

# THIẾT KẾ THIẾT BỊ TỰ ĐỘNG PHÂN LOẠI SẢN PHẨM BỘ LY HỢP – BÁNH RĂNG BĂNG XOÁ DỰA TRÊN ĐO KIỂM LỰC MA SÁT

## Design of the equipment for a friction testing and classification of clutch-gear of the whiper-phush

Nguyễn Vũ Quỳnh<sup>1</sup>, Nguyễn Thanh Sơn<sup>2</sup>, Nguyễn Hà Thoại Phi<sup>3</sup>, Mai Duy Đạt<sup>4</sup>

<sup>1</sup>vuquynh@lhu.edu.vn, <sup>2</sup>nguyenthanson@lhu.edu.vn

<sup>1,2,3,4</sup>Khoa Cơ Điện - Điện Tử, Trường Đại học Lạc Hồng, Đồng Nai, Việt Nam  
Đền tòa soạn: 10/05/2017; Chấp nhận đăng: 25/05/2017

Bài báo trình bày kết quả thiết kế, chế tạo thiết bị tự động phân loại sản phẩm bộ ly hợp - bánh răng (clutch-gear) của băng xoá trên cơ sở đo kiểm lực ma sát của tổ hợp này. Thiết bị bao gồm phần cơ khí chứa phễu rung, máng và bộ nạp sản phẩm, cơ cấu đo lực ma sát và phân loại sản phẩm. Phần điều khiển điện - khí nén với ứng dụng bộ điều khiển mờ và vector, cho phép điều khiển tốc độ động cơ tạo lực ma sát có độ chính xác cao, nhằm tạo sự ổn định và chất lượng phân loại. Sản phẩm đã được đưa vào sản xuất tại Công ty TNHH Công Nghiệp PLUS Việt Nam, đạt năng suất 3s/1 sản phẩm, gấp 2 lần so với sản xuất thủ công, giảm 2 nhân công. Tỷ lệ sản phẩm lỗi giảm từ 5% xuống còn 1%.

**Từ khóa:** Lực ma sát; Sản phẩm lỗi; Lực đẩy; Độ ổn định

This paper presents the results of research, design and create friction tester and classification of clutch-gear of the whiper-Phush. The equipment includes a vibrating hopper containing mechanical, gutters and loader product, measuring the frictional force structure and classification of products. Electric- pneumatic controller based on fuzzy logic and vector control, allowing high precision motor speed in order to create stability and quality classifications. The equipment has already been put into operation at Industrial Co. PLUS Vietnam, yield 3s / 1 product, 2 times compared to manual production, down 2 workers. The error rate down from 5% to 1%.

**Keywords:** Friction force; Defective product; Propulsion; Stability

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sản phẩm băng xoá Whiper-Push Pull (WH-PP) được dùng để xoá các dòng văn bản trên tài liệu, giấy tờ như Hình 1. Băng xoá của công ty TNHH Công nghiệp Plus Việt Nam có mẫu mã hiện đại và tiện dụng, kiểu dáng gọn nhẹ dễ dàng sử dụng. Băng kéo dây, lực đẩy êm, nhẹ nhàng che phủ kín những điểm sai bằng vết mực. Sản phẩm rất phù hợp trong học tập và văn phòng.

Chi tiết Clutch-Gear là một trong những chi tiết quan trọng tạo nên sản phẩm băng xoá WH-PP (Hình 2). Cấu tạo của Clutch-Gear được kết hợp từ hai chi tiết Clutch và Gear ghép lại với nhau được mô tả chi tiết như trong Hình 3. Sau khi được lắp ráp, chi tiết Clutch-Gear sẽ được người công nhân đem đi đo kiểm tra lực ma sát giữa chi tiết Clutch và chi tiết Gear như ở Hình 4.

