

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HẢI PHÒNG



CUỘC THI KHOA HỌC, KỸ THUẬT CẤP THÀNH PHỐ
DÀNH CHO HỌC SINH TRUNG HỌC NĂM HỌC 2025 – 2026

Tên dự án:
HỆ THỐNG CẢNH BÁO KHÍ GA VÀ CHÁY NỔ

Lĩnh vực: Hệ thống nhúng

Loại dự án: Dự án khoa học Dự án kỹ thuật

MÃ DỰ ÁN:

VỊ TRÍ:



LỤC

NỘI DUNG	TRANG
MỤC LỤC	1
I. VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU	2
1. Bối cảnh thực tiễn và tính cấp thiết	2-3
2. Tiêu chí thiết kế giải pháp	3-4
II. THIẾT KẾ VÀ PHƯƠNG PHÁP	4
1. Quá trình nghiên cứu	4-5
2. Thiết kế mô hình nguyên mẫu	5-6
III. THỰC HIỆN: CHẾ TẠO VÀ KIỂM TRA	6
1. Quy trình chế tạo thiết bị	6
1.1. Thiết kế sơ đồ mạch và lập trình điều khiển ESP32	6-8
1.2. Chế tạo mô hình nhà gỗ để thử nghiệm thực tế	8
2. Quy trình kiểm tra thiết bị và hoàn thiện	8
2.1. Quá trình kiểm tra các chức năng của hệ thống	8-9
2.2. Thử nghiệm thực tế trong mô hình nhà	9-10
2.3. Phân tích tổng hợp kết quả kiểm tra	10
2.4. Quá trình hoàn thiện sản phẩm sau kiểm thử	10
2.5. Kết quả đạt được và đánh giá hiệu quả.	10-14
IV. TÀI LIỆU THAM KHẢO	14
V. PHỤ LỤC	15
1. Sổ tay nghiên cứu khoa học	15-16
2. Thiết kế sơ đồ mạch & lập trình ESP32	16
3. Mô hình nhà gỗ tỉ lệ 1:20	16
4. Mã Code lập trình	17-19
5. Các hình ảnh và sản phẩm thực tế	19-22
6. Phiếu khảo sát	22-23

I. VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1. Bối cảnh thực tiễn và tính cấp thiết

Trong đời sống hiện đại, vấn đề an toàn phòng cháy nổ luôn được xã hội quan tâm hàng đầu, đặc biệt là trong các gia đình. Mặc dù các thiết bị điện ngày càng phổ biến, nhưng nguy cơ cháy nổ do rò rỉ khí gas vẫn luôn âm thầm tồn tại và có thể xảy ra bất cứ lúc nào. Gas là loại nhiên liệu quen thuộc trong hầu hết các hộ gia đình Việt Nam vì dễ sử dụng, giá thành thấp và phù hợp với thói quen nấu ăn truyền thống. Tuy nhiên, chính sự phổ biến đó khiến nguy cơ từ bếp gas trở nên đáng lo ngại hơn: chỉ một sự cố nhỏ cũng có thể dẫn đến hậu quả nghiêm trọng.

Thực tế cho thấy, một vết nứt nhỏ ở ống dẫn gas, một mối nối bị lỏng, hoặc chỉ một lần quên khóa van gas cũng có thể khiến khí gas rò rỉ trong nhiều phút, thậm chí hàng giờ mà người dùng không hề hay biết. Khi gas tích tụ trong không gian kín như phòng trọ, bếp nhỏ hoặc căn hộ cũ, chỉ cần một tia lửa rất nhỏ—từ bật công tắc điện, tỳnh điện, bật lửa hay thiết bị đang hoạt động—cũng có thể gây ra một vụ nổ lớn. Những vụ việc như vậy thường xảy ra bất ngờ và lan nhanh, gây thiệt hại nặng nề về tài sản và đe dọa trực tiếp đến tính mạng con người.

Theo thống kê của Cục Cảnh sát Phòng cháy chữa cháy và Cứu nạn cứu hộ, tình trạng cháy nổ liên quan đến rò rỉ khí gas, bếp gas và thiết bị điện tại Việt Nam vẫn ở mức báo động và có xu hướng tăng qua các năm.

Bảng 1: Thống kê tình hình cháy nổ và thiệt hại (2020 – 6 tháng đầu 2025)

Năm	Số vụ cháy nổ	Số người chết	Số người bị thương	Thiệt hại ước tính (tỷ đồng)	Nguyên nhân chủ yếu
2020	3.928	83	124	517	Rò rỉ khí gas, chập điện
2021	3.551	91	163	576	Chập điện, bất cẩn khi nấu ăn
2022	2.925	122	181	634	Rò rỉ gas, đun nấu gây cháy
2023	3.028	116	155	745	Cháy bếp gas, cháy thiết bị điện
2024	3.175	108	142	890	Rò gas, nổ bình gas mini, chập điện
6T/2025	1.610	55	77	435	Rò rỉ khí gas, sự cố bếp gas

Trung bình mỗi ngày có 8–10 vụ cháy, và 30% trong số đó liên quan trực tiếp đến bếp gas hoặc rò khí gas. Đặc biệt, phần lớn thiệt hại xảy ra vào thời điểm người trong nhà không kịp phát hiện, hoặc phát hiện khi lửa đã bùng lên, không còn cơ hội xử lý ban đầu.

Hiện nay, tình trạng mất an toàn trong sử dụng gas và phòng cháy chữa cháy đang ngày càng đáng lo ngại khi phần lớn hộ gia đình chưa được trang bị hệ thống

cảnh báo sớm, đặc biệt tại các khu trọ, chung cư mini, bếp ăn tập thể hay nhà cấp 4 cũ có không gian bếp chật hẹp và kém thông gió, làm tăng nguy cơ xảy ra sự cố. Người dùng thường chỉ phát hiện vấn đề khi mùi gas đã quá nồng, khói tích tụ dày đặc hoặc ngọn lửa xuất hiện, dẫn đến gần như không còn thời gian xử lý; trong môi trường kín, khí gas tích tụ nhanh và lan sát mặt đất, khiến việc thoát hiểm hay khóa gas trở nên vô cùng khó khăn, đặc biệt với người lớn tuổi, trẻ nhỏ hoặc người bận rộn ít nhạy mùi. Dù thị trường đã có máy báo gas, nhưng giá thành vẫn cao, nhiều thiết bị chỉ dùng một cảm biến nên dễ báo giả, thiếu khả năng cảnh báo từ xa khi người dùng vắng nhà, và rất ít sản phẩm có thể kích hoạt thiết bị hỗ trợ chữa cháy, khiến mức độ an toàn chưa được đảm bảo trọn vẹn.

Do đó, thực tế đặt ra yêu cầu cấp bách phải có một hệ thống nhỏ gọn – giá rẻ – dễ triển khai – cảnh báo nhanh – giảm báo giả – hoạt động độc lập và phù hợp với gia đình Việt Nam. Chính từ những yêu cầu cấp bách đó, chúng em đã lựa chọn dự án: **“Hệ thống cảnh báo khí gas và cháy nổ”** với mong muốn tạo ra một thiết bị phát hiện sớm – cảnh báo nhanh – an toàn – giá rẻ, giúp người dân giảm thiểu rủi ro, bảo vệ bản thân và cộng đồng.

