

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ MÁY GẤP ÁO PHÔNG TỰ ĐỘNG

RESEARCH AND DESIGN OF AN AUTOMATIC T-SHIRT FOLDING MACHINE

Lê Hà An*, Nguyễn Hồng Linh, Quách Hùng

Khoa Cơ khí – Ô tô và Xây dựng, Trường Đại học Điện lực

*Email: anlh@epu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này tập trung vào việc thiết kế máy gấp áo phông tự động nhằm thay thế các công đoạn thủ công trong dây chuyền hoàn thiện sản phẩm. Hệ thống là sự tích hợp giữa cơ cấu cơ khí đa điểm, hệ truyền động động cơ bước và các cơ cấu chấp hành khí nén, vận hành dưới sự điều phối của bộ điều khiển trung tâm. Thuật toán điều khiển được xây dựng trên nền tảng logic tuần tự kết hợp xử lý tín hiệu phản hồi từ hệ thống cảm biến, đảm bảo sự đồng bộ và chính xác giữa các cụm cơ cấu chuyển động. Kết quả thực nghiệm cho thấy hệ thống vận hành ổn định, tối ưu hóa chu kỳ thời gian đóng gói và đảm bảo độ đồng nhất về quy cách sản phẩm. Giải pháp có tính khả thi cao khi ứng dụng tại các xưởng sản xuất quy mô vừa và nhỏ hoặc cơ sở giặt là công nghiệp, góp phần giảm chi phí nhân công và hiện đại hóa quy trình sản xuất.

Từ khóa: Máy gấp áo phông tự động; Tự động hóa; Động cơ bước; Khí nén.

ABSTRACT

This study presents the design and development of an automatic T-shirt folding machine aimed at automating the finishing stage in garment production lines. The system integrates a multi-point mechanical mechanism, a stepper motor drive system, and pneumatic actuators, all operating under the coordination of a central controller. The control algorithm is developed based on sequential logic combined with feedback signal processing from a sensor network, ensuring precise synchronization among the moving mechanism assemblies. Experimental results demonstrate that the system operates stably, optimizes the packaging cycle time, and ensures high consistency in product specifications. This solution exhibits high feasibility for application in small and medium-sized garment factories or industrial laundry facilities, contributing to reducing labor costs and modernizing the production process.

Keywords: Automatic T-shirt folding machine; Automation; Stepper motor; Pneumatic system.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh công nghiệp hóa, ngành may mặc đã có những bước tiến lớn về tự động hóa, tuy nhiên các công đoạn hoàn thiện như gấp và đóng gói vẫn chủ yếu thực hiện thủ công, gây tốn kém chi phí nhân công và thiếu tính đồng nhất [1], [2]. Việc tối ưu hóa quy trình này đòi hỏi sự vận dụng tổng hợp các nguyên lý thiết kế máy, hệ thống cơ điện tử và truyền động khí nén nhằm đảm bảo tính linh hoạt và hiệu quả vận hành [3], [4], [5], [6]. Bên cạnh đó, việc ứng dụng các nền tảng điều khiển nhúng hiện đại cùng thuật toán logic tuần tự tích hợp phản hồi cảm biến cho phép xây dựng hệ thống điều khiển chính xác với chi phí tối ưu [7], [8], [9]. Từ thực tiễn đó, nội dung nghiên cứu này đề xuất giải pháp thiết kế để chế tạo máy gấp áo phong tự động sử dụng động cơ bước phối hợp cơ cấu khí nén, hướng tới mục tiêu nâng cao năng suất và khả năng ứng dụng thực tế cho các cơ sở sản xuất quy mô vừa và nhỏ.

2. THIẾT KẾ KẾT CẤU CƠ KHÍ CỦA MÁY GẤP ÁO PHONG TỰ ĐỘNG

2.1. Nguyên lý hoạt động của máy gấp áo phong tự động

Nguyên lý vận hành của máy gấp áo phong tự động tuân theo một chu trình tuần tự khép kín. Quy trình bắt đầu khi sản phẩm được định vị trên bàn gấp và tín hiệu khởi động được kích hoạt. Bộ điều khiển trung tâm tiếp nhận tín hiệu đầu vào, kiểm tra điều kiện an toàn hệ thống và lần lượt kích hoạt các cơ cấu chấp hành theo trình tự logic định sẵn. Cụ thể, các cánh gấp trái và phải được điều khiển chuyển động trước để thu hẹp chiều rộng sản phẩm; tiếp theo, cánh gấp đáy được kích hoạt để thu gọn chiều dài. Tại giai đoạn cuối, cụm xi lanh khí nén tác động để đẩy sản phẩm đã hoàn thiện

vào khay chứa. Sau khi hoàn thành, hệ thống tự động điều khiển các cơ cấu chấp hành lùi về vị trí xác định ban đầu, kết thúc một chu trình vận hành và chuyển sang trạng thái chờ cho lượt tiếp theo.

