

## MÔ HÌNH BĂNG TẢI PHÂN LOẠI SẢN PHẨM THEO CHIỀU CAO ĐIỀU KHIỂN BẰNG PLC ỨNG DỤNG TRONG ĐÀO TẠO

**Trần Công Chi**

*ThS. Đại học Lâm nghiệp*

### TÓM TẮT

Phân loại sản phẩm là một yêu cầu cấp thiết trong công nghiệp nhằm thay thế cho con người đặc biệt là phân loại sản phẩm theo nhiều tiêu chí khác nhau. Đã có nhiều mô hình có thể phân loại các sản phẩm theo các tiêu chí đơn giản như phân loại theo từ tính, theo màu sắc, hoặc theo khối lượng. Thiết kế và ứng dụng PLC (Programmable logic control) để điều khiển mô hình băng tải phân loại sản phẩm theo chiều cao là nội dung chính của bài viết. Mô hình bao gồm khối cơ khí và khối điều khiển. Để làm được công việc phức tạp này tác giả sử dụng một hệ thống ba băng tải kết hợp với hai cảm biến quang khác nhau. Bộ xử lý tín hiệu điều khiển của dây chuyền phân loại này sử dụng PLC S7- 200 CPU 224 thuộc họ PLC phổ biến của Siemens với nhiều tính năng ưu việt và giá thành rất tốt. Mặc dù là mô hình đơn giản nhưng nó có thể cho phép người học giải quyết được một số nội dung về điều khiển tự động. Đây là một trong những giải pháp quan trọng nhằm nâng cao chất lượng đào tạo.

**Từ khoá:** *Điều khiển PLC, mô hình băng tải, mô hình đào tạo, phân loại sản phẩm.*

### I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, phân loại sản phẩm là một công đoạn được sử dụng rất nhiều trong thực tế sản xuất. Khi dùng sức người, công việc này đòi hỏi sự tập trung cao và có tính lặp lại nên người thao tác khó đảm bảo được sự chính xác trong công việc. Mặt khác, có những yêu cầu phân loại dựa trên các yêu cầu kỹ thuật rất nhỏ mà mắt thường khó có thể nhận ra. Điều này ảnh hưởng trực tiếp tới năng suất và chất lượng sản phẩm. Vì vậy, hệ thống tự động nhận dạng và phân loại sản phẩm ra đời đã dần đáp ứng được nhu cầu cấp bách này [4], [6].

Băng tải là loại thiết bị thường được sử dụng để vận chuyển các loại vật liệu theo phương ngang và phương nghiêng. Do băng tải có ưu điểm cấu tạo đơn giản, bền chắc và có khả năng vận chuyển đa dạng nên trong các dây chuyền sản xuất, các thiết bị này được sử dụng rộng rãi để vận chuyển nhiều dạng sản phẩm khác nhau.

Với mục tiêu đào tạo nguồn nhân lực chất lượng cao đáp ứng được yêu cầu của trường Đại học Lâm nghiệp, sinh viên ra trường không chỉ nắm vững lý thuyết mà còn phải có kỹ năng nghề nghiệp tốt. Vì vậy, cần phải đầu tư bổ sung và hiện đại hóa các thiết bị giảng

dạy, thực hành. Tuy nhiên, đây là một vấn đề tương đối khó khăn trong điều kiện cơ sở vật chất của Nhà trường còn nhiều hạn chế.

Trong các chương trình đào tạo tại khoa Chế biến lâm sản (ngành chế biến lâm sản; công nghệ vật liệu), việc giảng dạy các môn học liên quan đến lĩnh vực điều khiển tự động chưa có nhiều thiết bị, mô hình trực quan cho sinh viên thực hành. Vấn đề này ảnh hưởng rất lớn đến quá trình học và việc tiếp thu kiến thức của sinh viên do mức độ phức tạp của các môn học. Do đó, việc thiết kế chế tạo bổ sung các mô hình thực hành là rất cần thiết. Tuy không thể thay thế hoàn toàn việc mua sắm và hiện đại hoá thiết bị nhưng vẫn có thể đảm bảo được yêu cầu. Kết quả nghiên cứu là một trong những giải pháp hiệu quả để nâng cao chất lượng đào tạo, nghiên cứu khoa học và góp phần góp phần vào sự nghiệp phát triển chung của Nhà trường.

