

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP



NGUYỄN VĂN ĐẠT

**THIẾT KẾ, CHẾ TẠO HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN
CHUYỂN ĐỘNG MÁY IN SỬ DỤNG THUẬT
TOÁN PID KẾT HỢP LFFC**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT
CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ**

THÁI NGUYÊN – 2014

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP



NGUYỄN VĂN ĐẠT

**THIẾT KẾ, CHẾ TẠO HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN
CHUYỂN ĐỘNG MÁY IN SỬ DỤNG THUẬT
TOÁN PID KẾT HỢP LFFC**

Chuyên ngành: KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ

Mã số: 60. 52. 02. 03

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Người hướng dẫn khoa học: TS. Nguyễn Duy Cường

THÁI NGUYÊN – 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: **Nguyễn Văn Đạt**

Sinh ngày 17 tháng 8 năm 1987

Học viên lớp cao học khoá 14 CHKTĐT - Trường đại học kỹ thuật Công nghiệp
Thái Nguyên.

Hiện đang công tác tại : Trường Cao đẳng nghề cơ điện Phú Thọ

Xin cam đoan luận văn “**Thiết kế, chế tạo hệ thống điều khiển chuyển động máy in sử dụng thuật toán PID kết hợp LFFC**” do thầy giáo **TS. Nguyễn Duy Cương** 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.

Thái Nguyên, ngày tháng năm 2014

Học viên

Nguyễn Văn Đạt

LỜI CẢM ƠN

Sau thời gian nghiên cứu, làm việc khẩn trương và được sự hướng dẫn tận tình giúp đỡ của thầy giáo **TS. Nguyễn Duy Cường**, luận văn với đề tài “**Thiết kế, chế tạo hệ thống điều khiển chuyển động máy in sử dụng thuật toán PID kết hợp LFFC**” đã được hoàn thành.

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới:

Thầy giáo hướng dẫn **TS. Nguyễn Duy Cường** đã tận tình chỉ dẫn, giúp đỡ tôi hoàn thành luận văn.

Các thầy cô giáo Trường Đại học kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên và một số đồng nghiệp, đã quan tâm động viên, giúp đỡ tôi trong suốt quá trình học tập để hoàn thành luận văn này.

Mặc dù đã cố gắng hết sức, song do điều kiện thời gian và kinh nghiệm thực tế của bản thân còn ít, cho nên đề tài không thể tránh khỏi thiếu sót. Vì vậy, tôi mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy giáo, cô giáo và các bạn bè đồng nghiệp.

Tôi xin chân thành cảm ơn!

Thái Nguyên, ngày....tháng....năm 2014

Học viên

Nguyễn Văn Đạt

MỤC LỤC

| | |
|---|-----|
| LỜI CAM ĐOAN | i |
| LỜI CẢM ƠN..... | ii |
| MỤC LỤC | iii |
| DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT..... | v |
| DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ..... | vi |
| LỜI NÓI ĐẦU..... | 1 |
| CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU | 3 |
| 1.1. Cấu tạo, cấu trúc máy in (công nghệ in)..... | 3 |
| 1.2. Mô hình toán máy in theo 1 phương | 3 |
| 1.3. Các yếu tố gây ra chuyển động thiếu chính xác cho hệ thống máy in | 5 |
| 1.3.1. Các nhiễu lặp cho đối tượng | 5 |
| 1.3.2. Bất định mô hình | 7 |
| 1.4. Khó khăn cần đổi mặt khi thiết kế hệ thống điều khiển | 7 |
| 1.5. Tổng quan nghiên cứu trong và ngoài nước..... | 9 |
| 1.6. Động lực cho việc sử dụng điều khiển PID truyền thống kết hợp Learning Feed-Forward | 11 |
| 1.7. Thiết kế hệ thống điều khiển và nhiệm vụ của tác giả | 12 |
| 1.8. Mong muốn đạt được | 14 |
| CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VỀ LEARNING FEED-FORWARD CONTROL (LFFC) VÀ MODEL REFERENCE ADAPTIVE SYSTEMS (MRAS)..... | 16 |
| 2.1. Tổng quan về LFFC..... | 16 |
| 2.1.1. Giới thiệu | 16 |
| 2.1.2. Điều khiển học (Learning Control - LC) | 16 |
| 2.1.3. Bộ điều khiển học sử dụng sai lệch phản hồi (Feedback Error Learning - FEL)..... | 20 |
| 2.1.4. Learning Feed forward Control (LFFC)..... | 22 |
| 2.2. Điều khiển thích nghi theo mô hình mẫu | 22 |
| 2.2.1. Khái quát chung | 23 |
| 2.2.2. Cơ chế thích nghi | 27 |
| 2.2.3. Phương pháp ổn định của Liapunov | 29 |
| 2.3. Bộ điều khiển LFFC trên cơ sở MRAS | 32 |

