

ĐẠI HỌC HUẾ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC



ĐẠI HỌC HUẾ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

**Tên đề tài: GIÁM SÁT CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ VỚI ESP32
VÀ CẢM BIẾN MQ**

Tên Lớp Học phần: Phát triển ứng dụng IoT - Nhóm 4
Mã Học Phần : TIN4024
Giảng viên hướng dẫn: ThS. Võ Việt Dũng

Tp Huế, tháng 4 năm 2025

Mục Lục

LỜI MỞ ĐẦU	1
I. TỔNG QUAN VỀ INTERNET OF THINGS (IOT).....	2
1.1. Khái niệm	2
1.2. Cấu trúc và hoạt động của hệ thống IoT :	3
1.3. Ứng dụng của IoT	4
1.4, Vai trò của IoT trong giám sát môi trường.....	4
1.5, Sự Phát Triển Mạnh Mẽ Của IoT Trong Thời Đại 4.0:.....	5
1.6. Thách thức và xu hướng phát triển của IoT	5
II. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG GIÁM SÁT CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ:	6
2.1. Mục tiêu của hệ thống	6
2.2. Các chỉ số môi trường cần theo dõi.....	6
2.3, Cơ sở lý thuyết và công nghệ	7
III. THIẾT KẾ VÀ TRIỂN KHAI HỆ THỐNG	8
3.1, Sơ đồ Wokwi	8
3.2, Nguyên lý hoạt động :	10
3.3, Mô phỏng cảm biến :.....	10
IV, TRUYỀN VÀ TRỰC QUAN HÓA DỮ LIỆU TRÊN BLYNK :.....	11
4.1, Cấu hình Blynk :.....	11
4.1, Kết quả mong đợi:	12
V. PHÂN TÍCH VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ :.....	13
5.1, Kết quả mô phỏng	13
5.2, Đánh giá tính chính xác và độ tin cậy của dữ liệu:	15
5.3. Ưu điểm và nhược điểm của hệ thống mô phỏng :	16
VI. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN.....	17
6.1. Kết luận :	17
6.2. Hướng phát triển:.....	18
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	19
DANH SÁCH HÌNH.....	20

LỜI MỞ ĐẦU

Song song với quá trình công nghiệp hoá và đô thị hóa, ô nhiễm môi trường đang trở thành một vấn đề nan giải. Sự biến đổi lớn trong thành phần không khí do khói, bụi, hơi hoặc các khí độc hại không chỉ làm giảm tầm nhìn xa, biến đổi khí hậu mà còn gây ra nhiều căn bệnh nguy hiểm cho con người, sinh vật và hủy hoại các hệ sinh thái tự nhiên.

Trước thực trạng đó, bài tiểu luận này nhằm mục tiêu nghiên cứu và triển khai ứng dụng Internet of Things (IoT) trong việc xây dựng một hệ thống giám sát chất lượng không khí. Hệ thống có khả năng thu thập liên tục và tự động theo thời gian thực các thông số như nồng độ khí CO, bụi mịn PM2.5,... với thiết bị có kích thước nhỏ gọn, phù hợp với nhiều đối tượng sử dụng. Thông qua nền tảng website hoặc ứng dụng điện thoại thông minh (Android hoặc iOS), người dùng có thể dễ dàng theo dõi các chỉ số, từ đó phân tích dữ liệu, dự đoán xu hướng biến đổi chất lượng không khí, nhận cảnh báo sớm và đưa ra các biện pháp xử lý kịp thời.

Dưới sự hướng dẫn của Giảng viên Thạc sĩ Võ Việt Dũng, bài tiểu luận này sẽ trình bày hệ thống giám sát chất lượng không khí sử dụng vi điều khiển ESP32 kết hợp cảm biến MQ-135. Dữ liệu thu thập sẽ được truyền đến nền tảng đám mây như Blynk để phục vụ cho việc phân tích và trực quan hóa. Đồng thời, để thuận tiện cho việc trình diễn và thử nghiệm, hệ thống sẽ được mô phỏng trên nền tảng Wokwi, cho phép quan sát hoạt động mà không cần phần cứng vật lý.

Nội dung tiểu luận bao gồm tổng quan về IoT, nguyên lý hoạt động của hệ thống, quy trình thiết kế và mô phỏng bằng Wokwi, cũng như các phương pháp truyền dữ liệu đến các nền tảng trực tuyến. Thông qua việc nghiên cứu đề tài này, em mong muốn đóng góp một góc nhìn thực tế về ứng dụng IoT trong lĩnh vực giám sát môi trường, từ đó góp phần vào việc phát triển các giải pháp thông minh, tự động phục vụ cho giáo dục và nghiên cứu khoa học.

I. TỔNG QUAN VỀ INTERNET OF THINGS (IOT)



Hình 1: Tổng quan về IoT

1.1. Khái niệm

- Internet of Things (IoT), hay còn gọi là Internet Vạn Vật, là một mạng lưới các thiết bị vật lý được kết nối với nhau thông qua Internet, cho phép chúng thu thập, trao đổi và xử lý dữ liệu mà không cần sự can thiệp trực tiếp của con người. Các thiết bị này có thể bao gồm cảm biến, máy móc, phương tiện và nhiều đối tượng khác được tích hợp công nghệ để giao tiếp với nhau.

- Khái niệm IoT được đề xuất lần đầu vào cuối những năm 1990 bởi Kevin Ashton. Ban đầu, nó chỉ đơn thuần là việc kết nối các thiết bị RFID với Internet. Tuy nhiên, với sự phát triển nhanh chóng của công nghệ không dây, điện toán đám mây và vi xử lý giá rẻ, IoT ngày càng phát triển mạnh mẽ và được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau.

1.2. Cấu trúc và hoạt động của hệ thống IoT :

- Một hệ thống IoT điển hình bao gồm các thành phần chính:

Tầng thu thập thiết bị trường (Perception Layer – Edge Devices) :

Đúng như tên gọi, tầng thiết bị trường chính là những thiết bị vật lý có nhiệm vụ cụ thể như thu thập dữ liệu, đo đạc thông số của môi trường, nhà máy, cơ thể con người, thông số kỹ thuật và tình trạng hoạt động của máy móc...

