

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

ĐẶNG TRUNG DŨNG

**ỨNG DỤNG VI MẠCH ĐIỆN TỬ ARDUINO MEGA
TRONG CÀI ĐẶT THUẬT TOÁN ĐIỀU KHIỂN
ỔN ĐỊNH VỊ TRÍ CON LẮC NGƯỢC QUAY**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ

THÁI NGUYÊN - 2014

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

ĐẶNG TRUNG DŨNG

**ỨNG DỤNG VI MẠCH ĐIỆN TỬ ARDUINO MEGA
TRONG CÀI ĐẶT THUẬT TOÁN ĐIỀU KHIỂN
ỔN ĐỊNH VỊ TRÍ CON LẮC NGƯỢC QUAY**

Chuyên ngành: KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ
Mã số: 60.52.02.03

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ

PHÒNG QUẢN LÝ ĐÀO TẠO SAU ĐẠI HỌC **NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC**

TS. Nguyễn Văn Chí

KHOA ĐIỆN TỬ
TRƯỞNG KHOA

THÁI NGUYÊN - 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi, các số liệu, kết quả nêu trong luận văn này là trung thực và là công trình nghiên cứu của riêng tôi, luận văn này không giống hoàn toàn bất cứ luận văn hoặc các công trình đã có trước đó.

Thái Nguyên, ngày tháng năm 2014

Tác giả luận văn

Đặng Trung Dũng

LỜI CẢM ƠN

Trong suốt quá trình học tập và tốt nghiệp, tôi đã nhận được sự giúp đỡ tận tình của các thầy cô trong bộ môn Đo lường điều khiển - Khoa Điện tử - Trường Đại học Kỹ thuật công nghiệp - Đại học Thái Nguyên. Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn đối với các thầy cô giáo và Phòng quản lý đào tạo sau đại học vì sự giúp đỡ tận tình này. Tôi đặc biệt gửi lời cảm ơn đến thầy giáo **TS. Nguyễn Văn Chí** đã tận tình giúp đỡ, hướng dẫn tôi trong thời gian thực hiện đề tài. Cảm ơn sự giúp đỡ của gia đình, bạn bè và các đồng nghiệp trong thời gian qua.

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

Tôi xin chân thành cảm ơn!

Thái Nguyên, ngày tháng năm 2014

Tác giả luận văn

Đặng Trung Dũng

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	ii
LỜI CẢM ƠN	iii
MỤC LỤC	iv
BẢNG THUẬT NGỮ VIẾT TẮT	vi
DANH MỤC HÌNH VẼ	vii
DANH MỤC BẢNG BIỂU	ix
MỞ ĐẦU	1
Chương 1. GIỚI THIỆU VỀ VI MẠCH ARDUINO MEGA 2560	3
1.1. Giới thiệu về Arduino	3
1.1.1. Giới thiệu chung.....	3
1.1.2. Giới thiệu về Arduino Mega 2560.....	4
1.1.3. Các thông số cơ bản của Arduino 2560 [2].....	4
1.2. Cài đặt Arduino Mega.....	7
1.3. Thiết lập giao tiếp giữa Matlab/Simulink và Arduino [4], [5].....	10
1.4. Kết luận chương 1	13
Chương 2. THUẬT TOÁN ĐIỀU KHIỂN CON LẮC NGƯỢC QUAY KRI PP-300	14
2.1. Hệ thống con lắc ngược quay và những ứng dụng đã được phát triển.....	14
2.2. Giới thiệu về con lắc ngược quay Kri PP-300	16
2.2.1. Tổng quan hệ thống con lắc ngược quay Kri PP-300.....	16
2.2.2. Những bài toán sử dụng hệ thống con lắc ngược quay Kri PP-300	17
2.3. Hệ thống con lắc ngược quay Kri PP-300 có tại Bộ môn Đo lường điều khiển... ..	20
2.3.1. Phần mềm hệ thống (System software).....	21
2.3.2. Hệ thống máy tính (Personal Computer System).....	21
2.3.3. Bo mạch điều khiển UC96 (Universal Controller UC96 Microcontroller Board) ..	22
2.3.4. Bo mạch công suất điều khiển động cơ (Motor Driver Board)	22
2.3.5. Bộ nguồn (Power Supply)	23

