

THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MÁY GẤP VÀ ÉP TAB FOLDER

DESIGN AND FABRICATE THE TAB FOLDER FOLDING AND PRESSING MACHINE

Nguyễn Vũ Quỳnh, Tạ Huyền Tôn, Nguyễn Văn Luận, Nguyễn Hà Thoại Phi
Khoa Cơ điện – Điện tử, Trường Đại học Lạc Hồng
e- Mail: vuquynh@lhu.edu.vn

Tóm tắt

Từ trước đến nay việc gấp sản phẩm Tab Folder (dùng làm bìa phân trang những giấy tờ, hồ sơ) trong công ty TNHH Công nghiệp PLUS hoàn toàn do người công nhân thực hiện thủ công, sau đó dùng tấm sắt dày để ép cố định các mép gấp. Việc người công nhân thao tác liên tục và sản phẩm lại cứng nên chất lượng, thời gian gấp không đảm bảo. Vì vậy công ty luôn luôn bị khách hàng phàn nàn về chất lượng sản phẩm và thời gian giao hàng.

Để đáp ứng yêu cầu này, nhóm tác giả đã thực hiện nghiên cứu nhằm thiết kế một hệ thống tự động có khả năng gấp và ép Tab Folder, tạo điều kiện thuận lợi để phục vụ cho việc tự động hóa sản xuất của công ty. Yêu cầu đặt ra là thiết bị phải hoạt động liên tục, dễ vận hành, sửa chữa.

Kết quả nghiên cứu là hệ thống đã đáp ứng được các yêu cầu của công ty. Giảm được 2 người công nhân trong 1 ca sản xuất. Giảm được tỉ lệ bị hỏng sản phẩm từ 5% xuống còn 1%. Tiết kiệm cho công ty khoảng 90,000,000 VND/1 năm.

Từ khóa: Assembly system, Automatic assembly, Folding and pressing machine

Abstract

The Tab Folder (paging cover of the papers, documents) in Industrial PLUS Co. Ltd was folded by the workers, then use a thick iron plate to squeeze attempt the folded edges. The worker continuous operation and product quality to be hard, folding time is too high. So the company has always been customer complaints about product quality and delivery time.

To fulfill this demand, the authors conducted the research to design an automated system that could continuously fold and press Tab Folder. The requirements are that system can run continuously, be easily operated, repaired and applied in factories, create favorable conditions to serve the automation of production company.

Research results are system meets requirements of product quality and quantity of products. Reduced two workers in one shift. Reduce product damage rates from 5% to 1%. Saving 90,000,000 VND / 1 year.

Keyword: Assembly system, Automatic assembly, Folding and pressing machine

Ký hiệu

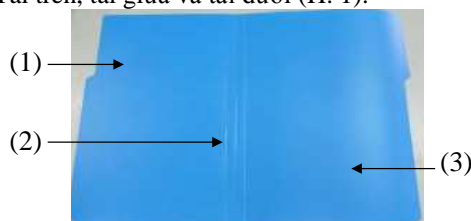
Ký hiệu	Đơn vị	Ý nghĩa
$v_{d_{1,2}}, v_{q_{1,2}}, i_{d_{1,2}}, i_{q_{1,2}}$	V	Điện áp và dòng điện của động cơ trên trục d và q
$r_{s_{1,2}}$	Ω	Điện trở stator động cơ
$L_{d_{1,2}}, L_{q_{1,2}}$	H	Điện cảm trên trục xoay d và q

Chữ viết tắt

FPGA	Field programmable gate array
VHDL	Very high speed IC hardware description language
SVPWM	Space vector pulse width modulation
PI	Proportional integral
A/D	Analog to digital converter

1. Giới thiệu

Sản phẩm Tab Folder có kích thước 300x472x0.5mm, dùng làm file hồ sơ tiện lợi cho việc sắp xếp và phân trang tài liệu. Cấu tạo mỗi sản phẩm Tab Folder gồm có: Tai trên, tai giữa và tai dưới (H. 1).



