

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA ĐIỆN ĐIỆN TỬ
BỘ MÔN KỸ THUẬT MÁY TÍNH - VIỄN THÔNG



HCMUTE

ĐỒ ÁN MÔN HỌC 1

THIẾT KẾ HỆ THỐNG PHÒNG CHỐNG CHÁY NỔ

NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT MÁY TÍNH

Sinh viên: **BÙI HUỲNH NHẬT QUANG**

MSSV: 22119121

PHẠM NGỌC NHẬT

MSSV: 22119110

TP. HỒ CHÍ MINH – 03/2025

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
KHOA ĐIỆN ĐIỆN TỬ
BỘ MÔN KỸ THUẬT MÁY TÍNH - VIỄN THÔNG

ĐỒ ÁN MÔN HỌC 1

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG PHÒNG CHỐNG
CHÁY NỔ**

NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT MÁY TÍNH

Sinh viên: **BÙI HUỲNH NHẬT QUANG**
MSSV: 22119121
PHẠM NGỌC NHẬT
MSSV: 22119110

Hướng dẫn: **TS. TRƯƠNG NGỌC SƠN**

TP. HỒ CHÍ MINH – 12/2014

BẢN NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN

LỜI CẢM ƠN

Nhóm chúng em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến PGS.TS. Trương Ngọc Sơn. Thầy đã góp ý và chia sẻ rất nhiều kiến thức để chúng em có thể hoàn thiện sản phẩm cũng như bài báo cáo cho đồ án lần này. Vì đây là lần đầu tiên làm đồ án nên thầy đã hướng dẫn chúng em cách trình bày báo cáo, cách lựa chọn linh kiện và thi công sản phẩm sao cho chính chu nhất.

Tiếp theo, nhóm xin gửi lời cảm ơn bạn bè trong khoa Điện - Điện tử và đặc biệt là các bạn trong ngành Công nghệ Kỹ thuật Máy tính đã hỗ trợ nhóm trong thời gian thực hiện đồ án này.

Trong quá trình thực hiện đồ án, sai sót và thiếu sót là điều không thể tránh khỏi. Nhóm chúng em rất mong nhận được sự góp ý từ thầy để hoàn thiện đề tài này và các đề tài sau một cách tốt hơn.

Người thực hiện đề tài:
Bùi Huỳnh Nhật Quang
Phạm Ngọc Nhật

MỤC LỤC

DANH MỤC HÌNH	X
DANH MỤC BẢNG	XII
CHƯƠNG 1 GIỚI THIỆU	1
1.1 GIỚI THIỆU	1
1.2 MỤC TIÊU ĐỀ TÀI	1
1.3 GIỚI HẠN ĐỀ TÀI	2
1.4 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	2
1.4.1 Nghiên cứu tài liệu lý thuyết:	2
1.4.2 Khảo sát thực tế:	2
1.4.3 Thiết kế và mô phỏng:	2
1.4.4 Thực nghiệm và kiểm thử:	3
1.5 ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU	3
1.5.1 Đối tượng nghiên cứu:	3
1.5.2 Phạm vi nghiên cứu:	3
1.6 BỐ CỤC QUYỀN BẢO CÁO	3
CHƯƠNG 2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT	5
2.1 GIỚI THIỆU	5
2.2 VI ĐIỀU KHIỂN ESP32	5
2.2.1 Tổng quan về ESP32	5
2.2.2 Thông số cơ bản của module ESP32-WROOM-32	6
2.2.3 Các chân sẽ được sử dụng	6
2.3 ADAUFRUIT IO VÀ MQTT	7
2.3.1 Cấu Trúc Hoạt Động Của MQTT	7
2.3.2 Quy trình hoạt động	7
2.4 CÁC CẢM BIẾN	8
2.4.1 Cảm biến khí gas MQ-5	8
2.4.2 Cảm biến hồng ngoại LM393	9
2.4.3 Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11	11
2.5 HỆ THỐNG CẢNH BÁO VÀ CÁC CƠ CẤU CHẤP HÀNH	12
2.5.1 Một số cơ cấu chấp hành được dùng trong hệ thống	12
2.5.2 Module Relay	12
2.6 NGUỒN VÀ HIỂN THỊ	14
2.6.1 Màn hình LCD 16x2 có module PC	14
2.6.2 Mạch hạ áp LM2596	16
CHƯƠNG 3 THIẾT KẾ HỆ THỐNG	17

3.1	THIẾT KẾ PHẦN CỨNG	17
3.1.1	<i>Chức năng của phần cứng.....</i>	17
3.1.2	<i>Sơ đồ khối phần cứng.....</i>	19
3.1.3	<i>Thiết kế từng khối.....</i>	21
3.2	THIẾT KẾ PHẦN MỀM	23
3.2.1	<i>Chức năng hoạt động của phần mềm.....</i>	23
3.2.2	<i>Lưu đồ hoạt động</i>	25
CHƯƠNG 4	KẾT QUẢ.....	33
4.1	KẾT QUẢ MÔ HÌNH THI CÔNG	33
4.2	HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG	36
CHƯƠNG 5	KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN.....	38
5.1	KẾT LUẬN	38
5.2	HƯỚNG PHÁT TRIỂN	39
PHỤ LỤC	40
TÀI LIỆU THAM KHẢO		41

DANH MỤC HÌNH

HÌNH 2-1. MODULE ESP32-WROOM-32 VÀ CHIP CHÍNH CỦA NÓ - VI ĐIỀU KHIỂN ESP32-D0WDQ6	5
HÌNH 2-2. SƠ ĐỒ CHÂN CỦA ESP32-WROOM-32 PHIÊN BẢN 39 CHÂN	6
HÌNH 2-3. CẢM BIẾN KHÍ GAS MQ5	8
HÌNH 2-4. CẢM BIẾN HỒNG NGOẠI LM393	10
HÌNH 2-5. CẢM BIẾN NHIỆT ĐỘ, ĐỘ ẨM DHT11	11
HÌNH 2-6. BUZZER, QUẠT VÀ BƠM NƯỚC	12
HÌNH 2-7. MODULE RELAY 5V KÍCH MỨC CAO/THẤP	12
HÌNH 2-8. CÁC CHÂN CỦA MODULE RELAY	12
HÌNH 2-9. SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ MODULE RELAY	13
HÌNH 2-10. MÀN HÌNH LCD KÈM MODULE CHUYỂN ĐỔI I ² C (CÓ 4 CHÂN PHÍA SAU)	14
HÌNH 2-11. MÀN HÌNH LCD 16X2	14
HÌNH 2-12. MODULE I2C	15
HÌNH 2-13. MODULE MẠCH HẠ ÁP LM2596.....	16
HÌNH 2-14. SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ MODULE MẠCH HẠ ÁP LM2596.....	16
HÌNH 3-1. SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ PHẦN CỨNG	21
HÌNH 3-2. LƯU ĐỒ TỔNG QUÁT	26
HÌNH 3-3. LƯU ĐỒ CẢNH BÁO TỰ ĐỘNG	27
HÌNH 3-4. LƯU ĐỒ SỬ DỤNG NÚT NHẤN ĐỂ ĐIỀU CHỈNH NGUỒN CẢNH BÁO	28
HÌNH 3-5. LƯU ĐỒ NÚT NHẤN KÍCH HOẠT CHẾ ĐỘ KHẨN CẤP	29
HÌNH 3-6. LƯU ĐỒ ĐIỀU KHIỂN MÀN HÌNH LCD	30
HÌNH 3-7. LƯU ĐỒ CHO ỨNG DỤNG DI ĐỘNG	31
HÌNH 4-1. MÔ HÌNH THI CÔNG VỚI CÁC CẢM BIẾN ĐƯỢC GẮN LÊN TƯỜNG.....	33
HÌNH 4-2. MÔ HÌNH THI CÔNG NHÌN TỪ TRÊN XUỐNG	34
HÌNH 4-3. GIAO DIỆN ADAFRUITIO.....	35
HÌNH 4-4. GIAO DIỆN APP ĐIỆN THOẠI.....	35
HÌNH 4-5. PCB VÀ WEB DASHBOARD CỦA HỆ THỐNG.....	37

DANH MỤC BẢNG

BẢNG 1: TÍNH TOÁN CÔNG SUẤT CÁC LINH KIỆN.....	22
--	----

CHƯƠNG 1

GIỚI THIỆU

1.1 GIỚI THIỆU

Những năm gần đây, chúng ta nghe nhiều về “Cách mạng Công nghiệp 4.0”, một giai đoạn chuyển mình mạnh mẽ của nền công nghiệp với sự phát triển vượt bậc của công nghệ số, trí tuệ nhân tạo (AI), Internet vạn vật (IoT) và tự động hóa. Cuộc cách mạng này ảnh hưởng đến rất nhiều lĩnh vực và nhiều khía cạnh trong cuộc sống, trong đó có việc phòng chống cháy nổ. Trong bối cảnh đó, việc thiết kế và triển khai các hệ thống phòng chống cháy nổ hiện đại trở thành nhu cầu cấp thiết để đáp ứng yêu cầu an toàn trong môi trường công nghiệp cũng như các khu dân cư.

Từ những kiến thức đã được học trên trường, nhóm em cũng muốn góp một phần nhỏ vào lĩnh vực an toàn và bảo vệ. Vì thế nhóm chúng em lựa chọn đề tài “Thiết kế hệ thống phòng chống cháy nổ”.

Với đề tài này, nhóm em mong muốn áp dụng khoa học – kỹ thuật, đặc biệt là lĩnh vực điện tử - máy tính để tạo ra 1 hệ thống nhúng có thể theo dõi các chỉ số về các tác nhân gây hỏa hoạn và báo động khi có hỏa hoạn xảy ra, góp phần tạo nên môi trường sống và làm việc an toàn hơn.

1.2 MỤC TIÊU ĐỀ TÀI

Đề tài “Thiết kế hệ thống phòng chống cháy nổ” sẽ có các chức năng:

- Theo dõi nồng độ của các khí metan, propan, hydro, ... (các khí gây cháy nổ).
- Phát ra âm thanh cảnh báo khi nồng độ các khí trên tăng cao .
- Màn hình hiển thị các thông số.
- Gửi dữ liệu lên cloud để người có thẩm quyền dễ dàng theo dõi.

- Có thể chỉnh ngưỡng báo cháy bằng nút nhấn hoặc điện thoại.
- Có nút nhấn kích hoạt hệ thống chữa cháy phòng trường hợp cảm biến không gửi tín hiệu đúng khi có hỏa hoạn xảy ra.

1.3 GIỚI HẠN ĐỀ TÀI

Thiết kế một hệ thống phòng chống cháy nổ tự động với dùng vi điều khiển ESP32, có khả năng kích hoạt còi báo cháy và hút khí gây cháy ra ngoài bằng quạt khi phát hiện có dấu hiệu cháy nổ, đồng thời gửi SMS cho chủ tòa nhà.

Tuy nhiên, vì đề tài này tập trung vào hướng điện tử nên sẽ có một vài hạn chế như chỉ tập trung vào thiết kế phần cứng và phần mềm của hệ thống, không đi sâu vào các tiêu chuẩn phòng cháy chữa cháy cụ thể và chưa tích hợp các phương pháp chữa cháy như khí CO₂ hay đầu phun sprinkler mà chỉ dùng phương pháp quạt hút khí độc và dùng relay để mô phỏng hoạt động đóng ngắt của bơm nước.

1.4 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1.4.1 Nghiên cứu tài liệu lý thuyết:

Tìm hiểu thông số kỹ thuật của các thành phần có trong hệ thống như bộ xử lý trung tâm ESP32, các cảm biến và các cơ cấu chấp hành được dùng trong hệ thống, kết hợp với tham khảo các tài liệu có sẵn về các hệ thống chữa cháy tự động.

1.4.2 Khảo sát thực tế:

Tìm hiểu các hệ thống phát hiện cháy nổ hiện có trên thị trường để đánh giá ưu và nhược điểm.

Khảo sát các tiêu chuẩn an toàn liên quan đến hệ thống phòng chống cháy nổ.

1.4.3 Thiết kế và mô phỏng:

Sử dụng phần mềm mô phỏng như Wokwi, Proteus thiết kế sơ đồ nguyên lý và kiểm tra hoạt động của mạch điện và hệ thống điều khiển, lập trình thử nghiệm trên ESP32 để kiểm tra tính chính xác của cảm biến.

Mạch in sẽ được thiết kế bằng phần mềm Altium Designer

1.4.4 Thực nghiệm và kiểm thử:

Lắp ráp hệ thống thực tế và kiểm tra từng chức năng.

Tính toán và đánh giá công suất hoạt động của hệ thống trong các điều kiện khác nhau.