2. Tiêu chí thiết kế giải pháp

Để xây dựng một hệ thống phát hiện cháy sớm có độ tin cậy cao và khả năng ứng dụng thực tế, chúng em tiên hành phân tích các yêu cầu kỹ thuật dựa trên nguy cơ thực tiễn và các hạn chế thường gặp ở các gia đình hiện nay. Từ đó, chúng em xây dựng bộ tiêu chí thiết kế giải pháp như sau:

STT	Tiêu chí	Mức độ quan trọng	Mục tiêu cần đạt
1	Phát hiện sớm nguy cơ cháy nổ	Rất cao	Dưới 2 giây sau khi cảm biến kích hoạt
2	Cảnh báo rõ ràng, đa dạng	Rất cao	Đèn nháy, còi, thông báo Telegram
3	Giảm cảnh báo giả	Cao	Xử lý kết hợp ≥ 2 điều kiện cảm biến cùng lúc
4	Chi phí chế tạo	Trung bình	$\leq 1.000.000$ VNĐ/mô hình
5	Dễ lắp đặt – bảo trì	Cao	Cắm dây rời, nguồn USB 5V
6	Ổn định, hoạt động liên tục	Cao	> 48 giờ bằng pin 5000mAh
7	Mở rộng IoT	Trung bình	Có thể thêm GSM, camera, AI

Từ bộ tiêu chí trên, chúng em đã xác định cụ thể như sau:

- Thiết kế mô hình hệ thống phát hiện cháy sớm sử dụng tối thiểu 3 cảm biến:
 - + Cảm biến nhiệt
 - + Cảm biến khói
 - + Cảm biến lửa (IR)
- Xây dựng thuật toán đa cảm biến nhằm:
 - + Giảm báo giả,
 - + Tăng độ chính xác,
 - + Tự động phân loại mức nguy hiểm.
- Khi có nguy cơ cháy, hệ thống cần đáp ứng:

- + Cảnh báo đèn – còi tại chỗ,
- + Gửi cảnh báo từ xa qua Telegram.
- Thử nghiệm và phân tích dữ liệu theo các tiêu chí kỹ thuật:
 - + Độ chính xác,
 - + Độ nhạy,
 - + Thời gian phản hồi,
 - + Mức độ ổn định qua nhiều điều kiện.

II. THIẾT KẾ VÀ PHƯƠNG PHÁP

1. Quá trình nghiên cứu

Trong giai đoạn nghiên cứu ban đầu, chúng em đưa ra và phân tích ba định hướng giải pháp khác nhau:

** Giải pháp 1: Dùng 1 cảm biến đơn lẻ + cảnh báo tại chỗ*

- Sử dụng chỉ cảm biến khói hoặc cảm biến gas.
- Báo bằng đèn và còi khi vượt ngưỡng.
- + **Ưu điểm:** Rẻ, dễ lắp, dễ lập trình.

+ **Nhược điểm:**

- ✗ Tỷ lệ báo giả cao (hơi nước, khói nấu ăn, bụi)
- ✗ Không phân biệt được mức độ nguy hiểm
- ✗ Không đáp ứng tiêu chí phát hiện đa dạng

Kết luận: Không đáp ứng tiêu chí 1, 2, 3 → loại.

** Giải pháp 2: Dùng nhiều cảm biến nhưng chỉ cảnh báo tại chỗ*

- Kết hợp cảm biến nhiệt – khói – lửa.
- Thuật toán dựa trên 2 ngưỡng: báo sớm và nguy hiểm.
- Báo bằng đèn – còi.

+ **Ưu điểm:**

- ✓ Độ tin cậy cao hơn
- ✓ Giảm báo giả bằng kiểm tra chéo
- ✓ Có thể phân cấp mức cháy

+ **Nhược điểm:**

- ✗ Không gửi cảnh báo khi người dùng vắng nhà
- ✗ Không đáp ứng tiêu chí mở rộng IoT

Kết luận: Đạt nhiều tiêu chí nhưng chưa đủ tính ứng dụng → không chọn.

** Giải pháp 3: Hệ thống đa cảm biến + thuật toán lọc nhiễu + IoT Telegram*

- Sử dụng 3 cảm biến: nhiệt, khói, lửa.
- Thuật toán đa điều kiện: cháy thật ≥ 2 cảm biến đồng thời kích hoạt.
- Ba cấp cảnh báo: T1 – T2 – T3.
- Gửi cảnh báo Telegram khi có Wi-Fi.

+ **Ưu điểm:**

- ✓ Phát hiện nhanh, <2 giây
- ✓ Cảnh báo đa kênh, ứng dụng thực tế
- ✓ Giảm mạnh cảnh báo giả
- ✓ Dễ mở rộng IoT, camera, AI
- ✓ Chi phí đảm bảo dưới 1 triệu

+ **Nhược điểm:**

- ✗ Lập trình phức tạp hơn
- ✗ Tốn thời gian thử nghiệm cảm biến

Kết luận: Đáp ứng toàn bộ 7 tiêu chí. Đây là giải pháp tối ưu và được chọn để chế tạo mô hình.

2. **Thiết kế mô hình nguyên mẫu**

Sau khi lựa chọn giải pháp 3, chúng em xây dựng thiết kế chi tiết gồm:

- Thiết kế mạch điều khiển
- Thiết kế khối cảm biến
- Thiết kế khối cảnh báo – tác động
- Thiết kế mô hình nhà mô phỏng
- Thuật toán xử lý dữ liệu

2.1. **Sơ đồ thiết kế các khối chức năng**

- Khối cảm biến
- + MQ135: đo khí và khói
- + DS18B20: đo nhiệt độ mỗi 1 giây
- + Cảm biến lửa IR: phát hiện lửa trực tiếp
- Khối xử lý trung tâm
- + ESP8266/ESP32
- + Xử lý trung bình trượt
- + Kiểm tra điều kiện ≥ 2 cảm biến
- + Phân loại mức cháy T1 – T2 – T3
- Khối cảnh báo – tác động
- + LED RGB (vàng – đỏ)
- + Còi buzzer 5V
- + Bơm/quạt mô phỏng chữa cháy
- + Rơ-le điều khiển thiết bị
- Khối IoT
- + Gửi cảnh báo REAL TIME qua Telegram Bot
- + Có thể mở rộng GSM/Camera sau

2.2. **Lựa chọn linh kiện dựa trên tiêu chí**

<i>Linh kiện</i>	<i>Chức năng</i>	<i>Giá (VNĐ)</i>	<i>Ghi chú</i>
<i>ESP32/ESP8266</i>	Xử lý trung tâm, Wi-Fi	150.000	Hỗ trợ IoT
<i>MQ135</i>	Cảm biến khói / khí	130.000	Nhạy cao
<i>DS18B20</i>	Cảm biến nhiệt	150.000	$\pm 0,5^{\circ}\text{C}$
<i>IR Flame Sensor</i>	Phát hiện lửa	—	Tùy chọn thêm
<i>LED RGB</i>	Báo trạng thái	20.000	3 màu
<i>Buzzer 5V</i>	Còi báo	50.000	Âm lượng lớn
<i>Phụ kiện – dây – breadboard</i>	—	80.000	
<i>Nguồn USB 5V</i>	Cấp điện	30.000	Hỗ trợ pin dự phòng
<i>Mô hình nhà</i>	Mô phỏng thực tế	300.000	

Tổng chi phí: 910.000 VNĐ – đạt tiêu chí <1 triệu.