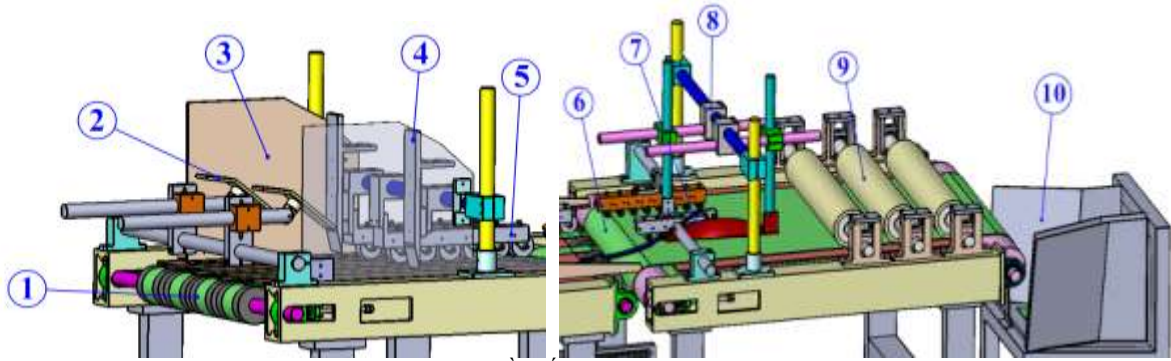
H. 1 Hình ảnh sản phẩm Tab Folder. (1) Tai trên, (2) Tai giữa, (3) Tai dưới

Trong công ty PLUS, việc gấp sản phẩm Tab Folder hoàn toàn do người công nhân thực hiện thủ công, sau đó dùng tấm sắt dày để ép giữ cố định các mép gấp.



H. 2 Thao tác gấp và ép bằng tay của công nhân

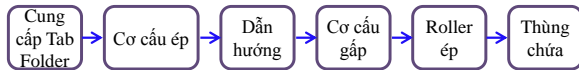
Trong H. 2 thể hiện trình tự các bước gấp Tab Folder được thực hiện thủ công. (1) Thao tác công nhân gấp sản phẩm, (2) Sản phẩm được đưa vào khay chứa, (3) Sản phẩm đưa sang ô ép, dùng tấm thép nặng 5kg để ép thẳng theo yêu cầu.



H. 3 Sơ đồ khối chức năng của máy

Việc người công nhân thực hiện gấp bằng tay liên tục và sản phẩm được làm bằng nhựa cứng nên chất lượng sản phẩm và số lượng sản phẩm không đảm bảo. Vì vậy, công ty luôn bị khách hàng phàn nàn về chất lượng sản phẩm và thời gian giao hàng.

Yêu cầu của công ty đặt ra đối với nhóm nghiên cứu là quy trình gấp và ép sản phẩm Tab Folder phải được tự động hóa hoàn toàn và phải đảm bảo được chất lượng cũng như số lượng.



H. 4 Đề suất quy trình thực hiện tự động gấp Tab Folder

Quy trình thực hiện gấp sản phẩm Tab Folder được đề suất như ở (H. 4). Một số phương án được đề suất như sau:

- Sử dụng khớp cam và cơ cấu cơ khí để gấp có thể đạt thời gian gấp nhanh và năng suất cao nhưng nhược điểm là chiếm diện tích lớn, thường xuyên phải bảo trì và độ cứng vững của máy thấp.
- Sử dụng các khí nén để gấp giúp cho giá thành của máy thấp nhưng nhược điểm là thời gian gấp lâu và khá phức tạp.
- Sử dụng cơ cấu dẫn hướng nhờ khe hở giữa thang ép và cây ép để gấp giúp cho thời gian gấp nhanh, kích thước máy phù hợp với không gian trong công ty.

Qua phân tích và tính toán thì phương án thứ 3 có tính khả thi cao nhất. Theo phương án này máy có một kết cấu cơ khí đơn giản, dễ vận hành mà lại có thể thực hiện tốt yêu cầu được đề ra.

Sơ đồ khối chức năng của máy được thiết kế theo phương án 3 được mô tả ở H. 3. Các thành phần chính bao gồm (1) Băng tải 1, (2) Cụm đỡ, (3) Cụm dẫn hướng, (4) Cụm cơ cấu chỉnh khe hở lấy Tab Folder, (5) Cụm cơ cấu ép, (6) Băng tải 2, (7) Cụm gấp, (8) Cụm chỉnh đường gấp, (9) Cụm ép hoàn chỉnh, (10) Cụm chứa Tab Folder sau khi đã gấp và ép hoàn tất.

Các tính năng kỹ thuật và hiệu quả của máy dự kiến phải đạt được: tỉ lệ sản phẩm lỗi cho phép là: 1/1000, thời gian gấp và ép 0.5s/1sp, giảm một nhân công làm việc tại khâu gấp, lực ép đạt yêu cầu, không gây xước sản phẩm.

