

# NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MÔ HÌNH CÂN ĐỊNH LƯỢNG ỨNG DỤNG PLC VÀ BIẾN TẦN

Lê Quang Tuyền\*, Lê Phong Nam, Bùi Thị Thanh Thủy

Khoa Điện, Đại học Công nghiệp Việt Trì

\*Email:tuyenlequangpt@gmail.com

## Tóm tắt:

Nội dung của bài viết trình bày kết quả nghiên cứu thiết kế, chế tạo mô hình cân định lượng ứng dụng PLC và biến tần. Xây dựng thuật toán và khảo sát các mô hình của hệ thống, chạy thử và lắp đặt mô hình. Kết quả chạy thử mô hình cho thấy sản phẩm của đề tài có độ tin cậy cao, mô hình rất hiệu quả cho việc nghiên cứu khoa học và thực hành cho giảng viên và sinh viên Trường Đại học Công nghiệp Việt Trì.

**Từ khóa:** Điều khiển khiển hệ thống cân định lượng, điều khiển lập trình PLC, điều khiển tần số hệ truyền động xoay chiều ba pha.

## RESEARCH, DESIGN PRODUCTION OF WEIGHTWEIGHT MODEL FOR PLC AND INVERTER APPLICATION

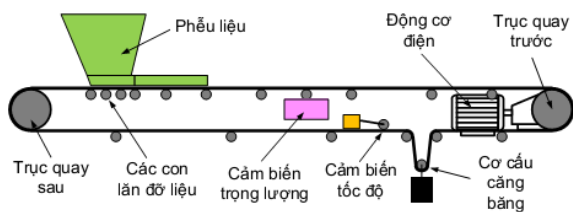
### Abstract:

The content of the article presents the results of research, design and manufacture of a batching scale model for PLC and inverter applications. The model test results show that the product of the project has high reliability, the model is very effective for scientific research and practice for staff and lecturers of Viet Tri University of Industry.

**Keywords:** Control of weighing system, PLC programming control, frequency control of three-phase AC drive.

## 1. GIỚI THIỆU

Các hệ thống cân băng định lượng được sử dụng rộng rãi trong các dây chuyền sản xuất công nghiệp để vận chuyển các nguyên liệu với lưu lượng đặt trước (tính bằng Kg/phút hoặc Tấn/giờ). Một hệ thống cân băng định lượng gồm nhiều băng tải có dạng như hình 1. Các thành phần chính của một băng tải bao gồm: một khung cân, một bộ cảm biến trọng lượng (loadcell), một bộ điều khiển tốc độ với một động cơ điện và một bộ đo tốc độ băng tải [1].



Hình 1: Cấu trúc của một cân băng định lượng

Trong quá trình làm việc bình thường, mỗi băng tải có một lưu lượng đặt trước và không có sự liên quan với các băng tải khác. trong các băng tải không đạt được giá trị mong muốn trong khi các băng tải khác vẫn đang hoạt động đúng sẽ làm cho lưu lượng của băng tải đó không giữ được giá trị đặt trước. Sự làm việc không hoàn hảo của một cân băng trong một thời gian đủ lớn sẽ dẫn đến sai lệch tỷ lệ phối liệu và tạo ra các phế phẩm. Vì vậy, để đảm bảo tỷ lệ phối liệu thì khi lưu lượng thực tế của một băng tải vượt quá một giới hạn cho trước thì điểm đặt của các lưu lượng của các băng tải còn lại sẽ được điều chỉnh sao cho tất cả lưu lượng của các băng tải sẽ được tỷ lệ phần trăm [1]. Mô hình động học đầy đủ và đơn giản hóa của cân băng được trình bày trong các tài liệu [2, 3, 4, 5]. Với việc mô tả toán học của các cân băng giúp cho việc áp dụng các bộ

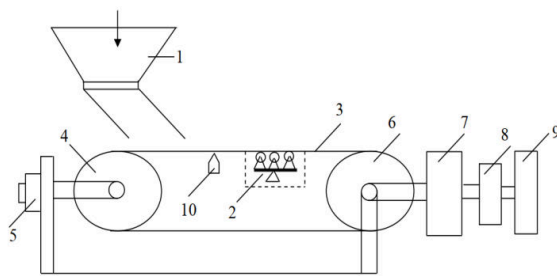
điều khiển tốc độ có khả năng giảm được năng lượng tiêu thụ của băng tải [3].

