

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

SỐ PHÁCH:

TÊN ĐỀ TÀI TIỂU LUẬN
**PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG ĐÈN LED THÔNG MINH VỚI RGB
VỚI ESP32**

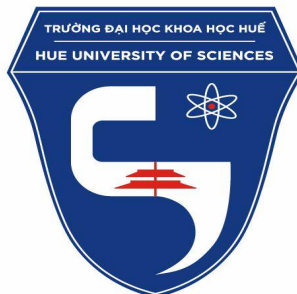
TÊN LỚP HỌC PHẦN:PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG IOT

MÃ HỌC PHẦN:TIN4024

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN: VÕ VIỆT DŨNG

HUẾ, THÁNG 04 NĂM 2025

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



TÊN ĐỀ TÀI TIỂU LUẬN
**PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG LED THÔNG MINH VỚI RGB
VỚI ESP32**

TÊN LỚP HỌC PHẦN : PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG IOT

MÃ HỌC PHẦN: TIN4024

Giảng viên hướng dẫn : VÕ VIỆT DŨNG

HUẾ, THÁNG 04 NĂM 2025

Danh mục

Tên viết tắt	Tên
ESP	Espressif Systems Platform
LED	Red - Green - Blue
IoT	Internet of Things
Blynk	Nền tảng phát triển ứng dụng IoT
API	Application Programming Interface

Mục lục

Lời mở đầu.....	1
I. Đặt vấn đề.....	2
1. Lý do chọn đề tài.....	2
2. Mục tiêu đề tài.....	2
3. Phạm vi nghiên cứu.....	2
II. Cơ sở lý thuyết.....	3
1. Tổng quan về hệ thống chiếu sáng thông minh.....	3
1.1 . Tổng quan về hệ thống đèn LED thông minh.....	3
a. Giới thiệu về hệ thống chiếu sáng thông minh.....	3
b. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động.....	3
c. Tính cấp thiết của việc điều khiển thiết bị thông minh.....	3
d. Ứng dụng thực tế của đèn LED RGB thông minh.....	4
2. Giới thiệu về phần cứng và phần mềm sử dụng.....	4
2.1. Wokwi - Công cụ mô phỏng hệ thống Iot.....	7
2.2. Công nghệ điều khiển từ xa.....	7
2.3. Mô phỏng điều khiển LED qua Web App hoặc Google Assistant.....	7
III. Thiết kế hệ thống.....	8
1. Mô hình hệ thống.....	8
1.1. Sơ đồ khối hệ thống:.....	8
1.2. Luồng xử lý:.....	8
2. Thành phần phần cứng.....	8
3. Phần mềm điều khiển.....	9
4. Nguyên lý hoạt động của hệ thống.....	9
4.1. Điều khiển bằng Web (Blynk) hoặc Google Assistant.....	9

4.2.	Tự động điều chỉnh độ sáng bằng cảm biến	10
4.3.	Kết hợp giữa tự động và thủ công	10
4.4.	Mạch vật lý (Sơ đồ Wokwi)	10
IV.	Mô phỏng kết quả và kiểm thử	11
1.	Cài đặt hệ thống trên Wokwi	11
2.	Kết quả đạt được	12
3.	Kiểm thử hệ thống	13
	Kết luận	15

Lời mở đầu

Trong thời đại công nghệ phát triển mạnh, Internet of Thing (IoT) đang ngày càng trở thành xu hướng quan trọng trong đời sống và sản xuất. Một trong những ứng dụng phổ biến của Iot là hệ thống chiếu đèn thông minh, giúp tiết kiệm năng lượng, tăng cường tiện ích và nâng cao chất lượng cuộc sống.

Hệ thống đèn LED thông minh RGB với ESP32 là một phương pháp hiện đại giúp điều khiển màu sắc và độ sáng của đèn thông qua ứng dụng website hoặc giọng nói, kết hợp với Google Assistant. Hệ thống này không chỉ mang lại sự tiện ích mà còn giúp người dùng dễ dàng tùy chỉnh ánh sáng theo nhu cầu cá nhân hoặc tự động hóa theo ngữ cảnh sử dụng.

Bài tiểu luận này trình bày tổng quan công nghệ Iot, ESP32, đèn LED WS2812, phương pháp điều khiển từ xa thông qua website hoặc giọng nói cũng như việc mô phỏng hệ thống trên nền tảng Wokwi. Thông qua đó, bài tiểu luận này sẽ giúp mọi người hiểu rõ nguyên lý hoạt động của hệ thống, cách triển khai và tiềm năng ứng dụng thực tế.

