ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

----------o0o----------

NGUYỄN BÁ BẮC

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA

ĐIỀU KHIỂN VECTOR ĐỘNG CƠ ĐỒNG BỘ TỪ THÔNG DỌC TRỤC TRONG HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG CÓ TÍCH HỢP Ổ ĐỠ TỪ HAI ĐẦU TRỤC

KHOA CHUYÊN MÔN
TRƯỞNG KHOA

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

PGS.TS. Nguyễn Như Hiển

PHÒNG ĐÀO TẠO

THÁI NGUYÊN 2016

LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: Nguyễn Bá Bắc

Sinh ngày: 24 tháng 04 năm 1982

Học viên lớp cao học khóa K16 - Tự động hóa - Trường Đại Học Kỹ Thuật Công Nghiệp - Đại Học Thái Nguyên.

Hiện đang công tác tại: Trường Cao đẳng nghề Lạng Sơn – Lạng Sơn.

Xin cam đoan luận văn *"**Điều khiển vector động cơ đồng bộ từ thông dọc trục trong hệ thống truyền động có tích hợp ổ đỡ từ hai đầu trục**"* do thầy giáo PGS. TS. Nguyễn Như Hiển hướng dẫn là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Tất cả các tài liệu tham khảo đều có nguồn gốc, xuất xứ rõ ràng.

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

HỌC VIÊN

Nguyễn Bá Bắc

LỜI CẢM ƠN

Trong thời gian thực hiện luận văn, tác giả đã nhận được sự quan tâm rất lớn của nhà trường, các khoa, phòng ban chức năng, các thầy cô giáo, gia đình và đồng nghiệp.

Tác giả xin bày tỏ lời cảm ơn chân thành nhất đến PGS.TS. Nguyễn Như Hiển, trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp đã tận tình hướng dẫn trong quá trình thực hiện luận văn.

Tác giả xin chân thành cảm ơn đến các thầy cô ở Khoa Điện, phòng thí nghiệm Khoa Điện - Điện tử – Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp đã giúp đỡ và tạo điều kiện để tác giả hoàn thành trong điều kiện tốt nhất.

Mặc dù đã rất cố gắng, song do điều kiện về thời gian và kinh nghiệm nghiên cứu của bản thân còn hạn chế nên luận văn không tránh khỏi những thiếu xót. Tác giả rất mong nhận được những ý kiến đóng góp từ các thầy cô giáo và các bạn đồng nghiệp để luận văn được hoàn thiện và có ý nghĩa hơn trong thực tế.

HỌC VIÊN

Nguyễn Bá Bắc

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN i
LỜI CẢM ƠN ii
MỤC LỤC iv
DANH MỤC HÌNH VẼ vi
MỞ ĐẦU 1
1. Khái quát chung 1
3. Cấu trúc của luận văn 2
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ ĐỘNG CƠ ĐỒNG BỘ TỪ THÔNG DỌC TRỤC TRONG HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG CÓ TÍCH HỢP Ổ ĐỠ TỪ 3
1.1. Mở đầu 3
1.2. Sự phát triển của máy điện đồng bộ kích từ NCVC từ thông dọc trục 5
1.3. Các kiểu máy điện AFPM 6
1.3.1. Các cấu hình cơ bản của động cơ điện ĐB AFPM 8
1.2.2. Lựa chọn cấu hình động cơ AFPM 9
1.3.2. Mô hình truyền thống về ổ đỡ trục động cơ 10
1.3.3. Mô hình động cơ thông dụng sử dụng ổ từ đỡ trục động cơ 11
1.3.4. Mô hình tích hợp ổ từ dọc trục vào động cơ điện ĐB AFPM 13
1.4. Tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước 14
1.4.1. Động cơ đồng bộ AFPM 14
1.4.2. Ổ đỡ từ 16
1.5. Các nhiệm vụ cần giải quyết của luận văn 22
1.5.1. Mục tiêu nghiên cứu 22
1.6. Kết luận chương 1 24
Chương 2. MÔ HÌNH TOÁN HỌC ĐỘNG CƠ ĐỒNG BỘ TỪ THÔNG DỌC TRỤC KÍCH TỪ NAM CHÂM VĨNH CỬU CÓ TÍCH HỢP Ổ ĐỠ TỪ HAI ĐẦU TRỤC 25
2.1. Đặt vấn đề 25
2.2. Mô hình toán học nhiều biến của động cơ đồng bộ 28