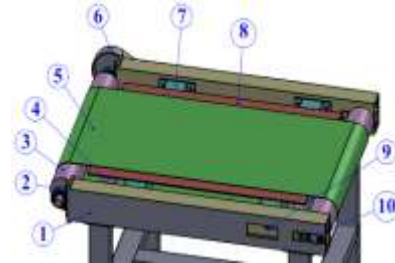
2. Thiết kế và thi công

2.1 Thiết kế cơ khí

2.1.1 Băng tải

Cấu tạo của băng tải được mô tả ở (H. 5), trong hệ thống sử dụng 2 băng tải để cung cấp và gấp, ép Tab

Folder. Trong (H. 5) bao gồm: (1) Khung băng tải, (2) Gói đỡ roller loại PBT30, (3) Roller, (4) Roller chỉnh độ căng của băng tải, (5) Băng tải (WB500), (6) Hộp bảo vệ bộ phận truyền động, (7) Thanh ngang đỡ băng tải, (8) Thép tấm đỡ băng tải, (9) Cơ cấu chỉnh độ căng băng tải, (10) Gói đỡ chuyển động [1-2].



H. 5 Băng tải.

2.1.2 Cơ cấu điều chỉnh khe hở cung cấp Tab Folder

Cơ cấu điều chỉnh khe hở cung cấp Tab Folder dùng để tạo khe hở giữa đầu ép và bề mặt băng tải làm cho chỉ cho 1 sản phẩm có bề dày 0.5mm đi qua (H. 6).



H. 6 Dẫn hướng cho Tab Folder

2.1.3 Bộ phận đè và giữ Tab Folder

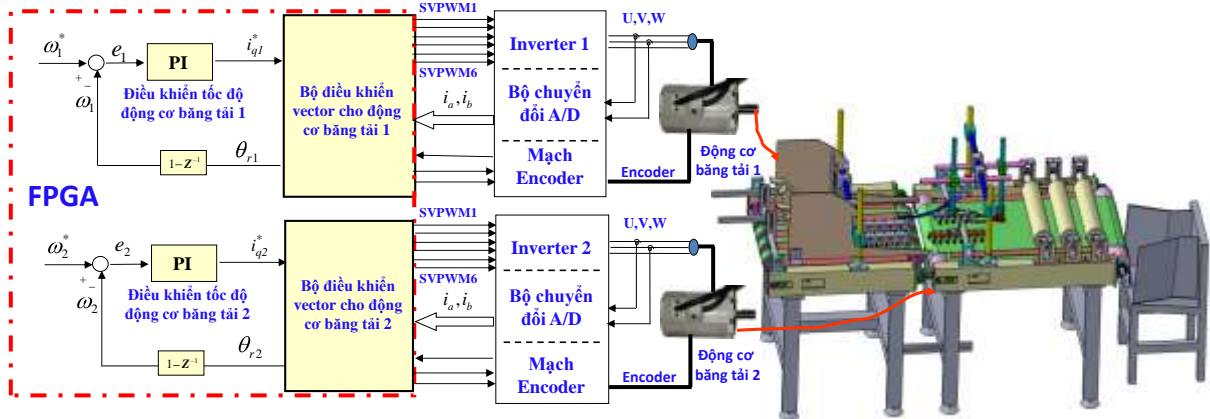
Cơ cấu ép sản phẩm (H. 7) giữ cho sản phẩm không bị dịch chuyển khi băng tải chuyển động. Bánh xe của cơ cấu đè và giữ được làm bằng Silicon nhằm tránh gây trầy xước và tạo độ bám giữ chặt hơn.



H. 7 Ép sản phẩm Tab Folder

2.1.4 Gấp Tab Folder

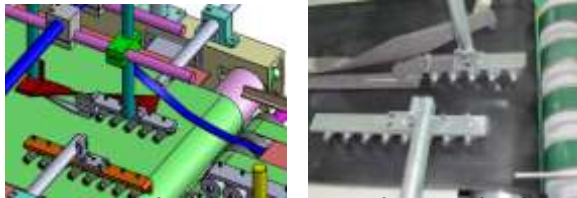
Khi sản phẩm được chuyển lên băng tải số 2, các thanh dẫn hướng bằng Inox sẽ đưa sản phẩm đến cơ cấu gấp. Bộ phận gấp có các đường uốn lượn sẽ làm sản phẩm được gấp lại đúng theo yêu cầu.



H. 9 Sơ đồ khối bộ điều khiển hai băng tải

Khi sản phẩm đã được gấp thành nếp, Tab Folder sẽ được chuyển sang công đoạn ép được bố trí sát trên bề mặt băng tải số 2 nhằm ép thành sản phẩm hoàn chỉnh.