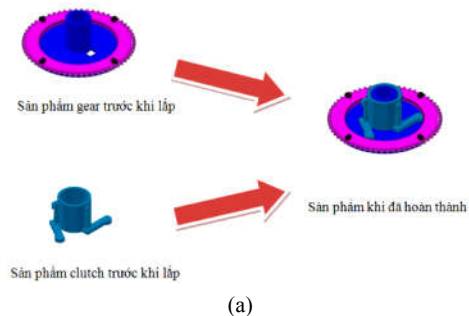
Công đoạn người công nhân đang kiểm tra lực ma sát bằng phương pháp thủ công năng suất thấp, phụ thuộc vào chủ quan của công nhân, không tránh khỏi sai sót (tới 5%), làm ảnh hưởng đến uy tín của nhà sản xuất.



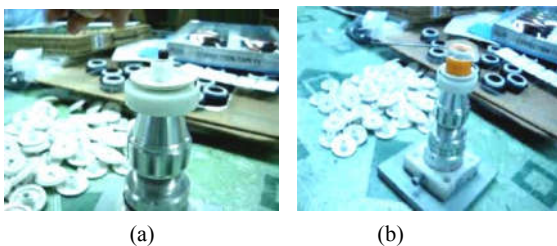
Hình 1. Hình ảnh sản phẩm băng xoá WH-PP



Hình 2. Các chi tiết của sản phẩm băng xoá WH-PP



Hình 3. (a) Lắp ráp chi tiết Clutch và chi tiết Gear; (b) Sản phẩm Clutch-Gear hoàn chỉnh



**Hình 4.** Các công đoạn đo lực ma sát giữa chi tiết Clutch và chi tiết Gear bằng tay. (a) Sản phẩm Clutch-Gear được đặt lên cơ cấu đo, (b) Sản phẩm Clutch-Gear được tạo chuyển động quay tròn để kiểm tra lực ma sát

Yêu cầu của công ty đặt ra là công đoạn kiểm tra phân loại bộ ly hợp – bánh răng phải được tự động hóa hoàn toàn, phải đảm bảo được chất lượng và năng suất cao hơn việc làm bằng tay.

Sau khi quan sát thao tác, trình tự làm việc của người công nhân và tham khảo ý kiến của ban lãnh đạo công ty, nhóm nghiên cứu đã đưa ra ý tưởng thiết kế “Máy đo lực ma sát của sản phẩm Clutch-Gear” và đã được ban lãnh đạo công ty đồng ý cho thiết kế, thi công lắp đặt máy để đưa vào sản xuất.

Trên cơ sở phân tích quy trình phân loại sản phẩm này mô hình thiết bị tự động được phân thành các module sau :

- Bộ nạp mẫu vào vị trí đo lực ma sát.
- Bộ đo lực ma sát để phân loại sản phẩm
- Bộ phân loại sản phẩm theo lực ma sát.
- Bộ điều khiển vận hành thiết bị.

## 2. THIẾT KẾ CẤU HÌNH

Cấu hình thiết bị phân loại sản phẩm clutch – gear băng xoá dựa trên đo kiểm lực ma sát được trình bày trên hình 5. Mẫu clutch – gear có kích thước nhỏ, đồng đều nên bộ nạp mẫu có thể sử dụng cơ cấu phễu rung. Cơ cấu đo kiểm lực ma sát dựa trên nguyên tắc tương đối, khi quay bộ ly hợp, do ma sát sẽ làm quay bánh răng đến 1 vị trí xác định. Nếu vị trí này nằm trong khoảng cho phép, mẫu được chọn. Như vậy, để đảm bảo kết quả đo tương đồng cho sản phẩm, tốc độ quay của motor dẫn động clutch cần rất ổn định. Bộ điều khiển cần áp dụng giải thuật mờ và điều khiển vector để giải quyết vấn đề này.

