

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MÔ HÌNH MÁY DÁN NHÃN CHAI TRÒN TỰ ĐỘNG ỨNG DỤNG TRONG ĐÀO TẠO NGHỀ

RESEARCH, DESIGN AND MANUFACTURE A MODEL OF AN AUTOMATIC ROUND BOTTLE LABELING MACHINE FOR APPLICATION IN VOCATIONAL TRAINING

Nguyễn Minh Tiến

ThS. Khoa Điện – Điện tử, Trường Cao đẳng Kỹ thuật Công nghệ Nha Trang

Received: 8/01/2026; Accepted: 14/01/2026; Published: 12/02/2026

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu mô hình máy dán nhãn chai tròn tự động được thiết kế và chế tạo nhằm thay thế các bài tập thực hành mô phỏng tại Trường Cao đẳng Công nghệ Nha Trang. Mô hình này tích hợp PLC Siemens S7-1200, KTP700 HMI, bộ biến tần điều khiển động cơ ba pha và camera quan sát thông minh Inno-Eye để phát hiện và loại bỏ các sản phẩm bị lỗi. Hệ thống được giám sát và điều khiển từ xa thông qua thiết bị IIoT của Wecon. Kết quả thử nghiệm cho thấy mô hình hoạt động ổn định, giúp sinh viên (SV) thực hành các kỹ năng nối dây, lập trình, xử lý sự cố theo quy trình công nghiệp thực tế, đồng thời tiết kiệm chi phí và góp phần chuyển đổi số trong đào tạo nghề.

Từ khóa: máy dán nhãn tự động, hệ thống đào tạo - PLC; thị giác máy, IIoT giáo dục nghề nghiệp, chuyển đổi số

Abstract: This paper introduces a model of an automatic round bottle labeling machine designed and built to replace simulated practical exercises at Nha Trang College of Technology. The model integrates a Siemens S7-1200 PLC, KTP700 HMI, a three-phase motor control inverter, and an Inno-Eye Smart vision camera to detect and remove defective products. The system is remotely monitored and controlled via Wecon's IIoT device. Testing results show the model operates stably, helping students practice wiring, programming, and troubleshooting skills according to real-world industrial processes, while also saving costs and contributing to the digital transformation of vocational training.

Keywords: Automatic labeling machine; PLC-based training system; machine vision; IIoT; vocational education; digital transformation.

1. Mở đầu

Trong bối cảnh công nghiệp hóa hiện đại, việc ứng dụng các dây chuyền sản xuất tự động vào doanh nghiệp ngày càng trở nên phổ biến. Để nâng cao chất lượng đào tạo và giúp SV ngành Điện công nghiệp tiếp cận sát với thực tế, việc trang bị các mô hình học tập có tính thực quan và ứng dụng công nghệ mới là hết sức cần thiết. Tuy nhiên, nhiều mô hình hiện nay vẫn còn hạn chế ở mức độ mô phỏng hoặc sử dụng linh kiện rời rạc, chưa thể hiện rõ quy trình công nghệ thực tế. Bài báo này trình bày quá trình nghiên cứu, thiết kế và chế tạo mô hình “Máy dán nhãn chai tròn tự động” tích hợp PLC S7-1200, camera công nghiệp (Camera Vision) và công nghệ IIoT. Mô hình không chỉ phục vụ giảng dạy các môn học về lập trình điều khiển mà còn giúp người học rèn luyện kỹ năng lắp đặt, vận hành và xử lý sự cố trên hệ thống thực.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Mục tiêu nghiên cứu

Nghiên cứu nhằm thiết kế và chế tạo “Máy dán nhãn chai tròn tự động” tích hợp PLC, camera công nghiệp và công nghệ IIoT để giải quyết các mục tiêu trọng tâm sau:

- Hiện đại hóa phương tiện dạy học: Nhằm giúp

học sinh, sinh viên (HSSV) nâng cao kiến thức và kỹ năng thực tế, đồng thời cải thiện chất lượng đào tạo để bám sát nhu cầu thực tiễn của doanh nghiệp.

- Tăng tính thực quan và sự phạm: Xây dựng mô hình có cơ cấu chấp hành sinh động thay vì chỉ lập trình qua đèn báo hay phần mềm mô phỏng, giúp người học dễ dàng tiếp thu quy trình công nghệ.

- Tiếp cận công nghệ hiện đại: Ứng dụng Camera Vision (camera công nghiệp xử lý ảnh) để phát hiện và phân loại chai lỗi chưa được dán nhãn

- Ứng dụng bộ IIoT (Wecon) để giám sát và điều khiển cài đặt thông số máy từ xa qua điện thoại hoặc máy tính.

