

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC, ĐẠI HỌC HUẾ
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



TIỂU LUẬN
HỌC PHẦN PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG IOT
GIÁM SÁT CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ
VỚI ESP32 VÀ CẢM BIẾN MQ

Giáo viên hướng dẫn: VÕ VIỆT DŨNG

THỪA THIÊN HUẾ, 2025

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành bài tiểu luận này, không chỉ nhờ sự nỗ lực cố gắng của một mình tôi mà còn có sự hỗ trợ nhiệt tình đến từ thầy cô và bạn bè. Vì vậy, trước tiên tôi xin gửi một lời cảm ơn đến **Thầy.Võ Việt Dũng**, giảng viên tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Thầy là người giảng dạy, truyền đạt những kiến thức giúp đỡ tôi rất nhiều để hoàn thành bài tiểu luận này.

Sau đó, tôi cũng dành một lời cảm ơn sâu sắc đến nhà trường, thầy cô, và các bạn đồng hành, những người đã không ngần ngại giải đáp những thắc mắc, nghi vấn trong quá trình tôi thực hiện đề tài. Nhờ sự hỗ trợ đó, tôi có đủ kiến thức và khả năng tìm hiểu, nghiên cứu sâu hơn về đề tài, góp phần làm cho bài tiểu luận này hoàn thiện nhất, tốt nhất có thể.

Tuy nhiên, trong quá trình thực hiện, tôi sẽ khó tránh khỏi những thiếu sót và sai sót. Vì vậy, tôi rất mong nhận được những ý kiến đóng góp quý báu từ thầy cô và các bạn để có thể hoàn thiện đề tài tốt hơn.

1	<u>MỞ ĐẦU</u>	
1.1	Giới thiệu vấn đề	6
1.2	Mục tiêu tiểu luận.....	6
2	<u>TỔNG QUAN VỀ CÁC CẢM BIẾN CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ</u>	
2.1	Cảm biến MQ-135.....	6
2.2	Cảm biến PMS5003.....	7
2.3	So sánh nhanh.....	7
3	<u>VI ĐIỀU KHIỂN ESP32</u>	
3.1	Vi điều khiển ESP32.....	9
3.2	Lý do lựa chọn.....	10
4	<u>MÔ PHỎNG HỆ THỐNG TRÊN WOKWI</u>	
4.1	Giới thiệu Wokwi.....	11
4.2	Thiết lập mô hình mô phỏng.....	11
4.3	Sơ đồ mô phỏng trên Wokwi.....	12
5	<u>GIAO TIẾP DỮ LIỆU LÊN NỀN TẢNG Iot</u>	
5.1	Giới thiệu về Blynk.....	12
5.2	Các bước thiết lập Blynk.....	12
5.3	Mô phỏng hệ thống trên Wokwi.....	13
5.4	Nguyên lý hoạt động.....	13
5.5	Mô tả các giá trị hiển thị.....	14
6	<u>PHÂN TÍCH DỮ LIỆU VÀ BÁO CÁO</u>	

6.1 Phân tích giá trị từ các cảm biến.....	14
6.2 Gửi báo cáo.....	14

7 NHẬN XÉT ĐÁNH GIÁ

8 KẾT LUẬN

Tài liệu

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1	Mạch cảm biến MQ-135.....	7
Hình 2	Cơ chế hoạt động mạch MQ-135.....	8
Hình 3	Mạch cảm biến PMS5003.....	9
Hình 4	Mạch điều khiển ESP32.....	10
Hình 5	Sơ đồ mô phỏng trên Wokwi.....	12
Hình 6	Mô phỏng giao diện trên Blynk.....	13

1 MỞ ĐẦU

1.1 Giới thiệu vấn đề

Theo số liệu từ tổ chức y tế thế giới WHO hơn 90% dân số toàn cầu bị ảnh hưởng bởi sự ô nhiễm không khí [1]. Các nghiên cứu chỉ ra rằng, khoảng 3,8 triệu người trên thế giới tử vong hàng năm do chất lượng không khí kém. Trong đó, các loại bụi mịn có đường kính nhỏ hơn 2.5 micromet (PM2.5) là nguyên nhân gây ra nhiều bệnh hô hấp vì các loại hạt này có thể xâm nhập sâu vào cơ thể con người [2, 3]. Khí CO sinh ra trong các hoạt động đời sống có thể gây tử vong nếu con người tiếp xúc trong thời gian dài [4]. Môi trường làm việc với không khí chất lượng kém làm giảm hiệu quả lao động của con người và khả năng xử lý thông tin của con người.

