

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

**PHẠM KHÁNH HOÀNG**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG VI XỬ LÝ ĐIỀU KHIỂN  
HỆ TRUYỀN ĐỘNG BIẾN TẦN ĐỘNG CƠ TRONG  
CÔNG NGHỆ CÂN BẰNG ĐỊNH LƯỢNG**

**LUẬN VĂN THẠC SỸ**

**THÁI NGUYÊN – 2014**

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

---

**PHẠM KHÁNH HOÀNG**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG VI XỬ LÝ ĐIỀU KHIỂN  
HỆ TRUYỀN ĐỘNG BIẾN TẦN ĐỘNG CƠ TRONG  
CÔNG NGHỆ CÂN BẰNG ĐỊNH LƯỢNG**

**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: Phạm Khánh Hoàng

Sinh ngày: 13 tháng 9 năm 1981

Học viên lớp cao học khoá 14 - Tự động hoá - Trường Đại học Kỹ Thuật Công nghiệp Thái Nguyên - Đại Học Thái Nguyên.

Hiện đang công tác tại: Ban Tổ chức Tỉnh ủy Thái Nguyên.

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./.

*Thái Nguyên, ngày 18 tháng 8 năm 2014*

Học viên

Phạm Khánh Hoàng

## LỜI CẢM ƠN

Luận văn tốt nghiệp cao học được hoàn thành tại 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 và sâu sắc tới trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên, Khoa Điện, phòng đào tạo sau đại học, đặc biệt là **TS Đỗ Trung Hải**, Trưởng khoa Điện đã trực tiếp hướng dẫn, dìu dắt, 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”**.

Xin chân thành cảm ơn các Thầy 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.

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 Cô giáo - Các nhà khoa học để tôi tiến bộ hơn.

Một lần nữa tôi xin chân thành cảm ơn các tập thể và cá nhân TS Đỗ Trung Hải, Trưởng khoa Điện đã hết lòng quan tâm, giúp đỡ, tạo điều kiện để tôi hoàn thành Luận văn.

Trân trọng cảm ơn./.

*Thái Nguyên, ngày 18 tháng 8 năm 2014*  
Học viên

Phạm Khánh Hoàng

## MỤC LỤC

|  |      |
|--|------|
| MỞ ĐẦU .....   | viii |
| 1. Tính cấp thiết của đề tài .....                                 | viii |
| 2. Mục tiêu nghiên cứu.....  | viii |
| 3. Dự kiến các kết quả đạt được .....                              | viii |
| 4. Phương pháp và phương pháp luận.....                            | viii |
| 5. Cấu trúc của luận văn.....                                      | viii |
| Kết luận và kiến nghị .....  | viii |
| CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG CÂN BẰNG ĐỊNH LƯỢNG .....          | 1    |
| 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.....  | 1    |
| 1.1.3. Cấu tạo của cân bằng định lượng.....                        | 2    |
| 1.1.4. Nguyên lý tính lưu lượng của cân bằng định lượng.....       | 2    |
| 1.1.4.1. Nguyên lý tính lưu lượng.....                             | 2    |
| 1.1.4.2. Đo trọng lượng liệu trên băng tải.....                    | 3    |
| 1.1.5. Khái quát về điều chỉnh cấp liệu cho cân bằng .....         | 3    |
| 1.2. Cấu trúc hệ thống cân bằng.....                               | 5    |
| 1.3. Hệ điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ dùng biến tần..... | 5    |
| 1.3.1. Động cơ không đồng bộ.....                                  | 5    |
| 1.3.2. Khái quát về biến tần .....                                 | 8    |
| 1.3.3. Điều chỉnh tần số động cơ bằng biến tần .....               | 9    |
| 1.4. Cảm biến trọng lực Loadcell.....                              | 11   |
| 1.4.1. Khái niệm Loadcell.....                                     | 11   |
| 1.4.2. Tế bào cân đo trọng lượng .....                             | 11   |
| 1.4.3. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động .....                        | 13   |
| 1.5. Băng tải cao su .....   | 15   |
| 1.6. Sensor đo tốc độ .....  | 16   |
| 1.6.1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động: .....                       | 16   |
| 1.6.2. Đo vận tốc băng tải.....                                    | 17   |
| 1.7. Đo khối lượng liệu trên băng. ....                            | 17   |
| 1.8. Kết luận chương 1 .....                                       | 18   |
| CHƯƠNG 2. TỔNG HỢP HỆ CÂN BẰNG ĐỊNH LƯỢNG .....                    | 19   |
| 2.1. Sơ đồ cấu trúc hệ thống cân bằng định lượng.....              | 19   |
| 2.2. Nhận dạng mô hình toán học đối tượng.....                     | 20   |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.3. Xác định bộ điều khiển .....                                     | 25        |
| 2.3.1. Bài toán 1 (Xác định luật điều khiển).....                     | 25        |
| 2.3.2. Bài toán 2 (Lựa chọn thiết bị thực hiện luật điều khiển) ..... | 26        |
| 2.4. Card ghép nối và điều khiển.....                                 | 26        |
| 2.5. Tạo tín hiệu đặt và hiển thị:.....                               | 29        |
| 2.6. Kết luận chương 2 .....  | 29        |
| <b>CHƯƠNG 3. THỰC NGHIỆM HỆ CÂN BẰNG ĐỊNH LƯỢNG .....</b>             | <b>30</b> |
| 3.1. Các thiết bị thực nghiệm .....                                   | 30        |
| 3.1.1. Động cơ.....   | 30        |
| 3.1.2. Biến tần .....   | 30        |
| 3.1.3. Băng tải .....   | 31        |
| 3.1.4. Loadcell và mạch khuếch đại tín hiệu đầu cân .....             | 32        |
| 3.1.5. Thiết bị đo vận tốc băng tải .....                             | 33        |
| 3.1.5. Thiết bị hiển thị.....   | 33        |
| 3.1.6. Card ghép nối và điều khiển – Bo mạch ArduinoDue.....          | 34        |
| 3.1.7. Bảng điều khiển .....  | 36        |
| 3.1.8. Mô hình thực nghiệm hệ thống cân bằng định lượng.....          | 36        |
| 3.2. Thực nghiệm .....  | 37        |
| 3.2.1. Cấu trúc thực nghiệm.....                                      | 37        |
| 3.2.2. Kết quả thực nghiệm.....                                       | 37        |
| 3.3. Kết luận chương 3 .....  | 42        |
| <b>KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....</b>                                     | <b>43</b> |
| Kết luận .....  | 43        |
| Kiến nghị .....   | 43        |
| Tiếng Việt.....   | 44        |
| Tiếng Anh.....  | 44        |