Tầng truyền tải thông tin (Transport Layer – Gateways) :

Nếu so sánh những thiết bị vật lý có nhiệm vụ thu thập dữ liệu tại hiện trường như các giác quan của con người như mắt, mũi, tai...thì tầng truyền tải thông tin có nhiệm vụ như những mạch máu và những nơ ron thần kinh, có nhiệm vụ truyền tải thông tin thu thập được đến bộ não (bộ thu thập và xử lý dữ liệu).

Tầng xử lý dữ liệu (Processing Layer) :

Nhiệm vụ chính của tầng xử lý dữ liệu là thu thập dữ liệu từ thiết bị trường thông qua các giao thức truyền tải, lưu trữ và ứng dụng những thuật toán để dự đoán, đưa ra quyết định cho người sử dụng.

Tầng ứng dụng (Application Layer) :

Tầng ứng dụng có nhiệm vụ cung cấp cho người dùng những thông tin thu thập được từ hệ thống, tự động hoá quy trình và cải thiện chất lượng, đưa ra quyết định qua những thiết bị khác nhau như điện thoại thông minh, màn hình HMI trong hệ thống công nghiệp... giúp thao tác dễ dàng và đơn giản hoá quá trình vận hành.

- Quá trình hoạt động của IoT bắt đầu từ việc các thiết bị thông minh thu thập dữ liệu từ môi trường, sau đó truyền dữ liệu này qua mạng đến nền tảng xử lý. Tại đây, dữ liệu được phân tích và kết quả được gửi đến giao diện người dùng để hiển thị hoặc thực hiện các hành động tương ứng. ”

1.3. Ứng dụng của IoT

- IoT có ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, bao gồm:

- + Nhà thông minh (Smart Home): Điều khiển và giám sát các thiết bị gia đình như đèn, điều hòa, tủ lạnh thông qua ứng dụng di động, nhằm tăng cường tiện ích và tiết kiệm năng lượng.
- + Thành phố thông minh (Smart City): Ứng dụng IoT trong quản lý giao thông, chiếu sáng công cộng, quản lý chất thải và các dịch vụ đô thị khác để nâng cao chất lượng cuộc sống và hiệu quả quản lý đô thị.
- + Y tế (Healthcare): Sử dụng các thiết bị đeo thông minh để theo dõi sức khỏe bệnh nhân từ xa, quản lý hồ sơ y tế và cung cấp dịch vụ chăm sóc sức khỏe kịp thời.
- + Nông nghiệp thông minh (Smart Agriculture): Giám sát điều kiện môi trường như độ ẩm đất, nhiệt độ, lượng mưa để tối ưu hóa quy trình trồng trọt và chăn nuôi.
- + Công nghiệp (Industrial IoT): Theo dõi và tối ưu hóa quy trình sản xuất, bảo trì dự đoán và quản lý chuỗi cung ứng hiệu quả hơn.

1.4, Vai trò của IoT trong giám sát môi trường

Trong lĩnh vực giám sát môi trường, IoT đóng vai trò đặc biệt quan trọng:

- + Thu thập dữ liệu môi trường liên tục: Các cảm biến được gắn ở nhiều địa điểm giúp ghi nhận dữ liệu như nhiệt độ, độ ẩm, mức độ ô nhiễm không khí, tiếng ồn, ánh sáng,... một cách tự động và chính xác.
- + Truyền dữ liệu thời gian thực: Dữ liệu được gửi đến máy chủ hoặc nền tảng đám mây để lưu trữ và phân tích tức thì
- + Dự đoán và cảnh báo: Nhờ dữ liệu thu thập liên tục, hệ thống có thể phát hiện sớm các nguy cơ như ô nhiễm không khí vượt ngưỡng, giúp người dân có biện pháp phòng tránh.
- + Quản lý tài nguyên hiệu quả: Giúp chính quyền và cơ quan chức năng ra quyết định chính xác về quy hoạch, xử lý rác thải, quản lý nước, năng lượng,...

IoT không chỉ giúp tăng hiệu quả giám sát mà còn góp phần vào phát triển bền vững, bảo vệ sức khỏe cộng đồng và môi trường sống

1.5, Sự Phát Triển Mạnh Mẽ Của IoT Trong Thời Đại 4.0:

Trong những năm gần đây, Internet of Things (IoT) đã trở thành một phần quan trọng trong cuộc sống và hoạt động kinh doanh. Theo thống kê, hiện nay có hơn 14 tỷ thiết bị IoT được kết nối trên toàn cầu, và con số này dự kiến sẽ tăng lên 27 tỷ vào năm 2025. Điều này cho thấy sự phát triển mạnh mẽ của IoT, góp phần thúc đẩy quá trình số hóa trong nhiều lĩnh vực như y tế, giao thông, sản xuất và nhà thông minh.

IoT không chỉ dừng lại ở các thiết bị cá nhân như đồng hồ thông minh, cảm biến nhiệt độ, hay camera an ninh, mà còn mở rộng sang các hệ thống giám sát công nghiệp, quản lý chuỗi cung ứng, và điều khiển giao thông thông minh. Nhờ sự hỗ trợ của công nghệ 5G, việc truyền tải dữ liệu giữa các thiết bị IoT trở nên nhanh chóng và hiệu quả hơn. Đồng thời, sự sụt giảm giá thành của cảm biến và bộ vi xử lý giúp IoT trở nên phổ biến hơn trong nhiều ngành công nghiệp.

