

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

NGUYỄN BÁ HÂN

**XÂY DỰNG THUẬT TOÁN VÀ ỨNG DỤNG PHẦN MỀM
MATLAB - SIMULINK ĐIỀU KHIỂN HỆ TRUYỀN ĐỘNG
ĐỘNG CƠ MỘT CHIỀU KHÔNG CHỖI THAN**

Chuyên ngành : **Kỹ thuật điều khiển và Tự động hoá**

Mã số : **60520216**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

TS. ĐỖ TRUNG HẢI

Thái Nguyên - 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: Nguyễn Bá Hân

Sinh ngày: 03 tháng 02 năm 1980

Học viên lớp cao học K14 – Tự động hoá – Trường đại học Kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên – đại học Thái Nguyên

Hiện đang công tác tại Công ty TNHH một thành viên 43 – Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng.

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi dựa trên sự hướng dẫn của tập thể các nhà khoa học và các tài liệu tham khảo đã trích dẫn. Kết quả nghiên cứu là trung thực.

Nếu có gì sai tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm.

Tác giả luận văn

Nguyễn Bá Hân

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CÁC CHỮ VIẾT TẮT

ĐCMC	Động cơ một chiều
MCKCT	Một chiều không chổi than
DC	Direct Current
DSP	Digital Signal Processor
PWM	Pulse Width Modulation
BEMF	Back EMF – Sức phản điện động
ADC	Analog to Digital Converter
DAC	Digital to Analog Converter
GND	Ground
BLDC	Brushless Direct Current
MOSFET	Metal Oxide Semi-conductor Field Effect Transistor
IC	Integrated Circuit

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU KHÔNG CHỖI THAN.....	1
1.1. Tổng quan về động cơ điện MCKCT	1
1.1.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của động cơ điện MCKCT.....	1
1.1.2. Mô hình toán học và phương trình đặc tính cơ của ĐCMCKCT.....	8
1.2. Hệ truyền động động cơ điện một chiều không chổi than	16
1.2.1. Truyền động không đảo chiều (truyền động một cực tính).....	16
1.2.2. Truyền động có đảo chiều (truyền động hai cực tính)	18
1.3. Kết luận.....	19
CHƯƠNG 2. THIẾT KẾ HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐỘNG CƠ MỘT CHIỀU KHÔNG CHỖI THAN	20
2.1. Cấu trúc hệ truyền động động cơ MCKCT.....	20
2.2 Xác định bộ điều khiển: Ở đây ta phải thực hiện hai bài toán:.....	21
2.2.1 Bài toán 1 (Xác định luật điều khiển): được thực hiện dựa trên việc tổng hợp hệ thống truyền động.....	21
2.2.2 Bài toán 2 (Lựa chọn thiết bị thực hiện luật điều khiển):.....	27
2.3 Card ghép nối:.....	28
Thư viện ArduinoIO:	30
2.4. Bộ biến đổi năng lượng.....	31
2.4.1. Giới thiệu về IC MC33035.....	32
2.4.2 Thiết kế mạch tạo xung điều khiển	36
2.5 Mạch đo tín hiệu phản hồi	39
2.5.1 Đo tín hiệu dòng điện	39
2.5.2. Mạch đo tín hiệu tốc độ.....	40
2.6 Kết luận.....	41
CHƯƠNG 3. THỰC NGHIỆM	43
3.1. Các thiết bị thực nghiệm.....	43
3.1.1. Động cơ MCKCT	43
3.1.2. Thiết bị biến đổi năng lượng	44
3.1.3. Tạo tín hiệu điều khiển.....	45
3.1.4. Thiết bị hiển thị	46
3.1.5. Card ghép nối máy tính – Bo mạch ArduinoDue.....	46

3.1.6. Thiết bị đo dòng điện – ACS712-30A	47
3.1.7. Thiết bị lấy tốc độ.....	47
3.1.8. Mô hình thực nghiệm hệ thống	48
3.2. Thực nghiệm	49
Tham số bộ điều khiển mạch vòng dòng điện và mạch vòng tốc độ theo (2.12) và (2.16).....	49
3.3. Kết luận chương 3.....	55
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	56
Kết luận.....	56
Kiến nghị.....	56
TÀI LIỆU THAM KHẢO	57