- Hình thành kỹ năng nghề nghiệp thực tế: Giúp HSSV nắm vững các kỹ năng từ lựa chọn, bố trí thiết bị, đấu nối đến lập trình và vận hành hệ thống thực tế. Ngoài ra, còn giúp SV rèn luyện khả năng cân chỉnh cơ khí, cảm biến và khắc phục các hư hỏng phát sinh.

- Tối ưu hóa chi phí đầu tư: Tạo ra sản phẩm có giá thành thấp để có thể phổ biến rộng rãi, giải quyết bài toán kinh phí cho các thiết bị dạy học tại các cơ sở đào tạo nghề.

- Ứng dụng đa dạng trong giảng dạy: Sau khi hoàn

thiện, mô hình phục vụ cho nhiều mô đun chuyên ngành như: PLC cơ bản, PLC nâng cao, Điều khiển lập trình cỡ nhỏ, Kỹ thuật cảm biến và Truyền thông công nghiệp.

2.2. Tổng quan nghiên cứu

2.2.1. Phạm vi nghiên cứu

Về không gian và thời gian: Đề tài được triển khai thực hiện và áp dụng thực tế tại Khoa Điện, Trường Cao đẳng Kỹ thuật Công nghệ Nha Trang trong năm học 2024 – 2025.

Về nội dung kỹ thuật: Tập trung vào việc thiết kế, chế tạo hệ thống cơ khí (khung nhôm, băng tải, cơ cấu dán nhãn) và lắp đặt, lập trình hệ thống điều khiển sử dụng PLC S7-1200, biến tần, động cơ bước.

Về công nghệ tích hợp: Nghiên cứu ứng dụng cảm biến Vision (xử lý ảnh) để phân loại sản phẩm và công nghệ IIoT để giám sát, điều khiển từ xa qua thiết bị di động.

Về tính ứng dụng: Giới hạn trong phạm vi xây dựng mô hình đào tạo nghề trực quan, giúp người học rèn luyện kỹ năng thực hành sát với thực tiễn sản xuất.

2.2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu lý thuyết: Thu thập, phân tích các tài liệu chuyên ngành về lập trình PLC, kỹ thuật cảm biến, truyền động điện và các công nghệ dán nhãn chai tròn trong công nghiệp.

Phương pháp khảo sát thực tế: Tìm hiểu các dây chuyền sản xuất tự động tại doanh nghiệp để mô phỏng chính xác quy trình công nghệ vào mô hình dạy học.

Phương pháp thiết kế và chế tạo: Tính toán thông số kỹ thuật, thiết kế bản vẽ cơ khí và sơ đồ nguyên lý hệ thống điện; trực tiếp gia công, lắp đặt các modul thành phần.

Phương pháp thực nghiệm: Vận hành thử nghiệm hệ thống, hiệu chỉnh thông số cảm biến Vision và chương trình điều khiển để đảm bảo máy hoạt động ổn định, đạt độ chính xác cao và an toàn.

Phương pháp chuyên gia: Tham khảo ý kiến từ các đồng nghiệp và chuyên gia kỹ thuật để tối ưu hóa tính sư phạm và tính ứng dụng của mô hình.

2.2.3. Kết quả nghiên cứu

Để thực hiện mục tiêu hóa mà nghiên cứu đã đề ra. Sau khi thiết kế, chế tạo tác giả đã hoàn thiện được sản phẩm sau.

2.2.3.1. Hình ảnh thực tế từ nghiên cứu



Hình 1: Mô hình thực tế mặt trước



Hình 2: Hình phần cơ cấu dán nhãn và băng tải

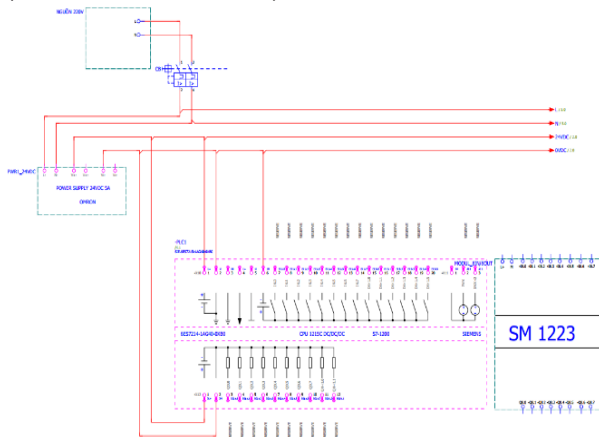


Hình 3: Hình vị trí đấu nối ngõ vào và ra phần điện của mô hình.