### II. VẬT LIỆU, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Thiết kế mô hình phân loại sản phẩm một dạng thanh theo chiều cao (chiều dày) sử dụng trong đào tạo thực hành. Mô hình thiết kế bao gồm:

- Hệ thống 3 băng tải hoạt động riêng biệt

- Cơ cấu đẩy phân loại bằng xi lanh khí nén
- Hệ thống cảm biến phát hiện vật

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp điều tra: khảo sát thực tế tình hình đào tạo trong lĩnh vực điều khiển tự động; công đoạn phân loại sản phẩm trong sản xuất; cấu tạo và nguyên lý hoạt động của bộ điều khiển PLC phục vụ cho việc hệ thống hóa số liệu ban đầu để thiết kế.

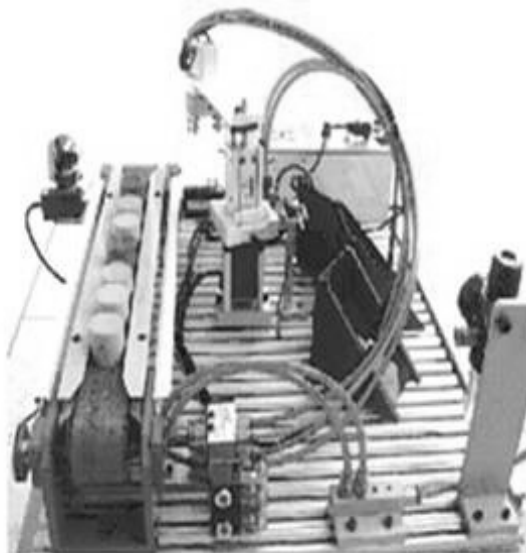
- Các phương pháp tính toán, thiết kế mô hình và các hệ thống tự động: Sử dụng các phần mềm AutoCAD; Solidworks để thiết kế, mô phỏng hoạt động của mô hình; STEP 7-MicroWIN để viết chương trình điều khiển.

- Phương pháp chuyên gia sử dụng trong đánh giá, hoàn thiện các kết quả nghiên cứu.

## III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Cơ sở lựa chọn mô hình thiết kế

Các hệ thống phân loại sản phẩm trong thực tế thường có một đặc điểm chung là chi phí cho các hệ thống này khá lớn, đặc biệt đối với điều kiện của Việt Nam. Vì vậy hiện nay đa số các hệ thống phân loại tự động đa phần mới chỉ được áp dụng trong các hệ thống có yêu cầu phân loại phức tạp, còn một lượng rất lớn các doanh nghiệp Việt Nam vẫn sử dụng trực tiếp sức lực con người để làm việc. Tùy theo dạng phân loại sản phẩm và theo yêu cầu của nhà sản xuất mà thực tế có các hệ thống phân loại như: phân loại sản phẩm theo kích thước; theo màu sắc; khối lượng; mã vạch, ...



Hình 01. Mô hình phân loại sản phẩm theo màu sắc

Trong lĩnh vực chế biến lâm sản ở Việt Nam, việc ứng dụng phân loại sản phẩm chưa được áp dụng rộng rãi trong sản xuất. Thực tế cho thấy, có rất nhiều công đoạn cần được áp dụng để tăng hiệu quả và chất lượng sản phẩm cũng như đảm bảo về vấn đề an toàn lao động. Cụ thể, trong các máy bào gỗ (máy bào cuộn; bào hai mặt; bào bốn mặt) đều có yêu cầu về kích thước khi đưa vào gia công, nếu không có sự kiểm soát thì dễ xảy ra sự cố gây mất an toàn cho người thao tác và tuổi thọ của thiết bị với điều kiện thực tế trong lĩnh vực gia công

gỗ, nghiên cứu lựa chọn mô hình phân loại sản phẩm theo chiều cao cho loại sản phẩm là gỗ tự nhiên, dạng thanh có chiều dài cố định  $L=100$  mm.