## 2. THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG MÔ HÌNH CÂN ĐỊNH LƯỢNG.

### 2.1. Mô hình băng tải

Mô hình của một hệ thống cân băng đơn giản hóa được mô tả trên hình 2. Việc xây dựng mô hình toán cho băng tải được thực hiện dựa trên một số giả thiết sau đây [2,8]:

- Động cơ truyền động có mômen động học nhanh và thời gian trễ nhỏ.
- Kết nối giữa trục động cơ và các con lăn là kết nối cứng.
- Băng chuyền có thể được mô tả bởi lò xo không có khối lượng.
- Ma sát tập trung ở các con lăn và tải trọng. Ma sát này được xem như là các nhiễu ngoài.



**Hình 2:** Sơ đồ cấu tạo cân băng định lượng

1. Phễu cấp liệu
2. Cảm biến trọng lượng (Load Cell)
3. Băng truyền
4. Tang bị động
5. Bulông cơ khí
6. Tang chủ động
7. khớp nối
8. SenSor đo tốc độ
9. Động cơ không đồng bộ

Để xác định lưu lượng vật liệu chuyển tới nơi đổ liệu thì phải xác định đồng thời vận tốc của băng tải và trọng lượng của vật liệu trên 1 đơn vị chiều dài  $\delta$  (kg/m). Trong đó tốc độ của băng tải được đo bằng cảm biến tốc độ có liên hệ động học với động cơ.

Tốc độ băng tải  $V$  (m/s) là tốc độ của vật liệu được truyền tải. Tải của băng truyền ( $q$ )

là trọng lượng vật liệu được truyền tải trên một đơn vị chiều dài  $\delta$  (kg/m).

Cân băng tải có bộ phận đo trọng lượng để đo  $\delta$  và bộ điều khiển để điều chỉnh tốc độ băng tải sao cho điểm đo liệu, lưu lượng dòng chảy liệu bằng giá trị đặt do người vận hành đặt trước.

Bộ điều khiển đo tải trọng trên băng truyền và điều chỉnh tốc độ băng đảm bảo lưu lượng không đổi ở điểm đo liệu:  
 $Q=q*V$  (1.1)

Trọng lượng tổng trên băng là lực  $F_c(N)$  được đo bởi hệ thống cân trọng lượng và  $\delta$ , được tính theo

$$\delta = \frac{F_c}{L} \cdot \frac{1}{2} g \quad (1.2)$$

Trong đó:  $L$  - Chiều dài của toàn băng tải

$g$  - Gia tốc trọng trường ( $g=9,8 \text{ m/s}^2$ )

Lực  $F_m(N)$  do trọng lượng của vật liệu trên băng tải gây nên:  $F_m = F_c - F_0$  (1.3)

Tải trọng trên băng truyền có thể tính là:

$$q = S * \gamma \quad (1.4)$$

Trong đó:

$\gamma$  - Khối lượng riêng của vật liệu ( $\text{kg/m}^3$ )

$S$  - Tiết diện cắt ngang của vật liệu trên băng ( $\text{m}^2$ )

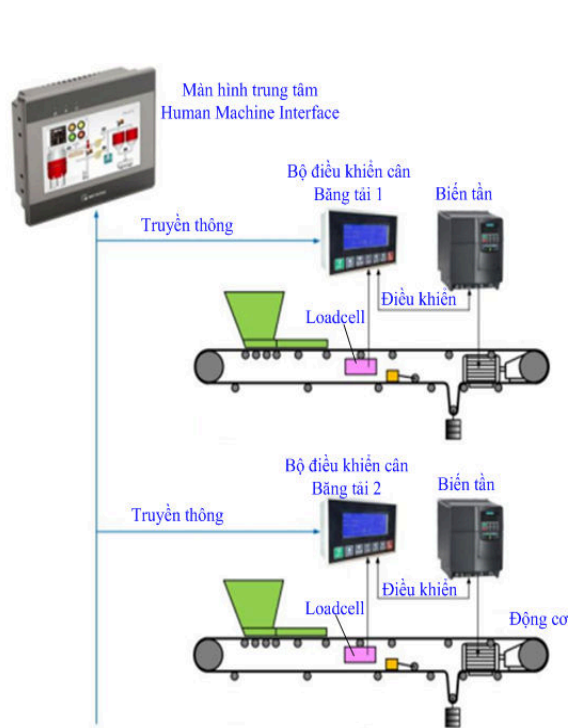
Do đó, lưu lượng có thể tính là:

$$Q = \frac{F_c * V}{L} = 2 \frac{F_c * V}{L * g} \quad (1.5)$$

### 2.2. Cấu trúc phần cứng

Cấu trúc phần cứng của toàn bộ hệ thống cân băng định lượng được mô tả trên hình 3. Hệ thống gồm có  $N$  băng tải, được điều khiển bởi các bộ điều khiển băng tải độc lập cho từng cân.

Các bộ điều khiển cân có khả năng đọc tín hiệu trọng lượng từ các Loadcell, sau đó tính toán tốc độ cho các băng tải dựa trên lưu lượng yêu cầu cho trước và đưa ra tín hiệu điều khiển các biến tần sao cho đạt được sai số lưu lượng thực tế trong giới hạn cho phép.



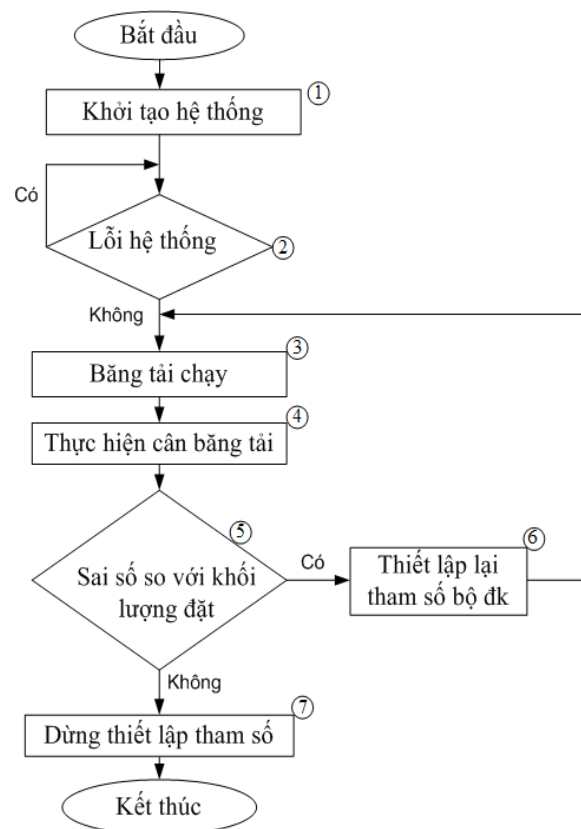
**Hình 3:** Cấu trúc phần cứng hệ thống cân định lượng

Bộ điều khiển cân cũng có khả năng đọc tín hiệu phản hồi tốc độ từ các bộ Encoder hoặc các loại cảm biến tốc độ khác. Các bộ điều khiển cân được kết nối chung với một màn hình giao diện người – máy (Human Machine Interface – HMI) của các hãng nổi tiếng trên thế giới thông qua giao tiếp chuẩn công nghiệp Modbus để nhận các chỉ thị, hiển thị và lưu trữ các thông tin vận hành một cách rất thuận tiện mà không cần sử dụng máy tính. Điều này đảm bảo sự hoạt động tin cậy, ổn định và liên tục của toàn bộ hệ thống. Việc truyền thông qua Modbus cho phép toàn bộ hệ thống có khả năng kết nối dễ dàng hoặc tích hợp với các hệ thống khác trong các nhà máy vì nó tuân theo chuẩn giao tiếp công nghiệp phổ biến.

