

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC PHENIKAA**

---



## **BÁO CÁO TỔNG KẾT**

**TÊN ĐỀ TÀI:  
NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO HỆ THỐNG LẮP RÁP BÚT BI**

Lĩnh vực: Khoa học Kỹ thuật  
Chuyên ngành: Kỹ thuật Cơ điện tử.

Sinh viên thực hiện chính: Đỗ Thị Hồng Hạnh.

Người hướng dẫn chính: ThS. Nguyễn Văn Tuấn.

**Hà Nội, tháng 05 năm 2021**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC PHENIKAA**

## **BÁO CÁO TỔNG KẾT**

**TÊN ĐỀ TÀI:**

**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO HỆ THỐNG LẮP RÁP BÚT BI**

Lĩnh vực: Khoa học Kỹ thuật

Chuyên ngành: Kỹ thuật Cơ điện tử

Nhóm sinh viên thực hiện: 1. Đỗ Thị Hồng Hạnh

2. Vũ Sinh Hùng

3. Bùi Nhật Minh

4. Phạm Đức Mạnh

5. Nguyễn Tiến Mạnh

Lớp, khoa: K13 - Kỹ thuật Cơ điện tử

Năm thứ: 02

Số năm đào tạo: 4.5

Ngành học: Kỹ thuật Cơ điện tử

Người hướng dẫn: ThS. Nguyễn Văn Tuấn.

**Hà Nội, tháng 05 năm 2021**

## MỤC LỤC

### Contents

MỤC LỤC .....	3
PHỤ LỤC HÌNH VẼ .....	5
PHỤ LỤC BẢNG BIỂU .....	7
LỜI NÓI ĐẦU .....	8
CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU CHUNG.....	9
1. Hệ thống sản xuất tự động .....	9
1.1.1. Khái niệm, đặc điểm của hệ thống sản xuất tự động .....	9
1.1.2. Quy trình của một hệ thống sản xuất tự động.....	10
2. Hệ thống lắp ráp tự động .....	11
1.2.1. Khái niệm về hệ thống lắp ráp tự động .....	11
1.2.2. Sự phát triển của hệ thống lắp ráp tự động .....	11
3. Hệ thống lắp ráp bút bi tự động.....	12
1.3.1. Giới thiệu chung về cuộc thi Canon Chie-Tech.....	12
1.3.2: Mục đích .....	14
CHƯƠNG 2: NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ KẾT CẤU CƠ KHÍ .....	16
2.1. Nghiên cứu lựa chọn phương án thiết kế.....	16
2.1.1. Các phương pháp lắp ráp bút bi.....	16
2.1.2. Lựa chọn phương án thiết kế.....	20
2.2. Nghiên cứu thiết kế, chế tạo hệ thống cơ khí.....	21
2.2.1. Tách vỏ bút và phân đầu.....	21
2.2.2. Cơ cấu lắp lò xo và ngòi bút.....	23
2.2.3. Cơ cấu lắp nút bấm. ....	24
2.3. Nguyên lý hoạt động của hệ thống lắp ráp bút bi tự động.....	25
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN .....	28

<b>3.1. Hệ thống khí nén.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1.1. Van khí nén.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1.2. Cảm biến hành trình xi lanh D-M9N.....</b>	<b>30</b>
<b>3.1.3. Nguồn khí nén.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.4. Van tiết lưu. ....</b>	<b>33</b>
<b>3.1.5. Đèn báo trạng thái hệ thống.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1.6. Cảm biến quang.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2. Thiết kế hệ thống điện .....</b>	<b>36</b>
<b>3.2.1 Khối nguồn .....</b>	<b>36</b>
<b>3.2.2. Khối nút nhấn.....</b>	<b>37</b>
<b>3.2.3. Khối Relay .....</b>	<b>38</b>
<b>3.2.4. Điều khiển tốc độ động cơ một chiều .....</b>	<b>39</b>
<b>3.3. Xây dựng bộ điều khiển hệ thống .....</b>	<b>41</b>
<b>Tổng quan về PLC .....</b>	<b>41</b>
<b>KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC VÀ CẢI TIẾN .....</b>	<b>54</b>
<b>Kết quả: .....</b>	<b>54</b>
<b>Cải tiến: .....</b>	<b>58</b>
<b>KẾT LUẬN.....</b>	<b>59</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>60</b>

## PHỤ LỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Quy trình của một hệ thống sản xuất tự động.

Hình 1.2. Hệ thống sản xuất tự động của nhà máy ô tô THACO.

Hình 1.3. Ban tổ chức thảo luận ra đề, thể lệ và cách chấm điểm cho cuộc thi.

Hình 1.4. Đề thi của cuộc thi “Công nghệ trí tuệ Canon Chie-Tech 2020”.

Hình 1.5: Lắp ráp bút bi thủ công.

Hình 2.1: Khay rung kết hợp với hộp bập bênh.

Hình 2.2: Hộp đã xếp sẵn đầu vỏ bút.

Hình 2.3: Hộp đế nghiêng kết hợp với băng chuyền và hộp bập bênh.

Hình 2. 4: Hộp sử dụng cơ cấu rung và phễu.

Hình 2.5: Hộp đựng lò xo xếp sẵn.

Hình 2.6: Khay rung đưa xuống hộp chứa lò xo.

Hình 2.7: Hộp chứa ngòi bút xếp sẵn đầu.

Hình 2.8: Dụng nút bấm hình băng đạn.

Hình 2.9: Phương án tách và phân đầu vỏ bút được sử dụng.

Hình 2.10: Phương án tách ruột bút và lò xo sử dụng.

Hình 2.11: Phương án tách và lắp đuôi bút được sử dụng.

Hình 2.12: Khay chứa vỏ bút.

Hình 2.13: Cơ cấu tách và đẩy vỏ bút.

Hình 2.14: Cơ cấu truyền vỏ bút.

Hình 2.15: Cơ cấu lò xo và ruột bút.

Hình 2.16: Thanh trượt.

Hình 2.17: Khay chứa bút.

Hình 2.18: Giảm xóc.

Hình 2.19: Cơ cấu tách và phân đầu vỏ bút.

Hình 2.20: Cơ cấu truyền vỏ bút.

Hình 2.21: Cơ cấu chứa và bắn lò xo, ruột bút.

Hình 2.22: Cơ cấu xoay vỏ bút.

Hình 2.23: Cơ cấu chứa và đẩy nút bấm.

Hình 2.24: Mô hình tổng thể phương án chọn.

Hình 3.1: Van khí nén 5/2.

Hình 3.2: Ký hiệu van đảo chiều khí nén 5/2.

Hình 3.3: Cụm van khí nén TPC Korea được sử dụng trong đề tài.

Hình 3.4: Cảm biến hành trình xi lanh D-M9N.

Hình 3.5: Máy nén khí và bình trích khí nén.

Hình 3.6: Van tiết lưu khí nén.

Hình 3.7: Ký hiệu van tiết lưu.

Hình 3.8: Đèn báo trạng thái hệ thống.

Hình 3.9: Mô tả hoạt động cảm biến quang.

Hình 3.10: Cảm biến quang sử dụng trong đề tài.

Hình 3.11: Nguồn điện 24V, 3A được sử dụng.

Hình 3.12: Khôi nút nhấn.

Hình 3.13: Relay được sử dụng trong đề tài.

Hình 3.14: Động cơ DC dùng trong đề tài.

Hình 3.15: Cấu tạo cơ bản của PLC.

Hình 3.16: Ảnh về PLC Mitsubishi.

Hình 3.17: PLC Mitsubishi FXIN được dùng trong đề tài.

Hình 4.1: Cơ cấu tách và phân đầu vỏ bút thực tế.

Hình 4.2: Cơ cấu đỡ và truyền vỏ bút thực tế.

Hình 4.3: Cơ cấu chứa và đẩy lò xo, ruột bút thực tế.

Hình 4.4: Cơ cấu xoay vỏ bút thực tế.

Hình 4.5: Cơ cấu đẩy nút bấm thực tế.

Hình 4.6. Hệ thống lắp ráp bút bi tự động thực tế.

## PHỤ LỤC BẢNG BIỂU

**Bảng 1:** Thông số kỹ thuật của Van khí nén được sử dụng trong đề tài.

**Bảng 2:** Thông số kỹ thuật của đèn báo trạng thái hoạt động được sử dụng.

**Bảng 3:** Thông số kỹ thuật Cảm biến quang Autonics BRP200.

**Bảng 4:** Thông số kỹ thuật của nguồn điện.

**Bảng 5:** Thông số kỹ thuật khởi nút bấm được sử dụng.

**Bảng 6:** Thông số kỹ thuật Relay.

**Bảng 7:** Một số loại PLC Mitsubishi thông dụng.

**Bảng 8:** Thông số kỹ thuật của hệ thống lắp ráp bút bi tự động.

## LỜI NÓI ĐẦU

Tự động trong sản xuất là việc sử dụng các thiết bị điện tử và điều khiển bằng máy tính để điều khiển, kiểm soát các quy trình trong sản xuất. Mục đích của tự động hóa là để tăng hiệu quả và độ tin cậy. Tự động trong sản xuất ngày càng thay thế cho sức lao động của con người một cách hiệu quả.

Hệ thống lắp ráp bút bi tự động giúp các nhà máy sản xuất bút bi nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm, hạ giá thành của sản phẩm và còn có khả năng linh hoạt cao, đáp ứng được những thay đổi nhanh chóng của thị trường.

Do đó Nhóm đã đề xuất thực hiện đề tài “**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO HỆ THỐNG LẮP RÁP BÚT BI**”, dưới sự hướng dẫn của ThS. Nguyễn Văn Tuấn, giảng viên khoa Cơ Khí- Cơ điện tử, chúng em đã nghiên cứu, khảo sát về các hệ thống lắp ráp bút bi tự động đã và đang được ứng dụng, sau đó lựa chọn hệ thống phù hợp để thiết kế và chế tạo. Quá trình thiết kế, chế tạo cơ khí và quá trình thiết kế hệ thống điều khiển được tiến hành đồng thời. Đề tài được chia làm 3 chương cụ thể như sau:

Chương 1: Giới thiệu chung.

Chương 2: Nghiên cứu thiết kế kết cấu cơ cấu cơ khí.

Chương 3: Thiết kế hệ thống điều khiển.

Kết luận.

Sau thời gian thực hiện, đề tài đã hoàn thành và đã đạt được những kết quả nhất định. Thay mặt nhóm nghiên cứu em xin chân thành cảm ơn sự giúp đỡ của ThS. Nguyễn Văn Tuấn và Lãnh đạo Khoa Cơ khí – Cơ điện tử đã luôn tạo điều kiện để nhóm nghiên cứu hoàn thành đề tài theo như mục tiêu đề ra.

Trưởng Nhóm nghiên cứu

Đỗ Thị Hồng Hạnh



## CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU CHUNG

### 1. Hệ thống sản xuất tự động

#### 1.1.1. Khái niệm, đặc điểm của hệ thống sản xuất tự động

##### 1.1.1.1. Khái niệm sản xuất tự động

*Tự động hóa (automation)* là ứng dụng công nghệ tiên tiến vào quá trình sản xuất công nghiệp nhằm chuyển hầu hết hoặc toàn bộ hoạt động sản xuất của con người sang hoạt động sản xuất bằng máy móc tự động.

##### 1.1.1.2. Đặc điểm hệ thống sản xuất tự động

Là hệ thống thiết bị sản xuất một hay nhiều loại sản phẩm nhất định với số lượng lớn.

Hệ thống thiết bị tự động thực hiện các nhiệm vụ gia công theo quy trình công nghệ đã định, chỉ cần người theo dõi và kiểm tra.

Nguyên liệu hay các thành phần sẽ lần lượt dời chỗ theo nhịp sản xuất từ vị trí gia công này đến vị trí gia công khác theo một cơ cấu chuyển động nào đó. [1]



Hình 1.1. Hệ thống sản xuất tự động của nhà máy ô tô THACO.

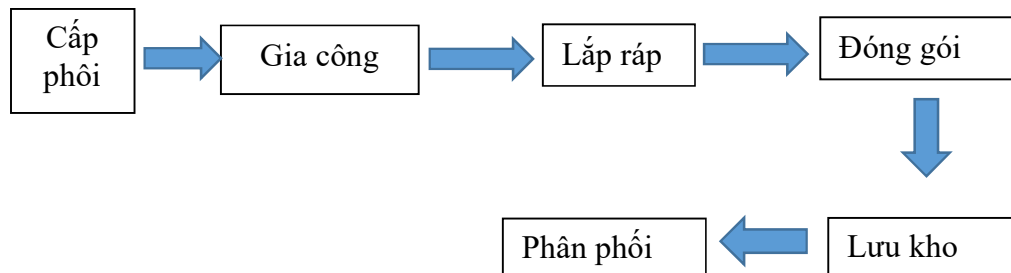
##### 1.1.1.3. Sự cần thiết phải có tự động hoá

Việc cần phải tự động hóa quá trình sản xuất do các yếu tố sau:

- Năng cao nâng suất

- Chi phí nhân công cao
- Sự thiếu lao động
- Xu hướng dịch chuyển của lao động về thành phần dịch vụ
- Sự an toàn
- Giá nguyên vật liệu cao
- Nâng cao chất lượng sản phẩm
- Rút ngắn thời gian sản xuất
- Giảm bớt phôi liệu dự trữ
- Tự động hoá nhà máy sản xuất sẽ có một ưu thế cạnh tranh quan trọng
- Sự ra đời và phát triển của **hệ thống tự động hóa** trong các ngành sản xuất đem lại nhiều kết quả và tương lai tốt đẹp. Giờ đây, mỗi ngày trôi qua thế giới sẽ lại có thêm nhiều sản phẩm chất lượng cao. Ngành công nghiệp sản xuất được **thiết lập hệ thống tự động** đã giúp nâng cao trình độ kỹ thuật của nhiều kỹ sư hơn. Cùng với đó việc sử dụng robot vào quy trình sản xuất còn giúp tiết kiệm thời gian để thúc đẩy thêm nhiều hoạt động của doanh nghiệp. Đặc biệt, không giống như điều mọi người hay nghe đến là “robot đang chiếm hữu con người”, những hệ thống này chỉ đang hỗ trợ một phần trong quy trình sản xuất của chúng ta.

### 1.1.2. Quy trình của một hệ thống sản xuất tự động



Hình 1.2. Quy trình của một hệ thống sản xuất tự động.

**Cấp phôi:** Cấp phôi là quy trình chuyển phôi từ ổ chứa sang máng dẫn phôi, hoặc chuyển phôi từ các bộ phận khác đến vị trí cần gia công. Đây là công đoạn đầu tiên và rất quan trọng trong hệ thống sản xuất.

**Gia công:** toàn bộ thao tác tay hay dùng máy móc, công nghệ cũng như sử dụng các đối với cuộc sống của con người.

**Lắp ráp:** là một quy trình sản xuất chia việc sản xuất hàng hóa thành các bước theo một trình tự được xác định từ trước. Dây chuyền lắp ráp là phương nguyên lý vật lý để tạo ra được một thành phẩm có độ chính xác cao, ứng dụng tốt pháp được sử dụng phổ biến nhất trong việc sản xuất hàng loạt các sản phẩm.

**Đóng gói:** là hoạt động đóng gói khi hiểu rõ đặc tính của loại hàng hóa cũng như điều kiện tự nhiên mà nó phải chịu trong quá trình vận chuyển, vừa đảm bảo cho sự an toàn của hàng hóa nhưng vẫn đảm bảo hiệu quả kinh tế cao nhất.

**Lưu kho:** là một cách hợp lý để lưu trữ các mặt hàng trong một thời gian ngắn hoặc để lưu trữ các mặt hàng trong khi có dự tính chuyển sang một nơi khác.

**Phân phối:** là một tiến trình cung cấp sản phẩm, dịch vụ đến tay người tiêu dùng hoặc người sử dụng cuối cùng thông qua các bước trước nó. [2]

## 2. Hệ thống lắp ráp tự động

### 1.2.1. Khái niệm về hệ thống lắp ráp tự động

#### 1.2.1.1. Khái niệm

Lắp ráp tự động nghĩa là sử dụng các thiết bị cơ khí hoá và tự động hóa để thực hiện những chức năng khác nhau trong dây chuyền lắp ráp cụm chi tiết hay một sản phẩm hoàn chỉnh.

