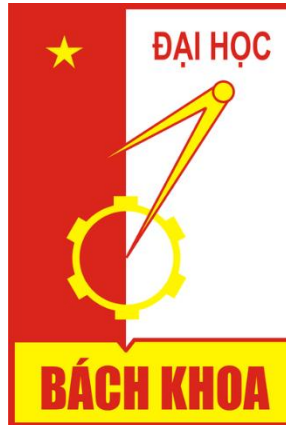


**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**  
**VIỆN ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG**



**KỸ THUẬT VI XỬ LÝ**  
**Đề tài: Thiết kế module điều khiển động cơ**

**Giảng viên hướng dẫn: TS. Hàn Huy Dũng**

**Viện: Điện tử - Viễn thông**

Nhóm sinh viên thực hiện: Nhóm 12

Mai Khắc Tuấn Anh - 20203657

Lê Duy Hiếu - 20203704

Nguyễn Thị Diệu Thúy - 20203600

Nguyễn Quốc Việt - 20203783

Hoàng Trung Kiên - 20203473

**HÀ NỘI, 10/2024**

## I. Đặt vấn đề

### 1.1 Tìm hiểu vấn đề

Motor DC được sử dụng rộng rãi trong thực tế. Chúng có thể điều khiển chính xác vị trí và tốc độ quay, giúp máy móc di chuyển và thực hiện các nhiệm vụ cụ thể.

- Thiết bị gia dụng: Motor DC được sử dụng trong nhiều thiết bị gia dụng như máy lọc không khí, máy sưởi, quạt, máy giặt và máy hút bụi. Chúng cung cấp sức mạnh cần thiết để làm việc với hiệu suất cao và điều chỉnh tốc độ.
- Điều khiển xe điện: Motor DC là công nghệ chủ đạo được sử dụng trong xe điện như xe đạp điện, xe mô tô điện và ô tô điện. Chúng cung cấp sức mạnh cho hệ thống động cơ và được điều khiển để điều chỉnh tốc độ và lượng điện năng tiêu thụ.
- Hệ thống điều khiển tàu và máy bay: Motor DC được sử dụng trong hệ thống điều khiển tàu và máy bay để điều chỉnh vị trí, hướng và tốc độ. Chúng cung cấp độ chính xác và phản hồi nhanh cho các hệ thống này.
- Máy móc công nghiệp: Motor DC được sử dụng trong nhiều ứng dụng công nghiệp như máy gia công kim loại, máy in, robot công nghiệp và băng chuyền tự động. Chúng có thể cung cấp mô-men xoắn lớn và tốc độ đáng tin cậy cho các quy trình sản xuất.
- Thiết bị y tế: Motor DC được sử dụng trong nhiều thiết bị y tế như máy quét MRI, máy xạ trị, máy hút dịch và máy phẫu thuật. Chúng cung cấp sự chính xác và độ tin cậy trong việc điều khiển chính xác các phương pháp y tế.
- Thiết bị điện tử: Motor DC được sử dụng trong nhiều thiết bị điện tử như máy ảnh, máy quay phim, ổ đĩa CD/DVD và máy in. Chúng cung cấp chuyển động cho các cơ cấu và bộ phận di chuyển trong các thiết bị này.

Motor DC có một số ưu điểm quan trọng, bao gồm:

- Điều khiển dễ dàng: Motor DC có thể được điều khiển dễ dàng và linh hoạt. Tốc độ và hướng quay của motor DC có thể được điều chỉnh bằng cách thay đổi dòng điện đầu vào hoặc đảo chiều dòng điện.
- Tốc độ đáp ứng nhanh: Motor DC có thể đáp ứng nhanh chóng khi có sự thay đổi trong điện áp hoặc dòng điện đầu vào. Điều này cho phép nhanh chóng điều chỉnh tốc độ và vị trí của motor DC.
- Mô-men xoắn khởi động cao: Motor DC cung cấp mô-men xoắn khởi động cao, đặc biệt khi được sử dụng với nguồn cấp điện đúng và các phương pháp điều khiển phù hợp. Điều này làm cho motor DC phù hợp cho các ứng

dụng đòi hỏi khởi động mạnh mẽ, chẳng hạn như trong các máy nâng hàng hoặc thiết bị công nghiệp.