1.6. Thách thức và xu hướng phát triển của IoT

- Mặc dù IoT mang lại nhiều lợi ích, nhưng cũng đối mặt với các thách thức như:
 - + Bảo mật và quyền riêng tư: Việc kết nối hàng loạt thiết bị làm tăng nguy cơ về an ninh mạng và bảo vệ dữ liệu cá nhân.
 - + Chuẩn hóa và tương thích: Sự đa dạng của các thiết bị và giao thức kết nối yêu cầu các tiêu chuẩn chung để đảm bảo tính tương thích và hoạt động hiệu quả.
 - + Quản lý dữ liệu lớn: Lượng dữ liệu khổng lồ từ các thiết bị IoT đòi hỏi hệ thống lưu trữ và xử lý mạnh mẽ.
- Trong tương lai, IoT được dự báo sẽ tiếp tục phát triển mạnh mẽ, tích hợp sâu hơn với các công nghệ như trí tuệ nhân tạo (AI), học máy (Machine Learning) và mạng 5G, mở ra nhiều cơ hội và ứng dụng mới trong mọi lĩnh vực của đời sống và kinh tế

II. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG GIÁM SÁT CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ:

2.1. Mục tiêu của hệ thống

Hệ thống giám sát chất lượng không khí được xây dựng nhằm phục vụ nhu cầu theo dõi và đánh giá mức độ ô nhiễm không khí trong thời gian thực, giúp nâng cao nhận thức cộng đồng về tình trạng môi trường sống. Thông qua việc thu thập và phân tích các chỉ số không khí như nồng độ khí độc hại và bụi mịn, hệ thống hỗ trợ người dùng kịp thời nhận biết các nguy cơ về sức khỏe, từ đó chủ động áp dụng các biện pháp phòng ngừa.

Mục tiêu cụ thể của hệ thống bao gồm:

- + Giám sát liên tục chất lượng không khí theo thời gian thực.
- + Cung cấp thông tin trực quan đến người dùng thông qua ứng dụng di động hoặc nền tảng web.
- + Cảnh báo sớm khi chất lượng không khí vượt ngưỡng an toàn.
- + Hỗ trợ phân tích dữ liệu và dự đoán xu hướng ô nhiễm môi trường.

2.2. Các chỉ số môi trường cần theo dõi

Hệ thống tập trung vào một số chỉ số quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe con người và môi trường:

- + Nồng độ CO (Carbon Monoxide): Là khí độc sinh ra do đốt cháy không hoàn toàn nhiên liệu, gây ngạt thở và tổn thương hệ thần kinh.
- + Bụi mịn PM2.5: Là các hạt bụi có đường kính nhỏ hơn hoặc bằng 2.5 micromet, có khả năng đi sâu vào phổi và gây ra các bệnh về hô hấp, tim mạch.
- + Chất lượng không khí tổng thể (Air Quality Index - AQI): Tổng hợp các thông số đo được để đưa ra mức đánh giá chất lượng không khí.

Các chỉ số này sẽ được cảm biến đo đạc và gửi về nền tảng xử lý, sau đó chuyển thành dữ liệu dễ hiểu cho người dùng.

2.3, Cơ sở lý thuyết và công nghệ

- ESP32 và Wokwi:

- + ESP32 là vi điều khiển mạnh mẽ với Wi-Fi và Bluetooth tích hợp, có hiệu suất cao, hỗ trợ nhiều giao thức giao tiếp và tiết kiệm năng lượng.
- + Mô phỏng trên Wokwi: Wokwi là một trình giả lập phần cứng cho phép lập trình và kiểm tra ESP32 mà không cần phần cứng thực tế.
- + Các linh kiện mô phỏng: Wokwi hỗ trợ nhiều cảm biến như MQ2, MQ135, cảm biến ánh sáng, màn hình OLED, v.v.
- + Tạo dữ liệu ngẫu nhiên: Nếu Wokwi không hỗ trợ mô phỏng cảm biến thực tế, dữ liệu sẽ được tạo ngẫu nhiên bằng mã giả lập để kiểm tra hoạt động hệ thống.

Cảm biến MQ-135 :

- + Cảm biến MQ-135 là một loại cảm biến khí được sử dụng phổ biến trong các dự án IoT để đo chất lượng không khí. Nó có khả năng phát hiện nhiều loại khí độc hại trong môi trường
- + Nguyên lý hoạt động: dựa trên thay đổi điện trở của phần tử bán dẫn khi tiếp xúc với khí. Khi nồng độ khí độc tăng lên, điện trở của phần tử cảm biến thay đổi → điện áp đầu ra thay đổi tương ứng.
- + Kết nối với ESP32: Dữ liệu được truyền trực tiếp bằng điện áp đến chân **ADC** (Analog-to-Digital Converter)
- + Mô phỏng dữ liệu: Trong trường hợp không có cảm biến thực tế, dữ liệu giả lập sẽ được tạo ra để kiểm tra hoạt động hệ thống.

- Nền tảng IoT (Blynk):

