

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

TRẦN THỊ SỰ

**NGHIÊN CỨU KHẢO SÁT VÀ TÍNH TOÁN HỆ TRUYỀN
ĐỘNG BIẾN TẦN ĐỘNG CƠ ĐIỆN XOAY CHIỀU ĐỂ
ỨNG DỤNG ĐIỀU KHIỂN CHUYỂN ĐỘNG BÀN MÁY
GIA CÔNG TIA LỬA ĐIỆN**

**Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa
Mã số: 60520216**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: PGS.TS. VÕ QUANG LẬP

THÁI NGUYÊN - 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: Trần Thị SỰ

Sinh ngày: 16/11/1986

Học viên lớp cao học khóa 14 – Tự động hóa – Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên – Đại học Thái Nguyên.

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu nêu trong luận văn là trung thực. Những kết luận khoa học của luận văn chưa từng được ai công bố trong bất kì công trình nào.

Tôi xin cam đoan rằng mọi thông tin trích dẫn trong luận văn chỉ rõ nguồn gốc.

LỜI CẢM ƠN

Trong thời gian thực hiện luận văn, tôi đã nhận được sự quan tâm rất lớn của nhà trường, các khoa, phòng ban chức năng, các thầy cô giáo và đồng nghiệp. Tôi xin chân thành cảm ơn Ban giám hiệu, khoa sau đại học, các giảng viên đã tạo điều kiện cho tôi hoàn thành luận văn này.

Đặc biệt, tôi xin bày tỏ lòng cảm ơn sâu sắc nhất tới thầy PGS. TS VÕ QUANG LẬP. Thầy đã tận tình giúp đỡ tôi trong cả quá trình tìm hiểu thực tế để phát hiện ra đề tài và quá trình thực hiện đề tài luận văn này.

Tôi cũng xin chân thành cảm ơn các thầy cô giáo ở phòng thí nghiệm của trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên đã giúp đỡ và tạo điều kiện để tôi thực hiện hoàn thành thí nghiệm trong điều kiện tốt nhất. Mặc dù đã rất cố gắng, song do trình độ và kinh nghiệm còn hạn chế nên luận văn của tôi có thể vẫn còn những thiếu sót. Tôi rất mong nhận được các ý kiến đóng góp từ các thầy cô giáo và các đồng nghiệp để luận văn của tôi được tốt hơn và có ý nghĩa ứng dụng trong thực tế.

Xin chân thành cảm ơn!

Tác giả

Trần Thị SỰ

MỤC LỤC

Mở đầu	1
CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ HỆ TRUYỀN ĐỘNG BIẾN TẦN ĐỘNG CƠ ĐIỆN XOAY CHIỀU	3
I. Sơ đồ khối	3
I.1. Động cơ điện	4
I.2. Biến tần	5
I.2.1. Khối động lực	5
I.2.2. Khối điều khiển	5
I.2.3.1. Khái niệm về vectơ không gian	7
I.2.3.2. Trạng thái của van và các vectơ biên chuẩn	8
I.2.3.3. Tổng hợp vectơ không gian từ các vectơ biên	9
I.3 PLC S7-300	11
I.4. Thiết bị lấy tín hiệu tốc độ	11
CHƯƠNG II: PHÂN TÍCH VÀ CHỌN PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN HỆ TRUYỀN ĐỘNG BIẾN TẦN – ĐỘNG CƠ ĐIỆN KĐB BA PHA	16
II.1. Các phương pháp điều khiển biến tần động cơ điện xoay chiều ba pha	16
II.1.1. Điều khiển vectơ (FOC)	16
II.1.2. Điều khiển trực tiếp momen (DTC)	17
II.2. Xây dựng phương pháp điều khiển vectơ	18
II.2.1. Mô tả động cơ KĐB ba pha dưới dạng các đại lượng vector không gian.	19
II.2.2. Quy đổi các đại lượng điện của động cơ không đồng bộ từ hệ tọa độ vector không gian (a,b,c) về hệ tọa độ cố định trên stator (α, β).	22
II.2.3. Quy đổi các đại lượng của động cơ KĐB ba pha từ hệ tọa độ cố định trên rotor (x, y) về hệ tọa độ cố định trên stator (α, β)	25
II.2.4. Phép chuyển đổi trục tọa độ các đại lượng điện của ĐC KĐB ba pha từ hệ tọa độ cố định trên stator (α, β) về hệ tọa độ tựa theo từ thông rotor(d,q)	27

