

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

---

**Lưu Văn Hùng**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG VI XỬ LÝ ĐIỀU KHIỂN HỆ TRUYỀN  
ĐỘNG BIẾN TẦN - ĐỘNG CƠ TRONG CÔNG NGHỆ CÂN BẰNG  
ĐỊNH LƯỢNG CỦA DÂY CHUYỀN SẢN XUẤT XI MĂNG**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ**  
**KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA**

THÁI NGUYÊN - 2014

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

---

**Lưu Văn Hùng**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG VI XỬ LÝ ĐIỀU KHIỂN HỆ TRUYỀN  
ĐỘNG BIẾN TẦN - ĐỘNG CƠ TRONG CÔNG NGHỆ CÂN BẰNG  
ĐỊNH LƯỢNG CỦA DÂY CHUYỀN SẢN XUẤT XI MĂNG**

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

**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: Lưu Văn Hùng

Sinh ngày: 16 tháng 07 năm 1981

Học viên lớp cao học khóa K15 – Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa - Trường Đại Học Kỹ Thuật Công Nghiệp - Đại Học Thái Nguyên.

Hiện đang công tác tại: Trường Cao đẳng nghề Vĩnh phúc

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 khoa học của 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.

*Thái Nguyên, ngày 15 tháng 12 năm 2014*

**HỌC VIÊN**

**Lưu Văn Hùng**

## LỜI CẢM ƠN

Đề tài luận văn thạc sĩ được hoàn thành tại Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên. Có được bản luận văn tốt nghiệp này, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành tới Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, Khoa Điện, Phòng Đào tạo, và đặc biệt là thầy giáo **TS. Đỗ Trung Hải**, Trưởng Khoa Điện đã trực tiếp hướng dẫn, giúp đỡ tôi với những chỉ dẫn khoa học quý giá trong suốt quá trình triển khai, nghiên cứu và hoàn thành đề tài **“Nghiên cứu ứng dụng vi xử lý điều khiển hệ truyền động biến tần - động cơ trong công nghệ cân bằng định lượng của dây chuyền sản xuất xi măng”**

Xin chân thành cảm ơn các thầy giáo, cô giáo, các nhà khoa học đã trực tiếp giảng dạy truyền đạt những kiến thức khoa học chuyên ngành Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa cho bản thân tôi trong những năm tháng qua.

Xin chân thành cảm ơn Ban lãnh đạo cùng các đồng nghiệp Trường Cao đẳng nghề Vĩnh Phúc đã tạo điều kiện giúp đỡ tôi trong quá trình làm luận văn.

Tuy nhiên, do có sự hạn chế về thời gian và kiến thức nên Luận văn không tránh khỏi những thiếu sót. Tôi rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của các thầy giáo, cô giáo và các nhà khoa học để tôi tiến bộ hơn.

Trân trọng cảm ơn./.

*Thái Nguyên, ngày 15 tháng 12 năm 2014*

HỌC VIÊN

**Lưu Văn Hùng**

## MỤC LỤC

1. Tính cấp thiết của đề tài .....	viii
2. Mục tiêu nghiên cứu.....	viii
3. Dự kiến các kết quả đạt được .....	ix
4. Phương pháp và phương pháp luận.....	ix
5. Cấu trúc của luận văn.....	ix
6. Kết luận và kiến nghị .....	ix
<b>CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG CÂN BẰNG ĐỊNH LƯỢNG TRONG DÂY CHUYỀN SẢN XUẤT XI MĂNG .....</b>	<b>1</b>
1.1. Lý thuyết chung về hệ thống cân bằng định lượng .....	1
1.1.1. Đặt vấn đề .....	1
1.1.2. Khái niệm.....	2
1.1.3. Cấu tạo của hệ thống cân bằng định lượng .....	3
1.1.4. Cấu tạo của một băng tải .....	5
1.1.4. Nguyên lý tính lưu lượng của cân bằng định lượng.....	5
1.1.5. Khái quát về điều chỉnh cấp liệu cho cân bằng .....	7
1.2. Hệ điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ dùng biến tần.....	9
1.2.1. Động cơ không đồng bộ.....	9
1.2.2. Khái quát về biến tần .....	12
1.2.3. Điều chỉnh tần số động cơ bằng biến tần.....	15
1.3. Cảm biến trọng lực Loadcell.....	16
1.3.1. Khái niệm Loadcell.....	16
1.3.2. Tế bào cân đo trọng lượng .....	17
1.3.3. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động .....	19
1.4. Băng tải cao su .....	22
1.5. Sensor đo tốc độ .....	24
1.5.1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động: .....	24
1.5.2. Đo vận tốc băng tải .....	25
1.6. Đo khối lượng liệu trên băng. ....	26
1.7. Kết luận chương 1 .....	27