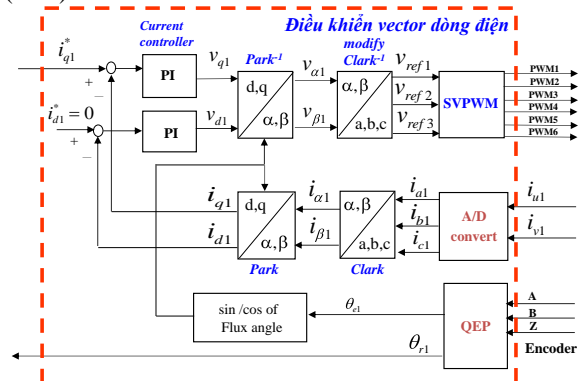
Sản phẩm sau khi được gấp và ép sẽ di chuyển xuống cơ cấu đưng và khi sản phẩm đã đủ số lượng thì cảm biến quang sẽ tác động báo tín hiệu cho người công nhân lấy khay đưng sản phẩm ra.



H. 8 Bản vẽ thiết kế và hình ảnh thực tế của cơ cấu gấp sản phẩm Tab Folder

2.2 Thiết kế phần điều khiển điện - khí nén

Hai động cơ điều khiển băng tải trong máy gấp Tab Folder được áp dụng phương pháp điều khiển vòng kín PI kết hợp với phương pháp điều khiển vector [3-4] để đảm bảo tốc độ chính xác nhằm giúp cho việc di chuyển các miếng Tab Folder đi đúng hướng và chính xác vị trí. Cấu trúc của bộ điều khiển thể hiện trong (H. 9).



H. 10 Thiết kế bộ điều khiển vector cho động cơ điều khiển băng tải

Phương trình toán học của động cơ PMSM điều khiển hai băng chuyển:

$$\frac{di_{d_{1,2}}}{dt} = -\frac{r_{s_{1,2}}}{L_d} i_{d_{1,2}} + \omega_e \frac{L_{q_{1,2}}}{L_{d_{1,2}}} i_{q_{1,2}} + \frac{1}{L_{d_{1,2}}} v_{d_{1,2}} \quad (1)$$

$$\frac{di_{q_{1,2}}}{dt} = -\omega_{e_{1,2}} \frac{L_{d_{1,2}}}{L_{q_{1,2}}} i_{d_{1,2}} - \frac{r_{s_{1,2}}}{L_{q_{1,2}}} i_{q_{1,2}} - \omega_{e_{1,2}} \frac{K_{E_{1,2}}}{L_{q_{1,2}}} + \frac{1}{L_{q_{1,2}}} v_{q_{1,2}} \quad (2)$$

Phương pháp điều khiển vector được áp dụng cho hai động cơ, dòng điều khiển $i_{d_{1,2}}$ được điều khiển bằng 0 làm cho cả hai động cơ PMSM được decoupled lúc này việc điều khiển moment trên trục động cơ chỉ còn phụ thuộc vào dòng $i_{q_{1,2}}^*$

Ý tưởng thiết kế bộ điều khiển vector là moment và các thành phần từ hóa của từ thông stator được điều khiển độc lập. Dòng điện ba pha stator được biến đổi thành vector dòng điện cung cấp cho bộ điều khiển (H. 10). Moment của động cơ được điều khiển thông qua dòng điện trên trục q (i_{q1}). Bộ điều khiển vector dòng điện và các khâu biến đổi ở trong H.10 bao gồm bộ PI, phép biến đổi Clark, Clark ngược, Park, Park ngược, SVPWM.

2.3 Hình ảnh thực tế của máy gấp và ép Tab Folder



H. 11 Hình ảnh thực tế máy gấp và ép Tab Folder

Sản phẩm được công nhân bỏ vào cơ cấu cung cấp Tab Folder. Lúc này bộ phận đỡ được chỉnh góc nghiêng phù hợp với khe hở lấy sản phẩm để có thể tách từng Tab Folder. Hệ thống được khởi động và 2 bộ điều khiển sẽ điều chỉnh vận tốc của băng tải số 1 và băng tải số 2 sao cho phù hợp nhằm tránh trường hợp 2 sản phẩm đè lên nhau. Nhờ cơ cấu đề và giữ Tab Folder được đưa từ vùng cung cấp sang vùng gấp mà không bị xô dịch. Thanh dẫn hướng đưa sản phẩm vào trong góc gấp của thanh gấp. Băng tải số 2 đưa Tab Folder đã được gấp vào cơ cấu ép nhờ hệ thống Roller cao su được ép sát với bề mặt băng tải số 2.