#### 1.2.1.2. Nguyên tắc ứng dụng trong thiết kế sản phẩm

- Giảm số lượng khâu lắp ráp
- Sử dụng kết cấu tổ hợp
- Giảm mối ghép ren cần thiết
- Giảm sự cần thiết phải xử lý đồng thời nhiều linh kiện
- Hạn chế số phương lắp ráp cần thiết
- Đòi hỏi linh kiện có chất lượng tốt
- Sử dụng các cụm cấp phối

### 1.2.2. Sự phát triển của hệ thống lắp ráp tự động

Một trong những trở ngại trong lắp ráp tự động là đã có nhiều phương pháp lắp ráp truyền thống mô tả ở trên được phát triển khi mà con người là phương tiện duy nhất [2] Tài liệu tham khảo.

để lắp ráp một sản phẩm. Nhiều phương pháp kẹp chặt cơ khí thường dùng trong công nghiệp ngày nay yêu cầu phải có những khả năng cảm nhận và hoạt động như con

người. Ví dụ, chúng ta hãy xem xét việc sử dụng một đinh vít, một vòng đệm và một đai ốc để siết chặt hai miếng kim loại trên phần lắp ráp vỏ máy. Thao tác kiểu này thường được làm bằng tay trong một tế bào lắp ráp hoặc dây chuyền lắp ráp.

Việc lắp các phần tử trên và việc vận bằng tay có thể dễ dàng thực hiện bằng tay, vì con người là một cái máy cực kỳ khéo léo và thông minh. Tuy nhiên nếu việc này mà tự động hoá thì thật không đơn giản chút nào. Cái khó nhất là cho đinh ốc vào lỗ ghép hai phần tử, mà đôi khi các lỗ trên mỗi phần tử chưa chắc đã trùng nhau. Khi lắp bằng tay người lắp có thể trông thấy được và canh lại vị trí cho khớp, còn khi lắp bằng máy thì việc này không thể làm được. Khó khăn nữa là sau khi lắp được đinh vít vào lỗ rồi thì phải lắp vòng đệm và đai ốc.

Người thợ một tay giữ đinh ốc, một tay giữ con tán xoay nhẹ cho con tán ăn khớp với đinh ốc. Còn đối với máy tự động thì việc này rất khó thực hiện. Việc vận chặt ren là việc cuối cùng thì máy có thể làm việc không khó khăn gì. Chính vì những khó khăn trên khâu lắp ráp các mối lắp ren là khó tự động hoá nhất. Khâu này thường phải dùng đến con người để lắp sơ bộ trước sau đó máy sẽ thực hiện việc kẹp chặt. Giá cao của lao động chân tay dẫn đến phải việc tìm kiếm các công nghệ thích hợp và thiết kế các thiết bị tự động lắp ráp hoàn hảo.

### **3. Hệ thống lắp ráp bút bi tự động**

#### **1.3.1. Giới thiệu chung về cuộc thi Canon Chie-Tech.**

Cuộc thi “Công nghệ trí tuệ Canon Chie-Tech” là một cuộc thi chế tạo thiết bị tự động. Chie (trong tiếng Nhật) là trí tuệ và Tech (viết tắt của từ Technology trong tiếng Anh) là công nghệ. Chie-Tech được dùng để nói đến việc vận dụng trí tuệ và công nghệ để tạo ra những thiết bị mang tính chất đổi mới, đột phá nhằm nâng cao chất lượng và hiệu quả sản xuất với chi phí tiết kiệm.

Cuộc thi “Công nghệ trí tuệ Canon Chie-Tech” dành cho đối tượng là sinh viên đang theo học tại các trường đại học, cao đẳng, học viện trên khắp miền Bắc và hướng tới mục đích nâng cao kỹ năng của các em trong việc nghiên cứu, sáng tạo, phát triển, chế tạo sản phẩm tự động gắn với thực tế sản xuất của doanh nghiệp. Ngoài ra, tham gia cuộc thi sinh viên còn có cơ hội giao lưu với các kỹ sư, chuyên gia giỏi trong lĩnh vực kỹ thuật công nghiệp; được trao đổi học hỏi để hoàn thiện kỹ năng nghề nghiệp.

Với sự thành công của cuộc thi Công nghệ trí tuệ Canon Chie-Tech- 2019, Công ty TNHH Canon Việt Nam tiếp tục phối hợp tổ chức chương trình Khởi động cuộc thi “Công nghệ trí tuệ Canon Chie-Tech” năm 2020. Đến với cuộc thi năm 2020, các đội thi sẽ tham gia thiết kế, chế tạo sản phẩm tự động theo yêu cầu đề bài mà Ban tổ chức đưa ra. Chủ đề năm nay là: "Chế tạo thiết bị tự động lắp ráp bút bi màu"

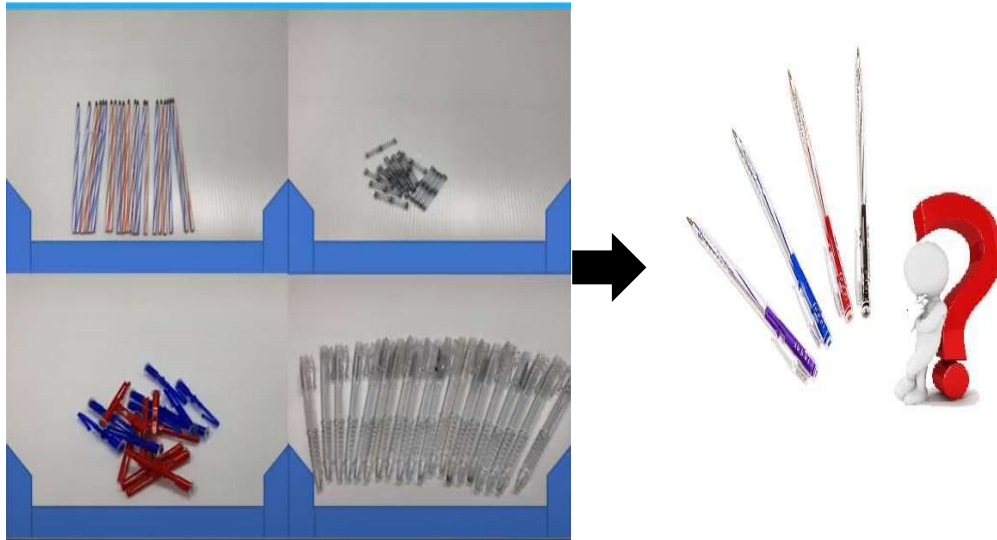


Hình 1.3. Ban tổ chức thảo luận ra đề, thể lệ và cách chấm điểm cho cuộc thi.

Ban tổ chức sẽ đưa ra 4 khay phụ kiện riêng biệt bao gồm ruột bút màu xanh, đỏ; lò xo; vỏ bút; nút bấm màu xanh, đỏ.

Các đội cần chế tạo thiết bị có thể tự động tách, lấy các phụ kiện và lắp ráp liên tục thành 10 chiếc bút bi hoàn chỉnh, ưu tiên các thiết bị có thể tách và lắp ráp theo màu riêng biệt; có thể lấy phụ kiện ngẫu nhiên từ khay mà không phải sắp đặt theo hướng cố định từ trước.

Tiêu chí đánh giá sản phẩm dựa trên tính mới, sáng tạo, độc đáo; có độ bền, chính xác cao, thao tác dễ dàng; vận hành trơn tru, tạo sản phẩm hoàn chỉnh theo yêu cầu; nhỏ gọn, chi phí thấp.



Hình 1.4. Đề thi của cuộc thi “Công nghệ trí tuệ Canon Chie-Tech 2020”.

- Cuộc thi “Công nghệ trí tuệ Canon Chie-Tech 2020” đã nhận được sự quan tâm của rất nhiều các bạn sinh viên kỹ thuật yêu thích sáng tạo, chế tạo và số lượng đội thi đăng ký tham gia đã tăng rõ rệt so với năm đầu tiên. Với chủ đề chế tạo thiết bị lắp ráp bút bi, đã có 46 đội tham gia đăng ký và trải qua các vòng báo cáo sơ bộ, vòng hoàn thiện, Hội đồng ban cố vấn của cuộc thi đã chọn ra 27 đội xuất sắc nhất tham dự vòng chung kết và triển lãm.

### 1.3.2. Mục đích

Ở hình thức lắp ráp bằng tay, do người công nhân trực tiếp lắp ráp từng bộ phận, năng suất thấp, chất lượng không cao.



Hình 1.5: Lắp ráp bút thủ công.

Mục đích áp dụng tự động hóa: để tăng năng suất, tăng chất lượng sản phẩm, giảm khối lượng công việc cho công nhân phải có một dây chuyền lắp ráp linh hoạt đáp ứng nhu cầu, do đó Nhóm đã nghiên cứu thiết kế và chế tạo hệ thống lắp ráp bút bi tự động.

## CHƯƠNG 2: NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ KẾT CẤU CƠ KHÍ

### 2.1. Nghiên cứu lựa chọn phương án thiết kế

Xã hội ngày càng phát triển thì giáo dục càng được quan tâm, giáo dục vững thì kinh tế mới mạnh và xã hội mới phát triển. Do đó, vấn đề giáo dục luôn được đặt lên hàng đầu. Chính vì vậy mà nhiều năm gần đây dụng cụ học tập (thước kẻ, bút bi, giấy tập...) cho học sinh, sinh viên rất đa dạng và được bán rộng khắp trên cả nước tạo điều kiện thuận lợi cho người tiêu dùng trong việc chọn lựa. Đa dạng cả về mẫu mã lẫn chất lượng, một trong những sản phẩm được quan tâm đó là bút bi, hầu hết mọi người đều sử dụng nó từ học sinh tiểu học, đến sinh viên đại học, từ người trẻ em đến người người già, với sự phát triển dân trí như hiện nay người người nhà nhà đều sử dụng, nói chung nó rất cần thiết cho chúng ta.

- Hầu hết các công ty bút bi trong nước hiện nay thực hiện công đoạn lắp ráp là bằng dây chuyền nhưng lại rất tốn chi phí khi lắp đặt tại các nhà máy.

- Để giảm chi phí lắp đặt các dây chuyền lắp ráp bút bi nhóm đã nghĩ ra ý tưởng làm ra một máy lắp ráp bút bi tự động với khối lượng và chi phí được giảm thiểu tối đa. Thuật ngữ lắp ráp tự động nghĩa là sử dụng các thiết bị cơ khí hoá và tự động hoá để thực hiện những chức năng khác nhau trong dây chuyền. Đã có nhiều thành tựu đạt được về lĩnh vực lắp ráp tự động trong những năm gần đây.

#### 2.1.1. Các phương pháp lắp ráp bút bi

##### 2.1.1.1 Phương pháp thủ công.

Là phương pháp dùng tay để lắp ráp. Mỗi công đoạn đều có một công nhân đứng tại đó, sau khi phân tích một cây bút có bao nhiêu bộ phận thì có bấy nhiêu khâu lắp ráp và đồng thời cũng có bấy nhiêu người công nhân (mỗi người thực hiện một công việc lắp ráp riêng biệt).

Ưu điểm:

- Độ tin cậy cao.
- Ít phế phẩm.
- Vốn đầu tư ban đầu thấp.

Nhược điểm:

- Năng suất thấp.
- Tốn nhiều công lao động.



- Cần công nhân có kinh nghiệm.
- Công việc đơn điệu gây nhàm chán và mệt mỏi cho công nhân.

#### 2.1.1.2. Phương pháp tự động.

Các nhiệm vụ trên được thực hiện bằng dây chuyền lắp ráp một cách tự động thay thế toàn bộ các công việc bằng tay, người công nhân chỉ cần cấp liệu (cán, ruột, tấm ...).

Ưu điểm:

- Năng suất cao.
- Giảm công lao động.
- Không cần công nhân lành nghề.
- Đảm bảo chất lượng.

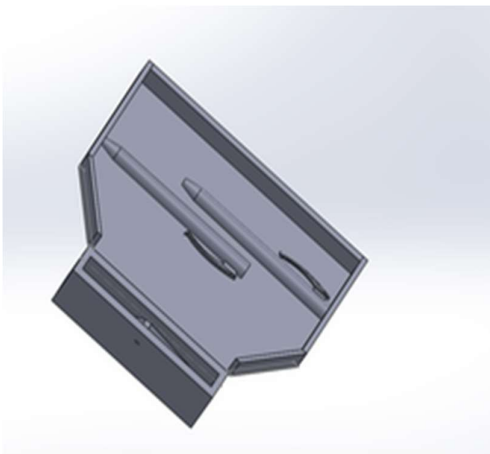
Nhược điểm:

- Chi phí đầu tư thiết bị cao.
- Có phế phẩm (nhưng không đáng kể).
- Hình thức sản xuất phải đủ lớn

*- Sau khi tham khảo một số các dây chuyền lắp ráp đã có hiện nay ở các công ty, nhìn chung các dây chuyền này có hai dạng: một dạng sử dụng thuần túy về cơ khí, dạng khác có xen vào một số cơ cấu sử dụng khí nén. Từ đó nhóm xem xét các phương án sau:*

#### - Phân tích phương án.

##### 2.1.1.3: khay đựng vỏ bút.



+ *Khay rung kết hợp với hộp bập bênh.*

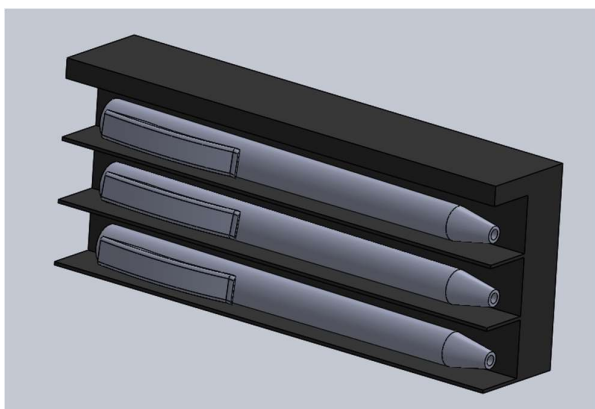
Đầu tiên hệ thống rung sẽ tác động vào khay làm cho bút chạy theo luồng rơi xuống hộp bập bênh.

Do khối lượng hai đầu vỏ bút không bằng vì vậy bút sẽ hơn hai trường hợp.

Trường hợp đúng đầu, vỏ bút sẽ tiếp tiếp chuyển đến khay đựng phụ kiện tiếp theo.

Tuy nhiên, nếu sử dụng phương pháp này vỏ bút dễ rơi ỏ ạt dẫn đến bị mắc lại ở hộp lò xo ảnh hưởng đến thời gian và quy trình lắp sau đó.

Hình 2.1. Khay rung kết hợp với hộp bập bênh.



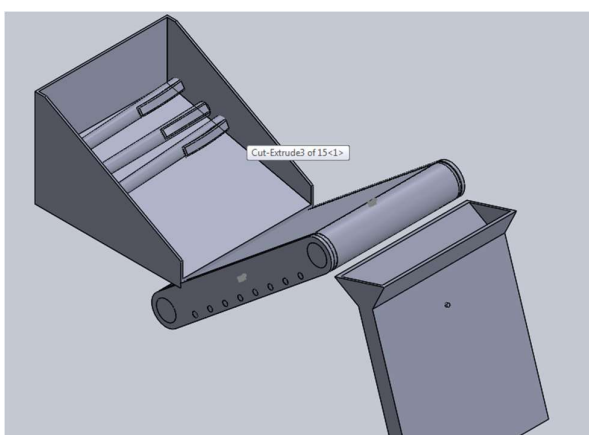
Hình 2.2. Hộp đã xếp sẵn đầu vỏ bút.

+ Hộp đã xếp sẵn đầu vỏ bút.

Hộp có chiều rộng vừa đủ vỏ bút và vỏ xếp chồng lên nhau.

Sử dụng xilanh đẩy từng chiếc vỏ bút và đưa đến khay phụ kiện tiếp theo.

Nhược điểm: thiếu tính sáng tạo, dễ bị lệch hướng nếu không điều chỉnh khí đúng lưu lượng cần.

