

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP THÁI NGUYÊN**  
**KHOA CƠ KHÍ**  
**BỘ MÔN KỸ THUẬT CƠ ĐIỆN TỬ**

----- o0o -----



**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

*CHUYÊN NGÀNH CƠ ĐIỆN TỬ*

*HỆ ĐẠI HỌC CHÍNH QUY*

*ĐỀ TÀI:*

*THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG HỆ THỐNG PHÂN LOẠI SẢN PHẨM THEO MÀU SẮC*

*Giáo viên hướng dẫn : T.S NGÔ NGỌC VŨ*

*Sinh viên thực hiện : ĐƯƠNG VĂN ĐỨC*

*NGUYỄN QUỐC CƯỜNG*

*Thái Nguyên, năm 2022*

## NHIỆM VỤ THIẾT KẾ TỐT NGHIỆP

Sinh viên thực hiện: Dương Văn Đức MSSV : K175520114078  
Nguyễn Quốc Cường MSSV : K175520114075

*Giáo viên hướng dẫn: TS Ngô Ngọc Vũ*

### 1. Tên đề tài tốt nghiệp:

THIẾT KẾ HỆ THỐNG PHÂN LOAI SẢN PHẨM THEO MÀU SẮC

### 2. Thông số kỹ thuật yêu cầu:

- Hệ thống có thể phân loại được sản phẩm theo màu sắc yêu cầu.
- Hệ thống vận hành đơn giản, dễ triển khai.

### 3. Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:

- Tổng quan
- Tổng hợp cấu trúc hệ thống
- Thiết kế và lựa chọn cơ cấu chấp hành
- Tích hợp trang bị điện, điện tử

### 4. Kết quả đạt được

- Bản vẽ thiết kế cơ khí.
- Bản thuyết minh thực hiện
- Sản phẩm thực

### 5. Ngày giao nhiệm vụ

### 6. Ngày hoàn thành nhiệm vụ

GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN

(Ký và ghi rõ họ tên)

TRƯỞNG BỘ MÔN

(Ký và ghi rõ họ tên)

## **NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Thái Nguyên, ngày....tháng....năm 2022

**Giáo viên hướng dẫn**

## **NHẬN XÉT CỦA HỘI ĐỒNG BẢO VỆ**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Thái Nguyên, ngày....tháng....năm 2022

**CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG**

## LỜI CẢM ƠN

Sau quá trình học tập và rèn luyện tại trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên, cùng với sự hướng dẫn tận tình của thầy cô giáo. Nhóm chúng em đã hoàn thành đề tài đồ án tốt nghiệp.

Nghiên cứu khoa học giúp sinh viên hệ thống lại được những kiến thức đã học trong suốt quá trình học tập, đồng thời bổ sung thêm những kinh nghiệm thực tế cần thiết, giúp phát huy khả năng tư duy sáng tạo, khả năng xử lí tình huống trong các vấn đề kĩ trước khi ra trường không những là một điều kiện tiên quyết, mà còn là một cơ hội để sinh viên được tư duy sáng tạo, củng cố lại kiến thức.

Đó là sự hướng dẫn, chỉ bảo tận tình của giáo viên hướng dẫn và các thầy cô trong bộ môn Cơ điện tử, nhóm chúng em đã hoàn thành đồ án tốt nghiệp đúng thời hạn. Tuy nhiên, do kiến thức, kinh nghiệm còn hạn chế và điều kiện không cho phép, nhóm chúng em không tránh khỏi những thiếu sót trong quá trình làm đề tài. Vì vậy, chúng em mong thầy cô bỏ qua cho những thiếu sót và góp ý cho nhóm để đồ án được hoàn thiện hơn.

Cuối cùng, nhóm chúng em xin được gửi lời cảm ơn chân thành tới thầy Ngô Ngọc Vũ cùng toàn thể các thầy cô trong bộ môn Cơ điện tử đã giúp đỡ chúng em trong suốt thời gian học tập tại nhà trường cũng như trong quá trình thực hiện đồ án này.

Nhóm sinh viên thực hiện

Dương Văn Đức

Nguyễn Quốc Cường

## MỤC LỤC

CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG PHÂN LOẠI SẢN PHẨM .....	7
1.1 Giới thiệu đề tài.....	7
1.2 Khái niệm hệ thống phân loại sản phẩm.....	7
1.3 Phương pháp thực hiện đề tài.....	8
1.4. Phạm vi đề tài.....	9
1.5 Nhiệm vụ nghiên cứu.....	9
CHƯƠNG II: TỔNG QUAN CÁC LINH KIỆN CHÍNH VÀ CƠ CẤU CHẤP HÀNH..	10
2.1 Arduino UNO R3 .....	10
2.1.1 Thông số kỹ thuật.....	12
2.1.2 Sơ đồ chân .....	13
2.2 Cảm biến màu sắc TCS3200 V2 chống nhiễu .....	13
2.2.1 Thông số kĩ thuật.....	17
2.3 LCD và mạch chuyển đổi I2C. ....	17
2.3.1 LCD 16x2.....	17
2.3.2 Module I2C Arduino .....	19
2.4 Relay trung gian .....	21
2.4.1 Thông số kỹ thuật.....	21
2.5 Module Hạ Áp Buck DC-DC LM2596 3A.....	22
2.6 Bộ nguồn 24 VDC.....	23
2.7 Cảm biến hồng ngoại (IR Infrared Obstacle).....	24
2.8 Biến trở 10K.....	25
2.9 Van điện tử.....	26
2.10 Van dùng trong hệ thống: van đảo chiều 5/2 .....	28
2.11 Van tiết lưu.....	28
2.12 Đè van khí nén .....	29
2.13 Xi lanh.....	30
2.13.1 Xy lanh khí nén: .....	30
2.13.2 Tính toán lựa chọn xy lanh:.....	31
2.14 Điều khiển tốc độ bằng tải thông qua biến trở, Arduino và mạch cầu L298 .....	32
2.15 Tính chọn động cơ băng tải.....	34

2.15.1 Lý do phải tính chọn động cơ băng tải .....	34
2.15.2 Tính chọn.....	35
<b>CHƯƠNG III: THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH VÀ PHỤ LỤC .....</b>	<b>38</b>
3.1 Các phần mềm thiết kế 3.1.1 Arduino IDE .....	38
3.2 Proteus 8 Professional .....	39
3.3 Solidworks .....	41
3.4 Kết nối và mô phỏng.....	42
3.4.1 Mạch mô phỏng hệ thống bằng autocad .....	42
3.5 Thiết kế mô phỏng hệ thống bằng phần mềm Solidworks và chế tạo chi tiết thực tế.43	
3.5.1 Đè băng tải .....	43
3.5.2 Con lăn .....	44
3.5.3 Khung băng tải .....	45
3.5.4 Chân băng tải.....	46
3.5.5 Giá treo cảm biến .....	46
3.5.6 Băng tải .....	47
3.5.7 Cơ cấu cáp phôi .....	48
3.5.8 Hệ thống khí nén .....	52
3.5.9 Khối điều khiển và màn hình hiển thị .....	53
3.5.10 Buồng tối .....	55
3.5.11 Lắp ghép hệ thống hoàn chỉnh .....	57
3.5.12 Vận hành hệ thống.....	59
<b>CHƯƠNG IV: KẾT LUẬN, HƯỚNG PHÁT TRIỂN TRONG TƯƠNG LAI VÀ ÁP DỤNG THỰC TẾ.....</b>	<b>60</b>
4.1 Ưu/Nhược điểm .....	60
4.2 Hướng phát triển .....	60
4.3 Tổng hợp linh kiện .....	60
<b>PHỤ LỤC.....</b>	<b>65</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>65</b>

## **CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG PHÂN LOẠI SẢN PHẨM**

### **1.1 Giới thiệu đề tài**

Hiện nay các dây chuyền sản xuất đã được tự động và một trong đó cần có các dây chuyền phân loại các sản phẩm. Trong đó có nhiều loại hệ thống phân loại sản phẩm như phân loại theo chiều cao, phân loại theo khối lượng, phân loại theo vật liệu, phân loại theo màu sắc... . Ở đây chúng em sử dụng hệ thống phân loại sản phẩm theo màu sắc với 3 màu chính là đỏ (R) ,xanh lá (G) ,xanh dương (B).

Với yêu cầu thiết kế như vậy và áp dụng các kiến thức đã học, cũng như tham khảo, học hỏi các đề tài thiết kế của các anh chị có phương pháp hoạt động gần giống với nguyên lý của hệ thống chúng em, nên chúng em đã lựa chọn và đề ra phương án thiết kế máy phân loại sản phẩm theo màu dựa trên nguyên lý hoạt động của mạch điện khí nén, cảm biến màu TCS3200.

Hệ thống phân loại sản phẩm gồm 2 thành phần tích hợp: Thành phần cơ khí bao gồm các giá đỡ, các xylanh khí nén và băng tải vận chuyển ; Thành phần điện, điện tử bao gồm các cảm biến quang phát hiện vật thể, cảm biến màu sắc, các Role điện tử và Van điện tử. Sản phẩm được sử dụng tự động hoá dễ dàng cho người sử dụng.

### **1.2 Khái niệm hệ thống phân loại sản phẩm**

Hệ thống phân loại sản phẩm là hệ thống điều khiển tự động hoặc bán tự động nhằm chia sản phẩm ra các nhóm có cùng thuộc tính với nhau để thực hiện đóng gói hay loại bỏ sản phẩm hỏng.

Có nhiều cách phân loại hệ thống phân loại sản phẩm.

Ví dụ:

- Dựa trên phương thức điều khiển chia hệ thống tự động hay bán tự động, có sự tham gia của con người hay không, mức độ đến đâu, điều khiển bằng PLC, vi xử lý.
- Theo màu sắc: màu sắc sẽ được cảm biến màu nhận biết chuyển sang tín hiệu điện rồi qua bộ chuyển đổi ADC về bộ xử lý.

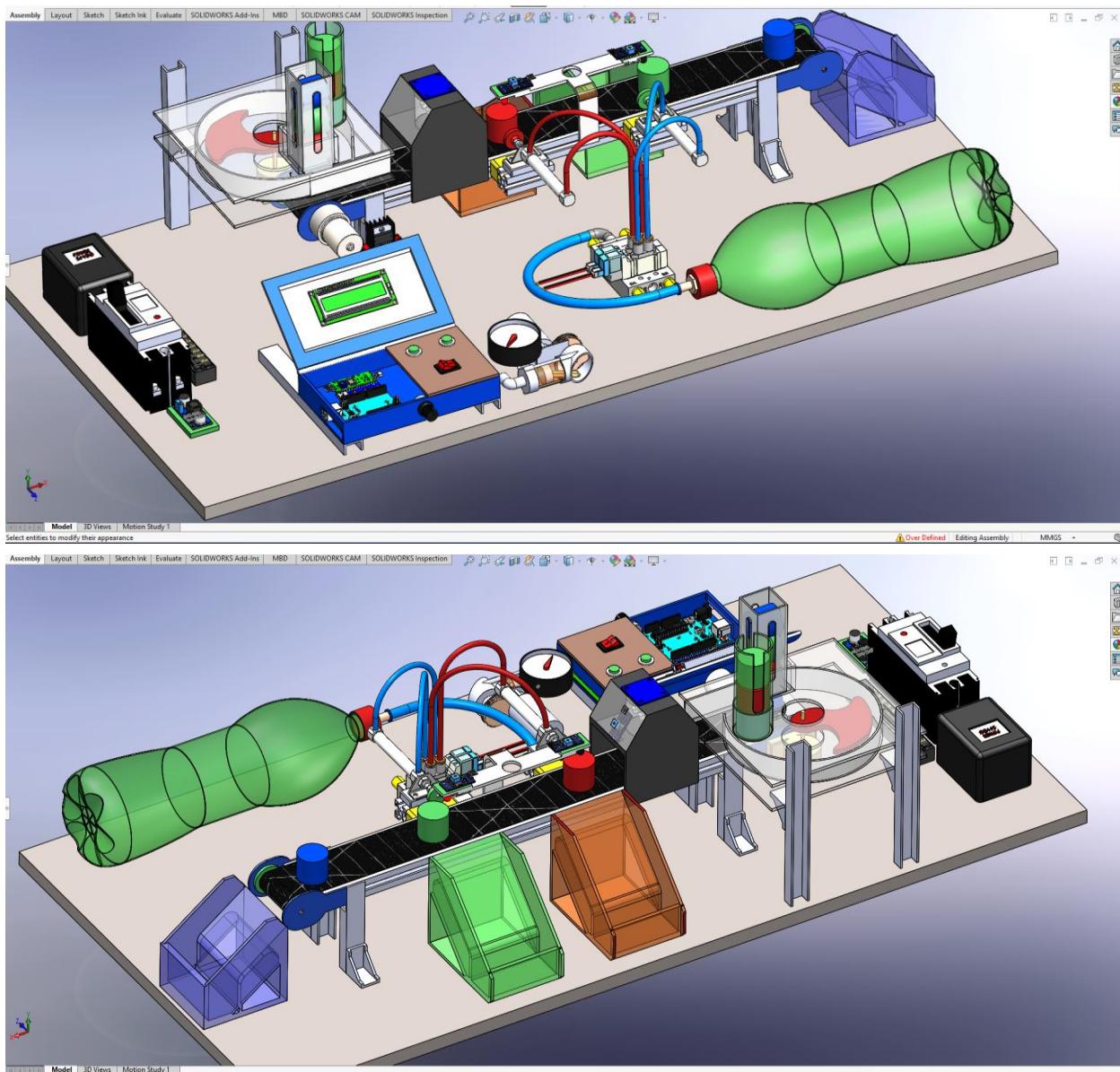
- o Theo trọng lượng, hình dáng kích thước bên ngoài.

Ngoài ra còn nhiều cách phân loại khác tùy vào yêu cầu và sự khác biệt của phôi với nhau.

### 1.3 Phương pháp thực hiện đề tài

Áp dụng các kiến thức đã học để xây dựng mô hình thực nghiệm, cụ thể:

- Tìm kiếm tài liệu qua sách vở, mạng xã hội, hỏi người có chuyên môn;
- Tiến hành lắp mạch và test mô hình trực tiếp dưới sự指导意见 của giáo viên hướng dẫn



Hình 1.3 Mô hình phân loại sản phẩm theo màu sắc

- Các yêu cầu kỹ thuật cần đạt được khi vận hành

Độ chính xác động học, động lực học;

- Ràng buộc kích thước và khối lượng;

- Ràng buộc về an toàn;

- Yêu cầu năng suất và hiệu suất thiết bị

- Yêu cầu về tính công nghệ gia công, lắp ghép, tính thẩm mỹ sản phẩm;

- Tính kinh tế của sản phẩm;

- Yêu cầu về bảo dưỡng;

- Khả năng nâng cấp;

#### **1.4. Phạm vi đề tài.**

Hệ thống phân loại sản phẩm là một đề tài đã được nghiên cứu và phát triển từ lâu. Hiện nay trong các nhà máy xí nghiệp có rất nhiều hệ thống hoàn thiện cả về chất lượng và thẩm mỹ. Tuy nhiên, trong phạm vi một đồ án môn học nên đề tài chỉ được giới hạn giải quyết các vấn đề sau

- Hệ thống điều khiển: Arduino.

- Cơ cấu phân loại sản phẩm: sử dụng piston khí nén để đẩy sản phẩm vào đúng vị trí

#### **1.5 Nhiệm vụ nghiên cứu**

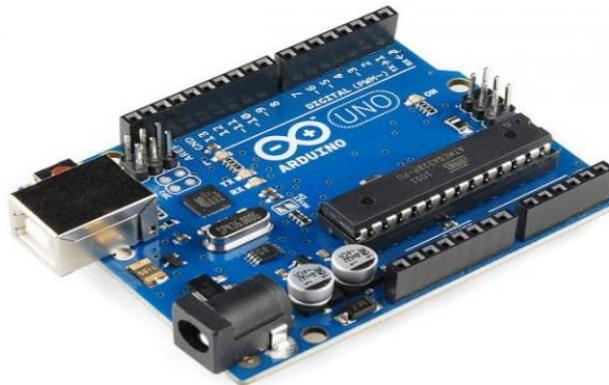
- Mục đích nghiên cứu thông qua đề tài là tìm hiểu về ứng dụng đếm và phân loại sản phẩm nên nhiệm vụ nghiên cứu gồm:**

- Tìm hiểu cơ chế hoạt động.
- Phân tích sơ đồ nguyên lý.

Nâng cao kỹ năng lập trình vi điều khiển, hàn mạch, làm sản phẩm điện tử. Phát triển khả năng tư duy cho sinh viên trong quá trình nghiên cứu.

## CHƯƠNG II: TỔNG QUAN CÁC LINH KIỆN CHÍNH VÀ CƠ CẤU CHẤP HÀNH

### 2.1 Arduino UNO R3



Hình 2.1 Bộ Arduino Uno R3.

- Arduino UNO SMD sử dụng chip AVR ATmega328P-PU SMD của Atmel. Nó có 14 cổng vào/ra số trong đó có 6 cổng có thể sử dụng ở chế độ băm xung PWM, 6 cổng vào/ra tương tự (có thể dùng làm cổng vào/ra số). Mạch Arduino UNO R3 có thể hoạt động ở tần số 16Mhz, có một cổng kết nối USB chuẩn B, một gõ vào cho nguồn, một đầu nối cho ICSP, và một nút bấm Reset.

Kích thước: 5x7cm.

- Chip: ATmega328P (32KB bộ nhớ chương trình với 0.5KB sử dụng cho bootloader, 2KB SRAM, 1KB EEPROM), tần số làm việc: 16Mhz.
- Điện áp hoạt động: 5V
- Điện áp gõ vào: 7-12V, điện áp giới hạn gõ vào 6-20V.
- Số cổng vào/ra số: 14 cổng (trong đó có 6 cổng PWM).
- Số cổng vào/ra tương tự: 6 cổng với độ phân giải 10 bit.

- Dòng cấp trên mỗi cổng: 30 mA.
- Dòng tiêu thụ: khoảng 30mA
- Dòng ra tối đa 5V: 500 mA
  - Dòng ra tối đa 3.3V: 50 mA

Các chân năng lượng

- **GND (Ground):** cực âm của nguồn điện cấp cho Arduino UNO. Khi bạn dùng các thiết bị sử dụng những nguồn điện riêng biệt thì những chân này phải được nối với nhau.
- **5V:** cấp điện áp 5V đầu ra. Dòng tối đa cho phép ở chân này là 500mA.
- **3.3V:** cấp điện áp 3.3V đầu ra. Dòng tối đa cho phép ở chân này là 50mA.
- **Vin (Voltage Input):** để cấp nguồn ngoài cho Arduino UNO, bạn nối cực dương của nguồn với chân này và cực âm của nguồn với chân GND.

Các cổng vào ra:

Arduino UNO có 14 chân digital dùng để đọc hoặc xuất tín hiệu. Chúng chỉ có 2 mức điện áp là 0V và 5V với dòng vào/ra tối đa trên mỗi chân là 40mA. Ở mỗi chân đều có các điện trở pull-up từ được cài đặt ngay trong vi điều khiển ATmega328 (mặc định thì các điện trở này không được kết nối).

Một số chân digital có các chức năng đặc biệt như sau:

- **2 chân Serial:** 0 (RX) và 1 (TX): dùng để gửi (transmit – TX) và nhận (receive – RX) dữ liệu TTL Serial. Arduino Uno có thể giao tiếp với thiết bị khác thông qua 2 chân này. Kết nối bluetooth thường thấy nói nôm na chính là kết nối Serial không dây. Nếu không cần giao tiếp Serial, bạn không nên sử dụng 2 chân này nếu không cần thiết
- **Chân PWM (~): 3, 5, 6, 9, 10, và 11:** cho phép bạn xuất ra xung PWM với độ phân giải 8bit (giá trị từ 0 → 255 tương ứng với 0V → 5V) bằng hàm analogWrite(). Nói một cách đơn giản, bạn có thể điều chỉnh được điện áp ra ở chân này từ mức 0V đến 5V thay vì chỉ cố định ở mức 0V và 5V như những chân khác.
- **Chân giao tiếp SPI:** 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Ngoài các chức năng thông thường, 4 chân này còn dùng để truyền phát dữ liệu bằng giao thức SPI với các thiết bị khác.

- **LED 13:** trên Arduino UNO có 1 đèn led màu cam (kí hiệu chữ L). Khi bấm nút Reset, bạn sẽ thấy đèn này nhấp nháy để báo hiệu. Nó được nối với chân số 13. Khi chân này được người dùng sử dụng, LED sẽ sáng.

Arduino UNO có 6 chân analog (A0 → A5) cung cấp độ phân giải tín hiệu 10bit (0 → 210-1) để đọc giá trị điện áp trong khoảng 0V → 5V. Với chân **AREF** trên board, bạn có thể để đưa vào điện áp tham chiếu khi sử dụng các chân analog. Tức là nếu bạn cấp điện áp 2.5V vào chân này thì bạn có thể dùng các chân analog để đo điện áp trong khoảng từ 0V → 2.5V với độ phân giải vẫn là 10bit.

Ngoài ra Aruino còn có hai chân SDA và SCL dùng cho giao tiếp I2C/TWI với các thiết bị khác.

