

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



TIỂU LUẬN

MÔN: PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG IOT

Đề Tài:

TẠO HỆ THỐNG BÁO CHÁY VỚI ESP32

Giáo viên hướng dẫn : Võ Việt Dũng

Huế, 2025

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

- 1. MQTT:** Giao thức truyền thông Message Queuing Telemetry Transport.
- 2. GPIO:** Cổng vào/ra đa dụng (General Purpose Input/Output).

MỤC LỤC

1.Phần mở đầu	1
1. Giới thiệu:	1
2. Mục tiêu nghiên cứu:	2
3. Phạm vi nghiên cứu:	2
4. Phương pháp nghiên cứu:	2
5. Kết luận:	3
2.Phần nội dung	3
2.1.Tổng quan về hệ thống báo cháy.	3
2.1.1. Khái niệm về hệ thống báo cháy	3
2.1.2. Cấu tạo cơ bản của một hệ thống báo cháy bao gồm.	3
2.1.3. Ứng dụng của hệ thống báo cháy trong đời sống.	3
2.2.Các công nghệ liên quan.	4
2.2.1. Vi điều khiển ESP32.	4
2.2.1.1. Khái niệm	4
2.2.1.2. Đặc điểm nổi bật của ESP32.	4
2.2.1.3. Ứng dụng của ESP32 trong IoT	4
2.2.2. Cảm biến khói MQ-2	6
2.2.2.1. Khái niệm	6
2.2.2.2. Nguyên lí hoạt động	6
2.2.2.3. Thông số kĩ thuật	6
2.2.2.4. Ứng dụng	6
2.2.3. Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm DHT11	7
2.2.3.1. Khái niệm	7
2.2.3.2. Cấu tạo và nguyên lí hoạt động	7
2.2.3.3. Ứng dụng	7
2.2.4. Giao thức MQTT	8
2.2.4.1. Khái niệm	8
2.2.4.2. Đặc điểm chính	8
2.2.4.3. Ứng dụng	9
2.2.5. Wokwi – Trình giả lập phần cứng	9
2.2.5.1. Khái niệm	9
2.2.5.2. Ưu điểm của việc sử dụng wokwi trong phát triển Iot	9

2.2.6. Blynk – Nền tảng giám sát và điều khiển từ xa	10
2.2.6.1. Khái niệm	10
2.2.6.2. Cách thức hoạt động của Blynk	10
2.2.6.3. Ưu điểm khi tích hợp Blynk với ESP32	10
2.3. Thiết kế hệ thống	12
2.3.1. Sơ đồ hệ thống	12
2.3.2. Các thành phần chính của hệ thống	12
2.3.3. Sơ đồ khối của hệ thống	12
2.3.4. Lưu đồ hoạt động	13
2.4. Mô phỏng hệ thống trên wokwi	14
2.4.1. Thiết lập sơ đồ trên wokwi	14
2.4.2. Hình ảnh mô phỏng hệ thống trên Wokwi	15
3. Phân kết luận.	16
4. Tài liệu tham khảo.	17

1.PHẦN MỞ ĐẦU

1. Giới thiệu

Hỏa hoạn là một trong những thảm họa gây thiệt hại nghiêm trọng về người và tài sản trên toàn thế giới. Tại Việt Nam, theo thống kê của Cục Cảnh sát Phòng cháy chữa cháy và Cứu nạn cứu hộ, trong năm 2023 đã xảy ra hơn 1.700 vụ cháy, làm chết 112 người, bị thương 84 người và thiệt hại tài sản ước tính hàng trăm tỷ đồng. Nguyên nhân chủ yếu của các vụ cháy là do chập điện, bất cẩn trong sử dụng lửa và thiết bị điện, cũng như thiếu hệ thống cảnh báo sớm hiệu quả.

Việc phát hiện và cảnh báo cháy sớm đóng vai trò then chốt trong việc giảm thiểu hậu quả của hỏa hoạn. Tuy nhiên, nhiều hệ thống báo cháy truyền thống hiện nay còn hạn chế về khả năng phát hiện sớm, thiếu tính năng giám sát từ xa và không thể cung cấp thông tin chi tiết về vị trí xảy ra cháy. Điều này dẫn đến việc phản ứng chậm trễ, gây ra thiệt hại lớn hơn về người và tài sản.

Trong bối cảnh đó, việc ứng dụng công nghệ Internet of Things (IoT) vào hệ thống báo cháy đã mở ra hướng đi mới cho công tác phòng cháy chữa cháy. Hệ thống

báo cháy thông minh sử dụng IoT cho phép kết nối các cảm biến nhiệt độ, khói, khí gas với mạng internet, giúp giám sát liên tục và phát hiện cháy sớm. Khi phát hiện dấu hiệu cháy, hệ thống có thể tự động gửi cảnh báo đến điện thoại di động của người dùng, trung tâm điều hành và lực lượng cứu hỏa, đồng thời kích hoạt các thiết bị chữa cháy tự động nếu cần thiết.