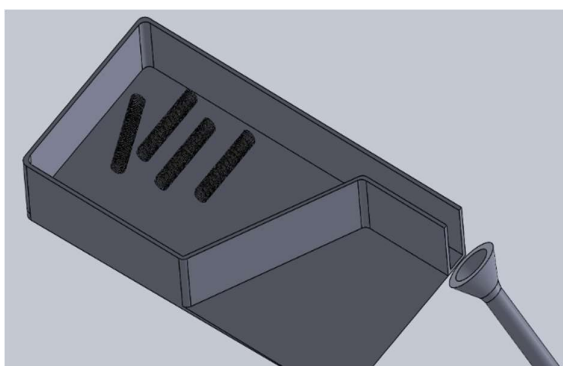


Hình 2.3: Hộp để nghiêng kết hợp với băng chuyền và hộp bập bênh.

+ Hộp để nghiêng kết hợp với băng chuyền và hộp bập bênh.

Hộp nghiêng có tác dụng đưa vỏ bút đến băng chuyền rồi đưa đến hộp bập bênh. Phương pháp này giúp cho máy hoạt động đều không bị mắc hay tắc vỏ bút. Hộp bập bênh chia vỏ bút làm 2 trường hợp. Trường hợp 1 vỏ bút đứng đầu sẽ theo hướng về các phụ kiện tiếp theo. Trường hợp 2 vỏ bút bị ngược đầu sẽ đưa xuống hộp đựng vỏ. Tuy nhiên trường hợp này tốn thời gian.

#### 2.1.1.4, Khay đựng lò xo



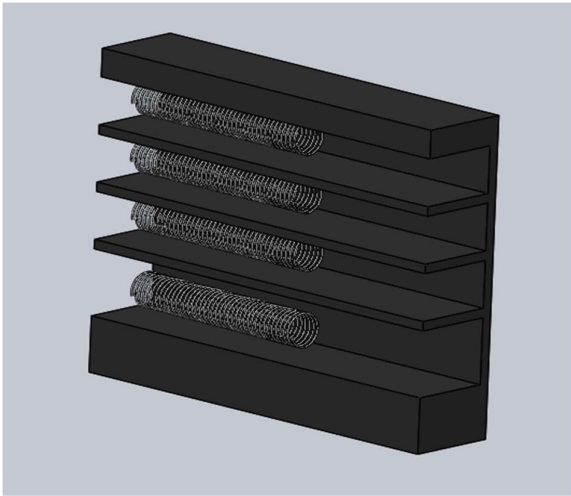
Hình 2.4: Hộp sử dụng cơ cấu rung và phễu.

+ Hộp sử dụng cơ cấu rung và phễu.

Hộp đựng lò xo có dáng bóp nhỏ một đầu để lò xo rơi xuống phễu.

Phễu có nhiệm vụ dẫn lò xo đi chuyển về nơi có vỏ bút

Nhược điểm: khi nhiều lò xo rơi cùng một lúc qua ống dẫn có thể 2-3 lò xo rơi vào trong vỏ bút dẫn đến sai quy trình.

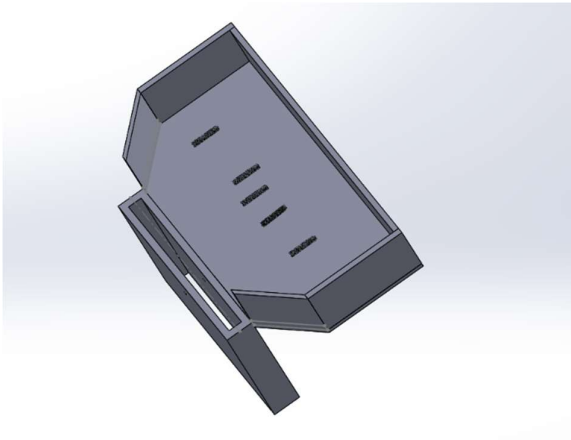


Hình 2.5: Hộp đựng lò xo xếp sẵn.

+ Hộp đựng lò xo xếp sẵn.

Hộp rộng bằng lò xo để lò xo xếp chồng lên nhau. Sử dụng xilanh đẩy từng chiếc lò xo đến vỏ bút.

Nhược điểm: thiếu tính sáng tạo.

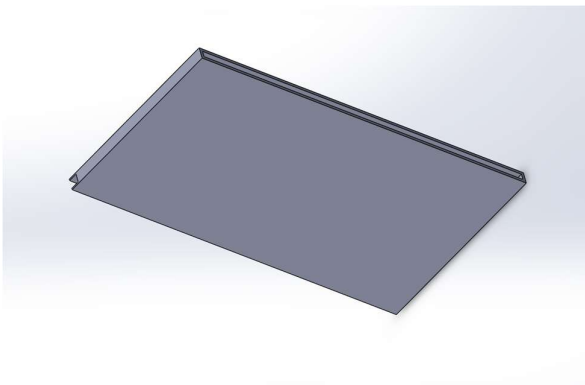


Hình 2.6: khay rung đưa xuống hộp chứa lò xo.

+ Khay rung đưa xuống hộp chứa lò xo.

Khay chứa có bóp nhỏ một đầu dẫn hướng lò xo, khi khay rung lò xo sẽ theo hướng rơi xuống hộp chứa có chiều rộng bằng lò xo làm cho lò xo sẽ xếp chồng lên nhau. Sử dụng xilanh đẩy từng chiếc lò xo vào từng vỏ bút.

#### 2.1.1.5, Khay chứa ruột bút.

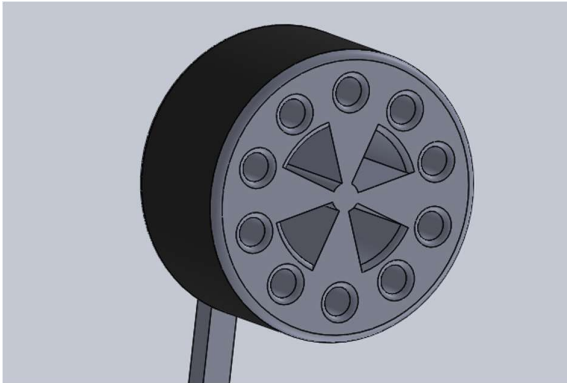


+ Hộp chứa ngòi bút xếp sẵn đầu.

Hộp được thiết kế có chiều rộng bằng với đường kính của ruột bút, xilanh có tác dụng đẩy ruột bút vào vỏ bút đã có sẵn lò xo ở khâu trước đó.

Hình 2.7: Hộp chứa ngòi bút xếp sẵn đầu.

### 2.1.1.6: Cơ cấu đuôi bút.



+ Dụng nút bấm hình băng đạn.

Khay có hình trụ có các lỗ để chứa nắp bút.

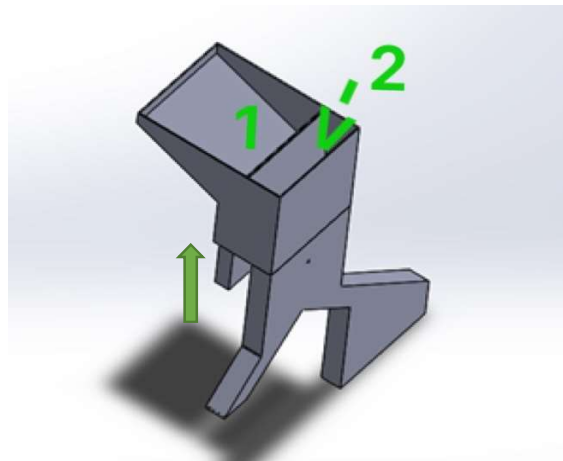
Sử dụng xilanh để đẩy nút bấm ra đưa đến bút có các bộ phận được lắp trước đó.

Hình 2.8: Dụng nút bấm hình băng đạn.

### 2.1.2. Lựa chọn phương án thiết kế

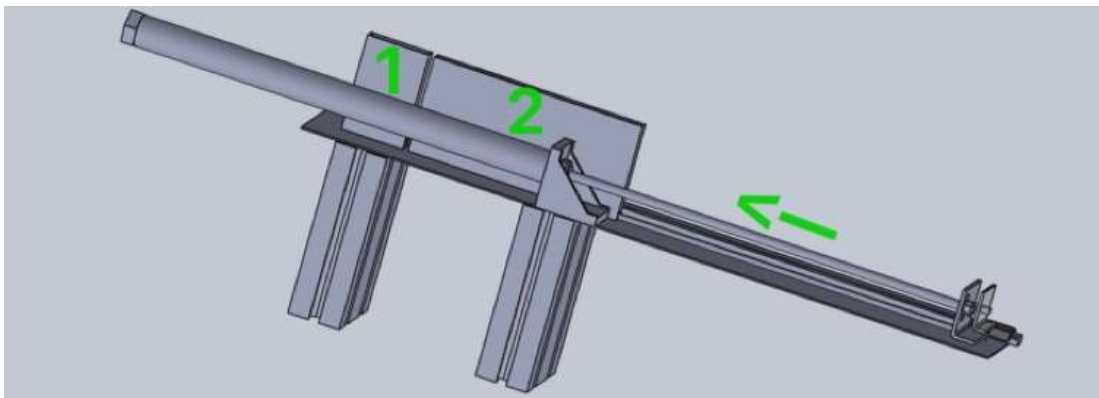
- Từ các phương án trên, nhóm lựa chọn sử dụng phương án.

#### 2.1.2.1: Tách và phân đầu vỏ bút.



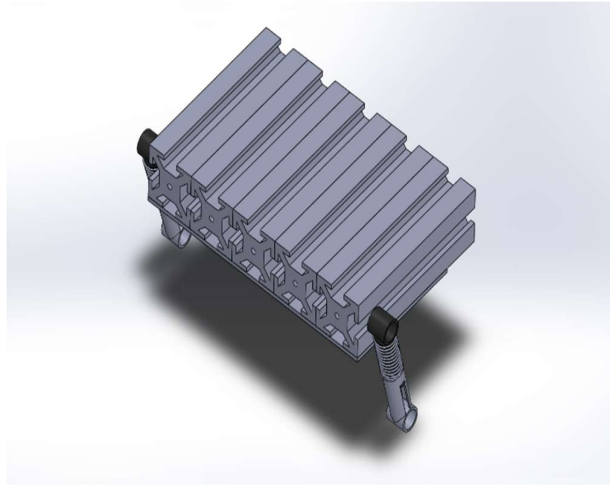
Hình 2.9: Phương án tách và phân đầu vỏ bút được sử dụng.

#### 2.1.2.2: Tách ruột bút và lò xo.



Hình 2.10: Phương án tách ruột bút và lò xo sử dụng.

### 2.1.2.3: Cơ cấu đuôi bút.



Hình 2.11: Phương án tách và lắp đuôi bút được sử dụng.

**Kết luận:** Sau khi phân tích các phương án trên, nhóm chọn được phương án tối ưu nhất vì nó có nhiều ưu điểm và những nhược điểm của nó có thể khắc phục dễ dàng

(Về nguồn khí nén thì dùng chung nguồn với các thiết bị khác có sử dụng khí nén bởi vì trong một công ty lớn thì có rất nhiều thiết bị sử dụng khí nén. Để giảm tiếng ồn thì ta dùng bộ phận giảm thanh ở các cửa xả).

#### **Yêu cầu kỹ thuật dự kiến:**

Năng suất dự tính lắp ráp của máy 10 sp/phút.

Độ tin cậy cao, phế phẩm ít.

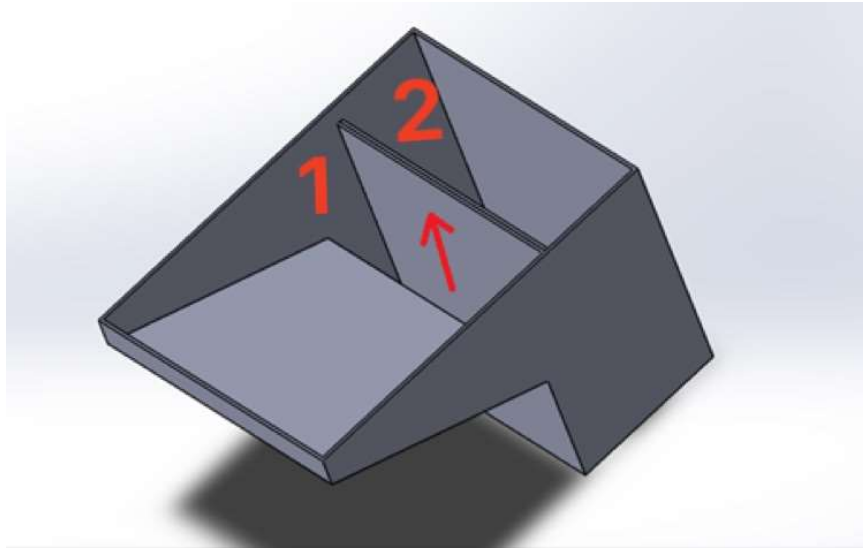
Dễ vận hành, bảo dưỡng.

## **2.2. Nghiên cứu thiết kế, chế tạo hệ thống cơ khí.**

### **2.2.1. Tách vỏ bút và phân đầu.**

#### **2.2.1.1. Khay chứa vỏ bút.**

Ở đây vỏ bút được xếp ngẫu nhiên, lộn xộn đầu bút.



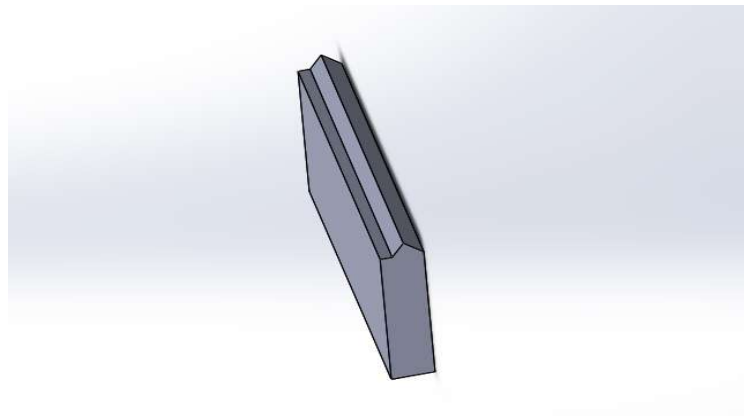
*Hình 2.12: Khay chứa vỏ bít.*

#### 2.2.1.2. Cơ cấu tách và đẩy vỏ bít.

Cơ cấu đẩy vỏ bít chuyển động lên xuống trong rãnh 1 như Hình 2.12.

- Khi đi lên cơ cấu sẽ đẩy 1 vỏ bít duy nhất qua thành chặn.
- Khi đi xuống thấp hơn các vỏ bít tự trôi theo hướng dốc.

Sau khi vỏ bít bị đẩy qua thành chặn bít sẽ rơi xuống rãnh 2 có thanh cân bằng cân bằng chiếc bít thì phần đuôi bít nặng hơn sẽ rơi về 1 bên cân nhận còn trường hợp còn lại thì sẽ loại bỏ.



*Hình 2.13: Cơ cấu tách và đẩy vỏ bít.*

#### 2.2.1.3. Cơ cấu truyền vỏ bít.

- Khi vỏ bít được phân đều đúng sẽ được rơi xuống rãnh truyền. Giá truyền được gắn trên thanh trượt và xi-lanh.