### 2.1.1 Thông số kỹ thuật

Vi điều khiển : ATmega328 họ 8bit

Điện áp hoạt động : 5V DC (chỉ được cấp qua cổng USB)

Tần số hoạt động : 16 MHz

Dòng tiêu thụ: khoảng : 30mA

Điện áp vào khuyên dùng : 7-12V DC

Điện áp vào giới hạn : 6-20V DC

Số chân Digital I/O: 14 (6 chân hardware PWM)

Số chân Analog : 6 (độ phân giải 10bit)

Dòng tối đa trên mỗi chân I/O: 30 mA

Dòng ra tối đa (5V) : 500 mA

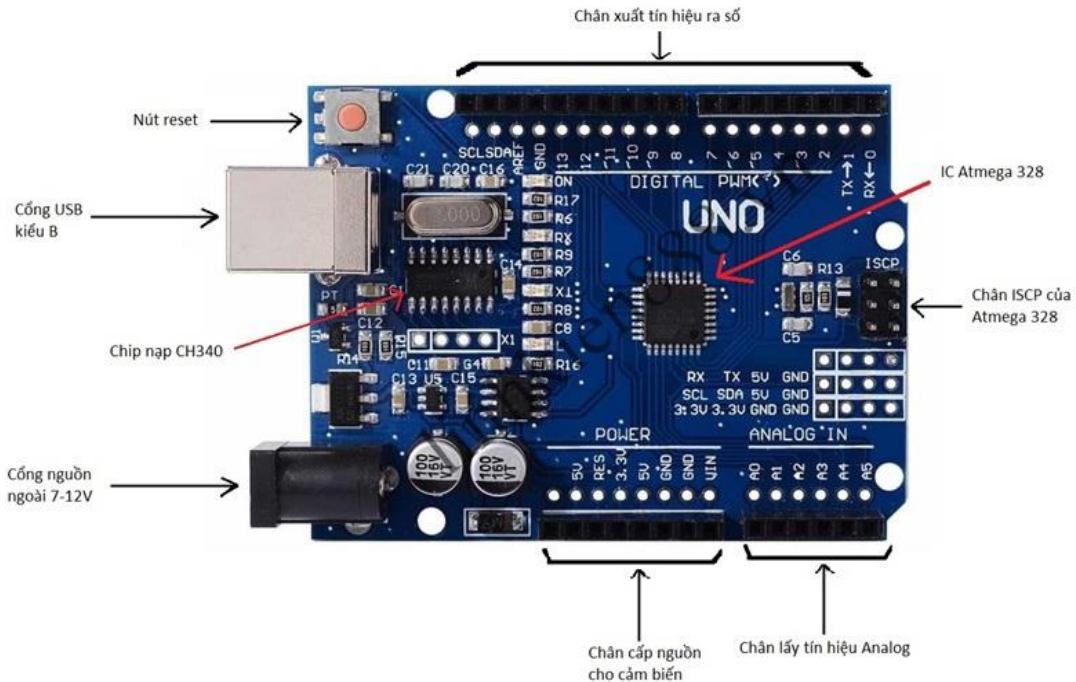
Dòng ra tối đa (3.3V) : 50 mA

Bộ nhớ flash : 32 KB (ATmega328) với 0.5KB dùng bởi bootloader

SRAM: 2 KB (ATmega328)

EEPROM: 1 KB (ATmega328)

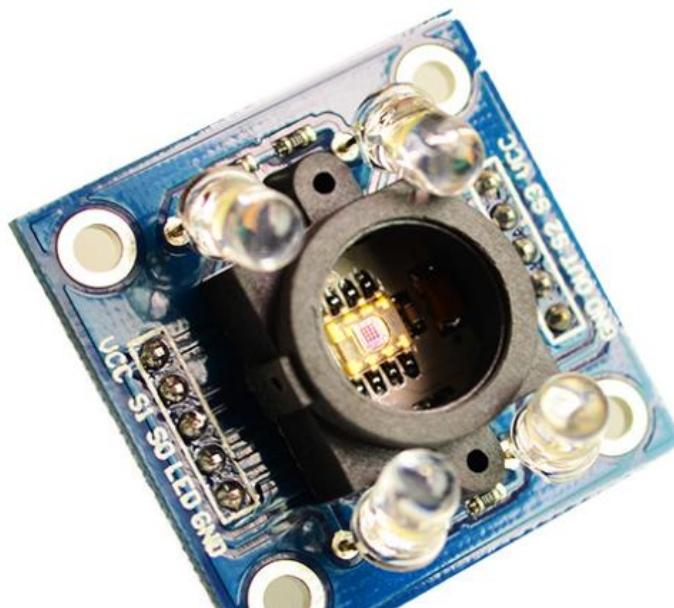
## 2.1.2 Sơ đồ chân



Hình 2.1.2 Sơ đồ chân của board Arduino uno.

## 2.2 Cảm biến màu sắc TCS3200 V2 chống nhiễu

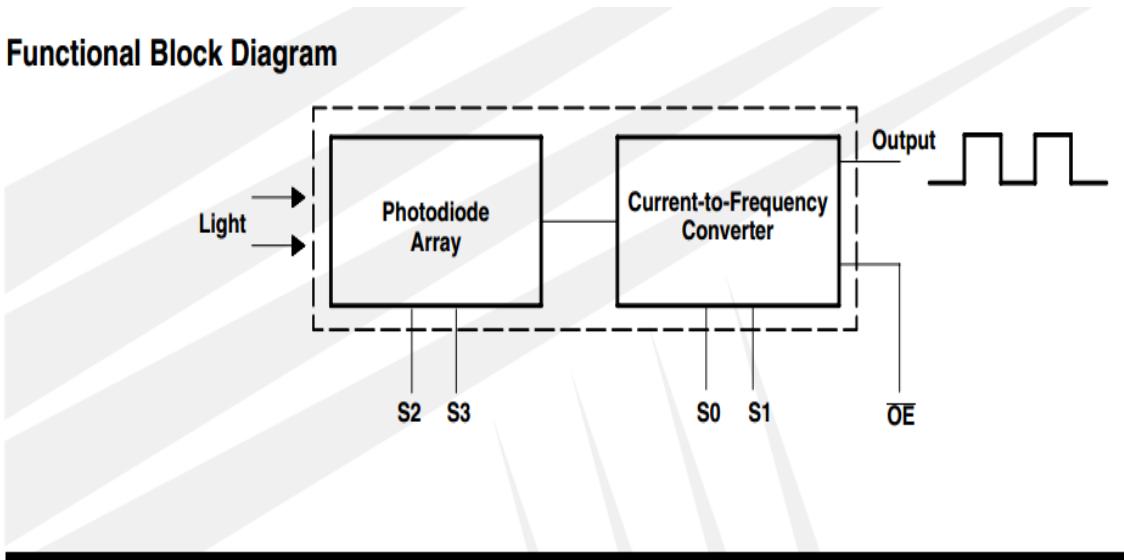
- Cảm biến màu sắc TCS3200 Color Sensor được sử dụng để nhận biết màu sắc bằng cách đo phản xạ 3 màu sắc cơ bản từ vật thể là đỏ, xanh lá và xanh dương từ đó xuất ra tần số xung tương ứng với 3 màu này qua các chân tín hiệu, đo 3 tần số xung này và qua 1 vài bước chuyển đổi nhất định là bạn sẽ có được thông tin của màu sắc của vật thể cần đo.



Hình 2.2 Cảm biến màu sắc TCS3200

## Nguyên lý hoạt động cảm biến màu TCS3200 :

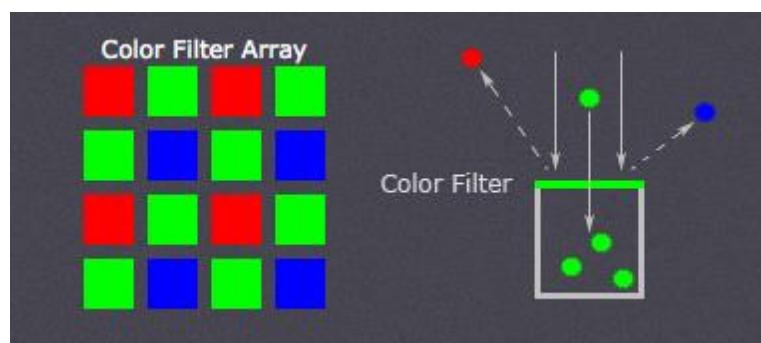
-Cấu tạo cảm biến TCS3200 gồm 2 khối như hình vẽ phía dưới:



Hình 2.2.1 Sơ đồ khối chức năng cảm biến màu sắc TCS3200

+Khối đầu tiên là mảng ma trận 8x8 gồm các photodiode.Bao gồm 16 photodiode có thể lọc màu sắc xanh dương (Blue),16 photodiode có thể lọc màu đỏ (Red),16 photodiode có thể lọc màu xanh lá(Green) và 16 photodiode trắng không lọc (Clear).Tất cả photodiode cùng màu được kết nối song song với nhau và được đặt xen kẽ nhau nhằm mục đích chống nhiễu.

Bản chất của 4 loại photodiode trên như là các bộ lọc ánh sáng có màu sắc khác nhau .Có nghĩa nó chỉ tiếp nhận các ánh sáng có cùng màu với loại photodiode tương ứng và không tiếp nhận các ánh sáng có màu sắc khác.



2.2.2 Mảng lọc màu sắc của TCS3200

Việc lựa chọn 4 loại photodiode này thông qua 2 chân đầu vào S2,S3 :

<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>PHOTODIODE TYPE</b>
L	L	Red
L	H	Blue
H	L	Clear (no filter)
H	H	Green

#### 2.2.3 Các loại diot quang của TCS3200

+ Khối thứ 2 là bộ chuyển đổi dòng điện từ đầu ra khối thứ nhất thành tần số :

<b>S0</b>	<b>S1</b>	<b>OUTPUT FREQUENCY SCALING (<math>f_o</math>)</b>
L	L	Power down
L	H	2%
H	L	20%
H	H	100%

#### 2.2.4 Bộ chuyển đổi dòng điện

Tần số đầu ra có độ rộng xung 50% và tỉ lệ với ánh sáng có cường độ và màu sắc khác nhau .

Tần số đầu ra nằm trong khoảng 2Hz-500Khz .

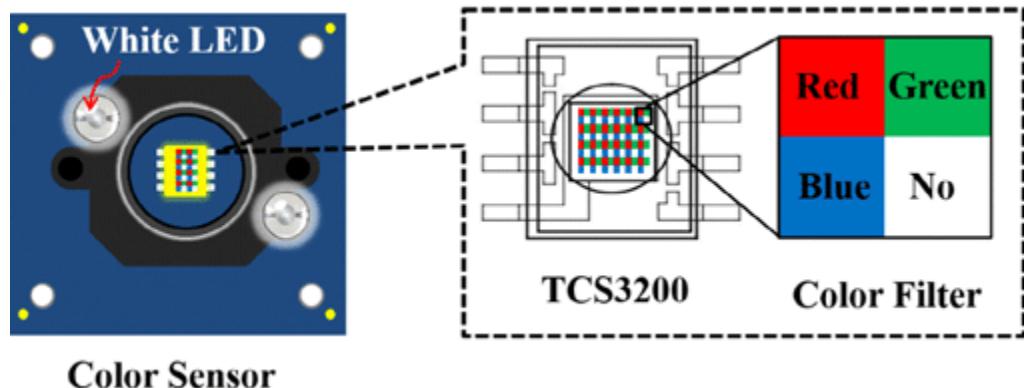
Ta có thể lựa chọn tỉ lệ tần số đầu ra ở các mức khác nhau như bảng trên cho phù hợp với phần cứng đo tần số .

Ví dụ : Tần số khi S0=H,S1=H -Fout=500Khz thì:

S0=H,S1=L -Fout=100Khz

S0=L,S1=H -Fout=10Khz

S0=L,S1=L -Fout=0



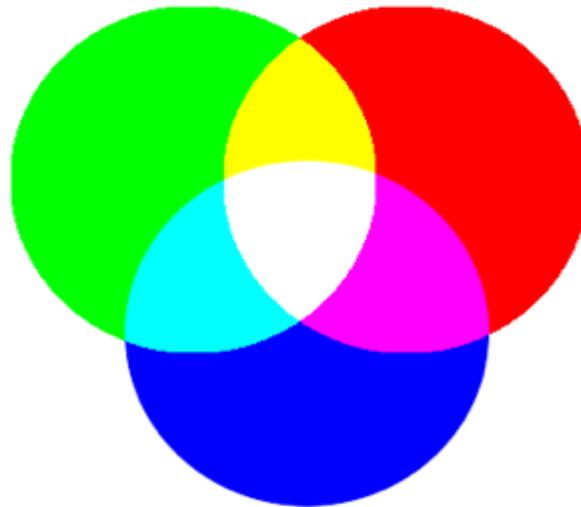
Hình 2.2.5 Cấu tạo của TCS3200

Nguyên lý hoạt động :

Ánh sáng trắng là hỗn hợp rất nhiều ánh sáng có bước sóng màu sắc khác nhau . Khi ta chiếu ánh sáng trắng vào một vật thể bất kì . Tại bề mặt vật thể sẽ xảy ra hiện tượng hấp thụ và phản xạ ánh sáng

Ví dụ : Một vật thể có màu sắc đỏ khi được chiếu ánh sáng trắng thì những ánh sáng không nằm trong dải bước sóng màu đỏ sẽ bị vật thể hấp thụ . Còn ánh sáng có bước sóng nằm trong dải màu đỏ sẽ bị phản xạ ngược trở lại . Và khiến mắt ta nhận biết vật thể đó là màu đỏ.

Màu sắc bất kì được tổng hợp từ 3 màu cơ bản Blue,Green,Red :



Hình 2.2.6 Màu cơ bản

Dựa trên nguyên lý sự phản xạ , hấp thụ ánh sáng trắng của vật thể và sự phối chộn màu sắc

bởi 3 màu cơ bản Blue,Green,Red thì TCS3200 có cấu tạo là 4 bộ lọc photodiode Blue,Green,Red và clear để nhận biết màu sắc vật thể. Tại đây cảm biến sẽ phát hiện ánh sáng phản xạ và cường độ ánh sáng, đo và đưa về mạch xử lý tín hiệu phân tích để chuyển đổi tín hiệu điện phù hợp với màu sắc nhận được.

### 2.2.1 Thông số kỹ thuật

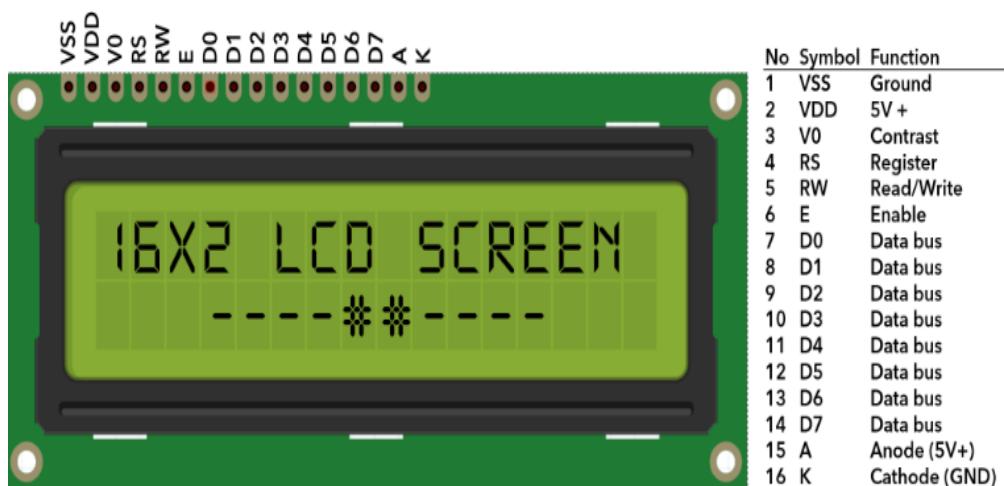
- Sensor: TCS3200
- Nguồn sử dụng: 2.7~5.5VDC
- Ngõ ra: 3 tần số xung tương ứng 3 màu đỏ xanh dương và xanh lá.

GND	GND
OE	Enable (Mức Thấp)
OUT	đầu ra tín hiệu tần số
S0, S1	Dùng để lựa chọn tỷ lệ tần số
S2, S3	Dùng để lựa chọn kiểu photodiode
VCC	2.7V đến 5.5V

### 2.3 LCD và mạch chuyển đổi I2C.

#### 2.3.1 LCD 16x2.

LCD có chức năng nhận hoặc truyền tín hiệu từ vi điều khiển và hiển thị trạng thái ra màn hình.



, *Hình 2.3 LCD 16x2 và các chân*

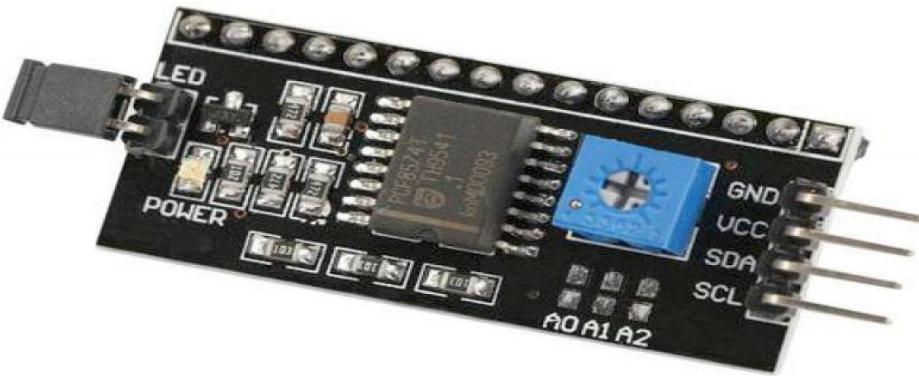
Thứ Tự	Tên	Chức năng
1	Vss (GND)	0 V
2	Vdd (VCC)	5 VDC
3	Vee	Điều chỉnh độ tương phản, nguồn từ 0-5VDC
4	RS	Lựa chọn thanh ghi (Thanh ghi lệnh và thanh ghi dữ liệu) RS=0 : Thanh ghi lệnh (khi ghi) tức là data trên chân D0-D7 là lệnh RS=1 : Thanh ghi dữ liệu (Khi ghi và đọc): tức là data trên chân D0-D7 là dữ liệu
5	R/W	R/W=0 : Ghi dữ liệu (vi điều khiển ->LCD) R/W=1 : Đọc dữ liệu (LCD-> Vi điều khiển)
6	E	E=0 : Vô hiệu hóa LCD E=1 : LCD hoạt động E chuyển từ 1->0: Bắt đầu ghi/đọc LCD
7	D0	Chân dữ liệu bit 0
8	D1	Chân dữ liệu bit 1
9	D2	Chân dữ liệu bit 2
10	D3	Chân dữ liệu bit 3

11	D4	Chân dữ liệu bit 4
12	D5	Chân dữ liệu bit 5
13	D6	Chân dữ liệu bit 6
14	D7	Chân dữ liệu bit 7
16	A	Cực dương led nền LCD
17	K	Cực âm led nền LCD

Bảng 2.3.1 Chức năng của các chân LCD.

### 2.3.2 Module I2C Arduino

LCD có quá nhiều chân gây khó khăn trong quá trình kết nối và chiếm dụng nhiều chân của vi điều khiển? Module chuyển đổi I2C cho LCD sẽ giải quyết vấn đề này, thay vì sử dụng tối thiểu 6 chân của vi điều khiển để kết nối với LCD (RS, EN, D7, D6, D5 và D4) thì với module chuyển đổi chỉ cần sử dụng 2 chân (SCL, SDA) để kết nối. Module chuyển đổi I2C hỗ trợ các loại LCD sử dụng driver HD44780(LCD 1602, LCD 2004, ... ), kết nối với vi điều khiển thông qua giao tiếp I2C, tương thích với hầu hết các vi điều khiển hiện nay.

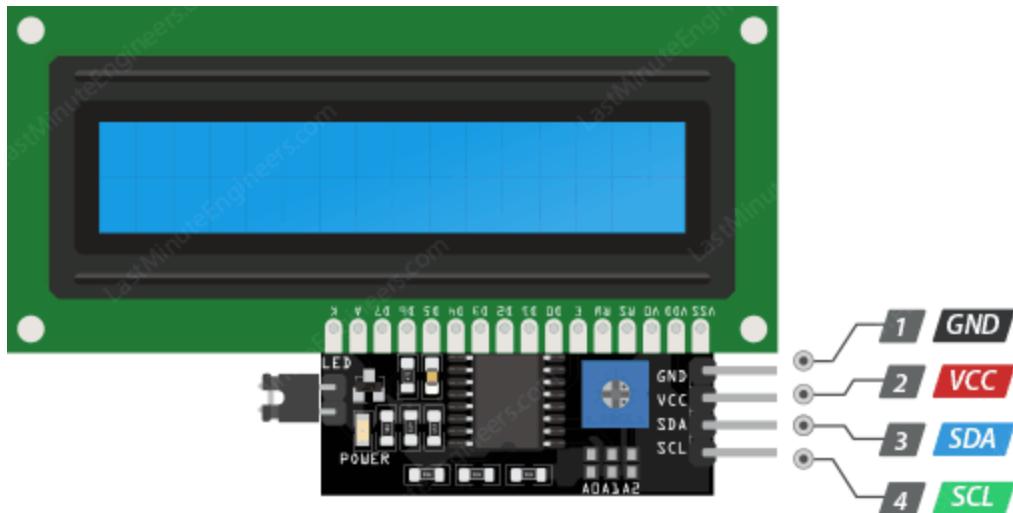


Hình 2.3.2 Mạch chuyển đổi I2C.

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp hoạt động: 2.5-6V DC
- Hỗ trợ màn hình: LCD1602,1604,2004 (driver HD44780)
- Giao tiếp: I2C
- Địa chỉ mặc định: 0X27 (có thể điều chỉnh bằng ngắn mạch chân A0/A1/A2)
- Kích thước: 41.5mm(L)x19mm(W)x15.3mm(H)
- Trọng lượng: 5g

- Tích hợp Jump chốt để cung cấp đèn cho LCD hoặc ngắt
- Tích hợp biến trở xoay điều chỉnh độ tương phản cho LCD



Hình 2.3.3 Kết quả ghép nối module I2C với LED 16x2.

- **Phương thức hiển thị trên LCD:**

LCD 16x2 nó có 2 chế độ giao tiếp 4bit và 8 bit.

Ở chế độ 8bit thì cần kết nối 8 chân data từ D0 đến D7 của LCD vào 8 chân MCU(VĐK). Mỗi lần truyền được 1 byte(8bit).

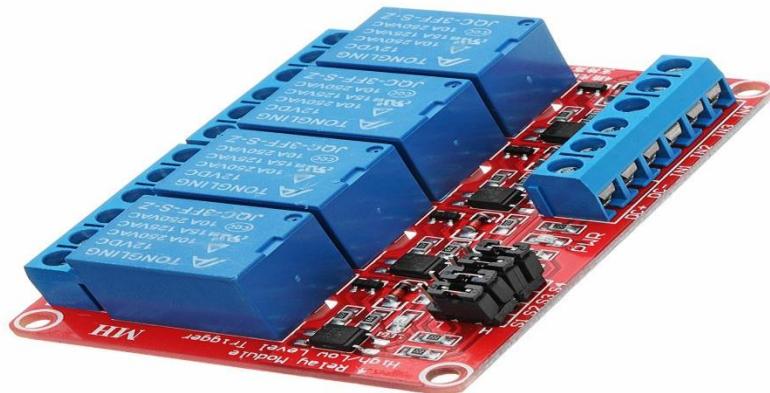
Ở chế độ 4bit cần kết nối 4 chân data từ D4 đến D7 vào MCU. Mỗi lần truyền được 4 bit. Để truyền được đủ 1 byte thì phải cắt byte đó ra làm 2 phần (gọi là nibble) và truyền 2 lần liên tiếp.

4bit cao nhất trong byte là high nibble được truyền đi trước.

4bit thấp nhất còn lại là low nibble được truyền đi sau.

Việc kết nối chân nào của LCD vào chân nào của MCU là không bắt buộc cố định. Nếu kết nối theo đúng PORT thì giám được dung lượng Firmware nhưng hạn chế về mặt thiết kế phần cứng, và ngược lại.