CHƯƠNG 2. BÀI TOÁN ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG CÂN BẰNG ĐỊNH LƯỢNG	28
2.1. Cấu trúc điều khiển hệ thống cân bằng định lượng	28
2.2. Phân phối lưu lượng từng băng tải	29
2.3. Điều khiển lưu lượng từng băng tải	30
2.3.1. Sơ đồ cấu trúc điều khiển băng tải	30
2.3.2. Nhận dạng mô hình toán học đối tượng	33
2.4. Lựa chọn thiết bị thực hiện điều khiển	40
2.5. Card ghép nối điều khiển ArduinoDue	41
2.5.1. Nhiệm vụ của card ghép nối điều khiển ArduinoDue	41
2.5.2. Giới thiệu ArduinoDue	41
2.5.3. Lập trình thuật toán điều khiển lưu lượng trên ArduinoDue	45
2.6. Kết luận chương 2	46
CHƯƠNG 3. THỰC NGHIỆM	47
3.1. Các thiết bị thực nghiệm	47
3.1.1. Động cơ	47
3.1.2. Biến tần	48
3.1.3. Thiết bị điều khiển	48
3.1.4. Thiết bị đo khối lượng - Loadcell	50
3.1.5. Thiết bị đo vận tốc băng tải	52
3.1.6. Mô hình thực nghiệm hệ thống cân bằng định lượng	52
3.2. Thực nghiệm	54
3.2.1. Cấu trúc điều khiển hệ thống cân bằng định lượng	54
3.2.2. Kết quả thực nghiệm	56
3.2.2. Kết quả thực nghiệm	56
3.3. Kết luận chương 3	67
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	67
Kết luận	67
Kiến nghị	68
Tiếng Việt	69
Tiếng Anh	69



## DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1. 1. Cấu trúc của hệ thống cân bằng định lượng.....	3
Hình 1. 2. Hình ảnh hệ thống cân bằng định lượng.....	3
Hình 1. 3. Hệ thống điều khiển cân bằng định lượng.....	4
Hình 1. 4. Sơ đồ cấu tạo cân bằng định lượng.....	5
Hình 1. 5. Định lượng gián đoạn.....	8
Hình 1. 6. Định lượng liên tục.....	8
Hình 1. 7. Đặc tính cơ khi thay đổi tần số động cơ không đồng bộ.....	11
Hình 1. 8. Sơ đồ cấu trúc hệ truyền động.....	11
Hình 1. 9. Biến tần.....	13
Hình 1. 10. Nguyên lý hoạt động của biến tần.....	13
Hình 1. 11. Sơ đồ mạch lực bộ biến tần nguồn áp dùng Tranzitor.....	15
Hình 1. 12. Giảm đồ điện thế và điện áp pha A dùng phương pháp PWM.....	16
Hình 1. 13. Sơ đồ tế bào cân số SFT.....	17
Hình 1. 14. Sơ đồ cầu tế bào cân Tezomet.....	18
Hình 1. 15. Cấu tạo của một Loadcell.....	19
Hình 1. 16. Nguyên lý hoạt động của một Loadcell.....	20
Hình 1. 17. Cấu trúc cầu cân bằng mô men lực.....	21
Hình 1. 18. Băng tải cao su.....	23
Hình 1. 19. Encoder quang tương đối.....	24
Hình 1. 20. Mạch đo tín hiệu tốc độ.....	26
Hình 1. 21. Mạch khuếch đại tín hiệu đo khối lượng.....	26
Hình 2. 1. Cấu trúc điều khiển hệ thống cân bằng định lượng.....	28
Hình 2. 2. Sơ đồ cấu trúc điều khiển băng tải cân bằng định lượng.....	31
Hình 2. 3. Cấu trúc điều khiển băng tải cân bằng định lượng.....	31
Hình 2. 4. Cấu trúc điều khiển băng tải.....	32
Hình 2. 5. Sơ đồ thu thập dữ liệu nhận dạng.....	33
Hình 2. 6. Dữ liệu tín hiệu điều khiển (volt).....	33
Hình 2. 7. Dữ liệu tín hiệu vận tốc dài băng tải (m/h).....	34
Hình 2. 8. Giao diện công cụ nhận dạng mô hình.....	35
Hình 2. 9. Nhập dữ liệu nhận dạng mô hình.....	35
Hình 2. 10. Nhận dạng mô hình.....	36
Hình 2. 11. Giao diện kết quả nhận dạng.....	36
Hình 2. 12. Đánh giá kết quả nhận dạng mô hình.....	37
Hình 2. 13. Đặc tính quá độ đối tượng.....	37



Hình 2. 14. Cấu trúc điều khiển hệ thống .....	38
Hình 2. 15. Cấu trúc điều khiển hệ thống (m là hằng số).....	39
Hình 2. 16. Sơ đồ mạch vi xử lý trung tâm ArduinoDue .....	42
Hình 2. 17. Các đầu kết nối ngoại vi ArduinoDue .....	43
Hình 2. 18. Sơ đồ mạch kết nối ArduinoDue với máy tính.....	44
Hình 2. 19. Các khối chức năng trong thư viện ArduinoIO.....	44
Hình 2. 20. Xấp xỉ phép toán tích phân.....	46
Hình 3. 1. Động cơ truyền động kéo băng tải .....	47
Hình 3. 2. Biến tần Commander SE .....	48
Hình 3. 3. Máy tính có cài đặt Matlab Simulink .....	49
Hình 3. 4. Bo mạch điều khiển ArduinoDue.....	49
Hình 3. 5. Bo mạch khuếch đại tín hiệu điều khiển.....	50
Hình 3. 6. Loadcell PT1000 gắn trên băng tải.....	51
Hình 3. 7. Bo mạch khuếch đại vi sai khuếch đại tín hiệu cân .....	51
Hình 3. 8. Encoder gắn trên tang bị động.....	52
Hình 3. 9. Mô hình thực nghiệm hệ thống cân băng định lượng .....	52
Hình 3. 10. Tủ điều khiển .....	53
Hình 3. 11. Phần động lực hệ thống.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Hình 3. 12. Phần điều khiển hệ thống .....	53
Hình 3. 13. Khối Điều khiển trung tâm trên Matlab – Simulink.....	55
Hình 3. 14. Cấu trúc giám sát trạng thái từng băng tải trên Matlab – Simulink.....	55
Hình 4. 15. Cấu trúc hệ thống trên Matlab – Simulink.....	56
Hình 3. 16. Đáp ứng lưu lượng băng tải 1 với sản lượng 400Kg/h .....	57
Hình 3. 17. Đáp ứng vận tốc băng tải 1 với sản lượng 400Kg/h .....	57
Hình 3. 18. Tín hiệu khối lượng trên băng tải 1 với sản lượng 400Kg/h.....	58
Hình 3. 19. Đáp ứng lưu lượng băng tải 2 với sản lượng 400Kg/h .....	58
Hình 3. 20. Đáp ứng vận tốc băng tải 2 với sản lượng 400Kg/h .....	59
Hình 3. 21. Tín hiệu khối lượng trên băng tải 2 với sản lượng 400Kg/h.....	59
Hình 3. 22. Đáp ứng lưu lượng băng tải 3 với sản lượng 400Kg/h .....	60
Hình 3. 23. Đáp ứng vận tốc băng tải 3 với sản lượng 400Kg/h .....	60
Hình 3. 24. Đáp ứng vận tốc băng tải 3 với sản lượng 400Kg/h .....	61
Hình 3. 25. Đáp ứng lưu lượng băng tải 4 với sản lượng 400Kg/h .....	61
Hình 3. 26. Đáp ứng vận tốc băng tải 4 với sản lượng 400Kg/h .....	62
Hình 3. 27. Tín hiệu khối lượng trên băng tải 4 với sản lượng 400Kg/h.....	62
Hình 3. 28. Đáp ứng lưu lượng băng tải 5 với sản lượng 400Kg/h .....	63
Hình 3. 29. Đáp ứng vận tốc băng tải 5 với sản lượng 400Kg/h .....	63
Hình 3. 30. Tín hiệu khối lượng trên băng tải 5 với sản lượng 400Kg/h.....	64

