

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

-----o0o-----

NGUYỄN NGỌC QUYẾT

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa

**NGHIÊN CỨU ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ, VỊ TRÍ VÀ
ĐẢO CHIỀU ĐỘNG CƠ TUYẾN TÍNH THEO
PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHẾ ĐỘ RỘNG XUNG ỨNG
DỤNG TRONG HỆ CHUYỂN ĐỘNG THẲNG**

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: TS. CAO XUÂN TUYỂN

THÁI NGUYÊN, 2016

LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: Nguyễn Ngọc Quyết

Sinh ngày 06 tháng 01 năm 1981.

Học viên lớp cao học khóa 16 CHTĐH – Trường đại học kỹ thuật công nghiệp

Thái Nguyên

Sau hai năm học và nghiên cứu tại trường tôi lựa chọn thực hiện đề tài:
“Nghiên cứu điều khiển tốc độ, vị trí và đảo chiều động cơ tuyến tính theo phương pháp điều chế độ rộng xung ứng dụng trong hệ chuyển động thẳng”

Tôi xin cam đoan toàn bộ nội dung luận văn này là do chính bản thân tôi thực hiện dưới sự hướng dẫn của thầy giáo **TS. Cao Xuân Tuyền** tất cả tài liệu đều có nguồn gốc, xuất xứ rõ ràng.

Tôi xin cam đoan tất cả những nội dung trong luận văn như nội dung trong đề cương của thầy hướng dẫn. Nếu có vấn đề gì trong nội dung luận văn, tôi xin hoàn toàn chịu mọi trách nhiệm với lời cam đoan của mình.

Thái nguyên, ngày.....thángnăm 2016

Học viên

Nguyễn Ngọc Quyết

LỜI CẢM ƠN

Học viên bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới thầy giáo **TS. Cao Xuân Tuyên** đã tận tình chỉ bảo, hướng dẫn, giúp đỡ tạo điều kiện thuận lợi và động viên trong suốt quá trình hoàn thành luận văn.

Tôi xin chân thành cảm ơn các thầy, cô giáo Trường Đại học kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên đã nhiệt tình chỉ dẫn, giúp đỡ trong quá trình học tập để hoàn thành luận văn.

Cảm ơn gia đình và bạn bè đã động viên, giúp đỡ về mọi mặt trong thời gian qua để luận văn hoàn thành đúng tiến độ.

Mặc dù đã cố gắng, song do điều kiện về thời gian và kinh nghiệm thực tế còn nhiều hạn chế nên không tránh khỏi thiếu sót. Vì vậy tôi rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy cô cũng như bạn bè đồng nghiệp.

Tôi xin chân thành cảm ơn!

Thái nguyên, ngày....tháng....năm 2016

Học viên

Nguyễn Ngọc Quyết

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	iii
MỤC LỤC.....	iv
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT.....	vii
DANH MỤC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ	ix
PHẦN MỞ ĐẦU.....	1
1. Tính cấp thiết của đề tài	1
2. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài	2
3. Mục tiêu, đối tượng và phạm vi nghiên cứu	2
4. Phương pháp nghiên cứu	2
5. Nội dung của luận văn	3
CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN VỀ ĐỘNG CƠ TUYẾN TÍNH.....	4
1.1 Cấu tạo, nguyên lý làm việc của động cơ tuyến tính.....	4
1.1.1 Các dạng cấu tạo của động cơ tuyến tính	5
1.1.2 Nguyên lý làm việc của động cơ tuyến tính	7
1.1.3 Hiệu ứng đầu cuối (End effect).....	9
1.2 Khả năng ứng dụng của động cơ tuyến tính trong thực tế.....	11
CHƯƠNG 2 MÔ HÌNH TOÁN HỌC ĐỘNG CƠ TUYẾN TÍNH.....	15
2.1 So sánh giữa động cơ đồng bộ kích thích vĩnh cửu (ĐB-KTVC) và động cơ tuyến tính kiểu đồng bộ kích thích vĩnh cửu (ĐCTT ĐB-KTVC)	15
2.1.1 Nguyên lý làm việc	15