2.2. Thiết kế kết cấu cơ khí của máy gấp áo phong tự động



Hình 1. Kết cấu cơ khí của máy gấp áo phong tự động

Thiết kế kết cấu cơ khí của máy gấp áo phong tự động được thiết kế như trên Hình 1. Phần khung của máy được thiết kế với việc sử dụng nhôm định hình sẵn có trên thị trường nhằm đảm bảo độ cứng vững, độ chính xác và thuận tiện trong lắp ráp. Kết cấu cơ khí của máy gồm hai cụm chính:

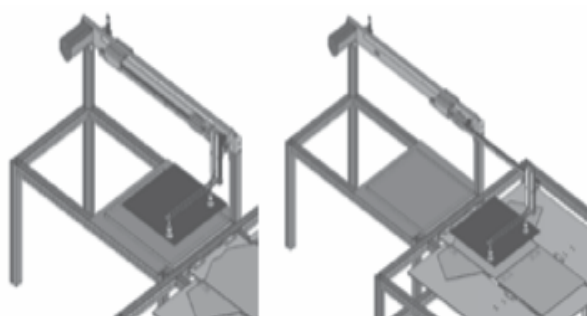
- Cụm cấp phôi (bên trái): Sử dụng xi lanh khí nén kết hợp cơ cấu trượt và đầu hút chân không để gấp và định vị bìa trên bàn gấp, giúp quá trình cấp phôi nhanh và chính xác.

- Cụm gấp (phía phải): Gồm các tấm gấp bố trí đối xứng, được dẫn động bằng xi lanh khí nén thông qua cơ cấu bản lề – thanh truyền, thực hiện theo tuần tự để các bước gấp quần áo được hoàn thiện đúng chu trình.

2.3. Các cơ cấu chính của máy gấp áo phong tự động

a. Cơ cấu cấp bìa

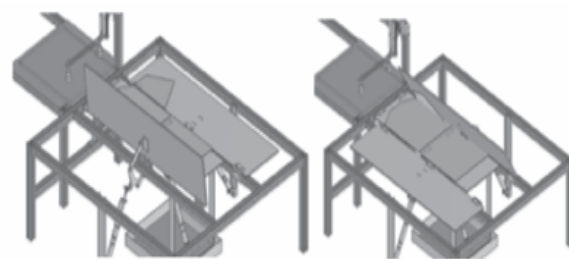
Cơ cấu cấp phôi bìa để định hình nếp gấp được vận hành bởi động cơ và xi lanh để nhấc bìa từ vị trí chờ lên vị trí đã xác định trên áo để tiến hành công đoạn gấp áo như trên Hình 2.



Hình 2. Cơ cấu cấp bìa thực hiện di chuyển đặt bìa vào giữa áo

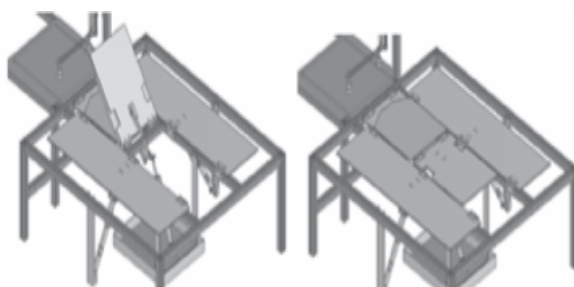
b. Cơ cấu gấp sản phẩm

Cơ cấu gấp áo phong trên hệ thống tự động được thực hiện tuần tự qua 4 công đoạn chính. Đầu tiên, cơ cấu chấp hành phía bên phải được kích hoạt nhằm gấp gọn phần tay và một phần biên ngang của áo vào vị trí trung tâm (Hình 3a). Ngay sau khi cơ cấu bên phải thu hồi, cánh gấp đối diện phía bên trái tiến hành lật đối xứng để hoàn thành việc thu hẹp toàn bộ chiều rộng sản phẩm (Hình 3b). Tiếp theo, cánh gấp trục dọc tại vị trí đáy được điều khiển lật lên phía trên để thu gọn chiều dài thân áo theo đúng quy cách thiết kế (Hình 3c). Cuối cùng, tất cả các cánh gấp tự động thu hồi về vị trí gốc tọa độ, hoàn thiện quá trình gấp và đưa sản phẩm về dạng hình học đồng nhất trước khi chuyển sang công đoạn đóng gói (Hình 3d).