Hình 3. 31. Đáp ứng lưu lượng băng tải 1 khi nguyên liệu không đồng nhất ..... 65  
Hình 3. 32. Đáp ứng vận tốc dài băng tải 1 khi nguyên liệu không đồng nhất ..... 66  
Hình 3. 33. Tín hiệu khối lượng trên băng tải 1 khi nguyên liệu không đồng nhất ..... 66

## MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài

Do khắc phục được một số nhược điểm của động cơ một chiều trong cấu tạo và khi làm việc như: không cần có cổ góp và chổi than, những thứ dễ bị mòn và yêu cầu bảo trì, bảo dưỡng thường xuyên; không sinh ra tia lửa điện trong quá trình làm việc. Vì vậy, hệ truyền động - động cơ không đồng bộ đã và đang được ứng dụng nhiều trong thực tế sản xuất.

Một nhược điểm cơ bản của hệ truyền động này là việc điều chỉnh tốc độ ở dải rộng gặp nhiều khó khăn. Tuy nhiên với sự phát triển của công nghệ vật liệu, của khoa học kỹ thuật việc mở rộng dải điều chỉnh tốc độ của hệ truyền động này đã được khắc phục bằng phương pháp điều chỉnh tần số (Hệ truyền động biến tần - động cơ).

Với các hệ truyền động yêu cầu chất lượng điều khiển không cao thì điều khiển theo cấu trúc hệ hở là đáp ứng được yêu cầu. Tuy nhiên, với các hệ truyền động yêu cầu chất lượng điều khiển cao thì trong hệ phải có mạch tổng hợp, tạo tín hiệu điều khiển với các mạch vòng phản hồi.

Dây chuyền công nghiệp sản xuất xi măng gồm 6 hệ truyền động cho 6 cân băng định lượng đảm bảo việc phối liệu theo đúng tỷ lệ cho trước. Đây là một trong những công nghệ yêu cầu chất lượng điều khiển cao, vì vậy việc nghiên cứu ứng dụng vi xử lý để điều khiển các hệ truyền động biến tần động cơ theo yêu cầu công nghệ cân băng định lượng trong dây chuyền sản xuất xi măng là việc làm cần thiết và là hướng nghiên cứu chính của bản luận văn.

### 2. Mục tiêu nghiên cứu

Xây dựng thuật toán điều khiển điều khiển hệ truyền động biến tần - động cơ đáp ứng yêu cầu công nghệ cân băng định lượng trong dây truyền sản xuất xi măng.

Thực hiện thuật toán điều khiển bằng vi xử lý.