Ở Việt Nam, hậu quả của ô nhiễm không khí ở một số địa phương lên đời sống của con người rất lớn về mặt sức khỏe và gây thiệt hại lớn về kinh tế của từng dân cư trong vùng bị ô nhiễm [5]. Nhiều thành phố ở Việt Nam từng bước phát triển để trở thành các đô thị thông minh. Trong các tiêu chí phát triển thành phố xanh và hiện đại, xây dựng một môi trường sống trong lành và an toàn là việc làm rất cần thiết nhằm đảm bảo sức khỏe, nâng cao chất lượng cuộc sống con người. Từ đó, việc đo lường và giám sát môi trường không khí ngày càng trở nên cấp thiết

1.2 Mục tiêu tiểu luận

Đề tài hướng đến xây dựng một hệ thống giám sát chất lượng không khí sử dụng vi điều khiển ESP32 kết hợp với cảm biến khí MQ-135 và (tùy chọn) cảm biến bụi PMS5003, với các mục tiêu cụ thể như sau:

- Đo lường và giám sát chất lượng không khí trong thời gian thực, tập trung vào các thông số như nồng độ khí CO, khí độc hại, và bụi mịn PM2.5.
- Hiện thị dữ liệu đo được qua giao diện web hoặc ứng dụng di động, giúp người dùng dễ dàng theo dõi mức độ ô nhiễm không khí tại thời điểm hiện tại.
- Tích hợp khả năng cảnh báo khi chất lượng không khí vượt ngưỡng an toàn, thông qua các nền tảng như Telegram, ThingSpeak hoặc Blynk.
- Mô phỏng toàn bộ hệ thống trên nền tảng Wokwi, giúp người học và người phát triển dễ dàng kiểm tra hoạt động mà không cần phần cứng thực tế.
- Đảm bảo tính linh hoạt và khả năng mở rộng của hệ thống để tích hợp thêm các loại cảm biến khác trong tương lai (nhiệt độ, độ ẩm, khí khác...).

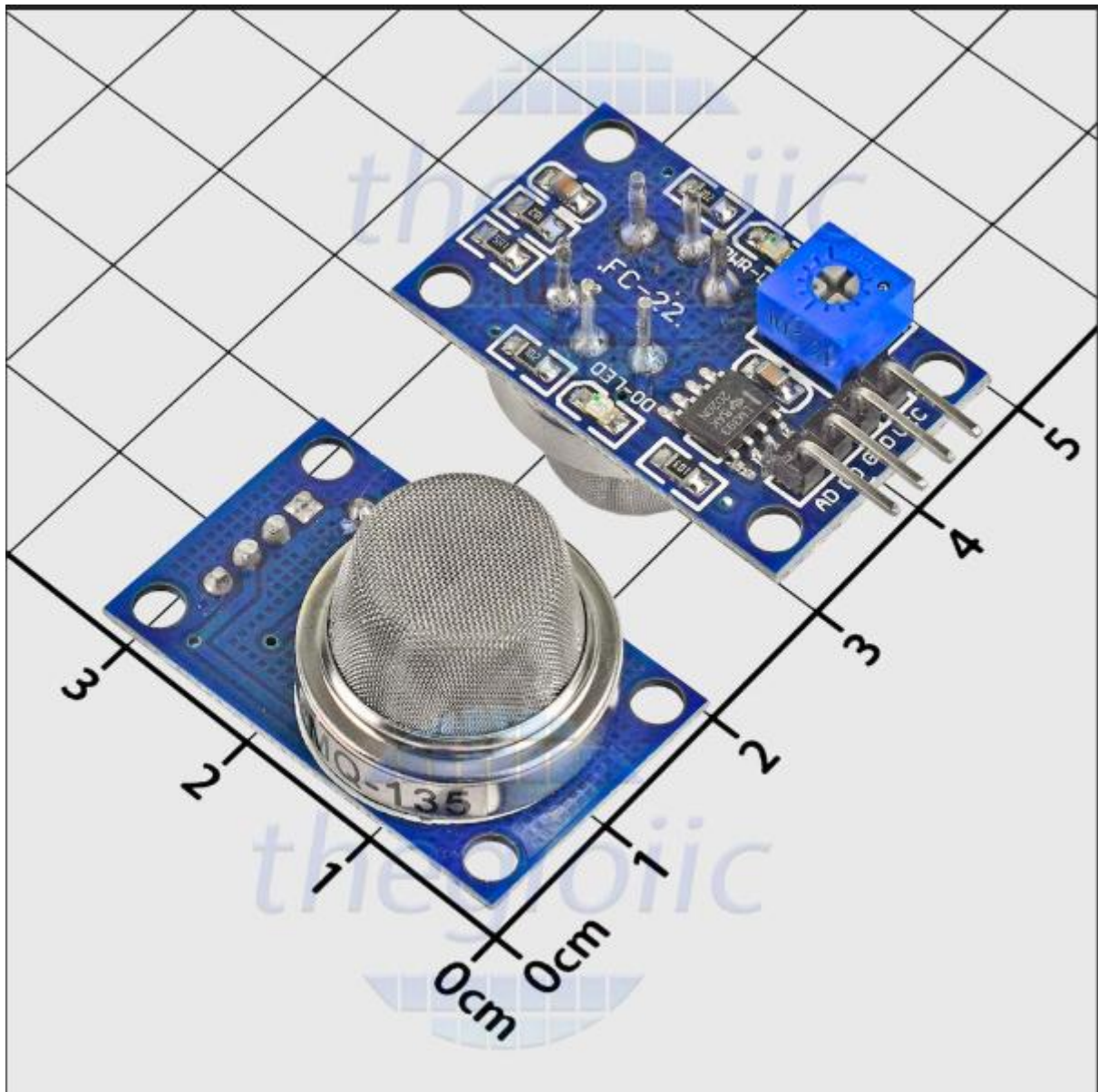
2 TỔNG QUAN VỀ CÁC CẢM BIẾN CHẤT LƯỢNG KHÔNG