1.5 ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

1.5.1 Đối tượng nghiên cứu:

- Các cảm biến để phát hiện lửa, đo nồng độ khí cháy nổ.
- Vi điều khiển ESP32 và các phương thức giao tiếp không dây.
- Một số cơ cấu chấp hành và cơ chế chữa cháy như relay, bơm nước, quạt hút khói.

1.5.2 Phạm vi nghiên cứu:

- Phạm vi nghiên cứu trên cảm biến: Xác định loại cảm biến phù hợp với hệ thống, hiệu chỉnh và đánh giá độ chính xác trong môi trường thử nghiệm.

- Phạm vi nghiên cứu trên vi điều khiển ESP32: Lập trình để thu thập dữ liệu từ cảm biến, xử lý tín hiệu và điều khiển hệ thống cảnh báo.

- Phạm vi nghiên cứu trên hệ thống cảnh báo: Kiểm tra hiệu suất của còi báo động, quạt hút khí và mức tiêu thụ năng lượng khi hoạt động.

- Phạm vi nghiên cứu trên truyền thông dữ liệu: Đánh giá tính ổn định của các phương thức gửi truyền thông không dây Wifi, thời gian phản hồi và khả năng mở rộng hệ thống.

1.6 BỐ CỤC QUYỀN BẢO CÁO

- Chương 1: Giới thiệu

Cung cấp tổng quan về đề tài, mục tiêu, giới hạn, phương pháp nghiên cứu và bố cục của báo cáo.

- Chương 2: Cơ sở lý thuyết

Trình bày các nguyên lý hoạt động của các cảm biến khí, vi điều khiển ESP32, các chuẩn truyền thông không dây và các mô-đun hỗ trợ.

- Chương 3: Thiết kế hệ thống

Thiết kế phần cứng: Lựa chọn linh kiện, sơ đồ khối, nguyên lý hoạt động của từng khối.

Thiết kế phần mềm: Giải thuật điều khiển, lưu đồ thuật toán, cách lập trình hệ thống.

- Chương 4: Kết quả

Trình bày kết quả thử nghiệm thực tế, đánh giá hiệu suất của hệ thống.

- Chương 5: Kết luận và hướng phát triển

Tổng kết lại những gì đã thực hiện, đánh giá ưu điểm và nhược điểm của hệ thống, đề xuất hướng phát triển trong tương lai.

CHƯƠNG 2

CƠ SỞ LÝ THUYẾT

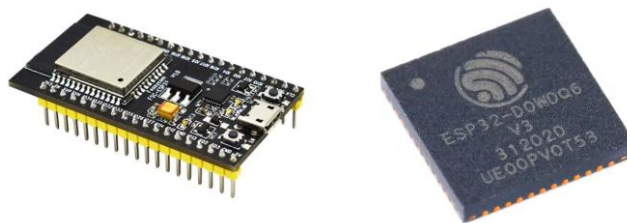
2.1 GIỚI THIỆU

Chương này trình bày các kiến thức nền tảng liên quan đến đề tài "Thiết kế hệ thống phòng chống cháy nổ". Các nội dung bao gồm nguyên lý hoạt động của các linh kiện chính trong hệ thống như ESP32, cảm biến khí, cảm biến lửa, cảm biến nhiệt độ, relay, quạt và bơm nước.

2.2 VI ĐIỀU KHIỂN ESP32

2.2.1 Tổng quan về ESP32

ESP32 là một dòng vi điều khiển do Espressif Systems phát triển, được thiết kế dành cho các ứng dụng IoT và hệ thống nhúng. Đề tài này sẽ sử dụng module MCU ESP32-WROOM-32 có chứa chip trung tâm là ESP32-D0WDQ6. Với bộ vi xử lý lõi kép 32-bit, tốc độ lên đến 240 MHz, ESP32 có khả năng xử lý nhanh và hỗ trợ nhiều giao thức giao tiếp như GPIO, ADC, PWM, I2C, SPI, UART. Ngoài ra, nó còn tích hợp Wi-Fi và Bluetooth, giúp dễ dàng kết nối và truyền dữ liệu từ xa. Vì thế, nhóm đã chọn dòng vi điều khiển ESP32 và cụ thể là module MCU ESP32-WROOM-32 để thực hiện đề tài này.

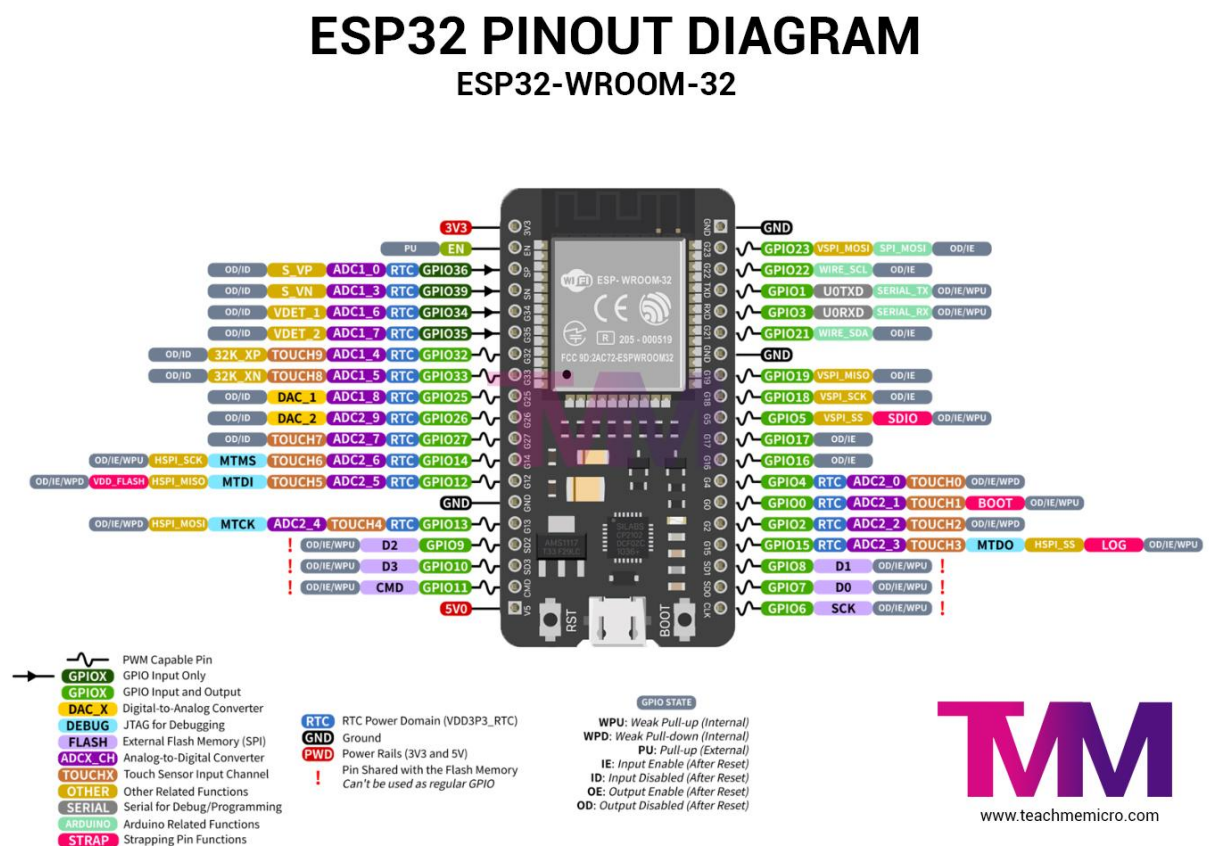


Hình 2-1. Module ESP32-WROOM-32 và chip chính của nó - vi điều khiển ESP32-D0WDQ6

2.2.2 Thông số cơ bản của module ESP32-WROOM-32

Module hoạt động với điện áp 3.3V và hỗ trợ kết nối Wi-Fi chuẩn 802.11 b/g/n trong dải tần từ 2.4GHz đến 2.5GHz, đồng thời tích hợp cả Bluetooth phiên bản 4.2, giúp dễ dàng kết nối và truyền dữ liệu không dây. Ngoài ra, ESP32-WROOM-32 hỗ trợ nhiều giao thức giao tiếp như GPIO, ADC, PWM, I2C, SPI và UART. Bên trong module được tích hợp thạch anh có tần số 40MHz nhằm đảm bảo độ chính xác cho xung nhịp xử lý. Đặc biệt, các chân I/O của module đã được tích hợp sẵn điện trở kéo lên hoặc kéo xuống.

2.2.3 Các chân sẽ được sử dụng



Hình 2-2. Sơ đồ chân của ESP32-WROOM-32 phiên bản 39 chân

Các chân được phân chia chức năng cụ thể như sau: Các chân 5V, 3V3 và GND được dùng để cung cấp nguồn và nối đất cho mạch. Các chân GPIO32, GPIO25, GPIO4, GPIO16, GPIO17 và GPIO18 được cấu hình làm ngõ vào (input). Trong khi đó, các chân GPIO33, GPIO26 và GPIO27 sẽ hoạt động ở chế độ ngõ ra (output). Ngoài ra, hai chân GPIO21 (SDA) và GPIO22 (SCL) được sử dụng cho giao tiếp I²C với LCD, đóng vai trò là ngõ ra. Chân GPIO34 (ADC1_CH6) là một chân ADC 12 bit, tuy nhiên cần lưu ý rằng ADC2 không thể sử dụng khi WiFi đang hoạt động, do bộ chuyển đổi này dùng chung phần cứng với bộ thu WiFi của ESP32.

2.3 ADAFRUIT IO VÀ MQTT

Adafruit IO là một nền tảng IoT (Internet of Things) giúp thu thập, hiển thị và điều khiển dữ liệu từ các thiết bị kết nối Internet, có tích hợp giao thức MQTT để giao tiếp với thiết bị. Nền tảng cung cấp giao diện trực quan giúp dễ dàng quản lý và theo dõi dữ liệu từ các thiết bị. Ưu điểm lớn của nền tảng là khả năng lưu trữ dữ liệu miễn phí, phục vụ cho mục đích giám sát và phân tích. Ngoài ra, Adafruit IO còn cung cấp hệ thống dashboard với các biểu đồ và nút điều khiển tương tác, giúp người dùng trực tiếp quan sát dữ liệu và điều khiển thiết bị ngay trên giao diện web một cách thuận tiện. Vì thế, ESP32 có thể gửi & nhận dữ liệu từ Adafruit IO qua MQTT để điều khiển thiết bị từ xa dễ dàng

2.3.1 Cấu Trúc Hoạt Động Của MQTT

MQTT bao gồm ba thành phần chính. Đầu tiên là Publisher (Người gửi), là thiết bị gửi dữ liệu. Tiếp theo là Broker (Máy chủ trung gian), có nhiệm vụ nhận và phân phối dữ liệu. Cuối cùng là Subscriber (Người nhận), là thiết bị đăng ký để nhận dữ liệu từ broker. Các thành phần này phối hợp với nhau để tạo ra một hệ thống giao tiếp hiệu quả giữa các thiết bị.

2.3.2 Quy trình hoạt động

Trong hệ thống IoT, quá trình truyền dữ liệu giữa thiết bị và người dùng thường được thực hiện thông qua mô hình publish/subscribe. Ví dụ, một cảm

biến nhiệt độ kết nối với vi điều khiển ESP32 sẽ đóng vai trò là publisher, gửi dữ liệu đến một broker như Adafruit IO thông qua giao thức TCP/IP. Khi ESP32 gửi dữ liệu nhiệt độ đến một topic cụ thể, chẳng hạn như "home/temperature", broker sẽ tiếp nhận và phân phối dữ liệu đó đến tất cả các subscriber đã đăng ký theo dõi topic này. Người dùng, với vai trò là subscriber, có thể nhận dữ liệu từ topic "home/temperature", sau đó hiển thị thông tin lên màn hình hoặc sử dụng để điều khiển các thiết bị khác như quạt, máy lạnh,... Quá trình này cho phép truyền tải dữ liệu theo thời gian thực, đảm bảo tính linh hoạt và hiệu quả trong việc giám sát và điều khiển từ xa.

2.4 CÁC CẢM BIẾN

2.4.1 Cảm biến khí gas MQ-5

2.4.1.1 Giới thiệu

Cảm biến MQ-5 là một loại cảm biến khí được sử dụng để phát hiện khí gas như LPG, khí thiên nhiên (CNG), và khí Butane. Nó có độ nhạy cao với các loại khí dễ cháy và thường được sử dụng trong hệ thống báo cháy, phát hiện rò rỉ gas, và các ứng dụng an toàn trong gia đình, công nghiệp.