## 3. THIẾT KẾ CHI TIẾT VÀ CHẾ TẠO THIẾT BỊ

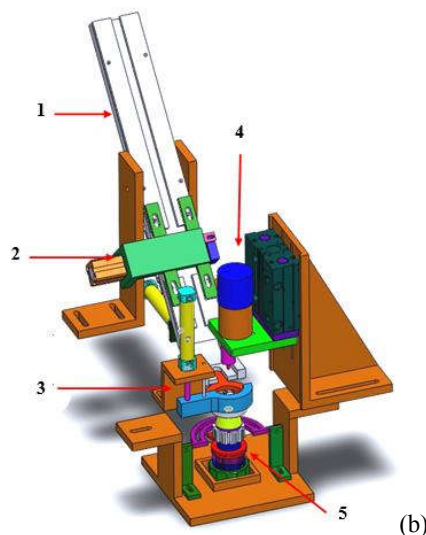
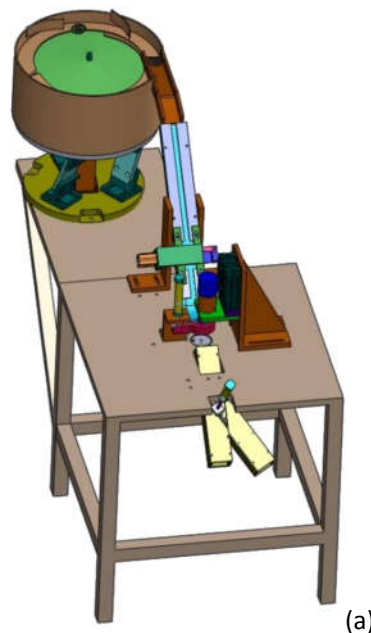
### 3.1 Thiết kế cơ khí

#### 3.1.1 Phễu rung

Chức năng: Lựa chọn một cách chính xác và nhanh chóng chi tiết Clutch-Gear và di chuyển lên máng cấp phối một cách tự động. Phễu rung có chức năng tự động đưa mẫu từ thùng chứa lên máng cấp phối theo hàng và chiều xác định. Cơ cấu này được sử dụng phổ biến trong phần nạp phối của các dây chuyền gia công, lắp ráp hoặc đo kiểm [5].

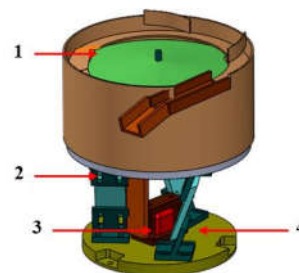
Phễu rung được thiết kế gồm phần phễu chứa mẫu, phần đế, phần chân, phần tạo dao động (Hình 6). Bên trong phễu có 1 đường xoắn dẫn hướng từ đáy lên miệng phễu, Nhờ vào các dao động điều hòa cấp cho cuộn dây của 2 bộ nam châm điện, các chi tiết trong phễu sẽ tự động nối đuôi nhau theo đường xoắn này đi lên đường dẫn trên miệng phễu.

Phễu có khả năng chứa tới 1500 sản phẩm. Trong quá trình các chi tiết đi từ dưới lên trên, chi tiết sẽ được cơ cấu cơ khí lựa chọn (nếu đúng chiều sẽ được cho qua, ngược lại sẽ bị đẩy xuống trở lại).



**Hình 5.** (a) Bản vẽ thiết kế máy đo lực ma sát của sản phẩm Clutch-Gear, (b) Các cơ cấu chính trong máy đo lực ma sát của sản phẩm Clutch-Gear

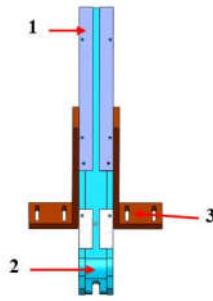
**Hình 5.** (a) Bản vẽ thiết kế máy đo lực ma sát của sản phẩm Clutch-Gear, (b) Các cơ cấu chính trong máy đo lực ma sát của sản phẩm Clutch-Gear



**Hình 6.** Hình phễu rung

#### 3.1.2 Máng cấp sản phẩm Clutch-Gear

Cơ cấu có chức năng đưa sản phẩm Clutch-Gear cần đo lực ma sát từ phễu rung đến cơ cấu chia phối.