- Tính năng tải nhẹ: Motor DC có thể xử lý tải nhẹ một cách hiệu quả. Với tải nhẹ, motor DC có thể duy trì tốc độ và vận hành ổn định.
- Kích thước nhỏ gọn: Motor DC có thiết kế nhỏ gọn, nhẹ và không yêu cầu nhiều không gian. Điều này giúp nó dễ dàng tích hợp vào các thiết bị và hệ thống có kích thước hạn chế.
- Chi phí thấp: So với một số loại motor khác như motor AC, motor DC có chi phí thấp hơn trong việc sản xuất và vận hành. Điều này làm cho motor DC trở thành một lựa chọn kinh tế trong nhiều ứng dụng.

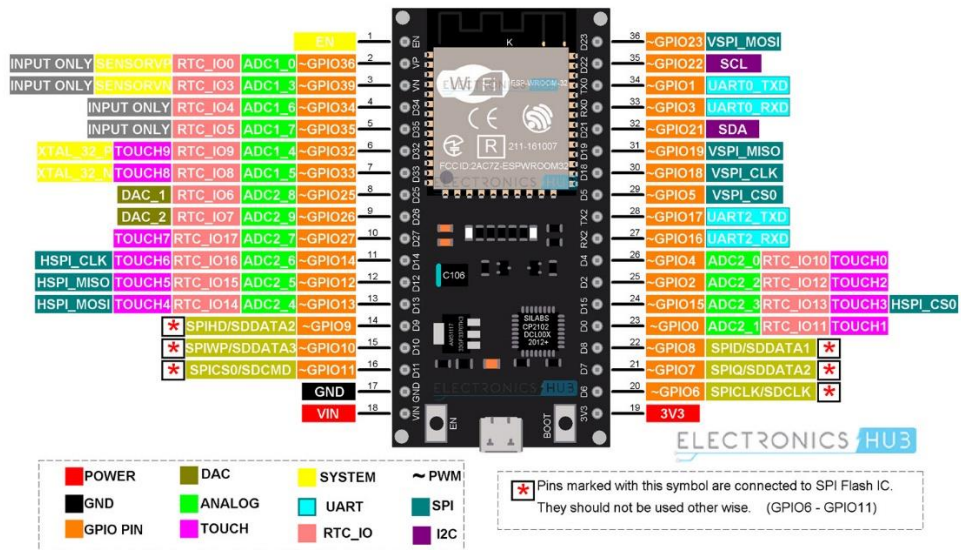
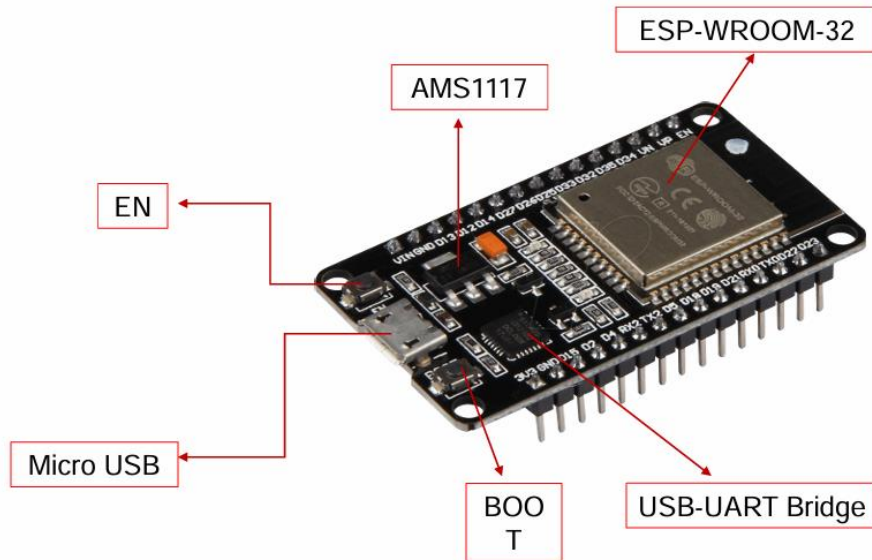
## 1.2 Phân tích vấn đề

Motor DC rất quan trọng và được sử dụng nhiều trong thực tế, những yêu cầu về việc kiểm soát motor cũng rất quan trọng. Trong gần như mọi trường hợp, chúng ta đều không chỉ cần 1 chiếc motor có thể quay ở một tốc độ xác định khi cấp nguồn hoặc chỉ bật tắt với 1 công tắc đơn giản mà chúng ta còn có nhu cầu thay đổi tốc độ quay của motor phù hợp với từng thời điểm cụ thể.