I. Đặt vấn đề

1. Lý do chọn đề tài

Hiện nay, xu hướng ứng dụng công nghệ IoT (Internet of Thing) vào đời sống ngày càng phổ biến. Các thiết bị thông minh giúp nâng cao chất lượng cuộc sống, mang đến sự tiện ích, tiết kiệm năng lượng và tối ưu hóa hiệu suất sử dụng.

Trong số các ứng dụng Iot, hệ thống chiếu sáng thông minh đóng vai trò quan trọng trong các không gian như nhà ở văn phòng, trung tâm thương mại và các thành phố thông minh. Đèn LED RGB không chỉ tiết kiệm điện mà còn tạo ra những hiệu ứng ánh sáng tùy chỉnh theo nhu cầu của người dùng.

ESP32, với khả năng hỗ trợ Wi-fi và Bluetooth, là một vi điều khiển mạnh mẽ phù hợp để phát triển hệ thống đèn LED thông minh. Ngoài ra, việc điều khiển hệ thống này thông qua ứng dụng website và giọng nói (Google Assistant) giúp tăng cường tính tiện dụng và hiện đại.

Vì những lý do trên, nên đã chọn đề tài” **Phát triển hệ thống đèn LED thông minh RGB với ESP32**”, nhằm khám phá tiềm năng của công nghệ Iot trong lĩnh vực chiếu sáng.

2. Mục tiêu đề tài

Xây dựng mô hình hệ thống điều khiển LED WS2812 sử dụng ESP32

Mô hình hệ thống trên nền tảng Wokwi

Trình bày nguyên lý điều khiển màu sắc/độ sáng LED bằng ứng dụng website hoặc giọng nói.

3. Phạm vi nghiên cứu

Sử dụng vi điều khiển ESP32 để điều khiển LED WS2812.

Ứng dụng các nền tảng Iot như Blynk, ThingSpeak hoặc Telegram để gửi và nhận thông tin trạng thái hệ thống.

So sánh các phương pháp điều khiển LED (Web App, Google Assistant) để đánh giá kết quả.

II. Cơ sở lý thuyết

1. Tổng quan về hệ thống chiếu sáng thông minh

1.1. Tổng quan về hệ thống đèn LED thông minh

a. Giới thiệu về hệ thống chiếu sáng thông minh

Hệ thống chiếu sáng thông minh là một trong những ứng dụng quan trọng của công nghệ IoT (Internet of Things), cho phép quản lý và điều khiển ánh sáng từ xa thông qua thiết bị di động, giọng nói hoặc cảm biến. Việc áp dụng hệ thống này giúp nâng cao tiện nghi, tiết kiệm năng lượng và cá nhân hóa trải nghiệm người dùng,

b. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động

Hệ thống LED RGB sử dụng được thiết kế với ba chip LED riêng biệt: đỏ (Red), xanh lá (Green), xanh dương (Blue). Mỗi chip này được điều khiển độc lập thông qua công nghệ PWM (Pulse Width Modulation), cho phép điều chỉnh cường độ sáng một cách chính xác và từ đó pha trộn tạo ra nhiều màu sắc khác nhau. Tưởng tượng bạn có ba công tắc đèn riêng biệt, mỗi công tắc có thể điều chỉnh độ sáng từ tối đến sáng - đó chính là cách RGB hoạt động

c. Tính cấp thiết của việc điều khiển thiết bị thông minh

Sự phát triển của công nghệ IoT đã mở ra một xu hướng tự động hóa và điều khiển thiết bị từ xa, mang lại nhiều lợi ích.

Tiết kiệm năng lượng: điều chỉnh độ sáng phù hợp giúp tiêu thụ điện năng

Điều khiển linh hoạt: Người dùng có thể điều khiển thiết bị từ bất kỳ đâu bằng Smartphone hoặc giọng nói.

Cải thiện chất lượng cuộc sống: Tạo không gian ánh sáng phù hợp với từng nhu cầu khác nhau (làm việc, thư giãn...)

Ứng dụng rộng rãi: Từ nhà ở thông minh, văn phòng làm việc đến hệ thống chiếu sáng cộng đồng.

Việc phát triển một hệ thống chiếu sáng thông minh dễ sử dụng, có thể điều khiển từ xa và tối ưu năng lượng là một giải pháp quan trọng để đáp ứng nhu cầu hiện nay.

d. Ứng dụng thực tế của đèn LED RGB thông minh

Đèn LED RGB thông minh có thể sử dụng trong nhiều lĩnh vực. Khi kết hợp với điều khiển như ESP32, người dùng có thể điều khiển màu sắc và độ sáng theo mong muốn, phù hợp với nhiều tình huống, bao gồm:

Chiếu sáng trang trí: Tạo không gian ánh sáng tùy chỉnh theo sở thích của từng người, điều khiển từ xa qua ứng dụng website hoặc giọng nói.