### 3.2. Thiết kế kết cấu của mô hình

#### 3.2.1. Yêu cầu thiết kế

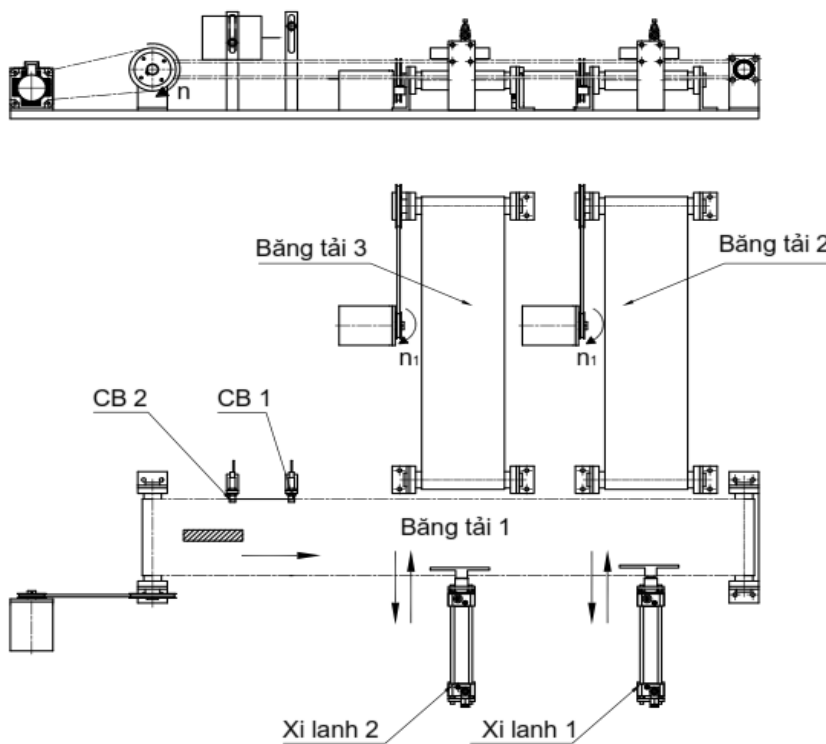
Với mục tiêu là mô hình thực hành phục vụ đào tạo nên không thể đáp ứng được đầy đủ các yêu cầu trong thực tế cũng như các điều kiện phân loại phức tạp. Tuy nhiên, mô hình thiết kế phải đảm bảo một số yêu cầu kỹ thuật chung như sau:

- Mô hình cơ bản phải phù hợp với nguyên lý phân loại trong thực tế;
- Lắp ráp, đấu nối và vận hành điều khiển dễ dàng;
- Sử dụng các vật tư, thiết bị, linh kiện thông dụng để dễ dàng thay thế sửa chữa;
- Đảm bảo tính thẩm mỹ và gọn gàng. Các cơ cấu truyền động, kết nối phải đảm bảo cứng vững và tuổi thọ cao.

**3.2.2. Lựa chọn phương án thiết kế**

Trên yêu cầu kỹ thuật đã phân tích ở trên tác giả lựa chọn phương án thiết kế của mô hình phân loại sử dụng băng tải như sau:

- Mô hình sử dụng 3 băng tải được dẫn động độc lập bằng 3 động cơ riêng biệt, trong đó băng tải chính có thể thay đổi được tốc độ
- Dẫn động giữa động cơ và băng tải sử dụng bộ truyền đai
- Mô hình sử dụng hai cảm biến quang CB1 và CB2 phát hiện vật được lắp ở hai độ cao khác nhau, sản phẩm có chiều dài cố định.
- Sử dụng hai xi lanh khí nén thực hiện nhiệm vụ phân loại.
- Sử dụng bộ điều khiển PLC S7-200 và phần mềm STEP 7-MicroWIN để lập trình. Sơ đồ nguyên lý được mô tả như hình 02:

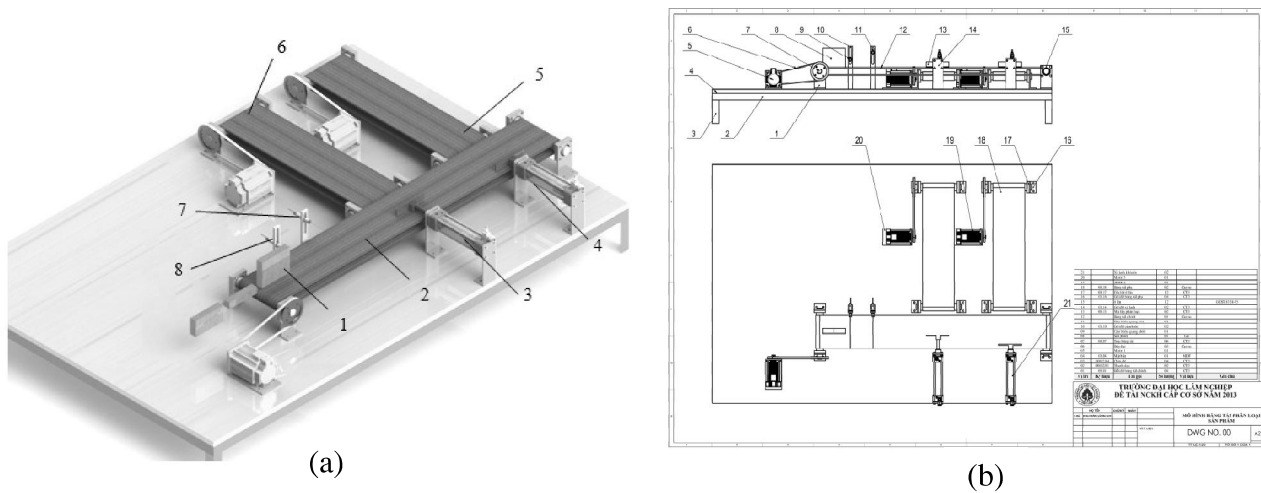


**Hình 02. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của mô hình**

Khi khởi động hệ thống các băng tải hoạt động, sản phẩm cần phân loại được đưa vào băng tải 1 có độ cao khác nhau. Nếu sản phẩm có độ cao thấp hơn chiều cao của cảm biến 1 và cảm biến 2 thì cho sản phẩm đi qua. Khi sản phẩm có độ cao cao hơn vị trí cảm biến 1 thì xi lanh 1 hoạt động đẩy sản phẩm vào băng tải 2. Trường hợp sản phẩm có độ cao thấp hơn vị trí cảm biến 1 và cao hơn vị trí cảm biến 2 thì xi lanh 2 hoạt động đẩy sản phẩm vào băng tải 3

**3.2.3. Bản vẽ chế tạo mô hình**

Để thiết kế xây dựng mô hình tác giả sử dụng phần mềm CAD (Solidworks 2011) kết hợp lựa chọn các chi tiết máy có sẵn trên thị trường để thiết kế tổng thể và xây dựng các bản vẽ chế tạo (theo TCVN) các chi tiết máy khác (hình 03). Do mô hình có kích thước nhỏ, kết cấu đơn giản và tải trọng nhỏ nên tác giả không đi tính toán động học; động lực học và điều kiện bền các chi tiết 1,7.



**Hình 03. Mô hình 3D và bản vẽ lắp của mô hình thiết kế**

(a): Mô hình 3D: 1- sản phẩm, 2- băng tải 1, 3- xi lanh 2, 4- xi lanh 3  
5- băng tải 2, 6- băng tải 3, 7- cảm biến 2, 8- cảm biến 1. (b): Bản vẽ lắp

### 3.3. Thiết kế hệ thống điều khiển

#### 3.3.1. Nguyên lý hoạt động điều khiển của mô hình

Khi ấn nút khởi động hệ thống, hệ thống bắt đầu làm việc. Băng tải 1 hoạt động vận chuyển sản phẩm, băng tải 2 hoạt động sau băng tải 1 thời gian 5s, băng tải 3 hoạt động sau băng tải 2 thời gian 5s.

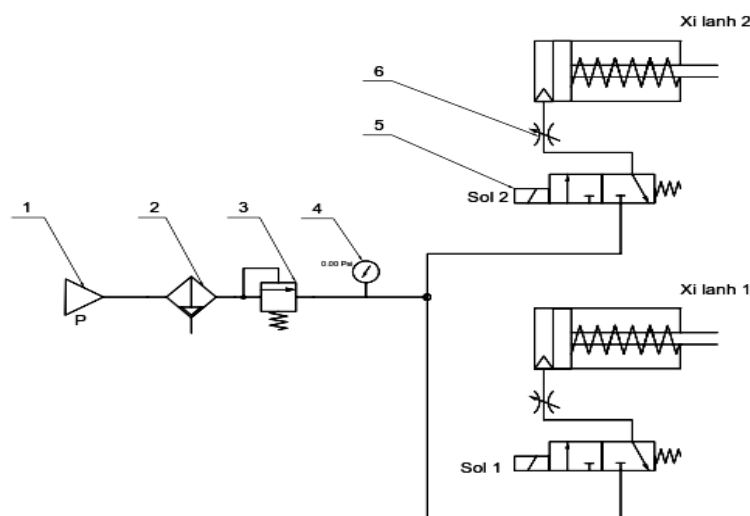
Trường hợp 1: Khi sản phẩm nằm trên băng tải 1 có độ cao thấp và không có tín hiệu tác động của cảm biến 1 và cảm biến 2 (không có tín hiệu tác động vào cảm biến 1 và cảm biến 2) thì cho sản phẩm đi qua.