Hình 2-3. Cảm biến khí gas MQ5

2.4.1.2 Thông số kỹ thuật

Cảm biến có điện áp hoạt động 5V DC và dòng tiêu thụ là 150mA. Dải đo của cảm biến từ 200 đến 10000 ppm, phù hợp với các loại khí như LPG, Butane và CNG. Thời gian làm nóng của cảm biến là 20 giây, giúp thiết bị hoạt động nhanh chóng. Nó có độ nhạy cao đối với các khí LPG, Butane và CNG, đảm bảo phát hiện chính xác. Cảm biến hoạt động hiệu quả trong phạm vi nhiệt độ từ -10°C đến 50°C, phù hợp với nhiều điều kiện môi trường khác nhau.

2.4.1.3 Chức năng các chân

Cảm biến có ba chân kết nối chính: VCC và GND là hai chân nguồn của cảm biến, cần cấp vào 5VDC để cung cấp điện cho thiết bị. AOUT là chân xuất dữ liệu analog, cho phép cảm biến gửi tín hiệu dữ liệu dạng analog. DOUT là chân xuất dữ liệu số, cung cấp tín hiệu dữ liệu dạng digital, dễ dàng để kết nối với các vi điều khiển hoặc hệ thống số.

2.4.1.4 Nguyên lý hoạt động

Vật liệu cảm biến khí được sử dụng trong cảm biến khí MQ-5 là đioxit thiếc (SnO_2), có độ dẫn điện thấp trong không khí sạch. Khi có khí dễ cháy trong môi trường xung quanh cảm biến, độ dẫn điện của cảm biến sẽ tăng theo sự gia tăng nồng độ khí dễ cháy trong không khí.

Ta sử dụng sự thay đổi điện dẫn này để xác định nồng độ khí gây cháy trong không khí.

2.4.2 Cảm biến hồng ngoại LM393

2.4.2.1 Giới thiệu

Cảm biến hồng ngoại LM393 là một loại cảm biến phát hiện lửa hoặc vật thể dựa trên tia hồng ngoại (IR). Nó hoạt động bằng cách nhận diện bức xạ hồng ngoại phát ra từ nguồn nhiệt hoặc vật thể trong phạm vi nhất định. Chip chính của module cảm biến là IC so sánh điện áp LM393 nên cảm biến này có tên là cảm biến hồng ngoại LM393. Cảm biến hồng ngoại thường được sử dụng trong

hệ thống báo cháy, robot dò đường, phát hiện vật cản, và các ứng dụng an toàn khác.



Hình 2-4. Cảm biến hồng ngoại LM393

2.4.2.2 Thông số kỹ thuật

Cảm biến có điện áp hoạt động từ 3.3V đến 5V, có góc phát hiện của cảm biến là 60° , cho phép phát hiện vật trong phạm vi rộng. Khoảng cách phát hiện của cảm biến dao động từ 0 đến 80cm, tùy thuộc vào nguồn hồng ngoại. Cảm biến cung cấp hai loại ngõ ra: Digital (D0) với tín hiệu HIGH/LOW (Bật/Tắt) và Analog (A0), với điện áp tỷ lệ thuận với cường độ hồng ngoại nhận được. Ngoài ra, cảm biến còn tích hợp biến trở giúp người dùng điều chỉnh ngưỡng phát hiện một cách dễ dàng.

2.4.2.3 Chức năng các chân

- VCC, GND: 2 chân nguồn của cảm biến, cấp vào 5VDC.
- Digital Out: Ngõ ra digital, xuất ra tín hiệu digital bằng cách đặt giá trị ngưỡng thông qua biến trở được gắn sẵn trên module cảm biến.
- Analog Out: Ngõ ra analog, xuất ra tín hiệu analog 0-5V dựa trên cường độ của khí.

2.4.2.4 Nguyên lý hoạt động

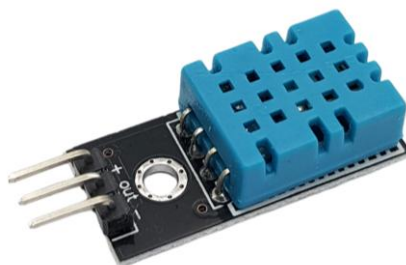
Cảm biến hồng ngoại LM393 hoạt động dựa trên nguyên tắc phát hiện tia hồng ngoại phát ra từ các nguồn nhiệt như lửa, cơ thể người, hoặc vật thể nóng (Khi một vật thể có nhiệt độ cao, nó sẽ phát ra bức xạ hồng ngoại với cường độ tỷ lệ thuận với nhiệt độ của nó). Cảm biến sử dụng một photodiode hồng ngoại

đề thu nhận bức xạ IR và một mạch khuếch đại & so sánh tín hiệu để xác định mức độ hồng ngoại và xuất tín hiệu tương ứng.

2.4.3 Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11

2.4.3.1 Giới thiệu

DHT11 là một loại cảm biến nhiệt độ và độ ẩm kỹ thuật số phổ biến, được sử dụng rộng rãi trong hệ thống giám sát môi trường, nhà thông minh, và các thiết bị IoT. Cảm biến này có thiết kế nhỏ gọn, chi phí thấp và dễ dàng kết nối với vi điều khiển thông qua giao tiếp 1 dây (digital).



Hình 2-5. Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11

2.4.3.2 Thông số kỹ thuật

Cảm biến hoạt động với điện áp 3.3 – 5VDC và sử dụng giao tiếp TTL 1 wire. Nó có khả năng đo độ ẩm trong khoảng 20% – 80%RH với sai số $\pm 5\%RH$, và đo nhiệt độ từ 0 – 50°C với sai số $\pm 2^\circ C$. Tần số lấy mẫu là 1Hz, tức 1 giây/lần. Khi truyền dữ liệu, cảm biến tiêu thụ dòng tối đa 2.5mA. Kích thước nhỏ gọn 28mm x 12mm x 10mm, dễ dàng tích hợp vào các thiết bị.

2.4.3.3 Chức năng các chân

2.4.3.3 Cảm biến có hai chân nguồn VCC và GND, được cấp điện áp từ 3 – 5VDC để hoạt động. Chân DATA là chân xuất tín hiệu dạng digital, dùng để truyền dữ liệu đo được đến vi điều khiển.

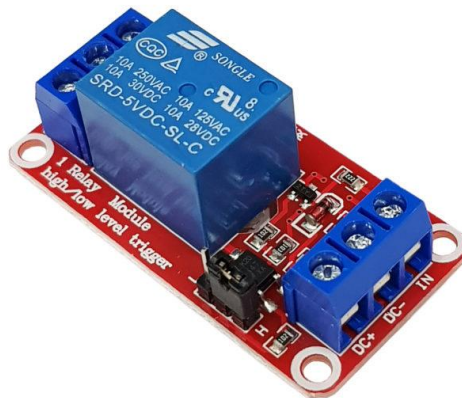
2.5 HỆ THỐNG CẢNH BÁO VÀ CÁC CƠ CẤU CHẤP HÀNH

2.5.1 Một số cơ cấu chấp hành được dùng trong hệ thống



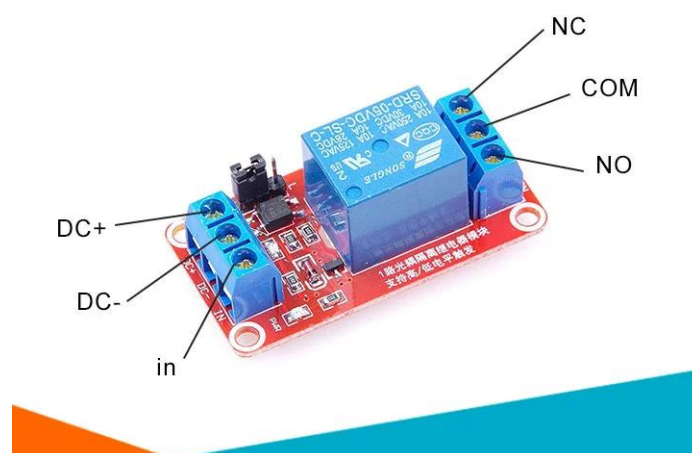
Hình 2-6. Buzzer, quạt và bơm nước

2.5.2 Module Relay

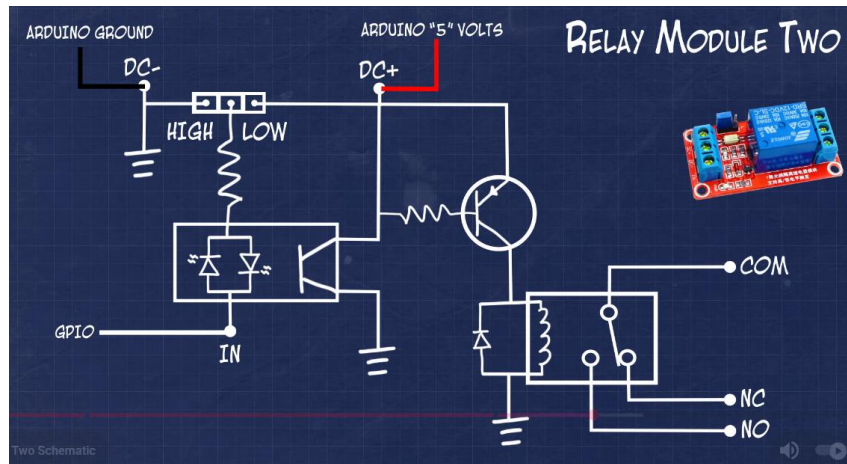


Hình 2-7. Module relay 5V kích mức cao/thấp

2.5.2.1 Các chân



Hình 2-8. Các chân của module relay



Hình 2.9. Sơ đồ nguyên lý module relay

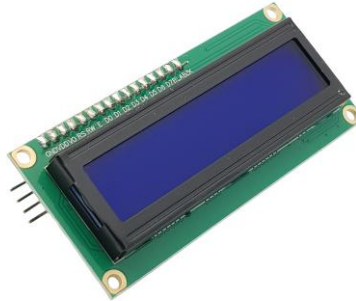
Module relay gồm các chân kết nối chính như sau: DC+ và DC- là hai chân nguồn cấp điện cho module. Chân IN dùng để kích hoạt relay và có thể tùy chọn kích hoạt ở mức cao hoặc mức thấp thông qua jumper trên module. Chân COM là chân chung. NC (Normally Closed) sẽ nối với COM khi không có tín hiệu kích vào chân IN, còn NO (Normally Open) sẽ nối với COM khi có tín hiệu kích. Ngoài ra, trên module có một jumper cho phép người dùng lựa chọn mức kích hoạt phù hợp với yêu cầu điều khiển.

2.5.2.2 Thông số kỹ thuật

2.5.2.2 Module relay sử dụng nguồn cấp 5VDC và có tích hợp jumper để tùy chọn mức kích hoạt cao hoặc thấp. Dòng tiêu thụ của module là 50mA khi hoạt động và 10mA ở trạng thái chờ. Ngõ ra relay hỗ trợ tải lên đến 250VAC 10A hoặc 30VDC 10A, phù hợp để điều khiển các thiết bị điện công suất vừa và nhỏ.

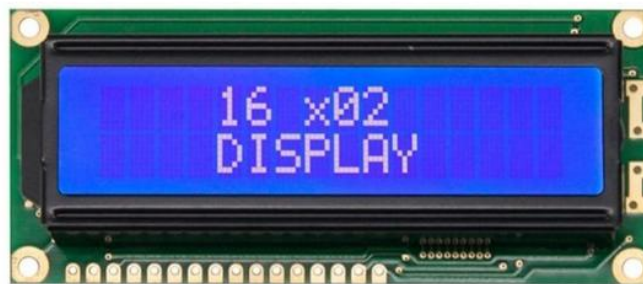
2.6 NGUỒN VÀ HIỂN THỊ

2.6.1 Màn hình LCD 16x2 có module I²C



Hình 2-10. Màn hình LCD kèm module chuyển đổi I²C (có 4 chân phía sau)

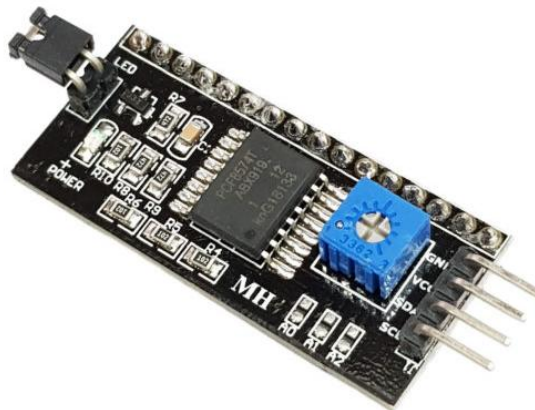
2.6.1.1 Màn hình LCD 16x2



Hình 2-11. Màn hình LCD 16x2

Màn hình LCD sử dụng trong hệ thống là loại 16 ký tự x 2 dòng, được tích hợp sẵn chip điều khiển HD44780 để đơn giản hóa việc giao tiếp và lập trình. Màn hình hiển thị gồm 2 dòng, mỗi dòng có thể hiển thị tối đa 16 ký tự, phù hợp với các ứng dụng giám sát thông số cơ bản. LCD hoạt động với điện áp 5V DC, có kích thước tổng thể là 80mm x 35mm x 9mm, trong đó khu vực hiển thị có kích thước 64.5mm x 16mm. Về mặt kết nối, module bao gồm 16 chân, trong đó có 8 chân dữ liệu (D0–D7) và 3 chân điều khiển chính là RS, RW và EN. Năm chân còn lại được sử dụng để cấp nguồn và điều chỉnh độ sáng cho màn hình. Thiết kế này giúp việc giao tiếp giữa vi điều khiển và LCD trở nên linh hoạt và thuận tiện hơn.