2.3.6. Bộ con lắc ngược quay Kri PP-300 (Inverted Pendulum Apparatus Kri PP-300).....	24
2.4. Thuật toán điều khiển hệ thống con lắc ngược quay Kri PP-300	28
2.4.1. Mô hình toán hệ thống	28
2.4.2. Xác định tham số của mô hình	31
2.4.3. Thiết kế bộ điều khiển.....	34
2.5. Kết luận chương 2.....	38
Chương 3. ỨNG DỤNG VI MẠCH ĐIỆN TỬ ARDUINO MEGA TRONG CÀI ĐẶT THUẬT TOÁN ĐIỀU KHIỂN ỔN ĐỊNH VỊ TRÍ CON LẮC NGƯỢC QUAY KRI PP - 300	39
3.1. Sơ đồ khối hệ thống con lắc ngược quay Kri PP-300	39
3.2. Nhiệm vụ của các khối.....	40
3.3. Hệ thống điều khiển trên Matlab/Simulink.....	42
3.3.1. Khối con lắc ngược quay - Rotary Inverted Pendulum:	43
3.3.2. Bộ điều khiển cân bằng - Balance controller: nhằm ổn định con lắc ở vị trí cân bằng, được thiết kế trên Matlab/Simulink như Hình 3.8:.....	44
3.3.3. Bộ điều khiển Swing up - Swing up controller	44
3.3.4. Khóa chuyển đổi bộ điều khiển - Switch	45
3.4. Chương trình cho Arduino mega 2560	46
3.5. Kết quả điều khiển	53
3.5.1. Kết quả trên bộ điều khiển có 3 biến trạng thái	53
3.5.2. Kết quả trên bộ điều khiển có 4 biến trạng thái	55
3.5.3. Video kết quả thực nghiệm.....	57
3.6. Kết luận chương 3.....	57
KẾT LUẬN VÀ ĐÁNH GIÁ	54
1.1. Kết luận	58
1.2. Đóng góp của luận văn.....	59
1.3. Hướng phát triển của đề tài	59
TÀI LIỆU THAM KHẢO	60

BẢNG THUẬT NGỮ VIẾT TẮT

Từ viết tắt	Từ hoặc nhóm từ	Từ tiếng anh
ADC	Biến đổi tương tự - số	Analog Digital Converter
COM	Cổng nối tiếp	
LQR		Linear-Quadratic regulator
PWM	Điều chế độ rộng xung	Pulse Width Modulation
PID	Bộ điều khiển vi tích phân tỉ lệ	Proportional Integral Derivative
UAV	Máy bay không người lái	Unmanned aerial vehicle
USB	Chuẩn kết nối nối tiếp	Universal Serial Bus
VDC	Điện áp một chiều	Volts Direct Current

