

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

ĐÀO ANH QUÂN

**ĐIỀU KHIỂN HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT
CHIỀU BẰNG CARD ARDUINO ĐỂ ỨNG DỤNG CHO ĐIỀU
KHIỂN CHUYỂN ĐỘNG MÁY CÔNG NGHIỆP**

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 Lạp

Thái Nguyên, 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: Đào Anh Quân

Sinh ngày: 16 tháng 10 năm 1987

Học viên lớp cao học khóa K15 – Tự động hóa – Trường Đại học kỹ thuật công nghiệp – Đại học Thái Nguyên.

Hiện đang công tác tại: Trường Đại học Hùng Vương Phú Thọ

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 trong luận văn chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào. Mọi thông tin trích dẫn trong luận văn đều chỉ rõ nguồn gốc.

Tác giả luận văn

Đào Anh Quân

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, các phòng ban, các thầy cô giáo và đồng nghiệp.

Tác giả xin bày tỏ lời cảm ơn chân thành nhất đến PGS.TS. Võ Quang Lạp đã tận tình hướng dẫn trong quá trình thực hiện luận văn.

Tác giả xin chân thành cảm ơn đến các thầy cô giáo ở Trung tâm Thí nghiệm, phòng thí nghiệm Khoa Điện tử - Trường Đại Học Kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên đã giúp đỡ và tạo điều kiện để tác giả hoàn thành thí nghiệm trong điều kiện tốt nhất.

Tác giả cũng xin chân thành cảm ơn Ban lãnh đạo Trường Đại học Hùng Vương Phú Thọ đã tạo điều kiện giúp đỡ tôi trong quá trình làm luận văn.

Mặc dù đã rất cố gắng, song do trình độ và kinh nghiệm còn hạn chế nên có thể luận văn còn những thiếu sót. 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

Đào Anh Quân

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT	v
DANH MỤC HÌNH VẼ.....	vii
MỞ ĐẦU.....	ix
1. Lý do chọn đề tài.....	ix
2. Mục đích nghiên cứu.....	ix
3. Đối tượng nghiên cứu.....	ix
4. Ý nghĩa khoa học, ý nghĩa thực tiễn của đề tài	x
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ĐIỀU KHIỂN CHUYỂN ĐỘNG SỐ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU	1
1.1. Ưu điểm của hệ điều khiển số	1
1.2. Một số vấn đề quan trọng trong hệ điều khiển số	3
1.2.1. Tín hiệu trong điều khiển số	3
1.2.2. Mô tả toán học hệ thống xung – số	4
1.2.3. Phép biến đổi z.....	5
1.2.4. Hàm truyền đạt hệ thống xung – số	6
1.2.5. Tính ổn định của hệ thống xung số.....	9
1.2.6. Khảo sát chất lượng hệ thống xung – số.....	12
1.3. Giới thiệu hệ truyền động xung – số được điều khiển bởi card arduino.....	12
1.3.1. Sơ đồ khối hệ truyền động xung – số được điều khiển bởi card arduino	12
1.3.2. Giới thiệu các thiết bị trong sơ đồ.....	13
CHƯƠNG 2: KHẢO SÁT VÀ TÍNH TOÁN HỆ ĐIỀU KHIỂN SỐ (PWM – ĐỘNG CƠ MỘT CHIỀU)	26
2.1. Xây dựng hàm số truyền của các khâu trong hệ điều khiển số.....	26
2.1.1. Xây dựng hàm truyền bộ PID số.....	26
2.1.2 Xây dựng hàm truyền động cơ điện một chiều	30
2.1.3. Xây dựng hàm truyền bộ PWM	30
2.1.4. Xây dựng hàm truyền của vi điều khiển (hay máy tính).....	31
2.2. Xây dựng sơ đồ cấu trúc hệ điều khiển số	31
2.3. Tổng hợp hệ thống điều khiển số.....	31
2.3.1. Tổng hợp mạch vòng dòng điện.....	31
2.3.2. Tổng hợp mạch vòng tốc độ.....	35
2.4. Xây dựng phương pháp khảo sát ổn định	36