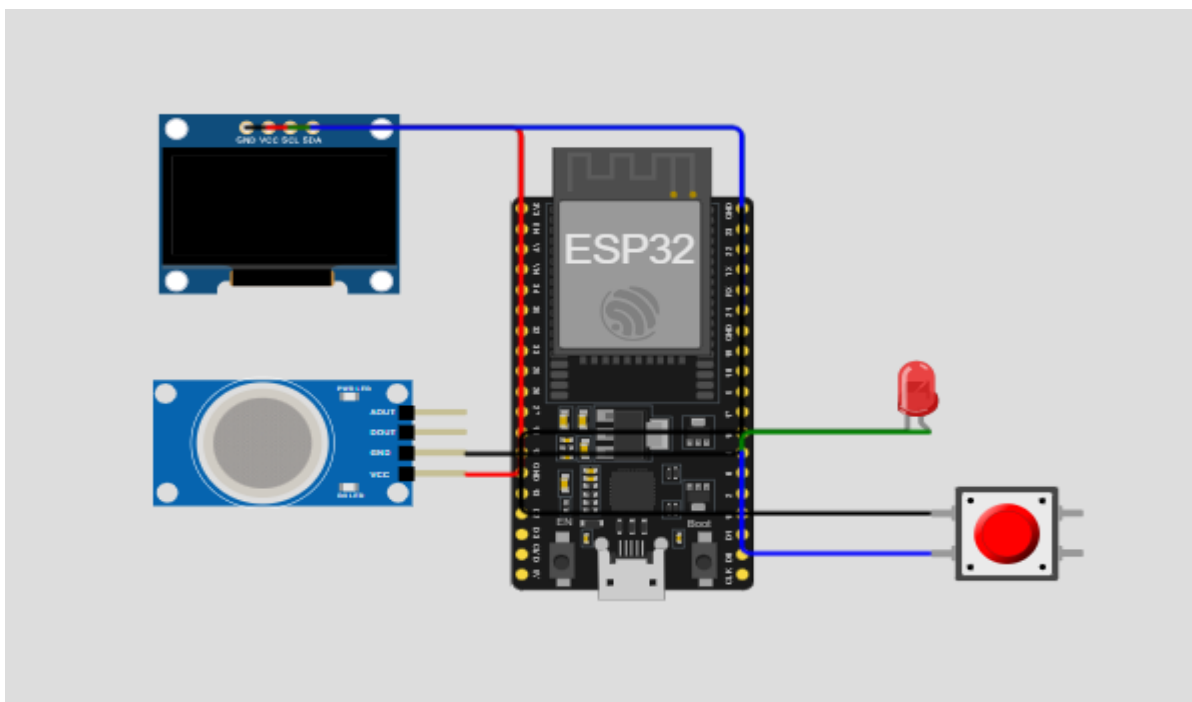
- + Blynk là một nền tảng IoT phổ biến cho phép điều khiển và giám sát thiết bị từ xa thông qua ứng dụng di động hoặc trình duyệt web.
- + Cách hoạt động: ESP32 thu thập dữ liệu từ cảm biến, sau đó gửi lên máy chủ của Blynk thông qua kết nối Wi-Fi.
- + Các tính năng của Blynk: Giao diện trực quan giúp hiển thị dữ liệu theo thời gian thực, hỗ trợ điều khiển thiết bị từ xa, tích hợp với nhiều nền tảng khác để phân tích dữ liệu

III. THIẾT KẾ VÀ TRIỂN KHAI HỆ THỐNG

3.1, Sơ đồ Wokwi

Giám sát chất lượng không khí môi trường được thiết kế trên nền tảng Wokwi để mô phỏng các linh kiện điện tử và kiểm tra hoạt động trước khi triển khai thực tế. Sơ đồ mạch điện bao gồm các thành phần chính sau:

- + ESP32: Vi điều khiển trung tâm, nhận dữ liệu từ cảm biến gửi lên nền tảng IoT (Blynk).
 - + Cảm biến MQ-135: Dùng để phát hiện nồng độ các khí độc hại như CO, CO₂, NH₃, benzen, bụi mịn (PM2.5), v.v.
 - + Mô-đun hiển thị (OLED hoặc LCD 16x2): Hiển thị thông tin nồng độ khí CO, bụi PM2.5 lên màn hình.
 - + LED đỏ – Dùng để báo hiệu rằng hệ thống đang hoạt động và bắt đầu tiến hành đo đạc.
 - + Nút nhấn (push button) – Dùng để kích hoạt/tắt đo lường dữ liệu.
 - + Nguồn cấp điện (5V hoặc 3.3V): Cung cấp năng lượng cho hệ thống.
- Sơ đồ mạch điện trên Wokwi



Hình 2: Sơ đồ mạch trên Wokwi

- Các kết nối chính:

+ Cảm biến khí MQ-135

Kết nối với ESP32:

VCC → 3V3 (nguồn 3.3V của ESP32)

GND → GND (mass của ESP32)

AOUT → GPIO 34 (ESP32 đọc tín hiệu analog từ cảm biến)

+ Màn hình OLED SSD1306 → ESP32

Loại kết nối: Giao tiếp I2C

Chân kết nối: VCC (Nguồn 3.3V) → ESP32: 3V3

GND (Mass) → ESP32: GND

SCL (Clock) → ESP32: GPIO 22

SDA (Dữ liệu) → ESP32: GPIO 21

+ LED cảnh báo:

Anode (chân dài) → GPIO 15 của ESP32 (qua điện trở khoảng 220Ω)

Cathode (chân ngắn) → GND của ESP32

+ Nút nhấn:

Một chân nút → GND

Chân còn lại → GPIO 4 của ESP32 (kèm điện trở kéo lên – có thể cấu hình trong code)

+ Kết nối WiFi với Blynk

+ Loại kết nối: WiFi

+ Thông tin kết nối:

+ SSID: “Wokwi-GUEST” (mạng mô phỏng)

+ Password: “ ” (không cần mật khẩu)

+ ESP32 sẽ kết nối và gửi dữ liệu lên Blynk qua internet.

3.2, Nguyên lý hoạt động :

- Khởi động hệ thống bằng nút nhấn vật lý hoặc nút ảo trên Blynk:

Người dùng có thể sử dụng nút nhấn vật lý được gắn trực tiếp trên mạch hoặc nút điều khiển ảo trong ứng dụng Blynk để khởi động hệ thống và ESP32 sẽ kích hoạt cảm biến MQ-135, bắt đầu quá trình đo chất lượng không khí.

- Đo chất lượng không khí với cảm biến MQ-135:

MQ-135 có khả năng phát hiện các loại khí độc hại như: NH_3 , NO_x , CO_2 , benzen, cồn,...

Cảm biến xuất tín hiệu analog (AOUT) có giá trị thay đổi theo nồng độ khí môi trường.

- ESP32 đọc dữ liệu từ cảm biến:

ESP32 tiến hành đọc giá trị analog từ chân AOUT của MQ-135.

Dữ liệu này được xử lý để đánh giá mức độ ô nhiễm không khí. Hệ thống có thể cảnh báo nếu giá trị vượt ngưỡng nguy hiểm.