Cấu trúc phần cứng của bộ điều khiển băng tải được mô tả trên hình 3. Bộ điều khiển sử dụng thiết bị điều khiển lập trình PLC S7 200.[6,7]

**2.3. Thuật toán điều khiển.**

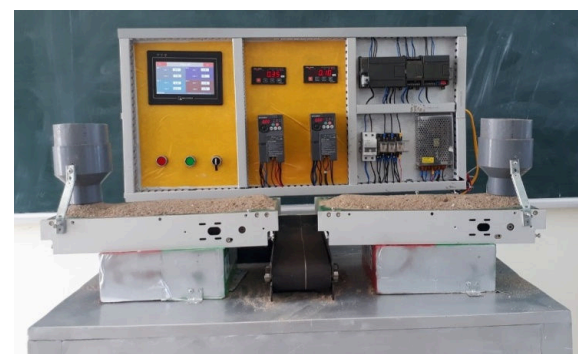
Sau khi thử nghiệm với một vài thuật toán khác nhau, nhóm nghiên cứu chọn thuật toán như hình 4



**Hình 4:** Thuật toán điều khiển cân định lượng

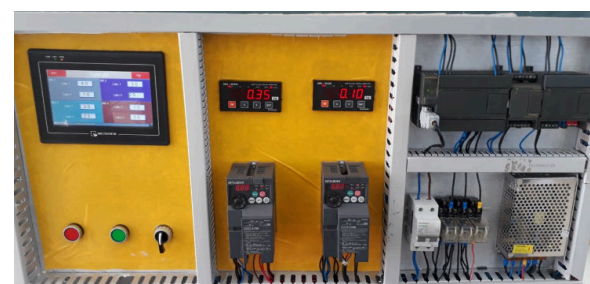
**3. KẾT QUẢ**

Kết quả nghiên cứu và chế tạo mô hình được trình bày trên hình 5, hình 6, hình 7,



**Hình 5:** Tổng thể hệ thống

Hệ thống được chế tạo như trên hình 5, với 2 biến tần, 2 bộ điều khiển cân, bộ điều khiển lập trình PLC S7 200, màn hình trung tâm HMI.



**Hình 6:** Mạch điều khiển



Hình 7: Màn hình cài đặt và vận hành

Bảng 1: Giá trị cân đặt và cân thực tế

Mã	Thời gian (phút)	Giá trị đặt (kg)		Giá trị thực (kg)	
		Băng cân 1	Băng cân 2	Băng cân 1	Băng cân 2
1	30	1,5	1,2	1,5045	1,2048
2	60	3	2,4	3,009	2,4096
3	90	4,5	3,6	4,5139	3,61116
4	120	6	4,8	6,0198	4,8158
5	150	7,5	6	7,5232	6,0183

#### 4. KẾT LUẬN

Sản phẩm mà nhóm nghiên cứu đã chế tạo là một mô hình hệ thống điều khiển nhiều cấp, đáp ứng đầy đủ các yêu cầu đặt ra của đề tài, chất lượng của hệ thống tương đối chính xác. Đây là hệ thống điều khiển rất bổ ích cho sinh viên thực hành nhiều học phần trong chuyên ngành Điều khiển và tự động hóa.

#### Tài liệu tham khảo

1. N.T. Hưng, N.T.M. Hương (2017), “Ứng dụng điều khiển giới hạn chéo trong các hệ thống cân băng điều tốc”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Thái Nguyên.
2. A. Selezneva (2007), Modeling and synthesis of tracking control for the belt drive. Msc thesis, Lappeenranta University of Technology.
3. D. He (2007), Energy Saving for Belt Conveyors by Speed Control, Delft University of Technology.
4. D. He, Y. Pang, and G. Lodewijks (2016), “Determination of acceleration for belt conveyor speed control in transient operation,” IACSIT International Journal of Engineering and Technology, vol. 8, no. 3.
5. Conveyor Belt Guide (2016) Conveyor components, [Online].
6. Châu Chí Đức (2008), Kỹ thuật điều khiển lập trình PLC SIMATIC S7-200, Nhà xuất bản TPHCM.
7. Trần Thu Hà, Phạm Quang Huy (2008), Giao diện Người-Máy HMI lập trình với S7-200.
8. Bùi Quốc Khánh, Nguyễn Văn Liên, Nguyễn Thị Hiền (2007), Truyền động điện, Nhà xuất bản KH và KT.