82
Hình 3.5	Vị trí góc thực của động cơ	82
Hình 3.6	Sai lệch vị trí với bộ điều khiển thích nghi phi tuyến Backstepping và bộ điều khiển phi tuyến Backstepping	82
Hình 3.7	Tốc độ của động cơ với bộ điều khiển hệ kín thích nghi phi tuyến Backstepping và phi tuyến backstepping	83
Hình 3.8	Mô men của động cơ với nhiễu loạn ngẫu nhiên	83
Hình 3.9	Dòng điện pha của động cơ với bộ điều khiển hệ kín thích nghi phi tuyến Backstepping	84
Hình 3.10	Dòng điện pha của động cơ với bộ điều khiển hệ kín phi tuyến Backstepping	84
Hình 3.11	Kết nối máy tính, máy hiện sóng và TMS320	85
Hình 3.12	Đối tượng điều khiển	85
Hình 3.13	Adapter chuyển đổi giao tiếp USB – JTAG và Bo mạch TOP2812	85
Hình 3.14	Vị trí thực của rotor với hệ điều khiển mạch kín PID và hệ điều khiển mạch hở	86
Hình 3.15	Các tín hiệu ra của Encoder và dòng điện pha của động cơ	87

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT VÀ TIẾNG NƯỚC NGOÀI

- Controller** : Bộ điều khiển
- VR** : Động cơ bước từ kháng (Variable Reluctance)
- Hybrid** : Động cơ bước lai
- Bipola** : Động cơ bước lưỡng cực
- Uniporla** : Động cơ bước đơn cực
- PMSM** : Động cơ bước nam châm vĩnh cửu
- PID** : Proportional Integral Derivative (bộ điều khiển tỉ lệ, tích phân, đạo hàm)