Trường hợp 2: Khi sản phẩm nằm trên băng tải 1 có độ cao cao hơn vị trí cảm biến 1 (tín hiệu tác động vào cảm biến 1) thì xi lanh 1 hoạt động đẩy sản phẩm vào băng tải 2.

Trường hợp 3: Khi sản phẩm có độ cao H thấp hơn vị trí cảm biến 1 và cao hơn vị trí cảm biến 2 (tín hiệu tác động vào cảm biến 2 và không tác động cảm biến 1) thì xi lanh 2 hoạt động đẩy sản phẩm vào băng tải 3.

#### 3.3.2. Sơ đồ hệ thống truyền động khí nén

Theo thiết kế, cơ cấu đẩy phân loại sản phẩm được thực hiện bằng hai xi lanh khí nén. Sơ đồ truyền động được mô tả như hình 04:



**Hình 04. Sơ đồ hệ thống khí nén của cơ cấu đẩy phân loại**

1- nguồn khí nén, 2- van lọc, 3- van điều chỉnh áp suất,  
4- đồng hồ đo áp suất, 5- van phân phối 3/2, 6- van tiết lưu

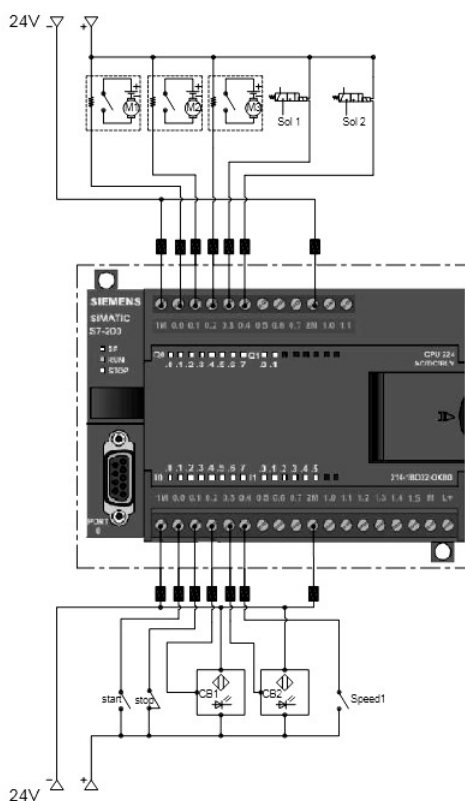
Hoạt động phân loại sản phẩm được thực hiện bằng hai xi lanh khí nén một chiều, tốc độ đẩy của piston được điều chỉnh thủ công bằng hai van tiết (6) lưu lắp ở đầu vào xi lanh. Điều khiển hai xi lanh khí nén được thực hiện bằng hai van phân phối (5) điều khiển điện (van đảo chiều) 3/2 [5].

**3.3.3. Sơ đồ kết nối bộ điều khiển PLC và các thiết bị ngoại vi [9]**

Bộ điều khiển PLC S7-200 CPU 224 có 14 cổng vào định địa chỉ từ I0.0 đến I0.7; từ I1.0 đến I1.5 và có 10 cổng ra định địa chỉ từ Q0.0 đến Q0.7; Q1.0 đến Q1.1. Với yêu cầu của mô hình tác giả sử dụng các địa chỉ I/O như bảng 01 và sơ đồ đấu nối các thiết bị được mô tả như hình 05.