Theo một nghiên cứu của VNPT, hệ thống báo cháy ứng dụng IoT có thể phát hiện cháy chính xác hơn và cung cấp thông tin vị trí chính xác, giúp người dân sơ tán an toàn và cứu hộ phản ứng hiệu quả hơn [1]. Ngoài ra, hệ thống còn có khả năng tích hợp với các nền tảng giám sát từ xa, cho phép người quản lý theo dõi tình trạng an toàn của tòa nhà hoặc khu vực từ bất kỳ đâu. Việc triển khai hệ thống báo cháy thông minh dựa trên công nghệ IoT không chỉ nâng cao hiệu quả phòng cháy chữa cháy mà còn góp phần bảo vệ tính mạng con người và tài sản, giảm thiểu thiệt hại do hỏa hoạn gây ra. Đây là một giải pháp thiết thực và cần thiết trong bối cảnh đô thị hóa và công nghiệp hóa ngày càng phát triển như hiện nay.

2. Mục tiêu nghiên cứu

- Thiết kế và triển khai hệ thống báo cháy sử dụng ESP32 kết hợp cảm biến khói và nhiệt độ.
- Mô phỏng hệ thống trên Wokwi để kiểm tra tính khả thi và hiệu suất trước khi triển khai thực tế.
- Sử dụng Blynk để hiển thị cảnh báo và giám sát từ xa thông qua giao thức MQTT.

3. Phạm vi nghiên cứu

- **Phần cứng:** ESP32, cảm biến khói (MQ-2 hoặc MP-2), cảm biến nhiệt độ (DHT11).
- **Phần mềm:** Wokwi, Blynk.
- **Giao thức truyền thông:** MQTT.

4. Phương pháp nghiên cứu

- Nghiên cứu tài liệu về các thành phần phần cứng và phần mềm liên quan.

- Mô phỏng hệ thống trên Wokwi để kiểm tra và tối ưu hóa trước khi triển khai thực tế.
- Đánh giá hiệu quả hoạt động.

5. Kết luận:

Trên cơ sở thực hiện nghiên cứu trong bài viết, hệ thống báo cháy thông minh sử dụng ESP32 kết hợp cảm biến khói và nhiệt độ có thể mô phỏng trên Wokwi và giám sát qua Blynk là giải pháp tiềm năng đối với việc giúp hệ thống ghi nhận và cảnh báo nguy cơ cháy nổ sớm với mức độ hao tổn thấp nhằm bảo vệ cho an toàn người và tài sản.

2. PHẦN NỘI DUNG

2.1. Tổng quan về hệ thống báo cháy

2.1.1. Khái niệm về hệ thống báo cháy

Hệ thống báo cháy : Là hệ thống các thiết bị hoạt động phối hợp đảm bảo việc phát hiện sớm các dấu hiệu cần thiết như khói, lửa, nhiệt độ, rò rỉ khí độc, từ đó phát ra cảnh báo kịp thời để bảo vệ con người và tài sản.[2]

2.1.2. Cấu tạo cơ bản của một hệ thống báo cháy bao gồm

- **Trung tâm báo cháy:** Đóng vai trò điều khiển và giám sát toàn bộ hệ thống.
- **Thiết bị đầu vào (cảm biến):** Gồm các đầu báo khói, báo nhiệt, báo lửa, nút nhấn khẩn cấp, có nhiệm vụ phát hiện các yếu tố bất thường liên quan đến cháy nổ
- **Thiết bị đầu ra (cảnh báo):** Bao gồm còi báo động, đèn báo cháy giúp thông báo cho con người về nguy cơ hỏa hoạn.

2.1.3. Ứng dụng của hệ thống báo cháy trong đời sống

- Hệ thống báo cháy đóng vai trò quan trọng trong việc bảo vệ an toàn cho con người và tài sản. Những ứng dụng cụ thể của hệ thống báo cháy trong đời sống:
- Khu dân cư và nhà ở: Lắp đặt hệ thống báo cháy giúp phát hiện sớm nguy cơ hỏa hoạn, bảo vệ tính mạng và tài sản của các hộ gia đình. Đặc biệt, hệ thống hoạt động 24/24h, ngay cả khi không có người ở nhà, mang lại sự yên tâm cho cư dân.
- Công trình công cộng và thương mại: Các cao ốc, trung tâm thương mại đều trang bị hệ thống báo cháy để phòng tránh mọi nguy cơ cháy nổ. Việc phát hiện ngọn lửa sớm giúp cho việc sơ tán và chữa cháy được hiệu quả hơn rất nhiều.
- Nhà xưởng và khu công nghiệp: Trong môi trường sản xuất, nguy cơ cháy nổ luôn tiềm ẩn. Hệ thống báo cháy giúp giám sát liên tục, phát hiện kịp thời sự cố, giảm thiểu thiệt hại về người và của.
- Trường học và bệnh viện: Những nơi tập trung đông người như trường học, bệnh viện cần được trang bị hệ thống báo cháy để đảm bảo an toàn cho học sinh, bệnh nhân và nhân viên.

2.2.Các công nghệ liên quan

2.2.1.Vi điều khiển ESP32

2.2.1.1.Khái niệm

ESP32 là một hệ thống vi điều khiển trên chip (SoC) giá rẻ và tiêu thụ năng lượng thấp, được phát triển bởi Espressif Systems, kế thừa từ phiên bản ESP8266 [3]. ESP32 tích hợp cả Wi-Fi và Bluetooth chế độ kép, giúp tăng cường khả năng kết nối và ứng dụng trong các dự án IoT.