1- Nắp máng cấp sản phẩm Clutch-Gear, 2- Thân máng, 3- Đồ gá cho cơ cấu chia sản phẩm

**Hình 7.** Máng cấp sản phẩm Clutch-Gear

Máng cấp sản phẩm Clutch-Gear được đặt nghiêng  $45^\circ$ , dài 400 mm chứa được 12 sản phẩm Clutch-Gear, nhờ tác dụng của trọng lực mà các sản phẩm Clutch-Gear sẽ tự di chuyển hướng xuống.

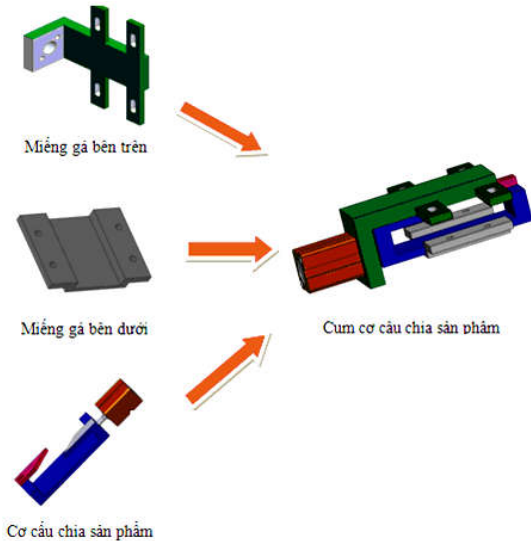
Nắp máng được sử dụng bằng Mica để dễ quan sát. Có tác dụng định hướng cho sản phẩm đi đúng hướng và không cho sản phẩm rớt ra ngoài.

### 3.1.3 Cơ cấu chặn giữ sản phẩm Clutch-Gear

Cơ cấu có chức năng chặn và giữ sản phẩm Clutch-Gear, chỉ cho phép 01 sản phẩm Clutch-Gear từ máng cấp sản phẩm rơi xuống cơ cấu hứng và đo lực ma sát.

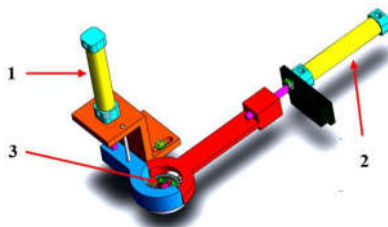
Cấu tạo của cơ cấu chia sản phẩm Clutch-Gear gồm có: Miếng gá bên trên, miếng gá bên dưới và chốt chặn giữ sản phẩm.

Phần trục của cơ cấu chia sản phẩm sẽ được gắn với trục của một xi lanh xoay.



**Hình 8.** Cơ cấu chia sản phẩm Clutch-Gear

### 3.1.4 Cơ cấu hứng và đẩy sản phẩm Clutch-Gear



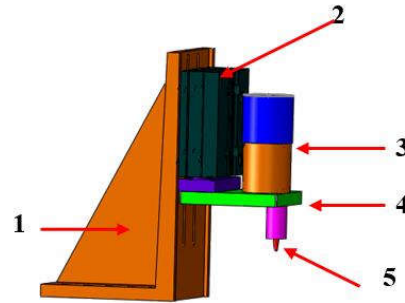
1- Xi lanh chặn phối, 2- Xi lanh đẩy phối, 3- Vị trí hứng sản phẩm Clutch-Gear

**Hình 9.** Cơ cấu hứng và đẩy sản phẩm

Cơ cấu có chức năng hứng các sản phẩm Clutch-Gear vào đúng vị trí để đo lực ma sát.

Sau khi đo lực ma sát xong, xy lanh chặn sản phẩm sẽ co lại dịch chuyển lên trên và xy lanh đẩy sản phẩm sẽ duỗi ra để đẩy sản phẩm Clutch-Gear mới đo lực ma sát xuống cơ cấu phân loại sản phẩm.