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1 Cấu tạo ĐCMCKCT.....	3
Hình 1.2 Sơ đồ khối ĐCMCKCT	3
Hình 1. 3- Stator của ĐCMCKCT	5
Hình 1. 4 Các dạng sức điện động ĐCMCKCT	6
Hình 1.5 - Rotor của ĐCMCKCT.....	6
Hình 1. 6. Các dạng Rotor của động cơ một chiều không chổi than	7
Hình 1. 7- Mô hình mạch điện của ĐCMCKCT.....	9
Hình 1. 8- Mô hình thu gọn của ĐCMCKCT	11
Hình 1. 9- Sơ đồ khối của ĐCMCKCT	13
Hình 1. 10 - Sơ đồ 1 pha tương đương của ĐCMCKCT	14
Hình 1. 11 - Đặc tính làm việc và đặc tính cơ ĐCMCKCT.....	16
Hình 1. 12 - Minh hoạ nguyên lý làm việc của ĐCMCKCT truyền động một cực	17
Hình 1. 13-Thứ tự chuyển mạch và chiều quay của từ trường stator	17
Hình 1. 14- Chuyển mạch hai cực tính của ĐCMCKCT	18
Hình 2. 1. Sơ đồ hệ truyền động động cơ MCKCTsử dụng SIMULINK.....	20
Hình 2. 2 - Sơ đồ cấu trúc một pha ĐCMCKCT	21
Hình 2. 3- Sơ đồ cấu trúc mạch vòng dòng điện.....	25
Hình 2.4-Sơ đồ cấu trúc mạch vòng tốc độ.....	26
Hình 2. 5- Sơ đồ mạch kết nối ArduinoDue với máy tính.....	29
Hình 2. 6- Các khối chức năng trong thư viện ArduinoIO	30
Hình 2. 7- Sơ đồ cấu trúc BBĐ và động cơ sử dụng MC33035	34
Hình 2. 8- Mạch tạo xung điều dùng MC33035	36
Hình 2. 9- Sơ đồ nguyên lý mạch đệm	37
Hình 2. 10- Sơ đồ nguyên lý BBĐ và ĐCMCKCT	39
Hình 2. 11- Sơ đồ khối ACS712	39

Hình 2. 12- Sơ đồ mạch đo dòng điện	40
Hình 2. 13- Đặc tính vào ra của ACS712	40
Hình 2. 14- Tín hiệu xung từ cảm biến Hall	41
Hình 2. 15- Mạch đo tốc độ động cơ	41
Hình 3. 1- Động cơ thực nghiệm	43
Hình 3. 2. Bộ biến đổi năng lượng cấp cho động cơ MCKCT	44
Hình 3. 3- Máy tính có cài đặt Matlab Simulink	45
Hình 3. 4- Cấu trúc hai mạch vòng trên Matlab Simulink.....	46
Hình 3. 5- Card ghép nối ArduinoDue.....	47
Hình 3. 6- Khâu lấy tín hiệu dòng điện.....	47
Hình 3. 7- Khâu lấy tín hiệu tốc độ.....	48
Hình 3. 8- Mô hình thực nghiệm hệ thống.....	48
Hình 3. 9 - Đáp ứng tốc độ động cơ với tín hiệu đặt dạng bước nhảy.....	49
Hình 3. 10. Đáp ứng dòng điện động cơ với tín hiệu đặt dạng bước nhảy	50
Hình 3. 11- Cấu trúc hệ với tín hiệu đặt biến thiên theo hàm sin	50
Hình 3. 12- Đáp ứng tốc độ động cơ với tín hiệu đặt dạng hàm sin	52
Hình 3. 13- Đáp ứng dòng điện động cơ với tín hiệu đặt dạng hàm sin	53
Hình 3. 14- Cấu trúc hệ với tín hiệu đặt dạng bậc thang	53
Hình 3. 15- Đáp ứng tốc độ động cơ với tín hiệu đặt dạng bậc thang	54
Hình 3. 16- Đáp ứng dòng điện động cơ với tín hiệu đặt dạng bậc thang	55

MỞ ĐẦU

1. Đặt vấn đề

Động cơ một chiều (ĐCMC) thông thường có hiệu suất cao và các đặc tính của chúng thích hợp với các truyền động servo. Tuy nhiên, điểm hạn chế trong cấu tạo và trong quá trình làm việc của chúng là:

- Cần có cổ góp và chổi than, những thứ dễ bị mòn và yêu cầu bảo trì, bảo dưỡng thường xuyên;

- Sinh ra tia lửa điện trong quá trình làm việc.