2.6.1.2 Module chuyển đổi I²C



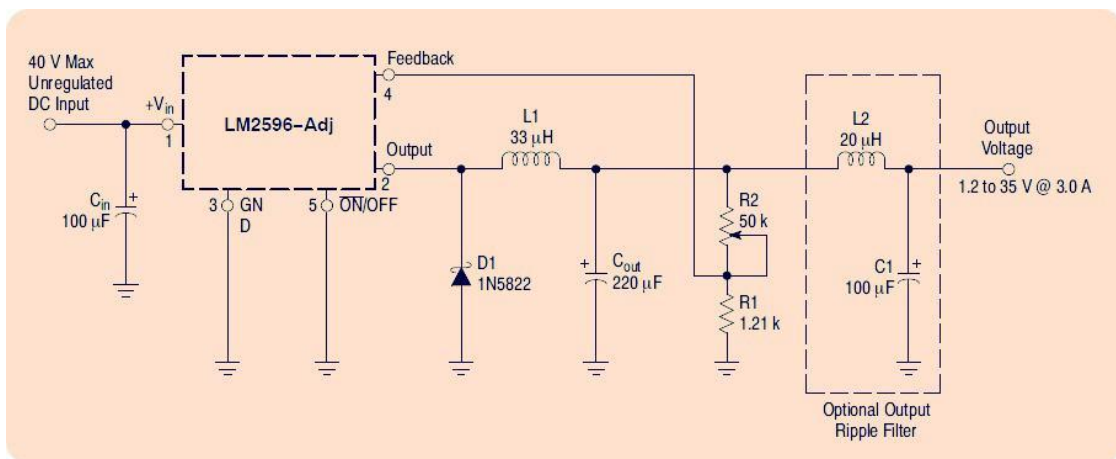
Hình 2-12. Module I2C

LCD có số lượng chân khá nhiều, gây khó khăn trong quá trình kết nối và chiếm nhiều chân của vi điều khiển. Việc sử dụng module I2C kết hợp với màn hình LCD 16×2 là một giải pháp hiệu quả để giảm số lượng chân kết nối với vi điều khiển, giúp tiết kiệm tài nguyên và đơn giản hóa quá trình thiết kế. Thông thường, khi kết nối trực tiếp với LCD, vi điều khiển cần đến 6 chân (RS, EN, D7, D6, D5, D4). Tuy nhiên, khi sử dụng module I2C, chỉ cần 2 chân (SCL và SDA) để giao tiếp, giúp giải phóng nhiều chân I/O của vi điều khiển. Module I2C có kích thước 41.5mm x 19mm x 15.3mm, trọng lượng 5g, và điện áp hoạt động từ 2.5V đến 6V. Ngoài ra, nó còn được trang bị một jump chốt, cho phép điều khiển việc cung cấp đèn nền cho LCD hoặc ngắt đèn khi cần thiết, cùng với một biến trở xoay để điều chỉnh độ tương phản của màn hình. Nhờ vào các tính năng này, module I2C là một lựa chọn lý tưởng khi cần kết nối LCD với vi điều khiển trong các dự án yêu cầu tiết kiệm chân và đơn giản hóa mạch.

2.6.2 Mạch hạ áp LM2596



Hình 2-13. Module mạch hạ áp LM2596



Hình 2-14. Sơ đồ nguyên lý module mạch hạ áp LM2596

Module hạ áp LM2596 được sử dụng kết hợp với pin 18650 để cấp nguồn cho hệ thống. Module này có bốn chân chính gồm IN+ và IN- để cấp nguồn đầu vào, OUT+ và OUT- để lấy nguồn đầu ra. Ngoài ra, trên module còn được tích hợp một biến trở dùng để điều chỉnh điện áp ngõ ra theo yêu cầu người sử dụng. Về thông số kỹ thuật, module hỗ trợ dải điện áp đầu vào từ 3V đến 30V, trong khi điện áp đầu ra có thể được điều chỉnh linh hoạt trong khoảng từ 1.5V đến 30V. Dòng điện đầu ra tối đa mà module có thể đáp ứng là 3A với hiệu suất chuyển đổi đạt khoảng 92%. Công suất hoạt động của module là 15W và kích thước vật lý của nó là 45mm (dài) x 20mm (rộng) x 14mm (cao), phù hợp để tích hợp vào các mạch nguồn nhỏ gọn và hiệu quả.

CHƯƠNG 3

THIẾT KẾ HỆ THỐNG

Chương này sẽ giới thiệu chi tiết về ý tưởng thiết kế, lựa chọn giải pháp thiết kế, thiết kế phần cứng (nguyên lý) và thiết kế phần mềm.

3.1 THIẾT KẾ PHẦN CỨNG

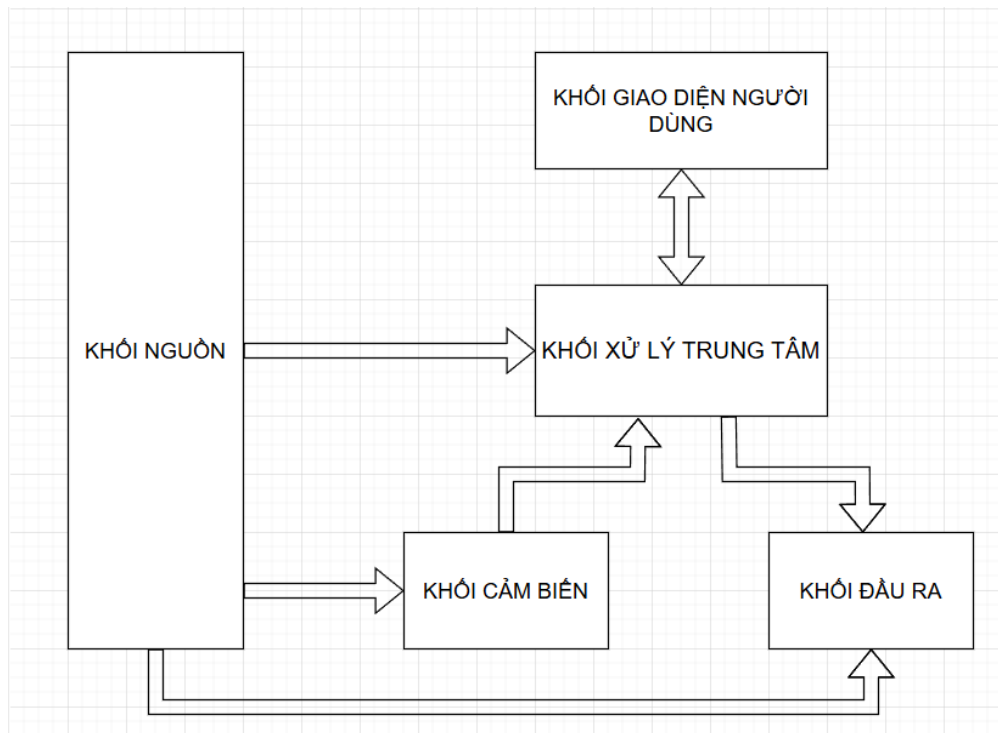
3.1.1 Chức năng của phần cứng

Với đề tài thiết kế hệ thống phòng chống cháy nổ thì việc thiết kế phải đạt được mục tiêu phát hiện sớm các nguy cơ cháy nổ thông qua việc giám sát môi trường và đưa ra cảnh báo kịp thời đến với người dùng. Và để thực hiện các chức năng này, hệ thống sẽ sử dụng các thành phần cứng chính sau:

- Vi điều khiển ESP32: là bộ xử lý điều khiển trung tâm, có chức năng điều khiển toàn bộ hệ thống: thu thập dữ liệu từ môi trường thông qua cảm biến, qua đó đưa ra các quyết định như: xuất dữ liệu ra màn hình, cảnh báo đến người tiêu dùng nếu có dấu hiệu không an toàn.
- Cảm biến khí gas MQ-5: cảm biến sẽ đo lường nồng độ các khí dễ cháy như metan, propan và gửi dữ liệu đến vi điều khiển để phân tích và đưa ra kết quả.
- Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT22: cảm biến đo nhiệt độ, độ ẩm trong không khí và gửi dữ liệu đến vi điều khiển để phân tích và đưa ra kết quả.
- Cảm biến lửa LM393: cảm biến chuyên dùng để phát hiện tia lửa hoặc nguồn ánh sáng có bước sóng trong khoảng 760nm – 1100nm. Từ đó, sẽ gửi tín hiệu đến vi điều khiển để đưa ra cảnh báo đến người dùng.
- Nút nhấn: giúp người dùng tương tác trực tiếp với hệ thống. Sẽ có 4 nút nhấn được sử dụng trong hệ thống:

- Nút chuyển đổi màn hình LCD: chuyển đổi nội dung hiển thị trên màn LCD, cho phép người dùng xem dữ liệu của 2 cảm biến MQ-5 và DHT22 một cách linh hoạt.
- Nút tăng và giảm ngưỡng an toàn: cho phép người dùng điều chỉnh mức giới hạn nồng độ khí và nhiệt độ trong không khí. Điều này sẽ giúp linh hoạt hơn trong từng môi trường sử dụng.
- Nút khẩn cấp: cho phép người dùng kích hoạt hệ thống an toàn ngay lập tức trong trường hợp cảm biến không hoạt động hoặc phát hiện muộn.
- Màn hình LCD: dùng để hiển thị thông tin về nồng độ khí cũng như nhiệt độ, độ ẩm trong không khí, trạng thái cảnh báo khi cần thiết.
- Quạt: giúp làm loãng khí và giảm nguy cơ cháy nổ, khi có sự cố, quạt sẽ tăng tốc độ quay, giảm thiểu thiệt hại lan rộng.
- Máy bơm nước: tự động bơm nước để hỗ trợ dập lửa.
- Buzzer: phát ra âm thanh cảnh báo đến với người dùng khi có dấu hiệu không an toàn.

3.1.2 Sơ đồ khối phần cứng



Hình 3-1. Sơ đồ khối phần cứng

- **Khối nguồn:**

- Nhiệm vụ: cung cấp nguồn cho tất cả các khối (ngoại trừ khối giao diện người dùng).

- **Khối cảm biến:**

- Nhiệm vụ: thu thập thông tin, dữ liệu từ môi trường bên ngoài và gửi tín hiệu đến khối xử lý trung tâm, giúp hệ thống đưa ra quyết định phù hợp. Cụ thể, từng cảm biến sẽ có nhiệm vụ như sau:

MQ-5: Phát hiện sự rò rỉ của các loại khí dễ cháy và xuất tín hiệu cảnh báo khi vượt ngưỡng an toàn.

DHT22: Đo nhiệt độ và độ ẩm môi trường và gửi dữ liệu lên khối xử lý trung tâm để phát hiện môi trường có nguy cơ gây cháy hay không.

LM393: phát hiện sự xuất hiện của ngọn lửa trong phạm vi cảm biến và gửi tín hiệu đến khối xử lý trung tâm.

Button: điều chỉnh ngưỡng an toàn của hệ thống, chuyển đổi dữ liệu hiển thị trên màn LCD và nút nhấn khẩn cấp dành cho người dùng khi muốn can thiệp vào hệ thống.

- **Khối giao diện người dùng:**

- Nhiệm vụ: hiển thị dữ liệu của các cảm biến và gửi cảnh báo đến người dùng khi có dấu hiệu không an toàn thông qua smartphone và internet.

- **Khối xử lý trung tâm:**

- Nhiệm vụ: Khối này gồm ESP32 sẽ lấy dữ liệu từ khối cảm biến chẳng hạn như thu thập thông tin từ cảm biến khí gas, đọc nhiệt độ độ ẩm từ cảm biến DHT22, nhận tín hiệu từ cảm biến lửa hoặc từ các button và các dữ liệu này sẽ được xử lý trong khối này như kiểm tra mức khí gas, nhiệt độ... có vượt ngưỡng an toàn hay không. Sau đó, sẽ dựa vào thông tin đã được xử lý, sẽ gửi tín hiệu điều khiển tới khối đầu ra như phát tín hiệu cảnh báo tới người dùng.

- **Khối đầu ra:**

- Nhiệm vụ: thực hiện các quyết định của khối xử lý trung tâm, phản hồi khi hệ thống phát hiện nguy cơ cháy nổ bao gồm: các thiết bị cảnh báo và xử lý sự cố.