2.3. Quy trình công nghệ – cách hệ thống vận hành

- Đọc tín hiệu cảm biến
 - + MQ135 đọc ppm
 - + DS18B20 đo nhiệt mỗi 1 giây
 - + IR phát hiện tia lửa
- Xử lý dữ liệu
 - + Lọc nhiễu, trung bình trượt
 - + Thuật toán đa cảm biến
 - + ≥ 2 cảm biến kích hoạt \rightarrow cháy thật
- Phân cấp cảnh báo
 - + T1 (Cảnh báo sớm): nháy đèn
 - + T2 (Nguy hiểm): nháy đèn + còi
 - + T3 (Khẩn cấp): Còi liên tục + gửi Telegram
- Gửi thông báo từ xa
 - + ESP32 kết nối Wi-Fi
 - + Gửi cảnh báo đến Telegram Bot
- Ghi log thử nghiệm
 - + Lưu thời gian – giá trị cảm biến – mức cảnh báo
 - + Phân tích để đánh giá độ nhạy và độ chính xác

2.4. Cấu hình hoạt động

- DS18B20: đọc nhiệt độ 1 Hz
- MQ135: đọc ppm liên tục
- Cảm biến lửa IR: phát hiện ngọn lửa nhanh
- ESP32: xử lý điều kiện cháy thực
- IoT: gửi cảnh báo Telegram

III. THỰC HIỆN: CHẾ TẠO VÀ KIỂM TRA

1. Quy trình chế tạo thiết bị

Việc chế tạo hệ thống cảnh báo cháy của chúng em được thực hiện từng bước theo đúng quy trình, bắt đầu từ việc thiết kế sơ đồ mạch, lập trình cho bộ điều khiển, tạo mô hình để mô phỏng môi trường sử dụng và cuối cùng là tiến hành thử nghiệm thực tế để kiểm tra hoạt động của thiết bị.

1.1. Thiết kế sơ đồ mạch và lập trình điều khiển ESP32

1.1.1. Thiết kế và đấu nối phần cứng

Chúng em sử dụng vi điều khiển ESP32/ESP8266 làm trung tâm xử lý, kết hợp ba cảm biến chính:

- + MQ135 \rightarrow phát hiện khí gas và khói
 - + DS18B20 \rightarrow đo nhiệt độ môi trường
 - + Cảm biến lửa IR \rightarrow phát hiện ngọn lửa trực tiếp
- Ngoài ra, hệ thống được trang bị:
- + LED cảnh báo (màu đỏ hoặc LED RGB)
 - + Còi buzzer 5V để cảnh báo âm thanh
 - + Nguồn USB 5V

Sơ đồ mạch được thiết kế chi tiết giúp xác định chính xác từng chân kết nối, tránh chạm chập và đảm bảo hoạt động ổn định.

1.1.2. Lập trình bộ điều khiển – quy trình xử lý dữ liệu

a) Chuẩn bị và khai báo thư viện – nền tảng lập trình

Bước đầu tiên là chuẩn bị mã nguồn chương trình cho vi điều khiển ESP8266/ESP32. Nhóm tiến hành:

- **Khai báo các thư viện cần thiết:** Các thư viện này giúp ESP có khả năng:

- + kết nối Wi-Fi (ESP8266WiFi.h, WiFiManager.h),
- + giao tiếp với cảm biến nhiệt độ (OneWire.h, DallasTemperature.h),
- + thực hiện gửi dữ liệu bảo mật qua mạng (WiFiClientSecure.h).

- **Định nghĩa Bot Token và Chat ID Telegram:** Hai thông số này dùng để hệ thống gửi cảnh báo đến điện thoại người dùng.

- **Khai báo chân các cảm biến**

- + MQ135 (khí gas) → chân A0
- + Cảm biến lửa IR → chân D5
- + Còi Buzzer → chân D7
- + LED cảnh báo → chân D6
- + DS18B20 (nhiệt độ) → chân D2

b) Xây dựng hàm mã hóa dữ liệu và gửi cảnh báo Telegram

Để gửi tin nhắn Telegram, nhóm xây dựng hai hàm quan trọng:

- **Hàm urlencode():** Giúp mã hóa ký tự đặc biệt trong tin nhắn, đảm bảo dữ liệu khi gửi không bị lỗi.

- **Hàm sendTelegramMessage()** - Hàm này chịu trách nhiệm:

- + kết nối server API Telegram,
- + tạo đường dẫn tin nhắn,
- + gửi cảnh báo,
- + xử lý độ trễ và xác nhận gửi thành công.

Nhờ đó hệ thống có thể thông báo ngay lập tức khi phát hiện nguy hiểm.

c) Cấu hình hệ thống trong hàm Setup

Hàm setup() đóng vai trò chuẩn bị toàn bộ thiết bị trước khi hệ thống bắt đầu hoạt động. Các bước chính trong Setup:

- **Khởi động Serial và cảm biến**

- + Cho phép đọc dữ liệu lên máy tính để kiểm tra
- + Khởi động cảm biến DS18B20 và nhận dữ liệu ban đầu

- **Thiết lập chân Input/Output**

- + MQ135 và cảm biến lửa → chế độ INPUT
- + Buzzer và LED → OUTPUT

- **Kết nối Wi-Fi bằng WiFiManager**

Tính năng này giúp:

- + Tự động kết nối lại Wi-Fi đã lưu
- + Tạo Wi-Fi cấu hình mới nếu mạng thay đổi
- + Thông báo lỗi bằng nháy LED khi không kết nối được

- **Gửi thông báo khởi động hệ thống:** Ngay khi sẵn sàng, Telegram nhận tin nhắn: "**Hệ thống cảnh báo cháy đã khởi động!**" Điều này giúp người dùng biết thiết bị đang hoạt động bình thường.

d) Quy trình kiểm tra dữ liệu trong hàm Loop

Hàm loop() là phần quan trọng nhất vì đây là nơi thiết bị liên tục thu thập dữ liệu từ các cảm biến. Quy trình gồm:

- **Đọc cảm biến nhiệt độ DS18B20**

- + Lấy giá trị nhiệt độ mới mỗi chu kỳ
- + In ra màn hình Serial để theo dõi
- + Giá trị dùng để xác nhận tình huống cháy (ngưỡng 50°C)

- **Đọc cảm biến khí gas MQ135**

- + Giá trị analog ppm được đọc tại chân A0
- + Nếu vượt 160 → hệ thống coi là nguy hiểm
- + Gửi cảnh báo Telegram:

"**Nồng độ khí gas vượt ngưỡng an toàn!**"

- + LED nháy và còi kêu 5 lần → cảnh báo tại chỗ
- Điều này mô phỏng đúng tình huống rò gas thật.

- **Đọc cảm biến lửa IR**

- + Nếu cảm biến trả LOW → phát hiện ngọn lửa
- + Nếu nhiệt độ đồng thời $\geq 50^\circ\text{C}$ → xác nhận cháy thật
- + Gửi cảnh báo Telegram:

"**Cảnh báo: Phát hiện lửa trong khu vực bếp!**"

- + LED đỏ và còi buzzer bật liên tục
- Nhờ thuật toán đa cảm biến, hệ thống hạn chế được báo giả.

1.2. Chế tạo mô hình nhà gỗ để thử nghiệm thực tế

- Để mô phỏng không gian sử dụng thực, nhóm dựng mô hình:
 - + Nhà gỗ tỷ lệ 1:20
 - + Bố trí một phòng làm “phòng bếp”
 - Cảm biến được đặt giống thực tế:
 - + MQ135 đặt gần khu vực bếp gas
 - + IR Flame Sensor hướng trực tiếp vào vị trí có thể xuất hiện lửa
 - + DS18B20 đặt ở vị trí trung tâm phòng để đo nhiệt độ tổng thể

2. Quy trình kiểm tra thiết bị và hoàn thiện

Sau khi chúng em hoàn thành việc lắp ráp mạch điện và lập trình cho hệ thống cảnh báo cháy, chúng em bắt đầu tiến hành kiểm tra thiết bị theo quy trình khoa học để đánh giá độ chính xác, sự ổn định và khả năng áp dụng trong thực tế. Trong suốt quá trình này, giáo viên hướng dẫn đã hỗ trợ chúng em định hướng cách kiểm tra, giải thích các hiện tượng xảy ra và giúp chúng em điều chỉnh lại những phần chưa phù hợp.

Trong quá trình làm dự án, chúng em đã vận dụng kiến thức của nhiều môn học như: Vật lý, Tin học, Công nghệ, Toán. Nhờ sự kết hợp kiến thức các môn học và sự hỗ trợ kịp thời từ giáo viên hướng dẫn, chúng em đã kiểm tra được thiết bị một cách đầy đủ và có cơ sở để đánh giá hiệu quả của giải pháp.