**Bảng 01. Địa chỉ I/O sử dụng cho mô hình**

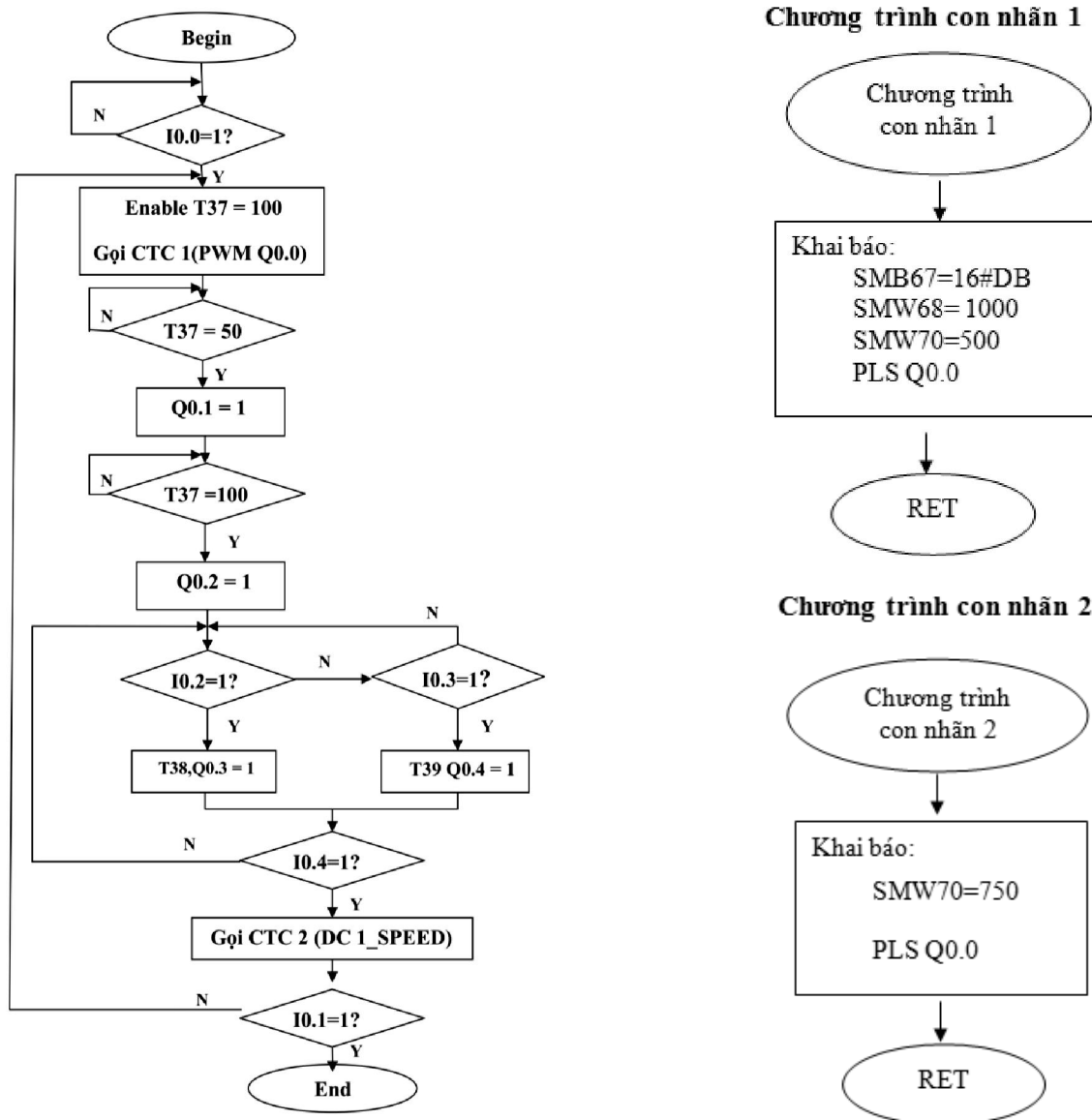
TT	Kí hiệu	Địa chỉ	Mô tả
1	Start	I0.0	Nút khởi động hệ thống
2	Stop	I0.1	Nút dừng hệ thống
3	Sensor 1	I0.2	Cảm biến 1 (CB1)
4	Sensor 2	I0.3	Cảm biến 2 (CB2)
5	DC_Speed 1	I0.4	Thay đổi tốc độ động cơ 1 (Speed1)
6	DC_Conveyor 1	Q0.0	Băng tải 1 (M1)
7	DC_Conveyor 2	Q0.1	Băng tải 2 (M2)
8	DC_Conveyor 3	Q0.2	Băng tải 3 (M3)
9	DC_Push1	Q0.3	Xilanh 1 (Sol 1)
10	DC_Push2	Q0.4	Xilanh 2 (Sol 2)