## 2.4 Relay trung gian



Hình 2.4 Relay 5v modul 4

- **Giới thiệu Module 4 relay 5V với opto cách ly kích H/L**

Module 4 relay 5V với Opto cách ly gồm 4 rơ le hoạt động tại điện áp 5VDC, chịu được hiệu điện thế lên đến 250VAC 10A. Module 4 relay 5V với Opto cách ly được thiết kế chắc chắn, khả năng cách điện tốt. Trên module đã có sẵn mạch kích relay sử dụng transistor và IC cách ly quang giúp cách ly hoàn toàn mạch điều khiển (vi điều khiển) với rơ le bảo đảm vi điều khiển hoạt động ổn định. Có sẵn header rất tiện dụng khi kết nối với vi điều khiển.

- **Module 4 relay 5V với opto cách ly kích H/L**

**Module 4 relay 5V với Opto cách ly** sử dụng chân kích mức Thấp (0V), khi có tín hiệu 0V vào chân IN thì relay sẽ nhảy qua thường Hở của Relay. Ứng dụng với relay module khá nhiều bao gồm cả điện DC hay AC.

### 2.4.1 Thông số kỹ thuật

- Điện áp hoạt động: 5VDC.
- Dòng tiêu thụ: 200mA/1Relay

- Tín hiệu kích: High (5V) hoặc Low (0V) chọn bằng Jumper.
- Relay trên mạch:
  - + Nguồn nuôi: 5VDC.
  - + Tiếp điểm đóng ngắt max: 250VAC-10A hoặc 30VDC-10A
- Kích thước: 72mm \* 55mm \* 19mm.

## 2.5 Module Hạ Áp Buck DC-DC LM2596 3A



Hình 2.5 Modul hạ áp lm2596

Module buck DC-DC LM2596 là Module dùng để hạ điện áp đầu vào , dải điện áp đầu ra lớn (từ 1.23V đến 30V) , nhỏ gọn , dễ dàng sử dụng, ử dụng trong các mạch biến đổi nguồn DC - DC hay mạch cần giảm điện áp.

### Thông số kỹ thuật của mạch hạ áp dc-dc

- Điện áp đầu vào: 4V-35V
- điện áp đầu ra: 1.23V-30V

- Dòng đầu ra: 3A (max)
- Hiệu suất chuyển đổi: 92% (tối đa)
- Tần số hoạt động module ha áp: 150kHz
- Nhiệt độ hoạt động: -40 °C đến + 85 °C
- Kích thước: 23x14x8(mm)

## **2.6 BỘ NGUỒN 24VDC**



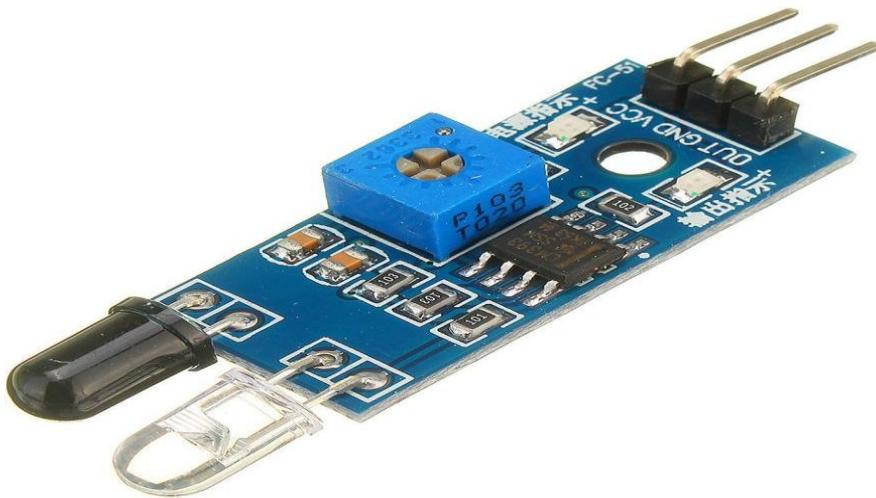
*Hình 2.6 Bộ nguồn 24VDC*

### **Thông số kỹ thuật**

- Điện áp đầu vào: 220VAC
- điện áp đầu ra: 24VDC
- Dòng điện đầu ra 1200Ma
-

## 2.7 Cảm biến hồng ngoại (IR Infrared Obstacle)

Cảm biến vật cản hồng ngoại có khả năng thích nghi với môi trường, có một cặp truyền và nhận tia hồng ngoại. Tia hồng ngoại phát ra một tần số nhất định, khi phát hiện hướng truyền có vật cản (mặt phản xạ), phản xạ vào đèn thu hồng ngoại, sau khi so sánh, đèn màu xanh sẽ sáng lên, đồng thời đầu cho tín hiệu số đầu ra (một tín hiệu bậc thấp).



Hình 2.7a Cảm biến hồng ngoại IR

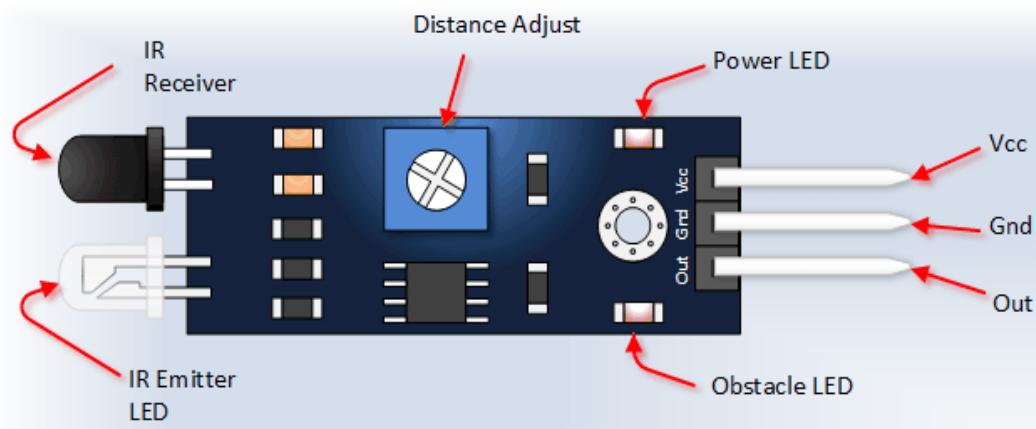
Khoảng cách làm việc hiệu quả  $2 \sim 5\text{cm}$ , điện áp làm việc là  $3.3\text{ V}$  đến  $5\text{V}$ . Độ nhạy sáng của cảm biến vật cản hồng ngoại được điều chỉnh bằng chiết áp, cảm biến dễ lắp ráp, dễ sử dụng,....

Có thể được sử dụng rộng rãi trong robot tránh chướng ngại vật, xe tránh chướng ngại vật và dò đường....

### Thông số kỹ thuật

- Bộ so sánh sử dụng LM393, làm việc ổn định
- Điện áp làm việc:  $3.3\text{V} - 5\text{V DC}$ .
- Khi bật nguồn, đèn báo nguồn màu đỏ sáng.
- Lỗ vít  $3\text{ mm}$ , dễ dàng cố định, lắp đặt.
- Kích thước:  $3.2\text{cm} * 1.4\text{cm}$

### Sơ đồ cảm biến



Hình 2.7b Sơ đồ cảm biến

Công giao tiếp:

- VCC: điện áp chuyển đổi từ 3.3V đến 5V (có thể được kết nối trực tiếp đến vi điều khiển 5V và 3.3V)
- GND: GND ngoài
- OUT: đầu ra kỹ thuật số

### 2.8 Biến trờ 10K



Hình 2.8 Biến trờ 10k

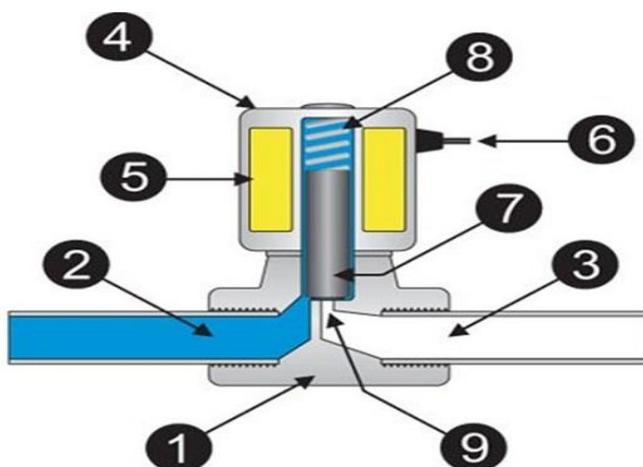
Biến trờ được sử dụng rộng rãi trong các mạch công suất, âm li, mạch điều khiển tốc độ động cơ,... Biến trờ hoạt động như 1 điện trở có khả năng thay đổi điện trở khi vặn núm điều chỉnh Thông số điện:

- Tổng trở kháng:  $1K\Omega - 1M\Omega$  (Tùy giá trị biến trở)
- Tổng dung sai kháng chiến:  $\pm 20\%$
- Đặc tính trở kháng loại: A, B, C, D
- Điện áp hoạt động tối đa: B Linear: DC 50V / AC 25V
- Công suất định mức: B Linear: 0.5W
- Tiếng ồn: Dưới 100mV
- Chống cách điện: Hơn  $100M\Omega$
- Điện áp chịu được: 1 phút ở AC 250 V

## 2.9 Van điện tử

Van điện tử là một thiết bị cơ điện được sử dụng để kiểm soát dòng chảy chất lỏng hoặc khí. Van điện tử hay còn gọi là solenoid valve hoạt động với điện áp 220V hoặc 24V và được điều khiển thông qua một cuộn dây.

- Cấu tạo van điện tử:



Hình 2.9 Cấu tạo van điện tử

Về chi tiết, cấu tạo của một van điện tử hoàn chỉnh sẽ bao gồm các bộ phận sau:

1. Thân van
2. Môi chất
3. Ống rỗng dẫn lưu chất đi qua
4. Vỏ cuộn coil
5. Coil điện hay được gọi là đầu điện
6. Dây điện
7. Trục van

## 8. Lò xo

### 9. Khe hở để lưu chất đi qua

#### - Nguyên lý hoạt động

Dưới sự tác động của dòng điện được cấp chạy qua cuộn dây, từ trường sẽ được sinh ra tạo một lực đẩy piston di chuyển đi lên nhằm mở thông van. Đây là nguyên tắc hoạt động cơ bản được sử dụng nhằm đóng mở van điện từ. Tuy nhiên với những van có đặc điểm cấu tạo khác nhau thì quá trình này cũng sẽ có những điểm không giống nhau.

Cụ thể, với van điện từ thường đóng, có nghĩa là ở trạng thái bình thường cửa van sẽ đóng, dòng lưu chất không được chảy qua. Khi điện được cấp vào van, lõi dây đồng bên trong coil điện sẽ sinh ra từ trường (theo nguyên lý nam châm điện). Lực từ trường này sẽ truyền qua trực, tác động đến hút piston đang làm nhiệm vụ đóng cửa van. Van mở cửa và dòng lưu chất chảy qua. Khi ngắt điện, cuộn coil không sinh ra từ trường. Lực từ sẽ mất và lực của lò xo sẽ làm pít tông đóng cửa van. Van trở về trạng thái ban đầu.

Và ngược lại với loại van điện từ thường mở. Ở trạng thái bình thường, van mở để dòng lưu chất đi qua. Khi cung cấp điện, từ trường được sinh ra sẽ tác động đến pít tông làm cửa van đóng lại. Dòng chất ngưng chảy qua. Khi ngắt điện, từ trường mất và van trở lại trạng thái ban đầu.

Một số hệ thống hiện nay đã kết hợp thành công van solenoid với các thiết bị hẹn giờ, cảm biến để van có thể tự động làm việc theo cài đặt sẵn, đảm bảo thời gian và công suất ổn định.

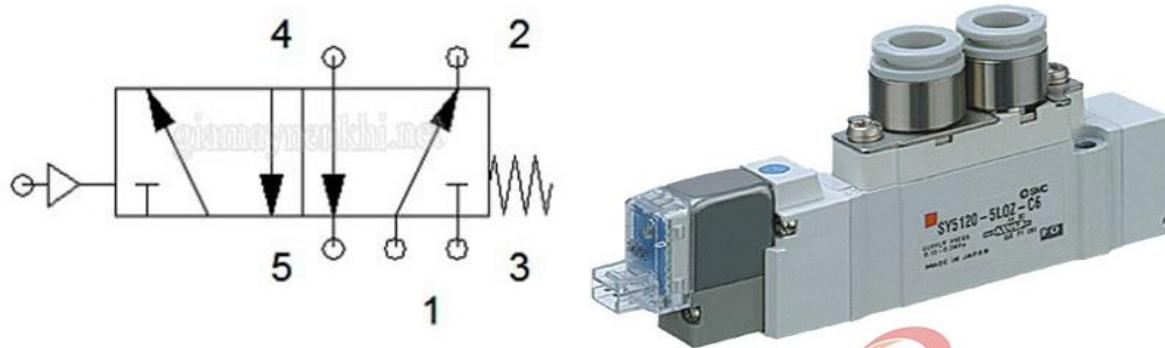
#### - *Ưu điểm:*

- thời gian chuyển đổi trạng thái làm việc của van hay nói cách khác là đóng – mở rất nhanh. Theo như quan sát và thì thời gian trung bình khoảng từ 1-3s.
- Khi vận hành êm ái, ổn định, ít tiếng ồn, không rung và an toàn với con người.
- Thiết kế nhỏ gọn, vật liệu bền, thuận tiện cho việc di chuyển, lắp đặt, thay thế trong mọi không gian, vị trí và môi trường có tính chất khắc nghiệt khác nhau như: nước nóng, nước lạnh, hơi, hóa chất...
- Van có chế độ đóng/mở tự động kết hợp với các thiết bị hẹn giờ, cảm biến sẽ ít tiêu tốn điện năng, giảm việc sử dụng nhân công điều khiển trực tiếp từ đó tiết kiệm các chi phí.
- Hầu hết các van điện từ đều có giá thành phải chăng, phù hợp với nhu cầu mua và sử dụng của mọi đối tượng khách hàng hay công ty, nhà máy. Độ phổ biến cao, dễ dàng mua được tại các công ty, đại lý bán thiết bị van, khí nén công nghiệp.

- **Nhược điểm:**

- Do sử dụng điện năng để hoạt động nên sẽ bị ảnh hưởng khi mất điện hoặc điện gấp sự cố, chập chờn khiến van không đóng mở kịp thời theo đúng yêu cầu.
- Vào thời điểm đầu hành trình đối với van điện từ thường mở và cuối hành trình đối với van thường đóng, van sẽ có sự chênh lệch áp suất của lá van. Chính vì thế mà lực cần để tác động lên van sẽ lớn nên động cơ sẽ bị quá tải ở thời điểm này.
- Van không thích hợp dùng cho nước bẩn hoặc dòng lưu chất nhiều cặn, tạp chất. Điều này sẽ ảnh hưởng đến khả năng đóng kín và mở cửa của van, làm tắc nghẽn hoặc kẹt van khiến năng suất hoạt động giảm đi đáng kể

## 2.10 Van dùng trong hệ thống: van đảo chiều 5/2



Hình 2.10 Van điện từ một đầu điện

- Thông số kỹ thuật van:

- Loại van: 5 cửa 2 vị trí
- Điện áp đầu vào: 24V
- Kích thước cửa: Cửa vào, Cửa ra: 1/4", Cửa xả 1/8"
- Môi trường làm việc: Khí nén
- Áp suất làm việc: 0.15 - 0.8 MPa
- Nhiệt độ cho phép: -5°C đến 60°C
- Sai số điện áp cho phép: ±10%
- Công suất tiêu thụ: DC24V-3.0W
- Thời gian đáp ứng: 0.05s

## 2.11 Van tiết lưu

Van tiết lưu là loại khớp nối nhanh dây hơi, 1 đầu có gen ngoài vặn vào thiết bị, 1 đầu có nối nhanh vào dây hơi, đặc biệt có thêm núm điều chỉnh áp lực của hơi.

Van có chất liệu 1 đầu bằng hợp kim, phần còn lại làm bằng nhựa PE có độ bền cao, nút điều chỉnh bằng hợp kim.



Hình 2.11 Van tiết lưu

❖ **Đặc điểm chung:**

- Dễ gắn và tháo ống.
- Có nút vặn chỉnh áp.

❖ **Thông số kỹ thuật:**

- Chất liệu: gen hợp kim.
- Đầu cắm nhựa cứng.
- Kiểu dáng: gen ngoài có nút chỉnh áp.
- Áp suất: 0.1- 1.0 Mpa.

❖ **Nhiệm vụ:** điều chỉnh lưu lượng khí cấp vào xilanh.

## 2.12 Đè van khí nén

- Đè van khí nén giúp tối ưu không gian cũng như quy trình đấu nối hệ thống khí nén một cách nhanh gọn và tiết kiệm nhất, giúp cho việc điều khiển và lắp đặt dễ dàng và an toàn cho người sử dụng.



*Hình 2.12 Một số loại cút nối*

❖ **Nhiệm vụ:** Kết nối ống khí với các cửa vào ra của van và xy lanh

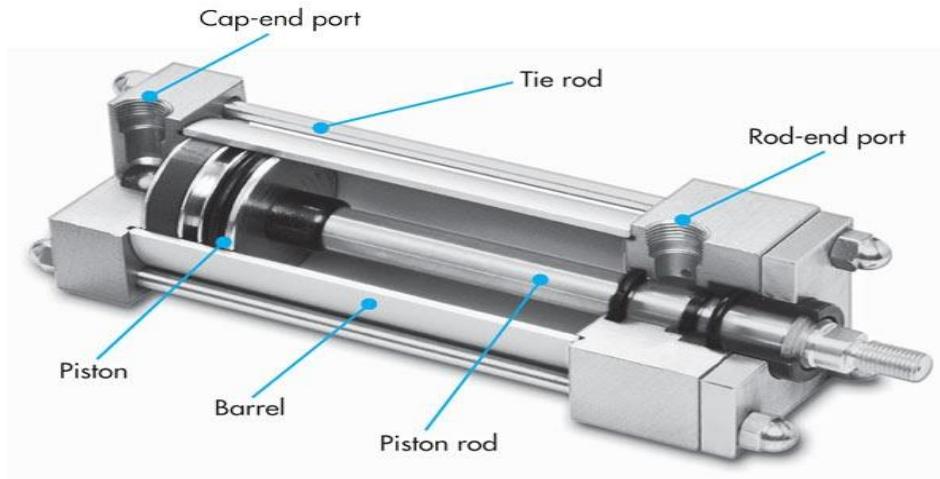
## 2.13 Xi lanh

### 2.13.1 Xy lanh khí nén:

*Định nghĩa:* Xy lanh khí nén là một thiết bị cơ học không thể thiếu trong những loại máy nó hoạt động được là do dựa trên một nguyên tắc sử dụng khí nén thông thường là không khí, nguyên tắc hoạt động của nó sẽ truyền một lực có sẵn và làm chuyển một nguồn năng lượng tích tụ từ bên trong thành luồng khí nén động lực.

*Nguyên tắc hoạt động:* Sử dụng nguồn lực từ bên trong vì vậy mà không hề tiêu tốn hay chịu bất cứ tác động nào từ dòng năng lượng bên ngoài. Khi có lực nén khí cấp vào xy lanh khí nén với một áp suất nhất định sẽ làm nở không khí và tác động một lực nhất định đẩy piston di chuyển một cách từ từ theo hướng mình mong muốn.

Xy lanh khí nén hoạt động một cách tự động thông qua cấp khí nén được cài đặt sẵn bằng một van điện từ khí nén có tác dụng cấp khí cho xy lanh piston có thể đi hết hành trình đòi hỏi lượng khí trong xy lanh phải được thải ra ngoài. Nguồn khí cung cấp cho xy lanh sẽ được nén ở một mức áp suất và nhiệt độ nhất định. Nhờ sự chênh lệch giữa mức áp suất trong xy lanh và áp suất ở môi trường bên ngoài khiến cho không khí bị giãn nở và năng lượng khí nén được chuyển đổi thành động năng. Do đó sự chuyển đổi năng lượng được thực hiện không phụ thuộc vào môi trường bên ngoài. Khi cung cấp nguồn khí cho xy lanh thì không khí sẽ được nén và chiếm không gian trong lòng xy lanh. Lượng khí này chiếm không gian lớn dần lên và khiến cho piston di chuyển làm sinh ra công giúp cho các thiết bị hoạt động.