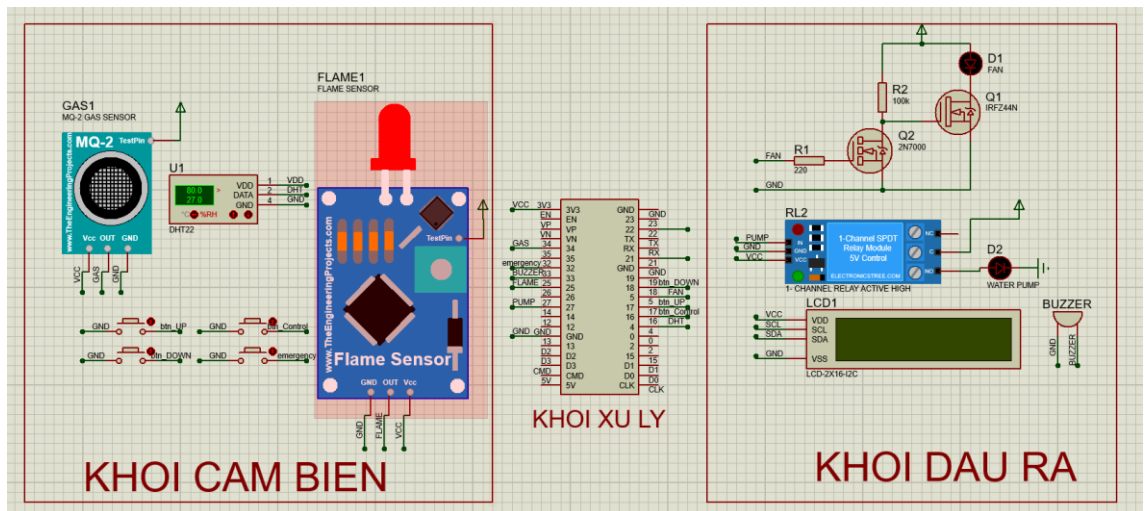
- + Buzzer: phát ra tín hiệu âm thanh cảnh báo khi hệ thống phát hiện vượt ngưỡng an toàn.

- + LCD: hiển thị thông tin về cảm biến giúp người dùng theo dõi và dự đoán các thông tin.

- + Quạt: giúp làm loãng khí và giảm nguy cơ cháy nổ.

- + Máy bơm nước: kích hoạt khi có cháy để phun nước dập lửa.

3.1.3 Thiết kế từng khối



Hình 3-1. Sơ đồ nguyên lý phân cứng

Hệ thống phòng chống cháy nổ được thiết kế nhằm giám sát các yếu tố nguy cơ như khí dễ cháy, nhiệt độ cao và lửa. Khi phát hiện dấu hiệu nguy hiểm, hệ thống sẽ tự động kích hoạt các biện pháp cảnh báo và ứng phó. Hệ thống bao gồm ba khối chính: khối cảm biến, khối xử lý trung tâm và khối đầu ra.

Khối cảm biến có nhiệm vụ thu thập dữ liệu từ môi trường và gửi về bộ xử lý trung tâm. Cảm biến khí MQ-5 được sử dụng để thu thập thông tin từ bên ngoài môi trường về các khí dễ cháy như metan, propane và hydro và gửi dữ liệu về bộ xử lý trung tâm. Khi nồng độ khí vượt quá ngưỡng an toàn, bộ xử lý trung tâm sẽ phát tín hiệu cảnh báo đến người dùng. Cảm biến lửa LM393 có khả năng phát hiện ánh sáng hồng ngoại từ ngọn lửa, giúp nhận diện nguy cơ cháy sớm, từ đó đưa ra lời cảnh báo đến người dùng. Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm DHT22 theo dõi nhiệt độ môi trường, nếu nhiệt độ vượt mức cho phép, hệ thống sẽ kích hoạt cảnh báo. Ngoài ra, hệ thống còn có các nút nhấn, bao gồm nút tăng và giảm ngưỡng an toàn để điều chỉnh mức cảnh báo giúp hệ thống linh hoạt với nhiều môi trường, nút chuyển đổi màn hình LCD để hiển thị và chuyển đổi thông tin phù hợp với người dùng, nút khẩn cấp để kích hoạt báo động ngay lập tức khi cảm biến không hoạt động hoặc phát hiện muộn.

Khối xử lý trung tâm sử dụng vi điều khiển ESP32 để tiếp nhận dữ liệu từ các cảm biến, sau đó, sẽ xử lý thông tin và đưa ra các quyết định điều khiển. Khi nhận tín hiệu từ cảm biến, ESP32 sẽ so sánh với ngưỡng cài đặt trước. Nếu giá trị vượt ngưỡng, hệ thống sẽ hiển thị thông tin cảnh báo lên màn hình LCD, kích hoạt còi báo động, bật quạt hút khí hoặc kích hoạt máy bơm nước để dập lửa.

Khối đầu ra sẽ tiếp nhận tín hiệu từ khối xử lý trung tâm, đảm nhận nhiệm vụ cảnh báo và điều khiển các thiết bị phản ứng. Với môi trường bình thường, quạt bình thường sẽ chạy với tốc độ thấp giúp làm loãng không khí, giảm nguy cơ cháy nổ. Khi nhận tín hiệu cảnh báo từ khối xử lý trung tâm, quạt sẽ quay với tốc độ tối đa để giảm thiểu thiệt hại lan rộng. Bên cạnh đó, relay cũng sẽ kích hoạt máy bơm nước để phun nước dập lửa. Đồng thời, còi báo động sẽ phát âm thanh cảnh báo, giúp người dùng nhận biết tình huống nguy hiểm và có biện pháp xử lý kịp thời.

Sau khi thiết kế 3 khối cảm biến, khối xử lý, khối giao diện người dùng, nhóm đã đo dòng tiêu thụ để tính công suất hoạt động của toàn hệ thống:

Bảng 1: Tính toán công suất các linh kiện

Tên	Điện áp	Dòng tiêu thụ	Công suất
Module ESP32-WROOM-32	5V	240mA	1.2 W
Cảm biến khí gas MQ-5	5V	130mA	0.65 W
Cảm biến hồng ngoại LM393	3.3V	1.7mA	5.61 mW
Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11	3.3V	1.8mA	5.94 mW
Buzzer	3.3V	25mA (chỉ hoạt động ở chế độ khẩn cấp)	82.5 mW
Quạt	5V	0.07A khi quay chậm (chế	0.35W (chế độ bình

		độ bình thường) 0.27A khi quay mạnh (chế độ khẩn cấp)	thường) 1.35W (chế độ khẩn cấp)
Module relay	5V	2mA khi không kích cuộn hút(chế độ bình thường) 65mA khi kích cuộn hút (chế độ khẩn cấp)	10mW (chế độ bình thường) 325mW (chế độ khẩn cấp)
LCD	5V	120mA	0.6W
2N7000	5V	50uA	0.25mW (bình thường vì có PWM duty 50%)
IRFZ44N	5V	0.07A (bình thường) 0.27A (khẩn cấp)	0.172mW 5.1 mW

Tổng dòng tiêu thụ trong chế độ bình thường: 446 mA

Tổng dòng tiêu thụ trong chế độ khẩn cấp: 779 mA

Tổng công suất tiêu thụ chế độ bình thường: 2.8W

Tổng công suất tiêu thụ chế độ khẩn cấp: 4.2W

Vì vậy nhóm đã dùng 2 pin 18650 (8V) kết hợp với module mạch hạ áp LM2596 để tạo khối nguồn có đầu ra 5V, cấp cho toàn hệ thống.

Toàn bộ hệ thống hoạt động tự động, đảm bảo khả năng phát hiện và phản ứng nhanh chóng trước nguy cơ cháy nổ, góp phần nâng cao an toàn trong môi trường giám sát.

3.2 THIẾT KẾ PHẦN MỀM

3.2.1 Chức năng hoạt động của phần mềm

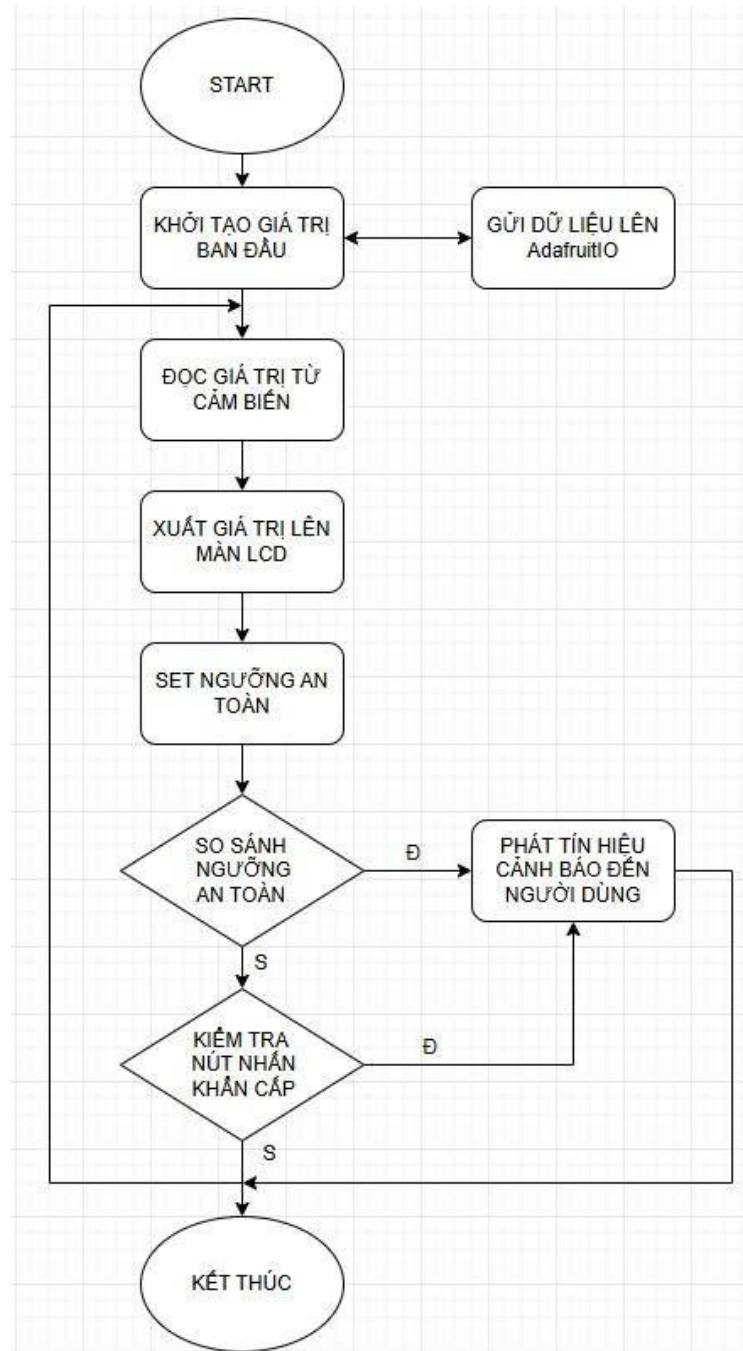
Phần mềm trong hệ thống phòng chống cháy nổ có chức năng chính là giám sát, cảnh báo sớm và hỗ trợ xử lý sự cố để giảm thiểu rủi ro do hỏa hoạn hoặc nổ gây ra. Cụ thể, phần mềm hoạt động theo các chức năng sau:

- Giám sát và thu thập dữ liệu:
 - Đọc giá trị từ cảm biến: Hệ thống liên tục thu thập dữ liệu từ các cảm biến như nhiệt độ, khí gas, khói...
 - Gửi dữ liệu lên MQTT: Dữ liệu cảm biến được gửi lên nền tảng MQTT để đồng bộ với hệ thống giám sát từ xa.
 - Xuất giá trị lên màn hình LCD: Hiển thị thông tin thời gian thực để người vận hành dễ dàng theo dõi.
- Xử lý và đánh giá nguy cơ cháy nổ:
 - Đặt ngưỡng an toàn: Hệ thống sẽ thiết lập ngưỡng an toàn cho từng loại cảm biến. Sau đó, hệ thống sẽ so sánh giá trị thực tế với ngưỡng an toàn, nếu vượt quá ngưỡng, phần mềm sẽ kích hoạt cảnh báo.
- Cảnh báo và phản ứng khẩn cấp:
 - Phát tín hiệu cảnh báo đến người dùng: Khi phát hiện nguy hiểm, hệ thống sẽ kích hoạt chuông báo động, gửi tin nhắn cảnh báo qua gmail thông qua MQTT và bật hệ thống chữa cháy khẩn cấp(quạt và máy bơm nước sẽ được bật).
 - Kiểm tra nút nhấn khẩn cấp: Nếu người dùng nhấn nút khẩn cấp, hệ thống lập tức phát cảnh báo và có thể kích hoạt quy trình xử lý sự cố như trên. Nếu không có tình huống khẩn cấp, hệ thống tiếp tục giám sát bình thường.
- Hỗ trợ quản lý và điều khiển từ xa:
 - Hệ thống sử dụng giao thức MQTT để truyền dữ liệu lên nền tảng quản lý AdafruitIO. Đồng thời, lưu trữ dữ liệu để phục vụ phân tích nguyên nhân sự cố, giúp cải thiện hệ thống trong tương lai.
- Thiết lập ngưỡng cảnh báo bằng nút nhấn:
 - Người dùng có thể sử dụng nút nhấn để điều chỉnh ngưỡng cảnh báo cho các cảm biến, giúp linh hoạt trong việc thay đổi mức độ nhạy cảm của hệ thống đối với các tình huống nguy hiểm.

