

ĐẠI HỌC HUẾ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC HUẾ
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



Đề tài :
PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG ĐÈN LED THÔNG MINH
RGB VỚI ESP32: ĐIỀU KHIỂN MÀU SẮC VÀ ĐỘ SÁNG
CỦA ĐÈN LED WS2812 QUA ỨNG DỤNG WEB

Sinh viên thực hiện:

21t102020218

Danh mục các từ viết tắt

- **ESP32:** Một dòng vi điều khiển tích hợp Wi-Fi và Bluetooth.
- **WS2812:** Một loại đèn LED RGB tích hợp IC điều khiển.
- **IoT:** Internet of Things (Internet vạn vật).
- **RGB:** Red, Green, Blue (Hệ màu đỏ, xanh lá, xanh dương).

MỤC LỤC

I. PHẦN MỞ ĐẦU	1
1. TÓM TẮT	1
2. GIỚI THIỆU	2
II. NỘI DUNG	3
1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT	3
2. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN	4
III. PHẦN KẾT	7
1. KẾT QUẢ VÀ PHÂN TÍCH	7
2. THẢO LUẬN	8
3. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN	9
IV. TÀI LIỆU THAM KHẢO	9

I. PHẦN MỞ ĐẦU

1. TÓM TẮT

Bài tiểu luận này trình bày quá trình nghiên cứu và phát triển một hệ thống đèn LED thông minh RGB sử dụng vi điều khiển ESP32 để điều khiển màu sắc và độ sáng của đèn LED WS2812 thông qua một ứng dụng web. Trong bối cảnh công nghệ Internet vạn vật (IoT) ngày càng phát triển, nhu cầu về các hệ thống chiếu sáng thông minh, linh hoạt và dễ điều khiển từ xa đang trở thành xu hướng quan trọng. Đèn LED RGB, với khả năng thay đổi màu sắc và độ sáng, không chỉ đáp ứng nhu cầu chiếu sáng mà còn được ứng dụng rộng rãi trong trang trí, giải trí, và các hệ thống nhà thông minh. Tuy nhiên, các hệ thống đèn LED truyền thống thường thiếu tính linh hoạt, không hỗ trợ điều khiển từ xa, và đòi hỏi người dùng phải thao tác thủ công, gây bất tiện trong nhiều tình huống.

Mục tiêu chính của dự án là xây dựng một hệ thống cho phép người dùng thay đổi màu sắc (theo hệ RGB) và độ sáng của đèn LED WS2812 một cách dễ dàng và linh hoạt thông qua giao diện web. Để đạt được mục tiêu này, phương pháp thực hiện bao gồm việc sử dụng vi điều khiển ESP32 làm máy chủ web, kết hợp với đèn LED WS2812 và một giao diện web được thiết kế bằng HTML, CSS, và JavaScript. ESP32 được lập trình để tạo một điểm truy cập Wi-Fi, cho phép người dùng kết nối và truy cập giao diện web thông qua trình duyệt trên điện thoại hoặc máy tính. Giao diện web cung cấp các công cụ như bộ chọn màu (color picker) để thay đổi màu sắc và thanh trượt (slider) để điều chỉnh độ sáng, đảm bảo trải nghiệm người dùng thân thiện và trực quan.

Dự án này còn là một ví dụ điển hình về việc ứng dụng công nghệ IoT trong đời sống, mở ra hướng phát triển mới cho các hệ thống điều khiển từ xa chi phí thấp và dễ triển khai.

2. GIỚI THIỆU

Trong bối cảnh công nghệ Internet vạn vật (IoT) ngày càng phát triển, các hệ thống chiếu sáng thông minh đang trở thành xu hướng phổ biến trong đời sống hiện đại. Đèn LED RGB, với khả năng thay đổi màu sắc linh hoạt, đã được ứng dụng rộng rãi trong trang trí, giải trí, và thậm chí là các hệ thống nhà thông minh. Tuy nhiên, các hệ thống đèn LED truyền thống thường thiếu tính linh hoạt, không hỗ trợ điều khiển từ xa, và đòi hỏi người dùng phải thao tác thủ công.