### 3.1.5 Cơ cấu tạo lực ma sát cho sản phẩm Clutch-Gear

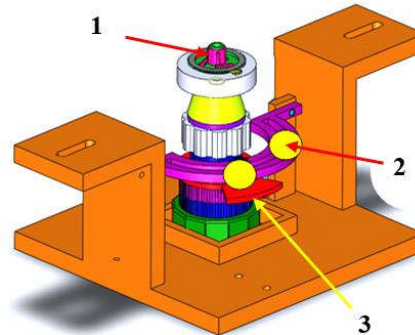


1- Gá xy lanh, 2- Xi lanh nâng hạ cơ cấu tạo lực ma sát, 3- Động cơ tạo lực ma sát, 4- Giá đỡ động cơ, 5- Đầu giữ chi tiết Clutch

**Hình 10.** Cơ cấu tạo lực ma sát cho sản phẩm Clutch-Gear

Khi đo, xy lanh sẽ duỗi ra để hạ cơ cấu tạo lực ma sát xuống, đầu giữ chi tiết Clutch sẽ giữ chặt chi tiết Clutch. Sau đó, động cơ tạo lực ma sát sẽ xoay tròn với tốc độ 30 vòng/phút làm chi tiết Clutch sẽ xoay tròn theo và tạo ra lực ma sát giữa chi tiết Clutch và chi tiết Gear của sản phẩm.

### 3.1.6 Cơ cấu đo và kiểm tra lực ma sát



1- Sản phẩm Clutch-Gear, 2- Vị trí đặt cảm biến, 3- Vòng đo kiểm tra lực ma sát

**Hình 11.** Cơ cấu đo và kiểm tra lực ma sát

Cơ cấu đo và kiểm tra lực ma sát có sử dụng 2 cảm biến sợi quang để kiểm tra độ chính xác và tiêu chuẩn của sản phẩm Clutch-Gear. Phạm vi cho phép từ 200N.cm đến 250N.cm

Khi chi tiết Clutch được xoay tròn để tạo ra lực ma sát với chi tiết Gear thì vòng đo kiểm tra lực ma sát sẽ dịch chuyển và chỉ được phép dao động trong phạm vi giữa 02 cảm biến sợi quang.

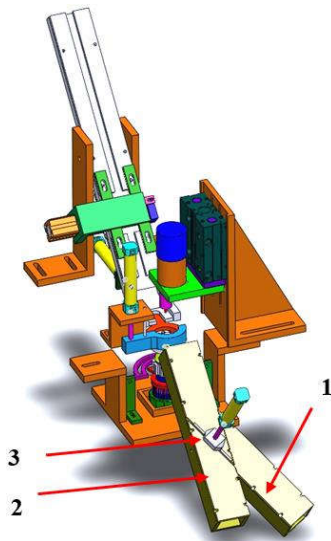
Nếu vòng đo kiểm tra lực ma sát vượt ra ngoài phạm vi của 02 cảm biến sợi quang thì sản phẩm Clutch-Gear đó có lực ma sát không đạt tiêu chuẩn và sẽ bị loại bỏ.

### 3.1.7 Cơ cấu phân loại sản phẩm

Xi lanh phân loại sản phẩm sẽ luôn duỗi ra, khi có 01 sản phẩm Clutch-Gear có lực ma sát đạt tiêu chuẩn được đẩy xuống thì sẽ theo hướng số 1 rơi vào thùng chứa.

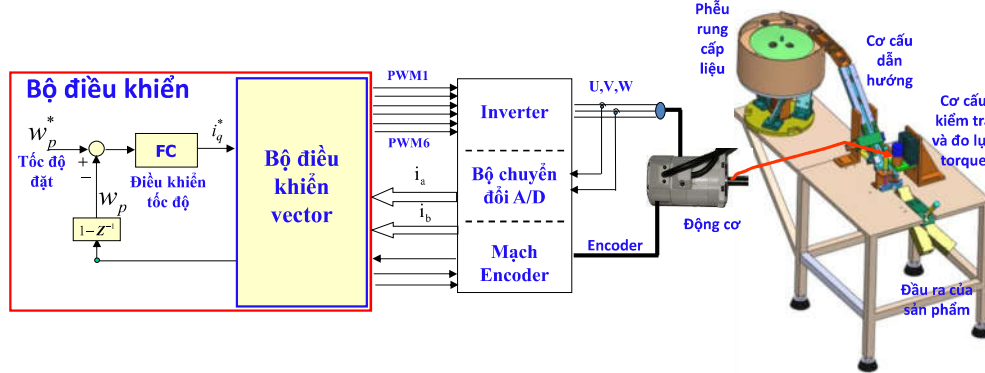
Khi có 01 sản phẩm Clutch-Gear bị lỗi được đẩy xuống thì xy lanh phân loại sản phẩm sẽ co lại và sản phẩm Clutch-Gear bị lỗi đó sẽ theo hướng số 2 rơi vào thùng chứa khác