3.2.2 Lưu đồ hoạt động

Sau khi hệ thống được lắp đặt và lập trình, nó sẽ hoạt động theo quy trình sau:

- Ban đầu, hệ thống sẽ đọc dữ liệu từ các cảm biến, hiển thị trên màn hình LCD và đồng thời gửi các giá trị cảm biến đến AdafruitIO.
- Trong quá trình so sánh giá trị thu thập được với giá trị ngưỡng, nếu mức khí gas vượt quá ngưỡng cho phép hoặc cảm biến lửa phát hiện có lửa, hệ thống sẽ ngay lập tức phát tín hiệu cảnh báo đến người dùng và đồng thời kích hoạt các cơ cấu chấp hành cần thiết. Nếu không có sự cố gì, các cảm biến sẽ tiếp tục cập nhật giá trị.



Hình 3-2. Lưu đồ tổng quát

Giải thích lưu đồ:

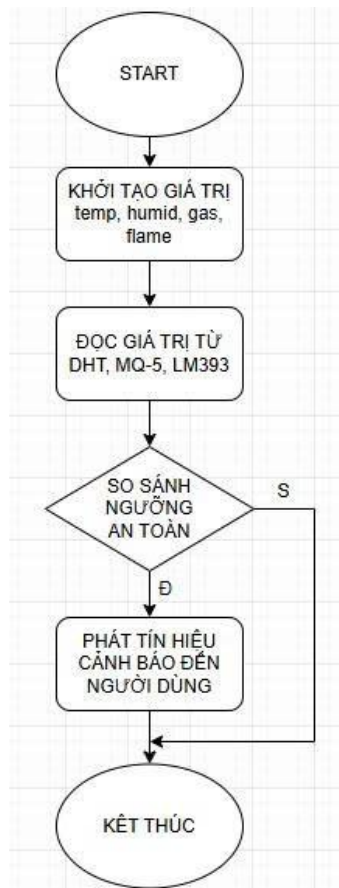
Khi khởi động, hệ thống sẽ khởi tạo các giá trị ban đầu và thiết lập kết nối với nền tảng Adafruit IO để sẵn sàng gửi dữ liệu.

Tiếp theo, hệ thống sẽ liên tục đọc dữ liệu từ các cảm biến (gas MQ-5, nhiệt độ & độ ẩm DHT22, cảm biến lửa Flame), và hiển thị giá trị lên màn hình LCD để người dùng theo dõi. Đồng thời, các ngưỡng cảnh báo an toàn cũng được thiết lập (có thể điều chỉnh bằng nút nhấn hoặc qua MQTT).

Hệ thống sẽ so sánh giá trị cảm biến thực tế với các ngưỡng cảnh báo:

- Nếu vượt ngưỡng → kích hoạt cảnh báo đến người dùng (buzzer, bật quạt, bơm nước, gửi MQTT).
- Nếu không vượt ngưỡng, hệ thống sẽ kiểm tra xem người dùng có nhấn nút khẩn cấp hay không để chủ động kích hoạt hệ thống dù cảm biến chưa phát hiện nguy hiểm.

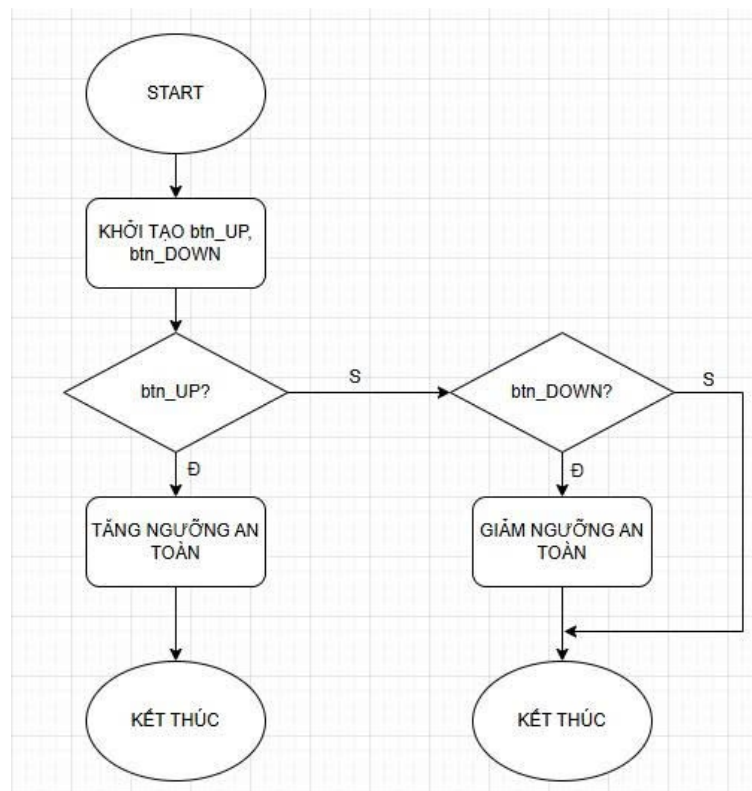
Sau các bước này, hệ thống quay lại vòng lặp chính để tiếp tục theo dõi và xử lý liên tục. Đây là vòng tuần hoàn xử lý – hiển thị – so sánh – cảnh báo trong thời gian thực.



Hình 3-3. Lưu đồ cảnh báo tự động

Giải thích lưu đồ:

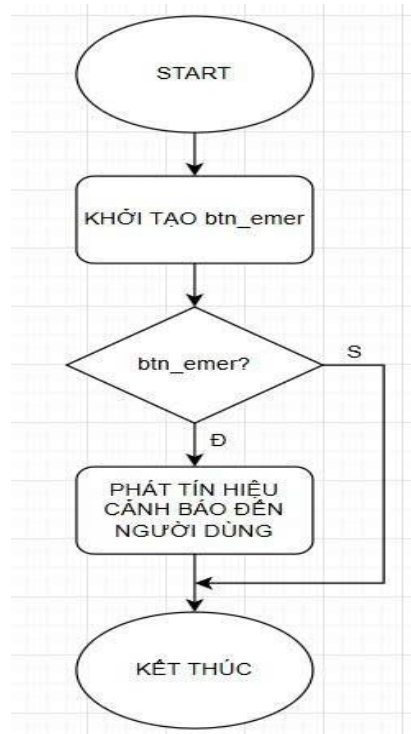
Lưu đồ trên mô tả cơ chế cảnh báo tự động của hệ thống. Sau khi khởi tạo các biến như nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ khí và phát hiện lửa, hệ thống sẽ đọc giá trị từ cảm biến DHT22, MQ-5 và LM393. Dữ liệu thu được được so sánh với ngưỡng an toàn đã thiết lập. Nếu vượt ngưỡng, hệ thống tự động phát cảnh báo đến người dùng (buzzer, quạt, bơm,...). Nếu không, kết thúc vòng kiểm tra và tiếp tục chu trình giám sát.



Hình 3-4. Lưu đồ sử dụng nút nhấn để điều chỉnh ngưỡng cảnh báo

Giải thích lưu đồ:

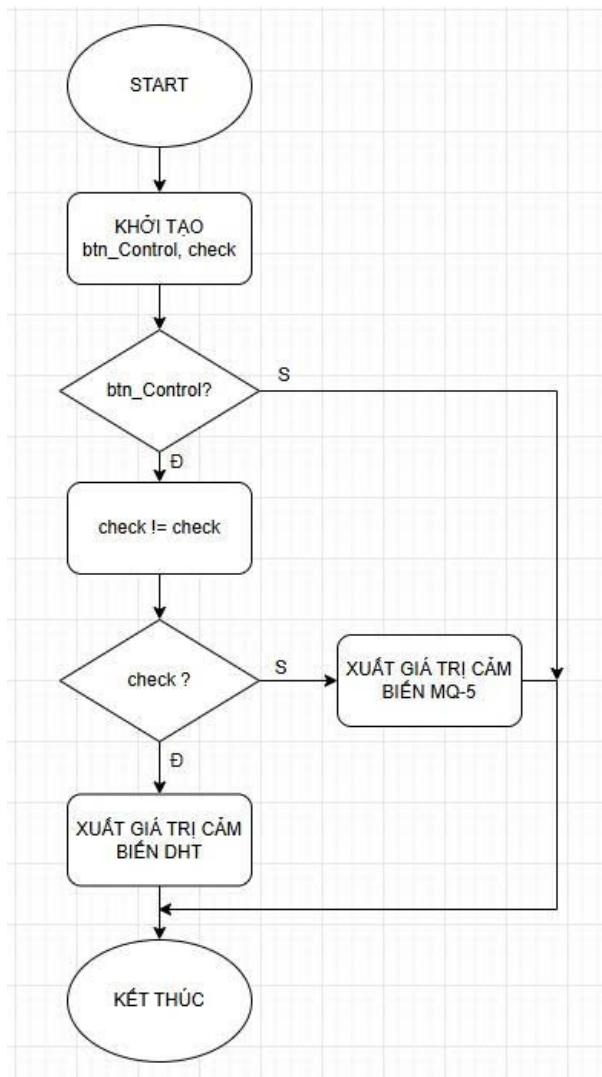
Sau khi khởi tạo hai nút btn_UP và btn_DOWN, hệ thống kiểm tra nếu btn_UP được nhấn thì tăng ngưỡng an toàn, còn nếu btn_DOWN được nhấn thì giảm ngưỡng an toàn. Quá trình này giúp người dùng thay đổi mức độ nhạy của hệ thống phù hợp với môi trường thực tế.



Hình 3-5. Lưu đồ nút nhấn kích hoạt chế độ khẩn cấp

Giải thích lưu đồ:

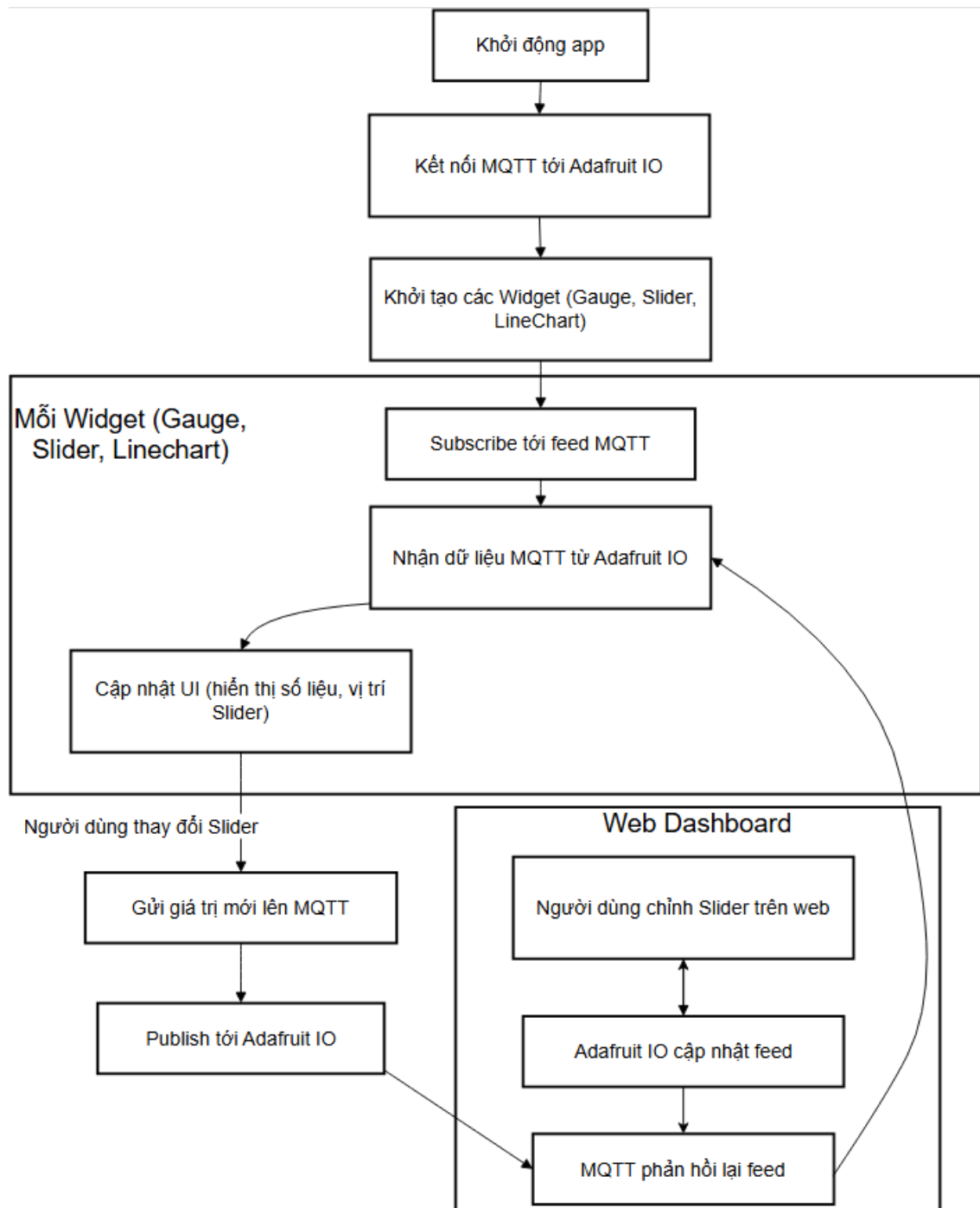
Lưu đồ trên thể hiện chức năng kích hoạt cảnh báo bằng nút khẩn cấp (btn_emer). Sau khi khởi tạo nút, hệ thống kiểm tra trạng thái của btn_emer. Nếu nút được nhấn, hệ thống sẽ ngay lập tức phát tín hiệu cảnh báo đến người dừng, bỏ qua điều kiện cảm biến. Cơ chế này đảm bảo người dừng có thể chủ động xử lý sự cố khi cảm biến bị lỗi hoặc không phản ứng kịp thời.