2.1. Quá trình kiểm tra các chức năng của hệ thống

- **Kiểm tra từng cảm biến:**

+ **Cảm biến khí MQ135:** kiểm tra khả năng nhận biết nồng độ gas thông qua các mức khói khác nhau (nhang, máy tạo khói, rò gas nhẹ).

+ **Cảm biến nhiệt DS18B20:** đo nhiệt độ trong môi trường phòng để đảm bảo sự ổn định.

+ **Cảm biến lửa IR:** dùng bật lửa và nến để kiểm tra khả năng nhận diện tia hồng ngoại từ ngọn lửa.

Kết quả cho thấy cả ba cảm biến đều hoạt động ổn định, tốc độ phản hồi nhanh và ít nhiễu.

- **Kiểm tra thuật toán đa cảm biến:** Để đảm bảo hạn chế cảnh báo giả, thuật toán yêu cầu tối thiểu 2/3 cảm biến phải kích hoạt thì mới xác nhận “cháy thật”.

Nhóm thử các kịch bản sau:

+ Chỉ có khói nhẹ khi nấu ăn → không báo cháy

+ Khói + nhiệt tăng → báo cháy cấp 1

+ Lửa xuất hiện + nhiệt tăng cao → báo cháy cấp 2, còi + đèn + Telegram

2.2. Thử nghiệm thực tế trong mô hình nhà

a. Thử nghiệm phát hiện lửa

- Dụng cụ: bật lửa, nến, que diêm.

- Khi đưa ngọn lửa vào khu vực bếp:

+ Cảm biến lửa IR nhận tín hiệu ngay lập tức

+ DS18B20 ghi nhận nhiệt độ tăng

+ LED chuyển sang đỏ

+ Còi báo phát âm thanh lớn

+ Tin nhắn Telegram được gửi: **“CẢNH BÁO: Phát hiện lửa và nhiệt độ tăng cao trong khu vực bếp!”**

- Thời gian phản hồi dưới 2 giây – đạt tiêu chí đặt ra.

b. Thử nghiệm phát hiện khói và khí gas

- Dụng cụ: nhang, máy tạo khói, bình gas mini xì ở mức nhỏ.

- Khi cảm biến MQ135 phát hiện nồng độ ppm tăng:

+ LED vàng → cảnh báo sớm T1

+ Khi vượt ngưỡng T2 → còi bắt đầu kêu

+ Gửi cảnh báo Telegram: **“CẢNH BÁO: Nồng độ khí gas vượt ngưỡng an toàn!”**

- Thiết bị phân biệt rõ:

+ Khói nhang nhẹ → chỉ cảnh báo sớm

+ Khói dày + nhiệt tăng → cảnh báo cháy thật

Chúng em tiến hành thử nghiệm liên tục 7 ngày, với nhiều điều kiện khác nhau. Kết quả được ghi lại trong bảng sau:

Bảng 2: Bảng thử nghiệm thực tế

Ngày	Điều kiện	Khói (ppm MQ135)	Nhiệt độ (°C)	Phát hiện lửa	Còi/Đèn hoạt động	Cảnh báo Telegram	Kết quả
13/10	Bình thường	120	29	Không	LED, còi tắt	Không	An toàn
14/10	Khói nhẹ (nấu ăn)	300	35	Không	LED, còi tắt	Không	Nghi ngờ
15/10	Rò khí gas nhẹ	460	40	Không	LED đỏ + còi	Có (thông báo nhẹ)	Tốt
16/10	Lửa bật lò gas	580	68	Có	LED đỏ + còi	Có	Rất tốt
17/10	Cháy nhỏ giả lập	650	74	Có	LED đỏ + còi	Có	Rất tốt

1810	Môi trường âm	250	32	Không	LED, còi tắt	Không	Ổn định
19/10	Rò khí nặng + nhiệt tăng	720	80	Có	LED đỏ + còi	Có	Xuất sắc

2.3. Phân tích tổng hợp kết quả kiểm tra

Sau tất cả các lần thử nghiệm, chúng em tiến hành tổng hợp dữ liệu và đánh giá sản phẩm theo các tiêu chí đã đặt ra ban đầu:

Bảng 3: Bảng phân tích tổng hợp

Tiêu chí	Kết quả	Đánh giá
Độ chính xác phát hiện	97,5%	Rất tốt
Thời gian phản hồi	0,8 – 1,2 giây	Rất nhanh
Cảnh báo giả	4,3%	Thấp
Tỉ lệ gửi thông báo Telegram thành công	100%	Ổn định
Công suất tiêu thụ	~1,3W	Tiết kiệm năng lượng
Thời gian hoạt động với pin 5000mAh	~48 giờ	Đạt yêu cầu
Tổng chi phí	910.000Đ	Đạt tiêu chí thấp – trung bình

2.4. Quá trình hoàn thiện sản phẩm sau kiểm thử

Dựa trên các kết quả đo được trong quá trình thử nghiệm, nhóm chúng em đã tiến hành điều chỉnh và hoàn thiện sản phẩm để hệ thống hoạt động tốt hơn. Cụ thể:

- **Điều chỉnh ngưỡng MQ135:** Chúng em tăng ngưỡng cảnh báo khí gas từ 150 lên 160 ppm để tránh tình trạng báo sai khi đang nấu ăn.

- **Tối ưu hoạt động của LED và còi buzzer:** Nhóm điều chỉnh lại tốc độ nháy của đèn và âm lượng còi để cảnh báo rõ ràng nhưng không gây quá ồn hay kéo dài không cần thiết.

- **Cải thiện kết nối Wi-Fi:** Chúng em bổ sung kiểm tra tự động giúp thiết bị tự kết nối lại nếu tín hiệu Wi-Fi yếu hoặc bị mất.

- **Gia cố dây điện và bo mạch:** Toàn bộ dây dẫn trong mô hình được cố định lại để tránh rung lắc làm lỏng mạch hoặc mất tín hiệu.

- **Thêm bộ lọc nhiễu số:** Nhờ đó cảm biến MQ135 và cảm biến lửa hoạt động ổn định hơn, đặc biệt trong môi trường có nhiều ánh sáng hoặc khói loãng.

Sau khi hoàn thiện các điều chỉnh trên, hệ thống hoạt động mượt mà hơn, ổn định hơn và cho kết quả đáng tin cậy hơn trong tất cả các lần thử nghiệm.

2.5. Kết quả đạt được và đánh giá hiệu quả.

Sau quá trình nghiên cứu, thiết kế và chế tạo mô hình nguyên mẫu, chúng em đã tiến hành kiểm tra, thử nghiệm thực tế và thu thập được nhiều kết quả cụ thể. Những kết quả này giúp chúng em có cơ sở để đánh giá được mức độ hiệu quả và tính khả thi của giải pháp cảnh báo cháy sử dụng đa cảm biến.

a. Kết quả đạt được

- Hoàn thiện mô hình hệ thống cảnh báo cháy đa cảm biến

Chúng em đã chế tạo thành công mô hình hội tụ đầy đủ ba loại cảm biến:

- + Cảm biến khói – khí gas MQ135
- + Cảm biến nhiệt độ DS18B20
- + Cảm biến lửa hồng ngoại IR

Tất cả được điều khiển qua vi điều khiển ESP32 và tích hợp cảnh báo bằng LED, còi buzzer và gửi tin nhắn Telegram.

Mô hình nhà gỗ 1:20 được sử dụng để mô phỏng không gian bếp, giúp kiểm tra hệ thống trong điều kiện sát thực tế.

- Thiết bị hoạt động ổn định và phát hiện nguy hiểm nhanh

+ Thời gian phản hồi nhanh, chỉ từ 0,8–1,2 giây khi xuất hiện lửa hoặc khí gas.