2.1 Cảm biến MQ-135

MQ-135 là cảm biến khí hỗ trợ phát hiện nhiều loại khí độc hại như CO₂, CO, NH₃, benzen, rượu, khói, v.v. Cảm biến có đầu ra tín hiệu analog, dễ dàng giao tiếp với vi điều khiển. Điểm mạnh của MQ-135 là chi phí rẻ, dễ sử dụng, tuy nhiên độ chính xác không cao bằng các cảm biến chuyên biệt.

Thông số kỹ thuật:

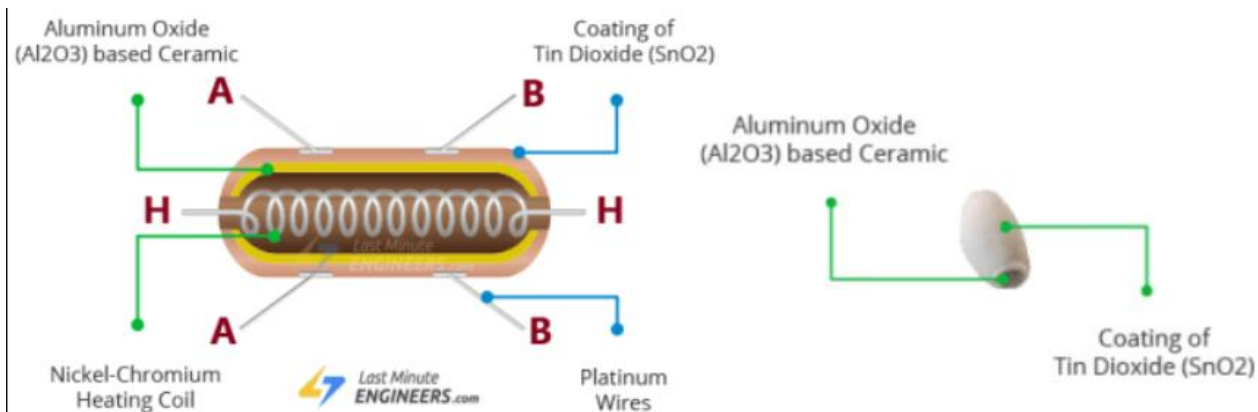
- Điện áp nguồn: < 24VDC
- Điện áp của heater: 5V AC/DC
- Điện trở tải: thay đổi được (2k Ω - 47k Ω)
- Điện trở của heater: 33 Ω
- Công suất tiêu thụ của heater: ít hơn 800mW
- Khoảng phát hiện: 10 - 300ppm NH₃, 10 - 1000 ppm Benzene, 10 - 300 Ancol
- Kích thước 32x20mm



Hình 1

Nguyên lý hoạt động:

Nguyên lý hoạt động của cảm biến MQ dựa trên sự thay đổi về điện trở giữa hai chân kết nối A-B của bộ phận Sensing Element khi nó phản ứng với loại khí cần đo, mỗi loại khí khác nhau nhà sản xuất sẽ chế tạo bộ phận Sensing Element với các chất khác nhau để có thể phản ứng với đúng loại khí cần đo, phần Sensing Element khi đó được gọi là Chemiresistors (tạm dịch là điện trở hóa học), bộ phận Heater Driven có tác dụng làm nóng phần Sensing Element để tăng hiệu suất và hiệu quả của phản ứng.



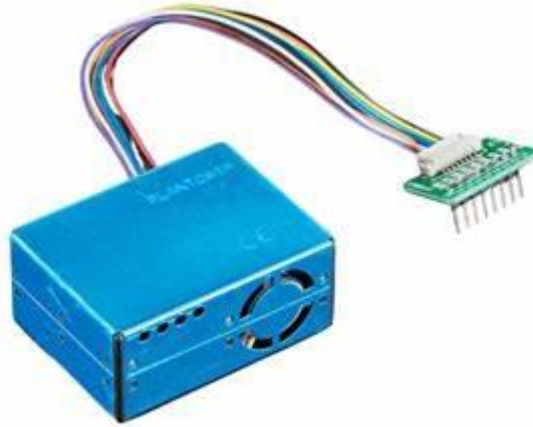
Hình 2

2.2 Cảm biến PMS5003

PMS5003 là cảm biến đo bụi mịn (PM1.0, PM2.5, PM10) sử dụng nguyên lý tán xạ laser. Cảm biến trả về dữ liệu chính xác và đầy đủ thông qua giao tiếp UART.