Chiếu sáng cảnh quan: Dùng trong trang trí sân vườn, tòa nhà với hiệu ứng ánh sáng linh hoạt.

Hệ thống cảnh báo thông minh: Sử dụng màu sắc đèn LED để hiển thị trạng thái (báo động, thông báo nhiệt độ cao...).

Ứng dụng trong y tế: Ánh sáng LED có thể được dùng để điều trị các vấn đề về giấc ngủ hoặc hỗ trợ trị liệu bằng ánh sáng.

Sự kiện và quảng cáo: Các màn hình LED RGB có thể hiện ứng ánh sáng động để thu hút sự chú ý.

Với những lợi ích và tính ứng dụng cao, hệ thống đèn LED RGB thông minh với ESP32 là một giải pháp có tiềm năng lớn trong các lĩnh vực khác nhau của cuộc sống.

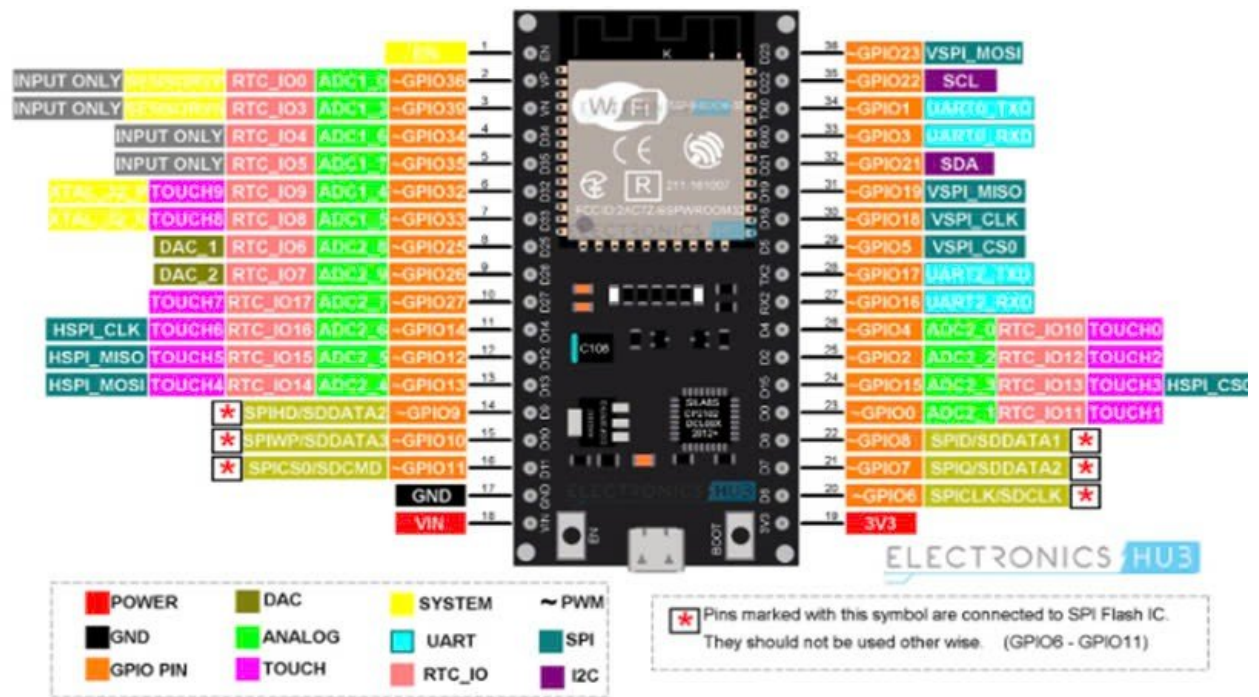
2. Giới thiệu về phần cứng và phần mềm sử dụng

2.1. Phần cứng sử dụng

a. Vi điều khiển ESP32

ESP32 là một vi điều khiển mạnh mẽ được phát triển bởi Espressif System. Đây là phiên bản nâng cấp của ESP8266, với nhiều tính năng nổi bật như kết nối Wi-Fi, Bluetooth, công suất xử lý cao và tiêu thụ năng lượng thấp.

ESP32 được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng Iot, nhà thông minh, điều khiển tự động và các hệ thống giám sát an ninh nhờ khả năng kết nối Internet ổn định và hỗ trợ nhiều giao thức truyền thông.



Hình 1. Sơ đồ chân của vi điều khiển ESP32

với các tính năng như:

Hỗ trợ kết nối Wi-fi và Bluetooth: Cho phép điều khiển thông qua mạng Internet hoặc ứng dụng di động.