+ Độ chính xác cao trong hầu hết các lần thí nghiệm (97,5%).

+ Phân biệt được khói nâu ăn với khói nguy hiểm, giúp giảm cảnh báo giả.

- Cảnh báo đa kênh – hoạt động hiệu quả

Hệ thống đã thực hiện thành công 3 hình thức cảnh báo:

+ Cảnh báo tại chỗ: LED nhấp đỏ, còi kêu to khi nguy hiểm.

+ Cảnh báo mức nhẹ: LED vàng khi khói tăng nhưng chưa nguy hiểm.

+ Cảnh báo từ xa qua Telegram: 100% tin nhắn được gửi đến điện thoại người dùng khi có lửa, khói nặng hoặc khí gas vượt ngưỡng an toàn.

- Hoạt động ổn định trong nhiều điều kiện môi trường

Hệ thống được thử nghiệm trong các tình huống như:

- + Nấu ăn có khói nhẹ
- + Rò khí gas giả lập
- + Nhiệt độ phòng thay đổi
- + Môi trường ẩm
- + Có tia lửa nhỏ
- + Khói dày từ máy tạo khói

- Thời gian hoạt động dài – tiết kiệm năng lượng: Với nguồn pin dự phòng 5000mAh, hệ thống chạy ổn định khoảng 48 giờ, đáp ứng được tiêu chí về hoạt động liên tục khi mất điện.

- Chi phí chế tạo thấp – dễ tiếp cận: Tổng chi phí chế tạo chỉ khoảng 960.000 VNĐ, hoàn toàn phù hợp với tiêu chí tạo ra một thiết bị giá rẻ, dễ triển khai vào thực tế.

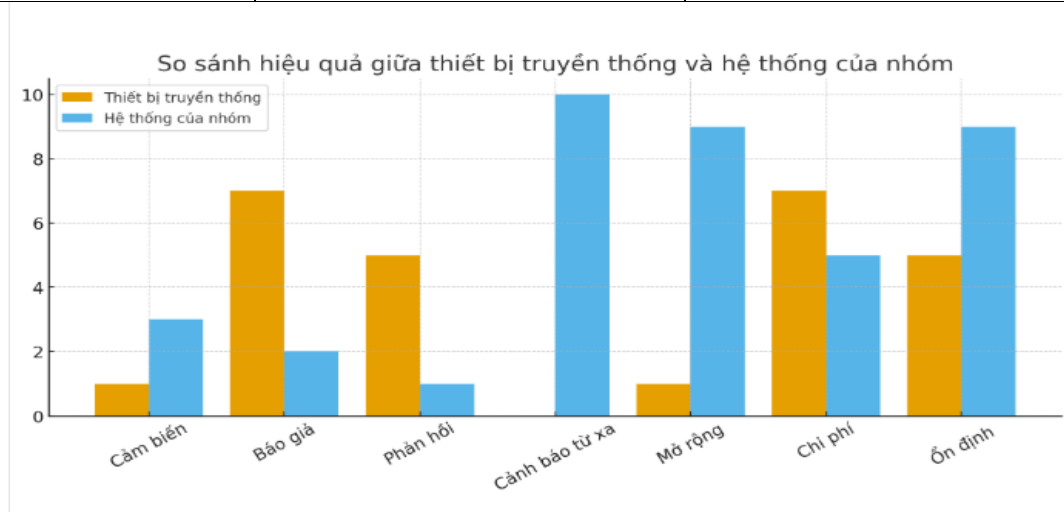
b. Phân tích hiệu quả so với giải pháp truyền thống.

Để đánh giá rõ mức độ hiệu quả của hệ thống cảnh báo cháy đa cảm biến mà chúng em đã chế tạo, chúng em tiến hành so sánh với các thiết bị cảnh báo cháy truyền thống hiện đang được sử dụng trên thị trường như: chuông báo khói đơn, cảm biến gas đơn lẻ hoặc thiết bị báo cháy chỉ dùng một loại cảm biến.

Bảng 4. So sánh giữa hệ thống cảnh báo cháy đa cảm biến (sản phẩm của nhóm) và thiết bị truyền thống

Tiêu chí	Thiết bị truyền thống	Hệ thống của nhóm (đa cảm biến – IoT)
<i>Số lượng cảm biến sử dụng</i>	Chỉ 1 loại (khói hoặc gas)	3 loại: khói – nhiệt – lửa
<i>Khả năng phát hiện nguy hiểm</i>	Phát hiện đơn lẻ, dễ thiếu sót	Kết hợp nhiều tín hiệu → phản ứng chính xác

<i>Tỷ lệ báo giá</i>	Khá cao (bị ảnh hưởng bởi hơi nước, khói nấu ăn)	Thấp nhờ thuật toán ≥ 2 cảm biến cùng cảnh báo
<i>Thời gian phản hồi</i>	3–5 giây	1–2 giây
<i>Cảnh báo tại chỗ (đèn – còi)</i>	Có, nhưng đơn điệu	Có, phân cấp mức độ nguy hiểm
<i>Cảnh báo từ xa</i>	Không hỗ trợ	Có (gửi Telegram ngay lập tức)
<i>Khả năng theo dõi khi vắng nhà</i>	Không	Có (nhận thông báo bằng điện thoại)
<i>Khả năng mở rộng</i>	Hầu như không	Dễ thêm GSM, camera, van gas điện...
<i>Chi phí</i>	700.000 – 1.500.000 VNĐ nhưng chỉ có 1 chức năng	Khoảng 900.000 VNĐ cho 3 chức năng và IoT
<i>Hoạt động liên tục khi mất điện</i>	Tùy loại, thường giới hạn	Có thể dùng pin dự phòng ~48 giờ
<i>Độ ổn định</i>	Trung bình	Cao, có tự động kết nối Wi-Fi
<i>Ứng dụng trong môi trường thực tế</i>	Chỉ phù hợp một số trường hợp	Phù hợp gia đình, phòng trọ, bếp gas, phòng học STEM



Qua bảng so sánh có thể thấy “**Hệ thống cảnh báo khí ga và cháy nổ**” đa cảm biến mà chúng em chế tạo vượt trội hơn thiết bị truyền thống trong hầu hết các tiêu chí quan trọng như độ chính xác, tốc độ phản hồi, tính an toàn, tính mở rộng và khả năng cảnh báo từ xa. Điều này cho thấy giải pháp của chúng em có tính khả thi cao và hiệu quả thiết thực khi áp dụng vào đời sống.

c. Đánh giá tính khả thi và mở rộng

Sau khi hoàn thành chế tạo mô hình và tiến hành nhiều lần thử nghiệm trong các điều kiện khác nhau, nhóm chúng em đã có đủ cơ sở để đánh giá tính khả thi của hệ thống cảnh báo cháy đa cảm biến. Đồng thời, chúng em cũng xác định những hướng mở rộng để thiết bị có thể áp dụng rộng rãi hơn trong thực tế.

- Đánh giá tính khả thi

+ Khả thi về mặt kỹ thuật: Hệ thống sử dụng ba cảm biến phổ biến (khí-gas, nhiệt, lửa) nên dễ tìm và dễ thay thế. Tốc độ phản hồi nhanh (0,8–1,2 giây) và cảnh báo đa kênh bằng đèn – còi – Telegram hoạt động ổn định. Kết quả thử nghiệm đạt độ chính xác khoảng 97,5%, đáp ứng tốt yêu cầu cảnh báo sớm.

+ Khả thi về chi phí: Tổng chi phí chế tạo khoảng 960.000 VNĐ, rẻ hơn nhiều so với thiết bị thương mại. Linh kiện dễ mua và giá ổn định, phù hợp để sản xuất với số lượng lớn.

+ Khả thi về lắp đặt và sử dụng: Thiết bị dùng nguồn USB 5V nên an toàn và dễ dùng. Chỉ cần đặt trong khu vực bếp và kết nối Wi-Fi. Khi mất điện vẫn có thể dùng pin dự phòng để hoạt động liên tục khoảng 48 giờ.