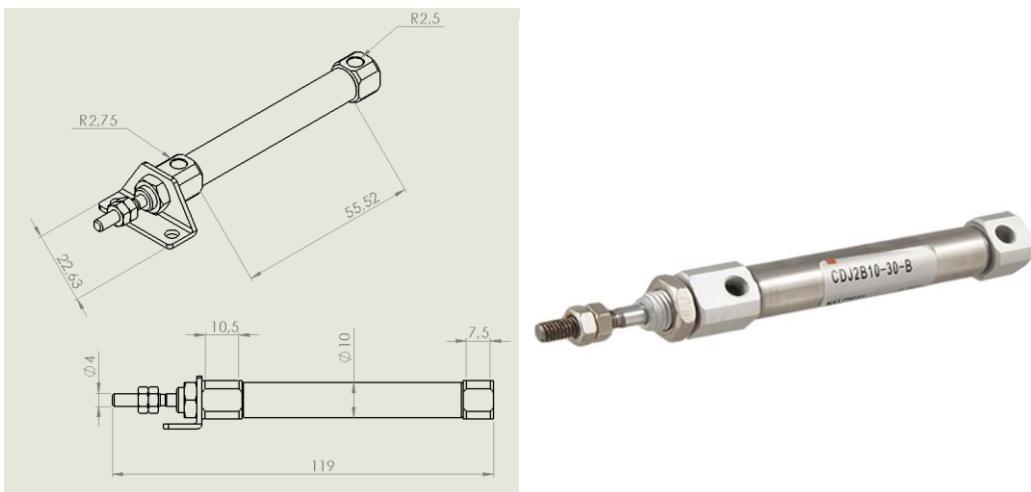
2.13 Cấu tạo xi lanh khí nén

- Với các thông số kỹ thuật:
  - Loại: Khí nén
  - Hoạt động: Tác dụng kép.
  - Môi trường hoạt động: Khí nén.
  - Áp suất vận hành lớn nhất: 1.0 MPa
  - Áp suất vận hành nhỏ nhất: 0.05 MPa
  - Nhiệt độ của khí: -10°C đến 70°C
  - Vật liệu bôi trơn: Không yêu cầu
  - Tốc độ piston: 50 đến 750 mm/s
  - Giảm chấn: Bằng cao su.
  - Động năng cho phép: 0.4J

### 2.13.2 Tính toán lựa chọn xy lanh:

- Lực tác động lên cần pittông.
- Khi tính toán lực cần chú ý đến chiều chuyển động của cán pittông.
- Lực tác động khi cần pittông đi ra:
  - $FA = A_1 \cdot pe \cdot \eta$ 
    - $A_1$ : Diện tích mặt đáy pittông;
    - D: Đường kính mặt đáy pittông.
    - $pe$  (bar) áp suất khí nén trong xilanh.
    - $\eta$ : Hiệu suất xilanh, thông thường  $\eta = 0,8$

- Lực tác động khi cần pittông đi vào:
  - $FA = A_2 \cdot pe_2 \cdot \eta$
- $A_2$  Diện tích vòng găng pittông:
- d: Đường kính cán pittông
- **Kết Luận:**
  - Do khối lượng của vật thể không quá nặng (~ 100g) nên nhóm quyết định chọn loại xylanh có thông số kỹ thuật như sau:
  - Chất liệu: Hợp kim & Kim Loại
  - Đường kính xy lanh: 11mm; Hành trình: 45 mm
  - Điều kiện làm việc: Không khí
  - Áp Lực tối đa : 1.0 MPa (8.5 kg/cm<sup>2</sup>)

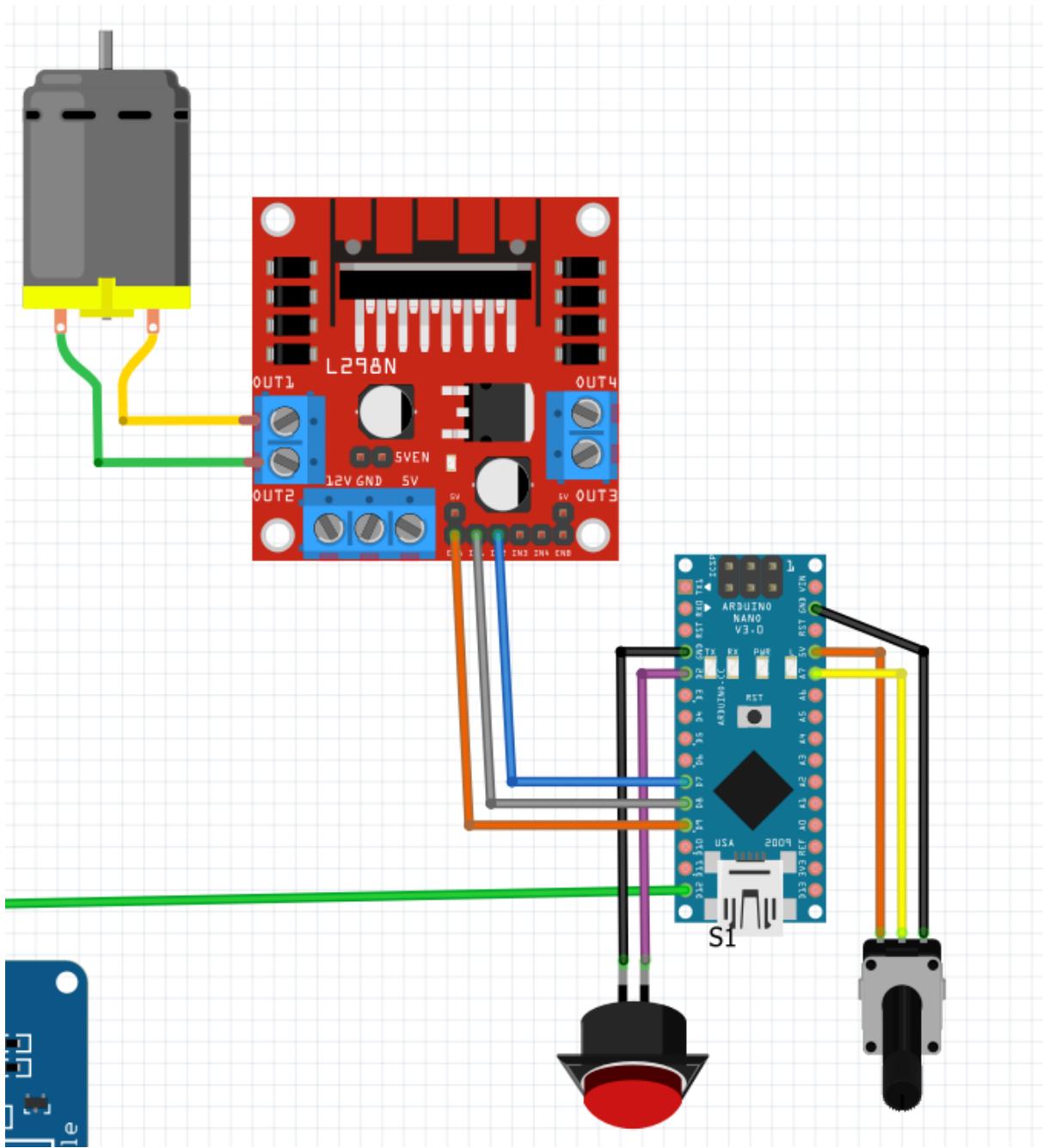


hình 2.13.1 Xi lanh CDJ2B10-45

## 2.14 Điều khiển tốc độ bằng tải thông qua biến trở, Arduino và mạch cầu L298

Để điều khiển tốc độ động cơ bằng tải ta sử dụng biến trở 10k và mạch cầu L298 thông qua Arduino

Để điều khiển tốc độ động cơ ta cần băm xung PWM vào chân ENA của module L298



Hình 2.14 Sơ đồ đấu nối điều khiển tốc độ động cơ

Code:

```

int in1=8;
int in2=7;
int ena=9;
int cth=A0;
int tt;
```

```

float giatri;
float quydoi;
void setup() {
    pinMode (7, OUTPUT);
    pinMode (8, OUTPUT);
    pinMode (9, OUTPUT);
    Serial.begin(9600);
    // put your setup code here, to run once:
}

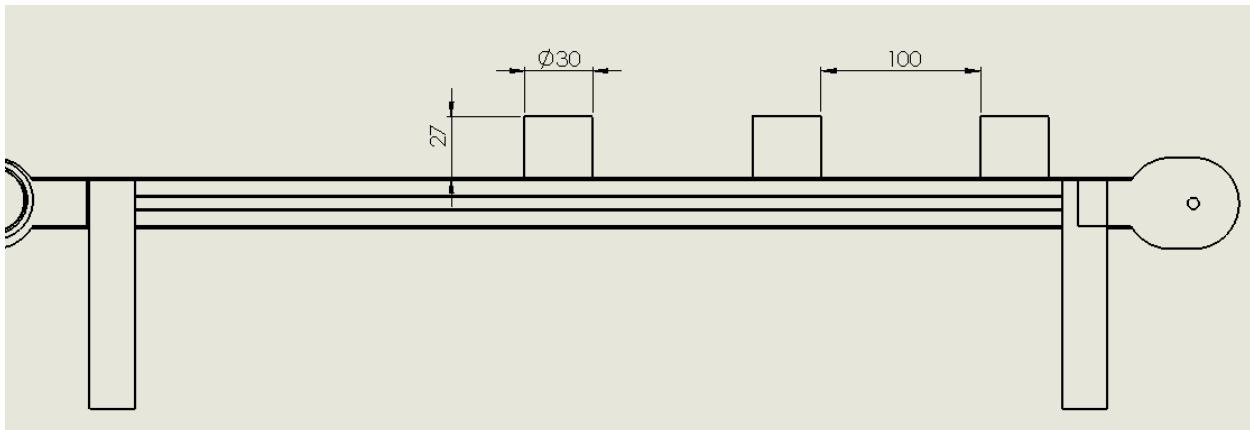
```

## 2.15 Tính chọn động cơ băng tải

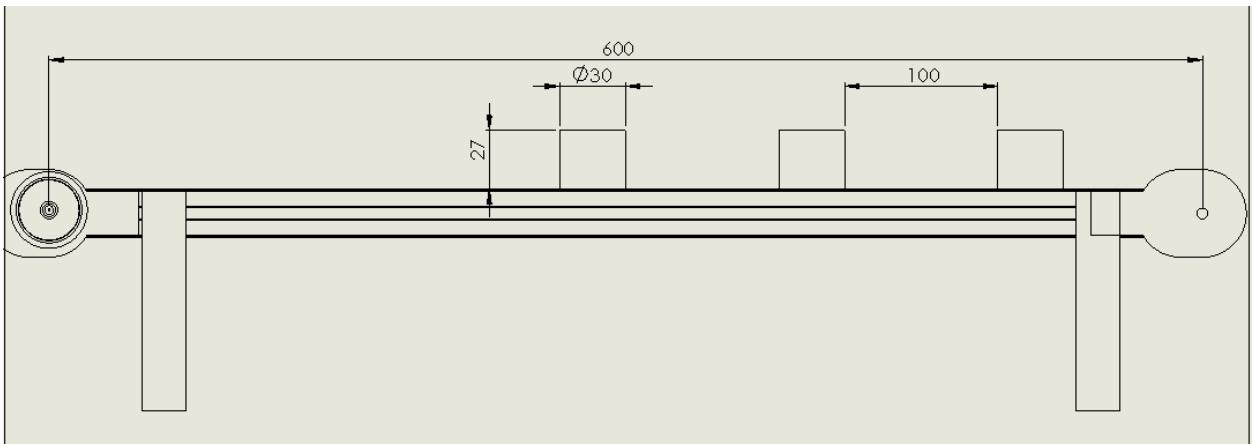
### 2.15.1 Lý do phải tính chọn động cơ băng tải

Nếu chọn motor tiêu công suất sẽ không thể kéo tải được hoặc chạy không đạt tốc độ gây nóng dẫn đến giảm tuổi thọ động cơ, thậm chí cháy hỏng ngay khi vừa sử dụng.

1. Nếu chọn động cơ thừa công suất sẽ gây lãng phí công suất và tiền bạc đầu tư cho 1 băng tải, dẫn đến báo giá băng tải cũng đội lên khá cao.
2. Nếu chọn động cơ không đúng nguyên lý hoạt động sẽ dẫn đến khi lắp đặt có thể không phù hợp, hoặc nhân viên lắp ráp hệ thống điện cho băng tải sẽ rất khó khăn để hoàn thành hay chọn mua sai thiết bị đi kèm như aptomat, contactor.
3. Khi công suất motor đạt đủ yêu cầu nhưng không đạt tốc độ quay (rpm) thì băng tải cũng sẽ không đáp ứng được thời gian làm việc mà khách hàng yêu cầu.



Hình 2.15.1 Mô tả sản phẩm trên băng tải



hình 2.15.2 kích thước băng tải và kích thước phôi (mm)

### 2.15.2 Tính chọn

- **Tính chọn động cơ băng tải**

- **Các thông số đã biết:**

- Chiều dài băng tải: 600 mm
- Đường kính sản phẩm: d=30mm
- Khoảng cách giữa 2 sản phẩm liên tiếp: a=100mm
- Khối lượng sản phẩm m=15g
- Khối lượng băng tải M=1kg
- Khối lượng con lăn m<sub>2</sub>=0.5kg
- Đường kính con lăn: D= 25 mm
- Năng suất: Q=1080sp/h hay 18sp/p.
- Hệ số ma sát trượt: μ=0,3
- Hiệu suất truyền dẫn ngoài động cơ: η = 0,9
- Hiệu suất hộp giảm tốc đầu động cơ: η<sub>G</sub> = 0,8
- Ngoại lực: F<sub>A</sub> = 0 N
- Hệ số an toàn: SF=2

- **Tính toán**

- Hệ thống cấp phôi sẽ cấp phôi sau khi phôi trước đó đi được quãng đường 10cm trên băng tải
- Để băng tải làm việc với năng suất 18sp/1p thì quãng đường đi của 18 sản phẩm là  $18*(0,1+0,03) = 2,34m$
- Vận tốc băng tải là:  
 $v' = 2,34(m/p)$
- Vận tốc thực tế là:

$$V = 1.8 \times 1.15 = 2.69 \text{ (m/p)}$$

$$\text{➤ Tốc độ quay của con lăn: } n = \frac{V * 60}{\pi * D} = \frac{2,69}{\pi * 25 * 10^{-3}} = 34,25 \text{ vòng/phút}$$

- Tỉ số truyền:  $i = \frac{n^R}{n} = \frac{1200}{34,25} = 35,05 \Rightarrow$  chọn tỉ số truyền  $i=18$
  - Ta có  $m_1=M+5m=1+5,0,015=1.75\text{kg}$  ( 5sp nằm trên băng tải)
  - Lực tác động:  $F = F_A + m_1 * g * (\sin\theta + \mu * \cos\theta) = 1.75 * 9,8 * (\sin 0^\circ + 0,3 * \cos 0^\circ) = 5,145 (\text{N})$
  - Momen cản do tải:  $T_L = \frac{F*D}{2*\eta} = \frac{5,145*25*10^{-3}}{2*0,9} = 0,07 (\text{Nm})$
  - Momen có tính đến hệ số an toàn:  $T_L^{SF} = T_L * SF = 0,04 * 2 = 0,14 (\text{Nm})$
  - Momen cần sinh ra tại trục roto:  $T_m = \frac{T_L^{SF}}{i*\eta_G} = \frac{0,14}{18*0,8} = 9,92 \text{ mNm}$
  - Công suất động cơ:
- $$P = \frac{T_m \cdot N}{9,55} = \frac{0,00992 \cdot 1200}{9,55} = 1,24 (\text{w})$$
- $\Rightarrow$  Từ thông số  $T_m$  ta tra bảng chọn được động cơ tạm thời là 2IK6GC-18

Combination Type	
Product Name	Gear Ratio
2IK6UA-□	<b>5, 6, 7.5, 9, 12.5, 15, 18</b>
	<b>25, 30, 36</b>
	<b>50, 60, 75, 90, 100, 120, 150, 180</b>
	<b>250, 300, 360</b>
2IK6GC-□	<b>5, 6, 7.5, 9, 12.5, 15, 18</b>
	<b>25, 30, 36</b>
	<b>50, 60, 75, 90, 100, 120, 150, 180</b>
	<b>250, 300, 360</b>
2IK6UC-□	<b>5, 6, 7.5, 9, 12.5, 15, 18</b>
	<b>25, 30, 36</b>
	<b>50, 60, 75, 90, 100, 120, 150, 180</b>
	<b>250, 300, 360</b>

The following items are included in each product.  
 Motor, Gearhead, Capacitor, Capacitor Cap, Installation Screws, Parallel Key, Operating Manual

Hình 2.15.2a

## Induction Motors

**6 W**

□60 mm

Combination Type, Round Shaft Type



### Specifications - Continuous Rating

Product Name Upper Level: Combination Type Lower Level: Round Shaft Type	Output Power W	Voltage VAC	Frequency Hz	Current* A	Starting Torque mN·m	Rated Torque mN·m	Rated Speed r/min	Capacitor μF	Overheat Protection Device	
Lead Wire Type <b>2IK6UA-□</b> <b>2IK6A-UA</b>	6	Single-Phase 110	60	0.185 (0.179)	40	41	1450	2.5	ZP	
		Single-Phase 115		0.189 (0.184)						
	6	Single-Phase 220	50	0.088	32	49	1150	0.6		
		Single-Phase 230		0.090						
<b>2IK6UC-□</b> <b>2IK6A-UC</b>	6	Single-Phase 220	60	0.093 (0.090)	40	41	1450	0.6		
		Single-Phase 230		0.096 (0.093)						

\* ( ) indicates the value of the round shaft type.

● The specifications apply to the motor only.

ZP: These products are impedance protected.

Hình 2.15.2b

### ✚ Kiểm nghiệm động cơ

➤ Momen quán tính của tải :

$$J_1 = m_1 * \left(\frac{D}{2}\right)^2 = 1.75 * \left(\frac{25 * 10^{-3}}{2}\right)^2 = 2,73 * 10^{-4} (kg * m^2)$$

➤ Momen quán tính của con lăn:

$$J_2 = \frac{1}{8} * m_2 * D^2 = \frac{1}{8} * 0.5 * (25 * 10^{-3})^2 = 0.39 * 10^{-4} (kg * m^2)$$

➤ Momen quán tính tổng hợp:

$$J = J_1 + 2J_2 = 2,73 * 10^{-4} + 2 * 0.39 * 10^{-4} = 3,51 * 10^{-4} (kg * m^2)$$

➤ Momen quán tính của tải quy đổi về trục động cơ:

$$J_m = J = 3,51 * 10^{-4} (kg * m^2)$$

⇒ Tra bảng momen quán tính cho phép ta được:  $J_p = 20.1 * 10^{-4} (kg * m^2)$  →

$J_p > J_m \rightarrow$  thỏa mãn điều kiện → động cơ 2IK6GC-18 đáp ứng được yêu cầu

### █ Permissible Inertia J of Combination Types

Unit:  $\times 10^{-4} \text{kg} \cdot \text{m}^2$

Product Name	Gear Ratio	5	6	7.5	9	12.5	15	18	25	30	36	50	60	75	90	100	120	150	180	250	300	360
		12	18	28	40	78	110	160	260	370	540	920	1300	1700	2000	2500	3600	5000	5000	5000	5000	
<b>2IK6</b>	At Instantaneous Stop	1.55	2.23	3.49	5.02	9.69	14	20.1	38.8	55.8	80.4	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155	
		20	28	45	65	120	180	260	440	630	900	1500	2100	2800	3200	4000	5700	8000	8000	8000	8000	
<b>3IK15</b>	At Instantaneous Stop	3.5	5.04	7.88	11.3	21.9	31.5	45.4	87.5	126	181	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	
		22	32	50	72	150	220	310	550	800	1100	2200	3200	4000	5000	6200	8900	12000	12000	12000	12000	
<b>4IK25</b>	At Instantaneous Stop	7.75	11.2	17.4	25.1	48.4	69.8	100	194	279	402	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	
		45	65	100	150	300	420	620	1100	1600	2300	4500	6000	8000	10000	12000	17000	25000	25000	25000	25000	
<b>5IK40</b>	At Instantaneous Stop	27.5	39.6	61.9	89.1	172	248	356	688	990	1426	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	
		45	65	100	150	300	420	620	1100	1600	2300	4500	6000	8000	10000	12000	17000	25000	25000	2750	2750	
<b>5IK60</b>	At Instantaneous Stop	27.5	39.6	61.9	89.1	172	248	356	688	990	1426	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	
		45	65	100	150	300	420	620	1100	1600	2300	4500	6000	8000	10000	12000	17000	25000	25000	2750	2750	
<b>5IK90</b>	At Instantaneous Stop	27.5	39.6	61.9	89.1	172	248	356	688	990	1426	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	

Hình 2.15.2c

Hình 2.15.2a, b, c: Các bảng tra phục vụ việc chọn động cơ

➤ **Kết Luận:** Trong đồ án này chúng em sử dụng loại động cơ DC động cơ giảm tốc HN-GH12-1035Y(R) Điện áp hoạt động: 5-12VDC có thông số tương đương với động cơ 2IK6GC-18

- Điện áp định mức: 12VDC
- Công suất tiêu thụ: 6W
- Tốc độ khi không tải: 54 vòng/phút



Hình 2.15.3động cơ giảm tốc GH12-1035Y(R)

### CHƯƠNG III: THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH VÀ PHỤ LỤC

#### 3.1 Các phần mềm thiết kế

##### 3.1.1 Arduino IDE

Arduino là môi trường phát triển tích hợp mã nguồn mở, cho phép người dùng dễ dàng viết code và tải nó lên board mạch, được viết bằng Java dựa trên ngôn ngữ lập trình và phần mềm mã nguồn mở khác.



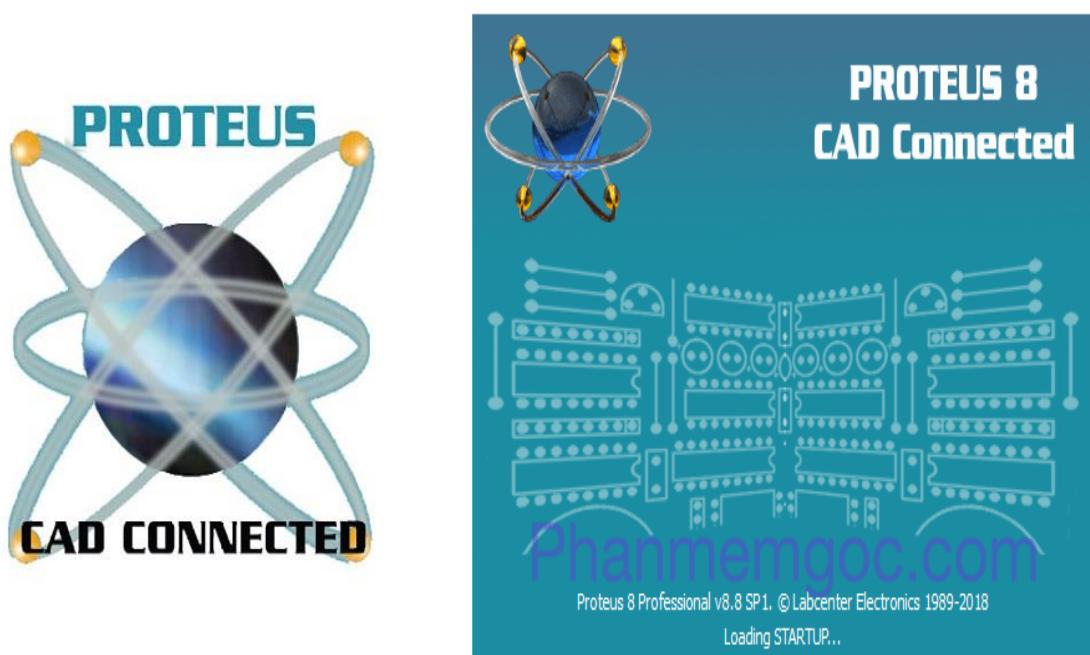
Hình 3.1 Phần mềm Arduino IDE

Kể từ tháng 3 năm 2015, Arduino IDE (Integrated Development Editor – môi trường phát triển thích hợp) đã được phổ biến tại rất nhiều nơi với giao diện trực quan.

Ngôn ngữ phổ quát cho Arduino là C và C++. Do đó phần mềm phù hợp với những người dùng quen thuộc các ngôn ngữ này.

Phần mềm gồm những mảng thư viện phong phú như: EEPROM, Firmata, GSM, Servo, TFT, Wifi,... Và các mảng thư viện ngày càng đa dạng nhờ sự đóng góp của cộng đồng Arduino trên toàn thế giới.