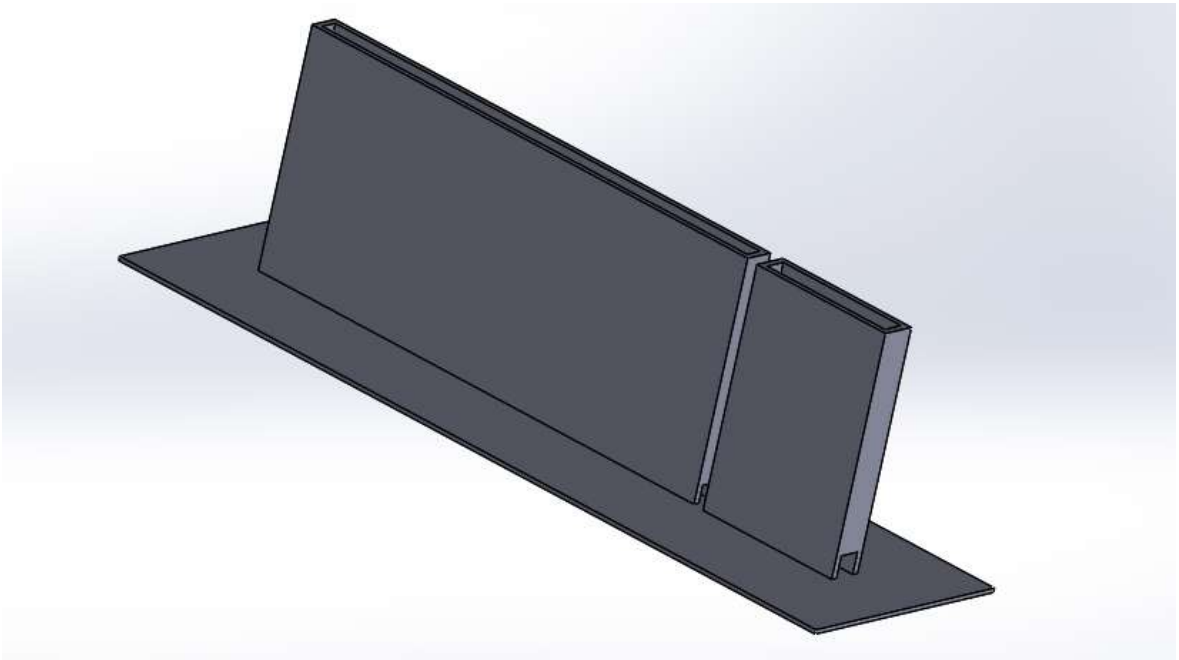
- Từ vị trí rơi thanh truyền có nhiệm vụ di chuyển vỏ bút đến các khâu tiếp theo để lắp lò xo, ruột bút và nút bấm.



*Hình 2.14: Cơ cấu truyền vỏ bút.*

### **2.2.2. Cơ cấu lắp lò xo và ngòi bút.**

- Cơ cấu được ghép từ hộp chứa lò xo và hộp chứa ruột bút. Như vậy, khi xi-lanh hoạt động sẽ đồng thời đẩy được lò xo và ruột bút và trong vỏ bút.

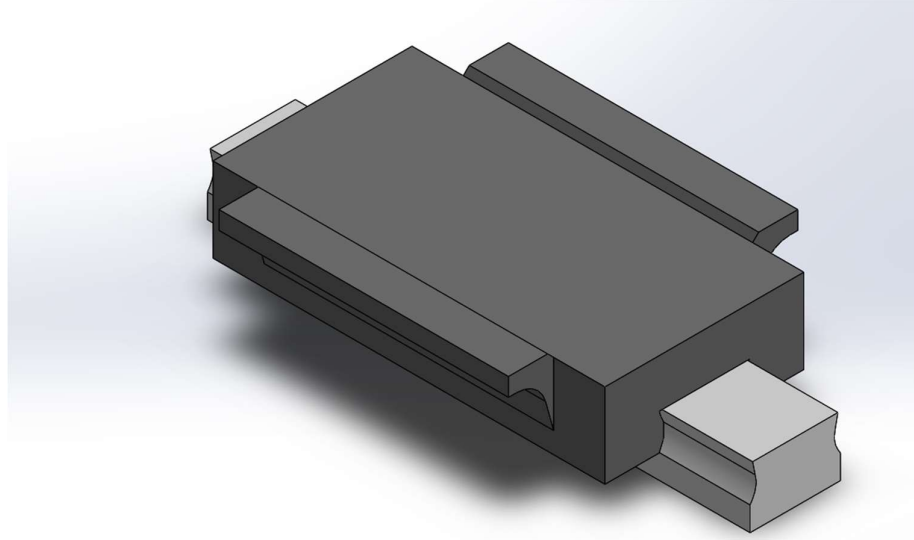


*Hình 2.15: Cơ cấu lò xo và ruột bút.*

### 2.2.3. Cơ cấu lắp nút bấm.

- Cơ cấu đẩy nút bấm gồm 3 bộ phận chính: thanh trượt, khay chứa nút bấm và giảm xóc

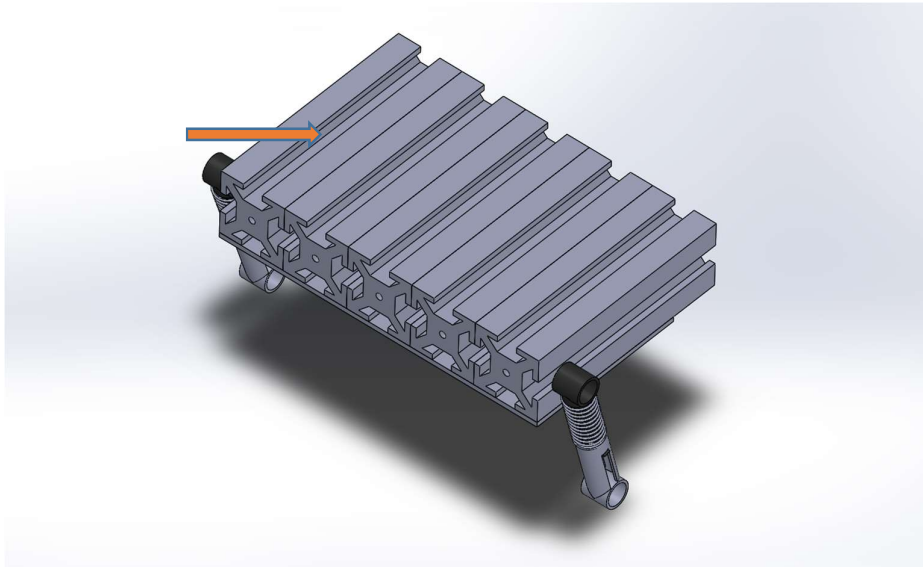
Thanh trượt.



Hình 2.16: Thanh trượt.

- Thanh trượt có tác dụng di chuyển cả cơ cấu đẩy nút bấm để từng nút bấm trên khay chứa di chuyển đúng vào vị trí và được đẩy vào nút bấm.

Khay chứa nút.

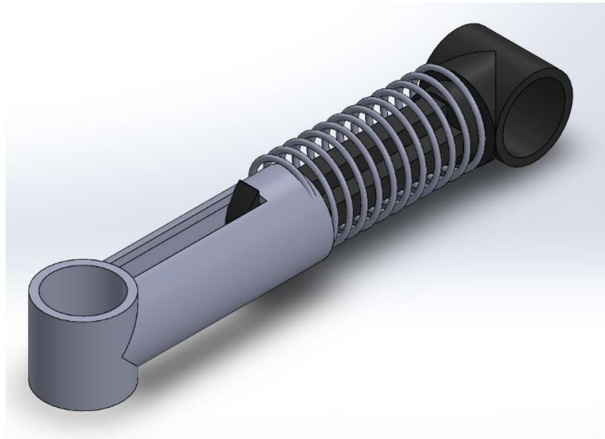


Hình 2.17: Khay chứa nút.

- Nút bấm được đặt trong các rãnh để định hướng được đầu nút bấm.

Lò xo giảm chấn:



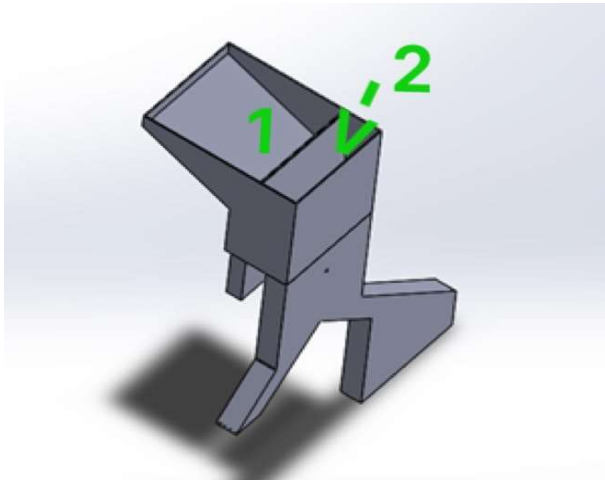


Hình 2.18: Giảm xóc.

- Lò xo giảm chấn được gắn đầu 2 bên của khay chứa nút bấm. khi xi lanh đẩy từ đuôi nút bấm, theo rãnh nút bấm được đưa vào vỏ bút. Giảm xóc giúp điều chỉnh độ cao để nút bấm đưa vào vỏ bút một cách dễ dàng nhất.

### 2.3. Nguyên lý hoạt động của hệ thống lắp ráp bút bi tự động.

- Hệ thống lắp ráp bút bi tự động hoạt động dựa trên lực hút và đẩy của xi lanh và bước dịch chuyển công động cơ để hoạt động.



Đầu tiên, vỏ bút được chứa ở khay 1 sau đó xi lanh đẩy hộp đầy theo chiều mũi tên rơi xuống hộp 2 dựa vào được đặc khối lượng của vỏ bút để phân đầu vỏ bút. Phần đầu nặng hơn sẽ rơi trước từ đó phân được 2 trường hợp của vỏ bút.

Hình 2.19: Cơ cấu tách và phân đầu vỏ bút.

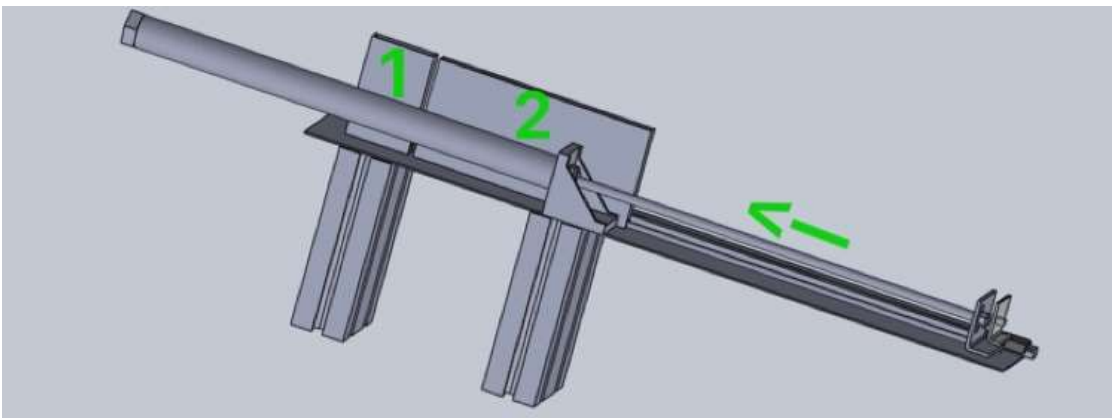


Hình 2.20: Cơ cấu truyền vỏ bút.

Ở trường hợp vỏ bút đã được phân đôi đúng đầu, vỏ bút rơi xuống rãnh chứa.

Thanh truyền được gắn ở dưới giúp cả cụm di chuyển đến vị trí cần lắp các công đoạn tiếp theo.

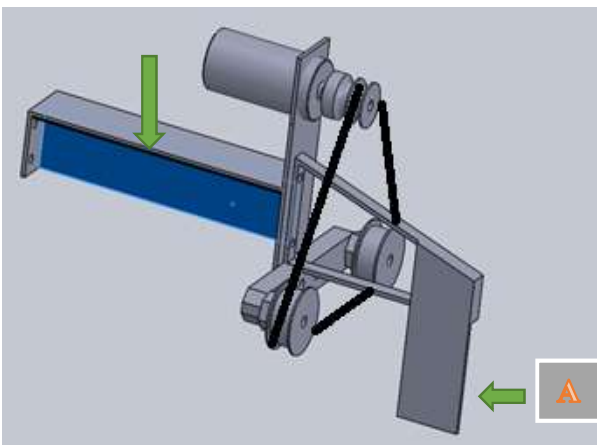
Trường hợp còn lại được phân sang một hộp riêng để đặt lại vào hộp chứa vỏ bút-1.



Hình 2.21: Cơ cấu chứa và bắn lò xo, ruột bút.

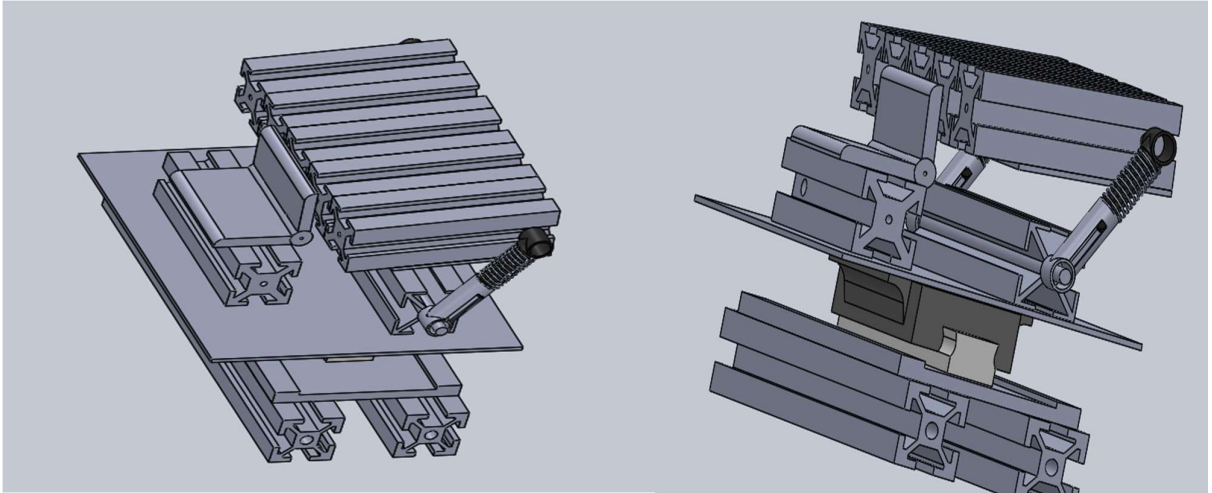
Lò xo và ruột bút được xếp sẵn trong hộp 1 và 2. Xilanh đẩy theo hướng mũi tên vào vị trí vỏ bút.

Đường đi của xilanh bằng tổng chiều dài của hộp 1 và hộp 2.



Khi thanh truyền đưa vỏ bút đã chứa ruột bút và lò xo tới vị trí lắp nút bấm, cơ cấu xoay vỏ bút được xi lanh đẩy xuống theo hướng mũi tên để giữ vỏ bút. Sau đó, khi động cơ quay làm dây đai quay, vỏ bút quay theo và dừng lại khi đúng ý nhờ thanh chặn A.

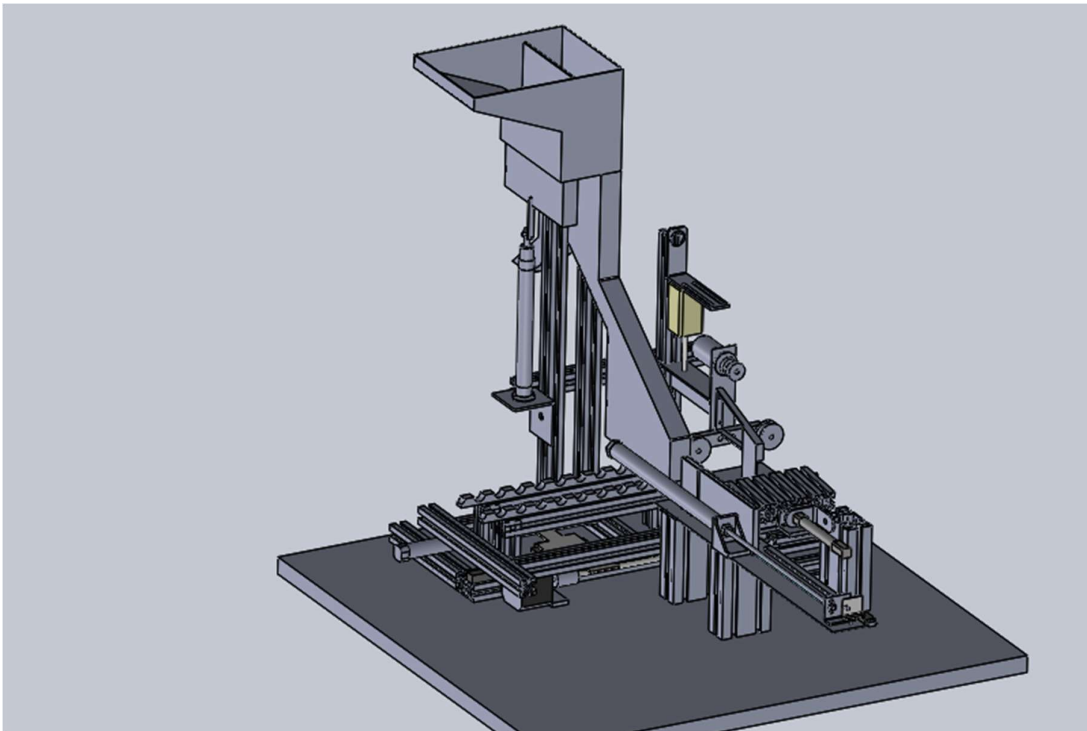
Hình 2.22: Cơ cấu xoay vỏ bút.