1- Hướng sản phẩm đạt tiêu chuẩn, 2- Hướng sản phẩm bị lỗi, 3- Xy lanh phân loại sản phẩm.

Hình 12. Cơ cấu phân loại sản phẩm



Hình 13. Cấu trúc của bộ điều khiển động cơ tạo lực ma sát giữa chi tiết Clutch và chi tiết Gear

Luật điều khiển được xây dựng gồm 49 luật với cấu trúc :  
Nếu  $e = A_m$  và  $de = B_n$  thì  $U_f = C_{m,n}$  (3)

Hàm tính giá trị ngõ ra của bộ điều khiển mờ:

$$u_f(e, de) = \frac{\sum_{n=i}^{i+1} \sum_{m=j}^{j+1} c_{m,n} [\mu_{A_n}(e) * \mu_{B_n}(de)]}{\sum_{n=i}^{i+1} \sum_{m=j}^{j+1} [\mu_{A_n}(e) * \mu_{B_n}(de)]} \quad (4)$$

$$\square \sum_{n=i}^{i+1} \sum_{m=j}^{j+1} c_{m,n} * d_{n,m}$$

Trong đó  $C_{m,n}$  và  $d_{n,m}$  là tham số điều chỉnh cho bộ điều khiển.

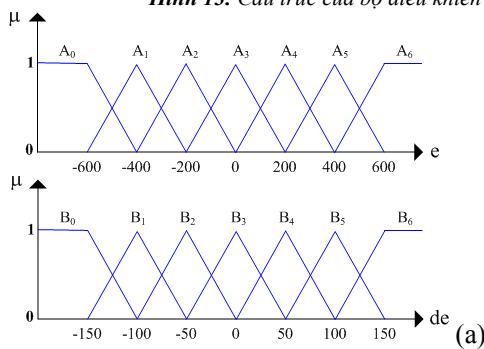
### 3.3. Sản phẩm và vận hành ứng dụng

Sản phẩm được chế tạo theo thiết kế ở trên được trình bày trên Hình 16.

Thiết bị có các thông số kỹ thuật sau:

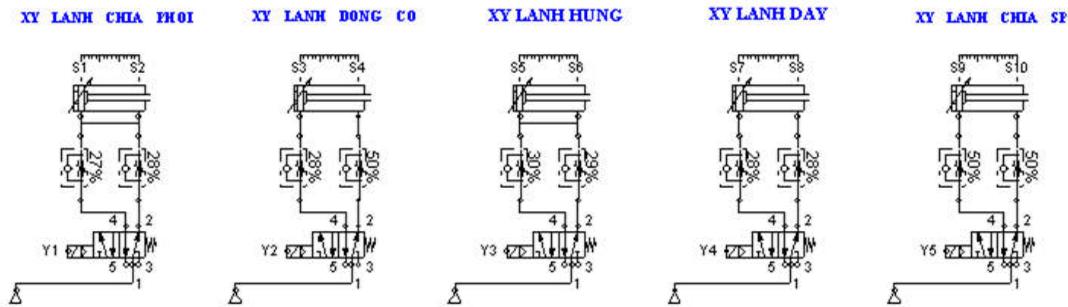
- Đảm bảo phân loại mẫu đạt độ ma sát với tỷ lệ lỗi thấp hơn 1%.
- Thay thế được 2 công nhân/ca.