2.1.2 Hệ tọa độ biểu diễn đại lượng vật lý ĐCĐB- KTVC	16
2.2 Mô hình toán học đối tượng MĐĐB-KTVC	16
2.2.1 Biểu diễn vector không gian các đại lượng 3 pha.....	16
2.2.2 Mô hình trạng thái liên tục của MĐĐB-KTVC.....	21
2.2.3 Mô hình toán học động cơ tuyến tính kiểu đồng bộ kích thích vĩnh cửu (ĐCTT-ĐBKTV C).....	24
2.2.4 Mô hình ĐCTT loại ĐB - KTVC có xét đến hiệu ứng đầu cuối	25
CHƯƠNG 3 ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ TUYẾN TÍNH THEO PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHẾ ĐỘ RỘNG XUNG	29
3.1 Phương pháp điều chế độ rộng xung PWM.....	29
3.2 Thiết kế bộ điều khiển.....	34
3.2.1 Thiết kế bộ điều khiển nghịch lưu phía lưới.....	35
3.2.1.1 Mô hình toán học khối nghịch lưu phía lưới	35
3.2.1.2 Thiết kế bộ điều khiển nghịch lưu phía lưới.....	40
3.2.2 Thiết kế bộ điều khiển NLĐC theo phương pháp Tuyến tính hóa chính xác	42
3.3 TỔNG HỢP CÁC BỘ ĐIỀU KHIỂN PI (Mạch vòng dòng điện và vận tốc)	48
3.3.1 Tổng hợp mạch vòng ĐC vector dòng điện.....	48
3.3.2 Tổng hợp vòng ĐC vận tốc.....	49
3.3.3 Tổng hợp vòng ĐC vị trí.....	52
CHƯƠNG 4 MÔ PHỎNG VÀ THÍ NGHIỆM	55

4.1 Sơ đồ mô phỏng	55
4.1.1 Sơ đồ mô phỏng toàn hệ thống	55
4.1.2 Sơ đồ Simulink bộ điều khiển tốc độ theo phương pháp PI thường.....	55
4.1.3 Sơ đồ Simulink bộ điều khiển vị trí theo phương pháp PD thường	56
4.2 Kết quả mô phỏng.....	56
4.2.1 Kết quả mô phỏng điều chỉnh vị trí theo chiều thuận.....	56
4.2.2 Kết quả mô phỏng vị trí theo chiều ngược	58
4.2.3 Kết quả mô phỏng điều chỉnh vận tốc theo chiều thuận.....	61
4.3.2 Kết quả thí nghiệm.....	65

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu	Đơn vị	Ý nghĩa
L_{sd}, L_{sq}	H	Điện cảm stator dọc trục và ngang trục
m	kg	Khối lượng rotor
$\underline{u}_s, \underline{i}_s$	V,A	Vector điện áp stator, dòng điện stator
v	m/s	Vận tốc cơ của động cơ
R_s	Ω	Điện trở stator
i_{sd}, i_{sq}	A	Thành phần dòng điện trục dq
u_{sd}, u_{sq}	V	Thành phần điện áp trục dq
τ	mm	Bước cực
p		Số đôi cực
ψ_p	Wb	Từ thông cực
x	mm	Vị trí động cơ tuyến tính
$\underline{i}_r, \underline{i}_s, \underline{i}_N$	A	Vector dòng rotor, dòng stator, dòng phía lưới
$\underline{u}_r, \underline{u}_s, \underline{u}_N$	V	Vector điện áp rotor, điện áp stator, điện áp lưới

CHỮ VIẾT TẮT

Chữ viết tắt	Ý nghĩa
ĐB - KTVC	Đồng bộ kích thích vĩnh cửu
ĐCTT ĐC – KTVC	Động cơ tuyến tính đồng bộ kích thích vĩnh cửu
MĐ	Máy điện
PWM	Điều chế độ rộng xung
ĐKD	Điều khiển dòng
NLPL	Nghịch lưu phía lưới
NLĐC	Nghịch lưu động cơ
DSP	Vi xử lý tín hiệu số