- Bảng liệt kê địa chỉ ngõ vào, ngõ ra (I/O) cho PLC

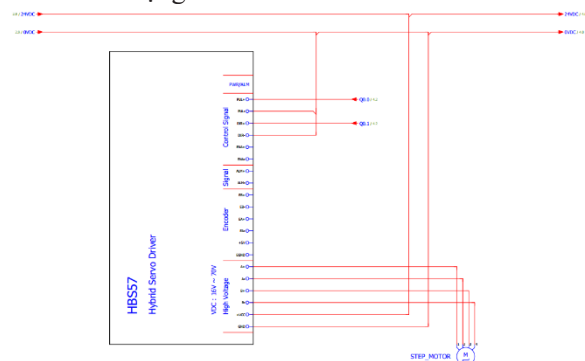
	Địa chỉ	Mô tả chức năng
NGÕ VÀO PLC (I)	I0.0	Nút nhấn Start (hệ thống hoạt động)
	I0.1	Nút nhấn Stop (hệ thống dừng hoạt động)
	I0.2	Nút nhấn Reset
	I0.3	Công tắc chọn chế độ Man/Auto
	I0.4	Cảm biến 1 (điều khiển chai hoạt động tuần tự)
	I0.5	Cảm biến 2 (kích hoạt quá trình dán nhãn chai)
	I0.6	Cảm biến 4 (đọc khoảng cách giữa 2 nhãn)
	I0.7	Tín hiệu phản hồi chai lỗi từ Camera
	I1.0	Nút nhấn dừng khẩn cấp
	I1.1	Cảm biến 3 (kích hoạt camera chụp hình sản phẩm)
	I1.2	Cảm biến 5 (điều khiển xy lanh loại bỏ chai bị lỗi)
NGÕ RA PLC (O)	Q0.0	Ngõ ra phát xung cho động cơ Step
	Q0.1	Ngõ ra chọn chiều động cơ Step hoạt động
	Q0.2	Điều khiển băng tải, điều khiển động cơ xoay chai dán nhãn
	Q0.3	Điều khiển xy lanh chặn chai 1
	Q0.4	Điều khiển xy lanh chặn chai 2
	Q0.5	Điều khiển xy lanh ép nhãn
	Q0.6	Điều khiển xy lanh loại bỏ chai lỗi
	Q0.7	Kích hoạt camera chụp hình sản phẩm
	Q1.0	Đèn xanh báo hệ thống đang hoạt động
	Q1.1	Đèn vàng báo hệ thống đang có sự cố
	Q8.0	Đèn đỏ hệ thống đang dừng

Sơ đồ đấu dây ngõ vào ra cho PLC S7 – 1200 (CPU 1215 DC/DC/DC)



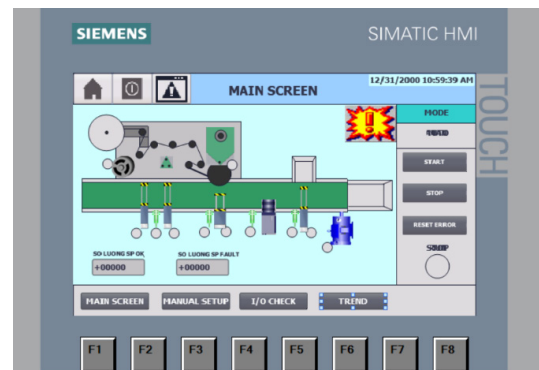
Hình 4: Hình sơ đồ đấu nối nguồn nuôi cho PLC.