Bài tiểu luận này tập trung giải quyết vấn đề trên bằng cách phát triển một hệ thống đèn LED thông minh RGB sử dụng vi điều khiển ESP32. Mục tiêu chính là xây dựng một hệ thống cho phép điều khiển màu sắc và độ sáng của đèn LED WS2812 thông qua một ứng dụng web. Người dùng có thể thay đổi màu sắc (theo hệ RGB) và điều chỉnh độ sáng từ xa thông qua giao diện web trên trình duyệt, mang lại sự tiện lợi và linh hoạt.

Phạm vi nghiên cứu tập trung vào việc sử dụng ESP32 làm máy chủ web, kết hợp với đèn LED WS2812 và giao diện web cơ bản. Bài tiểu luận được chia thành các phần chính: cơ sở lý thuyết, phương pháp thực hiện, kết quả và phân tích, thảo luận, và kết luận.

II. NỘI DUNG

1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

1.1. Tổng quan về ESP32

ESP32 là một vi điều khiển mạnh mẽ do Espressif Systems phát triển, tích hợp Wi-Fi và Bluetooth, phù hợp cho các ứng dụng IoT. ESP32 có các đặc điểm nổi bật như:

- Bộ xử lý lõi kép, tốc độ lên đến 240 MHz.
- Hỗ trợ giao tiếp Wi-Fi (802.11 b/g/n) và Bluetooth (v4.2 BR/EDR và BLE).
- Nhiều chân GPIO để kết nối với các thiết bị ngoại vi như đèn LED WS2812.

ESP32 được sử dụng trong dự án này để làm máy chủ web, nhận lệnh từ giao diện web và điều khiển đèn LED.

1.2. Đèn LED WS2812

WS2812 là một loại đèn LED RGB tích hợp IC điều khiển, cho phép điều khiển từng LED riêng lẻ trên một dải LED. Các đặc điểm chính của WS2812 bao gồm:

- Mỗi LED có thể hiển thị màu sắc theo hệ RGB (256 mức cho mỗi kênh R, G, B).
- Có thể nối tiếp nhiều LED để tạo thành dải dài, chỉ cần một chân GPIO để điều khiển.

Trong dự án này, WS2812 được sử dụng để tạo hiệu ứng ánh sáng với màu sắc và độ sáng thay đổi theo ý muốn.

1.3. Công nghệ web và IoT

Để điều khiển đèn LED từ xa, dự án sử dụng giao tiếp client-server thông qua giao thức HTTP. ESP32 sẽ hoạt động như một máy chủ web (web server), xử lý các yêu cầu từ giao diện web (client) và gửi tín hiệu điều khiển đến WS2812. Giao diện web được thiết kế bằng HTML, CSS, và JavaScript, cho phép người dùng chọn màu sắc và độ sáng thông qua các thành phần giao diện như bộ chọn màu và thanh trượt.

2. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

2.1. Danh sách linh kiện

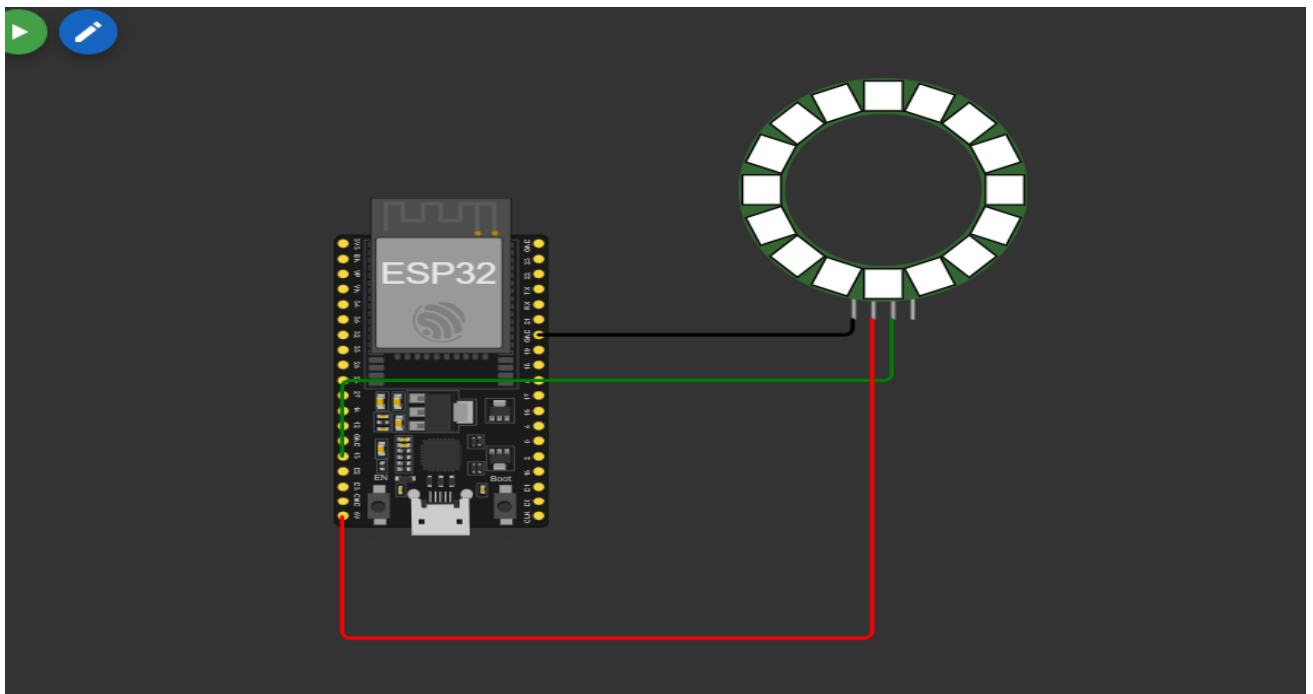
- Bản mạch điều khiển ESP32.
- Vòng LED WS2812 với số lượng 16 LED cố định, thích hợp nếu bạn muốn tạo hiệu ứng vòng tròn.
- Nguồn điện 5V, 2A (đáp ứng dòng tiêu thụ của WS2812).
- Dây nối và breadboard.