2.2.1.2.Đặc điểm nổi bật của ESP32

- **Bộ vi xử lý mạnh mẽ:** ESP32 sử dụng bộ vi xử lý Tensilica Xtensa LX6 với hai biến thể lõi đơn và lõi kép, cho phép xử lý đa nhiệm hiệu quả.
- **Kết nối không dây:** Tích hợp Wi-Fi và Bluetooth chế độ kép, hỗ trợ nhiều giao thức kết nối, phù hợp cho các ứng dụng IoT đa dạng.

- **Tiêu thụ năng lượng thấp:** ESP32 được thiết kế để hoạt động hiệu quả với mức tiêu thụ năng lượng thấp, lý tưởng cho các thiết bị di động và ứng dụng tiết kiệm năng lượng.
- **Tính linh hoạt cao:** Với số lượng lớn chân GPIO và hỗ trợ nhiều giao thức giao tiếp như SPI, I2C, UART, ESP32 cho phép kết nối với nhiều loại cảm biến và thiết bị ngoại vi khác nhau.

2.2.1.3. Ứng dụng của ESP32 trong IoT

Nhờ vào khả năng kết nối mạnh mẽ và tính linh hoạt, ESP32 được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng như:

- Nhà thông minh (Smart Home)
- Thiết bị đeo tay thông minh
- Hệ thống giám sát và điều khiển từ xa
- Các dự án IoT công nghiệp

Hình ảnh minh họa:



2.2.2. Cảm biến khói MQ-2

2.2.2.1. Khái niệm

Cảm biến MQ-2 là một thiết bị phổ biến dùng để phát hiện các loại khí dễ cháy như LPG, methane, butan, propane, hydrogen và khói. Với thiết kế đơn giản và giá thành thấp, MQ-2 trở thành lựa chọn lý tưởng cho nhiều ứng dụng liên quan đến an toàn khí và môi trường.

2.2.2.2. Nguyên lý hoạt động

Cảm biến MQ-2 hoạt động dựa trên phản ứng hóa học của vật liệu SnO_2 khi tiếp xúc với các khí mục tiêu. Trong không khí trong lành, độ dẫn điện của SnO_2 ở mức thấp. Khi các khí dễ cháy như LPG, methane, butan, propane, hydrogen hoặc khói tiếp xúc với cảm biến, chúng sẽ xảy ra phản ứng hóa học, giải phóng electron vào SnO_2 , từ đó làm tăng độ dẫn điện. Độ dẫn điện này tăng theo tỷ lệ thuận với nồng độ khí, giúp việc đo lường và phát hiện sự rò rỉ trở nên dễ dàng hơn [4].

2.2.2.3. Thông số kỹ thuật [4]

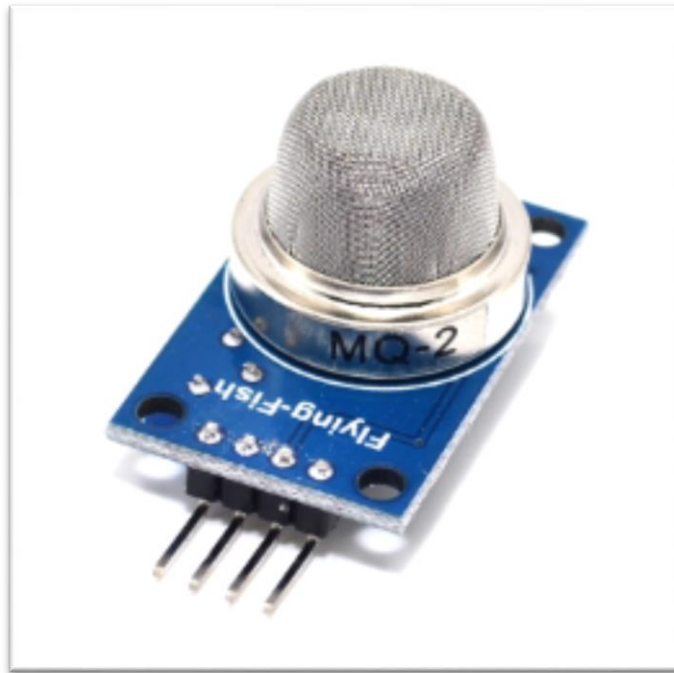
- **Điện áp hoạt động:** 5V DC
- **Dòng tiêu thụ:** 150-180mA
- **Công suất tiêu thụ:** 900mW
- **Phạm vi phát hiện:** 300ppm – 10,000ppm
- **Loại tín hiệu đầu ra:** Analog và Digital
- **Thời gian làm nóng:** Khoảng 20 giây

2.2.2.4. Ứng dụng

- **Phát hiện khí dễ cháy:** Theo dõi và cảnh báo khi có rò rỉ khí như LPG, methane, butan, propane, hydrogen.
- **Hệ thống báo cháy:** Nhận diện khói trong không gian, kích hoạt cảnh báo sớm nhằm giảm thiểu thiệt hại do hỏa hoạn.
- **Giám sát chất lượng không khí:** Đo lường nồng độ các loại khí trong không khí, đảm bảo môi trường sống và làm việc an toàn.

- **Ứng dụng trong nhà thông minh:** Tích hợp vào các hệ thống tự động hóa để theo dõi và điều chỉnh chất lượng không khí trong nhà.

Hình ảnh minh họa:



2.2.3. Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm DHT11

2.2.3.1. Khái niệm

DHT11 là cảm biến đo nhiệt độ và độ ẩm phổ biến, được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng giám sát môi trường.