2.2.1. Đặc điểm của mô hình toán học trạng thái động của động cơ đồng bộ 28
2.2.2. Phương trình điện áp: 30
2.2.3. Phương trình từ thông: 31
2.2.5. Phương trình mô men 34
2.2.6. Mô hình toán học động cơ đồng bộ ba pha 36
2.2.7. Mô hình toán học của động cơ đồng bộ theo định hướng từ trường trên tọa độ quay đồng bộ hai pha 37
2.3. Tính lực đẩy kéo thay thế cho ổ đỡ từ dọc trục 38
2.3.2. Mô hình thay thế của động cơ AFPM để tính lực đẩy kéo 38
2.4. Mô hình toán cho động cơ AFPM 42
2.4. Kết luận 43
Chương 3. THIẾT KẾ ĐIỀU KHIỂN VECTOR ĐỘNG CƠ ĐỒNG BỘ TỪ THÔNG DỌC TRỤC KÍCH TỪ NAM CHÂM VĨNH CỬU 45
3.1. Cấu trúc điều khiển vectơ động cơ đồng bộ từ thông dọc trục, kích từ NCVC 45
3.2. Điều khiển dòng điện 46
3.4. Điều khiển tốc độ 52
3.5. Kết luận 55
CHƯƠNG 4 56
ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG HỆ THỐNG 56
4.1. Số liệu để mô hình hóa: 56
4.2. Cấu trúc mô phỏng 56
4.3. Kết quả mô phỏng 58
3.3. Kết luận 59
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ 60
1. Kết luận 60
2. Kiến nghị 60
TÀI LIỆU THAM KHẢO 61

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1: Động cơ điện - từ với rotor dạng đĩa theo bằng sáng chế số 405 858, 1889 của N. Tesla. 4
Hình 1.2: Các modul cơ bản của động cơ AFPM. 8
Hình 1.3: Các cấu hình của máy điện từ thông dọc trục NCVC....8
Hình 1.4: Mặt cắt mô hình động cơ điện thông dụng 10
Hình 1.5: Ổ đỡ từ hướng tâm chủ động 11
Hình 1.6: Mặt cắt mô hình động cơ điện thông dụng có tích hợp ổ đỡ từ hướng tâm và hướng trục 12
Hình 1.7: Cấu tạo ổ từ chủ động (AMB) 13
Hình 1.8: Mặt cắt động cơ điện đồng bộ từ thông dọc trục kích từ NCVC....14
có tích hợp ổ đỡ từ hai đầu trục....14
Hình 2.2: Mô hình vật lý của động cơ đồng bộ từ thông dọc trục có tích hợp ổ từ..25
Hình 2.2a: Mô hình vật lý của động cơ đồng bộ từ thông dọc trục 2 có tích hợp ổ từ.....26
Hình 2.2b: Mô hình vật lý của động cơ đồng bộ từ thông dọc trục 1 có tích hợp ổ từ.....26
Hình 2.3: Vector không gian và góc pha thời gian gần đúng của động cơ đồng bộ;27
Hình 2.4: Mô hình xác định các từ thông móc vòng của động cơ đồng bộ từ thông dọc trục nam châm vĩnh cửu. 38
Hình 2.5: Sơ đồ thay thế cho mạch từ của động cơ đồng bộ từ thông dọc trục nam châm vĩnh cửu. 39
Hình 2.6 : Mô hình toán học đầy đủ của động cơ đồng bộ từ thông dọc trục, kích thích vĩnh cửu có tích hợp ổ từ dọc trục 43
Hình 3.1: Cấu trúc điều khiển vectơ của động cơ đồng bộ từ thông dọc trục NCVC 45
Hình 3.2: Mạch vòng điều khiển dòng điện đã tách 47
Hình 3.3: Mạch vòng điều khiển khoảng cách trục 50
Hình 3.4: Mạch vòng điều khiển tốc độ....52
Hình 4.1: Sơ đồ mô phỏng điều khiển vectơ động cơ đồng bộ từ thông dọc trục NCVC..57
Hình 4.2: Đặc tính tốc độ 58
Hình 4.4: Đặc tính tốc độ và môмen tổng 58
Hình 4.5: Đặc tính lực đẩy kéo F_1 và F_2....59