Thông số kỹ thuật:

- Nhà sản xuất: Plantower
- Kích thước bụi đo được: PM1.0, PM2.5, PM10 (theo tiêu chuẩn hạt có đường kính nhỏ hơn 1 μ m, 2.5 μ m, 10 μ m)
- Giao tiếp: UART (Serial), tốc độ baud mặc định: 9600 bps
- Điện áp hoạt động: 5.0V DC
- Dòng tiêu thụ: < 100mA (trung bình ~80mA khi đo liên tục)
- Kích thước vật lý: 50 mm \times 38 mm \times 21 mm
- Thời gian đáp ứng: \leq 10 giây
- Chu kỳ đo: 1 giây / mẫu (cập nhật liên tục)
- Dải nhiệt độ hoạt động: -10°C đến +60°C
- Độ ẩm hoạt động: 0–99% RH (không ngưng tụ)
- Độ chính xác: $\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hoặc $\pm 10\%$ (tùy theo giá trị lớn hơn)
- Tuổi thọ cảm biến: ~ 3 năm (sử dụng bình thường)
- Kích thước phát hiện hạt: 0.3 μ m đến 10 μ m
- Trọng lượng: ~ 40g



Hình 3

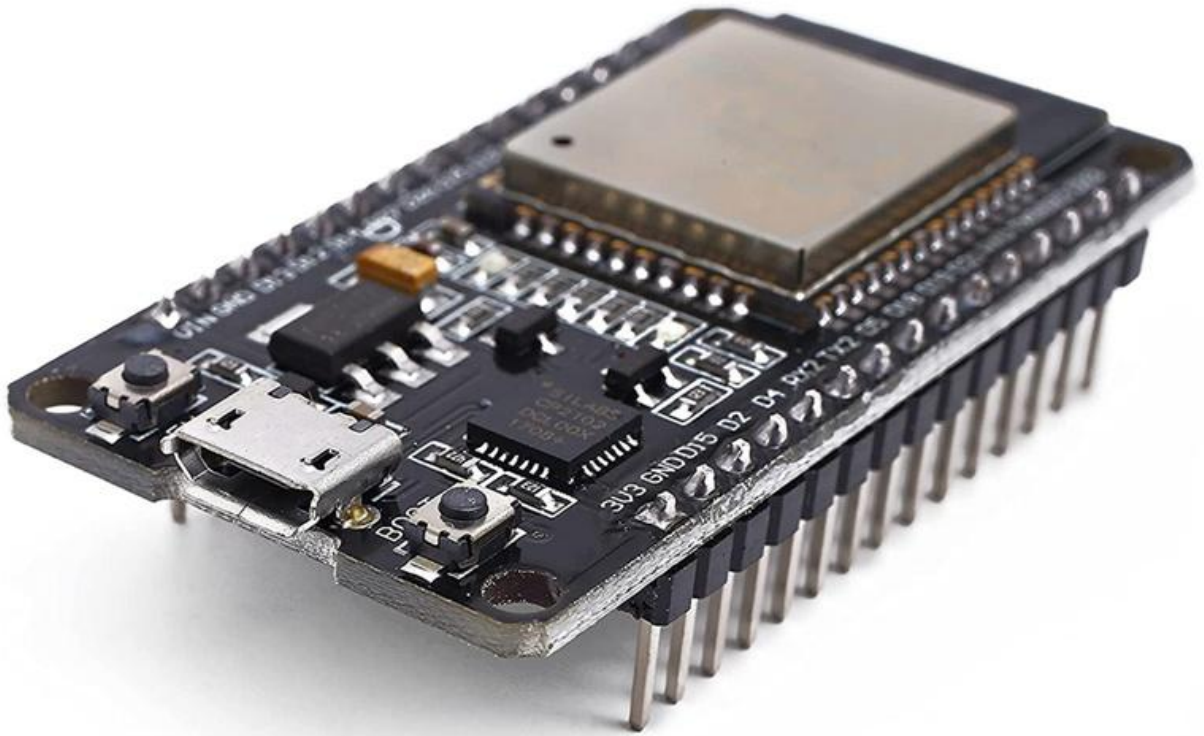
2.3 So Sánh

Tiêu chí	MQ-135	PMS5003
Loại cảm biến	Cảm biến khí (Gas Sensor)	Cảm biến bụi mịn (Laser Particle Sensor)
Đo thông số gì?	Các khí độc hại: CO, NH ₃ , NO _x , benzen, rượu, khói...	Bụi mịn: PM1.0, PM2.5, PM10
Nguyên lý hoạt động	Bán dẫn – thay đổi điện trở theo nồng độ khí	Tán xạ laser – đếm hạt bụi theo kích thước
Thời gian làm nóng cảm biến	Không chính xác tuyệt đối – nhạy với nhiều loại khí, cần hiệu chuẩn	Rất chính xác với bụi mịn, có thể dùng trực tiếp
Ưu điểm	Rẻ, dễ dùng, nhiều loại khí đo được	Chính xác, cho ra giá trị cụ thể, tích hợp giao thức truyền dữ liệu
Hạn chế	Không phân biệt từng loại khí cụ thể, dễ nhiễu	Giá thành cao hơn, không đo được các khí độc

3 Vi điều khiển ESP32

3.1 Vi điều khiển ESP32

ESP32 là một series các vi điều khiển trên một vi mạch giá rẻ, năng lượng thấp có tích hợp WiFi và dual-mode Bluetooth (tạm dịch: Bluetooth chế độ kép). Dòng ESP32 sử dụng bộ vi xử lý Tensilica Xtensa LX6 có hai biến thể lõi kép và lõi đơn, và bao gồm các công tắc antenna tích hợp, RF balun, bộ khuếch đại công suất, bộ khuếch đại thu nhiễu thấp, bộ lọc và module quản lý năng lượng.



Hình 4

3.2 Lý do lựa chọn

3.2.1. Tích hợp WiFi và Bluetooth