Bộ xử lý mạnh mẽ: Sử dụng vi xử lý lõi kép 32-bit với tốc độ cao, phù hợp cho các ứng dụng Iot.

Tiêu thụ điện năng thấp: Có các chế độ tiết kiệm năng lượng giúp tối ưu hiệu suất sử dụng.

Nhiều chân GPIO: Hỗ trợ giao tiếp với nhiều loại cảm biến và module ngoại vi khác nhau.

Trong bài tiểu luận này, ESP32 sẽ đóng vai trung tâm trong hệ thống, xử lý dữ liệu và giao tiếp với các thiết bị ngoại vi như đèn ESP32 WS2812 và module điều khiển giọng nói

b. Đèn LED RGB WS2812

WS2812 là loại đèn LED RGB thông minh có thể điều khiển màu sắc một cách linh hoạt nhờ các đặc điểm sau:

Điều khiển qua giao thức một dây: Giúp dễ dàng kết nối và lập trình.

Tính hợp vi điều khiển bên trong: Mỗi bóng LED có thể được điều chỉnh riêng biệt để tạo hiệu ứng ánh sáng đẹp mắt.

Hỗ trợ màu sắc 24-bit: Có thể tạo ra hơn 16 triệu màu khác nhau.

Tiêu thụ điện năng thấp: Thích hợp cho các ứng dụng Iot cần tiết kiệm năng lượng.

Trong bài tiểu luận này, WS2812 sẽ là thiết bị hiển thị ánh sáng với màu sắc thay đổi theo lệnh từ ứng dụng website hoặc giọng nói.

c. **Tính hợp cảm biến ánh sáng / giá trị ngẫu nhiên để tự động điều chỉnh độ sáng**

Một trong những tính năng mở rộng đáng chú ý là khả năng điều chỉnh độ sáng tự động của đèn LED dựa trên mức ánh sáng môi trường. Điều này giúp tối ưu hóa mức tiêu thụ năng lượng và nâng cao trải nghiệm người dùng.

Cơ chế hoạt động như sau:

1. Cảm biến ánh sáng: Giúp tự động điều chỉnh độ sáng LED theo điều kiện môi trường.
2. Tự động điều chỉnh ánh sáng: khi môi trường đủ sáng (ban ngày hoặc trong phòng nhiều ánh sáng), hệ thống sẽ giảm độ sáng của đèn LED để tiết kiệm điện năng.
3. Tăng cường ánh sáng khi cần thiết: Ngược lại, khi môi trường thiếu sáng (ban đêm hoặc khu vực tối), đèn LED sẽ tự động tăng độ sáng để đảm bảo ánh sáng cho không gian sử dụng.
4. Giả lập giá trị ngẫu nhiên trong môi trường mô phỏng Wokwi: Vì môi trường Wokwi không hỗ trợ cảm biến ánh sáng thực tế, trong mô hình mô phỏng, giá trị ánh sáng sẽ được tạo ngẫu nhiên để kiểm tra tính năng tự điều chỉnh độ sáng.

Tính năng này, góp phần nâng cao tự động hóa, giúp hệ thống không chỉ “thông minh” khi điều khiển từ xa mà còn “tự thích nghi” với môi trường xung quanh.

2. Phần mềm sử dụng

2.1. Wokwi - Công cụ mô phỏng hệ thống Iot

Wokwi là một nền tảng mô phỏng mạnh mẽ giúp lập trình và kiểm tra các dự án Iot mà không cần phần cứng thực tế. Trong bài tiểu luận này, Wokwi sẽ được dùng để:

Mô phỏng ESP32 và đèn LED WS2812.

Viết và chạy mã nguồn để kiểm tra chức năng điều khiển màu LED.

Hiển thị mô hình hệ thống một cách trực quan.

Wokwi giúp tiết kiệm chi phí và thuận tiện cho việc nghiên cứu, thử nghiệm trước khi triển khai thực tế.

2.1. Công nghệ điều khiển từ xa

Hệ thống sẽ sử dụng một trong các nền tảng sau để điều khiển đèn LED từ xa:

ThingSpeak: Lưu trữ và phân tích dữ liệu từ hệ thống Iot.

Blynk: Điều khiển thiết bị Iot thông qua ứng dụng di động.

Telegram Bot: Gửi lệnh điều khiển hoặc nhận thông báo về trạng thái hệ thống.

2.2. Mô phỏng điều khiển LED qua Web App hoặc Google Assistant

Đây là bước quan trọng trong việc thể hiện tính “thông minh” và tiện ích của hệ thống.