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Đầu vào ra số trên Arduino Mega 2560	5
Hình 1.2. Đầu ra PWM trên Arduino Mega 2560.....	6
Hình 1.3. Cổng Communication trên Arduino Mega 2560	6
Hình 1.4. Đầu vào tương tự trên Arduino Mega 2560	7
Hình 1.5. Vi mạch Arduino Mega 2560	8
Hình 1.6. Cáp USB chuẩn A-B	8
Hình 1.7. Download phần mềm Arduino Sofwave.....	9
Hình 1.8. Download phần mềm Arduino Sofwave.....	9
Hình 1.9. Cài đặt phần mềm Arduino Sofwave	10
Hình 1.10. Matlab/Simulink R2012a.....	10
Hình 1.11. Cài đặt Target installer	11
Hình 1.12. Cài đặt Target installer	11
Hình 1.13. Cài đặt Target installer	12
Hình 1.14. Cài đặt Arduino IO Library	12
Hình 2.1. Cầu trục.....	14
Hình 2.2. Xe hai bánh tự cân bằng	15
Hình 2.3. Tên lửa khi rời bệ phóng	15
Hình 2.4. Mô hình con lắc ngược quay Kri PP-300.....	16
Hình 2.5. Mô phỏng hệ thống cầu tháp	17
Hình 2.6. Cân bằng con lắc	18
Hình 2.7. Swing up và cân bằng con lắc.....	18
Hình 2.8. Swing up và cân bằng con lắc ở vị trí bất kỳ cho trước.....	19
Hình 2.9. Tổng quan về Kri PP-300.....	20
Hình 2.10. Phần mềm hệ thống	21
Hình 2.11. Hệ thống máy tính	21
Hình 2.12. Bo mạch điều khiển UC96.....	22
Hình 2.13. Mạch công suất	22
Hình 2.14. Bộ nguồn.....	23

Hình 2.15. Bộ con lắc ngược.....	24
Hình 2.16. Cảm biến góc quay.....	24
Hình 2.17. Trống quay.....	25
Hình 2.18. Encoder.....	25
Hình 2.19. Vị trí Encoder.....	27
Hình 2.20. Bộ nguồn.....	27
Hình 2.21. Arduino mega 2560.....	28
Hình 2.22. Mô hình toán học con lắc ngược quay.....	28
Hình 2.23. Cánh tay con lắc.....	31
Hình 2.24. Mô tả khối lượng cánh tay và quả lắc.....	32
Hình 2.25. Sơ đồ khối bộ điều khiển hệ thống vòng hở.....	36
Hình 2.26. Sơ đồ khối bộ điều khiển hệ thống vòng kín.....	36
Hình 2.27. Bộ điều khiển sử dụng phương pháp gán điểm cực.....	37
Hình 3.1. Sơ đồ khối kết nối Arduino mega 2560 điều khiển con lắc ngược quay Kri PP-300.....	39
Hình 3.2. Chân đọc tín hiệu Encoder trên Arduino mega 2560.....	40
Hình 3.3. Chân xuất ra tín hiệu điều khiển động cơ trên Arduino mega 2560.....	40
Hình 3.4. Chân đọc tín hiệu góc quay con lắc trên Arduino mega 2560.....	41
Hình 3.5. Sơ đồ khối điều khiển hệ thống trên Matlab/Simulink.....	42
Hình 3.6. Mô hình mô phỏng hệ thống con lắc.....	43
Hình 3.7. Mô hình xử lý tín hiệu Anpha, Anpha_dot, Beta, Beta_dot.....	43
Hình 3.8. Mô hình bộ điều khiển cân bằng cho con lắc ngược quay.....	44
Hình 3.9. Mô hình bộ điều khiển Swing up.....	44
Hình 3.10. Mô hình xử lý Swing up.....	45
Hình 3.11. Mô hình khóa chuyển đổi bộ điều khiển (Switch).....	45
Hình 3.12. Đáp ứng góc của cánh tay và góc của con lắc với 3 biến điều khiển...53	
Hình 3.13. Đáp ứng vận tốc của cánh tay và góc của con lắc với 3 biến điều khiển.....	54
Hình 3.14. Đáp ứng góc của cánh tay và góc của con lắc với 4 biến điều khiển	55
Hình 3.15. Đáp ứng vận tốc của cánh tay và góc của con lắc với 4 biến điều khiển	56

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1. Bảng tham số của hệ thống con lắc ngược quay	29
Bảng 2.2. Bảng tham số khối lượng con lắc	31
Bảng 2.3. Bảng khảo sát tham số K_u	32
Bảng 2.4. Bảng hệ số K_b , K_b , R_a của động cơ.....	33
Bảng 2.5. Bảng giá trị hệ số J_0 , C_0 , J_1 , C_1	33