2.2. Thiết kế hệ thống

a. Sơ đồ mạch

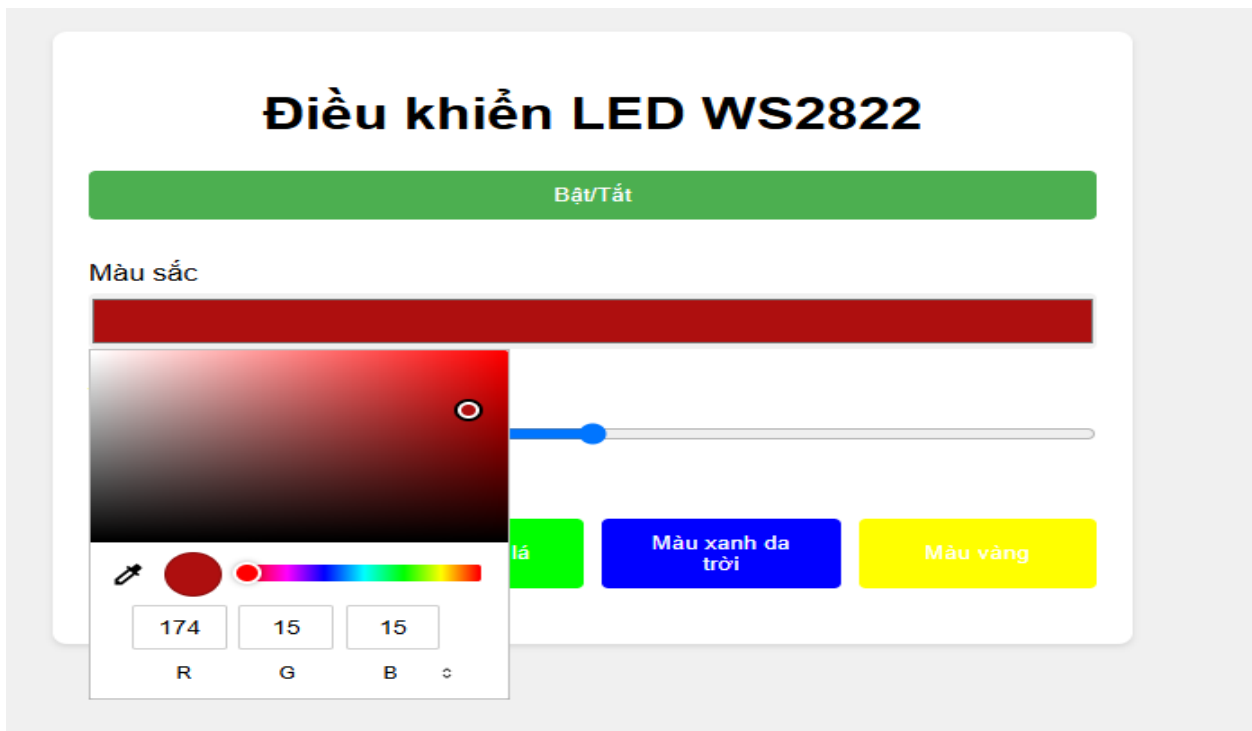
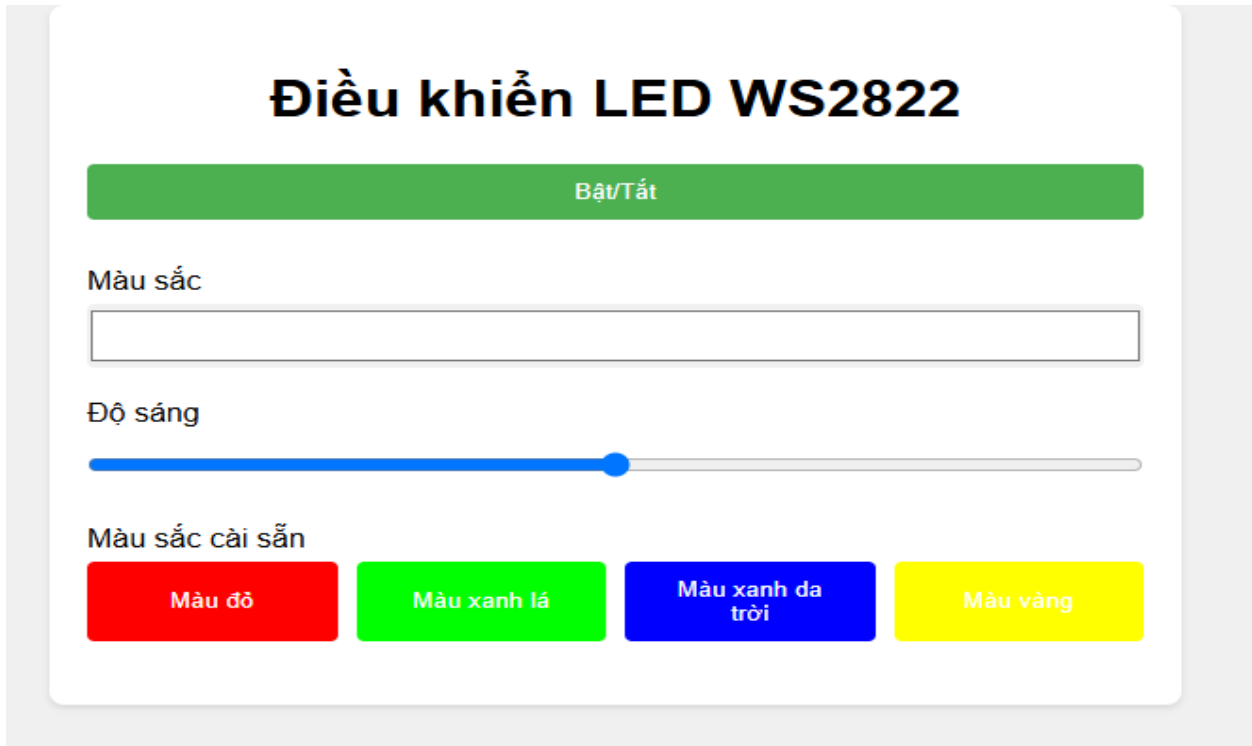
ESP32 được kết nối với WS2812 như sau:

- Chân ESP 13 của ESP32 nối với chân DIN của WS2812.
- Nguồn 5V của ESP32 kết nối với chân VCC của WS2812
- GND của WS2812 kết nối với GND chung với ESP32 để đảm bảo tín hiệu ổn định.



b. Giao diện Web

Giao diện web: Một trang web đơn giản được thiết kế với công tắc bật tắt đèn LED ,bộ chọn màu (color picker) và thanh trượt (slider) để điều chỉnh độ sáng.