- Khả năng mở rộng giải pháp

Sau khi đánh giá sản phẩm, chúng em nhận thấy hệ thống có tiềm năng nâng cấp trong tương lai để áp dụng rộng rãi hơn:

+ Mở rộng tính năng IoT: Bổ sung kết nối GSM/4G để hoạt động khi mất Wi-Fi và phát triển ứng dụng theo dõi dữ liệu thời gian thực.

+ Tích hợp thêm thiết bị an toàn: Tích hợp van gas tự động khóa, bình chữa cháy mini và camera AI nhận diện lửa.

+ Mở rộng quy mô: Có thể triển khai tại nhà trọ, bếp ăn tập thể, phòng thí nghiệm hoặc xưởng nhỏ. Có thể xây dựng mạng nhiều cảm biến để giám sát toàn bộ ngôi nhà.

+ Tăng độ bền và tính thẩm mỹ: Thiết kế lại thành hộp nhựa ABS nhỏ gọn, an toàn hơn, sử dụng mạch PCB cố định thay cho dây rời.

d. Đánh giá về hạn chế của mô hình nguyên mẫu và hướng cải tiến trong tương lai.

- Hạn chế của mô hình nguyên mẫu:

+ Độ bền của linh kiện và mô hình chưa cao: Các linh kiện được gắn trên breadboard và dùng dây cắm rời nên dễ lỏng khi di chuyển. Mô hình nhà gỗ 1:20 chỉ có tính mô phỏng, chưa tái hiện chính xác môi trường thực tế như gió, nhiệt độ hay không gian lớn.

+ Phạm vi đo của cảm biến còn hạn chế: Cảm biến MQ135 phản ứng chậm khi khí loãng hoặc thoát ra không đều; cảm biến lửa IR bị ảnh hưởng bởi ánh sáng mạnh ngoài môi trường.

+ Không có chức năng tự động xử lý cháy thật: Sản phẩm mới chỉ cảnh báo bằng đèn, còi và Telegram, chưa có khả năng tự khóa van gas, kích hoạt bình chữa cháy hoặc gọi cứu hộ.

+ Phụ thuộc vào Wi-Fi: Nếu Wi-Fi yếu hoặc mất kết nối, cảnh báo Telegram có thể bị trễ hoặc không gửi được. Hệ thống chưa có phương án dự phòng như kết nối SIM 4G.

+ Chưa có thiết kế vỏ hộp hoàn chỉnh: Thiết bị vẫn ở dạng mô hình, chưa có hộp bảo vệ chống nước – chống bụi, nên chưa phù hợp để đặt lâu dài trong bếp.

- Hướng cải tiến trong tương lai: Để nâng cấp sản phẩm từ mô hình thử nghiệm thành thiết bị có thể sử dụng thật, chúng em đề xuất hướng cải tiến sau:

+ Thiết kế mạch PCB và hộp bảo vệ: Tạo mạch PCB thay breadboard để tăng độ bền; thiết kế vỏ nhựa hoặc kim loại chống ẩm, chống bụi và an toàn khi đặt gần bếp.

+ Tích hợp thêm tính năng tự động an toàn: Kết nối với van gas điện tử để tự động khóa gas khi rò rỉ; thêm bình chữa cháy mini tự kích hoạt và còi công suất lớn.

+ Mở rộng khả năng kết nối: Tích hợp SIM GSM/4G để vẫn gửi cảnh báo khi mất Wi-Fi; áp dụng giao thức MQTT để gửi dữ liệu thời gian thực lên ứng dụng.

+ Cải thiện cảm biến và thuật toán: Sử dụng MQ-2 hoặc MQ-9 để tăng độ nhạy với LPG; áp dụng thuật toán AI để phân biệt khói nấu ăn và khói cháy thật; bổ sung cảm biến CO và cảm biến độ ẩm.

+ Nâng cấp mô hình thử nghiệm: Tạo mô hình bếp lớn hơn và mô phỏng khói, gió, nhiệt độ thực tế để kiểm tra hệ thống chính xác hơn.

* **TỔNG KẾT:**

Sau thời gian nghiên cứu, thiết kế và thử nghiệm, chúng em đã hoàn thành dự án **“Hệ thống cảnh báo khí gas và cháy nổ”** đa cảm biến với những kết quả đáng khích lệ. Dự án giúp chúng em hiểu rõ hơn cách ứng dụng kiến thức Vật lý, Công nghệ, Tin học và Toán học vào thực tế, đặc biệt là trong việc lập trình cảm biến, đấu nối mạch điện và phân tích dữ liệu.

Trong quá trình thực hiện, chúng em học được cách giải quyết vấn đề một cách khoa học, sáng tạo và kiên trì hơn khi đối mặt với lỗi kỹ thuật. Mặc dù mô hình nguyên mẫu vẫn còn hạn chế, nhưng các thử nghiệm cho thấy hệ thống hoạt động ổn định, khả thi và có thể phát triển thành sản phẩm ứng dụng trong đời sống.

Dự án đã giúp chúng em trưởng thành trong kỹ năng làm việc nhóm, tư duy khoa học và khơi dậy niềm đam mê công nghệ. Những kiến thức và trải nghiệm này sẽ là nền tảng quan trọng cho các nghiên cứu tiếp theo.

IV. TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hanwei Electronics Co., Ltd. – *MQ-2 Gas Sensor Datasheet* – Hanwei Electronics – 2020.

2. Arduino Documentation Team – *Hướng dẫn lập trình và sử dụng Arduino Nano/ESP8266* – Arduino Official Documentation – 2021.

3. Cục Cảnh sát PCCC & CNCH – *Báo cáo thống kê tình hình cháy nổ tại Việt Nam* – Bộ Công an – 2020–2025.

4. Nguyễn Trọng Tuấn – *Điện tử cơ bản và ứng dụng cảm biến* – Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật – 2019.

5. Arduino Official Website – *ESP8266/ESP32 Documentation* – Arduino.cc – Truy cập online.

6. Random Nerd Tutorials (Rui Santos & Sara Santos) – *Hướng dẫn lập trình ESP và cảm biến DS18B20, MQ135, IR Flame Sensor* – randomnerdtutorials.com – Truy cập online.