a. Gấp phía phải

b. Gấp phía trái



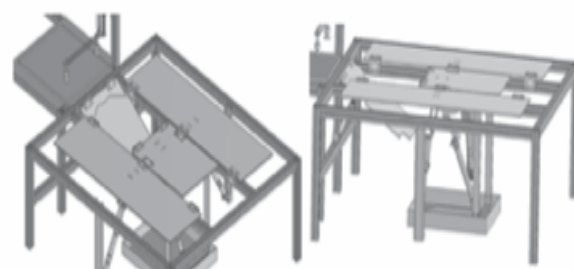
c. Gấp phần thân áo

d. Hoàn thiện quá trình gấp

Hình 3. Quá trình hoạt động của máy gấp áo phong tự động

c. Cơ cấu hạ sản phẩm vào khay chứa

Cơ cấu hạ sản phẩm được thiết kế dựa trên hệ thống xi lanh khí nén bố trí trực tiếp phía dưới bàn gấp để điều khiển hành trình tịnh tiến của toàn bộ cụm bàn nâng. Khay chứa thành phẩm được đặt đồng trục ngay phía dưới không gian làm việc. Cơ chế này đảm bảo sản phẩm sau khi hoàn thành chu trình tạo hình sẽ rơi tự do theo phương thẳng đứng vào đúng vị trí thu gom quy định, tránh hiện tượng xô dịch hoặc làm biến dạng nếp gấp.



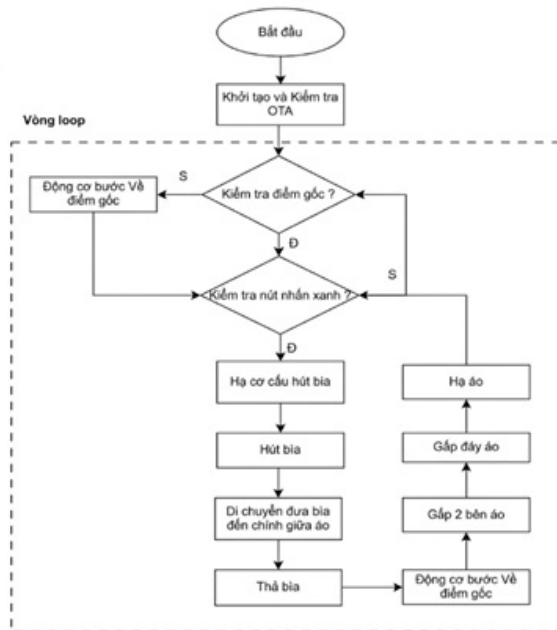
a. Hạ bàn gấp

b. Xếp áo đã gấp vào khay chứa

Hình 4. Quá trình hạ sản phẩm vào khay chứa

3. THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN CỦA MÁY GẤP ÁO PHÔNG TỰ ĐỘNG

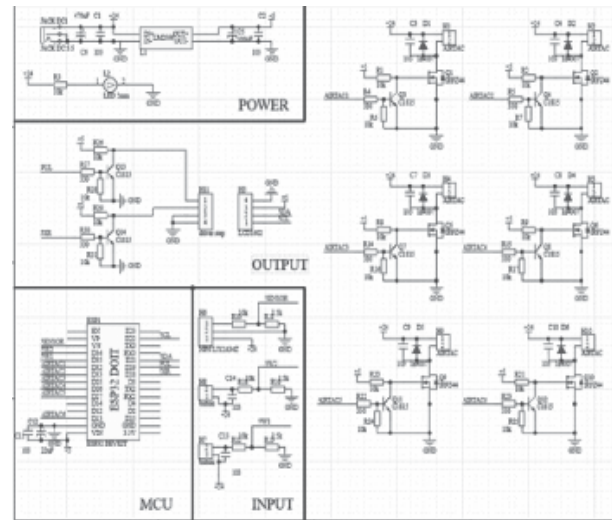
3.1. Lưu đồ thuật toán điều khiển hệ thống