Sơ đồ đấu dây ngõ vào ra cho động cơ bước và bộ điều khiển động cơ bước

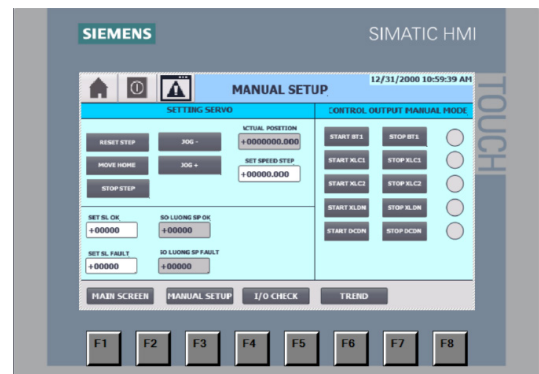


Hình 5: Sơ đồ đấu nối dây cho động cơ bước và bộ điều khiển

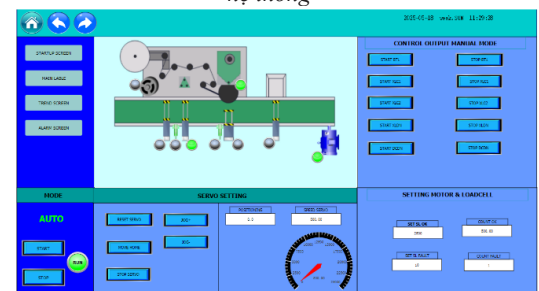
- Màn hình HMI điều khiển hệ thống kết nối với PLC S7 - 1200



Hình 6: Màn hình chính điều khiển hệ thống



Hình 7: Màn hình cài đặt các thông số và kiểm tra trạng thái hệ thống



Hình 8: Màn hình cài đặt các thông số, điều khiển từ xa cho hệ thống

2.2.3.2. Nguyên lý hoạt động hệ thống từ nghiên cứu

Hệ thống được vận hành theo chế độ tự động đã được lập trình sẵn điều khiển bằng PLC. Nguyên lý hoạt động như sau:

Nhấn nút Start trên bảng điều khiển, hay trên màn hình HMI hệ thống bắt đầu hoạt động, đèn xanh sáng thể hiện hệ thống đang hoạt động. Động cơ xoay chai và động cơ kéo băng tải cùng hoạt động mang chai chưa được dán tem vào để dán nhãn, trên băng tải có gắn cảm biến (sensor 1) điều khiển 2 xy lanh chặn có nhiệm vụ tuần tự đưa chai vào vị trí dán nhãn, sau khi chai đầu tiên dán xong ra khỏi vị trí dán, thì chai tiếp theo mới vào.

Khi chai chưa dán nhãn vào đúng vị trí dán nhãn, cảm biến (sensor 3) điều khiển động cơ bước kéo và tách nhãn dán vào chai, cùng với đó xy lanh ép nhãn

cơ cấu ép nhãn cùng với động cơ xoay chai giúp cho nhãn dán tròn đều trên thân chai. Khi nhãn dán đã được tách và dán trên chai cảm biến màu (sensor 4) phát hiện khoảng cách hai nhãn liền kề sẽ điều khiển dừng động cơ bước kéo nhãn, xy lanh ép lui về.

Chai vừa dán nhãn thành công sẽ tiếp tục được băng tải vận chuyển đến khu vực chứa, khi đi qua cảm biến (sensor 2) phát hiện kích hoạt camera chụp ảnh nếu chai đã có nhãn dán sẽ được đi vào khay chứa sản phẩm hoàn thiện cuối băng tải. Nếu camera phát hiện chai chưa được dán nhãn sẽ phản hồi với PLC, khi chai tiếp tục di chuyển đi qua cảm biến (sensor 5) kích hoạt xy lanh đẩy chai lỗi về khay chứa sản phẩm chưa dán nhãn.

Hệ thống sẽ hoạt động liên tục hoàn toàn tự động theo trình tự nói trên. Khi hệ thống hoàn thành đúng số chai đã cài đặt hệ thống dừng, hoặc nếu trên khay chứa 3 chai lỗi chưa được dán nhãn thì hệ thống sẽ dừng, đèn vàng báo hiệu. Người vận hành lấy 3 chai lỗi ra ngoài, và nhấn nút Reset Error trên màn hình HMI hệ thống tiếp tục hoạt động trở lại.

Trong quá trình hoạt động nếu nhấn nút Stop hệ thống sẽ dừng làm việc ngay lập tức. Đèn xanh tắt báo hiệu hệ thống dừng, đèn đỏ sáng.

Trên màn hình giám sát từ xa (IIoT) thông qua máy tính hay điện thoại thông minh, chúng ta có thể điều khiển cài đặt, giám sát số lượng chai lỗi và thành phẩm.

2.2.3.3. Quy trình vận hành hệ thống

Hệ thống được lập trình điều khiển hoàn toàn tự động bằng PLC S7-1200. Để điều khiển hệ thống hoạt động có thể vận hành trực tiếp bằng nút nhấn trên mô hình hay nút nhấn được thiết lập trên màn hình HMI. Trên màn hình HMI chúng ta có thể giám sát số lượng chai hoàn thành và chai bị lỗi. Có thể cài đặt số lượng chai để hệ thống hoàn thành theo yêu cầu.