Hình 3-6. Lưu đồ điều khiển màn hình LCD

Giải thích lưu đồ:

Lưu đồ trên mô tả cách hệ thống điều khiển nội dung hiển thị trên màn hình LCD thông qua nút btn_Control. Khi nút btn_Control được nhấn, biến check sẽ đổi trạng thái. Nếu check = true, hệ thống hiển thị dữ liệu từ cảm biến DHT (nhiệt độ, độ ẩm). Ngược lại, nếu check = false, màn hình sẽ hiển thị giá trị khí gas từ cảm biến MQ-5. Cách này giúp người dùng linh hoạt chuyển đổi thông tin hiển thị chỉ bằng một nút nhấn.



Hình 3-7. Lưu đồ cho ứng dụng di động

Giải thích lưu đồ:

Khi khởi động, ứng dụng sẽ tiến hành kết nối MQTT đến server của Adafruit IO và khởi tạo các widget như Gauge, Slider, LineChart để hiển thị và điều khiển dữ liệu. Sau đó, mỗi widget sẽ subscribe tới các MQTT feed tương ứng để nhận dữ liệu theo thời gian thực.

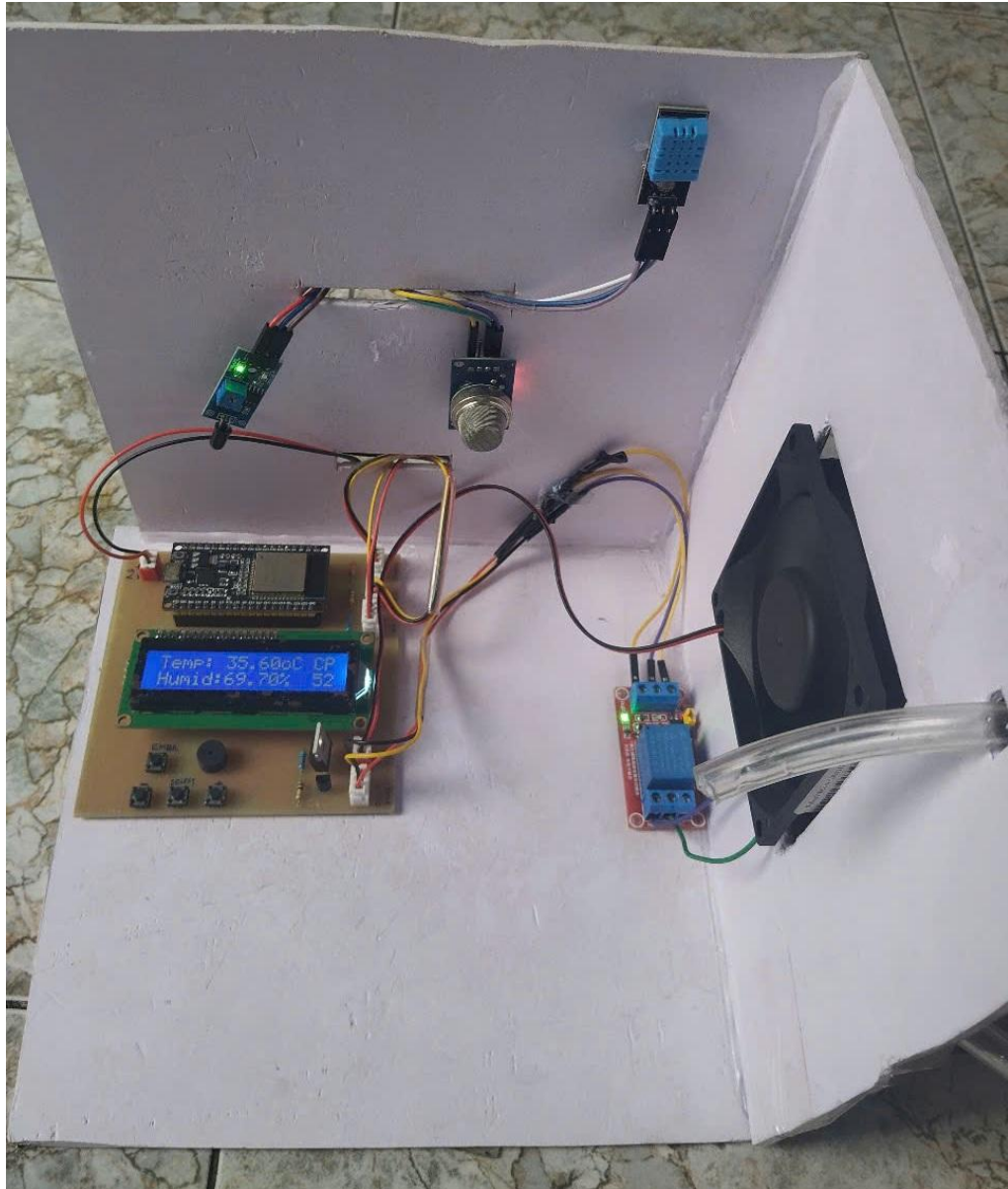
Khi Adafruit IO gửi dữ liệu MQTT về, ứng dụng sẽ cập nhật UI tương ứng. Nếu người dùng tương tác và thay đổi Slider trong app, giá trị mới sẽ được gửi ngược lại qua MQTT lên Adafruit IO để cập nhật feed.

Ngược lại, nếu người dùng điều chỉnh Slider trên **Web Dashboard** của Adafruit IO, hệ thống cũng sẽ cập nhật feed, và MQTT sẽ phản hồi lại dữ liệu mới tới ứng dụng, đảm bảo rằng **app và web luôn đồng bộ hai chiều**.

CHƯƠNG 4

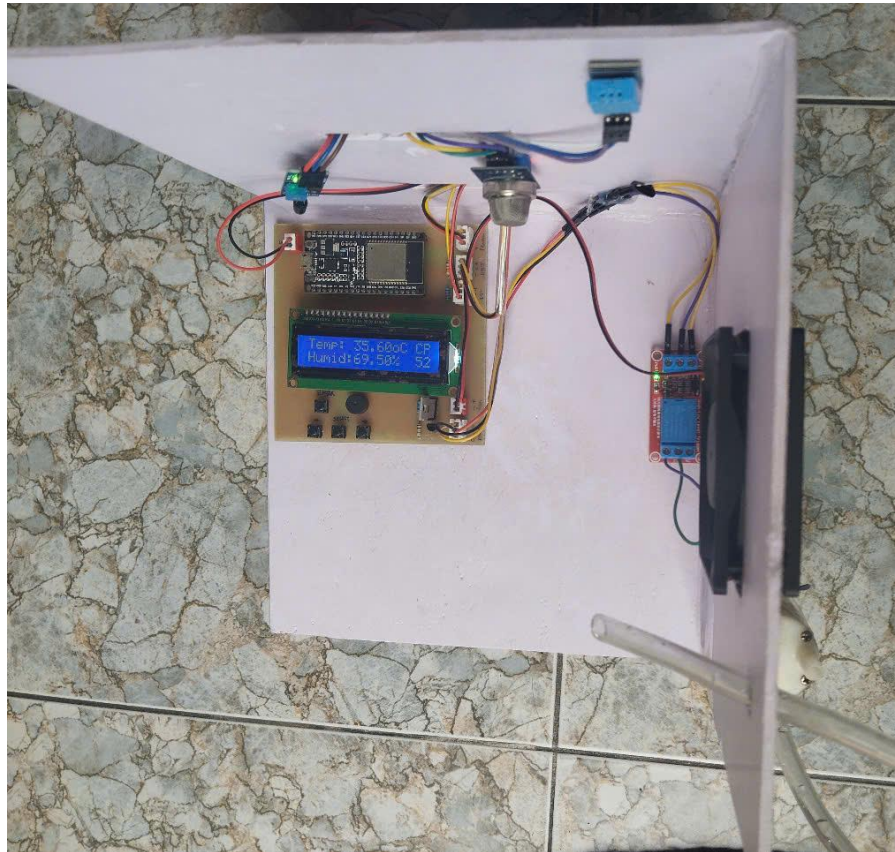
KẾT QUẢ

4.1 KẾT QUẢ MÔ HÌNH THI CÔNG

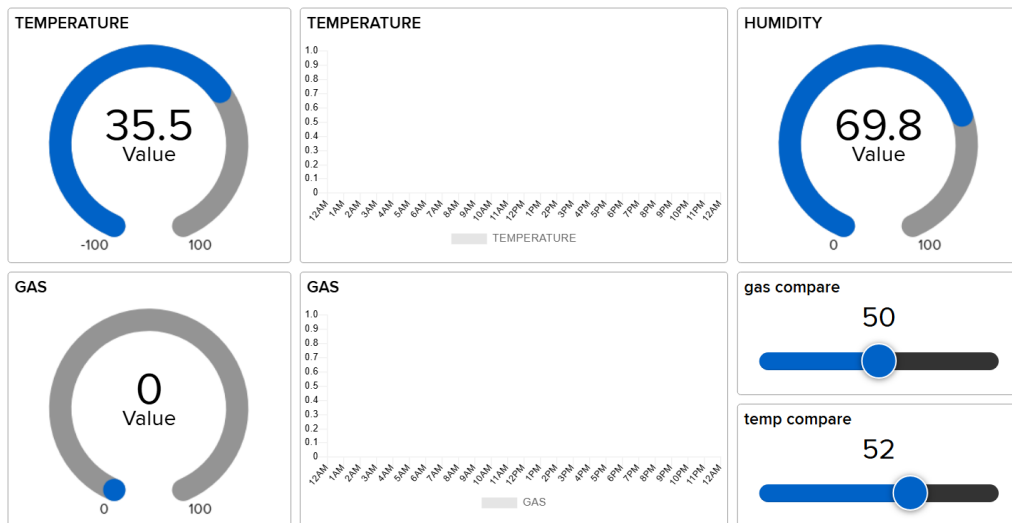


Hình 4-1. Mô hình thi công với các cảm biến được gắn lên tường

Các cảm biến đã được gắn lên tường, khi hệ thống hoạt động, cảm biến gửi dữ liệu về ESP32 và giá trị dữ liệu được in ra màn hình LCD (nhiệt độ theo như hình là 36°C, độ ẩm 69.7%, khi giá trị nhiệt độ vượt ngưỡng 52°C thì báo cháy)



Hình 4-2. Mô hình thi công nhìn từ trên xuống



Hình 4-3. Giao diện AdafruitIO

Giao diện AdafruitIO trên web, các giá trị dữ liệu được hệ thống gửi về bằng giao thức MQTT và hiển thị lên web dashboard.



Hình 4-4. Giao diện app điện thoại

Giao diện app điện thoại trên Android cũng được đồng bộ với web dashboard AdafruitIO.