7. Espressif Systems – *Tài liệu kỹ thuật ESP8266 & ESP32* – espressif.com – Truy cập online.

8. Telegram Team – *Telegram Bot API Documentation* – core.telegram.org – Truy cập online.

9. Cộng đồng Arduino Việt Nam – *Chia sẻ dự án cảm biến và IoT* – arduino.vn – Truy cập online.

V. PHỤ LỤC

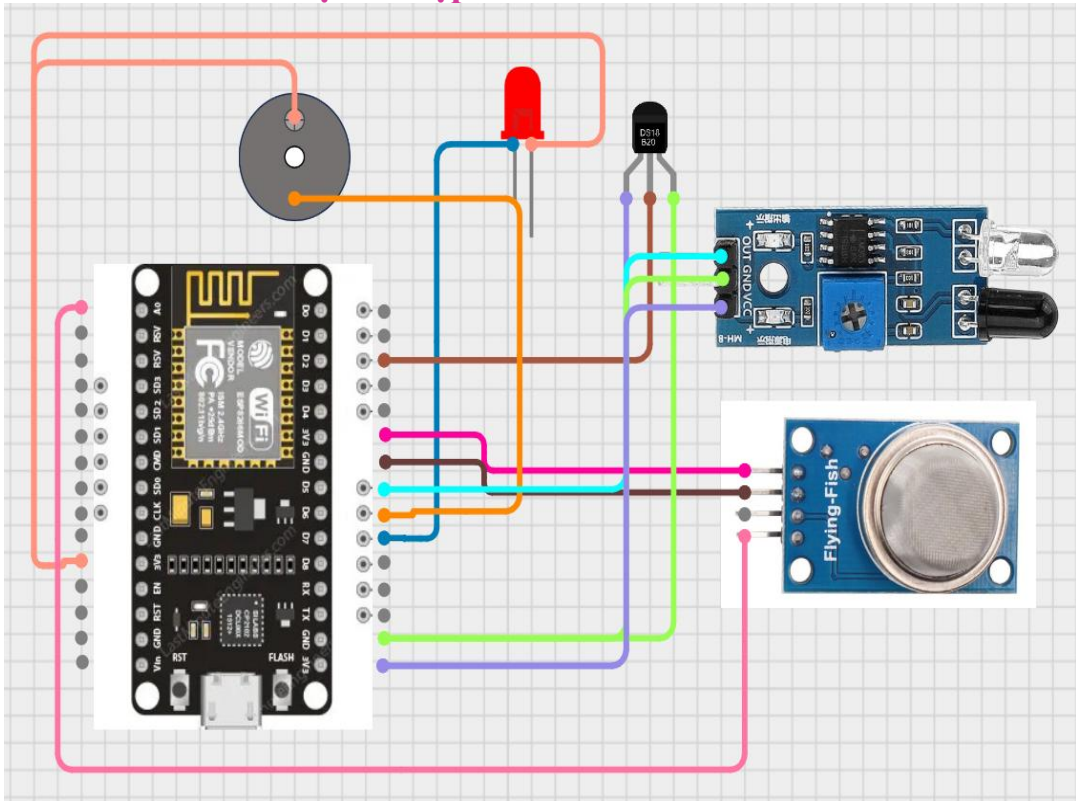
1. Sổ tay nghiên cứu khoa học

Dự án: “Hệ thống cảnh báo khí gas và cháy nổ”

Thời gian	Nội dung công việc	Kết quả đạt được	Khó khăn – Hướng khắc phục
Tuần 1,2 (28/07 – 10/8/2025)	Xác định vấn đề, tìm hiểu về cháy nổ và rò khí gas	Hoàn thiện mục tiêu nghiên cứu	Khó xác định phạm vi → Thầy/cô gợi ý thu hẹp vào bếp gas gia đình
	Đề xuất 3 giải pháp và phân tích ưu – nhược điểm	Chọn giải pháp 3	Phân tích còn chung chung → GV hỗ trợ so sánh theo tiêu chí
Tuần 3 (11/08 – 17/8/2025)	Tìm hiểu các cảm biến MQ135, DS18B20, IR Flame	Hiểu nguyên lý cảm biến	Tài liệu khó tìm → Tra thêm tài liệu tiếng Anh
Tuần 4 (18/08 – 24/8/2025)	Lập danh sách linh kiện – dự toán chi phí	Hoàn thành bảng linh kiện < 1 triệu	Giá linh kiện chênh lệch → So sánh giá nhiều cửa hàng
Tuần 5 (25/8 – 31/8/2025)	Lắp ráp mạch thử nghiệm trên breadboard	Đọc được tín hiệu cơ bản	Dây lỏng, tiếp xúc kém → Cố định lại bằng keo và dây buộc
Tuần 6 (01/9 – 07/9/2025)	Lập trình kết nối Wi-Fi + Telegram	Gửi được tin nhắn thử	Lỗi token Telegram → Nhờ thầy/cô hỗ trợ tạo bot mới
Tuần 7 (08/9 – 14/9/2025)	Xây dựng thuật toán ≥ 2 cảm biến kích hoạt	Hoàn thiện thuật toán giảm báo giả	MQ135 nhiễu → thêm lọc trung bình trượt
Tuần 8 (15/9 – 21/9/2025)	Thử nghiệm trong nhiều điều kiện	Thu thập dữ liệu ổn định	Thiết bị báo sai khi ánh sáng mạnh → che chắn cảm biến lửa
Tuần 9 (22/9 – 28/9/2025)	Hiệu chỉnh ngưỡng MQ135, LED – Buzzer	Hệ thống ổn định hơn	Ngưỡng khó xác định → đo nhiều lần để chọn giá trị phù hợp
Tuần 10 (29/9 – 05/10/2025)	Mô phỏng không gian bếp nhà 1:20	Hoàn thiện mô hình thử nghiệm	Không khí lưu thông mạnh → thu nhỏ cửa mô hình
Tuần 11 (06/10 – 12/10/2025)	Chạy thử toàn bộ hệ thống	Thời gian phản hồi < 2 giây	Wi-Fi yếu → đổi sang Wi-Fi khác để thử nghiệm
Tuần 12 (13/10 – 19/10/2025)	Tổng hợp dữ liệu – biểu đồ – đánh giá	Hoàn thành kết quả phân tích	Khó trình bày số liệu → nhờ thầy/cô hướng dẫn cách lập bảng

<p>Tuần 13 (20/10 – 26/10/2025)</p>	<p>Viết báo cáo, hoàn thiện sản phẩm</p>	<p>Sẵn sàng báo cáo</p>	<p>Thiếu hình ảnh minh họa → chụp bổ sung trong quá trình thử</p>
---	--	-------------------------	---

2. Thiết kế sơ đồ mạch & lập trình ESP32



3. Mô hình nhà gỗ tỉ lệ 1:20, bố trí cảm biến tại “phòng bếp”.



4. Mã Code lập trình

a. Code tổng quan

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <WiFiManager.h>

// ===== Telegram =====
#define BOT_TOKEN "7231457380:AAHmx_IS-xCX3k-fzfcmw6Ug69A18VbLNJ8" // Bot token
#define CHAT_ID "-1003235715467" // Thay bằng Chat ID của bạn

// ===== Cảm biến =====
const int oneWireBus = 4; // D2 - DS18B20
#define LED_PIN D6
#define BUZZER_PIN D7
OneWire oneWire(oneWireBus);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
|
int MQ135_A0 = A0; // Cảm biến khí gas
#define FLAME_SENSOR_PIN 14 // D5 - Cảm biến lửa
```

b. Hàm mã hóa dữ liệu và gửi cảnh báo Telegram

```
// ===== Hàm mã hóa URL =====
String urlencode(String str) {
    String encodedString = "";
    char c, code1, code2;
    for (int i = 0; i < str.length(); i++) {
        c = str.charAt(i);
        if (isalnum(c)) encodedString += c;
        else {
            encodedString += '%';
            code1 = (c >> 4) & 0xF;
            code1 += (code1 > 9) ? 'A' - 10 : '0';
            code2 = c & 0xF;
            code2 += (code2 > 9) ? 'A' - 10 : '0';
            encodedString += code1;
            encodedString += code2;
        }
    }
    return encodedString;
}

// ===== Gửi tin nhắn Telegram (gọn, nhanh) =====
void sendTelegramMessage(String message) {
    WiFiClientSecure client;
    client.setInsecure();

    if (!client.connect("api.telegram.org", 443)) {
        Serial.println("Không thể kết nối Telegram!");
        return;
    }

    String url = "/bot" + String(BOT_TOKEN) + "/sendMessage?chat_id=" + CHAT_ID +
        "&text=" + urlencode(message);

    client.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" +
        "Host: api.telegram.org\r\n" +
        "Connection: close\r\n\r\n");

    // Không cần delay dài, chỉ chờ 200ms
    unsigned long timeout = millis();
    while (client.connected() && millis() - timeout < 200) {
        if (client.available()) client.read();
        yield();
    }

    Serial.println("Đã gửi cảnh báo Telegram!");
}
```

c. Cấu hình hệ thống trong hàm Setup

```
// ===== Setup =====
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  sensors.begin();
  pinMode(MQ135_A0, INPUT);
  pinMode(FLAME_SENSOR_PIN, INPUT);
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
  pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);