Có hai phương pháp được triển khai:

Web App: xây dựng một giao diện điều khiển từ xa, nơi người dùng có thể chọn màu sắc, độ sáng, chế độ hiệu ứng của LED và gửi các lệnh đó đến ESP32 thông qua internet (sử dụng Wi-Fi hoặc qua MQTT).

Google Assistant + IFTTT + Webhooks: cho phép người dùng sử dụng giọng nói để điều khiển đèn

Kết nối Google Assistant với ESP32 thông qua Webhook.

Ví dụ: “OK Google, turn on red light”

IFTTT: Công cụ kết nối Google Assistant với hệ thống thông qua Webhook

Các nền tảng này giúp mở rộng tính năng điều khiển, cho phép hệ thống hoạt động linh hoạt và thông minh hơn.

III. Thiết kế hệ thống

1. Mô hình hệ thống

1.1. Sơ đồ khối hệ thống:

Web App / Google Assistant -> ESP32 -> LED WS2812

1.2. Luồng xử lý:

ESP32 nhận tín hiệu từ web hoặc giọng nói, sau đó điều khiển LED WS2812 thay đổi màu sắc

Người dùng gửi lệnh (chọn màu/độ sáng) từ ứng dụng Web và nói lệnh Google Assistant IFTTT nhận lệnh và dùng webhook để gửi HTTP request đến ESP32
ESP32 xử lý dữ liệu lệnh nhận được, sau đó điều chỉnh đèn LED WS2812.
Cảm biến ánh sáng có thể cung cấp đầu vào liên tục để tự động thay đổi độ sáng phù hợp.

2. Thành phần phần cứng

ESP32

LED WS2812 (5 - 10 trang)

Nguồn điện 5V

Kết nối Internet: ESP32 sử dụng Wi-Fi để giao tiếp với nền tảng Blynk/Telegram và nhận điều khiển từ ứng dụng web hoặc Google Assistant.

Cảm biến ánh sáng (nếu có)

3. Phần mềm điều khiển

ESP32 kết nối Wi-Fi

Nhận dữ liệu từ Web App hoặc Google Assistant

Điều khiển LED WS2812 dựa trên lệnh nhận được

4. Nguyên lý hoạt động của hệ thống

4.1. Điều khiển bằng Web (Blynk) hoặc Google Assistant

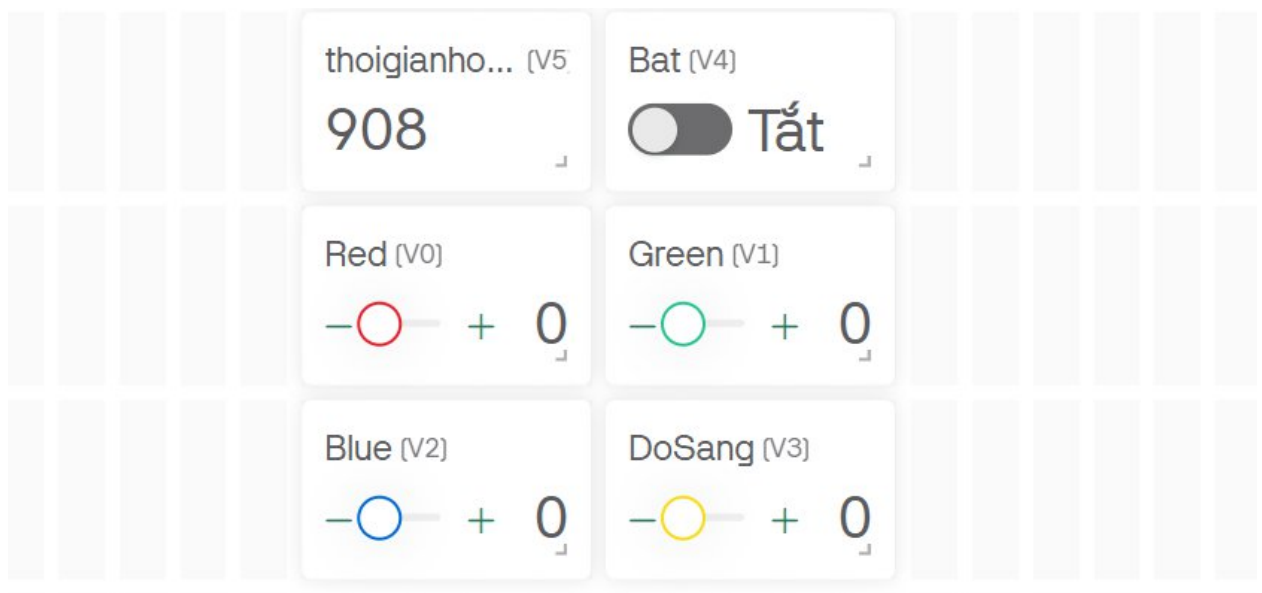
Người dùng chọn màu sắc, độ sáng mong muốn trên giao diện web (có thể dùng Blynk)

Với Google Assistant, người dùng nói lệnh: “OK Google, tắt đèn đỏ”.