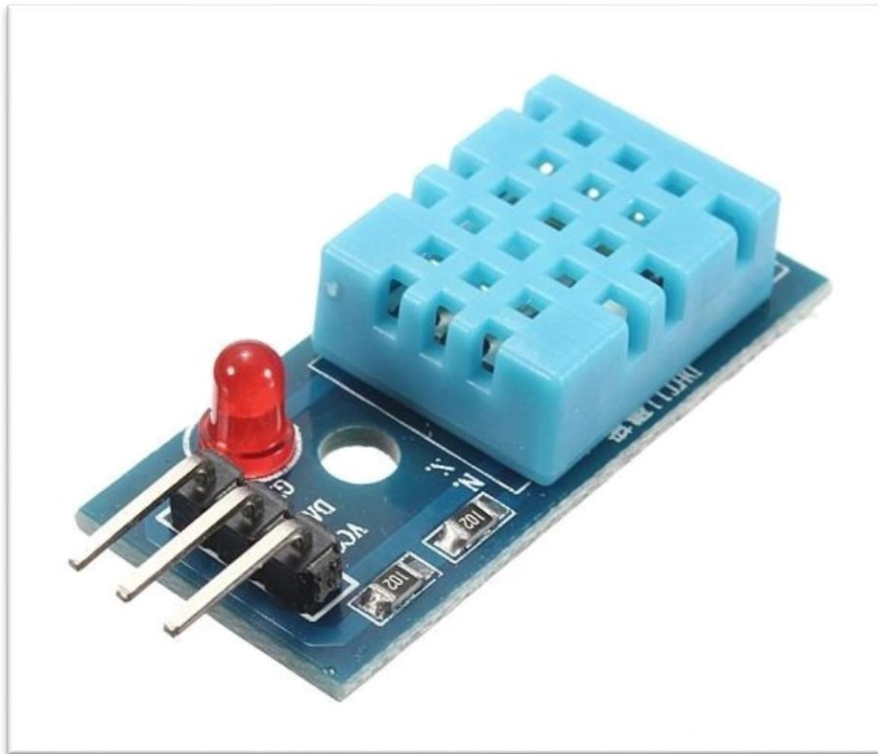
2.2.3.2. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động

Cảm biến DHT11 bao gồm một phần tử cảm biến độ ẩm điện dung và một điện trở nhiệt để đo nhiệt độ. Tụ điện cảm biến độ ẩm có hai điện cực với chất nền giữ ẩm làm chất điện môi giữa chúng. Khi độ ẩm thay đổi, giá trị điện dung cũng thay đổi. Điện trở nhiệt đo nhiệt độ bằng cách thay đổi điện trở theo nhiệt độ môi trường. Các giá trị này được xử lý và truyền dưới dạng tín hiệu số.

2.2.3.3. Ứng dụng

DHT11 được sử dụng trong các hệ thống giám sát môi trường, nhà thông minh, và các dự án IoT yêu cầu theo dõi nhiệt độ và độ ẩm.

Hình ảnh minh họa:



2.2.4. Giao thức MQTT

2.2.4.1. Khái niệm

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) là một giao thức truyền thông nhẹ, được thiết kế cho các thiết bị có tài nguyên hạn chế và mạng không ổn định.

2.2.4.2. Đặc điểm chính

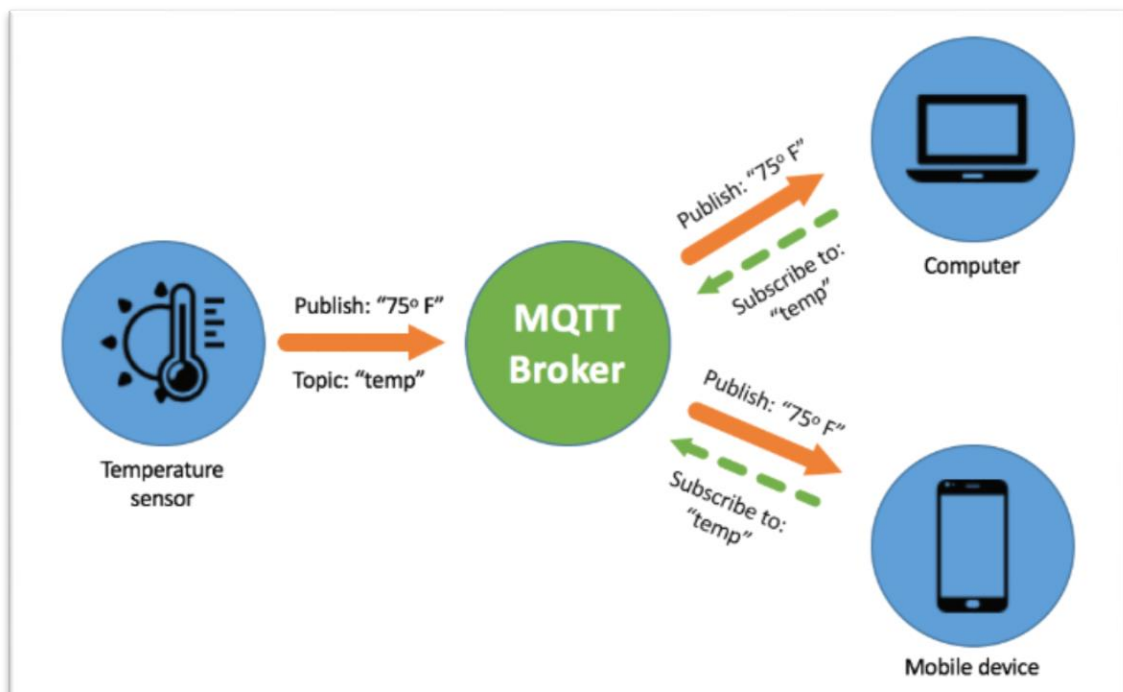
- **Mô hình publish-subscribe:** Thiết bị gửi dữ liệu (publisher) không gửi trực tiếp đến thiết bị nhận (subscriber), mà thông qua một máy chủ trung gian gọi là broker. Subscriber đăng ký (subscribe) các chủ đề (Topic) quan tâm, và broker sẽ chuyển tiếp dữ liệu từ publisher đến subscriber tương ứng.