2.5. Tính toán và khảo sát ổn định cho hệ truyền động PWM-Đ	36
2.5.1. Khảo sát và tính toán mạch vòng dòng điện	36
2.5.2. Khảo sát và tính toán mạch vòng tốc độ	37
2.6. Khảo sát chất lượng hệ thống truyền động điện	39
2.6.1. Khảo sát chất lượng mạch vòng dòng điện	39
2.6.2. Khảo sát chất lượng mạch vòng tốc độ	42
2.7. Thực nghiệm	44
2.7.1. Xây dựng sơ đồ thí nghiệm	44
2.7.2. Phần cứng của thiết bị thí nghiệm	45
2.7.3. Thiết kế PID cho mô hình trong phòng thí nghiệm	48
2.7.4. Các kết quả thí nghiệm	49
CHƯƠNG 3: ỨNG DỤNG HỆ TRUYỀN ĐỘNG SỐ XUNG ÁP ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU CHO THANG MÁY	51
3.1. Khái niệm chung về thang máy	51
3.1.1. Giới thiệu	51
3.1.2. Lịch sử phát triển của thang máy	51
3.1.3. Tình hình sử dụng thang máy ở Việt Nam	53
3.1.4. Phân loại và ký hiệu thang máy	53
3.1.5. Cấu tạo thang máy	55
3.1.6. Chức năng của một số bộ phận trong thang máy	56
3.2. Các yêu cầu đối với thang máy	62
3.2.1. Yêu cầu về an toàn trong điều khiển thang máy	62
3.2.2. Dừng chính xác buồng thang	65
3.2.3. Ảnh hưởng của tốc độ, gia tốc và độ giật đối với hệ truyền động thang máy	68
3.3. Các chế độ làm việc của thang máy	70
3.3.1. Sơ đồ khối hệ truyền động số - xung áp động cơ điện một chiều điều khiển bởi card arduino	70
3.3.2. Điều chỉnh tốc độ	71
3.3.3. Đảo chiều quay	71
3.3.4. Dừng thang máy	71
3.3.5. Chế độ hãm tái sinh	72
3.3.6. Mô phỏng hệ truyền động số xung áp – động cơ điện một chiều dùng card arduino truyền động cho thang máy khi hãm tái sinh	77
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	75

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

- ACV: Nguồn xoay chiều.
DCV: Nguồn một chiều.
A/D: Chuyển đổi tương tự số.
D/A: Chuyển đổi số tương tự.
DC: Động cơ điện một chiều.
P: Bộ điều chỉnh tỷ lệ.
I: Bộ điều chỉnh tích phân.
D: Bộ điều chỉnh vi phân.
PID: Bộ điều chỉnh tỷ lệ vi tích phân.
CPU: Bộ xử lý trung tâm.
 μC : Bộ vi điều khiển.
PWM : Phương pháp điều chế độ rộng xung điện áp.
 βI : Phản hồi âm dòng điện.
 γn : Phản hồi tốc độ.
 U_{cd} : Điện áp chủ đạo.
 U_{dk} : Điện áp điều khiển.
 U_{rc} : Điện áp răng cưa.
 U_{ss} : Điện áp so sánh.
 U_{sx} : Điện áp sửa xung.
 U_{db} : Điện áp đồng bộ.
FXCD : Khối phát xung chủ đạo.
SRC : Khối tạo xung răng cưa.
SS : Khối so sánh.
TXPCX : Khối tạo xung và phân chia xung.
 U_{ω} : Tín hiệu điện áp chủ đạo đặt tốc độ.
T : Chu kỳ lấy mẫu (hay gọi thời gian lượng tử).
 M_{S1} : Tín hiệu phản hồi âm tốc độ.

M_{S2} : Tín hiệu phản hồi âm dòng điện.

$T(s)$: Bộ xung biến đổi điện áp (PWM).

$H(S)$: Khâu lưu giữ 0.

U_d : Điện áp ra của bộ biến đổi PWM.

U_c : Điện áp điều khiển của bộ điều chế độ rộng xung.

K_ω : Hệ số của khâu lấy tín hiệu tốc độ.

K_i, K_p : Hệ số biến đổi của bộ điều khiển số dòng điện.