**Hình 05. Sơ đồ kết nối PLC với các thiết bị ngoại vi**

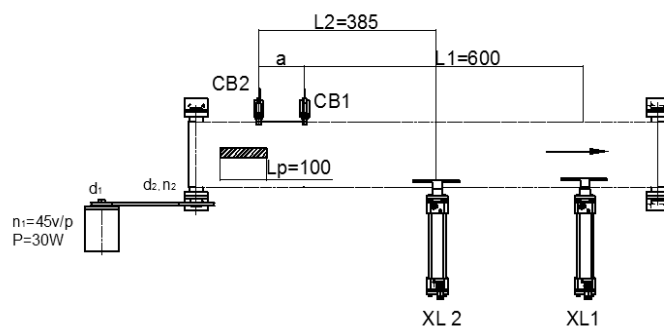
3.3.4. Lưu đồ thuật toán và lập trình điều khiển

Từ nguyên lý hoạt động của mô hình, lưu đồ thuật toán được mô tả như hình 06



Hình 06. Lưu đồ thuật toán điều khiển mô hình

Để xác định thời điểm các xi lanh đẩy phôi gian tác động và được tính toán dựa vào sơ đồ (hình 07) như sau:  
Chương trình sử dụng bộ Timer để đặt thời



Hình 07. Sơ đồ tính toán thời gian thực hiện phân loại

- Động cơ DC có  $n_1=45$  v/ph;
- Puly  $d_1=50$  mm;  $d_2=100$  mm
- Chiều dài sản phẩm  $L_p=100$  mm; khoảng cách giữa hai cảm biến  $a=80$  mm
- Khoảng cách  $L_1=600$  mm;  $L_2=385$  mm

Giả thiết các thiết bị làm việc với hiệu suất 100%; sản phẩm đặt trên băng tải song song với cạnh băng tải. Kết quả tính toán sơ bộ như sau:

- Số vòng quay của trục băng tải:

$$n_2 = 0,5n_1 = 22,5 \text{ v/ph}$$

- Vận tốc băng tải

$$V = \frac{\pi \cdot 30 \cdot n_2}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 22,5}{1000} = 2,1 \text{ m/ph} \approx 35 \text{ mm/s}$$

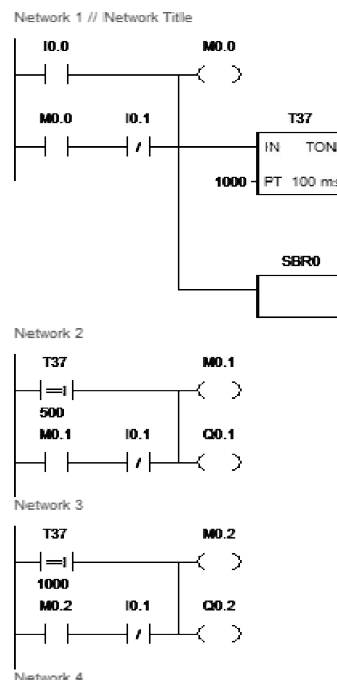
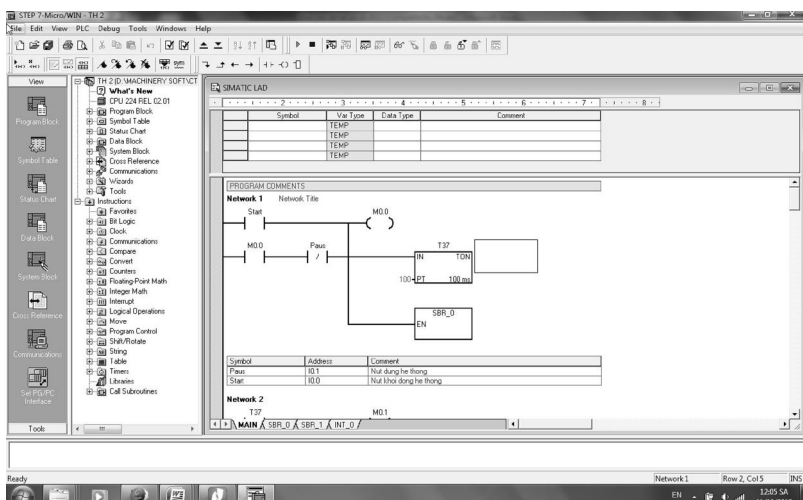
- Thời gian từ lúc có tín hiệu đến lúc xi lanh 1 đẩy phôi:

$$t_1 = \frac{L_1 - L_p}{V} = \frac{600 - 100}{35} \approx 14 \text{ s}$$

- Thời gian từ lúc có tín hiệu đến lúc xi lanh 2 đẩy phôi:

$$t_2 = \frac{L_2 - L_p}{V} = \frac{385 - 100}{35} \approx 8 \text{ s}$$

Lập trình PLC được thực hiện trên phần mềm STEP 7-MicroWIN từ máy tính và kết nối với bộ điều khiển thông qua cổng truyền thông RS 485 - 322 9.