Khi bấm nút Start, phễu rung hoạt động sẽ đưa sản phẩm Clutch-Gear tới máng cấp sản phẩm.



E \ dE	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
B0	-600	-600	-600	-600	-400	-200	0
B1	-600	-600	-600	-400	-200	0	200
B2	-600	-600	-400	-200	0	200	400
B3	-600	-400	-200	0	200	400	600
B4	-400	-200	0	200	400	600	600
B5	-200	0	200	400	600	600	600
B6	0	200	400	600	600	600	600

Hình 14. (a) Hàm liên thuộc của bộ điều khiển mờ; (b) Cơ sở tri thức cài đặt cho luật điều khiển



Hình 15. Sơ đồ kết nối mạch động lực phần khí nén

Để tránh hiện tượng sản phẩm bị đầy, trên máng cấp sản phẩm có gắn một cảm biến quang để nhận biết và dừng phễu rung.

Xylanh chia sản phẩm hoạt động luôn bảo đảm chỉ có một sản phẩm Clutch-Gear được rơi xuống vị trí hứng sản phẩm Clutch-Gear. Khi xylanh nâng hạ cơ cấu tạo lực ma sát dưới ra thì động cơ tạo lực ma sát hoạt động tạo ra lực ma sát giữa chi tiết Clutch và chi tiết Gear.

Sau khi kiểm tra lực ma sát xong thì xylanh nâng hạ cơ cấu tạo lực ma sát và xylanh chặn phôi sẽ co lại, còn xylanh đẩy phôi sẽ dưới ra đẩy sản phẩm Clutch-Gear xuống cơ cấu phân loại sản phẩm. Nếu sản phẩm Clutch-Gear có lực ma sát đạt tiêu chuẩn (OK) thì xylanh phân loại vẫn dưới ra và sản phẩm Clutch-Gear sẽ rơi vào thùng chứa sản phẩm tốt. Còn nếu sản phẩm Clutch-Gear có lực ma sát không đạt (NG: Not good) thì xylanh phân loại sản phẩm sẽ nâng lên và sản phẩm Clutch-Gear sẽ rơi vào thùng chứa sản phẩm không đạt.

Phần mềm được thiết kế theo chu trình trình bày trên Hình 17. Khi khởi động phần mềm/Start, phễu rung hoạt động sẽ đưa sản phẩm Clutch-Gear tới máng cấp sản phẩm. Khi sản phẩm bị đầy trên máng cấp, cảm biến quang sẽ nhận biết và điều khiển dừng phễu rung. Mẫu được xylanh chặn giữ điều phối chỉ cho một sản phẩm vào bộ đo. Khi mẫu rơi vào vị trí đo, cơ cấu đo kẹp và quay gear, nhờ lực ma sát làm quay bánh răng. Các cảm biến sợi quang sẽ giám sát lực ma sát và điều khiển chọn hay thải mẫu.

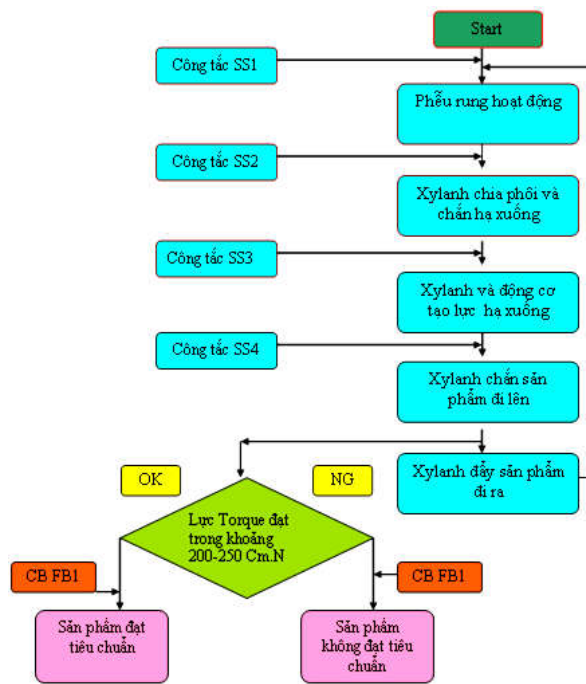


Hình 16. Hình ảnh thực tế máy đo lực ma sát của sản phẩm Clutch-Gear

#### 4. 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. Máy đo lực ma sát của sản phẩm Clutch-Gear 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 đo lực ma sát bằng tay.