IFTTT nhận lệnh và dùng webhook để gửi đến địa chỉ IP của ESP32 (qua Wi-Fi).

ESP32 phân tích HTTP request nhận được, sau đó phát tín hiệu điều khiển LED WS2812 để hiển thị màu tương ứng.

Thiết kế Blynk:



Hình 2. Ảnh thiết kế trên Blynk

ESP32 kết nối Wi-Fi

Nhận dữ liệu từ Web App (Blynk) hoặc Google Assistant

Điều khiển LED WS2812 dựa trên lệnh nhận được

Gồm:

Tên Widget	Kiểu	Chức năng	Dải giá trị	Virtual Pin
thoigianhoatdong	Label	Điều chỉnh độ sáng tổng thể	0-255	V5
Bật	Switch	Bật/Tắt hệ thống LED	0(off)/1(on)	V4
Red	Slider	Điều chỉnh giá trị màu đỏ	0 - 255	V0
Green	Slider	Điều chỉnh giá trị màu xanh lá	0 - 255	V1
Blue	Slider	Điều chỉnh giá trị màu xanh dương	0 - 255	V2
DoSang	Slider	Điều chỉnh giá trị màu xanh dương	0 - 255	V3

4.2. Tự động điều chỉnh độ sáng bằng cảm biến

ESP32 đọc giá trị cảm biến ánh sáng (LDR)

Nếu môi trường thiếu ánh sáng -> LED sáng hơn; môi trường sáng -> LED giảm độ sáng

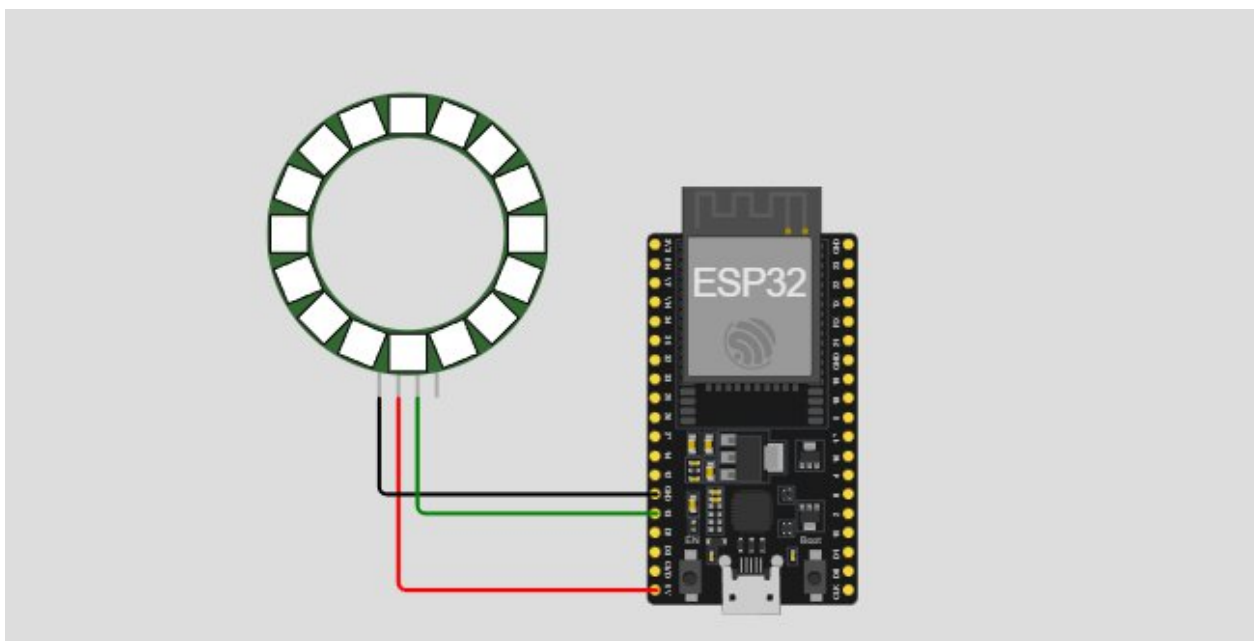
Kết hợp thuật toán đơn giản: ánh sáng tăng tỉ lệ nghịch với ánh sáng môi trường

4.3. Kết hợp giữa tự động và thủ công

Người dùng có thể ghi đè cảm biến bằng cách gửi thủ công.