- Hiển thị dữ liệu lên màn hình OLED: giá trị đo được sẽ được hiển thị trực tiếp trên màn hình OLED, giúp người dùng dễ dàng theo dõi chất lượng không khí tại chỗ.

- Gửi dữ liệu đến ứng dụng Blynk:

Đồng thời, dữ liệu cũng được gửi lên nền tảng Blynk thông qua WiFi.

Người dùng có thể theo dõi từ xa qua ứng dụng trên điện thoại hoặc giao diện web, giúp kiểm tra chất lượng không khí mọi lúc, mọi nơi.

- Báo hiệu hệ thống hoạt động bằng đèn LED: khi cảm biến được kích hoạt, đèn LED sẽ sáng, báo hiệu rằng hệ thống đang hoạt động và bắt đầu tiến hành đo đạc.

3.3, Mô phỏng cảm biến :

- Thiết lập cảm biến trong Wokwi

+ Nếu cảm biến có sẵn trên Wokwi, chúng sẽ được cấu hình thông qua mã nguồn.

- Giả lập dữ liệu cảm biến

+ Trong trường hợp Wokwi không hỗ trợ cảm biến MQ-135, ta có thể sử dụng giá trị ngẫu nhiên (random) trong mã nguồn của ESP32 để mô phỏng dữ liệu cảm biến, giúp kiểm tra logic hệ thống như hiển thị dữ liệu, gửi lên Blynk, điều khiển LED,...

+ Các giá trị này sẽ được cập nhật theo chu kỳ để tạo ra dữ liệu động.

IV, TRUYỀN VÀ TRỰC QUAN HÓA DỮ LIỆU TRÊN BLYNK :

Sau khi hệ thống đã được thiết kế và lập trình để thu thập dữ liệu từ cảm biến MQ-135, bước tiếp theo là xử lý truyền dữ liệu và hiển thị chúng một cách trực quan để người dùng có thể dễ dàng theo dõi và phân tích. Việc này được thực hiện thông qua nền tảng đám mây và ứng dụng trên thiết bị thông minh.

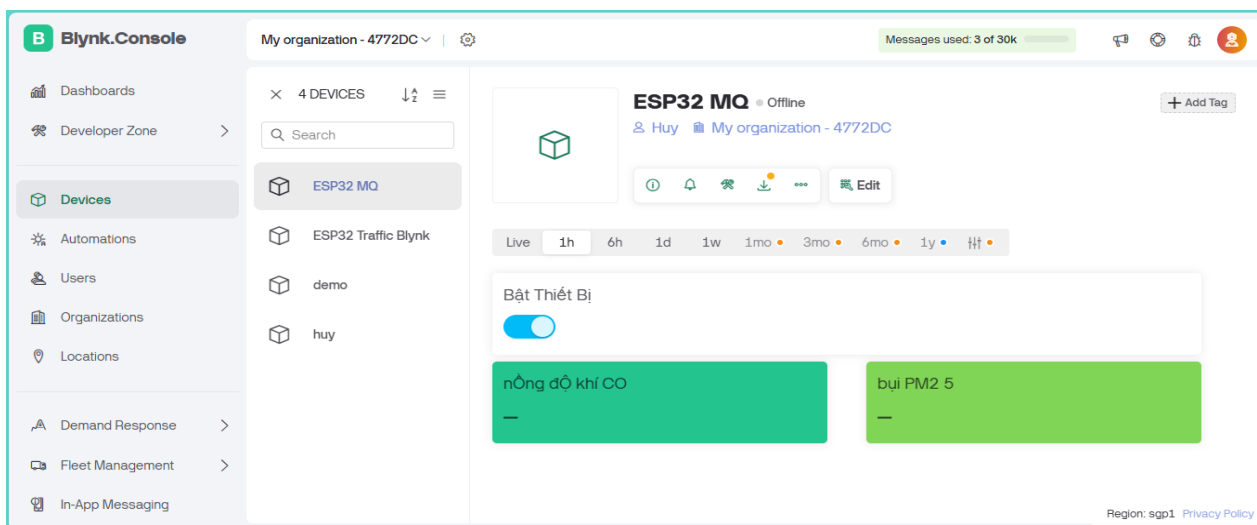
4.1, Cấu hình Blynk :

- + Tạo tài khoản trên Blynk và tạo dự án mới.
- + Thêm các widget phù hợp (Switch, Label, Gauge) để hiển thị dữ liệu.
- + Lấy Auth Token và TEMPLATE_ID, TEMPLATE_NAME của Blynk và cấu hình vào ESP32.
- + Kiểm tra hoạt động: Quan sát dữ liệu từ ESP32 hiển thị trên Blynk.

Người dùng có thể quan sát dữ liệu chất lượng không khí thông qua web hoặc ứng dụng Blynk trên điện thoại thông minh (Android hoặc iOS). Giao diện được thiết kế đơn giản nhưng trực quan với các thành phần như:

Switch (Nút nhấn): dùng để khởi động hoặc tắt cảm biến

Label (nhãn): Hiển thị giá trị cụ thể (VD: “Nồng độ khí: 400 ppm”).



Hình 3: Kết quả sau khi tạo trên Blynk

Để truyền dữ liệu từ cảm biến MQ-135 đến người dùng một cách hiệu quả, hệ thống sử dụng nền tảng **Blynk Cloud**. ESP32 được lập trình để đọc dữ liệu nồng độ khí từ cảm biến và gửi dữ liệu đó lên đám mây thông qua giao thức **WiFi**. Blynk cung cấp **Virtual Pins (chân ảo)** để truyền dữ liệu cảm biến theo thời gian thực.

- Cấu hình ESP32 gửi dữ liệu lên Blynk

- + Kết nối ESP32 với Wi-Fi: Thiết lập mạng Wi-Fi để truyền dữ liệu.

- + Sử dụng thư viện Blynk: ESP32 giao tiếp với Blynk thông qua API.