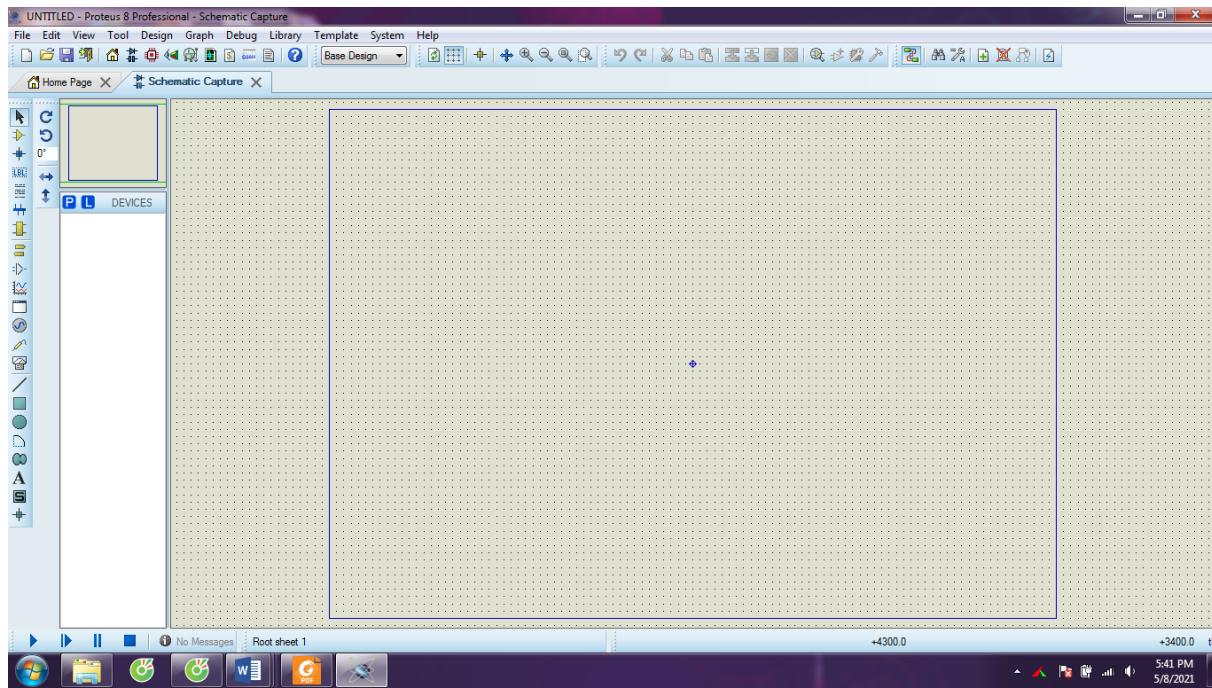
### 3.2 Proteus 8 Professional



Hình 3.2 Proteus Labcenter Electronics

Proteus là phần mềm mô phỏng mạch điện tử của Labcenter Electronics, mô phỏng cho hầu hết các linh kiện điện tử thông dụng, đặc biệt hỗ trợ cho cả các MCU như PIC,8051,AVR, ...

Phần mềm bao gồm 2 mảng chính là ISIS cho phép mô phỏng mạch điện tử và ARES dùng để vẽ mạch in.



*Hình 3.2.1 Giao diện chính của Proteus*

### *3.3 Solidworks*



*Hình 3.3 Giao diện phần mềm Solidworks*

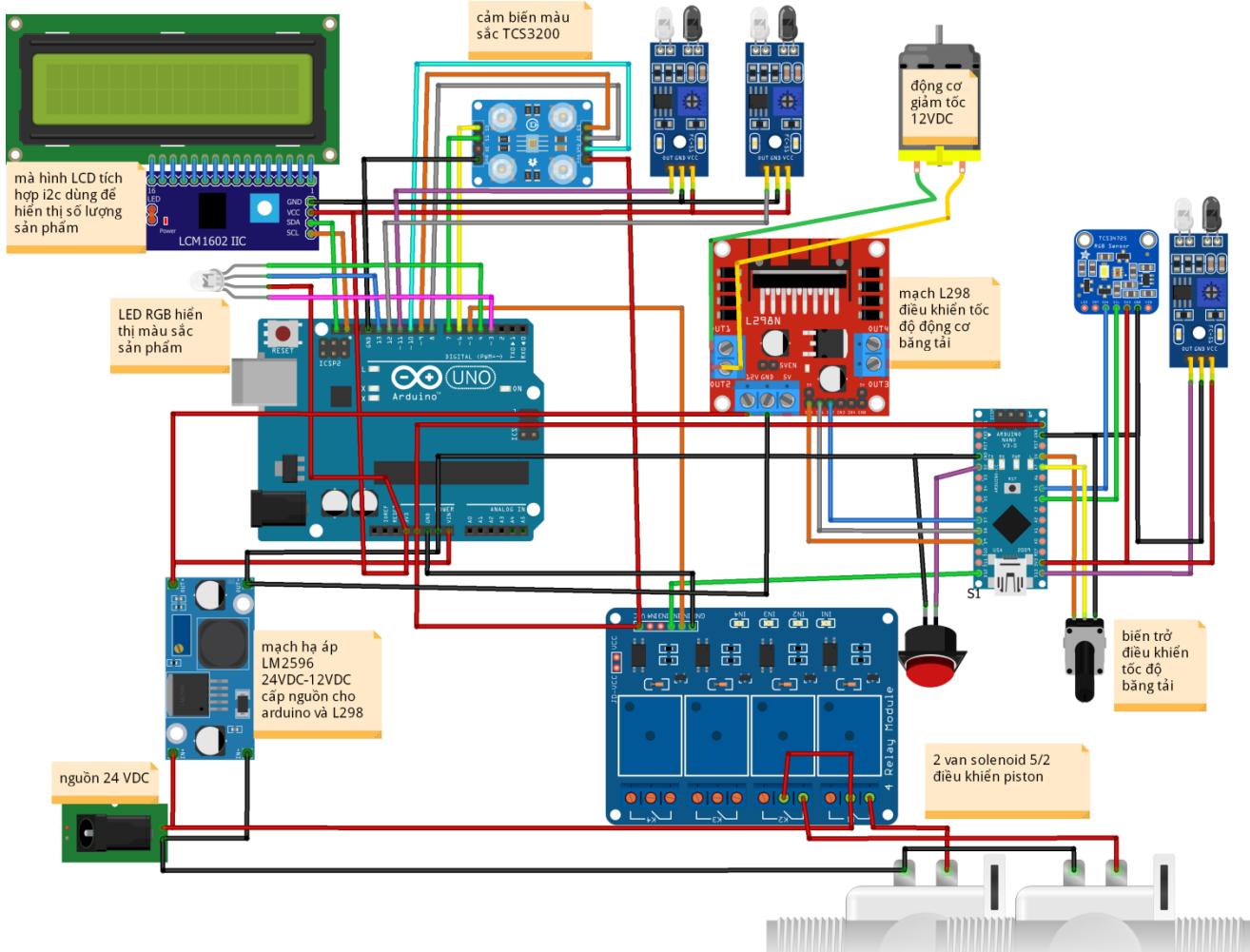
SOLIDWORKS là phần mềm thiết kế 3D tham số chạy trên hệ điều hành Windows và có mặt từ năm 1995, được tạo bởi công ty SOLIDWORKS Dassault Systèmes, là một công ty thành viên của tập đoàn công nghệ hàng đầu thế giới Dassault Systèmes, S. A. (Vélizy, Pháp). Cộng đồng người dùng SOLIDWORKS bản quyền trên thế giới hiện là gần 6 triệu người với khoảng 200.000 doanh nghiệp và tập đoàn.

Phần mềm SOLIDWORKS được biết đến từ phiên bản SOLIDWORKS 1995. Cho đến nay SOLIDWORKS đã có nhiều bước phát triển vượt bậc về tính năng, hiệu suất và khả năng đáp ứng các nhu cầu thiết kế 3D trong các ngành kỹ thuật, công nghiệp. SOLIDWORKS còn được phát triển và ứng dụng rộng rãi trong các ngành khác như: đường ống, kiến trúc, nội thất, xây dựng... nhờ tính năng thiết kế 3D mạnh mẽ và danh mục các giải pháp hỗ trợ đa dạng.

ViHoth là đại lý phân phối ủy quyền chính thức của SOLIDWORKS Dassault Systemès từ năm 2011. Với nhiều hoạt động nỗ lực trong việc phát triển cộng đồng người dùng SOLIDWORKS tại Việt Nam, cũng như nền tảng kinh nghiệm tổng hợp về CAD/CAM/CAE/PLM trong các ngành công nghiệp, ViHoth hiện là đối tác uy tín và tin cậy của các doanh nghiệp trong lĩnh vực này.

### **3.4 Kết nối và mô phỏng.**

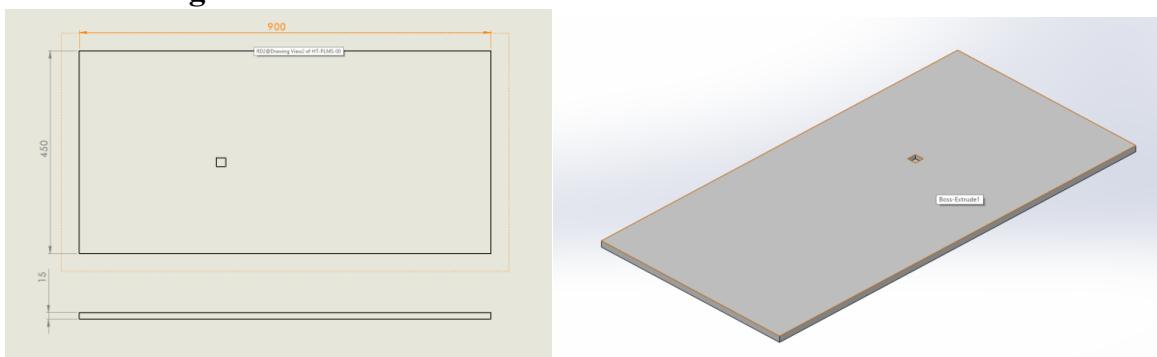
#### ***3.4.1 Sơ đồ mạch mô phỏng hệ thống***



Hình 3.4.1 Sơ đồ mạch của hệ thống phân loại sản phẩm theo màu sắc

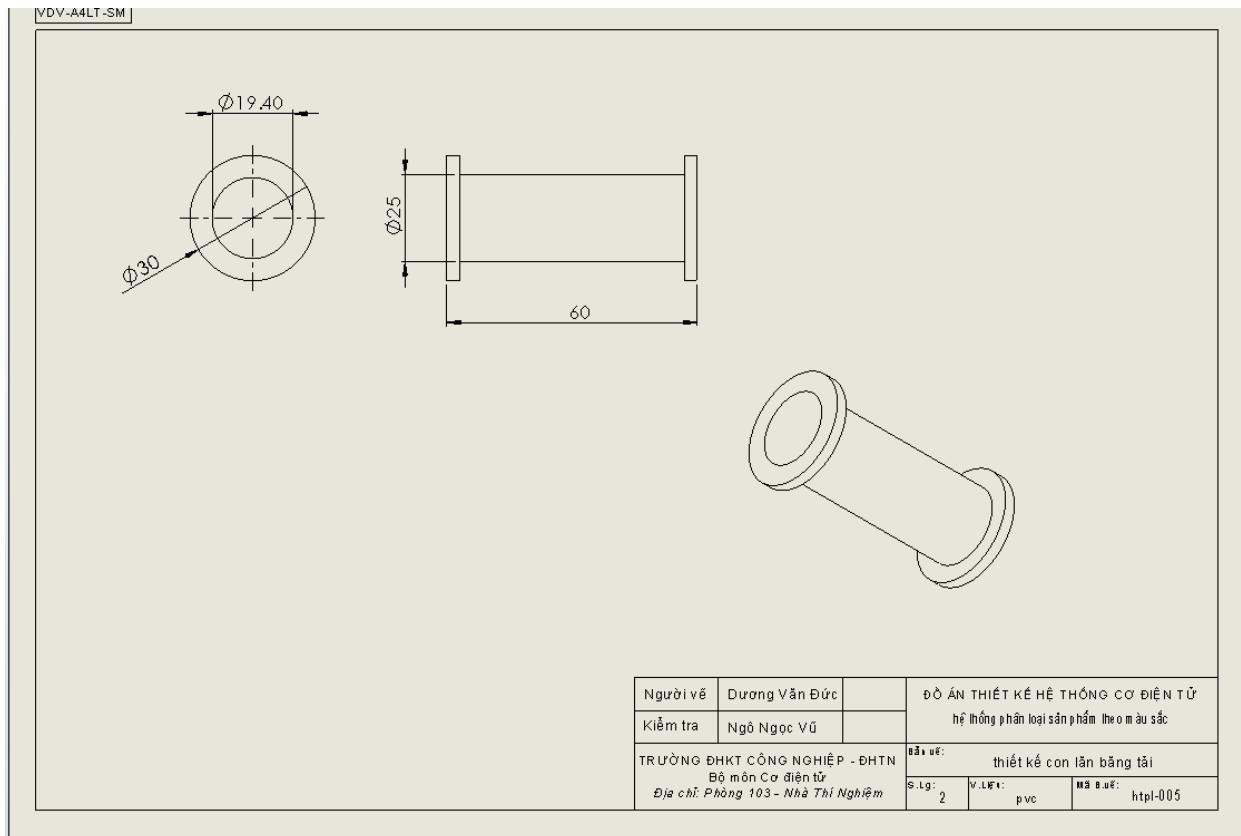
### 3.5 Thiết kế mô phỏng hệ thống bằng phần mềm Solidworks và chế tạo chi tiết thực tế.

#### 3.5.1 Đế băng tải



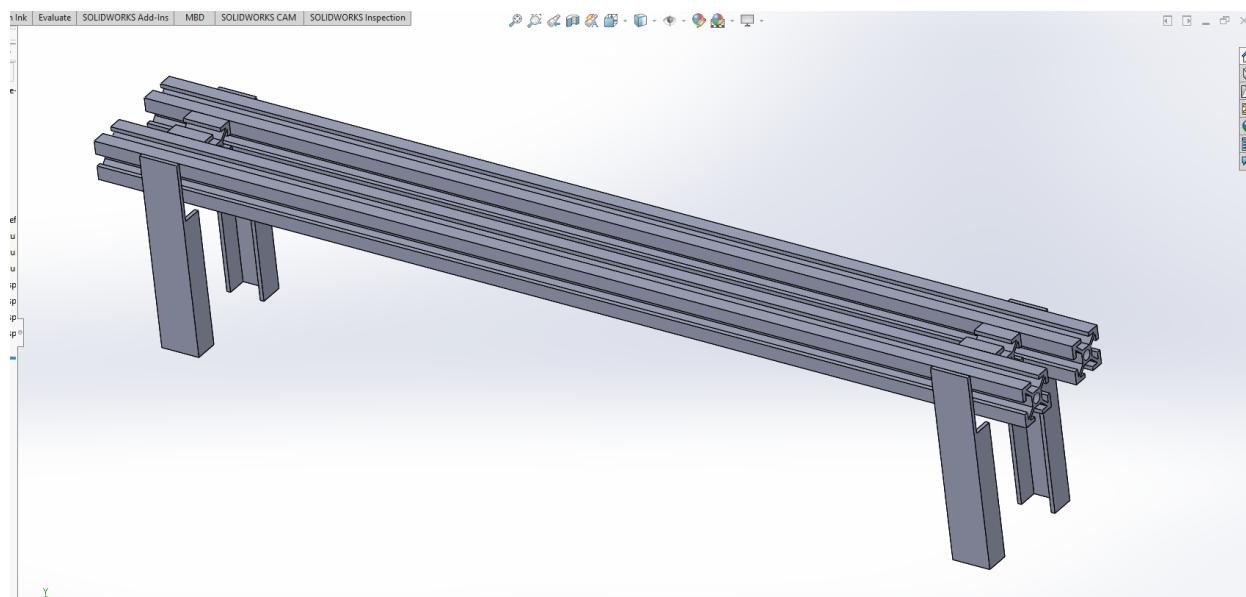
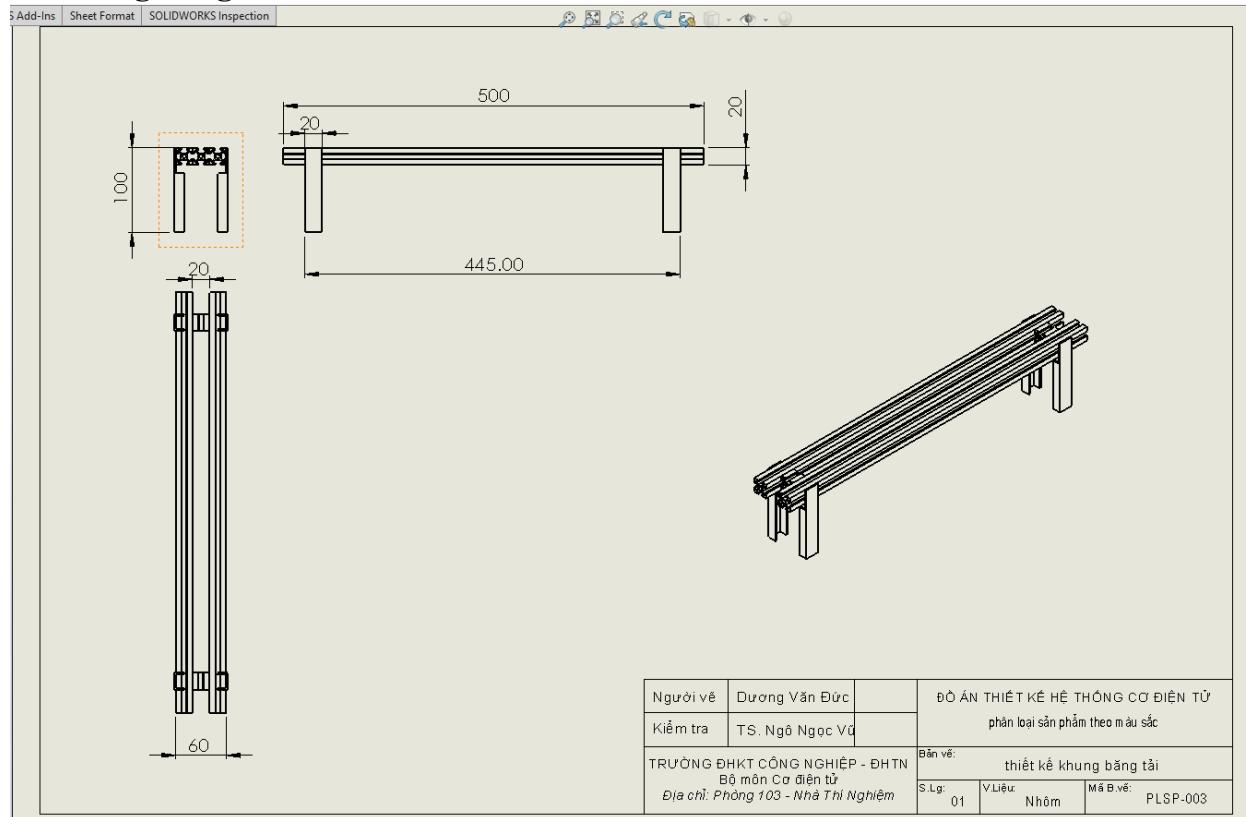
Hình 3.5.1 giá đỡ hệ thống được làm từ vật liệu gỗ ép

### 3.5.2 Con lăn



Hình 3.5.2 con lăn

### 3.5.3 Khung băng tải

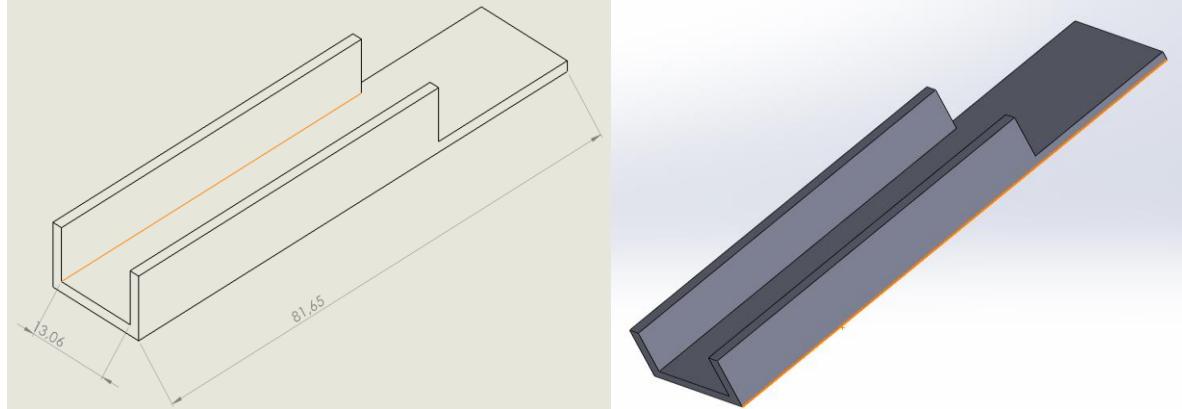


Hình 3.5.3 thiết kế và mô phỏng trên phần mềm solidworks



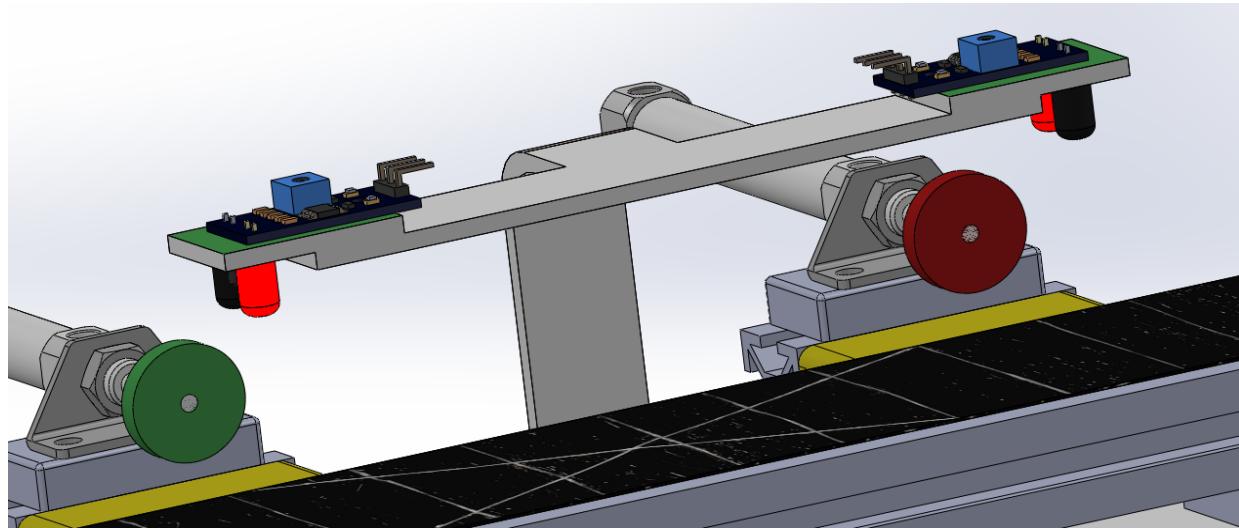
Hình 3.5.3 tiến hành chế tạo và lắp ghép chi tiết thực