Để khắc phục các nhược điểm trên người ta chế tạo loại động cơ thay thế chức năng của cổ góp và chổi than bởi các chuyển mạch sử dụng thiết bị bán dẫn (Ví dụ như biến tần sử dụng transistor công suất chuyển mạch theo vị trí rôto). Những động cơ này được biết đến như là động cơ một chiều không chổi than (Brushless DC Motor). Do không có cổ góp và chổi than nên động cơ này khắc phục được hầu hết các nhược điểm của động cơ một chiều có vành góp thông thường. Chính vì lý do trên mà việc nghiên cứu, điều khiển hệ truyền động điện dùng động cơ một chiều không chổi than đã và đang được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp và dân dụng.

Một điều quan trọng trong hệ truyền động động cơ một chiều không chổi than là việc cấp dòng điện vào cuộn dây Stato phải theo vị trí của từ trường roto. Như vậy khi đã xác được vị trí roto việc xây dựng thuật toán điều khiển dòng cấp cho cuộn dây Stato và nghiên cứu ứng dụng máy tính với phần mềm Matlab - Simulink để thực hiện thuật toán điều khiển này là cần thiết và cũng là hướng nghiên cứu chính của bản luận án.

2. Mục tiêu nghiên cứu

- Xây dựng thuật toán điều khiển điều khiển hệ truyền động điện dùng động cơ một chiều không chổi than.

- Thực hiện thuật toán điều khiển bằng máy tính thông qua phần mềm Matlab - Simulink.

3. Kết quả dự kiến:

- Xây dựng mô hình toán học của động cơ một chiều không chổi than.
- Xây dựng cấu trúc và thuật toán điều khiển động cơ một chiều không chổi than.
- Xây dựng mô hình thực nghiệm hệ truyền động điện dùng động cơ một chiều không chổi than.

4. Phương pháp và phương pháp luận:

- *Phương pháp luận:*
 - + Nghiên cứu lý thuyết về động cơ một chiều không chổi than, phân tích lựa chọn, xây dựng cấu trúc và thuật toán luật điều khiển.
- *Phương pháp nghiên cứu:*
 - + Phân tích và tổng hợp hệ bằng mô hình toán, mô phỏng, kiểm chứng.
 - + Xây dựng mô hình thực nghiệm để kiểm tra, đánh giá các kết quả nghiên cứu lý thuyết.

5. Cấu trúc của luận văn

Luận văn được chia làm 3 chương:

Chương 1: Tổng quan về động cơ điện một chiều không chổi than

Chương 2: Thiết kế hệ truyền động động cơ một chiều không chổi than

Chương 3: Thực nghiệm

Kết luận và kiến nghị.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU KHÔNG CHỔI THAN

1.1. Tổng quan về động cơ điện MCKCT

1.1.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của động cơ điện MCKCT

Động cơ một chiều (ĐCMC) thông thường có hiệu suất cao và các đặc tính của chúng thích hợp với các truyền động servo. Tuy nhiên, hạn chế duy nhất là trong cấu tạo của chúng cần có cổ góp và chổi than, những thứ dễ bị mòn và yêu cầu bảo trì, bảo dưỡng thường xuyên. Để khắc phục nhược điểm này người ta chế tạo loại động cơ không cần bảo dưỡng bằng cách thay thế chức năng của cổ góp và chổi than bởi các chuyển mạch sử dụng thiết bị bán dẫn (chẳng hạn như biến tần sử dụng transistor công suất chuyển mạch theo vị trí rotor). Những động cơ này được biết đến như là động cơ đồng bộ kích thích bằng nam châm vĩnh cửu hay còn gọi là động cơ một chiều không chổi than BLDC (Brushless DC Motor). Do không có cổ góp và chổi than nên động cơ này khắc phục được hầu hết các nhược điểm của động cơ một chiều có vành góp thông thường.

So sánh ĐCMCKCT với ĐCMC thông thường:

Mặc dù người ta nói rằng đặc tính tĩnh của ĐCMCKCT và ĐCMC thông thường hoàn toàn giống nhau, thực tế chúng có những khác biệt đáng kể ở một vài khía cạnh. Khi so sánh hai loại động cơ này về mặt công nghệ hiện tại, ta thường đề cập tới sự khác nhau hơn là sự giống nhau giữa chúng. Bảng 1.1 so sánh ưu nhược điểm của hai loại động cơ này. Khi nói về chức năng của động cơ điện, không được quên ý nghĩa của dây quấn và sự đổi chiều. Đổi chiều là quá trình biến đổi dòng điện một chiều ở đầu vào thành dòng xoay chiều và phân bố một cách chính xác dòng điện này tới mỗi dây quấn ở phần ứng động cơ. Ở động