Hệ thống có thể ưu tiên dữ liệu cảm biến trong thời gian định sẵn

4.4. Mạch vật lý (Sơ đồ Wokwi)



Hình 3. Sơ đồ Wokwi

- Mô tả kết nối phần cứng trên Wokwi:

ESP32 được kết nối đến dải LED WS2812 thông qua chân DATA Dây kết nối giữa các chân theo sơ đồ bên dưới

- Kết nối phần cứng:

Thành phần	ESP32	LED WS2812	Mô tả
Nguồn	3V3	VCC	Cấp nguồn 3.3V cho dải LED

GND	GND	GND	Kết nối đất
Tín hiệu	GPIO22	DIN (DATA In)	Truyền tín hiệu điều khiển LED

IV. Mô phỏng kết quả và kiểm thử

1. Cài đặt hệ thống trên Wokwi

Do yêu cầu mô phỏng không cần lập trình cụ thể, nhóm sử dụng Wokwi để mô phỏng sơ đồ kết nối giữa ESP32 và dải LED WS2812.

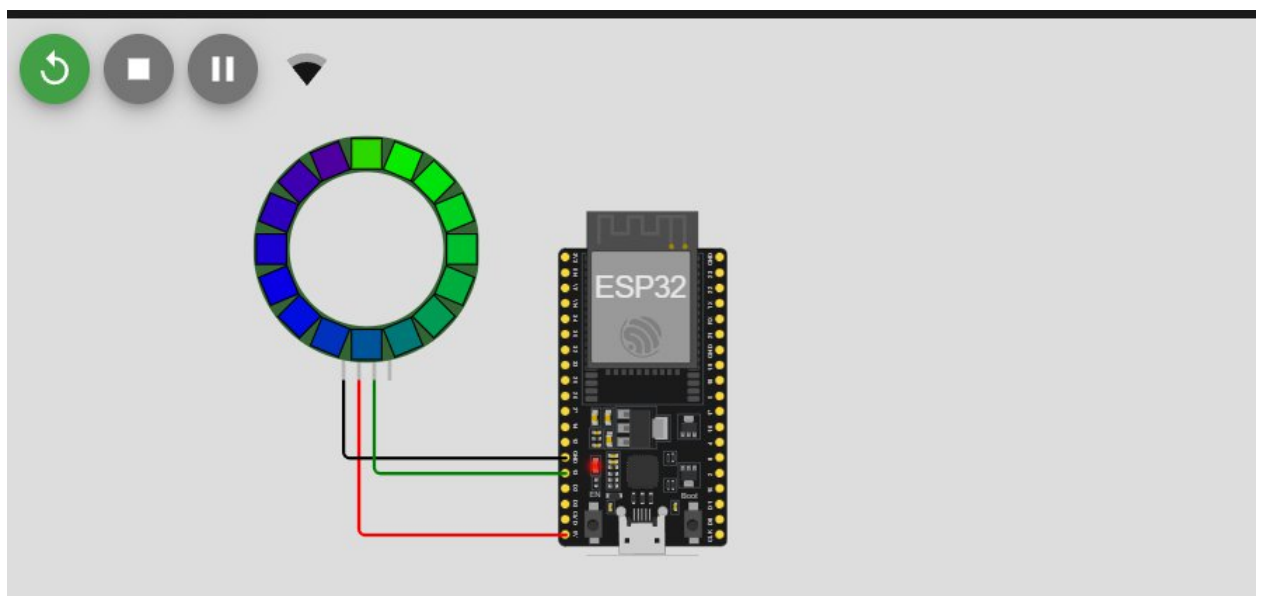
Mô phỏng trên Wokwi cho phép:

Mô phỏng ESP32, LED WS2812 trên Wokwi

Mô phỏng cảm ứng ánh sáng bằng giá trị ngẫu nhiên

2. Kết quả đạt được

Sau quá trình nghiêm cứu và thực hiện, nhóm đã mô phỏng thành công hệ thống LED thông minh RGB sử dụng vi điều khiển ESP32 và dải WS2812 trên nền tảng Wokwi. Kết quả cụ thể như sau:



Hình 4. Sơ đồ chân Wokwi khi chạy chương trình

- Chức năng điều khiển màu sắc và độ sáng hoạt động tốt:
Đèn LED WS2812 đã phản hồi chính xác theo các lệnh từ ứng dụng điều khiển.

Các màu sắc như đỏ, xanh lá, xanh dương và nhiều màu kết hợp khác đều hiển thị rõ ràng.

Độ sáng có thể được điều chỉnh linh hoạt theo yêu cầu.

- Điều khiển từ xa thông qua nền tảng Blynk:

Ứng dụng Blynk trên web cho phép điều khiển màu sắc và độ sáng của đèn LED một cách dễ dàng.