II.2.5. Sự biến đổi năng lượng và mômen điện từ.	31
II.2.6 Xây dựng mô hình toán học cho động cơ không đồng bộ.	33
II.2.7 Cơ sở để xây dựng phép điều khiển vector.	35
CHƯƠNG III: KHẢO SÁT ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG VÀ KIỂM NGHIỆM HỆ ĐIỀU KHIỂN VECTOR BIẾN TẦN- ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ	39
III.1 Khảo sát ổn định hệ điều khiển	39
III.1.1 Cơ sở xây dựng hệ điều khiển vector biến tần – động cơ KĐB số	39
III.1.1.1 Cấu trúc hệ điều khiển vector	39
III.1.1.2 Dựa vào bộ điều khiển số S7-300	40
III.1.2 Sơ đồ cấu trúc bộ điều khiển số	48
III.1.3 Quá trình khảo sát ổn định	50
III.1.3.1 Khảo sát mạch vòng dòng điện	50
III.1.3.2 Khảo sát mạch vòng tốc độ	59
III.1.4 Quá trình khảo sát chất lượng	64
III.1.4.1 Khảo sát chất lượng mạch vòng dòng điện	65
III.1.4.2 Khảo sát chất lượng mạch vòng tốc độ	69
III.2 Thí nghiệm	73
III.2.1 Giới thiệu thiết bị thí nghiệm	73
III.2.2 Nguyên lý làm việc	76
III.2.3 Thí nghiệm	76
III.2.3.1 Thí nghiệm 1	77
III.2.3.1 Thí nghiệm 2	77
III.2.4 So sánh đánh giá kết quả	78
CHƯƠNG IV: ỨNG DỤNG HỆ TRUYỀN ĐỘNG BIẾN TẦN – ĐỘNG CƠ ĐIỆN XOAY CHIỀU ĐIỀU KHIỂN BỞI PLC S7-300 CHO BÀN MÁY GIA CÔNG TIA LỬA	79
IV.1. Công dụng và đặc điểm công nghệ máy gia công tia lửa điện CNC	79
IV.1.1. Đặc điểm của gia công tia lửa điện	79

IV.1.2. Sơ đồ máy xung định hình	81
IV.1.3. Cơ sở công nghệ gia công tia lửa điện	82
IV.1.3.1. Bản chất vật lý của quá trình phóng tia lửa điện	82
IV.1.3.2. Cơ cấu tách vật liệu	83
IV.1.3.4. Độ chính xác tạo hình khi gia công tia lửa điện	85
IV.1.3.5. Hệ tọa độ máy	85
IV.2. Các máy gia công tia lửa điện thế hệ mới với động cơ tuyến tính	87
IV.3. Các phương pháp điều khiển ổn định vị trí bàn máy	89
IV.3.1. Hệ điều khiển hở	89
IV.3.2. Hệ điều khiển kín	90
IV.4 Thiết kế sơ đồ khối hệ thống truyền động biến tần – động cơ điện xoay chiều ba pha cho máy gia công tia lửa điện.	92
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	94
TÀI LIỆU TẠM KHẢO	96

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT

TT	Ký hiệu	Diễn giải nội dung đầy đủ
1	CPU	(Central Processing Unit) Bộ xử lý trung tâm
2	D	Bộ điều chỉnh vi phân
3	DTC	Điều khiển trực tiếp momen
4	ĐC KĐB	Động cơ không đồng bộ
5	FOC	Điều khiển vector
6	ĐKCL	Điều khiển chỉnh lưu
7	ĐKNL	Điều khiển nghịch lưu
8	H(p)	Khâu lưu giữ không
9	I	Bộ điều chỉnh tích phân
10	K_e	Hệ số Encoder phản hồi âm tốc độ
11	β	Hệ số biến đổi của bộ điều khiển dòng điện
12	K	Hệ số của khâu lấy tín hiệu tốc độ
13	P	Bộ điều chỉnh tỉ lệ
14	PI	Bộ điều chỉnh tỉ lệ tích phân
15	PID	(Proportional Integral Derivative) Bộ điều chỉnh tỉ lệ vi tích phân
16	PLC	Programmable Logic Controller: Bộ điều khiển logic
17	PWM	(Pulse Width Modulation) Phương pháp biến điệu bề rộng xung
18	SVM	(Space Vector Modulation) Phương pháp biến điệu vector không gian
19	T	Chu kì lấy mẫu (thời gian lượng tử)
20	CNC	Computer numerical control