#### 3.5.4 Chân băng tải

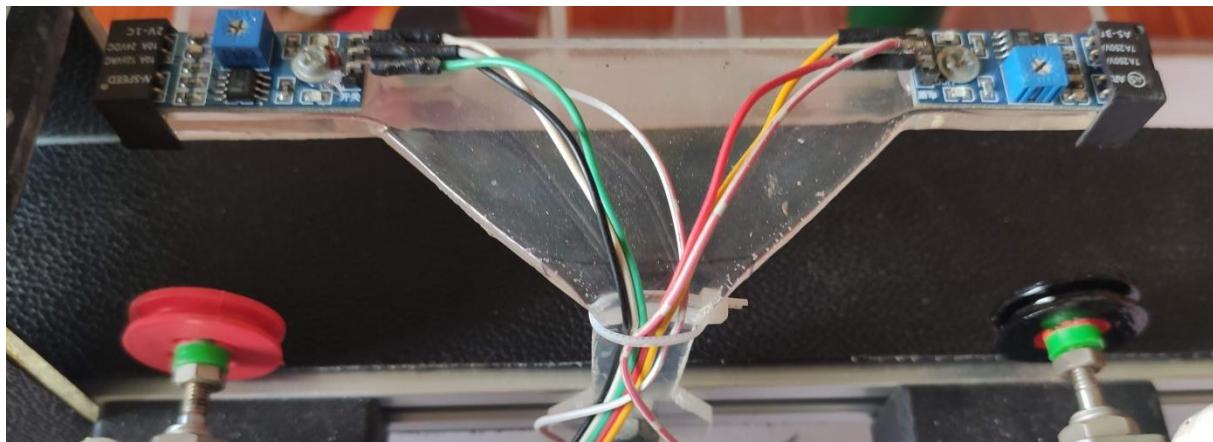


Hình 3.5.4 chân băng tải gắn với đế thông qua ke góc

#### 3.5.5 Giá treo cảm biến

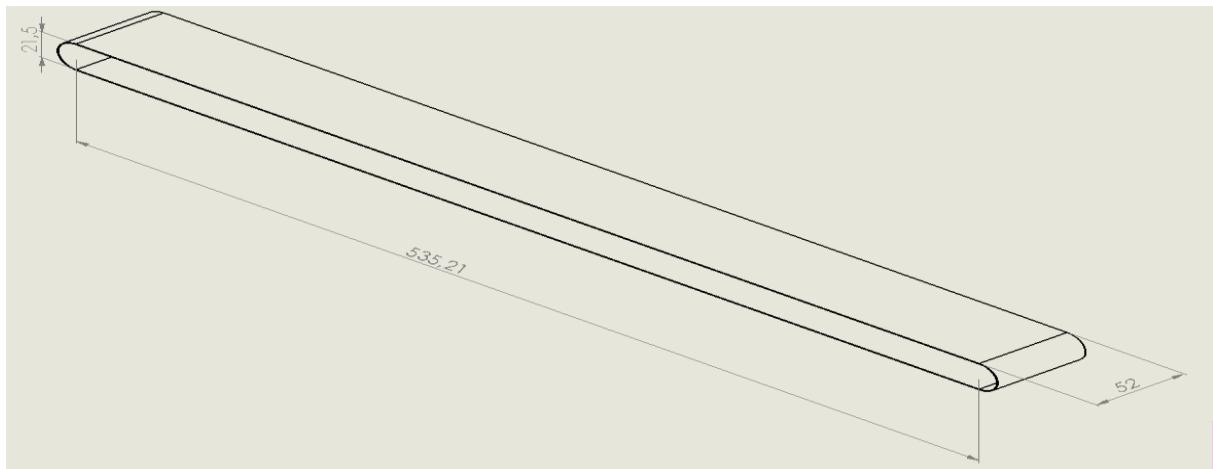


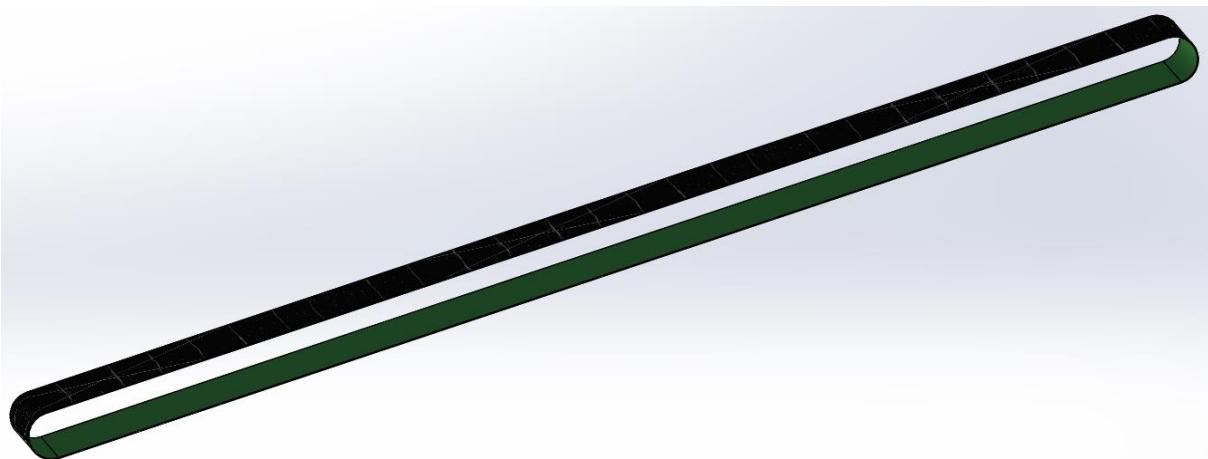
Hình 3.3.5a giá treo cảm biến được thiết kế để hạn chế tối đa nguồn nhiễu từ môi trường



Hình 3.5.5b Chi tiết thực tế

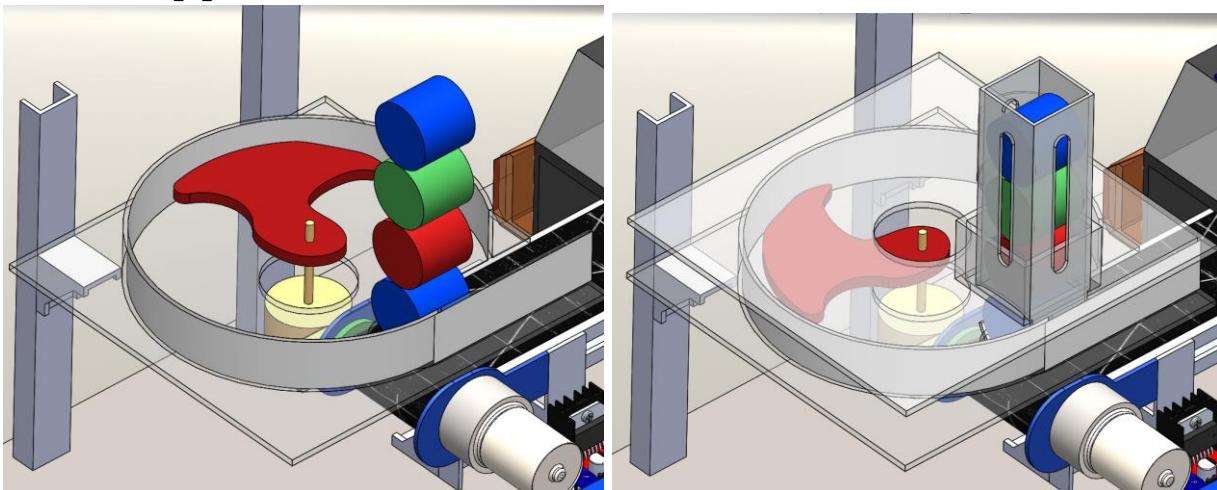
### 3.5.6 Băng tải

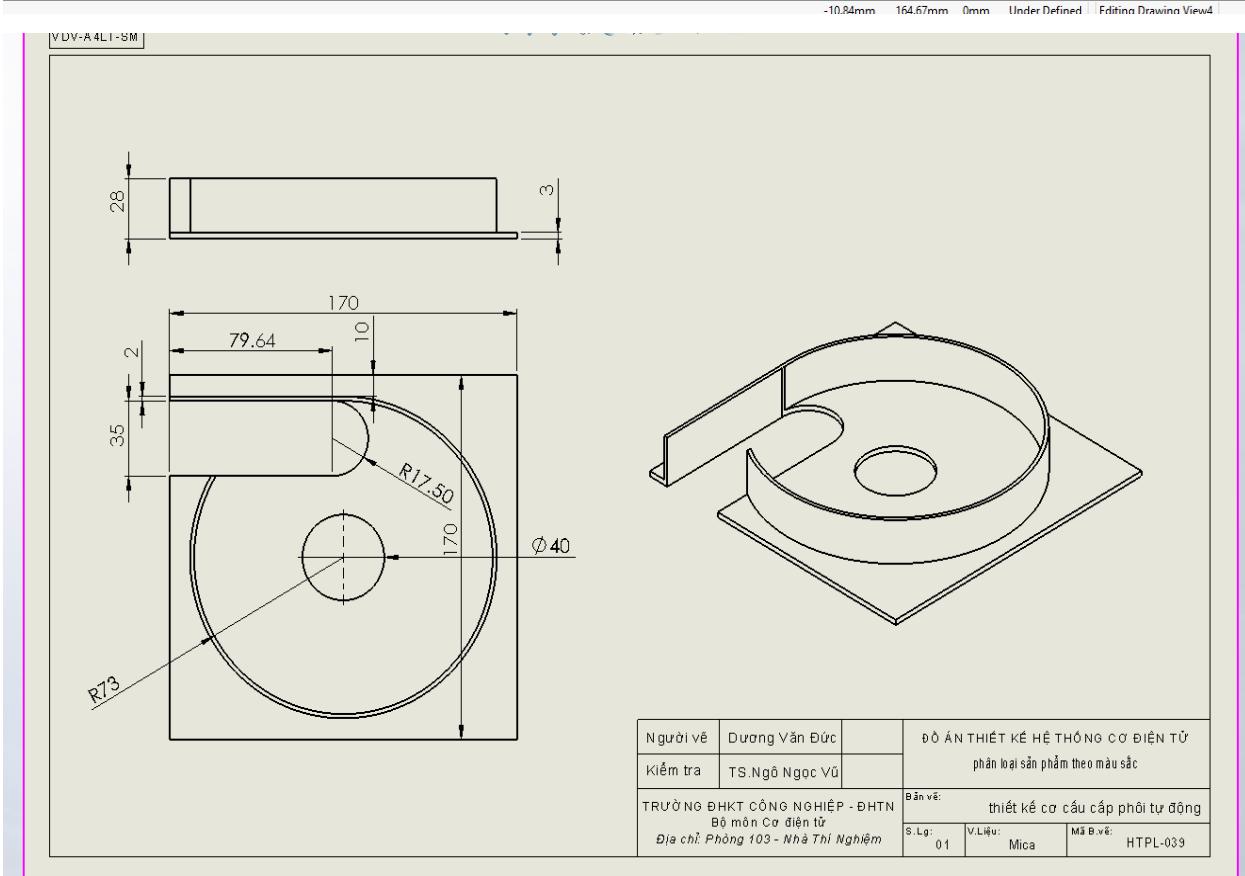
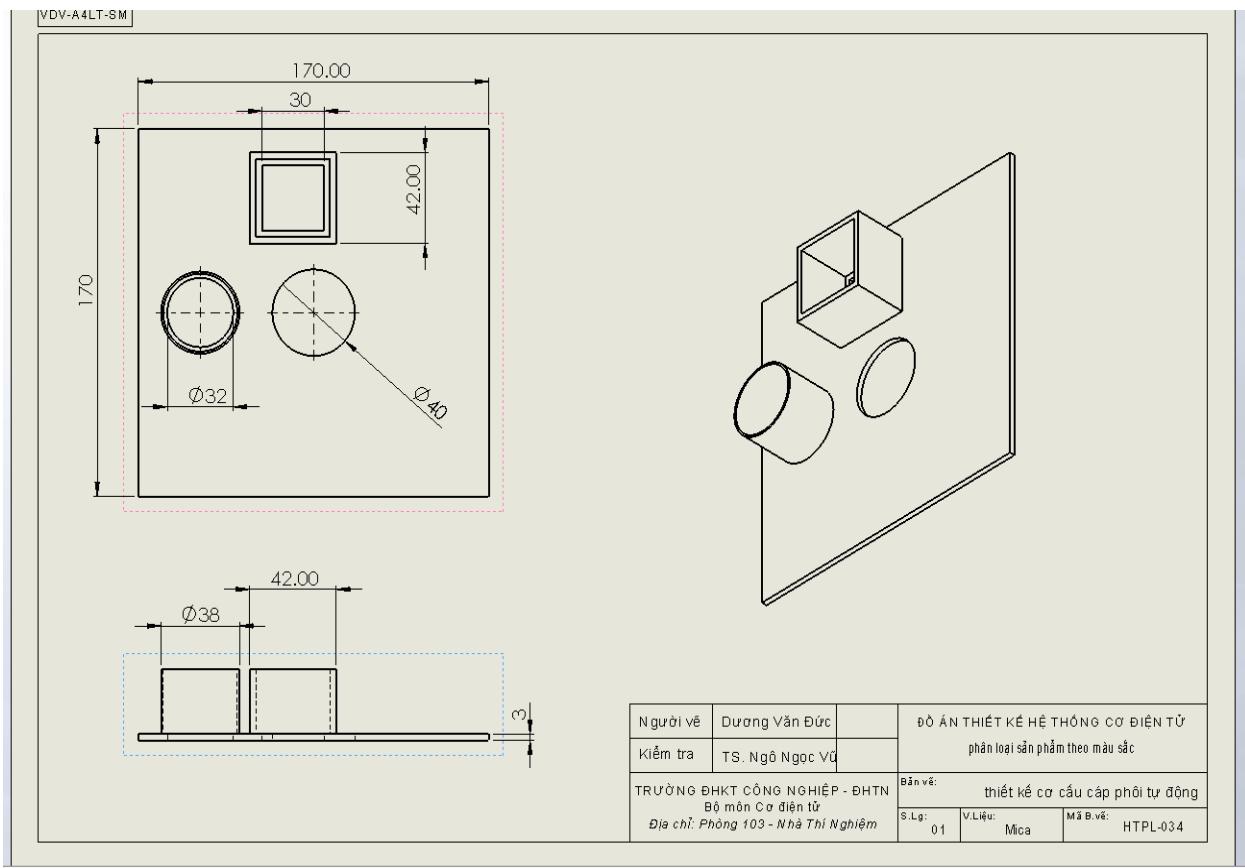


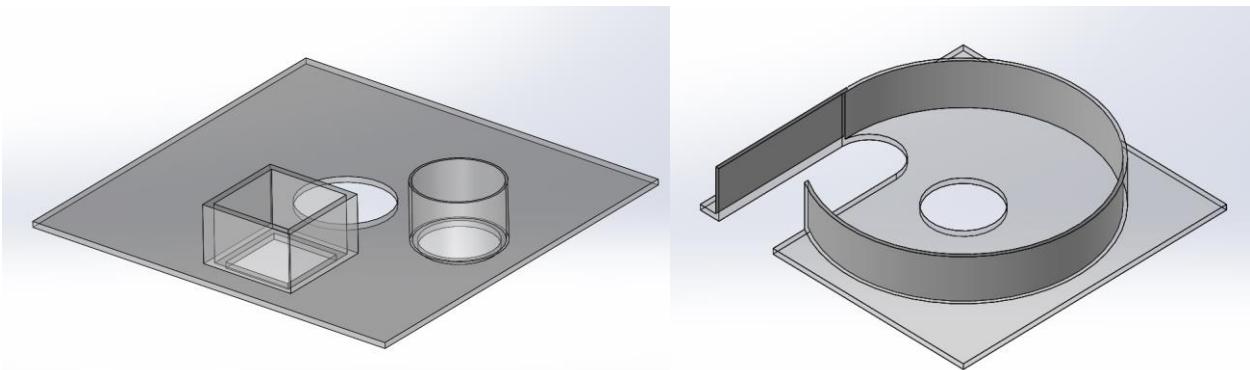


Hình 3.5.6 Belt băng tải được sơn đen ở bề mặt để tránh nhiễu cho cảm biến màu sắc và cảm biến tiệm cận