*Hình 2.23: Cơ cấu chứa và đẩy nút bấm.*

- khay chứa nút bấm đặt trên một thanh truyền. Từ đó dễ dàng di chuyển từng chiếc nút bấm đến vị trí vỏ bút hơn. Xi lanh đẩy theo hướng mũi tên đi vào bút.

→ Mô hình khi đã chọn phương án:



*Hình 2.24: Mô hình tổng thể phương án chọn.*

## CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN

### 3.1. Hệ thống khí nén

#### 3.1.1. Van khí nén

Van điện từ (Solenoid Valve) đây là tên gọi chung của van, vì chiếc van hoạt động chủ yếu dựa vào cuộn hút điện từ (cuộn coil van điện từ) chúng kích hoạt và điều khiển chiếc van hoạt động.

Khi cuộn coil điện từ được cấp điện, từ trường được tạo ra và tác động trực tiếp lên piston của thân van làm cho piston di chuyển, tùy thuộc vào thiết kế của van thì piston sẽ đóng hoặc mở và khi ngưng cấp điện vào cuộn hút điện từ thì piston sẽ trở về trạng thái ban đầu.

Loại van 5/2 này rất thông dụng nên nó cũng có rất nhiều tên gọi khác nhau như van điện từ 5/2, van solenoid 5/2, van khí nén 5/2, van điện từ 5 cửa 2 vị trí là loại van dùng để điều khiển xi lanh khí nén hay ben hơi khí nén (loại xi lanh khí nén 2 chiều, loại tác động kép).

Thường thì loại này có áp suất từ 1,5 ~ 8kg/cm<sup>2</sup> (có loại sử dụng piston thép thì áp suất sẽ cao hơn lên tới 10kg/cm<sup>2</sup>)

Điện áp cung cấp: DC12V, DC24V, AC110V, AC220V...

Gồm có 5 cổng:

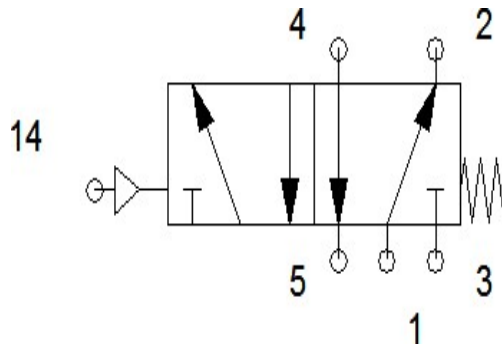
+ Một cổng đưa áp suất vào, đây là cổng chúng ta đưa áp suất từ máy nén khí vào, thường có ký hiệu là (P) hoặc (1) ... (tùy theo từng hãng sản xuất mà nó có ký hiệu riêng của nó), cổng này thường nằm ở giữa 2 cổng xả là (R) và (S).

+ Hai cổng này kết nối vào 2 cổng của xi lanh giúp xi lanh hoạt động, 1 cổng kích hoạt xi lanh thụt ra và 1 cổng điều khiển xi lanh rút về, thường 2 cổng này có ký hiệu là (A), (B) hoặc (2), (4) ... (tùy theo từng hãng sản xuất mà nó có ký hiệu riêng của nó). 2 cổng này thường nằm ở gần nhau, hình ảnh bên dưới sẽ giúp bạn hiểu rõ hơn về chiếc van.

+ Hai cổng còn lại là 2 cổng xả, áp suất (hơi) trong xi lanh được xả ra ngoài thông qua 2 cổng này, 2 cổng này thường có ký hiệu là (R), (S) hoặc (R1), (R2) hay (3), (5) hay (EA), (EB)... (tùy theo từng hãng sản xuất mà nó có ký hiệu riêng của nó), 2 cổng này thường nằm gần cổng (P).



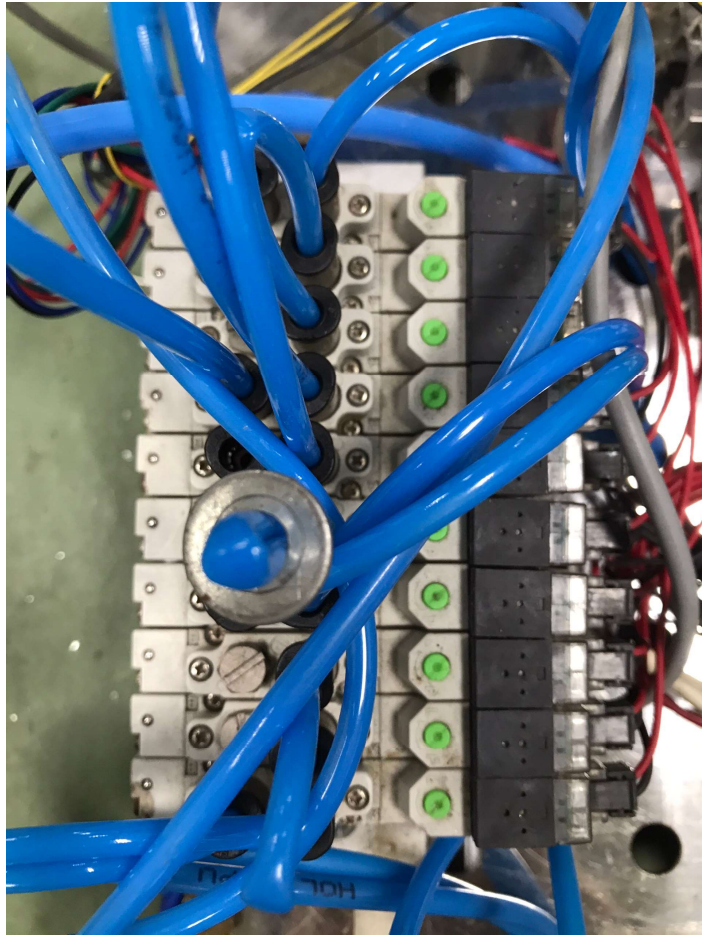
Hình 3.1. Van khí nén 5/2.



Hình 3.2. Ký hiệu van đảo chiều khí nén 5/2.

*Nguyên lý hoạt động:* Khi chưa cấp khí vào cửa điều khiển 14, dưới tác dụng của lực lò xo van hoạt động ở vị trí bên phải, lúc đó cửa số 1 thông với cửa số 2 và cửa 4 thông với cửa 5, cửa số 3 bị chặn. Khi ta cấp khí vào cửa điều khiển 14 van 5/2 đảo trạng thái làm cửa 1 thông với cửa 4, cửa 2 thông với cửa 3 và cửa 5 bị chặn.

Cơ cấu hoạt động của cánh tay đòi hỏi phải đáp ứng chuyển đổi cơ khí 2 chiều nên nhóm đã chọn van đảo chiều 5/2 loại 24VDC.



Hình 3.3. Cụm van khí nén TPC Korea được sử dụng trong đề tài.

**Bảng 1:** Thông số kỹ thuật của Van khí nén được sử dụng trong đề tài.

Kiểu Valve	5/2
Lưu chất điều khiển	không khí
Điện áp điều khiển	24VDC
Thời gian đáp ứng	< 32ms
Nhiệt độ không khí tối đa cho phép	50 °C
Nhiệt độ hoạt động	-5 °C đến 50 °C

### 3.1.2. Cảm biến hành trình xi lanh D-M9N.



*Hình 3.4. Cảm biến hành trình xi lanh D-M9N.*

- Sensor cảm biến 3 dây D-M9N SMC là loại sensor cảm biến chuyển động dạng thân tròn chuyên dành cho xi lanh cỡ nhỏ như SDA, CQ2A, MGPM.

Thông số kỹ thuật:

- + Lối vào điện kiểu In-line (bên trong cảm biến).
- + Loại dây điện (Wiring type): 3 dây.
- + Tải áp dụng: 24 VDC relay, PLC.
- + Điện năng: 24VDC (10 tới 28 VDC).
- + Dòng điện: từ 2.5 tới 40mA.
- + Điện năng sụt giảm: 4V hoặc ít hơn.
- + Dòng điện tiêu hao: 0.8 mA hoặc ít hơn.
- + Đèn báo hiệu: đèn led đỏ sẽ sáng lên khi nhận tín hiệu.
- + Tiêu chuẩn: CE marking (dấu CE), tiêu chuẩn về môi trường RoHS.

Nhận biết hành trình hoạt động của xi lanh thực hiện đóng mở các cơ cấu cơ khí nên nhóm quyết định chọn cảm biến D-M9N loại NPN, 3 dây, nguồn cấp 24VDC thích hợp với DI của PLC.

### **3.1.3. Nguồn khí nén.**





*Hình 3.5: Máy nén khí và bình trích khí nén.*

Máy nén khí là thiết bị tạo ra áp suất khí, ở đó năng lượng cơ học của động cơ điện hoặc động cơ đốt trong được chuyển đổi thành năng lượng khí nén và nhiệt năng.

Phân loại:

- Theo áp suất:

- + Máy nén khí áp suất thấp  $p \leq 15$  bar
- + Máy nén khí áp suất cao  $p \geq 15$  bar
- + Máy nén khí áp suất rất cao  $p \geq 300$  bar

- Theo nguyên lý hoạt động:

+ Máy nén khí theo nguyên lý trao đổi thể tích: Máy nén khí kiểu pittong, máy nén khí kiểu cách gạt, máy nén khí kiểu root, máy nén khí kiểu trục vít.

+ Máy nén khí tuabin: Máy nén khí ly tâm và máy nén khí theo chiều trục.

Khí nén sau khi ra khỏi máy nén khí và được xử lý thì cần phải có một bộ phận lưu trữ để sử dụng. Bình trích chứa khí nén có nhiệm vụ cân bằng áp suất khí nén từ máy nén khí chuyển đến trích chứa, ngưng tụ và tách nước. Kích thước bình trích chứa phụ thuộc vào công suất của máy nén khí và công suất tiêu thụ của các thiết bị sử dụng, ngoài ra kích thước này còn phụ thuộc vào



phương pháp sử dụng: ví dụ sử dụng liên tục hay gián đoạn.

### 3.1.4. Van tiết lưu.

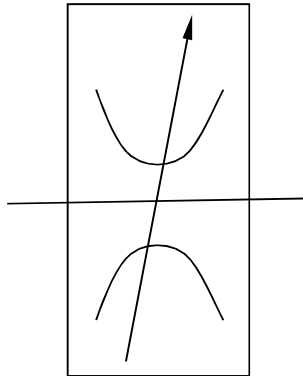
Van tiết lưu có nhiệm vụ thay đổi lưu lượng dòng khí nén, có nghĩa là thay đổi vận tốc của cơ cấu chấp hành.

Nguyên lý làm việc của van tiết lưu là lưu lượng dòng chảy qua van phụ thuộc vào sự thay đổi tiết diện.

Van tiết lưu có tiết diện thay đổi làm lưu lượng dòng chảy qua van thay đổi được nhờ vào một vít điều chỉnh làm thay đổi tiết diện của khe hở.



Hình 3.6: Van tiết lưu khí nén.



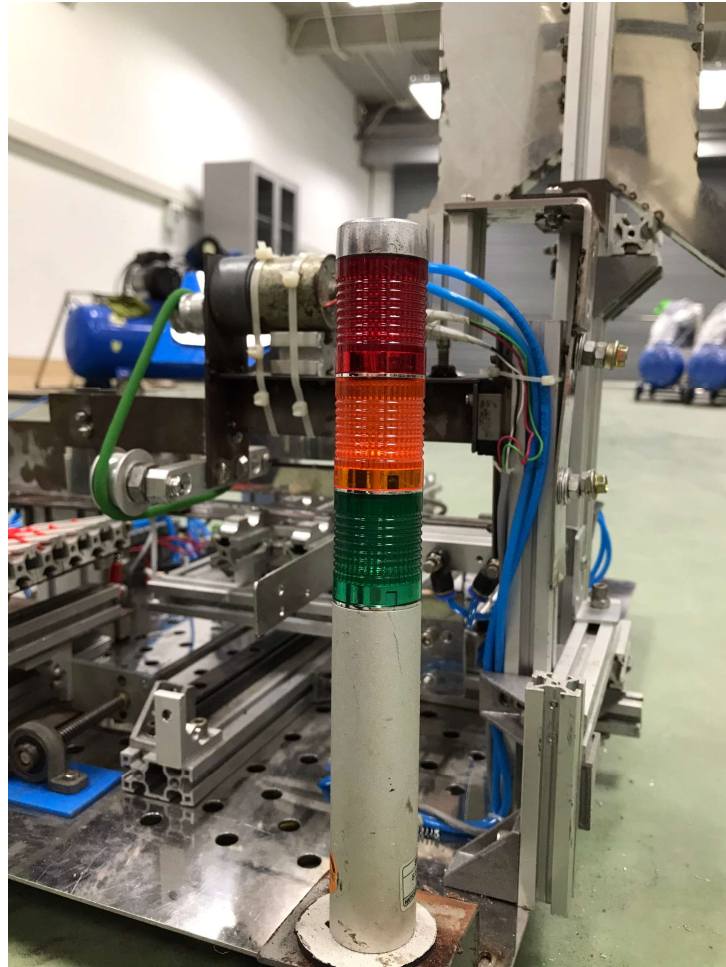
Hình 3.7: Ký hiệu van tiết lưu.

### 3.1.5. Đèn báo trạng thái hệ thống.

**Bảng 2:** Thông số kỹ thuật của đèn báo trạng thái hoạt động được sử dụng.

Loại đèn	3 màu công nghiệp (Xanh lá cây, vàng, đỏ)
Điện áp	24VDC

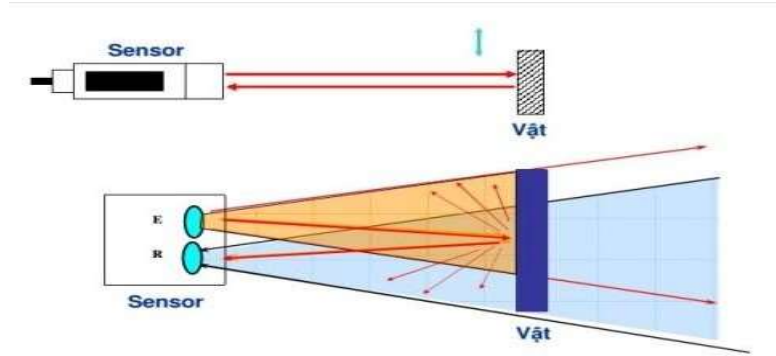
Loại bóng	LED
Nhiệt độ hoạt động	-5 °C đến 70 °C



*Hình 3.8: Đèn báo trạng thái hệ thống.*

### **3.1.6. Cảm biến quang.**

- Cảm biến quang dùng ánh sáng hồng ngoại để phát hiện vật cản với độ phản hồi nhanh và rất ít nhiễu do sử dụng mắt nhận và phát tia hồng ngoại theo tần số riêng biệt. Cảm biến có thể chỉnh khoảng cách nhận biết mong muốn thông qua biến trở.
- Nguyên lý hoạt động



Hình 3.9: Mô tả hoạt động cảm biến quang.

❖ Cảm biến quang Autonics BRP200



Hình 3.10: Cảm biến quang sử dụng trong đề tài.