2.3. Quy trình thực hiện

Bước 1: Cài đặt môi trường lập trình

-Sử dụng PlatformIO/Arduino IDE để lập trình ESP32. Cài đặt các thư viện cần thiết:

- Thư viện ESPAsyncWebServer và AsyncTCP để tạo máy chủ web không đồng bộ.
- Thư viện Adafruit NeoPixel để điều khiển **vòng LED WS2812**

-Dùng Wokwi để chạy giả lập hệ thống bản mạch ESP32 điều khiển vòng LED WS2822

Bước 2: Viết mã điều khiển WS2812

Mã điều khiển WS2812 được viết bằng thư viện Adafruit NeoPixel, cho phép thay đổi màu sắc và độ sáng của dải LED.

Bước 3: Xây dựng ứng dụng web

Giao diện web được thiết kế với HTML, CSS, và JavaScript. Trang web bao gồm:

- Một bộ chọn màu để chọn giá trị RGB.
- Một thanh trượt để điều chỉnh độ sáng (0-255).
- Các yêu cầu từ giao diện web được gửi đến ESP32 qua giao thức HTTP.

Bước 4: Kết nối Wi-Fi và kiểm tra

ESP32 tạo điểm truy cập Wi-Fi với SSID và mật khẩu mặc định. Người dùng kết nối vào Wi-Fi này, truy cập địa chỉ IP của ESP32 (ví dụ: 192.168.4.1) để mở giao diện web và điều khiển đèn LED.

4. Công cụ sử dụng

- Ngôn ngữ lập trình: C/C++ (cho ESP32), HTML/CSS/JavaScript (cho giao diện web).
- Phần mềm: PlatformIO/Arduino IDE, VS Code.

III. PHẦN KẾT

1. KẾT QUẢ VÀ PHÂN TÍCH

1.1. Kết quả đạt được

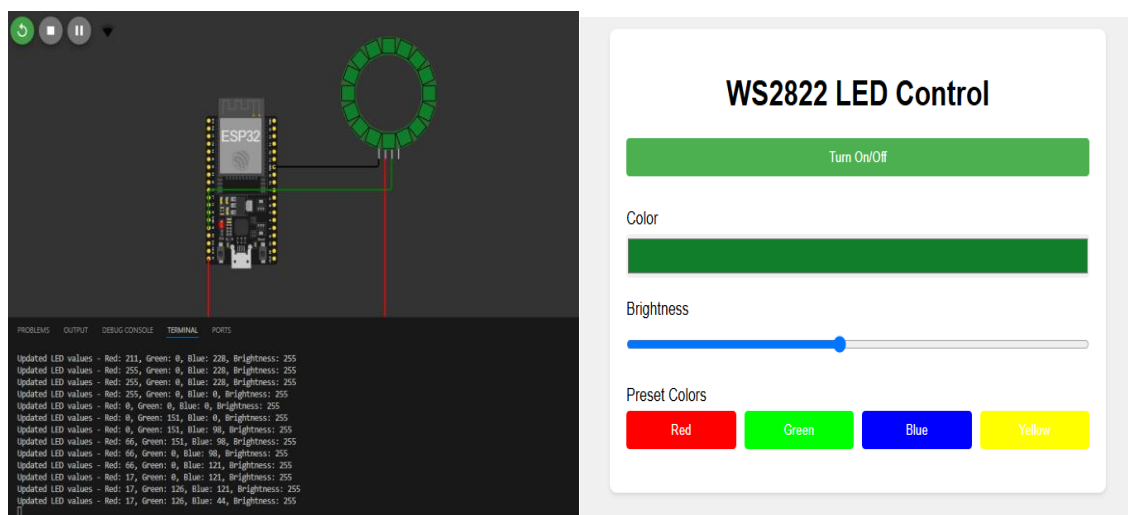
Hệ thống đã được triển khai thành công, cho phép:

- Thay đổi màu sắc của dải LED WS2812 theo hệ RGB thông qua bộ chọn màu trên giao diện web.
- Điều chỉnh độ sáng từ 0 đến 255 bằng thanh trượt.
- Thời gian phản hồi giữa lệnh từ web và thay đổi trên LED là dưới 100ms, đảm bảo trải nghiệm mượt mà.