- ESP32 tích hợp sẵn WiFi, cho phép gửi dữ liệu trực tiếp lên các nền tảng như ThingSpeak, Blynk, hoặc gửi thông báo qua Telegram.
- Đây là một ưu điểm lớn so với các mạch như Arduino UNO (không có WiFi) hay Arduino Nano.

3.2.2. Hiệu năng mạnh mẽ

- Sử dụng CPU 32-bit Xtensa, tốc độ lên đến 240MHz, hỗ trợ 2 lõi xử lý, giúp thực hiện các tác vụ như thu thập dữ liệu, xử lý và truyền thông một cách nhanh chóng.
- Có đủ khả năng xử lý đồng thời nhiều cảm biến (PM, khí, nhiệt độ...) nếu muốn mở rộng hệ thống.

3.2.3. Bộ nhớ lớn

- ESP32 có RAM ~520 KB, Flash từ 4MB trở lên tùy phiên bản, giúp dễ dàng lưu trữ code và sử dụng thư viện cho các nền tảng IoT mà không lo thiếu bộ nhớ.

3.2.4. Hỗ trợ nhiều giao thức giao tiếp

- Tương thích với UART, I2C, SPI, ADC và PWM, rất tiện lợi để kết nối với nhiều loại cảm biến như:
 - MQ-135 (analog)
 - PMS5003 (UART)
 - DHT11/22 (1-wire)
 - v.v...

3.2.5. Có thể mô phỏng trên Wokwi

- Wokwi hỗ trợ ESP32 hoàn toàn, cho phép mô phỏng các mạch đo không khí dễ dàng mà không cần phần cứng thật.
- Đây là một lợi thế lớn khi triển khai bài học, bài báo cáo hoặc nghiên cứu sơ bộ.

3.2.6. Giá thành hợp lý

- Dù có hiệu năng cao và nhiều tính năng, ESP32 có giá rất rẻ (~60.000 – 100.000 VND), phù hợp cho cả sinh viên, nhà nghiên cứu và người mới bắt đầu.

4 MÔ PHỎNG HỆ THỐNG TRÊN WOKWI

4.1 Giới thiệu Wokwi

ESP32 là một series các vi điều khiển trên một vi mạch giá rẻ, năng lượng thấp có tích hợp WiFi và dual-mode Bluetooth (tạm dịch: Bluetooth chế độ kép). Dòng ESP32 sử dụng bộ vi xử lý Tensilica Xtensa LX6 có hai biến thể lõi kép và lõi đơn, và bao gồm các công tắc antenna tích hợp, RF balun, bộ khuếch đại công suất, bộ khuếch đại thu nhiễu thấp, bộ lọc và module quản lý năng lượng.

4.2 Thiết lập mô hình mô phỏng

Chú ý: Mạch sử dụng cảm biến MQ-135

4.2.1 Cấu hình mạch bao gồm:

- ESP32 Dev Module: Vi điều khiển chính.
- Cảm biến MQ-135: Đo nồng độ các khí độc hại như CO, NH₃, benzen.
- Màn hình OLED 128x64 I2C: Hiển thị giá trị chất lượng không khí.