**Bảng 3.** Thông số kỹ thuật Cảm biến quang Autonics BRP200.

Loại phát hiện	Loại phản xạ chùm tia hẹp
Khoảng cách phát hiện	200mm
Khoảng cách phát hiện	Vật liệu mờ, đục
Nguồn sáng	LED hồng ngoại (850nm)
Thời gian đáp ứng	Max. 1ms
Nguồn cấp	12-24VDC $\pm 10\%$ (sóng P-P: max. 10%)
Dòng tiêu thụ	Max. 45mA
Điều chỉnh độ nhạy	Bộ điều chỉnh độ nhạy
Chế độ hoạt động	Light ON/Dark ON(cài đặt bằng dây

	điều khiển)
Ngõ ra điều khiển	PNP mạch thu hở
Loại kết nối	Loại giắc cắm(M12)

### 3.2. Thiết kế hệ thống điện

#### 3.2.1 Khối nguồn

Động cơ quay dây đai sử dụng nguồn 24VDC, dòng điện tiêu thụ lên đến 1A.

Cảm biến tiệm cận sử dụng điện áp từ 12VDC đến 24VDC, dòng tiêu thụ tối đa 300mA.

PLC FX1N sử dụng điện áp 24VDC, dòng tiêu thụ tối đa 1000mA.

Hệ thống điều khiển khí nén, relay trung gian sử dụng điện áp 24VDC.

Với những thông số kỹ thuật, điện áp sử dụng và dòng điện tiêu thụ đã phân tích ở trên, chọn nguồn cung cấp cho toàn bộ hệ thống là nguồn 24VDC – 3A.

**Bảng 4.** Thông số kỹ thuật của nguồn điện.

Điện áp đầu vào	AC 220V ( Chân L và N )
Điện áp đầu ra	DC 24V 3A
Công suất	100W
Điện áp ra điều chỉnh	+/-10%
Phạm vi điện áp đầu vào	85 ~ 132VAC / 180 ~ 264VAC
Dòng vào	2.6a / 115V 1.3a / 230V



Hình 3.11: Nguồn điện 24V, 3A được sử dụng.

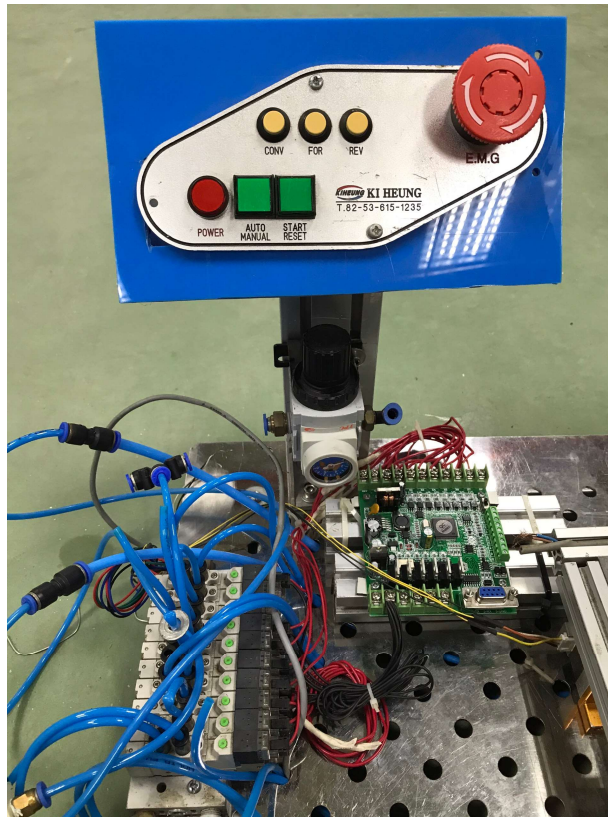
### 3.2.2. Khối nút nhấn

Gồm nút điều khiển, một cặp tiếp điểm thường kín, một cặp tiếp điểm thường hở và lo xo đẩy.

Công dụng: Nút nhấn dùng để đóng cắt mạch điện ở mạch hạ áp. Nút nhấn thường được dùng để điều khiển các role, tác động tín hiệu lên chân PLC, công tắc tơ, chuyển đổi mạch tín hiệu, bảo vệ phổ biến là dùng nút nhấn trong mạch điều khiển động cơ để khởi động hay thay đổi chiều quay. Nút nhấn có hai loại: Nút nhấn thường hở và nút nhấn thường đóng.

**Bảng 5:** Thông số kỹ thuật khối nút bấm được sử dụng.

Nút nhấn nhựa không đèn (Nhấn nhà)	
Số tiếp điểm	1NO + 1 NC
Điện áp hoạt động	AC/DC 230, 380
Điện trở tiếp xúc	$\leq 50\text{m}\Omega$



*Hình 3.12: Khối nút nhấn.*

### 3.2.3. Khối Relay

- Cấu tạo: Module 1 Relay với opto cách ly nhỏ gọn, có opto và transistor cách ly giúp cho việc sử dụng trở nên an toàn với board mạch chính. Mạch được sử dụng để đóng ngắt nguồn điện công suất cao AC hoặc DC, có thể chọn đóng khi kích mức cao hoặc mức thấp bằng Jumper.

- Nguyên lý làm việc: Tiếp điểm đóng ngắt gồm 3 tiếp điểm NC (thường đóng), NO (thường mở) và COM (chân chung) được cách ly hoàn toàn với board mạch chính, ở trạng thái bình thường chưa kích NC sẽ nối với COM, khi có trạng thái kích COM sẽ chuyển sang nối với NO và mất kết nối với NC.



Hình 3.13: Relay được sử dụng trong đề tài.

**Bảng 6:** Thông số kỹ thuật Relay.

Điện áp cuộn Coil	24 VDC
Dòng điện	5A
Số cặp tiếp điểm	4 cặp
Đèn báo	Có

### 3.2.4. Điều khiển tốc độ động cơ một chiều

- Khi điều khiển tốc độ động cơ, đặc tính quan trọng nhất cần được xem xét là đặc tính cơ của động cơ. Đặc tính cơ là mối quan hệ giữa tốc độ và mômen của động cơ, ở một điều kiện làm việc đã xác định trước (điện áp, điện trở mạch phản ứng, và từ thông kích từ cho trước).

Để xác định đặc tính cơ của động cơ, từ đó đưa đến các phương pháp điều khiển tốc độ khác nhau, chúng ta bắt đầu với phương trình cân bằng điện áp (ở trạng thái xác lập):

$$I_n = \frac{U-E}{R_a}, \quad IS = \frac{U-E_s}{R_a}$$

Ở trạng thái xác lập thì mômen điện từ TE bằng mômen tải TL. Các đại lượng mới gồm có: k-hằng số máy điện, chỉ phụ thuộc vào kết cấu máy,  $\Phi$ -từ thông trong máy. Vậy đặc tính cơ của động cơ có thể biểu diễn như sau:

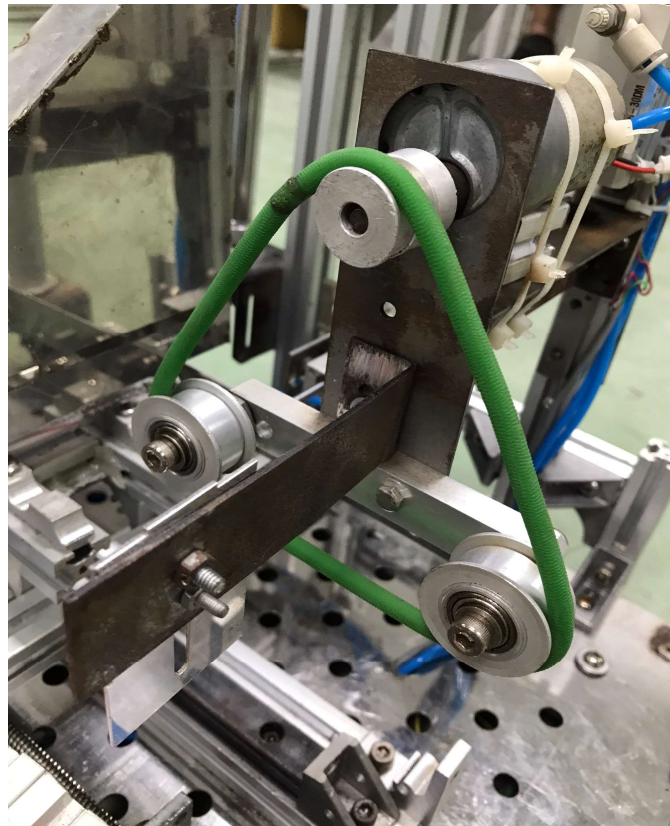
$$\omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{R_a}{(k\Phi)^2} T_L = \omega_0 - \frac{R_a}{(k\Phi)^2} T_L$$



Ở một điều kiện làm việc đã xác định trước, quan hệ trên là một đường thẳng, cắt trục tung tại giá trị  $\omega_0$ , có độ dốc là  $-Ra/(k\Phi)^2$ . Giá trị  $\omega_0 = U/(k\Phi)$  là tốc độ của động cơ ứng với tải bằng 0, do đó được gọi là tốc độ không tải. Đặc tính cơ ứng với điện áp phần ứng định mức, kích từ định mức, và điện trở phần ứng tự nhiên được gọi là đặc tính cơ tự nhiên của động cơ.

Từ phương trình đặc tính cơ trên, có thể thấy có 3 đại lượng có thể được thay đổi để điều chỉnh tốc độ động cơ, ứng với một giá trị mômen tải đã cho, đó là các đại lượng:  $U$  - điện áp đặt vào phần ứng,  $R_a$  - điện trở mạch phần ứng, và  $\Phi$  - từ thông của động cơ. Từ đó dẫn đến 3 phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ một chiều, xét một cách tổng quát.

Họ đặc tính cơ cho phép xác định điểm làm việc ổn định mới của động cơ ứng với mỗi phương pháp điều khiển tốc độ, nếu chúng ta biết được các thông số làm việc mới của động cơ. Tuy nhiên, quá trình thay đổi tốc độ của động cơ từ điểm làm việc cũ đến điểm làm việc mới diễn ra như thế nào còn tùy thuộc vào cách thức mà chúng ta điều chỉnh tham số của động cơ trong mỗi phương pháp, đó là lý do có nhiều thuật toán điều khiển khác nhau như bang-bang, PI, PID, fuzzy logic, ...



Hình 3.14: Động cơ DC dùng trong đề tài.



### 3.3. Xây dựng bộ điều khiển hệ thống

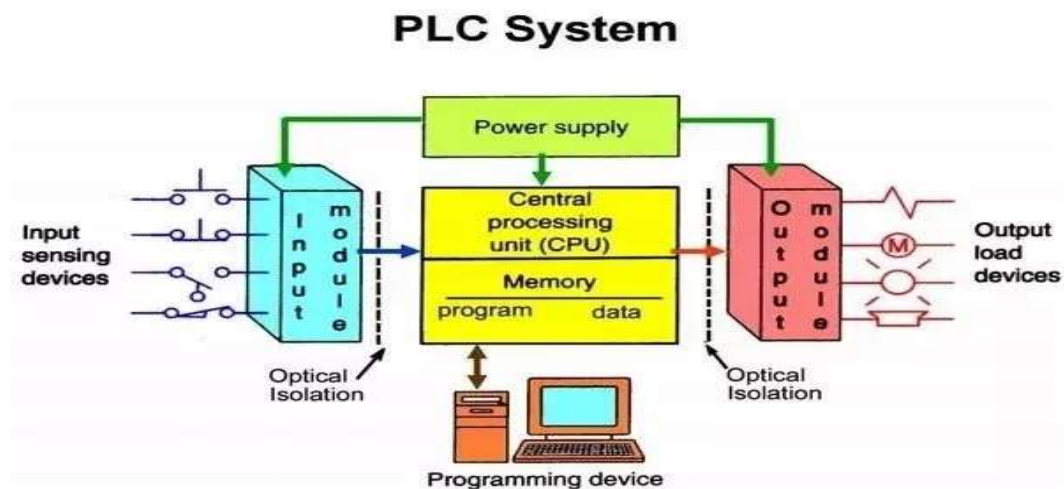
#### Tổng quan về PLC

PLC (Programmable Logic Controller) dịch sát nghĩa là thiết bị điều khiển lập trình được (khả trình) giúp chúng ta có thể thực hiện các thuật toán điều khiển logic thông qua một ngôn ngữ lập trình (Ladder hoặc State logic) một cách linh hoạt.

Người sử dụng PLC có thể lập trình nó để thực hiện hàng loạt trình tự các quá trình (sự kiện), các quá trình này được kích hoạt bởi tác nhân kích thích (ngõ vào) tác động vào PLC hoặc qua các hạt động có thời gian trễ. Một khi quá trình được kích hoạt, PLC sẽ bật ON hoặc OFF thiết bị điều khiển bên ngoài.

PLC thích hợp nhất cho điều khiển logic (thay thế các role), song cũng có chức năng điều chỉnh (như PID, mờ, ...) và các chức năng tính toán khác. Lúc đầu, PLC chủ yếu được ứng dụng trong các ngành công nghiệp chế tạo, điều khiển các quá trình rời rạc. Trong các hệ SCADA, PLC phát huy được nhiều ưu điểm và thế mạnh.

#### 3.3.1.1. Cấu tạo PLC



Hình 3.15: Cấu tạo cơ bản của PLC.

#### - Khối xử lý (CPU)

Để đáp ứng được yêu cầu đã nêu thì PLC cần phải có CPU như một máy tính thực thụ. CPU được xem là bộ não của PLC, nó quyết định tốc độ xử lý cũng như khả năng điều khiển chuyên biệt của PLC.

CPU là nơi đọc tín hiệu ngõ vào từ khối vào, xử lý và xuất tín hiệu tới khối ra. CPU còn

chứa các khối chứa năng phổ biến như Counter, Timer, lệnh toán học, chuyển đổi dữ liệu... và các hàm chuyên dụng.

- Khối ngõ vào (Module Input)

+ Có hai loại ngõ vào là ngõ vào số DI (Digital Input) và ngõ vào tương tự AI (Analog Input).

+ Ngõ vào DI kết nối với các thiết bị tạo ra tín hiệu dạng nhị phân như: công tắc, nút nhấn, công tắc hành trình, cảm biến quang, cảm biến tiệm cận.

Ngõ vào AI kết nối với các thiết bị tạo ra tín hiệu liên tục như: các loại cảm biến nhiệt độ, áp suất, khoảng cách, độ ẩm. Khi kết nối cần chú ý đến sự tương thích giữa tín hiệu ngõ ra cảm biến với tín hiệu vào mà module AI có thể đọc được. Mỗi module AI sẽ có khả năng đọc tín hiệu tương tự khác nhau: đọc dòng điện, điện áp, tổng trở. Một thông số quan trọng khác của các module AI là độ phân giải, thông số này cho biết độ chính xác khi thực hiện chuyển đổi ADC.

- Khối ngõ ra (Module Output)

Có 2 loại ngõ ra là ngõ ra số DO (Digital Output) và ngõ ra tương tự AO (Analog Output). Ngõ ra DO kết nối với các cơ cấu chấp hành điều khiển theo quy tắc On/Off như: đèn báo, chuông, van điện, động cơ không điều khiển tốc độ. Ngõ ra AO kết nối với các cơ cấu chấp hành cần tín hiệu điều khiển liên tục: biến tần, van tuyến tính.

### 3.3.1.2. Đặc điểm và vai trò của PLC.

#### a. Đặc điểm

Khả năng điều khiển chương trình linh hoạt. Khi cần thay đổi yêu cầu, đối tượng điều khiển chỉ cần thay đổi chương trình thông qua việc lập trình.

Số lượng Timer, Counter, Relay trung gian rất lớn. PLC còn hỗ trợ nhiều khối hàm có chức năng chuyên dụng: phát xung tốc độ cao, bộ đếm tốc độ cao, bộ điều khiển PID... Tiết kiệm thời gian nối dây, mạch điều khiển lúc này đã được thay thế hoàn toàn bằng chương trình PLC.