Giao diện thân thiện, thao tác nhanh chóng và tiện ích.

- Hệ thống mô phỏng trên Wokwi hoạt động ổn định:

Việc lập trình và mô phỏng trên Wokwi giúp tiết kiệm thời gian và chi phí phần cứng thực tế.

Sơ đồ kết nối rõ ràng, dễ hiểu, thuận tiện cho việc phát triển và mở rộng sau này.

- Khả năng mở rộng:

Hệ thống hoàn toàn có thể mở rộng thêm cảm biến môi trường hoặc điều khiển qua giọng nói với Google Assistant hoặc Telegram Bot trong các bước phát triển tiếp theo.

3. Kiểm thử hệ thống

Để đảm bảo hoạt động đúng với yêu cầu đề ra, đã được tiến hành kiểm thử các chức năng chính của hệ thống mô phỏng trên nền tảng Wokwi kết hợp với ứng dụng điều khiển Blynk. Quá trình kiểm thử được thực hiện theo các bước sau:

- a. Kiểm thử phần cứng mô phỏng

Kiểm tra kết nối giữa ESP32 và LED WS2812

Đảm bảo chân tín hiệu (Data) được kết nối đúng từ ESP32

Kiểm tra nguồn cấp 5V và GND cấp đúng điện áp cho LED.

Kết quả: LED nhận được tín hiệu và hiển thị màu sắc theo đúng lệnh điều khiển.

- b. Kiểm thử điều khiển qua ứng dụng Blynk

Thao tác điều khiển màu sắc:

Thay đổi các giá trị RGB trên giao diện Blynk.

Quan sát sự thay đổi màu sắc trên dải LED WS2812.

Thao tác điều chỉnh độ sáng:

Sử dụng slider trên ứng dụng Blynk để tăng hoặc giảm độ sáng, màu sắc.

Xác định độ sáng của LED thay đổi tương ứng

- c. Kiểm thử tính ổn định

Chạy mô hình trong thời gian dài (10 phút)

Theo dõi hoạt động của hệ thống để kiểm tra tính ổn định của kết nối và điều khiển.

Kiểm tra độ trễ và sự phản hồi khi thay đổi liên tục màu sắc hoặc độ sáng.

d. Đánh giá kết quả kiểm thử

Ưu điểm:

Hệ thống điều khiển hoạt động ổn định, chính xác.

Màu sắc và độ sáng đèn LED thay đổi linh hoạt

Ứng dụng điều khiển từ xa Blynk dễ dàng sử dụng.

Nhược điểm

Mô phỏng trên Wokwi không thể kiểm tra điều khiển qua Google Assistant hoặc Blynk.

Cần có phần cứng thật để kiểm thử toàn bộ tính năng mở rộng.

Kết luận

Đề tài “Phát triển hệ thống đèn LED thông minh RGB với ESP32” đã hoàn thành theo mục tiêu đề ra. Hệ thống đáp ứng các chức năng cơ bản:

Điều khiển đèn LED RGB từ xa thông qua web hoặc giọng nói.

Thay đổi màu sắc và độ sáng linh hoạt theo yêu cầu.

Tích hợp giám sát trạng thái và gửi thông báo qua nền tảng Iot

Mô phỏng thành công trên Wokwi, minh chứng thiết kế phần cứng và phần mềm chính xác.

Dù chưa được triển khai thực tế, mô phỏng trên Wokwi và phân tích lý thuyết đã minh chứng tính khả thi và hiệu quả của hệ thống. khi triển khai thực tế, hệ thống sẽ mở rộng thêm các chức năng nâng cao như:

Cảm biến thực tế (nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng).

Tối ưu giao diện điều khiển.

Nâng cao độ bảo mật kết nối.

Qua quá trình thực hiện, đề tài không chỉ giúp nhóm nghiên cứu nâng cao kiến thức về IoT và vi điều khiển ESP32 mà còn có giá trị thực tiễn, góp phần vào xu hướng phát triển của các giải pháp chiếu sáng thông minh hiện nay.

Em chân thành cảm ơn ạ!

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Văn An *Nghiên cứu và ứng dụng vi điều khiển ESP32 trong IoT*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2023.
2. Trần Bảo Long. *Lập trình ESP32 và các ứng dụng IoT thực tế*. Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, 2022.
3. Vũ Quang Huy. *Hướng dẫn thiết kế và lập trình điều khiển LED RGB WS2812*. Tạp chí Điện tử và Ứng dụng, số 12, trang 45-50, năm 2023.
4. Blynk
<https://blynk.cloud/dashboard/730622/global/devices/1/organization/730622/devices/3129308/dashboard>
5. Wokwi: <https://wokwi.com/>