4.2.2 Sơ đồ kết nối:

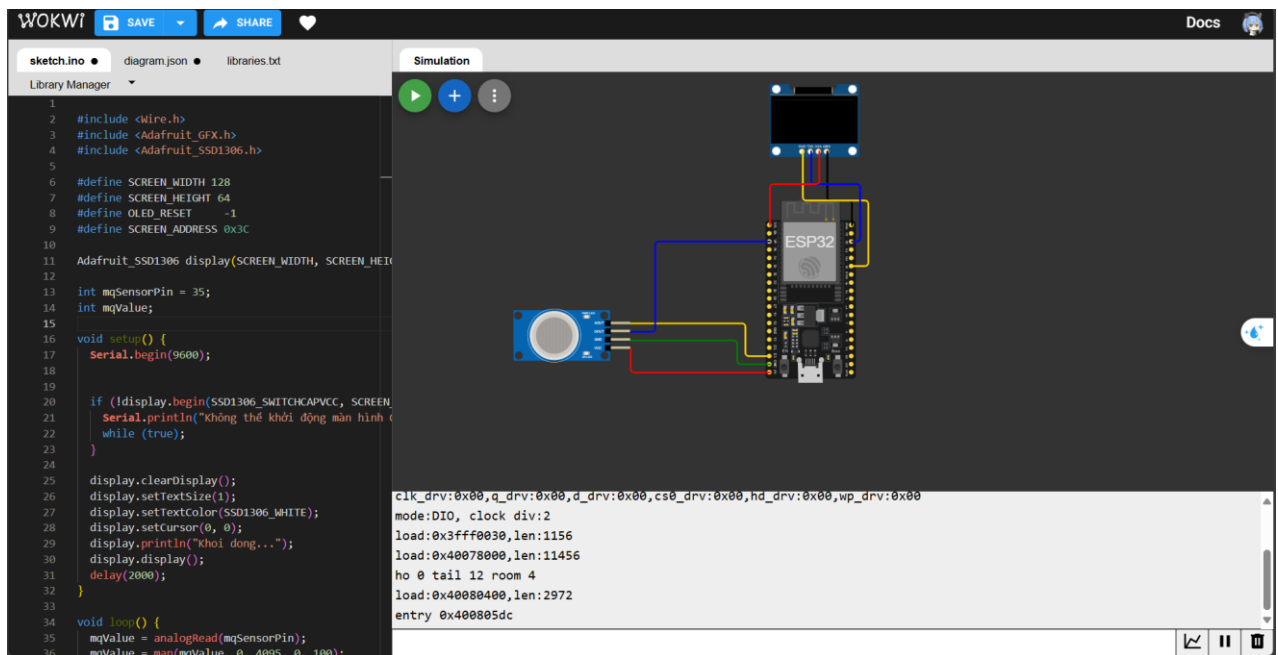
- MQ-135 đến ESP32:
 - VCC → 3V3
 - GND → GND
 - AOUT (Analog Output) → GPIO 34 (hoặc một chân ADC khác)
- OLED đến ESP32:
 - VCC → 3V3
 - GND → GND
 - SDA → GPIO 21
 - SCL → GPIO 22

4.2.3 Mô tả hoạt động:

- ESP32 đọc dữ liệu từ cảm biến MQ-135 thông qua chân analog.
- Giá trị đo được hiển thị trên màn hình OLED.
- Trong môi trường mô phỏng của Wokwi, bạn có thể điều chỉnh giá trị đầu ra của MQ-135 bằng cách sử dụng thanh trượt (slider) để quan sát sự thay đổi trên màn

hình OLED.

4.3 Sơ đồ mô phỏng trên Wokwi



Hình 5

5 GIAO TIẾP DỮ LIỆU LÊN NỀN TẢNG IoT

5.1 Giới thiệu về Blynk

Blynk là một nền tảng IoT phổ biến cho phép người dùng dễ dàng xây dựng giao diện điều khiển và giám sát thiết bị thông minh từ xa thông qua điện thoại thông minh. Blynk hỗ trợ các vi điều khiển như ESP32, ESP8266, Arduino và nhiều dòng khác.

Ưu điểm của Blynk:

- Giao diện thân thiện, dễ sử dụng, kéo thả widget trực quan.
- Tương thích tốt với ESP32.
- Hỗ trợ biểu đồ thời gian thực (Real-time Chart), các nút điều khiển, hiển thị giá trị cảm biến...
- Có thể tạo dashboard theo thời gian thực trên điện thoại.

5.2 Các bước thiết lập Blynk

5.2.1 Tạo tài khoản Blynk

- Truy cập: <https://blynk.cloud>
- Đăng ký tài khoản miễn phí.
- Tạo một "Template" (mẫu ứng dụng) để thiết lập giao diện.

5.2.2 Tạo Template

- Vào mục "Templates", chọn "New Template".
- Đặt tên, chọn thiết bị là ESP32, kết nối qua WiFi.
- Sau khi tạo, lưu lại Template ID, Device Name và Auth Token.