- **Tiêu thụ băng thông thấp:** MQTT sử dụng gói tin nhỏ, giảm thiểu lượng dữ liệu truyền tải, phù hợp cho các mạng có băng thông hạn chế.
- **Độ tin cậy cao:** Hỗ trợ các mức chất lượng dịch vụ (QoS) khác nhau, đảm bảo dữ liệu được truyền đạt đáng tin cậy.

2.2.4.3. Ứng dụng

MQTT được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng IoT, như giám sát từ xa, nhà thông minh, và hệ thống thu thập dữ liệu cảm biến.

Hình ảnh minh họa:



2.2.5. Wokwi – Trình giả lập phần cứng

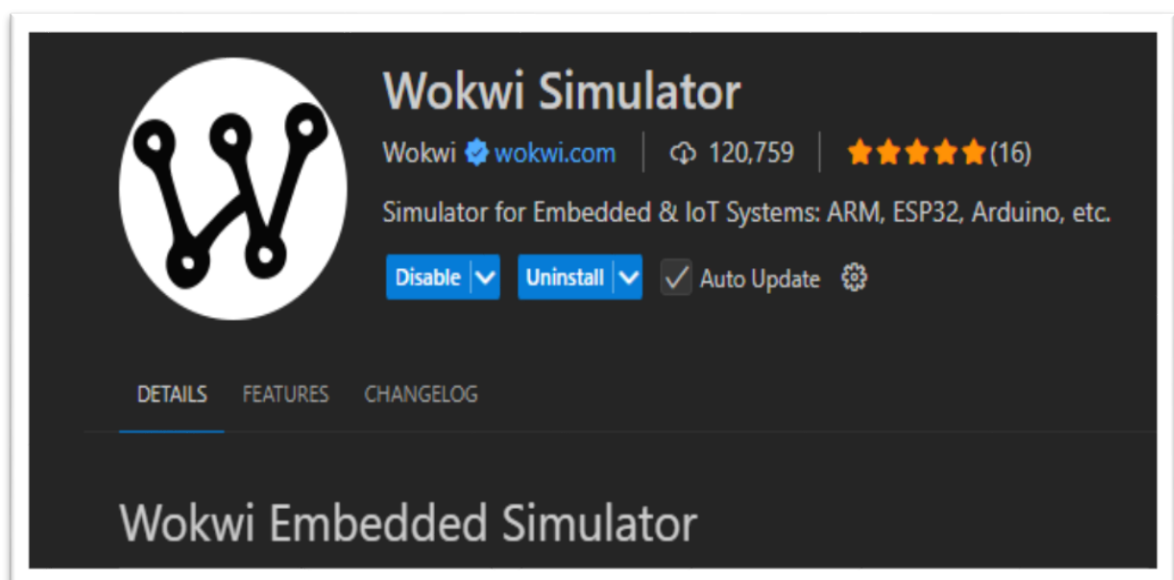
2.2.5.1. Khái niệm

Wokwi là một trình giả lập phần cứng trực tuyến, cho phép mô phỏng các vi điều khiển như Arduino, ESP32, STM32 cùng nhiều linh kiện điện tử khác. Nền tảng này hỗ trợ các nhà phát triển và người học trong việc thiết kế, kiểm thử và mô phỏng các dự án IoT mà không cần đến phần cứng thực tế.

2.2.5.2. Ưu điểm của việc sử dụng Wokwi trong phát triển IoT

- **Tiết kiệm chi phí:** Wokwi cho phép thử nghiệm các ý tưởng và thiết kế mà không cần đầu tư vào phần cứng thực tế, giúp giảm thiểu chi phí ban đầu.
- **Tiện lợi và linh hoạt:** Người dùng có thể truy cập và làm việc trên các dự án từ bất kỳ đâu thông qua trình duyệt web, không bị giới hạn bởi môi trường vật lý.
- **Hỗ trợ đa dạng linh kiện:** Wokwi cung cấp một thư viện phong phú các linh kiện và cảm biến, giúp mô phỏng nhiều kịch bản và tình huống khác nhau trong phát triển hệ thống IoT.
- **Cộng đồng hỗ trợ mạnh mẽ:** Với một cộng đồng người dùng đông đảo, Wokwi cung cấp nhiều tài liệu hướng dẫn, ví dụ mẫu và hỗ trợ kỹ thuật, giúp người dùng nhanh chóng giải quyết các vấn đề gặp phải.