## DANH MỤC HÌNH VẼ

|  |    |
|--|----|
| Hình 1. 1 Sơ đồ cấu tạo cân băng định lượng .....                      | 2  |
| Hình 1. 2 Định lượng gián đoạn .....                                   | 4  |
| Hình 1. 3 Định lượng liên tục .....                                    | 4  |
| Hình 1. 4 Cấu trúc hệ thống cân băng định lượng.....                   | 5  |
| Hình 1. 5 Đặc tính cơ khi thay đổi tần số động cơ không đồng bộ .....  | 7  |
| Hình 1. 6 Sơ đồ cấu trúc hệ truyền động .....                          | 7  |
| Hình 1. 7 Biến tần.....  | 8  |
| Hình 1. 8 Nguyên lý hoạt động của biến tần .....                       | 9  |
| Hình 1. 9 Sơ đồ mạch lực bộ biến tần nguồn áp dùng Tranzitor .....     | 10 |
| Hình 1. 10 Giản đồ điện thế và điện áp pha A dùng phương pháp PWM..... | 10 |
| Hình 1. 11 Sơ đồ tế bào cân số SFT .....                               | 11 |
| Hình 1. 12 Sơ đồ cầu tế bào cân Tezomet .....                          | 12 |
| Hình 1. 13 Cấu tạo của một Loadcell .....                              | 13 |
| Hình 1. 14 Nguyên lý hoạt động của một Loadcell.....                   | 13 |
| Hình 1. 15 Cấu trúc cầu cân băng mô men lực .....                      | 14 |
| Hình 1. 16 Băng tải cao su.....  | 15 |
| Hình 1. 17 Encoder quang tương đối .....                               | 16 |
| Hình 1. 18 Mạch đo tín hiệu tốc độ .....                               | 17 |
| Hình 1. 19 Mạch đo khối lượng .....                                    | 18 |
|  |    |
| Hình 2. 1 Cấu trúc hệ thống cân băng định lượng.....                   | 19 |
| Hình 2. 2 Sơ đồ cấu trúc hệ thống cân băng định lượng .....            | 19 |
| Hình 2. 3 Sơ đồ cấu trúc hệ .....                                      | 20 |
| Hình 2. 4 Sơ đồ thu thập dữ liệu nhận dạng .....                       | 20 |
| Hình 2. 5 Dữ liệu tín hiệu điều khiển (volt) .....                     | 21 |
| Hình 2. 6 Dữ liệu tín hiệu vận tốc dài băng tải (m/h).....             | 21 |
| Hình 2. 7 Giao diện công cụ nhận dạng mô hình .....                    | 22 |
| Hình 2. 8 Nhập dữ liệu nhận dạng mô hình .....                         | 22 |
| Hình 2. 9 Nhận dạng mô hình .....                                      | 23 |
| Hình 2. 10 Giao diện kết quả nhận dạng .....                           | 23 |