- + Gửi dữ liệu từ cảm biến lên Blynk: Dữ liệu nhiệt độ và độ ẩm sẽ được gửi lên Blynk theo định kỳ.

- + Hiển thị dữ liệu trên ứng dụng Blynk: Người dùng có thể xem thông tin qua giao diện đồ họa của Blynk.

4.1, Kết quả mong đợi:

- Hệ thống giám sát chất lượng không khí sử dụng vi điều khiển ESP32 và cảm biến MQ-135 đạt được các kết quả sau:

- + Khi người dùng nhấn nút trong wokwi lý gắn trực tiếp trên mạch hoặc nút điều khiển ảo trên ứng dụng Blynk hệ thống sẽ Khởi động , thông qua đèn LED sáng Báo hiệu trạng thái hoạt động của hệ thống, giúp người dùng nhận biết hệ thống đang trong quá trình đo lường và giám sát không khí, sau đó cảm biến MQ-135 Đo và đánh giá mức độ ô nhiễm không khí các loại nồng độ khí CO, bụi PM2.5 .Cảm biến cung cấp tín hiệu analog tỷ lệ thuận với nồng độ khí trong môi trường.

ESP32 tiến hành thu thập và xử lý dữ liệu đo được từ cảm biến MQ-135 thông qua chân analog (AOUT). Dữ liệu sau khi xử lý được hiển thị giá trị đo theo thời gian thực trên màn hình OLED, cho phép người dùng dễ dàng quan sát và theo dõi trực tiếp các thông số chất lượng không khí tại chỗ.

Gửi dữ liệu lên nền tảng IoT Blynk thông qua kết nối WiFi. Người dùng có thể giám sát chất lượng không khí từ xa bằng điện thoại thông minh hoặc giao diện web, giúp nâng cao khả năng kiểm tra và phản ứng kịp thời khi môi trường bị ô nhiễm.

V. PHÂN TÍCH VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ :

5.1, Kết quả mô phỏng

- Giám sát chất lượng không khí với ESP32 và cảm biến MQ đã được mô phỏng thành công trên Wokwi. Các thành phần chính bao gồm:

+ ESP32: Được mô phỏng để thực hiện chức năng xử lý tín hiệu từ cảm biến và giao tiếp với màn hình hiển thị.

+ Cảm biến MQ-135: mô phỏng đo nồng độ khí môi trường và gửi dữ liệu đến ESP32.

+ Đèn LED : sáng lên khi hệ thống đang hoạt động và bắt đầu tiến hành đo đạc

+ Nút nhấn (**Switch**): Nút nhấn được sử dụng để bật/tắt hệ thống.

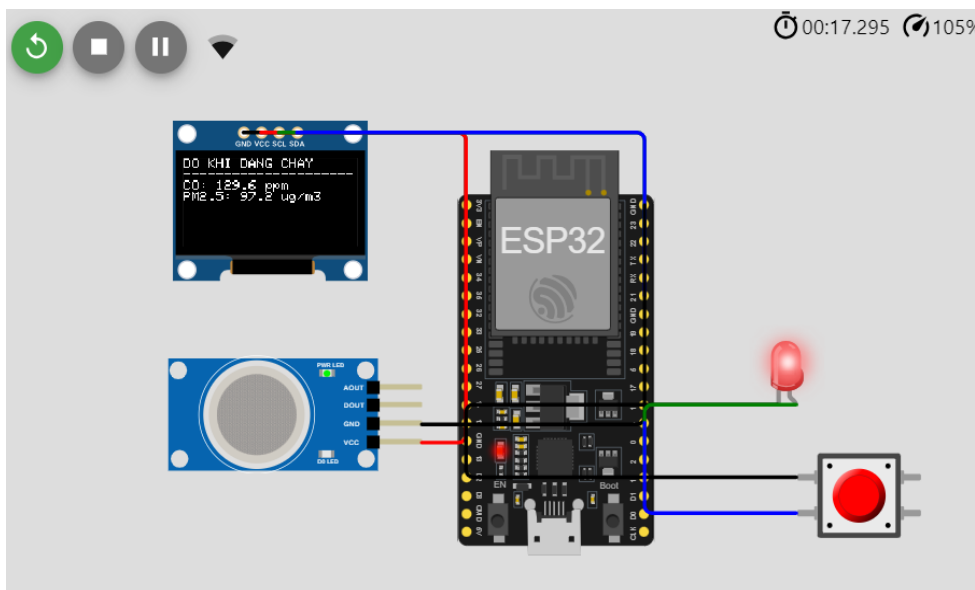
+ Màn hình OLED SSD1306: Hiển thị thông tin về nhiệt độ và độ ẩm theo thời gian thực.

+ Blynk: Gửi dữ liệu lên nền tảng IoT để giám sát từ xa.

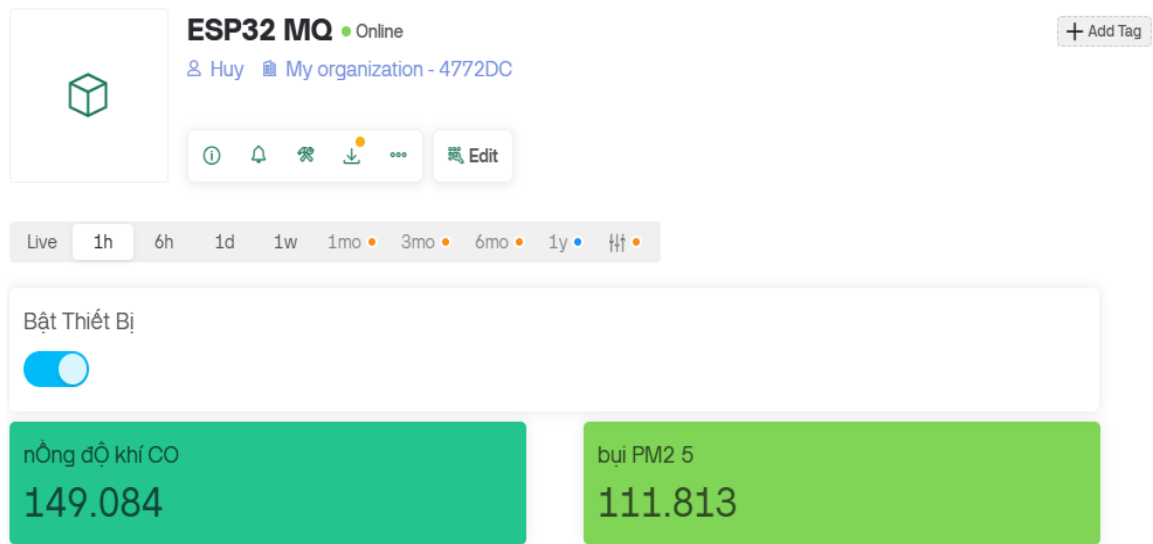
- Dữ liệu thu thập từ mô phỏng được hiển thị trên Serial Monitor của Wokwi, màn hình OLED. Các giá trị không khí đo được thay đổi theo từng chu kỳ đọc dữ liệu, phản ánh sự hoạt động của hệ thống.