CLPWM: Chính lưu PWM

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Cấu trúc hệ điều khiển số.....	3
Hình 1.2. Quá trình cắt mẫu.....	3
Hình 1.3. Ký hiệu bộ cắt mẫu.....	4
Hình 1.4. Sơ đồ tương đương.....	8
Hình 1.5. Sơ đồ cấu trúc.....	8
Hình 1.6. Hệ thống rời rạc cơ bản.....	8
Hình 1.7. Giá trị hàm rời rạc bằng hàng số.....	9
Hình 1.8. Tính ổn định của hệ điều khiển xung – số.....	11
Hình 1.9. Các nghiệm v_i trên mặt phẳng v	12
Hình 1.10. Sơ đồ khối hệ truyền động xung – số.....	13
Hình 1.11. Card Arduino Uno.....	13
Hình 1.12. Mạch điện bộ biến đổi PWM có đảo chiều dạng H kiểu đi ốt.....	16
Hình 1.13. Đồ thị dòng áp của hệ truyền động đảo chiều dùng bộ biến đổi PWM dạng H kiểu Diốt.....	17
Hình 1.14. Encoder tuyệt đối.....	18
Hình 1.15. Encoder tương đối.....	19
Hình 1.16. một số loại encoder thông dụng.....	20
Hình 1.17. Đặc tính truyền đạt A/D.....	21
Hình 1.18. Sơ đồ khối A/D.....	21
Hình 1.19. Đồ thị biến đổi điện áp tín hiệu tương tự đầu vào.....	23
Hình 1.20. Sơ đồ khối quá trình biến đổi từ số về tương tự.....	24
Hình 1.21. Đồ thị biến đổi D/A.....	25
Hình 2.1. Đồ thị đặc tính của khâu điều khiển I.....	27
Hình 2.2. Đồ thị đặc tính của khâu điều khiển D.....	27
Hình 2.3. Sơ đồ cấu trúc bộ điều khiển PID tương tự.....	28
Hình 2.4. Đồ thị đặc tính của bộ khâu điều khiển PID.....	29
Hình 2.5. Sơ đồ cấu trúc bộ điều khiển PID số.....	30
Hình 2.6. Sơ đồ khối của hệ thống điều khiển số T-Đ.....	31
Hình 2.8. Đáp ứng dòng điện với $k_p=0.25$; $k_i=42$; $T=0,5$; $T_u=0,002$	41
Hình 2.9. Đáp ứng dòng điện với: $k_p=0.25$; $k_i=50$; $T=0,5$; $T_u=0,0065$	41
Hình 2.10. Cấu trúc mạch vòng tốc độ số.....	43
Hình 2.12: Đáp ứng tốc độ với $T=0.002$; $k_p=0.25$; $k_i=50$; $k_\omega=0.00058$	44
Hình 2.13. Sơ đồ khối của hệ truyền động xung áp động cơ điện một chiều được điều khiển bởi card arduino.....	45
Hình 2.14. Phân cứng của thiết bị thí nghiệm.....	45
Hình 2.15. Sơ đồ khối hình thí nghiệm.....	46
Hình 2.16. Giới thiệu IC L298N.....	47
Hình 2.17. Giới thiệu IC SN74HC08N.....	47
Hình 2.18. Card arduino.....	48