Hình ảnh minh họa:



2.2.6. Blynk – Nền tảng giám sát và điều khiển từ xa

2.2.6.1. Khái niệm

Blynk là một nền tảng IoT mạnh mẽ, cho phép kết nối và điều khiển các thiết bị từ xa thông qua internet [5]. Khi kết hợp với vi điều khiển ESP32, Blynk cung cấp giải pháp hiệu quả cho việc giám sát và điều khiển các thiết bị điện tử thông qua ứng dụng di động.

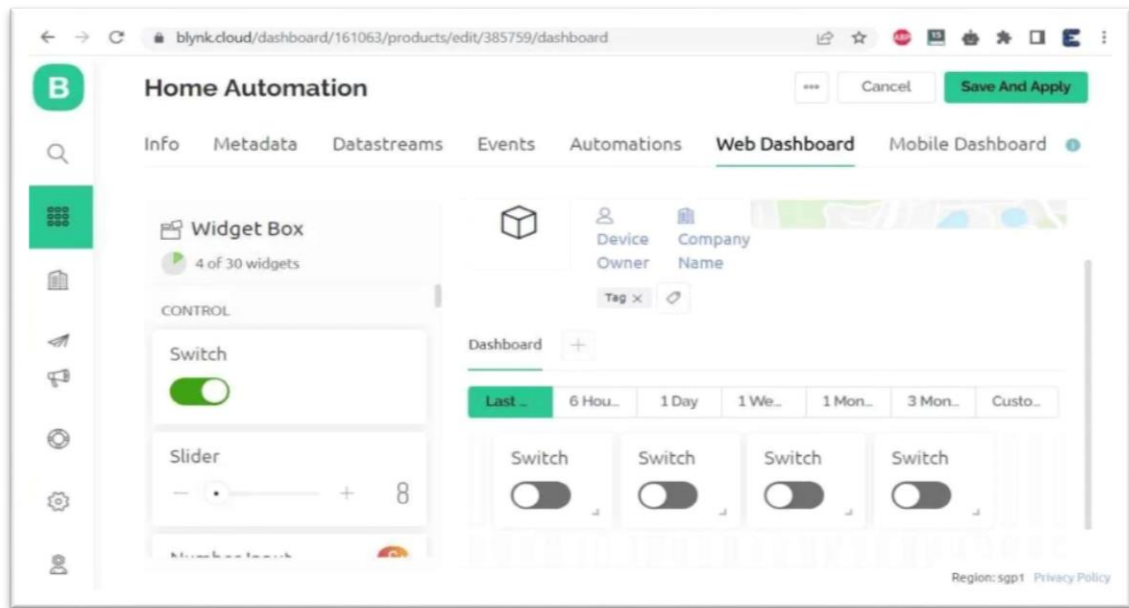
2.2.6.2. Cách thức hoạt động của Blynk

- **Ứng dụng di động Blynk:** Người dùng tạo giao diện điều khiển tùy chỉnh bằng cách kéo và thả các widget trên ứng dụng Blynk, có sẵn trên cả nền tảng iOS và Android [5].
- **Blynk Cloud:** Đây là máy chủ trung gian xử lý giao tiếp giữa ứng dụng di động và thiết bị phần cứng. Blynk Cloud đảm bảo dữ liệu được truyền tải một cách an toàn và hiệu quả [5].
- **Thư viện Blynk:** Được tích hợp vào mã nguồn của ESP32, thư viện này giúp thiết bị kết nối với Blynk Cloud và thực hiện các lệnh từ ứng dụng di động.

2.2.6.3. Ưu điểm khi tích hợp Blynk với ESP32

- **Dễ dàng triển khai:** Blynk cung cấp giao diện thân thiện và trực quan, giúp người dùng nhanh chóng thiết lập và cấu hình hệ thống mà không cần kiến thức chuyên sâu về lập trình.
- **Giám sát và điều khiển từ xa:** Người dùng có thể theo dõi trạng thái và điều khiển thiết bị từ bất kỳ đâu có kết nối internet, tăng cường tính linh hoạt và tiện lợi [5].
- **Tính năng đa dạng:** Blynk hỗ trợ nhiều loại widget và chức năng, cho phép tạo ra các giao diện điều khiển phong phú và đáp ứng nhiều nhu cầu khác nhau trong các dự án IoT.

Hình ảnh minh họa:



2.3. Thiết kế hệ thống

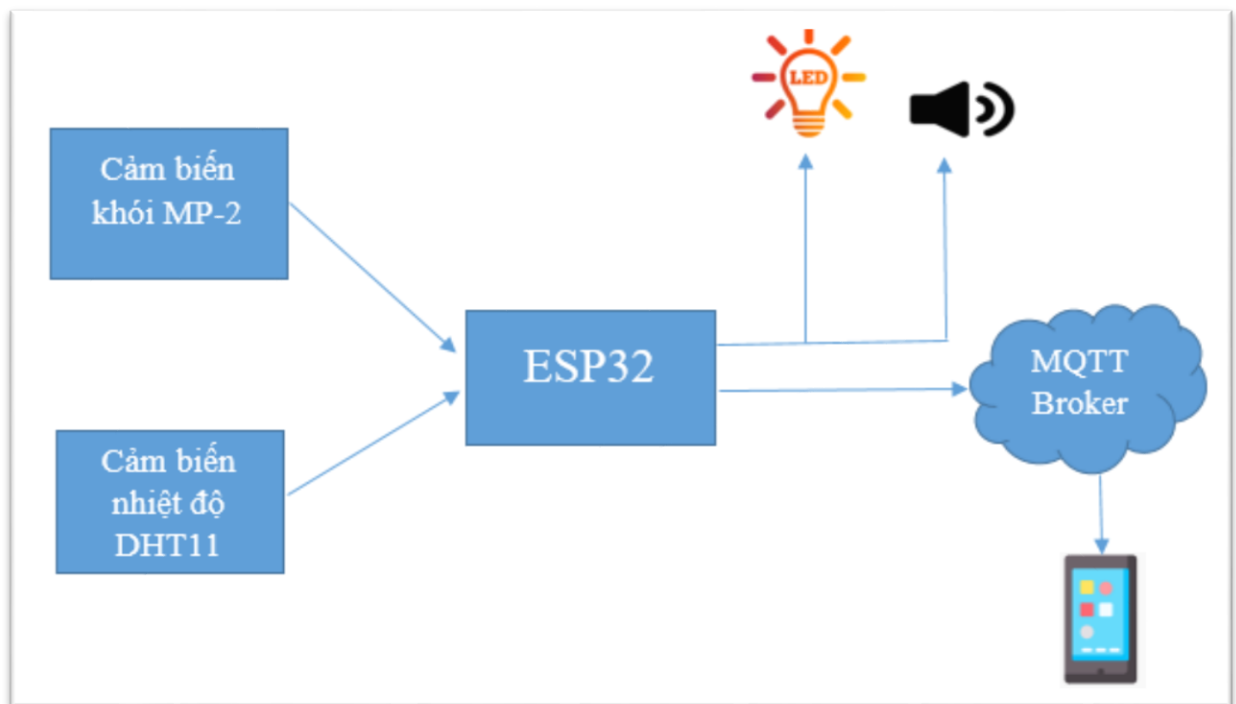
2.3.1. Sơ đồ hệ thống

Hệ thống báo cháy sử dụng ESP32 được thiết kế để giám sát môi trường và phát hiện nguy cơ cháy thông qua các cảm biến khói và nhiệt độ. Khi phát hiện dấu hiệu bất thường, hệ thống sẽ gửi cảnh báo qua giao thức MQTT và hiển thị thông tin trên ứng dụng Blynk.

2.3.2. Các thành phần chính của hệ thống

- **ESP32:** Vi điều khiển trung tâm, chịu trách nhiệm thu thập dữ liệu từ các cảm biến và gửi thông tin cảnh báo.
- **Cảm biến khói (MQ-2):** Phát hiện sự hiện diện của khói trong không khí.
- **Cảm biến nhiệt độ (DHT22):** Đo nhiệt độ môi trường xung quanh.
- **Module Wi-Fi:** Tích hợp trong ESP32, cho phép kết nối mạng và truyền dữ liệu qua MQTT.
- **Máy chủ MQTT:** Nhận và phân phối thông điệp giữa các thiết bị.
- **Ứng dụng Blynk:** Hiển thị thông tin và cảnh báo cho người dùng trên thiết bị di động.
- **Đèn led và còi báo:** Dùng để cảnh báo người dùng khi phát hiện khói hoặc nhiệt độ cao hơn ngưỡng cảnh báo.

2.3.3. Sơ đồ khối của hệ thống



2.3.4. Lưu đồ hoạt động

Hệ thống hoạt động theo trình tự sau:

Khởi động hệ thống:

- ESP32 khởi động và kết nối với mạng Wi-Fi.
- Thiết lập kết nối với máy chủ MQTT và ứng dụng Blynk.

Thu thập dữ liệu cảm biến:

- ESP32 đọc giá trị từ cảm biến khói MQ-2.
- ESP32 đọc giá trị nhiệt độ từ cảm biến DHT22.

Phân tích dữ liệu:

- So sánh giá trị đo được với ngưỡng cảnh báo đã thiết lập.

Gửi cảnh báo:

- Nếu giá trị vượt ngưỡng, ESP32 gửi thông điệp cảnh báo qua MQTT đến các thiết bị liên quan.
- Cập nhật trạng thái và hiển thị thông tin trên ứng dụng Blynk.

Lặp lại quy trình:

- Tiếp tục thu thập và phân tích dữ liệu theo chu kỳ định sẵn.

2.4. Mô phỏng hệ thống trên Wokwi

2.4.1. Thiết lập sơ đồ trên wokwi

Sơ đồ mô phỏng bao gồm:

ESP32:

- Kết nối với các cảm biến và module.

Cảm biến DHT22:

- Chân VCC kết nối với chân 3V3 trên ESP32
- Chân DATA kết nối với chân GPIO25 của ESP32
- Chân NC không dùng
- Chân GND kết nối với chân GND của ESP32

Cảm biến khói MQ-2:

- Chân VCC kết nối với chân 5V trên ESP32
- Chân GND kết nối với chân GND của ESP32
- Chân DOUT kết nối với chân GPIO32 của ESP32
- Chân AOUT kết nối với chân GPIO34 của ESP32

BUZZER:

- Chân bz1:1 kết nối với chân GND của ESP32
- Chân bz1:2 kết nối với chân GPIO23 của ESP32

LED:

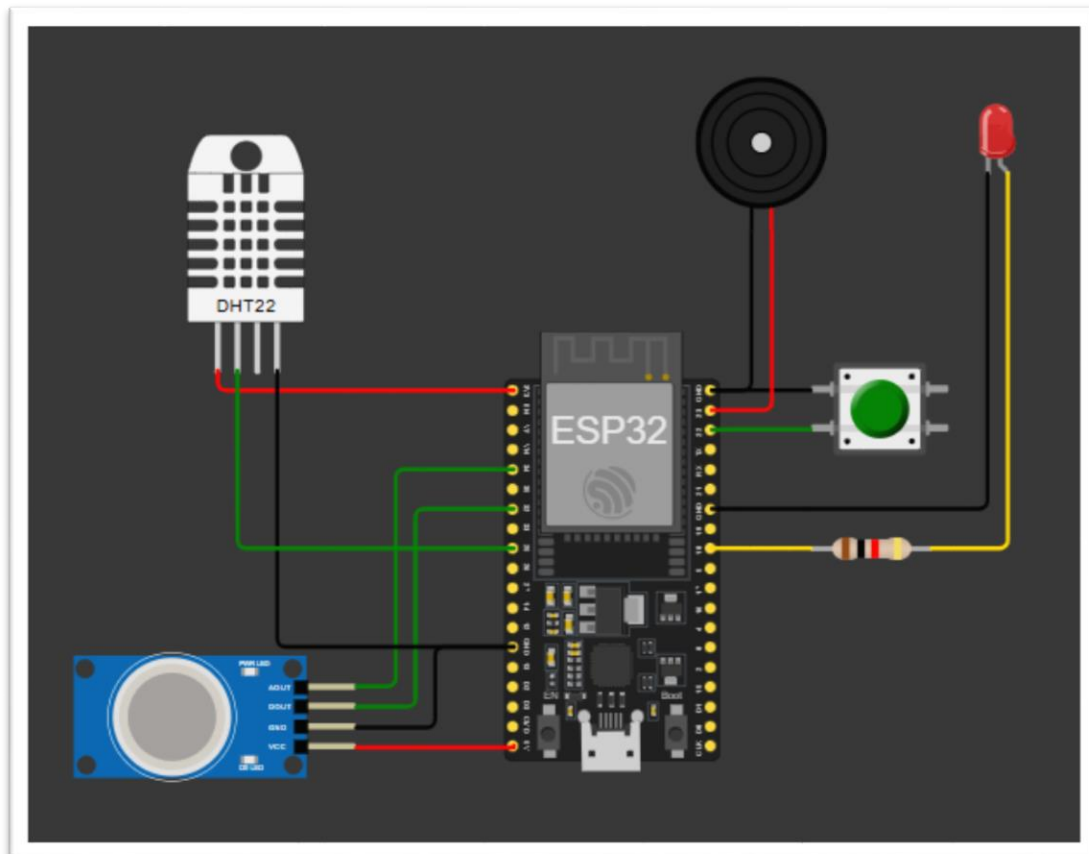
- Chân led1:C kết nối với chân GND của ESP32

- Chân led1:A kết nối với chân GPIO18 của ESP32

PUSHBUTTON:

- Chân btn1:1.1 kết nối đến chân GND của ESP32
- Chân btn1:2.1 kết nối với chân GPIO22 của ESP32

2.4.2. Hình ảnh mô phỏng hệ thống trên Wokwi



3.PHẦN KẾT LUẬN

Trong bối cảnh hiện nay, khi các vụ cháy nổ gây thiệt hại nghiêm trọng về người và tài sản, việc ứng dụng công nghệ vào hệ thống báo cháy trở nên cấp thiết. Hệ thống báo cháy thông minh được thiết kế dựa trên vi điều khiển ESP32, kết hợp với cảm biến khói MQ-2 và cảm biến nhiệt độ DHT11, đã chứng minh hiệu quả trong việc giám sát và cảnh báo nguy cơ cháy nổ. Việc mô phỏng trên nền tảng Wokwi trước khi triển khai thực tế giúp đảm bảo tính khả thi và hiệu suất của hệ thống. Thông qua ứng dụng Blynk và giao thức MQTT, hệ thống cung cấp khả năng giám sát và nhận cảnh báo từ xa, góp phần nâng cao hiệu quả trong việc phát hiện và phòng chống cháy nổ.

Ưu điểm nổi bật của hệ thống bao gồm khả năng phát hiện sớm, giám sát liên tục và khả năng tích hợp với các hệ thống khác. Tuy nhiên, để hoàn thiện và nâng cao hiệu quả, cần tiến hành thử nghiệm thực tế và thu thập phản hồi từ người dùng nhằm tối ưu hóa hệ thống. Việc triển khai hệ thống báo cháy thông minh không chỉ nâng cao hiệu quả trong việc phòng chống cháy nổ mà còn góp phần bảo vệ tài sản và tính mạng con người. Với những cải tiến và kiến nghị nêu trên, hệ thống sẽ ngày càng hoàn thiện và đáp ứng tốt hơn nhu cầu thực tế.

4.TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Báo Giáo dục và Thời đại Online, *“Cảnh báo cháy ứng dụng IoT giúp người dân sơ tán an toàn và cứu hộ hiệu quả”*.
2. Gtoco – Thổi bùng sức mạnh việt, *“Hệ thống báo cháy là gì, vai trò và nguyên lí hoạt động”*.
- 3.Điện tử tương lai, *“ESP32 là gì”*.
4. DinhHai, *“Cảm biến khí mq2 là gì, mọi thông tin cần biết”*.
5. Điện tử thông minh E-Smart, *“Cách sử dụng Blynk Iot với ESP32”*.