| | |
|---|----|
| 2.3.1. Khái niệm chung..... | 33 |
| 2.3.2. MRAS dựa trên điều khiển Feed - Forward | 35 |
| 2.3.3. Luật điều khiển thích nghi. | 37 |
| 2.4. Kết luận chương 2 | 42 |
| CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ VÀ MÔ PHỎNG BỘ ĐIỀU KHIỂN LFEC TRÊN CƠ SỞ MRAS ĐỂ ĐIỀU KHIỂN MÁY IN..... | 43 |
| 3.1 Cấu trúc hệ thống với bộ điều khiển LFEC dựa trên MRAS | 43 |
| 3.2 Tính toán thông số..... | 45 |
| 3.3. Mô phỏng hệ thống..... | 46 |
| 3.4. Kết luận Chương 3 | 50 |
| CHƯƠNG 4: THỰC NGHIỆM | 51 |
| 4.1. Giới thiệu hệ thống máy in..... | 51 |
| 4.2.Cấu trúc điều khiển hệ thống..... | 52 |
| 4.3. Kết luận Chương 4 | 57 |
| KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ..... | 58 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO..... | 59 |

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

| Từ Viết Tắt | Tên tiếng anh | Tên tiếng việt |
|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| AC | Alternating Current | Dòng điện xoay chiều |
| AD | Analog digital | Bộ biến đổi tương tự - số |
| DC | Direct Current | Dòng điện một chiều |
| FEL | Learning Feedback Error | Điều khiển học sai lệch phản hồi |
| ILC | Iterative learning control | Điều khiển học theo quá trình lặp |
| LC | Learning Control | Bộ điều khiển học |
| LFFC | Learning Feed Forward Control | |
| MRAS | Model Reference Adaptive System | Hệ thống thích nghi theo mô hình mẫu |
| STR | Self Tuning Regulator | Bộ điều khiển tự chỉnh |
| PWM | Pulse – width modulation | Điều chế độ rộng xung |
| PID | Proportional - Integral - Derivative | Tỷ lệ- tích phân - đạo hàm |

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

| | |
|---|----|
| HÌNH1. 1: Cấu trúc thực nghiệm máy in..... | 3 |
| HÌNH1. 2: Mô hình toán bậc hai..... | 4 |
| HÌNH 1. 3: Hệ thống chuyển động điện cơ | 5 |
| HÌNH 1. 4: Mô hình đối tượng và các nhiễu lặp..... | 6 |
| | |
| HÌNH 2. 1: Cục tiêu cực bộ trong kỹ thuật học | 18 |
| HÌNH 2. 2: Bộ điều khiển phản hồi sai lệch | 20 |
| HÌNH 2. 3: Đối tượng và nhiễu lặp..... | 21 |
| HÌNH 2. 4. Hệ thích nghi tham số | 25 |
| HÌNH 2. 5. Hệ thích nghi tín hiệu..... | 26 |
| HÌNH 2. 6. Điều khiển sơ cấp và cấp hai..... | 27 |
| HÌNH 2. 7. Mô hình mẫu và đối tượng..... | 28 |
| HÌNH 2. 8: MRAS cho sự thích nghi của các tham số bộ điều khiển | 34 |
| HÌNH 2. 9: MRAS với mô hình có thể hiệu chỉnh cho nhận dạng tham số | 34 |
| HÌNH 2. 10. Cấu trúc MRAS với khâu khởi tạo tín hiệu đặt | 35 |
| HÌNH2. 11. Nhận dạng mô hình ngược của đối tượng..... | 36 |
| HÌNH2. 12. Bộ điều khiển LFFC | 37 |
| | |
| HÌNH3. 1: Cấu trúc hệ thống với bộ điều khiển LFFC dựa trên MRAS..... | 44 |
| HÌNH3. 2: Cấu trúc chi tiết hệ thống | 45 |
| HÌNH 3. 3: Cấu trúc mô phỏng hệ thống..... | 46 |
| HÌNH3. 4: Cấu trúc hệ thống trong simulink..... | 47 |
| HÌNH 3. 5: Cấu trúc LFFC và bộ lọc SVF | 48 |
| HÌNH 3. 6: Kết quả mô phỏng và các giá trị thích nghi am, bm, cm | 49 |
| | |
| HÌNH4. 1: Hệ thống thực nghiệm..... | 51 |
| HÌNH4. 2: Cấu trúc điều khiển hệ thống | 52 |
| HÌNH 4. 3: Cấu hình công kết nối | 52 |
| HÌNH4. 4: Cấu hình thời gian thực..... | 53 |
| HÌNH4. 5: Cấu hình đọc encoder..... | 53 |
| HÌNH4. 6: Cấu trúc bộ lọc | 54 |