Sau đó, sản phẩm rút xuống khung chứa tạo thành 1 chồng tại khung đỡ, khi đủ số lượng cảm biến quang báo tín hiệu cho người công nhân lấy Tab Folder đã hoàn thành ra khỏi khung.

3. Kết luận

Sau khi trải qua quá trình chạy thử và chỉnh sửa, với sự giám sát của bộ phận kỹ thuật và ban lãnh đạo của công ty, máy đã được nghiệm thu và bàn giao để đưa vào sản xuất.

Kết quả thu được từ nghiên cứu là máy có cấu tạo đơn giản, khả năng tự động hoàn toàn, hoạt động ổn định, chính xác đã đáp ứng được yêu cầu về mặt chất lượng sản phẩm và số lượng sản phẩm trong quá trình hoạt động, đã khắc phục được các nhược điểm khi thực hiện thao tác gấp và ép bằng tay.

Máy đã thay thế được 2 công nhân/1ca, tỉ lệ sản phẩm lỗi giảm từ 5% xuống còn 0.1%, thời gian gấp hoàn thành một sản phẩm trong vòng 0.5s (công nhân gấp mất 7s/sp), hàng năm tiết kiệm cho công ty khoảng 90,000,000 VNĐ.

Tài liệu tham khảo

N. V. Quỳnh; N. H. T. Phi; N. V. Tuấn: *Máy đếm sản phẩm Refill Shibo*. Hội nghị toàn quốc lần thứ 7 về Cơ Điện tử VCM-2014, pp. 501-505, 2014.

N. V. Quỳnh; T. H. Trung; H. Đ. M. Toàn: *Thiết Kế và Chế Tạo Máy Tập Banh Tennis*. Hội nghị toàn quốc lần thứ 7 về Cơ Điện tử VCM-2014, pp. 536-540, 2014.

R. K. Pongiannan; N. Yadaiah: *FPGA based Space Vector PWM Control IC for Three Phase Induction Motor Drive*. IEEE International Conference on Industrial Technology, pp. 2061-2066, 2006.

A. O. Rait; P. Bhosale: *FPGA implementation of space vector PWM for speed control of 3-phase induction motor*. International Conference on Recent Advancements in Electrical, Electronics and Control Engineering, pp. 221-225, 2011.



Nguyễn Vũ Quỳnh sinh năm 1979. Anh nhận bằng thạc sỹ về *Thiết bị, mạng và nhà máy điện* của trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP Hồ Chí Minh năm 2005. Từ năm 2003 đến 2010 anh là giảng viên khoa Cơ Điện – Đại học Lạc

Hồng. Anh nhận bằng Tiến sỹ về *Kỹ thuật điện* của trường Southern Taiwan University of Science and Technology, Đài Loan 2013. Hiện anh là giảng viên khoa Cơ Điện – Điện Tử - Đại học Lạc Hồng. Hướng nghiên cứu chính là thiết kế và thực hiện các hệ thống đo lường, điều khiển, các hệ thống nhúng, bộ điều khiển thông minh và FPGA.



Nguyễn Hà Thoại Phi sinh năm 1980. Anh nhận bằng thạc sỹ về *Thiết bị, mạng và nhà máy điện* của trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP Hồ Chí Minh năm 2005. Từ năm 2005 đến nay anh là giảng viên khoa Cơ Điện – Đại học Lạc Hồng.

Hướng nghiên cứu chính là thiết kế và thực hiện các hệ thống đo lường, các mạch điều khiển công suất, biến tần.



Tạ Huyền Tôn sinh năm 1990. Tốt nghiệp đại học ngành Cơ Điện Tử tại trường Đại học Lạc Hồng năm 2013. Hiện đang công tác tại trường Cao Đẳng nghề Đồng An ở bộ môn Cơ Điện Tử.

Hướng nghiên cứu chính là thiết kế, thi công và lắp ráp các hệ thống máy tự động trong công nghiệp.



Nguyễn Văn Luận sinh năm 1989. Tốt nghiệp đại học ngành Cơ Điện Tử tại trường Đại học Lạc Hồng năm 2013. Hiện đang công tác tại trường Cao Đẳng nghề Đồng An ở bộ môn Cơ Điện Tử.

Hướng nghiên cứu chính là Thiết kế, thi công và lắp ráp các hệ thống máy tự động trong công nghiệp.