Hình 2.19. Sơ đồ cấu trúc hệ điều khiển trên mô hình matlab - simulink	49
Hình 2.20. Cấu hình đầu ra điều khiển động cơ	49
Hình 2.21: Cấu hình thời gian thực	50
Hình 2.22. Đáp ứng đầu ra khi không có tải	50
Hình 2.23. Đáp ứng đầu ra khi có tải	50
Hình 3.1. Kết cấu cơ khí của thang máy	56
Hình 3.2. Cảm biến vị trí kiểu cơ khí.....	59
Hình 3.3. Cảm biến vị trí kiểu cảm ứng.....	60
Hình 3.4. Cảm biến quang.....	60
Hình 3.5. Cảm biến điện dung	61
Hình 3.6. Cảm biến điện cảm.....	61
Hình 3.7. Phần tử HALL	62
Hình 3.9. Phan bảo hiểm kiểu kim.....	63
Hình 3.10. Nguyên lý làm việc của bộ hạn chế tốc độ	64
Hình 3.11. Dừng chính xác buồng thang	66
Hình 3.12. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của quãng đường S, tốc độ v, gia tốc a và độ giật ρ theo thời gian.	70
Hình 3.13. Sơ đồ khối hệ T-Đ số - xung áp động cơ điện một chiều điều khiển bởi card arduino cho truyền động thang máy	70
Hình 3.14. Đặc tính hãm động năng động cơ để dừng thang máy	71
Hình 3.15. Đặc tính hãm tái sinh	72
Hình 3.16. Sơ đồ khối hệ truyền động	72
Hình 3.17. Mạch động lực của hệ truyền động.....	73
Hình 3.18. Cấu trúc khối điều khiển chỉnh lưu PWM theo VOC.....	73
Hình 3.19. Cấu trúc các mạch vòng điều khiển CLPWM theo VOC.....	75
Hình 3.20. Cấu trúc điều khiển CLPWM theo VOC	76
Hình 3.21. Cấu trúc mạch vòng dòng điện của chỉnh lưu tích cực.....	76
Hình 3.22. Cấu trúc mạch vòng dòng điện khi bỏ qua tác động giữa hai kênh d, q.....	77
Hình 3.23. Sơ đồ mô phỏng chỉnh lưu PWM tải điện trở điều khiển theo VOC	78
Hình 3.24. Sơ đồ mô phỏng chi tiết khối điều khiển chỉnh lưu PWM theo phương pháp VOC của mô hình hình 3.23	78
Hình 3.25. Chi tiết khối “PLECS circuit” của mô hình.....	79
Hình 3.26. Điện áp một chiều sau chỉnh lưu PWM điều khiển theo VOC.....	79
Hình 3.27. Điện áp và dòng điện pha A của chỉnh lưu PWM điều khiển theo VOC.....	79
Hình 3.28. Dòng điện một chiều sau chỉnh lưu của PWM điều khiển theo VOC trong thời gian 1/6 chu kỳ nguồn.....	80
Hình 3.29. Điện áp và dòng điện pha A của chỉnh lưu PWM điều khiển theo VOC trong thời gian 5 chu kỳ nguồn.....	80

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Card arduino là một board mạch vi xử lý được ứng dụng điều khiển cho nhiều hệ truyền động điện trong đó có động cơ điện một chiều. Hệ điều khiển tự động dùng card arduino sẽ tạo ra một hệ truyền động số, nếu kết hợp với máy tính thì hệ truyền động này trở thành hệ truyền động thông minh vừa điều khiển vừa giám sát đối tượng truyền động đây là một hệ điều khiển số mới có khả năng ứng dụng rất tốt cho truyền động máy sản xuất công nghiệp vì vậy em chọn đề tài: **“Điều khiển hệ truyền động động cơ điện một chiều bằng card arduino để ứng dụng cho điều khiển chuyển động máy công nghiệp”**. Thông qua việc xây dựng và tính toán hệ truyền động này sẽ được tiến hành kiểm nghiệm bởi thiết bị thí nghiệm tại phòng thí nghiệm Điện – Điện tử của Trường Đại học kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên nhằm đáp ứng được yêu cầu đối với luận văn thạc sĩ của nhà trường đề ra là lý thuyết kết hợp với thực nghiệm.

2. Mục đích nghiên cứu

- Xây dựng được hệ truyền động động cơ điện một chiều được điều khiển bằng card arduino từ đó tiến hành tính toán và mô phỏng đánh giá chất lượng hệ thống truyền động.

- Tiến hành xây dựng mạch điện thí nghiệm của hệ truyền động này trên cơ sở thiết bị ở phòng thí nghiệm của Trường đồng thời thí nghiệm thành công với các chế độ làm việc khác nhau để từ đó kiểm nghiệm với kết quả tính toán lý thuyết.

- Đề xuất đối tượng máy sản xuất có các yêu cầu về công nghệ, kỹ thuật mà hệ thống truyền động trên đã tính toán và khảo sát ở trên. Ứng dụng để truyền động cho thích hợp để điều khiển chuyển động đối tượng máy sản xuất này.

3. Đối tượng nghiên cứu