- Thay thế được 2 công nhân/1ca.
- Tỷ lệ sản phẩm lỗi giảm từ 5% xuống còn 1%.



Hình 17. Lưu đồ điều khiển máy đo lực ma sát của sản phẩm Clutch-Gear

Thiết bị phân loại clutch-gear cho băng xoá đã được thiết kế, chế tạo với chức năng tự động hoá toàn bộ khâu phân loại sản phẩm, đạt năng suất cao, sai sót đo kiểm giảm xuống dưới 1%, đáp ứng các yêu cầu đặt ra của doanh nghiệp. Thiết bị đã được đưa vào sản xuất tại Công ty TNHH Công Nghiệp PLUS Việt Nam và được Công ty đánh giá tốt.

#### 5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lưu Đức Bình, Giáo trình công nghệ chế tạo máy, khoa Cơ Khí, Trường ĐH Bách Khoa Đà Nẵng, 2002.
- [2] Nguyễn Ngọc Phương, Hệ thống điều khiển bằng khí nén, Nxb Giáo dục, 1999.
- [3] AUTONICS, Sensors & Controllers – Selection guide Ver.10.0, 2009.
- [4] Nguyen Vu Quynh; Ying-Shieh Kung, "FPGA-realization of fuzzy speed controller for PMSM drives without position sensor," International Conference on Control, Automation and Information Sciences, pp.278-282, 25-28 Nov. 2013,
- [5] Phạm Văn Toàn; Ngô Thanh Bình ; Lý Văn Tháo, " Nghiên cứu, thiết kế và chế tạo máy sắp xếp chi tiết vào khuôn tự động" Hội nghị toàn quốc lần thứ 7 về Cơ Điện tử - VCM-2014, pp. 374-379, Nov. 2014.

## TIỂU SỬ TÁC GIẢ



### *Nguyễn Vũ Quỳnh*

Sinh năm 1979. Anh nhận bằng thạc sĩ về Thiết bị, mạng và nhà máy điện của trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP Hồ Chí Minh năm 2005. Anh nhận bằng Tiến sĩ về Kỹ thuật điện của trường Southern Taiwan University of Science and Technology, Đài Loan 2013. Hiện anh là Trưởng khoa 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 Thanh Sơn*

Sinh năm 1980. Nhận bằng thạc sĩ về thiết bị mạng và nhà máy điện của trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TPHCM năm 2007. Sau đó, nhận bằng tiến sĩ hệ thống điện năm 2013 tại Đại học Cát Lâm Trung Quốc. Hiện đang là Giám đốc trung tâm Nghiên cứu Khoa học và Ứng dụng, trưởng ngành Điện tử - Truyền thông Trường Đại học Lạc Hồng. Lĩnh vực quan tâm nghiên cứu là năng lượng tái tạo, năng lượng mới, truyền thông không dây tốc độ cao.



### *Nguyễn Hà Thoại Phi*

Sinh năm 1980. Anh nhận bằng thạc sĩ 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 - Điện tử, 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.



### *Mai Duy Đạt*

Năm sinh 1988, Biên hòa, Đồng Nai. Tốt nghiệp Đại học ngành Công nghệ Kỹ thuật Điện - Điện tử tại trường Đại học Lạc Hồng năm 2011. Hiện anh đang tiếp tục học Thạc Sĩ ngành Kỹ Thuật Điện tại trường Đại học Lạc Hồng. Lĩnh vực nghiên cứu: Kỹ thuật điều khiển, tự động hóa.