- Phân tích dữ liệu trên nền tảng IoT: sau khi gửi dữ liệu từ ESP32 lên Blynk, kết quả có thể được quan sát qua giao diện ứng dụng di động hoặc trang web của Blynk.

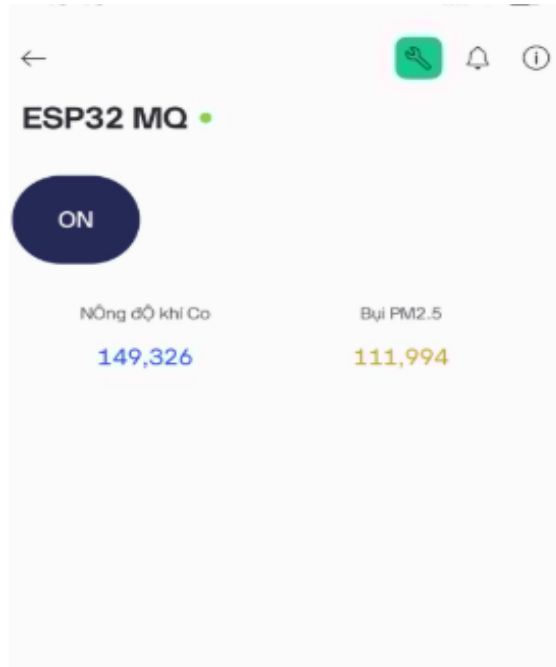
Dữ liệu bao gồm: các giá trị nồng độ khí CO, bụi PM2.5 hiển thị lên Label trong blynk



Hình 4: Kết quả mô phỏng



Hình 5: Kết quả chạy trên web Blynk



Hình 6: Kết quả chạy trên ứng dụng Blynk IoT

- Từ kết quả mô phỏng, có thể thấy hệ thống hoạt động ổn định, đảm bảo khả năng thu thập và truyền tải dữ liệu đúng theo thiết kế.

5.2, Đánh giá tính chính xác và độ tin cậy của dữ liệu:

- Đánh giá tính chính xác :

- Cảm biến MQ-135 là cảm biến khí bán dẫn có khả năng phát hiện nhiều loại khí như: CO (Carbon Monoxide), CO₂, NH₃, NO_x, benzen, rượu, và khói. Tuy nhiên, cảm biến không được thiết kế để đo bụi mịn PM2.5, do đó việc sử dụng MQ-135 để đánh giá bụi mịn chỉ mang tính tương đối và không chính xác tuyệt đối.

+ Đối với khí **CO**: MQ-135 có độ nhạy tương đối cao với khí CO, đặc biệt khi được hiệu chuẩn đúng cách. Giá trị đo được từ cảm biến thường thể hiện tổng nồng độ các loại khí có hại trong không khí (TVCs – Total Volatile Compounds), do đó không phản ánh chính xác từng loại khí riêng lẻ như CO nếu không có mạch phân tích chuyên biệt.

+ Đối với bụi **PM2.5** : MQ-135 không thể đo chính xác bụi mịn PM2.5, vì cảm biến này không dựa trên cơ chế đo phân tử bụi (như laser SDS011 hoặc GP2Y1010AU0F).

Dữ liệu về bụi mịn từ MQ-135 nếu có chỉ là gián tiếp, tức là khi không khí bị ô nhiễm nặng thì thường cũng đi kèm bụi, nhưng không có sự tương quan định lượng rõ ràng

=> Kết luận về độ chính xác: Trong môi trường mô phỏng, cảm biến MQ-135 cung cấp dữ liệu tương đối ổn định và phản ứng nhanh với sự thay đổi nồng độ khí.

Tuy nhiên, trong thực tế, cần tiến hành hiệu chuẩn định kỳ và kiểm tra chéo với thiết bị đo chuyên dụng để đảm bảo độ chính xác cao hơn.

- **Độ tin cậy của dữ liệu:** Độ tin cậy của dữ liệu từ cảm biến MQ-135 phụ thuộc vào nhiều yếu tố, bao gồm cả điều kiện hoạt động, cách hiệu chuẩn, và cách hệ thống xử lý dữ liệu thu được.

Độ lặp lại và ổn định : Cảm biến MQ-135 có khả năng cho dữ liệu tương đối ổn định trong cùng một điều kiện môi trường. Khi môi trường không có sự thay đổi lớn, kết quả đo gần như không biến động mạnh.

Việc đo nhiều lần trong một khoảng thời gian ngắn thường cho kết quả gần giống nhau

⇒ thể hiện độ lặp lại cao, tức là độ tin cậy ngắn hạn khá tốt.

Tốc độ phản hồi : MQ-135 có thời gian phản hồi tương đối nhanh (10–30 giây sau khi có thay đổi nồng độ khí), giúp phát hiện ô nhiễm không khí gần như theo thời gian thực giúp hệ thống phản ứng nhanh với các thay đổi đột ngột, tăng tính tin cậy cảnh báo tức thời.