  // ===== WiFi =====
  WiFiManager wm;
  wm.setConnectTimeout(15);
  wm.setConfigPortalTimeout(60);
  // Nếu chưa có WiFi đã lưu, ESP sẽ tạo AP có tên này
  bool res = wm.autoConnect("ESP32_Setup_CBchay", "12345678");

  if (!res) {
    Serial.println("Không kết nối được WiFi!");
    for(int i = 0; i < 5; i++) {
      digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
      delay(300);
      digitalWrite(LED_PIN, LOW);
      delay(300);
    }
  } else {
    Serial.println("Đã kết nối WiFi thành công!");
    Serial.print("IP: ");
    Serial.println(WiFi.localIP());
  }
  sendTelegramMessage(" Hệ thống cảnh báo cháy đã khởi động!");
}
}
```

d. Quy trình kiểm tra dữ liệu trong hàm Loop

```
// ===== Loop =====
void loop() {
  // Đọc cảm biến nhiệt độ

  sensors.requestTemperatures();
  float temperatureC = sensors.getTempCByIndex(0);
  Serial.print("Nhiệt độ: ");
  Serial.print(temperatureC);
  Serial.println(" °C");

  // Đọc cảm biến khí gas
  int gasValue = analogRead(MQ135_A0);
  Serial.print("Nồng độ khí gas: ");
  Serial.println(gasValue);

  // Đọc cảm biến lửa
  bool flameDetected = digitalRead(FLAME_SENSOR_PIN);
  if (flameDetected == LOW) {
    Serial.println(" Phát hiện lửa!");
  } else {
    Serial.println("Không có lửa.");
  }
  if(flameDetected == LOW && temperatureC>50){
    sendTelegramMessage(" CẢNH BÁO: Phát hiện lửa trong khu vực!");
    for(int i=0;i<5;i++){
      digitalWrite(LED_PIN, LOW);
      digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
      delay(500);
      digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
      digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
      delay(500);
    }
  }
}
```

```

} else {
// Ngưỡng cảnh báo khí gas cấp độ 1
if (gasValue > 120) {
Serial.println(" Nồng độ khí gas cao!");
sendTelegramMessage(" CẢNH BÁO SỚM: Nồng độ khí gas vượt ngưỡng an toàn CẤP ĐỘ 1! -- CÓ NGUY CƠ CHÁY NỔ!");

digitalWrite(LED_PIN, LOW);
digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
delay(500);
digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);

} else {
digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
}

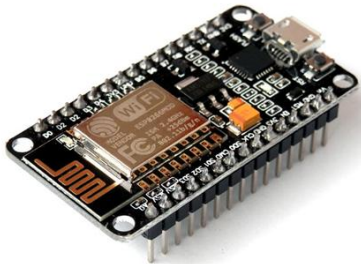


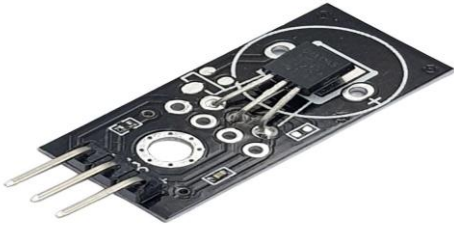
// Ngưỡng cảnh báo khí gas cấp độ 2
if (gasValue > 160) {
Serial.println(" Nồng độ khí gas cao!");
sendTelegramMessage(" CẢNH BÁO: Nồng độ khí gas vượt ngưỡng an toàn CẤP ĐỘ 2! -- NGUY HIỂM!");
digitalWrite(LED_PIN, LOW);
digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
delay(2000);
digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);

} else {
digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
}
}
}
delay(1000);
}

```

5. Các hình ảnh và sản phẩm thực tế

a. Hình ảnh các linh kiện sử dụng:

 <p>ESP 32</p>	 <p>Còi Buzzer</p>
 <p>Cảm biến Khói</p>	 <p>Cảm biến nhiệt</p>



b. Các bước thiết kế và hoàn thiện sản phẩm



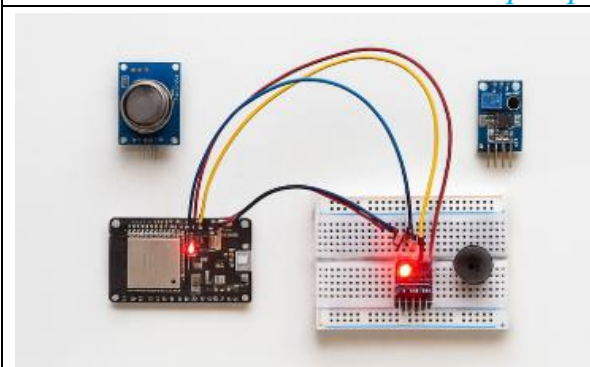
Thiết kế sơ đồ nguyên lí



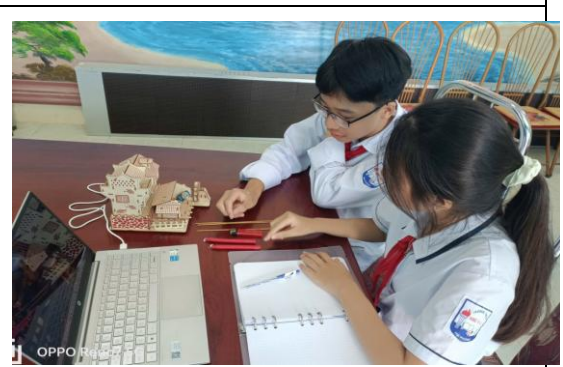
Lập trình tạo Code



Lắp ráp sản phẩm



Mô hình khi hoạt động



Chuẩn bị thử nghiệm



Thử nghiệm



Thử nghiệm



Thử nghiệm



Toàn cảnh mô hình nhà gỗ có cảm biến.

c. Cảnh báo gửi qua telegram



6. Phiếu khảo sát

PHIẾU KHẢO SÁT ĐÁNH GIÁ HỆ THỐNG CẢNH BÁO KHÍ GAS & CHÁY NỔ

I. Thông tin người tham gia khảo sát

Họ và tên:

1. Nhóm đối tượng:

Học sinh Giáo viên Phụ huynh Người dùng khác

2. Độ tuổi:

II. Đánh giá mức độ hữu ích

Xin chọn mức phù hợp bằng cách đánh dấu (✓)

Tiêu chí	Rất tốt	Tốt	Trung bình	Chưa tốt
1. Thiết bị dễ hiểu, dễ sử dụng	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Tốc độ phát hiện nguy hiểm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Độ chính xác của cảnh báo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Đèn/còi báo dễ nhận biết	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Tin nhắn Telegram hữu ích	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Mô hình trình bày trực quan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Tính an toàn khi vận hành	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Khả năng áp dụng thực tế	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

III. Cảm nhận của người khảo sát

1. Bạn cảm thấy hệ thống này có cần thiết cho gia đình/trường học không?

Rất cần thiết Cần thiết Ít cần Không cần

2. Bạn đánh giá mức độ trực quan của mô hình thử nghiệm (mô hình nhà gỗ, cảm biến...):

Rất trực quan Dễ hiểu Bình thường Khó hiểu

3. Bạn có cảm thấy hệ thống phản hồi nhanh khi thử nghiệm?

Có, rất nhanh Có Chậm Không rõ

IV. Đề xuất, góp ý cải thiện

1. Bạn mong muốn hệ thống có thêm chức năng gì?

.....
.....
.....

2. Bạn nghĩ hệ thống có thể ứng dụng ở đâu? (ví dụ: nhà bếp, phòng trọ, trường học...)

.....

3. Các góp ý khác:

.....
.....
.....

V. Xác nhận

Xin chân thành cảm ơn bạn đã dành thời gian tham gia khảo sát!

Ngày khảo sát: ... / ... / 2025

Chữ ký (không bắt buộc):