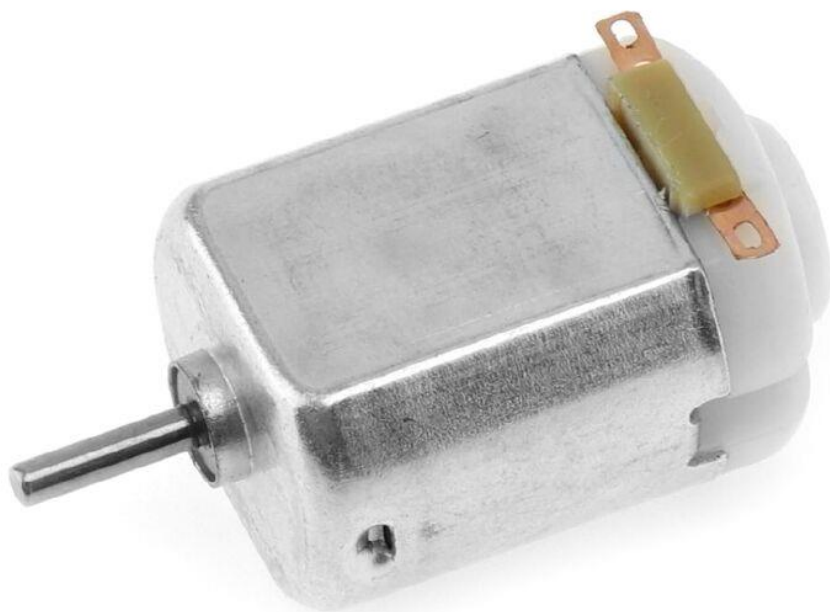
Có 2 phương pháp để điều khiển tốc độ motor: điều khiển bằng biến trở và điều khiển PWM (chế độ điều chế rộng xung). Tuy nhiên phương pháp điều khiển bằng biến trở là thay đổi điện áp của nguồn khi vào động cơ có qua nhiều hạn chế như: không điều chỉnh được chính xác tốc độ, tầm hoạt động giới hạn và sinh ra nhiều nhiệt... Với phương pháp điều khiển PWM là giữ nguyên điện áp của nguồn khi vào động cơ và thay đổi thời gian cấp điện cho động cơ từ đó thay đổi được điện áp trung bình từ đó điều chỉnh được tốc độ của động cơ nên có thể tính toán và điều chỉnh tốc độ động cơ, không bị giới hạn và không sinh nhiều nhiệt.

## II. Các linh kiện cần dùng trong dự án

### 1. ESP32



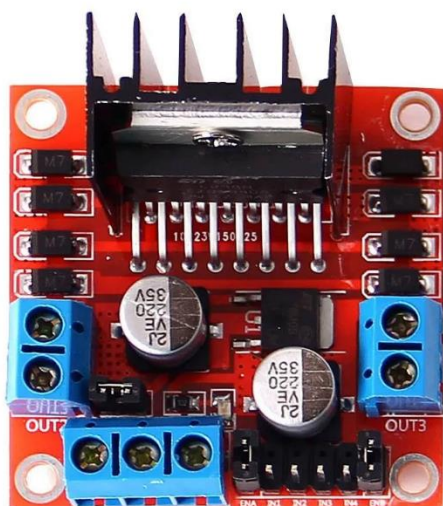
## 2. Động cơ DC



Động cơ mini 130 1-6VDC 18000RPM:

- Dòng điện tiêu thụ: 0.3-0.4A
- Độ dài trục: 10mm
- Đường kính trục: 2mm
- Kích thước động cơ: 20x28x15mm
- Động cơ chạy ổn định ở mức 3V
- Tốc độ 12000r/min ở mức điện áp 3v