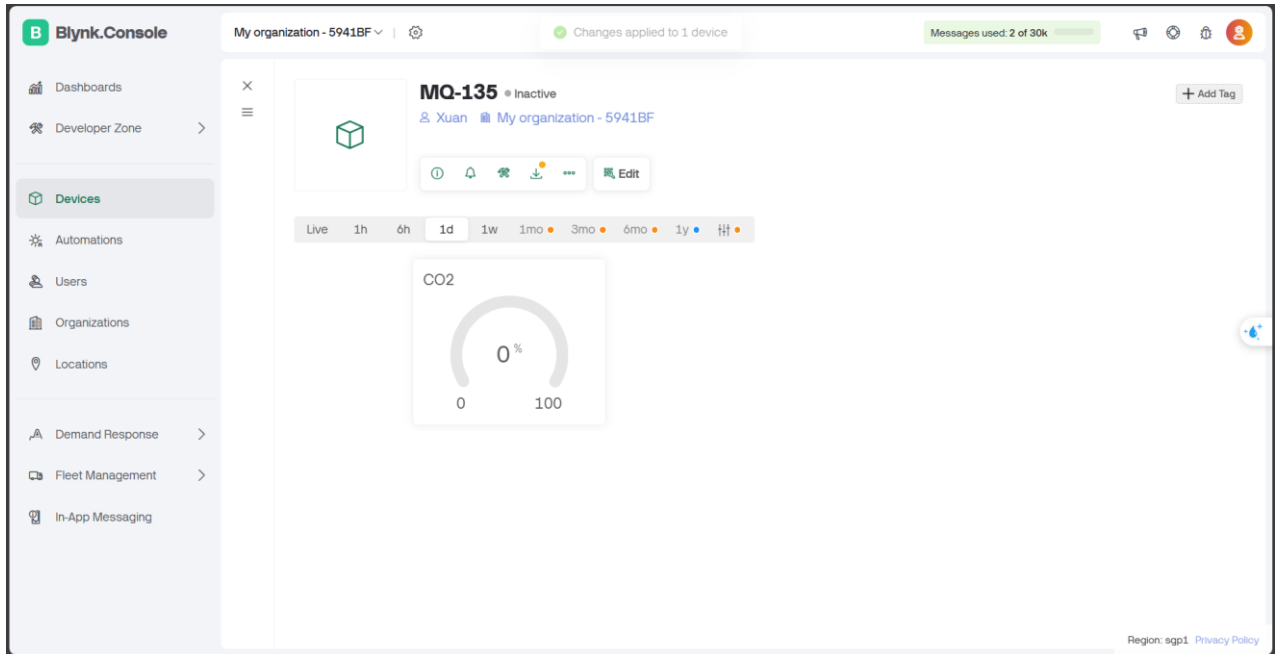
5.2.3 Tạo Device

- Chọn tab "Devices" → "New Device" → "From template" → chọn template vừa tạo.
- Hệ thống sẽ tự cấp cho bạn một Auth Token để sử dụng trong lập trình ESP32.

5.2.4 Thiết kế giao diện (Dashboard)

- Trong app điện thoại hoặc web dashboard:
 - Thêm các Widget:

- Gauge: Đo và hiển thị nồng độ khí CO hoặc bụi PM2.5.
- Label: Hiển thị trạng thái không khí: “Sạch”, “Ô nhiễm”, “Cảnh báo”...
- Chart: Theo dõi biến đổi theo thời gian.
- Kết nối với Virtual Pin tương ứng.



Hình 6

5.3 Mô phỏng hệ thống trên Wokwi

Sơ đồ Wokwi:

- Thiết bị chính: ESP32.
- Cảm biến: MQ-135 hoặc PMS5003.
- Nguồn dữ liệu: nếu không có cảm biến hỗ trợ trong Wokwi → dùng random() để sinh dữ liệu mô phỏng.
- Hiển thị: sử dụng OLED 0.96" để hiển thị trạng thái không khí.

Mô hình có thể bao gồm:

- ESP32
- Cảm biến MQ-135
- Màn hình OLED I2C

5.4 Nguyên lý hoạt động

1. **ESP32** thu thập dữ liệu từ cảm biến MQ-135 (giá trị tương ứng với mức độ CO, khí độc).
2. Chuyển đổi tín hiệu Analog sang giá trị nồng độ ppm.
3. Dữ liệu được hiển thị trên **màn hình OLED** và gửi tới **Blynk Cloud** thông qua WiFi.
4. Người dùng có thể xem dữ liệu trực tuyến trên app Blynk.
- 5.