Hình 5. Lưu đồ thuật toán điều khiển hệ thống

Thuật toán điều khiển hệ thống bắt đầu bằng việc khởi tạo và cấu hình cập nhật phần mềm trước khi tiến vào vòng lặp vận hành chính. Tại đây, bộ điều khiển liên tục quét và kiểm tra vị trí gốc của động cơ bước; nếu phát hiện sai lệch, lệnh điều khiển sẽ đưa động cơ về điểm gốc để thiết lập lại hệ tọa độ. Khi điều kiện điểm gốc và tín hiệu khởi động (nút nhấn xanh) đều được thỏa mãn, hệ thống lần lượt kích hoạt cụm cơ cấu hút, dịch chuyển và định vị tấm bìa vào vị trí trung tâm sản phẩm. Chu trình tạo hình kế tiếp được triển khai thông qua việc điều khiển động cơ bước thu hồi về gốc, kết hợp kích hoạt tuần tự các pha gấp biên (gấp 2 bên áo) và gấp dọc (gấp đáy áo). Sau khi hoàn thành, cơ cấu hạ bàn nâng được kích hoạt để giải phóng thành phẩm, đưa hệ thống trở lại trạng thái quét tín hiệu đầu vào cho chu kỳ tiếp theo.

3.2. Thiết kế mạch điều khiển



Hình 6. Sơ đồ thiết kế mạch điều khiển

Sơ đồ thiết kế mạch điều khiển được thiết kế như trên Hình 6 với các khối linh kiện như sau: Khối nguồn; Vi điều khiển; Cảm biến/ Nút nhấn; Mạch điều khiển; Cơ cấu chấp hành (động cơ bước, van khí nén) và Giao tiếp hiển thị. Việc phân chia thành các khối giúp dễ dàng theo dõi và kiểm tra từng bộ phận của hệ thống. Các chân kết nối, tín hiệu điều khiển và mức điện áp được thể hiện rõ ràng, góp phần giảm sai sót trong quá trình lắp ráp, vận hành và bảo trì hệ thống.

4. KẾT LUẬN

Máy gấp áo phông tự động đã được thiết kế đáp ứng với mục tiêu thiết kế của nghiên cứu để có thể ứng dụng trong thực tế sản xuất. Về mặt cơ khí, hệ thống khung và các cơ cấu truyền động đã được thiết kế phù hợp đảm bảo độ bền cơ học và tính ổn định cao khi vận hành ở chế độ liên tục. Về giải pháp điều khiển, thuật toán điều khiển tuần tự cho thấy khả năng điều khiển đồng bộ giữa động cơ bước và hệ thống khí nén, đảm bảo nguyên lý hoạt động của máy gấp áo phông tự động. Kết quả nghiên cứu có

tính khả thi, mở ra hướng ứng dụng hiệu quả trong việc tự động hóa công đoạn hoàn thiện sản phẩm. ❖

Ngày nhận bài: **19/5/2026**

Ngày phản biện: **01/6/2026**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Trọng Hiệp, “*Thiết kế chi tiết máy*”. NXB. Giáo dục Việt Nam, Hà Nội, 2012.
- [2]. Nguyễn Văn Hòa, “*Tự động hóa trong sản xuất*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2018.
- [3]. Trần Văn Địch, “*Cơ sở thiết kế máy*”. NXB. Giáo dục Việt Nam, Hà Nội, 2016.
- [4]. Trương Hữu Chí, “*Giáo trình Hệ thống Cơ điện tử*”. NXB Bách Khoa Hà Nội, 2015.
- [5]. Bolton, W., “*Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering*”. 6th Edition, Pearson Education, 2015.
- [6]. SMC Corporation, “*Technical Documentation: Vacuum and Pneumatic Systems for Industrial Automation*”. SMC Vietnam Official Handbook, 2021.
- [7]. Nguyễn Văn Hiệp, “*Lập trình Arduino cơ bản và nâng cao*”. NXB. Bách Khoa Hà Nội, 2019.
- [8]. Phạm Quang Huy, “*Lập trình điều khiển với Arduino*”. NXB. Bách Khoa Hà Nội, 2018.
- [9]. Đào Huy Du, “*Giáo trình Vi điều khiển và Ứng dụng*”. NXB. Giáo dục Việt Nam, 2017.