|   |           |
|---|-----------|
| Hình 2. 11 Đánh giá kết quả nhận dạng mô hình .....   | 24        |
| Hình 2. 12 Đặc tính quá độ đối tượng .....  | 24        |
| Hình 2. 13 Cấu trúc điều khiển hệ thống.....  | 25        |
| Hình 2. 14 Cấu trúc điều khiển hệ thống (m là hằng số).....                                 | 25        |
| Hình 2. 15 Sơ đồ mạch vi xử lý trung tâm ArduinoDue .....                                   | 27        |
| Hình 2. 16 Các đầu kết nối ngoại vi ArduinoDue .....  | 28        |
| Hình 2. 17 Sơ đồ mạch kết nối ArduinoDue với máy tính.....                                  | 28        |
| Hình 2. 18 Các khối chức năng trong thư viện ArduinoIO .....                                | 29        |
| <i>Hình 3. 1 Động cơ truyền động kéo băng tải .....</i>                                     | <i>30</i> |
| <i>Hình 3. 2 Biến tần Commander SE .....</i>  | <i>31</i> |
| <i>Hình 3. 3 Băng tải .....</i>   | <i>31</i> |
| <i>Hình 3. 4 Loadcell PT1000 gắn trên băng tải.....</i>                                     | <i>32</i> |
| <i>Hình 3. 5 Bo mạch khuếch đại vi sai khuếch đại tín hiệu cân.....</i>                     | <i>33</i> |
| <i>Hình 3. 6 Encoder gắn trên tang bị động.....</i>   | <i>33</i> |
| <i>Hình 3. 7 Khối hiển thị thông số trạng thái hệ thống.....</i>                            | <i>34</i> |
| <i>Hình 3. 8 Card ghép nối ArduinoDue .....</i>   | <i>35</i> |
| <i>Hình 3. 9 Bo mạch khuếch đại tín hiệu điều khiển.....</i>                                | <i>35</i> |
| <i>Hình 3. 10 Bảng điều khiển .....</i>   | <i>36</i> |
| <i>Hình 3. 11 Mô hình thực nghiệm hệ thống cân băng định lượng .....</i>                    | <i>36</i> |
| <i>Hình 3. 12 Cấu trúc thực nghiệm hệ thống cân băng định lượng.....</i>                    | <i>37</i> |
| <i>Hình 3. 13 Đáp ứng lưu lượng hệ với tín hiệu đặt dạng hàm bước nhảy .....</i>            | <i>37</i> |
| <i>Hình 3. 14 Đáp ứng vận tốc dài băng tải với tín hiệu đặt dạng hàm bước nhảy.....</i>     | <i>38</i> |
| <i>Hình 3. 15 Tín hiệu khối lượng trên băng tải khi tín hiệu đặt dạng hàm bước nhảy....</i> | <i>38</i> |
| <i>Hình 3. 16 Đáp ứng lưu lượng hệ với tín hiệu đặt thay đổi .....</i>                      | <i>39</i> |
| <i>Hình 3. 17 Đáp ứng vận tốc dài băng tải với tín hiệu đặt thay đổi.....</i>               | <i>39</i> |
| <i>Hình 3. 18 Tín hiệu khối lượng trên băng tải khi tín hiệu đặt thay đổi.....</i>          | <i>40</i> |
| <i>Hình 3. 19 Đáp ứng lưu lượng hệ khi nguyên liệu băng không đồng nhất .....</i>           | <i>40</i> |
| <i>Hình 3. 20 Đáp ứng vận tốc dài băng tải khi nguyên liệu băng không đồng nhất .....</i>   | <i>41</i> |
| <i>Hình 3. 21 Tín hiệu khối lượng trên băng tải khi nguyên liệu băng không đồng nhất .</i>  | <i>41</i> |



## DANH MỤC BẢNG

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Bảng 1. 1 Bảng thống kê một số loại tế bào.....</i>              | <i>11</i> |
| <i>Bảng 1. 2 Bảng thống kê một số loại tế bào cân Tenzomet.....</i> | <i>12</i> |

# 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 và tạo tín hiệu điều khiển.

Công nghệ cân bằng được dùng nhiều trong các dây truyền công nghiệp ví dụ như sản xuất xi măng. Nó 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 hệ truyền động biến tần động cơ theo yêu cầu công nghệ cân bằng định lượng là việc làm cần thiết và là hướng nghiên cứu chính của bản luận văn.

## 2. Mục tiêu nghiên cứu

- *Mục tiêu chung:*

Xây dựng thuật toán điều khiển điều khiển hệ truyền động biến tần - động cơ đáp ứng yêu cầu công nghệ cân bằng định lượng.

- *Mục tiêu cụ thể:*

Thực hiện thuật toán điều khiển bằng vi xử lý.

## 3. Dự kiến các kết quả đạt được

Xây dựng cấu trúc và thuật toán điều khiển hệ truyền động biến tần động cơ trong công nghệ cân bằng định lượng.

Xây dựng mô hình thực nghiệm ứng dụng vi xử lý để điều khiển hệ truyền động biến tần - động cơ theo công nghệ cân bằng định lượng.

## 4. Phương pháp và phương pháp luận

Phương pháp luận: Nghiên cứu lý thuyết về động cơ không đồng bộ, phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp thay đổi tần số. Nghiên cứu về biến tần, vi xử lý; công nghệ cân bằng định lượng; phân tích lựa chọn, xây dựng cấu trúc và thuật toán điều khiển.

Phương pháp nghiên cứu: Phân tích và tổng hợp hệ bằng mô hình toán.

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 hệ thống cân bằng định lượng

Chương 2: Tổng hợp hệ cân bằng định lượng

Chương 3: Thực nghiệm hệ cân bằng định lượng

### Kết luận và kiến nghị