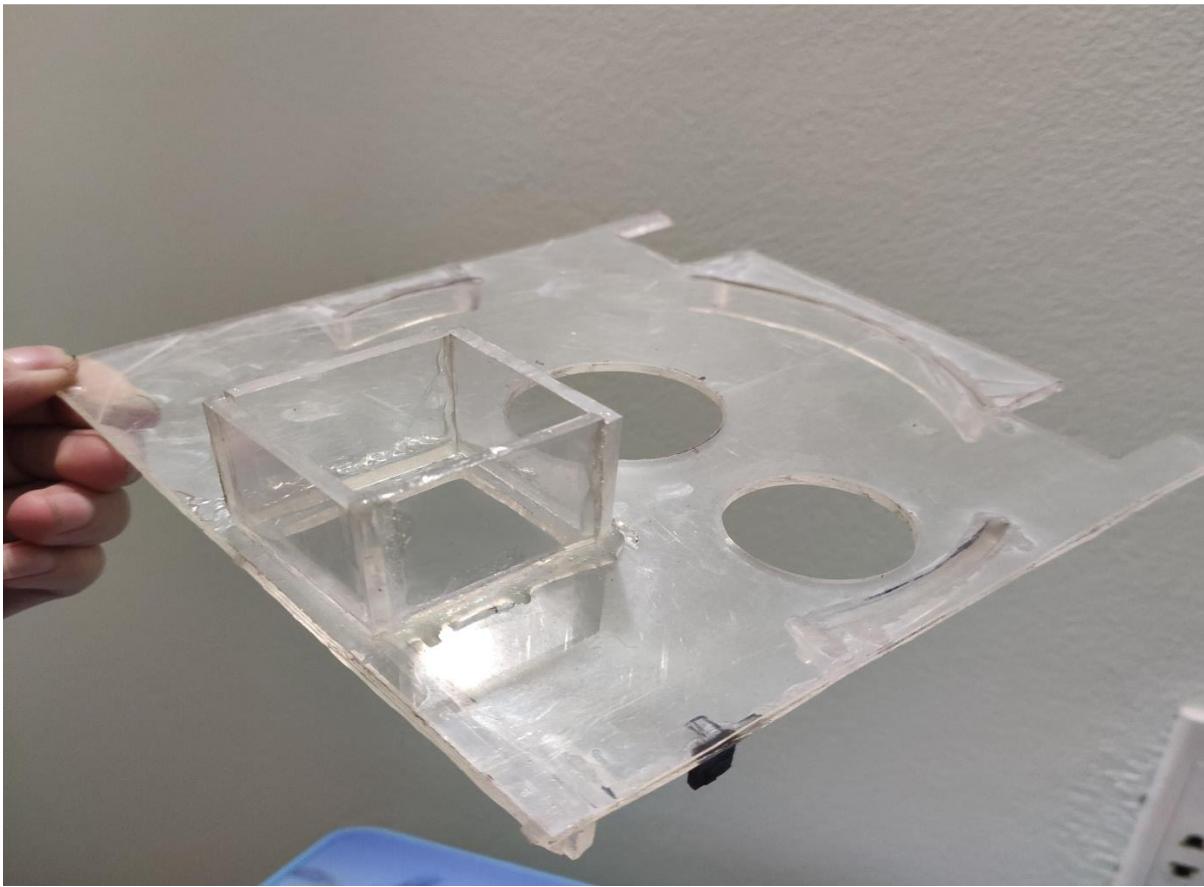
### 3.5.7 Cơ cấu cấp phôi





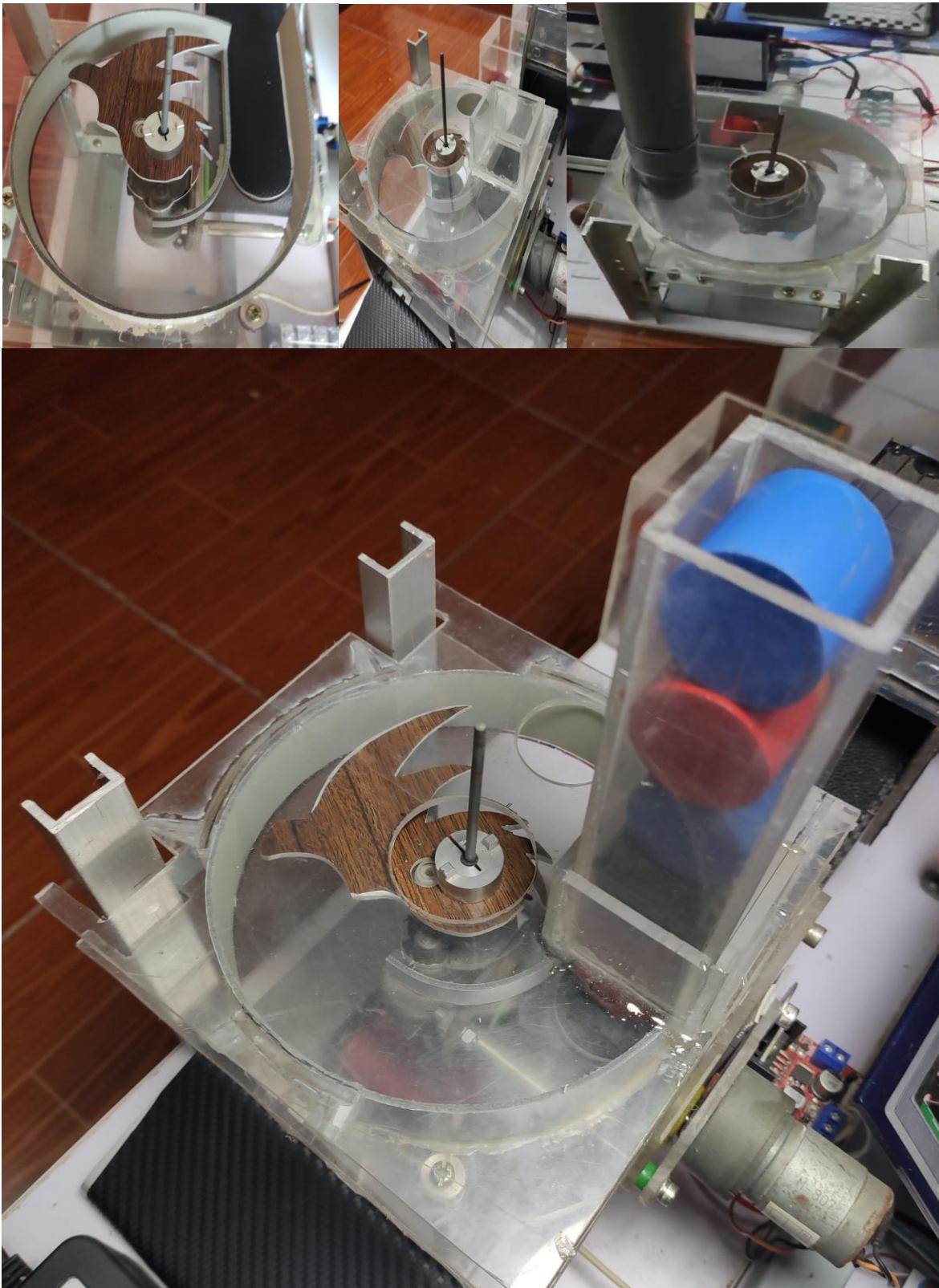


Hình 3.5.7 Thiết kế và mô tả cơ cấu trên phần mềm solidwords

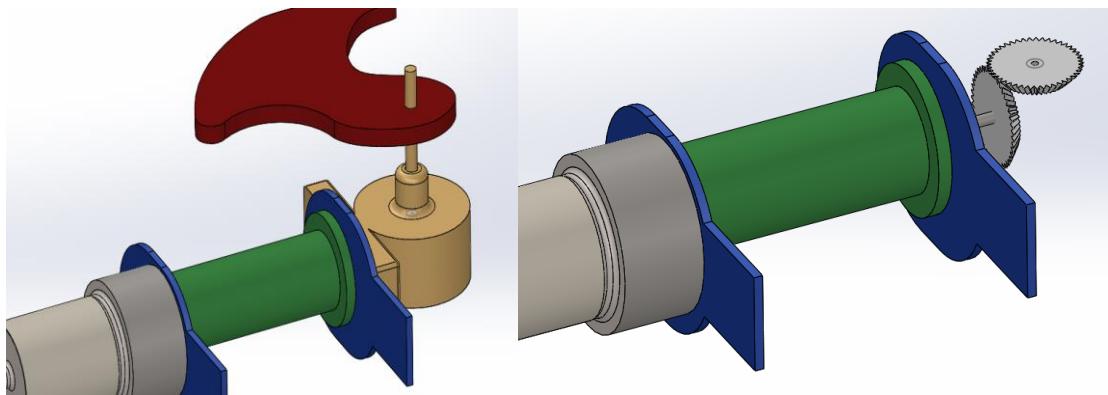


3.5.7.1 Tiến hành chế tạo chi tiết thực tế

- Tiến hành lắp ghép ta được hệ thống cáp phôi hoàn chỉnh

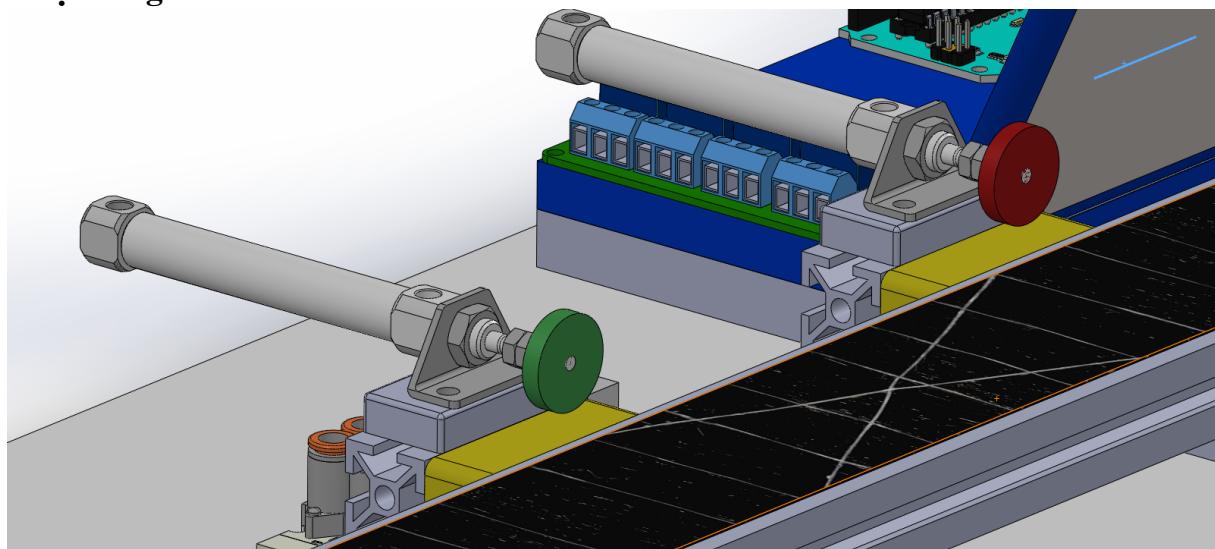


Hình 3.5.7.2 Tiến hành lắp ghép ta được hệ thống cáp phôi hoàn chỉnh

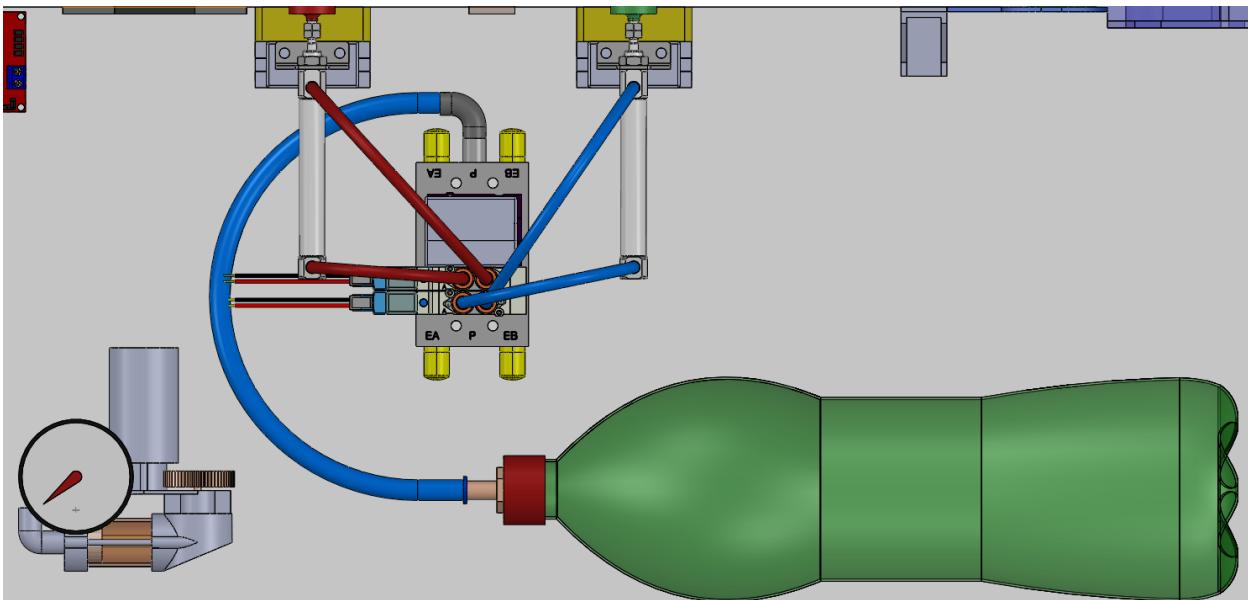


*Hình 3.5.7.3 hệ thống cáp phôi tự động được duy trì bởi động cơ giảm tốc bằng tải 12V thông qua hệ thống bánh răng côn, giúp đồng bộ giữa tốc độ cáp phôi và tốc độ băng tải từ đó có thể kiểm soát năng suất 1 cách tốt nhất.*

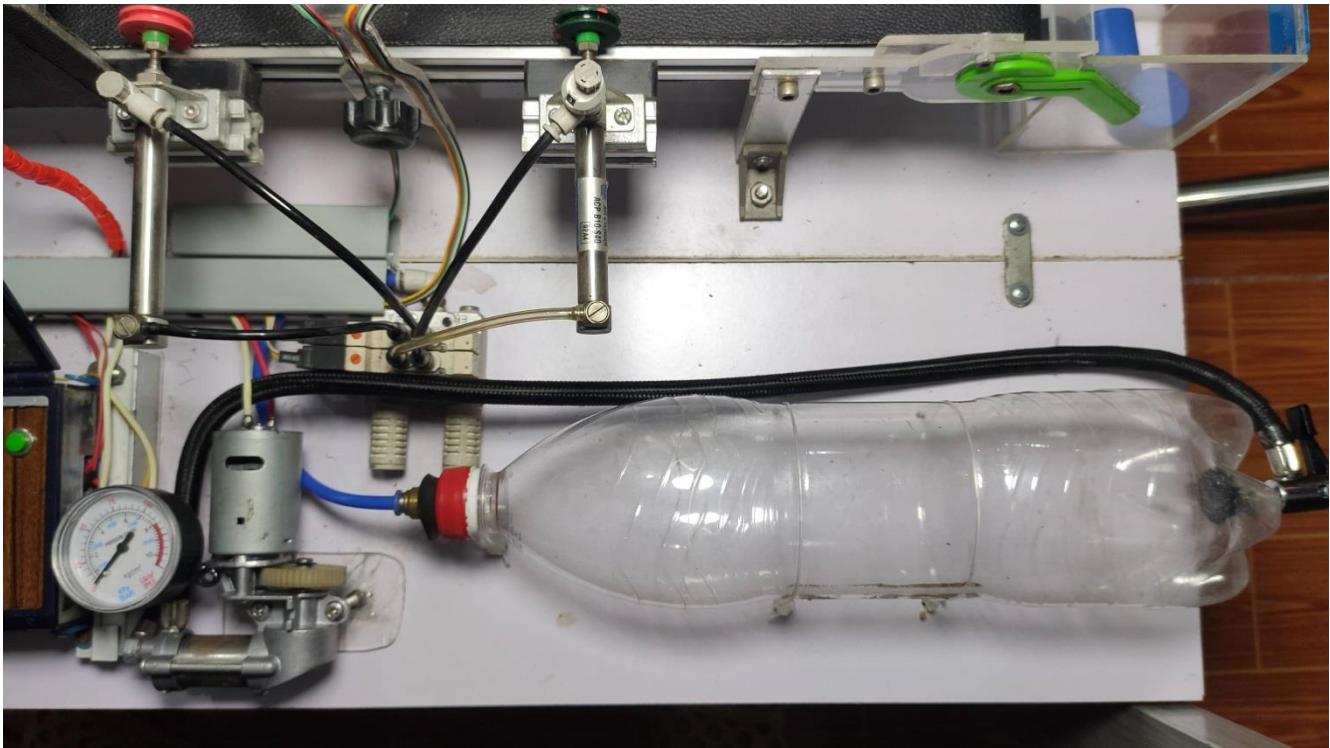
### 3.5.8 Hệ thống khí nén



*Hình 3.5.8 Mô tả vị trí của 2 xi lanh*



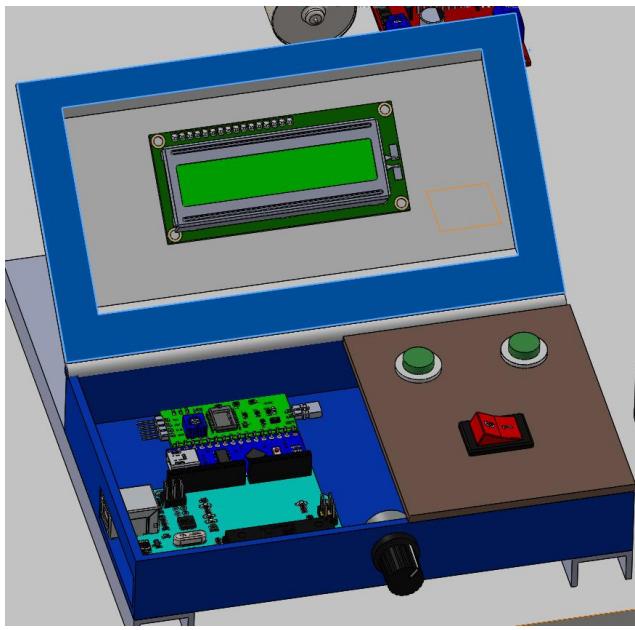
Hình 3.5.8.1 Sơ đồ đấu nối hệ thống khí nén



Hình 3.5.8.2 Sơ đồ đấu nối hệ thống khí nén thực tế

Hai piston được gắn trên băng tải để tiết kiệm không gian cũng như nguyên vật liệu. tuy nhiên trên thực tế ở những hệ thống lớn thì sẽ gây ra tình trạng rung lắc mạnh, nhưng vì đây là hệ thống nhỏ, tình trạng rung lắc không đáng kể nên có thể bỏ qua

### 3.5.9 Khối điều khiển và màn hình hiển thị



hình 3.5.9a mô phỏng 3D

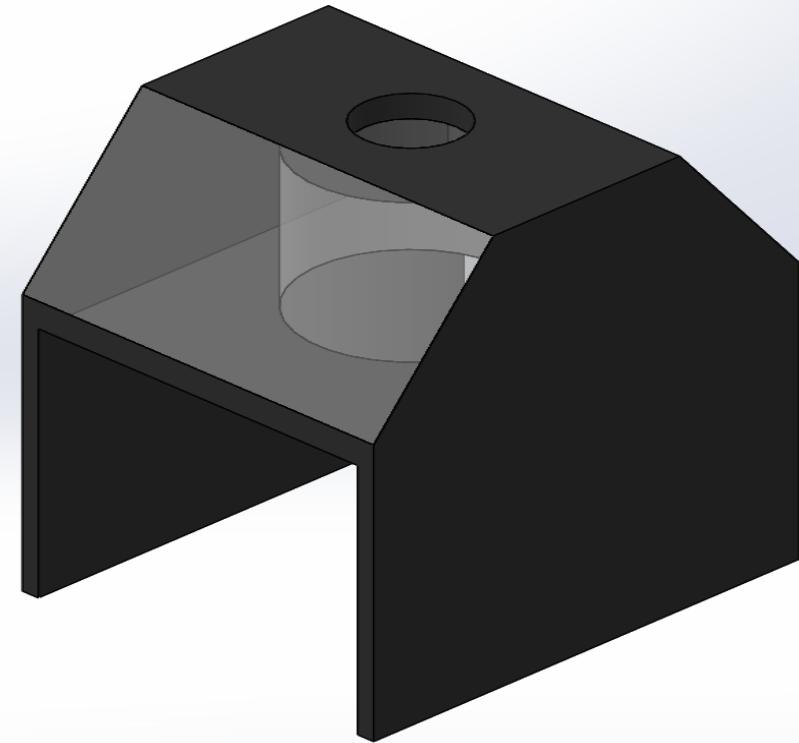
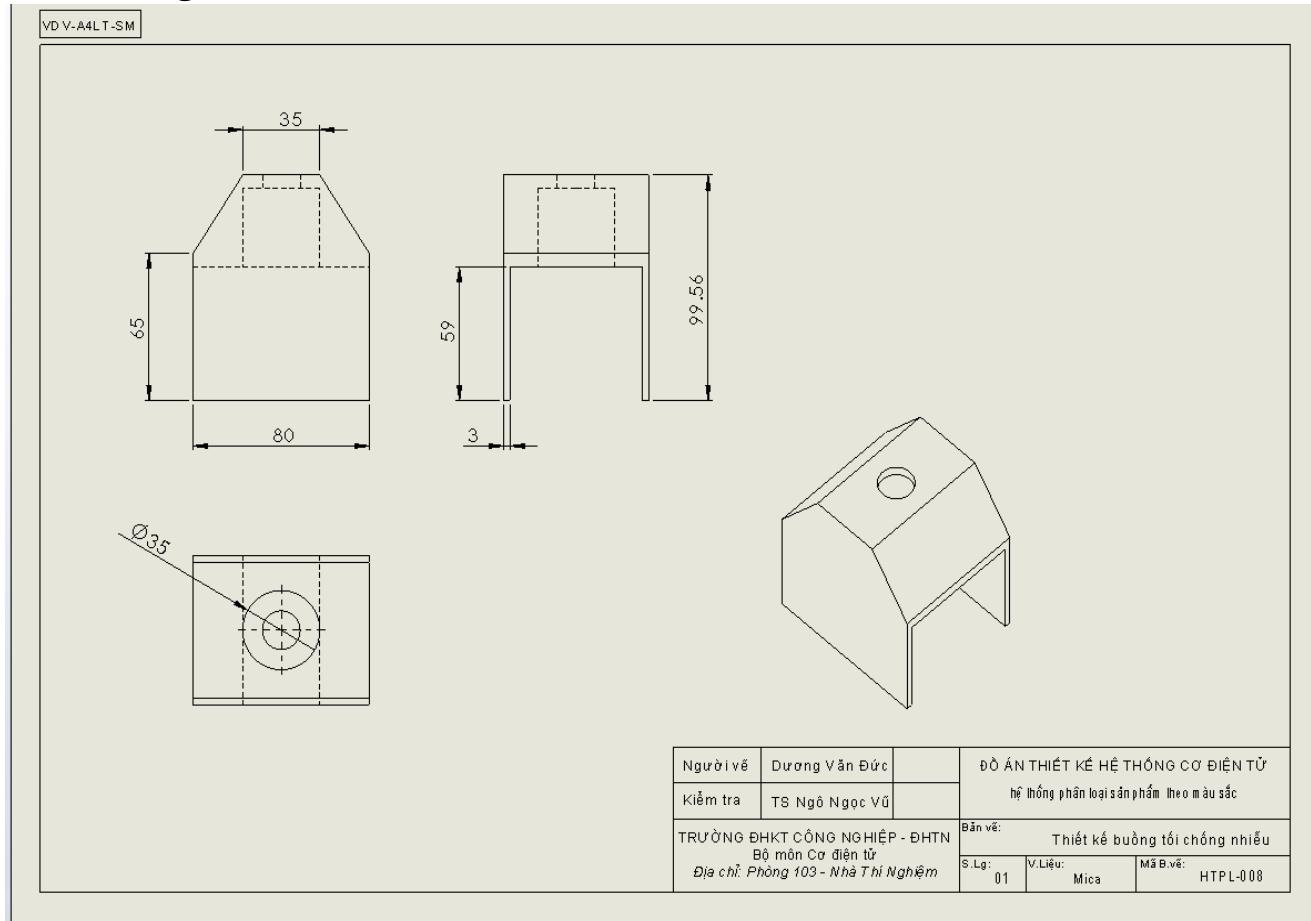


hình 3.5.9b đấu nối và lắp ghép



Hình 3.5.9.2 Đấu nối và hoàn thiện khói điều khiển và màn hình hiển thị

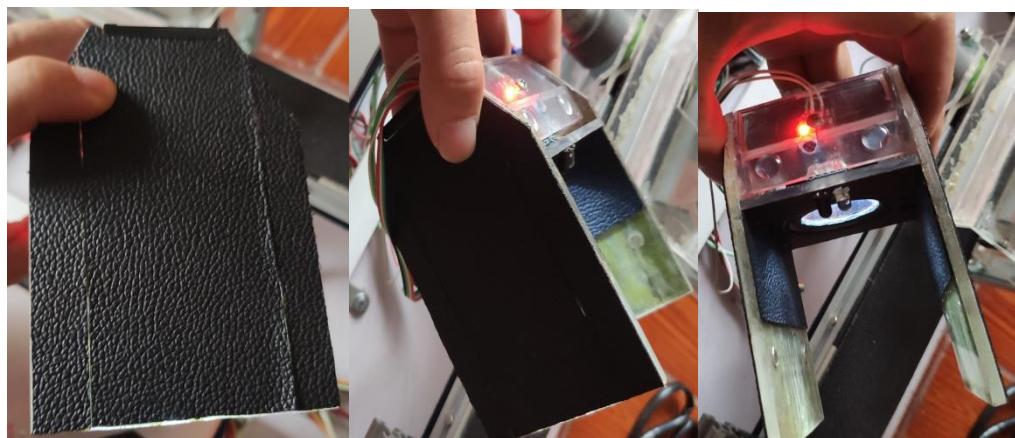
### 3.5.10 Buồng tối



Hình 3.5.10a Thiết kế và mô phỏng chi tiết trên phần mềm 3D



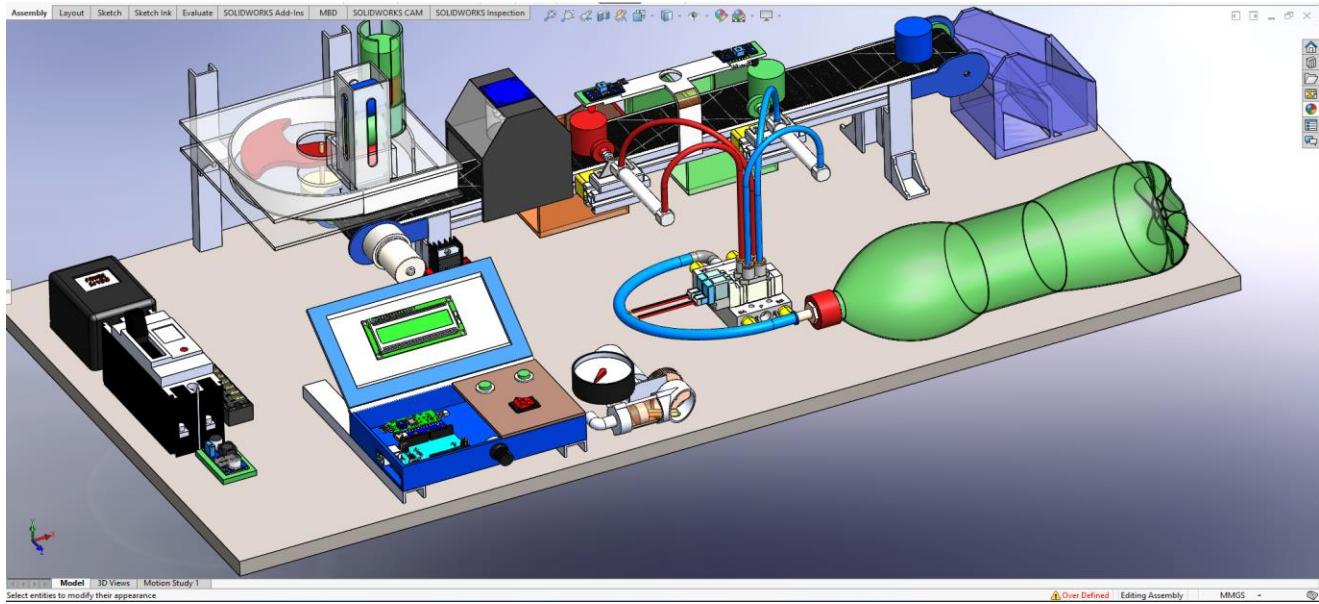
Hình 3.5.10b Chế tạo chi tiết



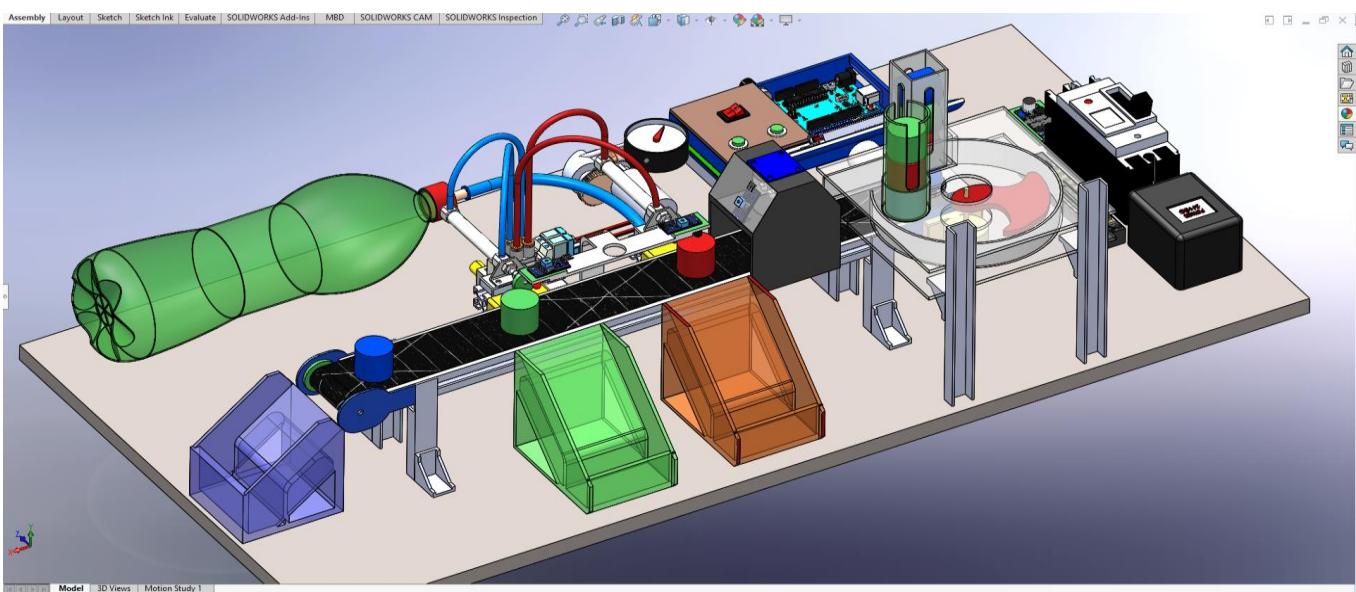
Hình 3.5.10c Chế tạo chi tiết

Buồng tối giúp chống nhiễu tối đa cho cảm biến màu sắc tcs3200, giúp hệ thống hoạt động tốt ở những điều kiện ánh sáng phức tạp, cũng như giúp cảm biến phân biệt độ sai lệch ở các dải màu một cách tốt nhất có thể.