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU VÀ HÌNH VẼ MINH HỌA

Số hiệu	Nội dung	Trang
Hình 1.1	Mô hình hệ thống	3
Hình1.2a	Đặc tính cơ khi thay đổi tần số, điện áp không đổi	4
Hình1.2b	Đặc tính cơ khi thay đổi tần số và điện áp ($U/f = \text{const}$)	5
Hình 1.3	Sơ đồ nghịch lưu độc lập nguồn áp 3 pha	6
Hình 1.4	Vector không gian và vector biên chuẩn	10
Hình 1.5	Đặc tính đo máy phát tốc một chiều	12
Hình 1.6	Mạch đo tốc độ bằng máy phát tốc xoay chiều ba pha	13
Hình 1.7	Mạch nhân xung đầu ra phát tốc xung	13
Hình 2.1	Cấu trúc điều khiển vector của hệ ổn định tần số máy sử dụng động cơ KĐB xoay chiều ba pha	16
Hình 2.2	Sơ đồ khối hệ biến tần - động cơ điện KĐB xoay chiều ba pha điều khiển trực tiếp momen	18
Hình 2.3	Sơ đồ nguyên lý dây quấn của động cơ không đồng bộ	19
Hình 2.4	Hệ tọa độ vector không gian (a, b, c) và hệ tọa độ cố định trên stator (α, β)	22
Hình 2.5	Hệ tọa độ cố định trên stator (α, β) và hệ tọa độ cố định trên rotor (x, y)	24
Hình 2.6	Biểu diễn vector dòng điện rotor trên hệ tọa độ cố định stator (α, β) và hệ tọa độ cố định rotor (x, y)	25
Hình 2.7	Biểu diễn vector dòng điện stator trên hệ tọa độ cố định stator (α, β) và hệ tọa độ tựa theo từ thông rotor (d, q)	27
Hình 2.8	Sơ đồ cấu trúc chi tiết của động cơ không đồng bộ	34
Hình 2.9	Sơ đồ cấu trúc tổng hợp của động cơ không đồng bộ	35
Hình 2.10	Định hướng từ thông trong hệ tọa độ tựa theo từ thông rotor (d, q)	36
Hình 2.11.	Sơ đồ nguyên lý hệ thống điều khiển động cơ không đồng bộ bằng thiết bị biến tần	38

Hình 3.1	Sơ đồ cấu trúc chi tiết của hệ thống TĐĐ sử dụng biến tần và ĐC KĐB	40
Hình 3.2a	Sơ đồ cấu trúc đơn giản hóa của hệ thống truyền động điện sử dụng biến tần và ĐC KĐB	42
Hình 3.2b	Sơ đồ cấu trúc rút gọn của hệ thống truyền động điện sử dụng biến tần và ĐC KĐB	43
Hình 3.3	Đồ thị đặc tính của khâu điều khiển I	45
Hình 3.4	Đồ thị đặc tính của khâu điều khiển D	46
Hình 3.5	Sơ đồ cấu trúc bộ điều khiển PID	47
Hình 3.6	Đồ thị đặc tính của bộ PID	48
Hình 3.7	Sơ đồ cấu trúc bộ điều khiển PID số	48
Hình 3.8	Sơ đồ cấu trúc hệ điều khiển số biến tần động cơ điện xoay chiều	49
Hình 3.9	Sơ đồ khối hệ truyền động	71
Hình 3.10	Mô hình thực nghiệm	72
Hình 3.11	Kết quả thí nghiệm khâu P	73
Hình 3.12	Kết quả thí nghiệm khâu PI	73
Hình 4.1	Sơ đồ gia công.	76
Hình 4.2	Sơ đồ một máy xung định hình	77
Hình 4.3	Sơ đồ nguyên lý gia công tia lửa điện	78
Hình 4.4	Diễn biến một quá trình phóng tia lửa điện	80
Hình 4.5	Hệ tọa độ máy của một máy xung định hình	81
Hình 4.6	Hệ tọa độ phôi	82
Hình 4.7	Sơ đồ nguyên lý của động cơ tuyến tính	83
Hình 4.8	Nguyên lý máy xung định hình với ba động cơ tuyến tính X,Y,Z	83
Hình 4.9	Hệ thống điều khiển vòng hở	86
Hình 4.10	Hệ thống điều khiển vòng kín	86
Hình 4.11	Sơ đồ hệ thống điều khiển vòng kín dùng Tachometer, Resolver	86

Hình 4.12	Sơ đồ điều khiển vòng kín dùng Tachometer, Encoder	87
Hình 4.13	Sơ đồ khối hệ truyền động biến tần – động cơ điện xoay chiều cho máy gia công tia lửa điện	87