### 3. Module Điều Khiển Động Cơ L298 V3 5-35VDC 2A



#### Thông số kĩ thuật

<b>Điện Áp Cấp Cho Động Cơ</b>	5-35VDC
<b>Điện áp điều khiển</b>	3-5.5VDC
<b>Số Kênh Điều Khiển</b>	2 Kênh
<b>Dòng Điều Khiển Trên Mỗi Kênh</b>	2A
<b>Dòng Max</b>	3.5A
<b>Kích thước (Dài x Rộng x Cao)</b>	50x45x25mm

#### Cấu Hình Chân Module Điều Khiển Động Cơ L298

<b>Kí Hiệu</b>	<b>Chức Năng</b>
<b>VDD</b>	Điện áp cấp cho động cơ 5-35VDC

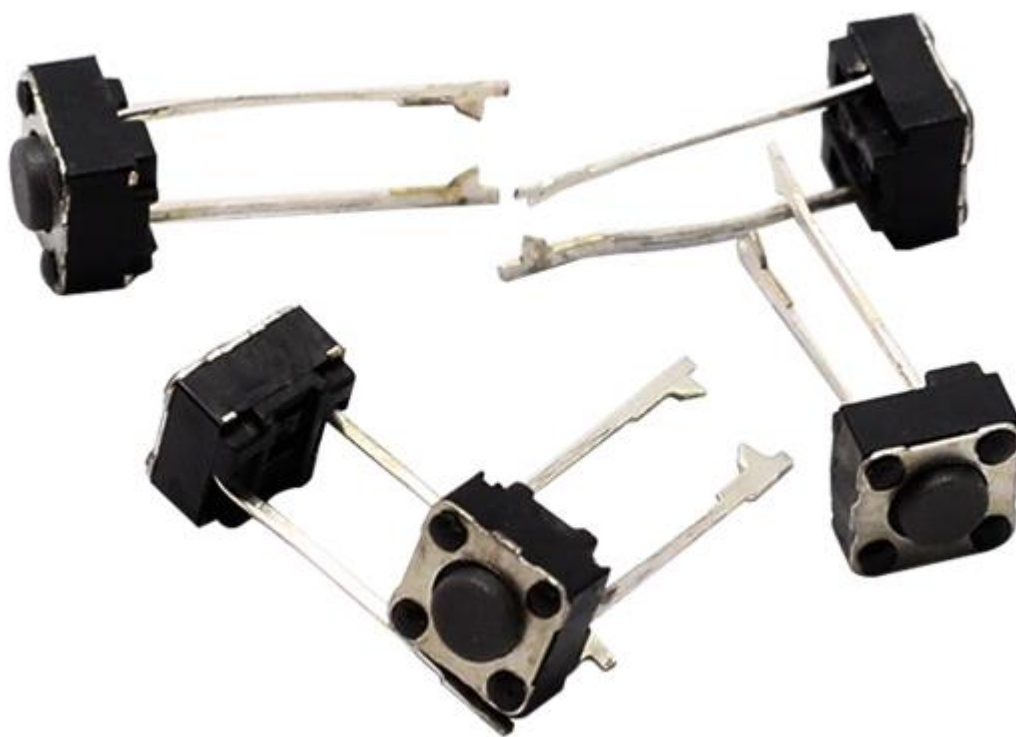
<b>VCC</b>	Điện áp cấp cho module hoạt động 5VDC
<b>GND</b>	GND
<b>INA, INB</b>	2 chân tín hiệu đầu vào điều khiển động cơ A
<b>INC, IND</b>	2 chân tín hiệu đầu vào điều khiển động cơ B
<b>OUT A/ OUT B</b>	2 cổng kết nối động cơ A
<b>OUT C/ OUT D</b>	2 cổng kết nối động cơ A