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

MỞ ĐẦU

1. Khái quát chung

Trong các ngành công nghiệp, các hệ thống truyền động điện sử dụng động cơ điện một chiều đang được thay thế bằng hệ thống truyền động điện sử dụng động cơ điện xoay chiều ba pha (ĐCXCBP). Do đó, các hệ thống truyền động biến tần điều khiển ĐCXCBP cũng phát triển mạnh mẽ và mang lại lợi ích kinh tế cao trong sản xuất. Các hệ truyền động ĐCXCBP đã được nghiên cứu phát triển và ứng dụng rộng rãi từ những năm 80 của thế kỷ trước nhờ khả năng hoạt động tin cậy, chi phí thấp, kích thước nhỏ gọn. Đặc biệt, hệ biến tần điều khiển ĐCXCBP đang được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm vì hệ thống này có nhiều ưu điểm như: tiết kiệm năng lượng; mômen mở máy lớn do vậy kéo được tải nặng khi khởi động; việc điều chỉnh tốc độ đơn giản; phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng; có khả năng điều chỉnh vô cấp tốc độ,... ĐCXCBP có các loại đồng bộ và không đồng bộ. Ưu điểm nổi bật của động cơ đồng bộ là ổn định tốc độ cao, các chỉ tiêu năng lượng như hiệu suất, hệ số cosφ tốt, độ tin cậy cao.

Trong luận văn này, tập trung nghiên cứu tổng quan động cơ đồng bộ từ thông dọc trục kích từ nam châm vĩnh cửu. Trong điều kiện ràng buộc là hai đầu trục của động cơ sử dụng hai ổ đỡ từ. Các ổ đỡ từ này chỉ đỡ cho trục rotor quay mà không chặn được dịch chuyển dọc trục của rotor.

2. Tính cấp thiết của đề tài

Hệ truyền động điện ứng dụng động cơ đồng bộ từ thông dọc trục kích từ nam châm vĩnh cửu có tích hợp hai ổ từ hướng tâm hai đầu trục, đang được coi là một ngành công nghệ tiên tiến và thân thiện với môi trường. Chúng góp phần mạnh mẽ trong việc nâng cao tốc độ quay cho động cơ và giúp động cơ có thể được ứng dụng trong những môi trường đặc biệt mà động cơ sử dụng vòng bi thông dụng không thể làm việc hoặc làm việc với chi phí bảo dưỡng cao. Những nghiên cứu về ổ đỡ từ thường tập trung chủ yếu tại các nước phát triển, hiện nay trước khả năng ứng dụng mạnh mẽ của động cơ điện dùng ổ đỡ từ trong nhiều lĩnh vực, việc nghiên

cứu về chế tạo động cơ điện dùng ổ đỡ từ và các ứng dụng cũng đang được đẩy mạnh tại các nước đang phát triển ổ đỡ từ được sử dụng trong động cơ điện hiện đang được xếp loại sản phẩm công nghệ cao chứa đựng nhiều hàm lượng chất xám và đồng thời cũng là sản phẩm công nghệ xanh mới. Hạn chế trong việc ứng dụng rộng rãi ổ đỡ từ hiện nay là dogiá thành cao.