**Hình 08. Phần mềm lập trình và chương trình điều khiển**

Hình 08 giới thiệu phần mềm STEP 7-MicroWIN sử dụng để lập trình và chương trình điều khiển. Chương trình được viết trên cơ sở thuật toán điều khiển của mô hình, sử dụng một số bộ timer để thiết lập các thời điểm tác động của các xi lanh đẩy phân loại sản phẩm.

**IV. KẾT LUẬN**

Nghiên cứu thiết kế mô hình thiết bị tự động phân loại sản phẩm theo chiều cao đặt ra từ

thực tế sản xuất của một số thiết bị gia công gỗ hiện nay. Nghiên cứu đã thiết kế và viết chương trình điều khiển ứng dụng PLC S7-200 CPU 224 phân loại sản phẩm sử dụng hệ thống các băng tải.

Có thể phân loại được 3 sản phẩm có kích thước khác nhau (chiều cao nhỏ nhất là 10 mm và cao nhất là 40mm) phụ thuộc vào việc điều chỉnh vị trí cao độ của các cảm biến.

Với mục tiêu chính là phục vụ đào tạo, mô

hình được thiết kế đơn giản, độ chính xác chưa cao nhưng vẫn hoàn toàn đáp ứng được một số nội dung thực hành trong lĩnh vực điều khiển tự động. Đây là một trong những giải pháp hiệu quả để nâng cao chất lượng đào tạo, nghiên cứu khoa học trong điều kiện hiện nay.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Thị Xuân Bày, Ninh Đức Tồn (2003). *Giáo trình dung sai lắp ghép và kỹ thuật đo lường*. Nxb Giáo dục, Hà Nội.
2. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển (2003). *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí T1, T2*. Nxb Giáo dục, Hà Nội.
3. Phạm Văn Hội (chủ biên) (2006). *Kết cấu thép và cấu kiện cơ bản*. Nxb khoa học & kỹ thuật, Hà Nội.

4. Hoàng Nguyên et al., (2006). *Tự động hoá trong chế biến gỗ và lâm sản*. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
5. Nguyễn Ngọc Phương (1998). *Hệ thống điều khiển bằng khí nén*. Nxb Giáo dục, Hà Nội.
6. Nguyễn Xuân Quỳnh, Trần Văn Địch (2007). *Ứng dụng PLC trong hệ thống phân loại sản phẩm*. Luận văn Thạc sỹ ĐH Bách Khoa Hà Nội, Hà Nội.
7. Nguyễn Hồng Thái (2006). *Ứng dụng Solidworks trong thiết kế cơ khí*. Nxb khoa học & kỹ thuật, Hà Nội.
8. Hoàng Việt (2012). *Máy và thiết bị chế biến gỗ*. NXBNN, Hà Nội.
9. Siemens, *Simatic S7-200 Programmable Controller*, This manual has the order number: 6ES7298-8FA01-8BH0.

## MODELING OF CONVEYOR SORTING PRODUCT BY HEIGHT WITH CONTROL USING A PLC FOR TRAINING

**Tran Cong Chi**

#### SUMMARY

The classification of products is a critical requirement in the industry to replace humans; especially classify products according to many different criteria. There have been many models can sort products according to simple criteria classification such as by magnetism, by color, or by weight. Design and application a PLC (Programmable logic control) to control the conveyor model sorting products by height is the main content of this article. The model consists of mechanical module and control module. In order to do this complicated task, we use three conveyor belts combined with two optical sensors. The signal control processor for this system is Siemens PLC S7-200 CPU 224 which belong to the popular Siemens PLC family with many features. Although this model is simple system, students can solve some practices of automatic process control. This is one of the important solutions to increase quality of training.

**Keywords:** *Conveyor model, PLC control, sorting product, training model*

**Người phản biện: TS. Hoàng Việt**

*Ngày nhận bài* : 11/02/2014

*Ngày nhận phản biện* : 07/05/2014

*Ngày quyết định đăng* : 10/06/2014