#### 4. Nguồn điện



Nguồn 12V

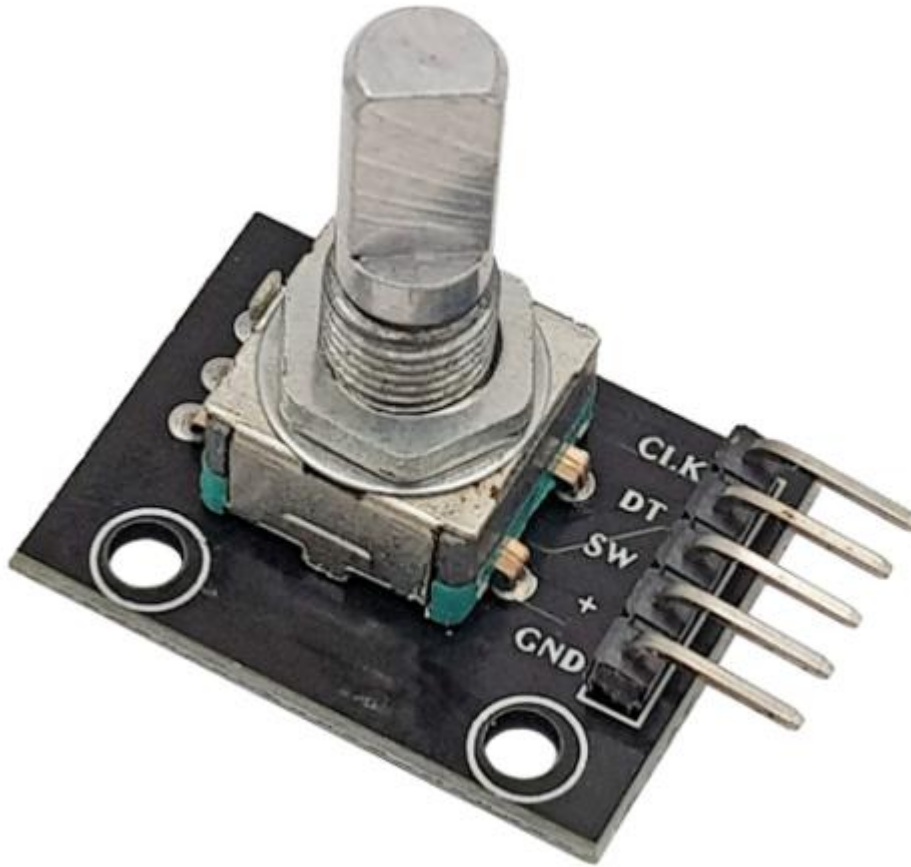
#### 5. Nút nhấn



Công tắc PB-1201 1.5A

## 6. Rotary Encoder

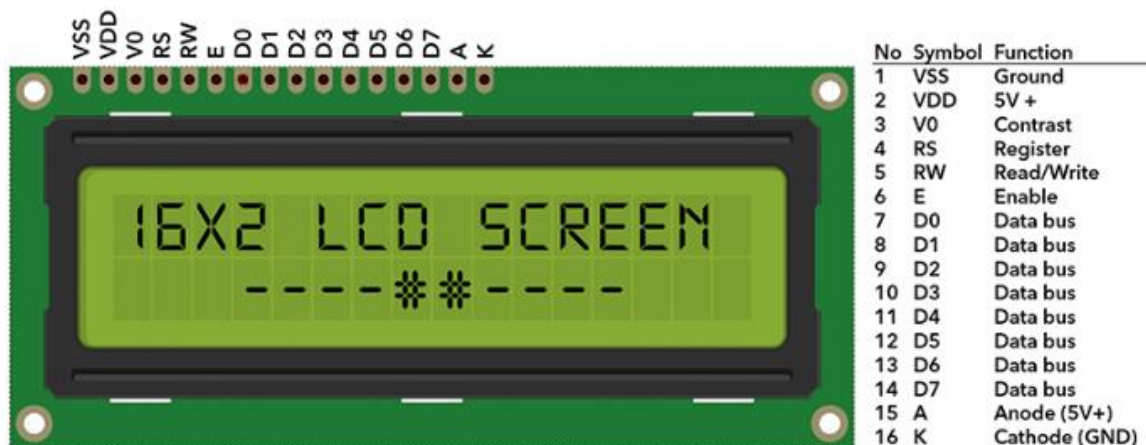




### Cảm Biến Góc Xoay Rotary Angle Sensor

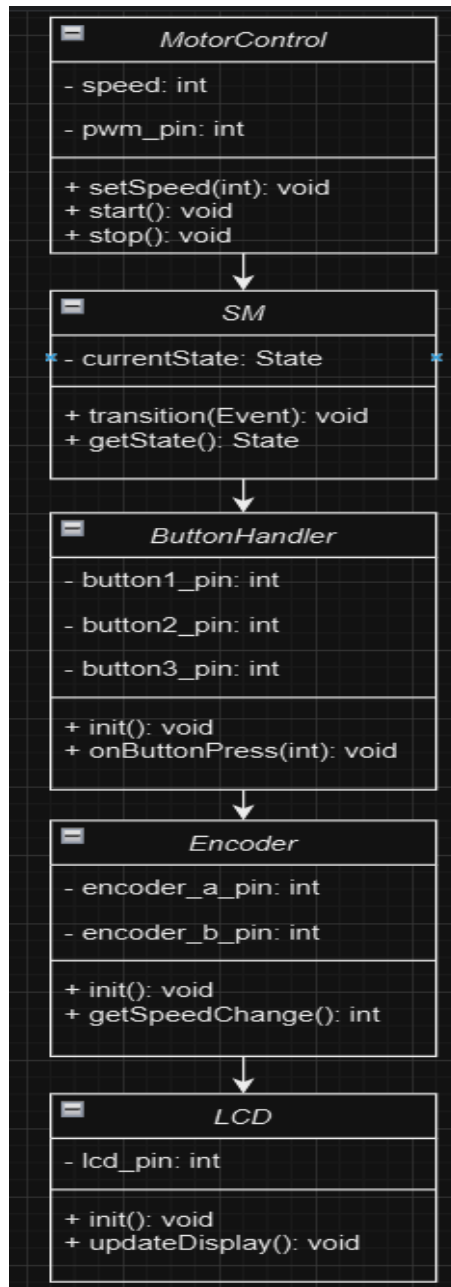
- Điện áp sử dụng: 3.3~5VDC
- Góc xoay: 0~300 độ

### 7. Màn hình hiển thị



Màn Hình LCD 5110

### III. Sơ đồ hệ thống



- Mô tả sơ đồ:

#### 1 .MotorControl

- Thuộc tính:

- speed: lưu trữ tốc độ hiện tại của động cơ.
- pwm\_pin: chân PWM kết nối với động cơ.
- Chức năng:
  - setSpeed(int): đặt tốc độ cho động cơ theo giá trị được cung cấp.
  - start(): bắt đầu cho động cơ chạy ở tốc độ đã cài đặt.
  - stop(): ngừng động cơ.

## 2. SM (State Machine)

- Thuộc tính:
  - currentState: trạng thái hiện tại của hệ thống (IDLE, ADJUST\_SPEED, RUNNING).
- Chức năng:
  - transition(Event): thay đổi trạng thái của hệ thống dựa trên sự kiện nhận được (như từ các nút nhấn).
  - getState(): trả về trạng thái hiện tại của hệ thống.

## 3. ButtonHandler

- Thuộc tính:
  - button1\_pin, button2\_pin, button3\_pin: chân GPIO của các nút nhấn.
- Chức năng:
  - init(): khởi tạo các nút nhấn và đăng ký ngắt cho chúng.
  - onButtonPress(int): xử lý sự kiện khi nút nhấn được kích hoạt, gửi sự kiện tới SM để chuyển trạng thái.

## 4. Encoder

- Thuộc tính:
  - encoder\_a\_pin, encoder\_b\_pin: chân A và B của rotary encoder.
- Chức năng:
  - init(): khởi tạo và đăng ký ngắt cho encoder.
  - getSpeedChange(): tính toán và trả về thay đổi tốc độ (tăng hoặc giảm) dựa trên tín hiệu encoder.

## 5. LCD

- Thuộc tính:
  - lcd\_pin: chân giao tiếp với màn hình LCD.
- Chức năng:
  - init(): khởi tạo và cài đặt LCD.
  - updateDisplay(): cập nhật trạng thái và tốc độ hiện tại của động cơ lên màn hình LCD.