Cấu trúc dạng Module giúp PLC có tính năng mềm dẻo, không bị cứng hóa về phần cứng. Người dùng dễ dàng lựa chọn những module nào cần thiết với yêu cầu điều khiển hiện tại giúp tiết kiệm chi phí. Cấu trúc dạng module của PLC giúp việc mở rộng quy mô điều khiển đơn giản, tiết kiệm, không cần phải trang bị CPU mới. Tuy nhiên khi mở rộng cần chú ý tới khả năng kết nối tối đa của CPU.

Khả năng truyền thông, nối mạng với máy tính hay với PLC khác. Khả năng này đáp ứng yêu cầu điều khiển, giám sát từ xa, xây dựng hệ thống SCADA.

Hoạt động với độ tin cậy cao, chống nhiễu tốt trong môi trường công nghiệp.

Phạm vi ứng dụng hạn chế do giá cao nên không đáp ứng các yêu cầu điều khiển đơn giản. Với những yêu cầu này thì bộ điều khiển tiếp điểm sẽ hiệu quả kinh tế hơn.

Yêu cầu người lắp đặt ban đầu, lập trình phải có hiểu biết chuyên môn về PLC.

#### b. Vai trò

Với những ưu nhược điểm như đã nêu trên, PLC thể hiện ưu điểm vượt trội và hiện nay đã thay thế hệ thống điều khiển tiếp điểm truyền thống trong các nhà máy, dây chuyền công nghệ. Việc thay thế này giúp hệ thống hoạt động tin cậy và hiệu quả hơn, tiết kiệm nhân công và tránh những thao tác sai của người vận hành.

#### 3.3.1.3. PLC Mitsubishi

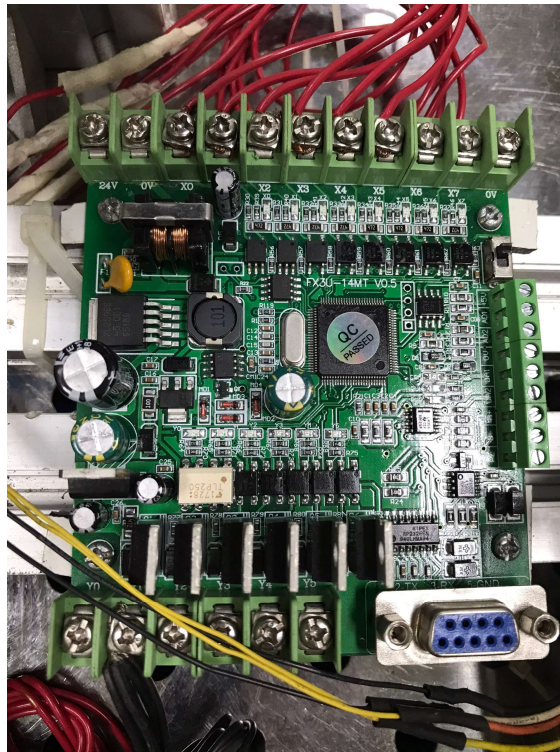
PLC Mitsubishi là một sản phẩm của tập đoàn Mitsubishi Electric – Tập đoàn về công nghệ hàng đầu của Nhật Bản. *PLC hãng Mitsubishi* được ứng dụng rộng rãi trong bộ điều khiển các hệ thống trong công nghiệp, từ đơn giản đến phức tạp. (2)

PLC Mitsubishi có ưu điểm lớn về giá thành, chất lượng sản phẩm và khả năng đáp ứng đa dạng các cấu hình yêu cầu các tính năng như: Giao tiếp truyền thông, ngõ vào ra tương tự, bộ đếm ngõ vào tốc độ cao, ngõ ra phát xung tốc độ cao, các module đọc nhiệt độ, loadcell ...vvv

Ở Việt Nam, **PLC Mitsubishi** được dùng nhiều trong ngành Dệt sợi, Bao bì, Carton, Nhựa, Thực phẩm, Điện tử, Máy móc ngành y tế, Cơ khí chính xác, Chế tạo máy ...vv



Hình 3.16: Ảnh về PLC Mitsubishi.



Hình 3.17: PLC Mitsubishi FX1N được dùng trong đề tài.

**Bảng 7:** Một số loại PLC Mitsubishi thông dụng.

Mục	FX0S(N)	FX1S	FX1N	FX2N(C)	FX3U(C)
Phương pháp xử lý chương trình	Thực hiện quét chương trình tuần hoàn				
Phương pháp xử lý v-o/ra	Cập nhập ở đầu v-o cuối chu kỳ quét (khi lệnh END được thi h-nh)				
Thời gian xử lý	Cô bản: 1,6-3,6 $\mu$ s Ứng dụng 10-100 $\mu$ s	Cô bản: 0,72 $\mu$ s Ứng dụng 10-100 $\mu$ s		Cô bản: 0,08 $\mu$ s Ứng dụng 1,52-100 $\mu$ s	Cô bản: 0,065 $\mu$ s Ứng dụng 0,642- 100 $\mu$ s
Ngôn ngữ lập trình	Ngôn ngữ ladder + Instruction + SFC				
Dung lượng chương trình	2kSteps		8kSteps	8kSteps (16kSteps gắn thm)	8kSteps (64kSteps gắn thm)

				bộ nhớ ngõ)	bộ nhớ ngõ)
Cấu hình ra/vào có thể	128I/O (Max In/Output 128)	30I/O Max Input (16) Max Output (14)	128I/O (Max In/Output 128)	256I/O (Max In/Output 184)	384I/O (Max In/Output 248)
Rôlê phụ trợ (M)	Chung	M0-M511	M0-M1535	M0-M3071	M0- M7679
	Được chốt	M384-M511	M384-M1535	M500-M3071	M500- M7679
	Khởi tạo	M8000-M8255			M8000- M8511
Rôlê trạng thì (S)	Chung		S0-S999	S0-S4095	
	Được chốt	S0-S127	S500-S999	S500- S4095	
	Khởi tạo	S0-S9			
	Cờ hiệu	Không	S900-S999	S900- S999	
Bộ định thì (T)	100ms	T0-T62	T0-T199		
	10ms	T32-T62 (M8028 = ON)	T200-T245		
	1ms	T63	T246-T249		
	100ms	Không	T250-T255		
	1ms	Không			T256- T511
Bộ đếm (C)	(U) 16bit	C0-C31	C0-C199		
	(U) 16bit	C16-C31	C16-C199	C100-C199	

	(U/D) 32bit	Không	C200-C234		
	(U/D) 32bit	Không	C220-C234		
Bộ đếm tốc độ cao (HSC)	1 pha (U/D) 32bit	C235-C238	C235-C240		
	Một pha tự khởi động v- Reset (U/D) 32bit	C241, C242 v C244	241-C245		
	2 pha (U/D) 32bit	C246, C247 v C249	C246-C250		
	Pha A/B 32bit	C251, C252 v C254	C251-C255		
Thanh ghi dữ liệu 16bit (D)	Chung	D0-D255		D0-D7999	
	Được chốt	D128-D255		D128-D7999   D200-D7999	
	T/ghi tập tin	D1000-D2499		D1000-D7999	
	Đặc biệt	D8000-D8255			D8000- D8511
Thanh ghi mở rộng 16 bit (D)		Không			R0- R32767
Thanh ghi mở rộng 16 bit (ER)		Không			ER0- ER32767
Thanh ghi chỉ mục 16 bit	V	V	V0-V7		
	Z	Z	Z0-Z7		

Con trò P và I	Dùng với lệnh CALL/ CJ (P)	P0-P63	P0-P63	P0-P127	P0- P4095
	Ngắt bởi ngoài	I00Δ-I30Δ Cạnh lên: Δ=1 Cạnh xuống: Δ=0	I00Δ-I50Δ Cạnh lên: Δ=1 Cạnh xuống: Δ=0		
	Ngắt bởi Timer	Không			I6ΔΔ-I8ΔΔ ΔΔ: 10-99 ms
	Ngắt bởi Counter	Không			I010-I060
Số mức lồng		8 cho lệnh MC v MCR (N0-N7)			
Hàng số	Thập phn K	16 bit: -32.768 - +32.767 32 bit: -2.147.483.648 - +2.147.483.647			
	Thập lục phn H	16 bit: 0000 - FFFF 32 bit: 00000000 - FFFFFFFF			
	Dạng dấu chấm công	Không			32 bit: 0, $\pm 1.175 \times 10^{-38}$ - $\pm 3.403 \times 10^{+38}$
	Số thực R	Không			32 bit

### Các đặc tính kỹ thuật chung:

#### ❖ Ngõ vào

Mô tả	FX bộ phận chính, FX Modul mở rộng		
	X0-X7	X10-∞	
Điện áp ngõ vào	24V DC, 5mA		
Dòng điện ngõ vào	24V DC, 7mA	24V DC, 5mA	
Công tắc ngõ vào	OFF-ON	>4,5mA	>3,5mA
	ON-OFF	<1,5mA	

Thời gian đáp ứng	<10ms
Cách ly mạch điện dùng	Dùng photocoupler
Chỉ dẫn hoạt động	Dùng LED

## ❖ Ngõ ra

Mô tả	Ngõ ra relay	Ngõ ra transistor
Điện áp	<240V AC, <30V DC	5-30V DC
Công suất lớn nhất của tải	80VA	12W/24V DC
Đèn phụ tải lớn	100W (1.17A/85V AC, 0.4A/250V AC)	1.5W/24V DC
Phụ tải nhỏ	Khi nguồn cung cấp <5V DC thì cho phép ít nhất 2mA	-----
Thời gian đáp ứng	OFF-ON	10mS
	ON-OFF	
Mạch cách ly	Bằng relay	Photocoupler

## 3.3.1.4. Tập lệnh cơ bản của PLC dòng FX.

- Tải (Load, Load Inverse)

Lệnh gọi nhớ	Chức năng	Dạng mẫu	Thiết bị	Số bước
LD (Load)	Tc vụ logic khởi tạo – loại công tắc NO		X, Y, M, S, T, C	1
LDI (Load Inverse)	Tc vụ logic khởi tạo – loại công tắc		X, Y, M, S, T, C	1



	NC			
--	----	--	--	--

- Đầu ra (Out):

Lệnh	Chức năng	Dạng mẫu	Thiết bị	Số bước
Out (Out)	Tác vụ logic cuối loại điều khiển cuộn dây		Y, M, S, T, C	Y, M: 1 S, cuộn M Chuyển dng: 2 T: 3 C (16 bit) 3 C (32 bit) 5

- Lệnh And, And Inverse:

Lệnh gọi nhớ	Chức năng	Dạng mẫu	Thiết bị	Số bước
AND (And)	Nối tiếp cc công tắc NO (thường mở)		X, Y, M, S, T, C	1
ANDI (And Inverse)	Nối tiếp cc công tắc NC (thường đóng)		X, Y, M, S, T, C	1

- Lệnh Or, Or Inverse:

Lệnh gọi nhớ	Chức năng	Dạng mẫu	Thiết bị	Số bước
OR (Or)	Nối song song các công tắc NO (thường mở)		X, Y, M, S, T, C	1

ORI (Or Inverse)	Nối song song các công tắc NC (thường đóng)		X, Y, M, S, T, C	1
------------------	---	--	------------------	---

- Lệnh Or Block:

Lệnh	Chức năng	Dạng mẫu	Thiết bị	Số bước
ORB (OR Block)	Nối song song nhiều mạch công tắc		Không có	1

- Lệnh and Block:

Lệnh	Chức năng	Dạng mẫu	Thiết bị	Số bước
ANB (And Block)	Nối tiếp mạch song song		Không có	1

- Lệnh MPS, MRD, MPP:

Lệnh gọi nhớ	Chức năng	Dạng mẫu	Thiết bị	Số bước chương trình
MPS (Pion Store)	Lưu kết quả hiện tại của tác vụ trong PC	MPS	Không có	1

MRD (Read)	Đọc kết quả hiện tại của tác vụ trong PC		Không có	1
MPP (pop)	Lấy ra kết quả lưu		Không có	1

- Lệnh Master Control V Master Control Reset:

Lệnh gọi nhớ	Chức năng	Dạng mẫu	Thiết bị	Số bước chương trình
MC (Master Control)	Chỉ ra điểm bắt đầu của một khối điều khiển chính (master control block)	MC N	Y, M (cho phép tham cuộn M chuyển dạng loại NO) N chỉ mức lồng (N0 đến N7)	3
MCR (Master Control Reset)	Chỉ ra điểm kết thúc của một khối điều khiển chính	MCR N	N chỉ mức lồng (N0 đến N7), được đặt lại	2

- Set v Reset:

Lệnh gọi nhớ	Chức năng	Dạng mẫu	Thiết bị	Số bước chương trình
SET (set)	Đặt lại một thiết bị (bit) lên ON (vĩnh viễn)		Y, M, S	Y, M: 1 S, cuộn M Chuyển dạng 2

RST (reset)	Đặt lại một thiết bị (bit) xuống OFF (vĩnh viễn)		Y, X, M, S, D, V, Z	D, thanh ghi D Chuyển dạng, V v Z : 3
-------------	--	--	---------------------	---

- Out v Reset:

Lệnh gọi nhớ	Chức năng	Dạng mẫu	Thiết bị	Số bước chương trình
OUT (out)	Điều khiển cuộn dây bộ định thì hoặc bộ đếm		Y, M, S	Bộ đếm 32 bit: 5 khác: 3
RESET (reset)	Đặt lại bộ định thì v bộ đếm, cuộn dây, công tắc v- các giá trị hiện hành		Y, X, M, S, D, V, Z	T, C: 2

- Xung cạnh lên v xung cạnh xuống:

Lệnh gọi nhớ	Chức năng	Dạng mẫu	Thiết bị	Số bước chương trình
PLS (PuLSe)	Kích xung khi có cạnh lên		Y, M (không cho phép dạng cuộn M chuyển dạng)	2
PLF (PuLSe Falling)	Kích xung khi có cạnh xuống	PLF	Y, M (không cho phép dạng cuộn M chuyển dạng)	2

- No Operation:

Lệnh gọi nhớ	Chức năng	Dạng mẫu	Thiết bị	Số bước chương trình
NOP (No Operation)	Không tác vụ hay bước rỗng	Không có	Không có	1

- End:

Lệnh gọi nhớ	Chức năng	Dạng mẫu	Thiết bị	Số bước chương trình
END (End)	Buộc chương trình kết thúc	END	Không có	1

### 3.3.1.4. Các lệnh ứng dụng

#### ○ Lệnh CJ (FNC 00):

Lệnh	Chức năng	Số hạng	Số bước
		D	
CJ (FNC 00) Conditional Jump	Nhảy tới một vị trí con trỏ đã định	Các con trỏ đích hợp lệ có giá trị từ 0 đến 63/127	CJ, CJP: 3 Bước

Lưu ý: Khi nhảy tới con trỏ P63 tương đương với lệnh kết thúc chương trình.