| | |
|---|----|
| HÌNH 4. 7: Cấu hình xuất tín hiệu PWM | 54 |
| HÌNH 4. 8: Điều khiển tốc độ và chiều quay động cơ..... | 55 |
| HÌNH 4. 9: Cấu hình đầu ra số..... | 55 |
| HÌNH 4. 10: Cấu trúc điều khiển mô hình thực..... | 56 |
| HÌNH 4. 11: Kết quả thực nghiệm | 56 |

LỜI NÓI ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Ngày nay, điều khiển chuyển động chính xác, tốc độ cao đã và đang được ứng dụng rất rộng rãi trong nhiều lĩnh vực sản xuất và đời sống như điều khiển máy in, điều khiển hành trình, điều khiển cánh tay robot v.v... Đã có rất nhiều phương pháp khác nhau nhằm thực hiện nhiệm vụ này như dùng bộ điều khiển PID truyền thống, STR (Self Tuning Regulator) v.v... Tuy nhiên, đối với hệ thống máy in, khi yêu cầu điều khiển là hình in ra phải giống như hình mẫu, tốc độ in cao (năng suất cao) thì lại đối mặt với rất nhiều khó khăn như: thông số của đối tượng điều khiển thay đổi, tác động xấu của nhiễu đo, tác động của nhiễu hệ thống. Do vậy khi các máy in làm việc với yêu cầu độ ổn định và độ chính xác cao thì các bộ điều khiển trên thể hiện các hạn chế.

Hệ thống điều khiển thích nghi là hệ thống mà cấu trúc và tham số của bộ điều khiển có thể thay đổi theo sự biến thiên thông số của hệ sao cho chất lượng đảm bảo các chỉ tiêu đã định. Đặc biệt hệ điều khiển Learning Feed Forward Control (LFFC) trên cơ sở thích nghi theo mô hình mẫu (Model Reference Adaptive System: MRAS), đã được nghiên cứu và thiết kế ứng dụng trong thực tế. Bộ điều khiển này có ưu điểm là có khả năng kháng nhiễu hệ thống (System Noise) có hiệu quả, nhờ đó độ chính xác và độ ổn định của hệ có thể đồng thời đạt được.

Việc ứng dụng Learning Feed Forward trên cơ sở MRAS để điều khiển chính xác vị trí máy in sẽ nâng cao chất lượng của hệ thống. Vì vậy tác giả lựa chọn đề tài: *“Thiết kế, chế tạo hệ thống điều khiển chuyển động máy in sử dụng thuật toán PID kết hợp LFFC”*

Luận văn tập trung nghiên cứu xây dựng thuật toán PID kết hợp LFFC để điều khiển chuyển động của máy in.

Phương pháp nghiên cứu của đề tài như sau:

- Nghiên cứu lý thuyết và xây dựng mô hình toán của hệ máy in, thiết kế bộ điều khiển.
- Kiểm chứng kết quả thiết kế thông qua mô phỏng bằng phần mềm Matlab Simulink và thực nghiệm trên mô hình thực