## - Quan hệ giữa các lớp:

- SM nhận sự kiện từ ButtonHandler và Encoder để chuyển trạng thái.
- MotorControl dựa vào trạng thái từ SM để bật/tắt và điều chỉnh tốc độ động cơ.
- LCD cập nhật màn hình dựa trên trạng thái và tốc độ từ SM và MotorControl.

## IV. Lưu đồ thuật toán



## - Mô tả thuật toán:

1. Bắt đầu: Thiết lập ban đầu cho các thành phần:
  - Khởi tạo GPIO cho các nút nhấn và rotary encoder.
  - Thiết lập ngắt cho các nút nhấn.
  - Khởi tạo màn hình LCD để hiển thị thông tin.

- Khởi tạo và cấu hình encoder để đọc giá trị tăng giảm.
  - Thiết lập PWM cho động cơ DC.
2. Vòng lặp chính:
    - Đọc tín hiệu từ các nút nhấn và rotary encoder trong vòng lặp chính của chương trình.
  3. Xử lý SM:
    - Dựa trên tín hiệu từ nút nhấn và encoder, SM sẽ quyết định trạng thái hiện tại của hệ thống.
    - SM chuyển đổi giữa các trạng thái IDLE, ADJUST\_SPEED, và RUNNING.
  4. Kiểm tra trạng thái hiện tại:
    - IDLE: Động cơ tắt, hệ thống chờ tín hiệu từ nút nhấn.
    - ADJUST\_SPEED: Đọc giá trị từ encoder và điều chỉnh tốc độ động cơ.
    - RUNNING: Động cơ chạy với tốc độ hiện tại và điều khiển bằng PWM.
  5. Cập nhật màn hình LCD:
    - Cập nhật trạng thái hiện tại của hệ thống và tốc độ động cơ trên màn hình LCD.
  6. Lặp lại vòng lặp: Trở về đầu vòng lặp và tiếp tục thực hiện quy trình kiểm tra và điều khiển động cơ.

## - Cách hoạt động của thiết bị :

### +Các trạng thái SM:

- IDLE: Động cơ ngừng hoạt động và sẵn sàng chờ tín hiệu.
- ADJUST\_SPEED: Động cơ chưa chạy, nhưng người dùng có thể điều chỉnh tốc độ bằng rotary encoder.
- RUNNING: Động cơ hoạt động ở tốc độ đã thiết lập.

### + Chức năng của nút nhấn:

1. Nút nhấn 1 (Transition to ADJUST\_SPEED):
  - Khi hệ thống đang ở trạng thái IDLE (động cơ đang tắt), nhấn nút này sẽ chuyển FSM sang trạng thái ADJUST\_SPEED.
  - Mục đích: Cho phép người dùng điều chỉnh tốc độ động cơ mà không cần cho động cơ hoạt động ngay lập tức.
  - Sau khi nhấn, hệ thống sẽ bắt đầu nhận tín hiệu từ rotary encoder để thay đổi tốc độ, và giá trị tốc độ sẽ hiển thị trên LCD.
2. Nút nhấn 2 (Transition to RUNNING):
  - Khi hệ thống đang ở trạng thái ADJUST\_SPEED, nhấn nút này sẽ xác nhận tốc độ đã chọn và chuyển sang trạng thái RUNNING.
  - Mục đích: Bắt đầu hoạt động của động cơ tại tốc độ đã cài đặt.

- Khi nhấn nút này, hệ thống sẽ ghi nhận giá trị tốc độ hiện tại từ rotary encoder, sau đó điều chỉnh tín hiệu PWM gửi đến động cơ để động cơ chạy đúng với tốc độ đó.

### 3. Nút nhấn 3 (Transition to IDLE):

- Khi hệ thống đang ở trạng thái RUNNING, nhấn nút này sẽ ngừng động cơ và đưa hệ thống trở lại trạng thái IDLE.
- Mục đích: Cho phép người dùng dừng động cơ một cách thủ công.
- Khi nhấn nút này, hệ thống sẽ giảm tín hiệu PWM xuống 0, làm cho động cơ ngừng quay.