5.5 Mô tả các giá trị hiển thị

Giá trị ppm MQ-135	Trạng thái chất lượng không khí
< 50 ppm	Sạch
150-300 ppm	Ô nhiễm
>300 ppm	Cảnh báo

6 PHÂN TÍCH DỮ LIỆU VÀ CẢNH BÁO

6.1 Phân tích giá trị từ MQ-135

Quy trình phân tích giá trị từ MQ-135:

1. Đọc giá trị analog từ chân AO kết nối với ESP32
2. Chuyển đổi tín hiệu analog sang giá trị số bằng bộ ADC của ESP32 (0–4095 tương ứng 0–3.3V).
3. Tính toán hoặc hiệu chỉnh ra ppm (phần triệu) thông qua công thức hoặc biểu đồ đặc trưng của cảm biến. (Do giới hạn trong mô phỏng, có thể dùng giá trị tương đối thay vì chính xác ppm).
4. Thiết lập ngưỡng cảnh báo:
 - < 50: Không khí sạch (Tốt)
 - 150–300: Chất lượng không khí trung bình (cần lưu ý)
 - >300: Không khí ô nhiễm (nguy hiểm)

6.2 Gửi báo cáo

- Khi nồng độ khí vượt ngưỡng → gửi thông báo qua Telegram hoặc bật đèn/còi cảnh báo (nếu có thiết lập thêm).

7 NHẬN XÉT – ĐÁNH GIÁ

Ưu điểm:

- Hệ thống dễ xây dựng, chi phí thấp.
- Có thể mở rộng thêm các cảm biến khác như DHT22 (nhiệt độ - độ ẩm).
- Giao tiếp tốt với nền tảng đám mây, dễ giám sát từ xa.

Hạn chế:

- MQ-135 đo tổng hợp, không phân biệt từng khí cụ thể.
- PMS5003 không có sẵn mô phỏng trên Wokwi → cần giải pháp thay thế như random giá trị.
- Độ chính xác của hệ thống mô phỏng phụ thuộc nhiều vào giá trị giả định và chưa phản ánh hoàn toàn dữ liệu thực tế ngoài môi trường.

Khả năng mở rộng:

- Gắn thêm màn hình OLED hiển thị tại chỗ.
- Kết hợp nhiều cảm biến tại nhiều điểm để lập bản đồ không khí.
- Tích hợp pin và module sạc năng lượng mặt trời để dùng ngoài trời.
- Kết hợp AI/ML để phân tích xu hướng ô nhiễm theo thời gian.

8 KẾT LUẬN

- Đề tài đã trình bày quy trình thiết kế và mô phỏng một hệ thống giám sát chất lượng không khí sử dụng vi điều khiển ESP32 và cảm biến MQ-135 hoặc PMS5003. Qua việc triển khai mô hình trên nền tảng Wokwi, sinh viên có thể tiếp cận phương pháp xây dựng hệ thống IoT thực tế ngay cả khi không có phần cứng. Việc tích hợp với các nền tảng IoT như ThingSpeak, Blynk hoặc Telegram giúp tăng cường khả năng theo dõi từ xa, phục vụ cho việc giám sát môi trường và bảo vệ sức khỏe cộng đồng.
- Hệ thống tuy còn một số hạn chế nhưng hoàn toàn có thể cải thiện và mở rộng trong tương lai. Bài tiểu luận đã đạt được các mục tiêu đặt ra, thể hiện được tiềm năng ứng dụng công nghệ IoT trong lĩnh vực bảo vệ môi trường và nâng cao chất lượng sống.

Tài liệu

- [1] World Health Organization, “Ô nhiễm không khí”, [Online] Available: <https://www.who.int/vietnam/vi/health-topics/airpollution>
- [2] K. H. Kim, E. Kabir, and S. Kabir, “A review on the human health impact of airborne particulate matter”, Environment International, vol. 74, 2015, pp. 136–143.
- [5] Hà Trọng Quỳnh, “Lượng giá thiệt hại sức khỏe cộng đồng do ô nhiễm không khí tại phường Tân Long, thành phố Thái Nguyên”, Tạp chí Khoa học & Công nghệ, 164(04), 2017, 207 – 213.
- [3] Kampa, M.; Castanas, E. “Human health effects of air pollution.” Environ. Pollut. 151, 2008, 362–367.
- [4] Morse, D., & Sethi, J. “Carbon Monoxide and Human Disease”, Antioxidants & Redox Signaling, 4(2), 2002, 331–338.
- [5] Mạch cảm biến MQ-135 “[Giới thiệu cảm biến chất lượng không khí MQ135 | Cộng đồng Arduino Việt Nam](#)”
- [6] Mạch cảm biến PMS5003 “[Bộ cảm biến bụi mịn pm2.5 wifi Plantower PMS5003 – Công nghệ Noha Smart](#)”
- [7] Mạch adruino ESP32 “[Giới thiệu module ESP32](#)”
- [8] Blynk “<https://blynk.io>”
- [9] Wokwi “<https://wokwi.com>”