### 3.5.11 Lắp ghép hệ thống hoàn chỉnh



Hình 3.5.11a

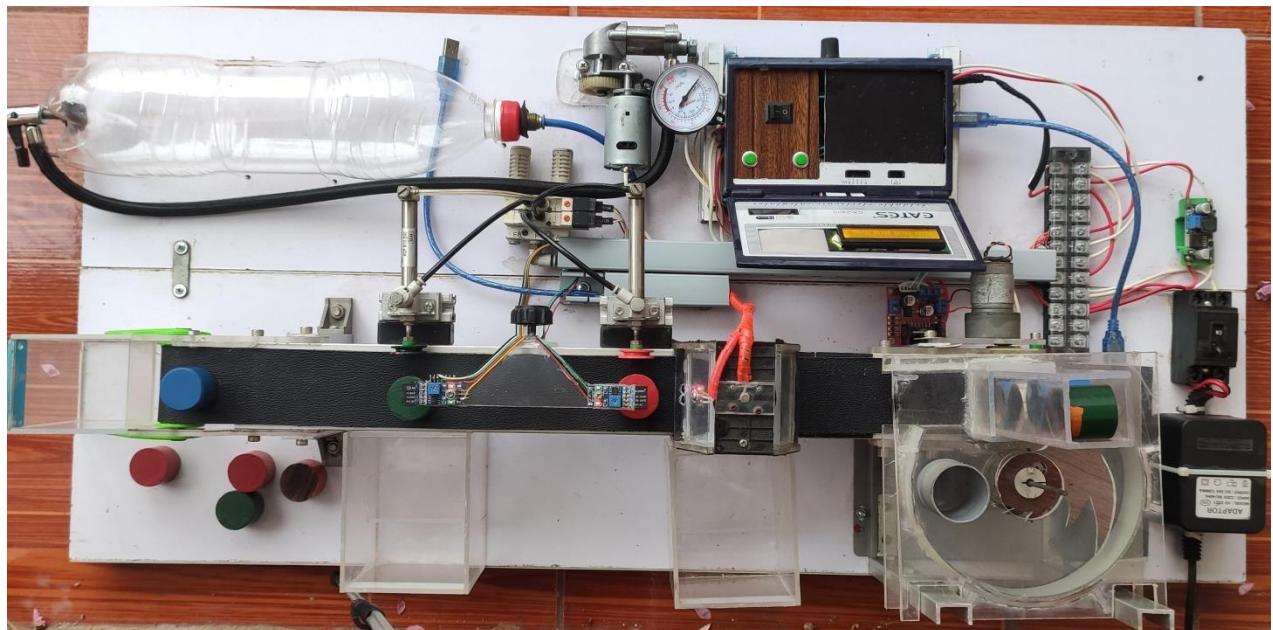


Hình 3.5.11b

Hình 3.5.12 a,b Mô hình lắp ghép hệ thống hoàn chỉnh



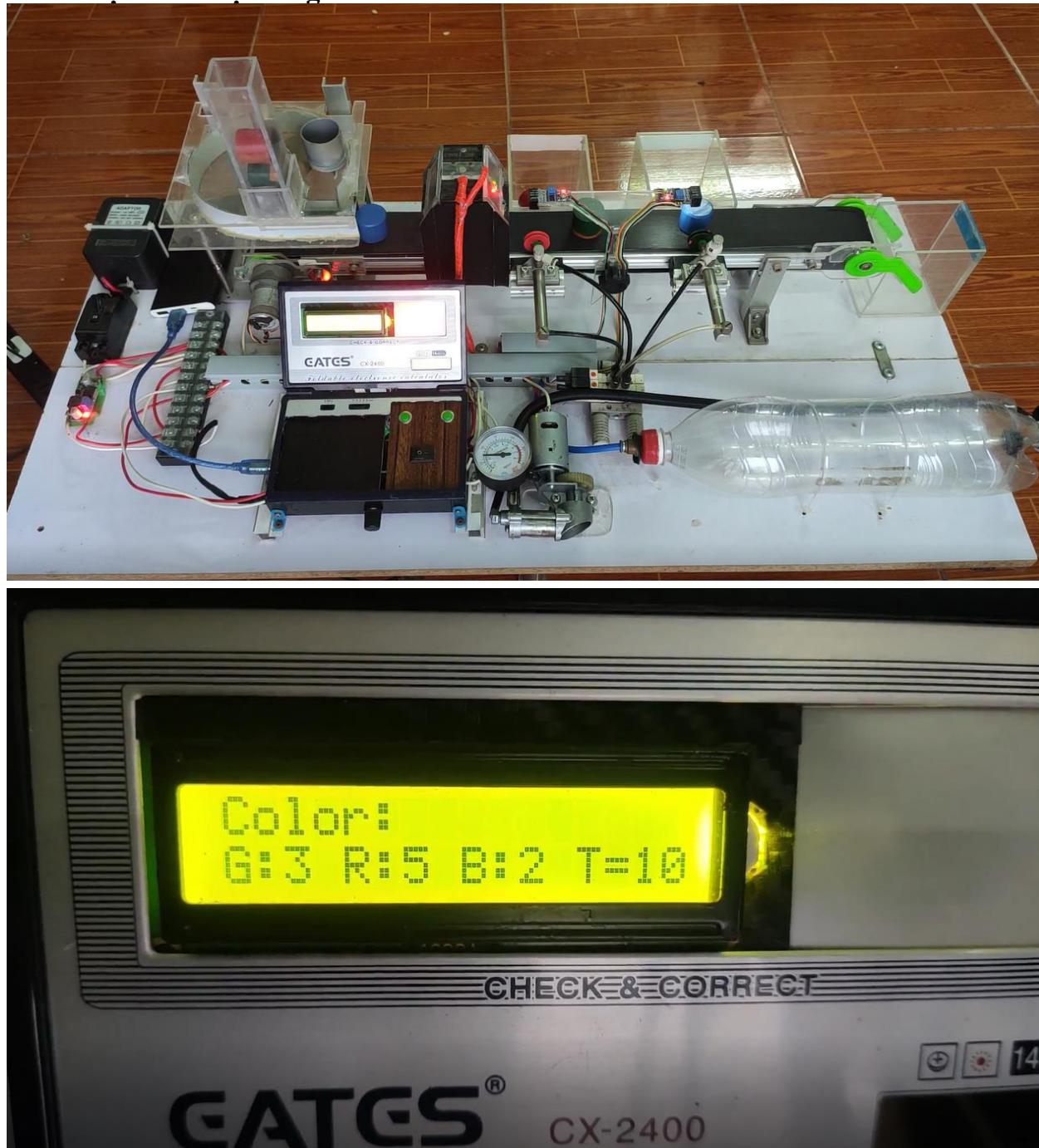
Hình 3.5.11c



Hình 3.5.11d

Hình 3.5.12 c,d Hoàn thành mô hình hệ thống thực tế

### 3.5.12 Vận hành hệ thống



Hình 3.5.12 Hệ thống vận hành ổn định

## **CHƯƠNG IV: KẾT LUẬN, HƯỚNG PHÁT TRIỂN TRONG TƯƠNG LAI VÀ ÁP DỤNG THỰC TẾ**

### **4.1 Ưu/Nhược điểm**

Sau một thời gian nghiên cứu và tìm hiểu về đề tài này; đến nay, “mô hình phân loại và đếm sản phẩm theo màu sắc sử dụng Arduino” đã được thiết kế, chế tạo thành công”.

#### **Ưu điểm:**

- Mạch nhỏ gọn.
- Đáp ứng được yêu cầu của đề tài.
- Hiển thị rõ ràng.

#### **Nhược điểm:**

- Chưa có giao diện giám sát, mô phỏng trên máy tính.
- Độ ổn định chưa tốt ở điều kiện ánh sáng mạnh.

### **4.2 Hướng phát triển**

- Áp dụng cho các dây chuyền sản xuất nhỏ.
- Thay đổi cảm biến để tạo ra dây chuyền phân loại dựa trên các tiêu chí khác nhau của sản phẩm.
- Khắc phục nhược điểm đề tài được hoàn thiện hơn.

Do thời gian và kiến thức còn hạn hẹp nên không thể tránh khỏi những thiếu sót trong quá trình thực hiện đề tài. Rất mong nhận được những góp ý, những đánh giá quý báu của quý thầy cô và các bạn.

### **4.3 Tổng hợp linh kiện sử dụng**

STT	Tên thiết bị	Thông số kỹ thuật/ Hình ảnh mẫu sản phẩm	Đơn Vị	Số lượng
1	Arduino		Bộ	1

2	Aptomat – 1P – 10A		Cái	1
3	Nguồn (24V/1.2 A)		Bộ	1
4	Mạch hạ áp LM2596		Bộ	4
5	Van khí 5/2		Cái	2
6	van tiết lưu		Cái	2
7	Đè van 5/2		cái	1
8	Ống dẫn khí		Mét	5
9	Cầu đầu 10A (10A – 12 mắt)		Cái	1

10	Nút bấm		Cái	2
11	Công tắc		Cái	1
12	Cảm biến hồng ngoại		Cái	3
13	Đầu cốt Y có bọc, đóng dây 0,75		Túi	1
14	Dây điện đơn		Mét	20
15	Nhôm định hình 20x20		Cây	6
16	Cáp kết nối arduino với máy tính		Cái	1
17	Xy lanh khí nén		Cái	2
18	Băng tải PVC		Bộ	1

19	Động cơ DC <b>GH12-1035Y(R)</b>		Cái	1
20	Bơm nén khí 12V		Cái	1
21	Relay trung gian (modul 4)		cái	1
22	Cảm biến màu sắc <b>TCS3200</b>		Cái	1
23	Màn hình LCD 1602		cái	1
24	Modul i2c		cái	1
25	Biến trở 10k		cái	1
26	Mạch L298		cái	1
27	Túi đồ thi công: Kìm ép cốt, kìm bóc dây, kìm cắt, kéo, tua-vít		Bộ	1

	các loại, lục lăng, lục giác, mỏ hàn, đồng hồ vạn năng, tấm nhựa mica ....		
--	--	--	--

## PHỤ LỤC

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
// Khai báo sử dụng chân arduino
#define outred 5
#define S0 6
#define S1 7
#define S2 8
#define S3 9
#define sensorout 10
#define hongngoaiout1 11
#define hongngoaiout2 12
int hongngoai2;
int hongngoai1;
// Khai báo biến màu
int r=0;
int g=0;
int b=0;
// Khai báo biến đêm
int red=0;
int blue=0;
int green=0;
int s=0;//tổng số sản phẩm
void setup()
{
pinMode(hongngoaiout2,INPUT);
pinMode(13,OUTPUT); //đèn báo màu xanh lam
pinMode(3,OUTPUT); //đèn báo màu đỏ
pinMode(4,OUTPUT); //đèn báo màu xanh lục
pinMode(S0,OUTPUT);
pinMode(S1,OUTPUT);
pinMode(S2,OUTPUT);
pinMode(S3,OUTPUT);
pinMode(sensorout,INPUT);
pinMode(hongngoaiout1,INPUT);
pinMode(outred,OUTPUT);
Serial.begin(9600);// Bắt đầu giao tiếp nối tiếp
digitalWrite(S0,HIGH); //cai dat ti le la 100%
digitalWrite(S1,HIGH); //cai dat ti le la 100%
lcd.init();
lcd.backlight();
```

```
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("DEM VA PHAN LOAI");
lcd.setCursor(2,1);
lcd.print("THEO MAU SAC");
delay (1500);
lcd.clear();

}

void loop()
{
    digitalWrite(S2,LOW);
    digitalWrite(S3,LOW);
    r = pulseIn(sensorout,LOW); //luu gia tri tan so mau do vao bien r
    delay(20);
    digitalWrite(S2,LOW);
    digitalWrite(S3,HIGH);
    b = pulseIn(sensorout,LOW); //luu gia tri tan so mau xanh da troi vao bien b
    delay(20);
    digitalWrite(S2,HIGH);
    digitalWrite(S3,HIGH);
    hongngoai1= digitalRead(hongngoaiout1);
    hongngoai2= digitalRead(hongngoaiout2);
    g = pulseIn(sensorout,LOW); //luu gia tri tan so mau xanh la cay vao bien g
    delay(20);
    Serial.print("R=");
    Serial.print(r);
    Serial.print(" B=");
    Serial.print(b);
    Serial.print(" G=");
    Serial.println(g); //in cac gia tri tan so mau ra man hinh serial
    lcd.clear();
//in ra màn hình LCD
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Color:");
    lcd.setCursor(12,1);
    lcd.print("T=");
    lcd.print(s);
    lcd.setCursor(4,1);
    lcd.print("R:");
    lcd.print(red);
    lcd.setCursor(8,1);
```

```

lcd.print("B:");
lcd.print(blue);
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("G:");
lcd.print(green);
lcd.setCursor(9,0);
if((r<g)&&(r<b)&&(r<12)&&(b<20)&&(g<20)&&hongngoai1==LOW)
{
  lcd.print("Red"); //in ra LCD
  red++;
  s++;
  digitalWrite(3,LOW);
  delay (400);
  digitalWrite(3,HIGH);
  daysp();
} else
{
  digitalWrite(3,HIGH);
  digitalWrite(outred,LOW);
}

if((b<50)&&(b<r)&&(r<50)&&(g<r)&&(b>25)&&(0.5>g/b<1.2)&&(r>32)&&hongngoai1==LOW)
{
  lcd.print("Green");
  green++;
  s++;
  digitalWrite(4,LOW);
  delay (400);
}
else
{
  digitalWrite(4,HIGH);
}
if((b<g)&&(b<r)&&(g<r)&&(10>b<20)&&(r<35)&&(g<50)&&hongngoai1==LOW)
{
  lcd.print("Blue");
  blue++;
  s++;
  digitalWrite(13,LOW);
  delay (400);
}

```

```

else
{
  digitalWrite(13,HIGH);
}
}

void daysp()
{
int k=0;
while (true)
{
  if(digitalRead(hongngoaiout2)==LOW)
  {
    digitalWrite(outred, HIGH);
    delay(400);
    k=k+1;
    if(k>0);
    break;
  }
}

```

Code 2:

```

#include <Adafruit_TCS34725.h>

#include <Wire.h>

Adafruit_TCS34725 tcs = Adafruit_TCS34725(TCS34725_INTEGRATIONTIME_154MS,
TCS34725_GAIN_4X);

int hn;

int in1=8;

int in2=7;

int ena=9;

int cth=A7;

int tt;

float giatri;

float quydoi;

void setup()

```

```
{  
pinMode(2, INPUT_PULLUP);  
pinMode (7, OUTPUT);  
pinMode (8, OUTPUT);  
pinMode (9, OUTPUT);  
pinMode (13,OUTPUT);  
pinMode (12,OUTPUT);  
pinMode (11,INPUT);  
pinMode (10, OUTPUT);  
Serial.begin(9600);  
  
if (tcs.begin())  
{  
    Serial.println("Cảm biến hoạt động");  
}  
else  
{  
    Serial.println("Cảm biến không kết nối, hãy kiểm tra lại kết nối...");  
    while (1);  
}  
  
}  
  
void loop()  
{  
    giatri=analogRead (cth);  
}
```

```
quydoi=map(giatri,0,1023,0,255);

int sensorVal = digitalRead(2);

Serial.println(sensorVal);

if (sensorVal == HIGH)

{ //nếu chưa nhấn

digitalWrite(in2,LOW); // dừng động cơ

digitalWrite(in1,LOW);

} else { // nếu đã nhấn

digitalWrite (in2,LOW);

digitalWrite (in1,HIGH);

analogWrite(ena,quydoi);// chạy

}

uint16_t r, g, b, c, colorTemp, lux;

tcs.getRawData(&r, &g, &b, &c);

colorTemp = tcs.calculateColorTemperature(r, g, b); //Nhiệt độ màu theo thang đo Kelvin

lux = tcs.calculateLux(r, g, b); //Độ rọi soi, cường độ sáng

Serial.print("Color Temp: "); Serial.print(colorTemp); Serial.print(" K - ");

Serial.print("Lux: "); Serial.print(lux); Serial.print(" - ");

Serial.print("Red: "); Serial.print(r); Serial.print(" ");

Serial.print("Green: "); Serial.print(g); Serial.print(" ");

Serial.print("Blue: "); Serial.print(b); Serial.print(" ");
```

```
Serial.print("Clear: "); Serial.print(c); Serial.print(" ");
Serial.println(" ");
hn=digitalRead (11);
if(c>r && c>g && c>b && lux>500) //Không có màu
{
    Serial.println(" Màu sắc hiện tại là: KHÔNG CÓ MÀU");
    Serial.println(" ");
    digitalWrite (13, LOW);
    digitalWrite (12, LOW);
}

else if(r>g && r>b && r<c && lux>10 && lux<100) //Màu đỏ
{
    Serial.println(" Màu sắc hiện tại là: MÀU ĐỎ");
    Serial.println(" ");
    digitalWrite (13, LOW);
}

else if(g>r && g>b && g<c && lux>80 && hn==LOW) //Màu lục
{
    Serial.println(" Màu sắc hiện tại là: MÀU LỤC");
    Serial.println(" ");
    digitalWrite (13, HIGH);
    digitalWrite (12, HIGH);
    digitalWrite (10, HIGH);
    delay (500);
    digitalWrite (13, LOW);
    digitalWrite (12, LOW);
    digitalWrite (10, LOW);
}
```

```

    }

else if(b>r && b>g && b<c && lux>100 && lux<200) //Màu xanh biển
{
    Serial.println(" Màu sắc hiện tại là: MÀU XANH BIỂN");
    Serial.println(" ");
    digitalWrite (13, LOW);
}

}

```

### }TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ môn Cơ điện tử, Bài giảng các hệ thống đo Cơ điện tử, Trường Đại học kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên.
- [2] B. Heimann, W. Gerth, K Popp (2008), *Cơ điện tử*, Nxb Khoa học và Kỹ Thuật, Hà Nội.
- [3] Robert H.Bishop,*Mechatronics an introduction Taylor & Francis Group*, LLC 2006.
- [4] TS. Trương Hữu Chí; TS. Võ Thị Ry, *Cơ điện tử: Hệ thống trong chế tạo máy*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 2005.
- [5] TS. Trương Hữu Chí; TS. Võ Thị Ry, *Cơ điện tử: Các thành phần cơ bản*, , Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 2005.
- [6] Tống Văn On, *Thiết kế hệ thống với họ 8051*, Nhà xuất bản Phương Đông, 2005.
- [7] Ngô Diên Tập, *Vi xử lý trong đo lường và điều khiển*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, 2009.
- [8] Phạm Văn Tuân, Hán Trọng Thanh, Đỗ Quang Ngọc, *Kỹ thuật đo lường tự động điều khiển*, Nhà xuất bản Bách Khoa Hà Nội,2008.
- [9] Trần Văn Thịnh, *Tính toán thiết kế thiết bị điều khiển*, Nhà xuất bản GD Việt Nam, 2009.
- [10] Lê Văn Doanh; Phạm Thượng Hàn; Nguyễn Văn Hòa; Võ Thạch Sơn; Đoàn Văn Tân, *Các bộ cảm biến trong kỹ thuật đo lường và điều khiển*, NXB Khoa học kỹ thuật, 2007.
- [11] Dương Minh Trí, *Cảm biến và ứng dụng*, NXB Khoa học kỹ thuật, 2001.
- [12] Giáo trình vi điều khiển-vi xử lý\_Truờng Đai Học Kỹ Thuật Công Nghiệp Thái Nguyên.