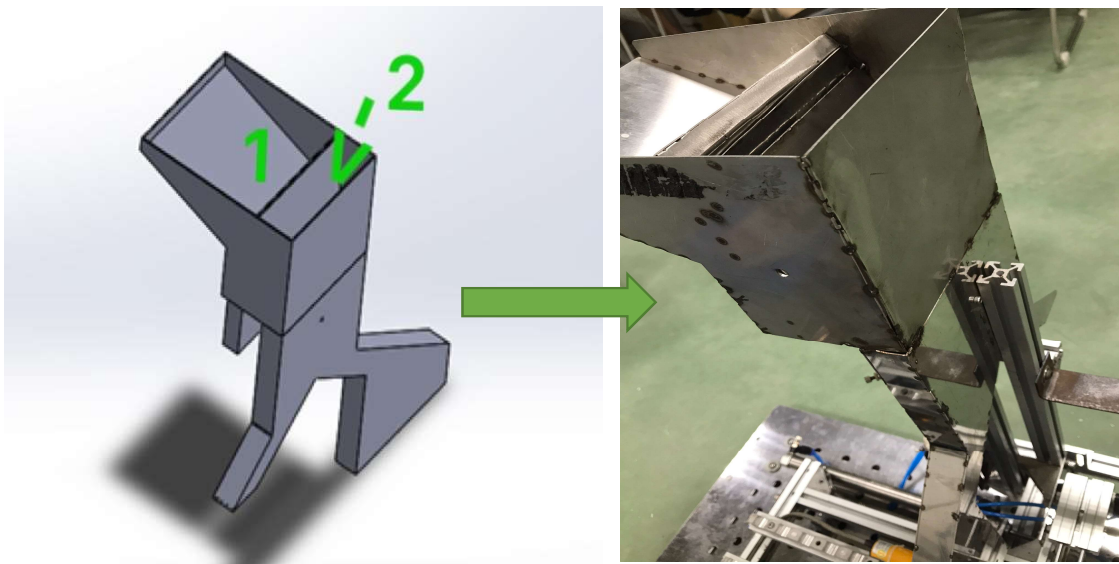
#### ● .Lệnh CALL (FNC 01):

Lệnh	Chức năng	Số hạng	Số bước
		D	
CALL (FNC 01) Call Subroutine	Gọi chương trình con hoạt động	Các con trỏ đích hợp lệ có giá trị từ 0 đến 62(64 – 127)	CALL, CALLP: 3 Bước

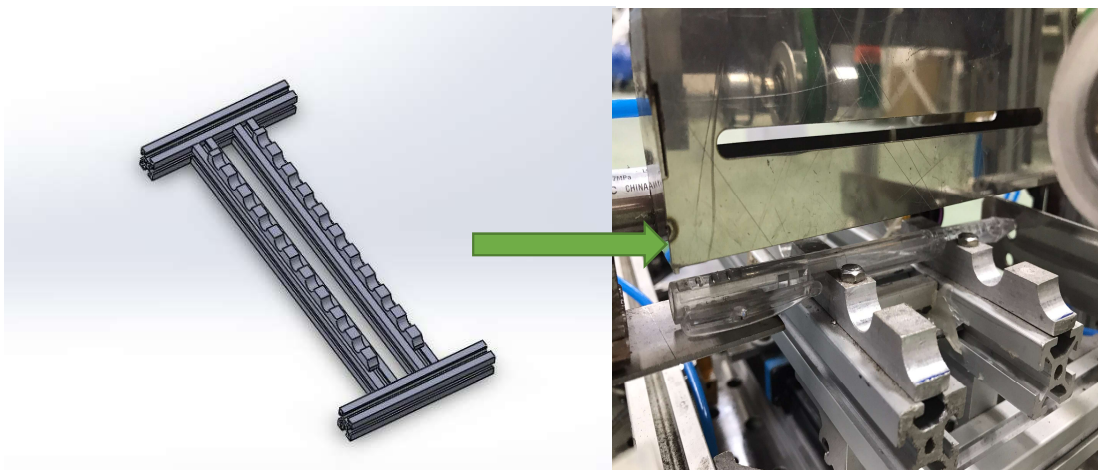
## KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC VÀ CẢI TIẾN

### Kết quả:

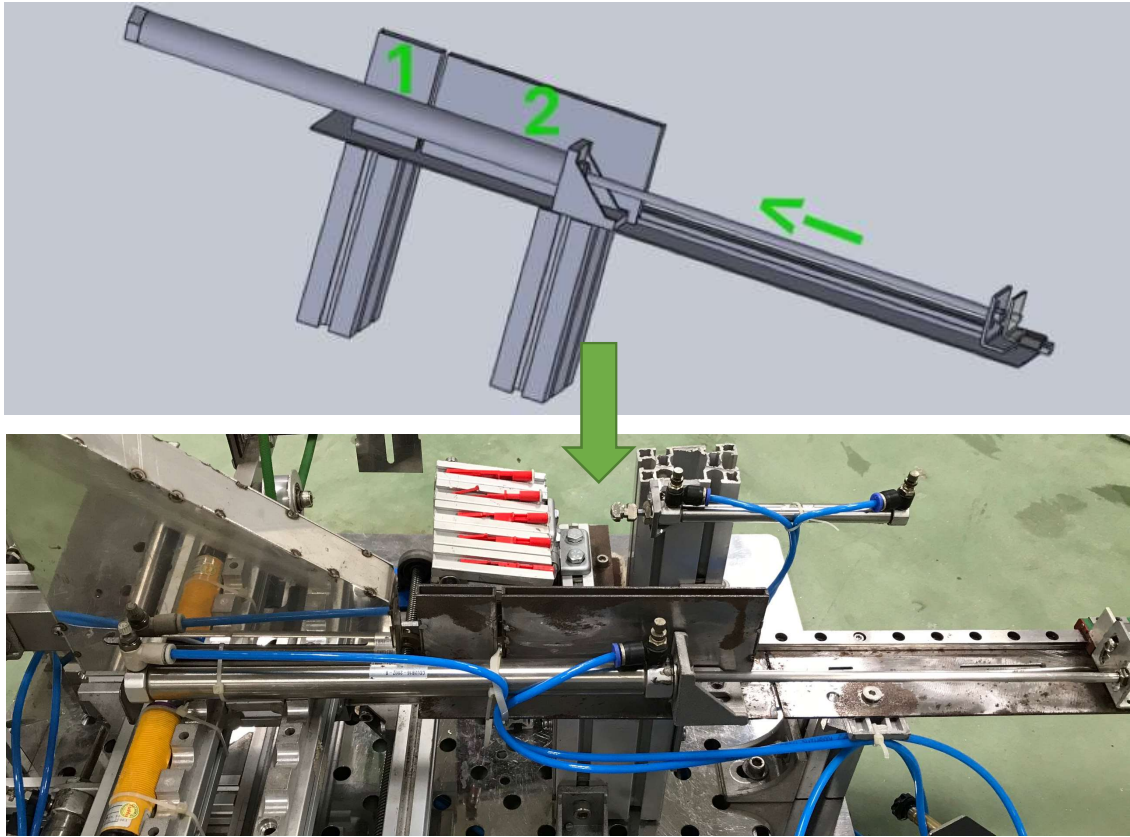
- Với yêu cầu đặt ra và dựa trên thực tế về trang thiết bị, vật tư chế tạo máy, hệ thống lắp ráp bút bi tự động đã được thiết kế và chế tạo thành công. Mô hình hoàn chỉnh của hệ thống lắp ráp bút bi tự động như các hình và bảng 8 trình bày các thông số kỹ thuật máy sau khi chế tạo.



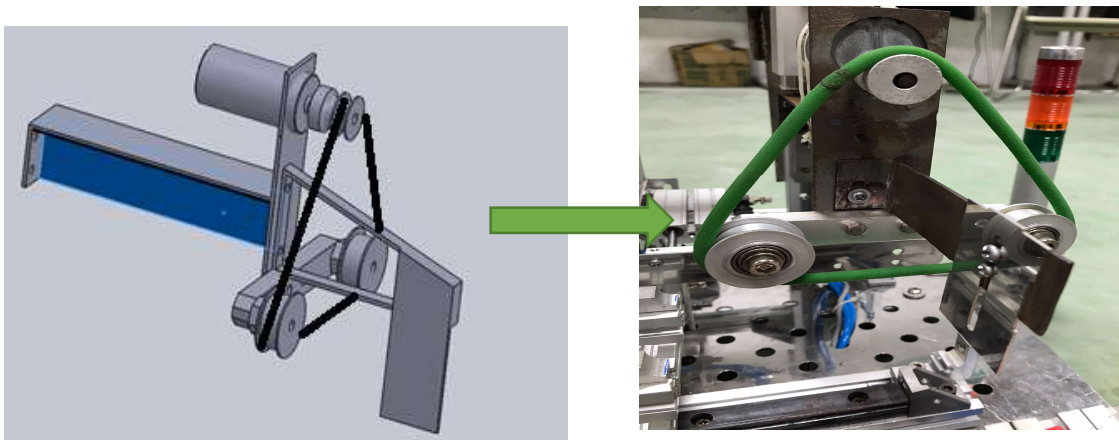
Hình 4.1: Cơ cấu tách và phân đầu vỏ bút thực tế



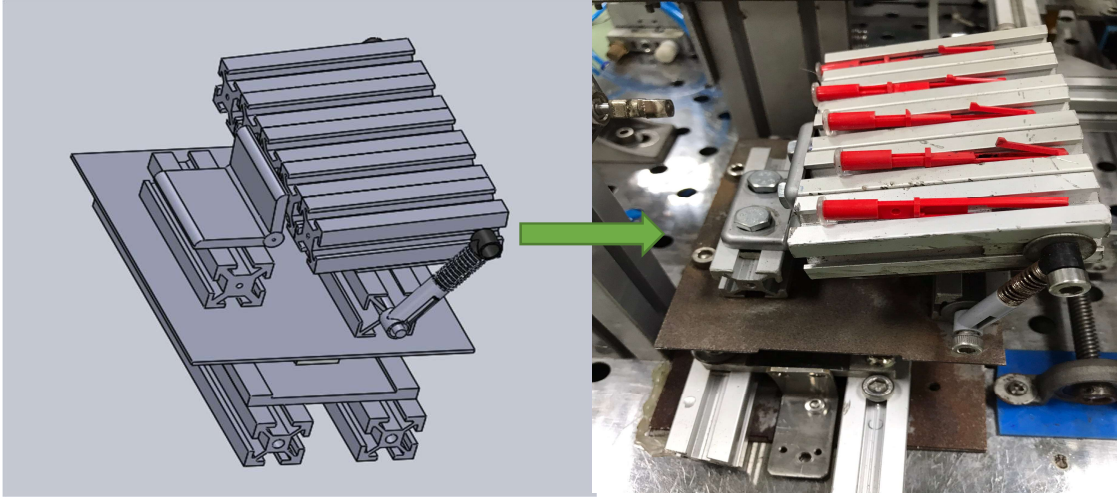
Hình 4.2: Cơ cấu đỡ và truyền vỏ bút thực tế.



Hình 4.3: Cơ cấu chứa và đẩy lò xo, ruột bút thực tế.

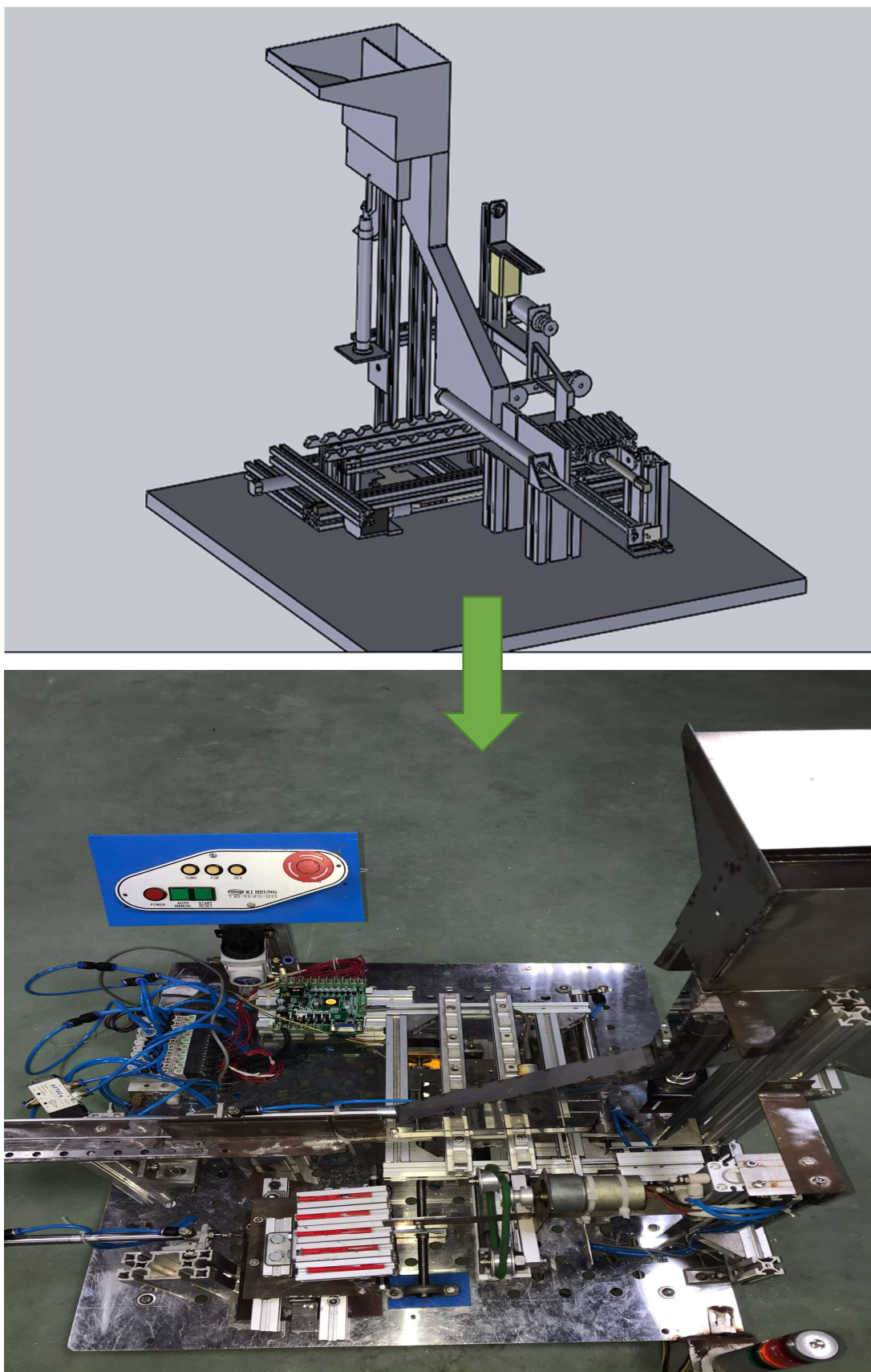


Hình 4.4: Cơ cấu xoay vỏ bút thực tế.



*Hình 4.5: Cơ cấu dây nút bấm thực tế.*





Hình 4.6. Hệ thống lắp ráp bút bi tự động thực tế.

**Bảng 8:** Thông số kỹ thuật của hệ thống lắp ráp bút bi tự động.

Vật liệu chế tạo khung.	Nhôm định hình, thép, inox.
Kích thước( dài x rộng x cao)	700x600x600mm.
Điện áp cung cấp	24V
Khí nén	
Quy trình lắp một chiếc bút bi	10s

**Cải tiến:**

- Với sản phẩm đã hoàn thiện như trên, vẫn còn tồn tại các nhược điểm cần được cải tiến để tăng năng suất làm việc tối đa.

+ Lắp song song 2 cơ cấu đẩy lò xo và ruột bút, 2 cơ cấu đẩy nút bấm để 2 trường hợp của đầu vỏ bút cùng được hoạt động hạn chế phế phẩm.

+ Sử dụng cảm biến phân biệt màu để có thể lắp bút bi nhiều màu.

## KẾT LUẬN

Sau quá trình nghiên cứu thiết kế, Nhóm nghiên cứu đã chế tạo thành công mô hình hệ thống lắp ráp bút bi tự động. Kết cấu cơ khí vững chắc, đơn giản, an toàn, thuận tiện trong quá trình vận hành. Xây dựng được bộ điều khiển máy bằng PLC hoạt động tốt đảm bảo các thao tác chọn chế độ hoạt động, đặt tốc độ.

Tuy nhiên vẫn còn những hạn chế nhất định như sự ổn định cần phải cải tiến thêm, tốc độ lắp ráp còn chậm. Trong quá trình nghiên cứu Nhóm cũng gặp nhiều khó khăn vì mới là sinh viên năm thứ 2 do đó hiểu biết về chuyên ngành chưa nhiều, vẫn cần có sự giúp đỡ của thầy hướng dẫn. Do đó trong quá trình nghiên cứu, chế tạo không tránh khỏi những thiếu sót nên Nhóm rất mong nhận được ý kiến đóng góp của quý thầy cô để chúng em hoàn thiện hơn hệ thống của mình. Chúng em xin chân thành cảm ơn!

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. PGS.TS Trần Văn Địch. Tự động hóa quá trình sản xuất. Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật năm 2001.
- [2]. Tài liệu hệ thống sản xuất tự động: <https://tailieu.vn/tag/he-thong-san-xuat-tu-dong.html>
- [3]. Tài liệu, giáo trình Chi tiết máy: <https://tailieu.vn/tag/giao-trinh-chi-tiet-may.html>
- [4]. Tài liệu tổng quan về PLC Mitsubishi: <https://plcmitsubishi.com/tong-quan-ve-plc-mitsubishi.html>