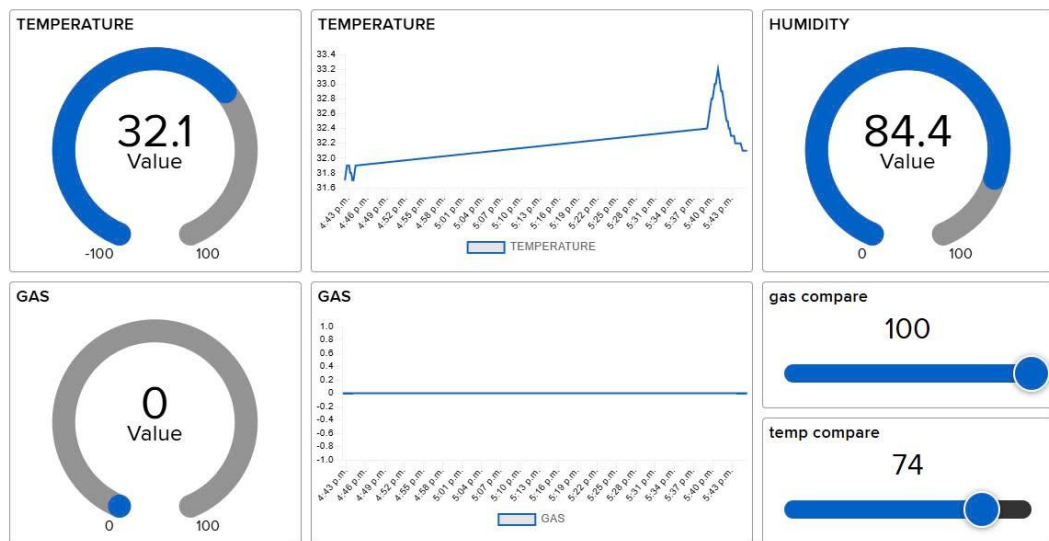
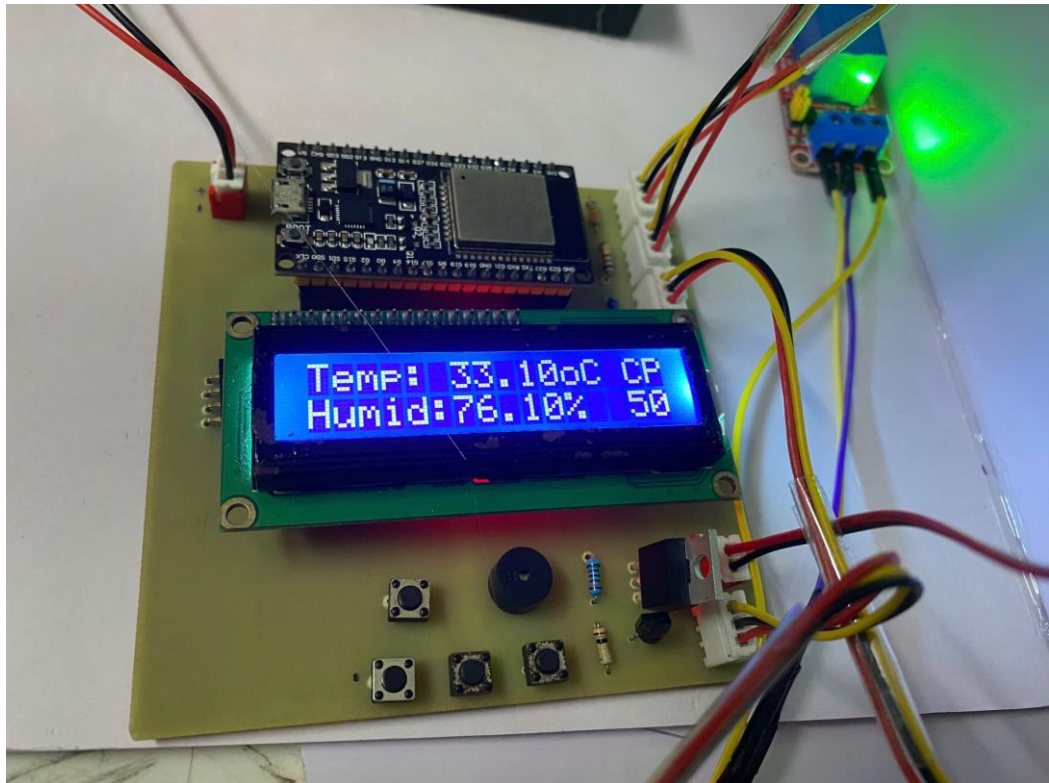
4.2 HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG

Hệ thống phòng chống cháy nổ sử dụng vi điều khiển ESP32 làm trung tâm xử lý và điều phối các thiết bị cảm biến, hiển thị cũng như điều khiển cảnh báo. Trong đó, ba cảm biến chính gồm: cảm biến khí gas MQ-5, cảm biến nhiệt độ/độ ẩm DHT22, và cảm biến phát hiện ngọn lửa được dùng để giám sát liên tục môi trường xung quanh. Các dữ liệu đo được sẽ được vi điều khiển xử lý để xác định xem có vượt ngưỡng an toàn đã được định nghĩa từ trước hay không.

Ngưỡng cảnh báo cho nhiệt độ và nồng độ khí gas có thể được điều chỉnh linh hoạt thông qua các nút nhấn vật lý (nút tăng/giảm) và được hiển thị trên màn hình LCD I2C. Người dùng cũng có thể chuyển đổi giữa hai chế độ hiển thị nhiệt độ/độ ẩm và nồng độ gas bằng một nút nhấn riêng biệt, giúp việc giám sát trở nên trực quan hơn. Khi nhiệt độ hoặc nồng độ khí gas vượt ngưỡng, hoặc khi phát hiện có lửa, hệ thống sẽ kích hoạt còi báo động, đồng thời bật máy bơm nước và quạt sẽ tăng tốc độ quay lên mức tối đa. Hệ thống cũng được trang bị một nút khẩn cấp cho phép người dùng chủ động kích hoạt chế độ cảnh báo toàn diện bất kể trạng thái các cảm biến.

Hệ thống có khả năng kết nối internet thông qua WiFi và tích hợp với nền tảng Adafruit IO. Do đó, các dữ liệu như nhiệt độ, độ ẩm và nồng độ khí gas sẽ được cập nhật định kỳ lên đám mây, cho phép người dùng theo dõi từ xa. Ngoài ra, người dùng có thể gửi lệnh thay đổi ngưỡng cảnh báo từ Adafruit IO xuống thiết bị, từ đó tăng tính linh hoạt và khả năng ứng phó từ xa cho hệ thống.

Toàn bộ các thành phần đều được lập trình logic để tránh trùng lặp hoạt động, ngăn ngừa còi hú hoặc thiết bị bơm nước hoạt động sai lệch khi các điều kiện trở về bình thường. Nhờ vậy, hệ thống vận hành ổn định, phản ứng kịp thời và có thể ứng dụng thực tế trong các không gian có nguy cơ cháy nổ như nhà bếp, kho chứa, hoặc các khu vực kỹ thuật."



Hình 4-5. PCB và web dashboard của hệ thống

CHƯƠNG 5

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Chương này sẽ kết luận tổng kết lại các vấn đề đã giải quyết được của đề tài, đồng thời đề ra các hướng phát triển xa hơn (hoàn thiện hơn) cho đề tài.

5.1 KẾT LUẬN

Kết quả đạt được so với mục tiêu ban đầu đặt ra: Hệ thống đã cơ bản hoàn thành đầy đủ các chức năng được đặt ra trong mục tiêu ban đầu. Cụ thể, hệ thống có khả năng theo dõi và giám sát nồng độ các loại khí dễ cháy nhờ cảm biến MQ-5, theo dõi nhiệt độ và độ ẩm trong môi trường nhờ cảm biến DHT11. Khi phát hiện nồng độ khí vượt ngưỡng cho phép hoặc có ngọn lửa xuất hiện, hệ thống sẽ tự động kích hoạt còi báo động (buzzer), kích hoạt bơm nước và quạt. Đồng thời, hệ thống có khả năng điều khiển các thiết bị ngoại vi như quạt hút khói (FAN) và bơm nước (WATER PUMP) để hỗ trợ chữa cháy. Việc tích hợp các nút nhấn cũng cho phép người dùng điều chỉnh ngưỡng cảnh báo hoặc kích hoạt thủ công hệ thống trong trường hợp cảm biến gặp lỗi.

Ưu điểm của hệ thống: Hệ thống có khả năng tự động giám sát môi trường và đưa ra cảnh báo khi phát hiện nguy cơ cháy nổ. Các thông tin như nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ khí gây cháy được hiển thị rõ ràng trên màn hình LCD cũng như gửi lên nền tảng AdafruitIO và đồng bộ với app điện thoại, cho phép người dùng theo dõi từ xa. Ngoài ra, người dùng có thể điều khiển hệ thống bằng tay thông qua các nút nhấn tích hợp hoặc điều khiển từ xa thông qua nền tảng AdafruitIO. Hệ thống cũng kết hợp cảnh báo âm thanh với các thiết bị hỗ trợ chữa cháy như quạt hút khói và bơm nước. Mạch được thiết kế một cách hợp lý, chia thành các khối chức năng riêng biệt (cảm biến, xử lý, đầu ra), giúp dễ dàng theo dõi, bảo trì và nâng cấp.

Nhược điểm của hệ thống: Tuy nhiên, hệ thống vẫn còn một số nhược điểm cần khắc phục. Việc phụ thuộc hoàn toàn vào các cảm biến như MQ-5, DHT11 và Flame Sensor khiến hệ thống có thể gặp sai sót nếu cảm biến bị lỗi hoặc phản ứng chậm với môi trường thực tế. Đồng thời, thiết kế hiện tại mới chỉ dừng ở mức thử nghiệm, chưa được triển khai rộng rãi nên chưa thể đánh giá đầy đủ về độ chính xác, độ nhạy cũng như tính ổn định lâu dài.

Tổng kết các vấn đề đã giải quyết được trong đề tài: Đề tài đã hoàn thành việc xây dựng một mô hình hệ thống phòng chống cháy nổ tự động với các chức năng chính như: giám sát khí dễ cháy bằng cảm biến MQ-5, đo nhiệt độ và độ ẩm bằng DHT11, phát hiện ngọn lửa qua cảm biến Flame Sensor, cảnh báo bằng buzzer và hiển thị dữ liệu qua LCD. Hệ thống còn có khả năng tự động điều khiển quạt và bơm nước khi phát hiện cháy, đồng thời hỗ trợ người dùng điều chỉnh ngưỡng cảnh báo hoặc điều khiển từ xa thông qua nền tảng web AdafruitIO và app di động.

5.2 HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Trong tương lai, hệ thống phòng chống cháy nổ có thể được phát triển theo nhiều hướng nhằm nâng cao hiệu quả và tính ứng dụng thực tế. Có thể phát triển thêm tính năng cho ứng dụng di động như nhận thông báo khi có sự cố hoặc điều khiển các thiết bị ngoại vi, các cơ cấu chấp hành. Có thể thêm chức năng ghi log dữ liệu cảm biến theo thời gian, kết hợp với các thuật toán học máy để dự đoán nguy cơ cháy nổ và cảnh báo sớm. Về mặt phần cứng, hệ thống có thể được tối ưu hóa bằng cách thu gọn mạch, thiết kế mạch in (PCB) để tăng độ ổn định và dễ dàng triển khai trong môi trường thực tế. Đồng thời, nâng cấp các cảm biến có độ nhạy và độ chính xác cao hơn cũng sẽ giúp cải thiện khả năng phát hiện cháy nổ. Cuối cùng, việc bổ sung các phương thức cảnh báo qua SMS hoặc cuộc gọi trong trường hợp mất kết nối Internet sẽ làm tăng độ tin cậy và khả năng phản ứng kịp thời của hệ thống.

PHỤ LỤC

1. Code chương trình ESP32:

https://drive.google.com/file/d/1iN4jWeiHUTgS9RWGRSn5Oefy50uUtZ2-/view?usp=drive_link

2. Code app di động bằng Flutter :

<https://drive.google.com/drive/folders/1tt-H8JT-FQaQTqnNuSC88r3doFi3heH1>

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Thái Hoàng Giang, Trần Văn Trường, Nguyễn Ngô Lâm, *Đồ án tốt nghiệp: Thiết kế và thi công hệ thống phòng cháy chữa cháy cho chung cư*, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH, tháng 7/2024.

[2] TS. Phan Văn Ca, ThS. Trương Quang Phúc, *Giáo trình cơ sở và ứng dụng IOT*, NXB Đại học Quốc gia TP. HCM, 2017.

[3] HANWEI ELECTRONICS, *Technical Data Mq-5 Gas Sensor*, truy cập ngày 25/04/2025, từ https://files.seeedstudio.com/wiki/Grove-Gas_Sensor-MQ5/res/MQ-5.pdf