Phần quan trọng của hệ truyền động điện ứng dụng động cơ đồng bộ từ thông dọc trục kích từ nam châm vĩnh cửu có tích hợp hai ổ từ hướng tâm hai đầu trục là thiết kế điều khiển vectơ cho động cơ. Trong phạm vi luận văn này coi hai ổ đỡ từ hướng tâm làm việc đúng theo chức năng danh định của nó. Vì vậy nghiên cứu tập trung chính vào thiết kế các bộ điều khiển động cơ là chủ yếu.

3. Cấu trúc của luận văn

Luận văn gồm có các phần

Chương 1: Tổng quan về động cơ đồng bộ từ thông dọc trục trong hệ thống truyền động có tích hợp ổ đỡ từ

Chương 2: Mô hình toán học của động cơ đồng bộ từ thông dọc trục trong hệ thống truyền động có tích hợp ổ đỡ từ

Chương 3: Thiết kế điều khiển vectơ động cơ đồng bộ từ thông dọc trục kích từ NCVC

Chương 4: Đánh giá chất lượng hệ thống

Kết luận và kiến nghị

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN VỀ ĐỘNG CƠ ĐỒNG BỘ TỪ THÔNG DỌC TRỤC TRONG HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG CÓ TÍCH HỢP Ổ ĐỠ TỪ

1.1. Mở đầu

Ngày nay, cùng với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ điện tử công suất, vi xử lý và kỹ thuật máy tính,... thì việc điều chỉnh tốc độ động cơ xoay chiều trở nên dễ dàng và đạt được những chỉ tiêu chất lượng cao. Trong các ngành công nghiệp, các hệ thống truyền động điện sử dụng động cơ điện một chiều đang được thay thế bằng hệ thống truyền động điện sử dụng động cơ điện xoay chiều ba pha (ĐCXCBP). Do đó, các hệ thống truyền động biến tần điều khiển ĐCXCBP cũng phát triển mạnh mẽ và mang lại lợi ích kinh tế cao trong sản xuất. Các hệ truyền động ĐCXCBP đã được nghiên cứu phát triển và ứng dụng rộng rãi từ những năm 80 của thế kỷ trước nhờ khả năng hoạt động tin cậy, chi phí thấp, kích thước nhỏ gọn. Đặc biệt, hệ biến tần điều khiển ĐCXCBP đang được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm vì hệ thống này có nhiều ưu điểm như: tiết kiệm năng lượng; mômen mở máy lớn do vậy kéo được tải nặng khi khởi động; việc điều chỉnh tốc độ đơn giản; phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng; có khả năng điều chỉnh vô cấp tốc độ,... ĐCXCBP có các loại đồng bộ và không đồng bộ. Ưu điểm nổi bật của động cơ đồng bộ là ổn định tốc độ cao, các chỉ tiêu năng lượng như hiệu suất, hệ số cosφ tốt, độ tin cậy cao.

Trong chuyên đề này, tập trung nghiên cứu tổng quan động cơ đồng bộ từ thông dọc trục kích từ nam châm vĩnh cửu. Trong điều kiện ràng buộc là hai đầu trục của động cơ sử dụng hai ổ đỡ từ. Các ổ đỡ từ này chỉ đỡ cho trục rotor quay mà không chặn được dịch chuyển dọc trục của rotor. Để chặn dịch chuyển dọc trục của rotor khi quay, trong chuyên đề này đề xuất loại động cơ đồng bộ từ thông dọc trục có cấu tạo đặc biệt, vừa tạo ra mômen quay cho rotor vừa chặn được chuyển dịch dọc trục của nó. Điều đó, không làm tăng kích thước của động cơ và cũng không phải sử dụng thêm thiết bị chặn cơ khí nào.