DANH MỤC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ

Hình 1. 1 Nguyên lý chuyển đổi từ động cơ quay sang động cơ tuyến tính	4
Hình 1. 2 Phân loại động cơ tuyến tính theo [10].....	5
Hình 1. 3 Động cơ tuyến tính có stator dạng răng lược.....	5
Hình 1. 4 Động cơ tuyến tính có stator dài	6
Hình 1. 5 Động cơ tuyến tính có stator ngắn	6
Hình 1. 6 Động cơ tuyến tính 1 trục	6
Hình 1. 7 Động cơ tuyến tính 2 trục	6
Hình 1. 8 Chiều chuyển động của từ trường và phần động	9
Hình 1. 9 Phân bố từ thông bên trong động cơ tuyến tính.....	10
Hình 1. 10 Hiệu ứng dòng xoáy và từ thông khe hở không khí	10
Hình 1. 11 Ứng dụng trong công nghiệp sản xuất kính.....	11
Hình 1. 12 Ứng dụng trong giao thông vận tải	12
Hình 1. 13 Ứng dụng trong hệ thống điều khiển rô bốt.....	12
Hình 1. 14 Ứng dụng trong máy khoan CNC	13
Hình 1. 15 Ứng dụng trong máy CNC	13
Hình 1. 16 Ứng dụng trong máy phay CNC	13
Hình 2. 1 Biểu diễn các đại lượng vật lý thông qua hệ trục tọa độ trong ĐCTT kiểu ĐB– KTVC 3 pha	16
Hình 2. 2 Xây dựng vector không gian dòng stator từ các đại lượng pha.....	17
Hình 2. 3 Biểu diễn dòng điện stator dưới dạng vector không gian trên hệ tọa độ $\alpha\beta$	18

Hình 2. 4 Vector dòng stator trên 3 hệ tọa độ $\alpha\beta$, ab và dq.....	19
Hình 2. 5 Chuyển hệ tọa độ cho vector không gian bất kỳ V.....	20
Hình 2. 6 Mô tả ảnh hưởng của hiệu ứng đầu cuối đối với ĐCTT loại ĐBKTV C .	26
Hình 2. 7 a. Cấu trúc ĐCTT loại ĐB - KTVC, b. Mạch từ tương đương mô tả ảnh hưởng của hiệu ứng đầu cuối	27
Hình 3. 1 Sơ đồ mạch động lực và điều khiển mạch vòng dòng điện theo phương pháp điều chế độ rộng xung	29
Hình 3. 2 Nguyên lý phương pháp điều chế độ rộng xung.....	30
Hình 3. 3 mô tả hình dáng tín hiệu trong bộ nghịch lưu áp ba pha	31
Hình 3. 4 khâu khuếch đại nối tiếp với một khâu hạn chế điện áp.....	34
Hình 3. 5 Sơ đồ cấu trúc điều khiển động cơ tuyến tính	35
Hình 3. 6 Sơ đồ nguyên lý nghịch lưu phía lưới.....	35
Hình 3. 7 Sơ đồ tổng quát mạch điện phía lưới	36
Hình 3. 8 Sơ đồ thay thế	36
Hình 3. 9 Sơ đồ tối giản mạch điện phía lưới	37
Hình 3. 10 Mô hình gián đoạn phía lưới.....	39
Hình 3. 11 Sơ đồ cấu trúc bộ điều chỉnh dòng phía lưới	40
Hình 3. 12 Cấu trúc điều khiển tuyến tính phía lưới	42
Hình 3. 13 Sơ đồ điều khiển NLĐC	43
Hình 3. 14 Cấu trúc bộ điều khiển dòng điện theo phương pháp tuyến tính hóa chính xác	48
Hình 3. 15 Sơ đồ cấu trúc vòng ĐC dòng điện.....	48