Bước 1:

+ Kiểm tra các cơ cấu trên mô hình ở vị trí sẵn sàng hoạt động không có các chướng ngại vật trên băng tải;

+ Cấp nguồn khí nén cho hệ thống van đảo chiều;

+ Kiểm tra hoạt động của các xy lanh trên mô hình thông qua nút nhấn cơ trên van đảo chiều, đảm bảo xy lanh hoạt động tốt.

Bước 2: Kiểm tra điện áp nguồn trước khi cấp cho mô hình (1 pha - 220VAC)

Bước 3: Bật CB cấp nguồn và kiểm tra điện áp nguồn sau CB, điện áp nguồn 24VDC;

Bước 4: Trên màn hình HMI của mô hình, vào trang Manual setup, bấm vào nút Move home, để điều khiển động cơ bước về vị trí góc ban đầu. Tiến hành vận hành hệ thống bằng nút nhấn trên mô hình, hay nút nhấn trên màn hình HMI.

3. Kết luận

Qua quá trình nghiên cứu, thiết kế và chế tạo mô hình “Máy dán nhãn chai tròn tự động”, đề tài đã đạt được các kết quả quan trọng sau:

- Về mặt kỹ thuật: Hệ thống đã vận hành ổn định, đồng bộ giữa các cơ cấu cơ khí và điện điều khiển. Việc tích hợp thành công PLC S7-1200, cảm biến Vision và công nghệ IIoT giúp mô hình không chỉ dừng lại ở mức độ mô phỏng mà tiệm cận hoàn toàn với các dây chuyền sản xuất thực tế tại doanh nghiệp.

- Về giá trị đào tạo: Mô hình là công cụ trực quan sinh động, giúp học sinh, SV ngành Điện công nghiệp dễ dàng tiếp cận với các công nghệ tự động hóa hiện đại. Nó giải quyết được bài toán thiếu hụt thiết bị thực hành chuyên sâu, giúp người học rèn luyện kỹ năng lập trình, lắp đặt và xử lý sự cố thực tế.

- Về tính kinh tế và xã hội: Việc tự nghiên cứu và chế tạo giúp nhà trường tiết kiệm đáng kể chi phí đầu tư so với mua các thiết bị nhập ngoại tương đương. Đồng thời, sản phẩm góp phần nâng cao chất lượng nguồn nhân lực, đáp ứng tốt yêu cầu ngày càng cao của thị trường lao động trong kỷ nguyên Công nghiệp 4.0.

- Hướng phát triển: Trong thời gian tới, nhóm tác giả sẽ tiếp tục nghiên cứu nâng cấp hệ thống xử lý ảnh để nhận diện nhiều loại nhãn khác nhau và tối ưu hóa giao diện giám sát trên nền tảng đám mây để tăng cường khả năng quản lý từ xa.

Tài liệu tham khảo

[1]. Nguyễn Tiến Ban, Thân Ngọc Hoàn (2007), *Điều khiển tự động các hệ thống truyền động điện*, NXB Khoa học Kỹ thuật.

[2]. Mai Văn Hạ (2014), *Truyền động điện*, Trường Cao đẳng Nghề Nha Trang.

[3]. Võ Triết Giang (2020), *PLC cơ bản*, Trường Cao đẳng Kỹ thuật Công Nghệ Nha Trang.

[4] Võ Triết Giang (2017), *Điều khiển điện khí nén*, Trường Cao Đẳng Kỹ Thuật Công Nghệ Nha Trang.

[5]. Võ Thành Hoàng Hiếu (2015), *Chuyên đề điều khiển lập trình cỡ nhỏ*, Trường Cao đẳng Nghề Nha Trang.

[6]. Công ty Công nghệ máy Hoa Việt, *Cấu trúc và công nghệ cơ bản của máy dán nhãn*. Truy cập tại: <https://congngheamayhoaviet.vn/cau-truc-va-cong-nghe-co-bancua-may-dan-nhan/>

[7]. Công ty Bình Dương AEC (2022), *Động cơ bước là gì? Cấu tạo và Nguyên lý hoạt động của Động cơ bước*. Truy cập tại <<https://binhduongaec.com.vn/tin-tuc/dong-cobuoc/>

[8]. Công ty Kỹ thuật T.E.G (2024), *Hybrid Servo*. Truy cập tại: <<https://tegco.vn/sanpham/hybrid-servo-174/>>

[9]. Website: <https://www.plcvietnam.com.vn/forum/>

[10]. Website: <https://diendanplc.forumvi.com/>