1.2. Phân tích

- **Độ ổn định của kết nối Wi-Fi:** Hệ thống hoạt động ổn định trong phạm vi 10m, nhưng có thể bị gián đoạn nếu có nhiều thiết bị cùng kết nối vào điểm truy cập.
- **Hiệu suất của ESP32:** ESP32 có thể điều khiển Vòng 16 LED WS2812 mà không gặp vấn đề về hiệu suất. Tuy nhiên, với số lượng LED lớn hơn (trên 100), cần tối ưu mã và đảm bảo nguồn điện đủ mạnh.
- **Trải nghiệm người dùng:** Giao diện web đơn giản, dễ sử dụng, nhưng có thể cải thiện thêm về mặt thẩm mỹ và tính năng (ví dụ: lưu preset màu sắc).

1.3. Ví dụ minh họa



3. THẢO LUẬN

3.1. Ưu điểm của hệ thống

- Chi phí thấp: Vì là dự án cá nhân nên chi phí thấp, chỉ mới chạy giả lập trên Wokwi, chưa có linh kiện thật để thực hiện
- Dễ triển khai: Không yêu cầu kỹ năng lập trình phức tạp, giao diện web dễ sử dụng.
- Linh hoạt: Có thể mở rộng để điều khiển nhiều dải LED hoặc tích hợp thêm tính năng.

3.2. Hạn chế

- Phụ thuộc vào kết nối Wi-Fi: Hệ thống chỉ hoạt động khi thiết bị người dùng kết nối vào điểm truy cập của ESP32.
- Giới hạn số lượng LED: Số lượng LED bị giới hạn bởi nguồn điện và khả năng xử lý của ESP32.
- Giao diện web cơ bản: Thiếu các tính năng nâng cao như lưu trữ màu sắc yêu thích hoặc điều khiển theo lịch trình.

3.3. So sánh với các giải pháp khác

So với các giải pháp điều khiển qua Bluetooth hoặc ứng dụng di động, hệ thống này có ưu điểm là không cần cài đặt ứng dụng, chỉ cần trình duyệt web. Tuy nhiên, nó kém linh hoạt hơn về mặt điều khiển từ xa qua internet (trừ khi tích hợp thêm dịch vụ cloud).

4. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

4.1. Kết luận

Bài tiểu luận đã thành công trong việc phát triển hệ thống đèn LED thông minh RGB sử dụng ESP32 để điều khiển màu sắc và độ sáng của đèn vòng 16 LED WS2812 thông qua ứng dụng web. Hệ thống đáp ứng được các yêu cầu đề ra, bao gồm khả năng thay đổi màu sắc theo hệ RGB và điều chỉnh độ sáng theo thời gian thực. Dự án này có ý nghĩa thực tiễn trong các ứng dụng chiếu sáng thông minh, trang trí, và giải trí, đồng thời là một ví dụ điển hình về ứng dụng IoT trong đời sống.

4.2. Hướng phát triển

- Tích hợp dịch vụ cloud (như Blynk) để điều khiển từ xa qua internet.
- Thêm tính năng điều khiển qua ứng dụng di động song song với giao diện web.
- Tích hợp cảm biến ánh sáng hoặc nhiệt độ để tự động điều chỉnh màu sắc và độ sáng.
- Hỗ trợ điều khiển nhiều dải LED cùng lúc và lưu trữ các preset màu sắc.

IV. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1.Espressif Systems. (2023). *ESP32 Technical Reference Manual*. Truy cập tại: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_technical_reference_manual_en.pdf
- 2.WorldSemi. (2022). *WS2812 Datasheet*. Truy cập tại: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/WS2812.pdf>
3. Adafruit. (2023). *NeoPixel Überguide*. Truy cập tại: <https://learn.adafruit.com/adafruit-neopixel-uberguide>
- 4.Arduino. (2023). *ESP32 Web Server Tutorial*. Truy cập tại: <https://docs.arduino.cc/tutorials/esp32-web-server>
- 5.FastLED. (2023). *FastLED Documentation*. Truy cập tại: <https://fastled.io/docs>.