Mặc dù cảm biến MQ-135 không đạt độ chính xác cao như các thiết bị đo chuyên nghiệp, nhưng với điều kiện hiệu chuẩn tốt và môi trường hoạt động phù hợp, nó vẫn cung cấp dữ liệu đáng tin cậy cho các ứng dụng giám sát chất lượng không khí ở mức độ cơ bản hoặc trung bình.

5.3. Ưu điểm và nhược điểm của hệ thống mô phỏng :

- Ưu điểm:

- + Tiết kiệm chi phí phần cứng : hệ thống mô phỏng trên nền tảng như Wokwi thử nghiệm mạch điện, cảm biến và lập trình vi điều khiển mà không cần phải mua thiết bị thật.
- + Dễ dàng kiểm thử và sửa lỗi : mô phỏng cho phép kiểm tra logic, dòng tín hiệu, trạng thái các chân, giúp phát hiện và khắc phục lỗi nhanh chóng trước khi triển khai thực tế.
- + Tiện lợi trong việc học tập và nghiên cứu Không cần không gian phòng lab hay thiết bị hỗ trợ, người dùng có thể mô phỏng trực tuyến mọi lúc mọi nơi
- + Hiển thị trực quan và dễ theo dõi : có thể nhìn thấy sự thay đổi trực tiếp trên các thành phần như màn hình, LED, nút nhấn..., giúp hiểu rõ luồng hoạt động của hệ thống.
- + Nền tảng mô phỏng cho phép gắn nhanh cảm biến MQ-135, màn hình TM1637, LED, nút nhấn... mà không tốn thời gian lắp ráp vật lý.

Nhược điểm

- + Dù mô phỏng rất tiện lợi, nhưng không thể thay thế được những yếu tố vật lý ngoài đời thật như nhiễu điện từ, nguồn điện không ổn định, độ trễ tín hiệu thực tế...
- + Giới hạn khả năng cảm biến trong mô phỏng chỉ giả lập giá trị đầu vào, nên không thể kiểm tra độ nhạy, tốc độ phản hồi hay độ ổn định của như MQ-135 ngoài thực tế.

- + Không mô phỏng được ảnh hưởng của môi trường thực tế như nhiệt độ, bụi, độ ẩm, khí độc... không thể tái hiện chân thực trong mô phỏng, ảnh hưởng đến tính chính xác khi đánh giá hiệu suất hệ thống.
- + Giới hạn phần cứng chuyên dụng (ví dụ như module GSM, Wi-Fi thực tế, cảm biến bụi PM2.5 chuyên biệt) chưa được hỗ trợ hoặc hỗ trợ không đầy đủ trên nền tảng mô phỏng.

VI. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

6.1. Kết luận :

- Hệ thống giám sát chất lượng không khí sử dụng ESP32 và cảm biến MQ-135 đã được mô phỏng thành công trên nền tảng Wokwi, với khả năng thu thập dữ liệu về nồng độ khí độc hại như CO, bụi PM2.5 bằng cảm biến MQ-135. Dữ liệu đo được được hiển thị trên màn hình LED 7 đoạn TM1637, hỗ trợ thêm đèn LED và nút nhấn điều khiển để tăng khả năng tương tác với người dùng. Ngoài ra, hệ thống cũng có thể tích hợp gửi dữ liệu lên các nền tảng IoT như Blynk để theo dõi chất lượng không khí từ xa.
- Kết quả mô phỏng cho thấy hệ thống hoạt động ổn định, các giá trị được cập nhật theo thời gian thực. Cảm biến MQ-135 phản ứng khá nhạy với sự thay đổi giả lập của nồng độ khí và các thao tác với nút nhấn được ghi nhận chính xác. Tuy nhiên, một số giới hạn của mô phỏng như không thể tái hiện hoàn toàn đặc tính khí thực tế, hoặc không thể đo được bụi mịn PM2.5 vẫn tồn tại, do MQ-135 chủ yếu phản ứng với khí gas chứ không chuyên biệt cho bụi.
- Mặc dù MQ-135 có một số sai số nhất định do điều kiện mô phỏng không hoàn toàn giống thực tế, nhưng hệ thống vẫn đáp ứng tốt cho các ứng dụng giám sát chất lượng không khí ở mức cơ bản. Với việc hiệu chuẩn hợp lý và triển khai phần cứng thực tế, hệ thống hoàn toàn có thể ứng dụng trong các mô hình lớp học, nhà ở, vườn trồng, hoặc các dự án nghiên cứu nhỏ về môi trường.

6.2. Hướng phát triển:

- Tích hợp thêm cảm biến: Hệ thống có thể được mở rộng bằng cách tích hợp thêm các cảm biến khác như cảm biến chất lượng không khí (MQ-135), cảm biến ánh sáng (LDR) hoặc cảm biến áp suất khí quyển (BMP280) để có được cái nhìn toàn diện hơn về môi trường.
 - Cải thiện giao thức truyền dữ liệu: Việc sử dụng WiFi để gửi dữ liệu lên nền tảng IoT hiện nay đã hoạt động tốt, tuy nhiên, có thể nâng cấp bằng cách sử dụng giao thức MQTT để tối ưu hóa tốc độ truyền và giảm độ trễ.
 - Lưu trữ dữ liệu dài hạn: Hiện tại, dữ liệu được ghi vào thẻ SD, nhưng có thể cải tiến bằng cách đồng bộ dữ liệu với một dịch vụ lưu trữ đám mây như Firebase, Google Sheets hoặc một server riêng để lưu trữ lâu dài và dễ dàng phân tích dữ liệu.
 - Ứng dụng trí tuệ nhân tạo: Một hướng phát triển khác là sử dụng AI để phân tích dữ liệu thu thập được, từ đó đưa ra dự báo hoặc cảnh báo sớm về những thay đổi bất thường trong môi trường.
 - Chế tạo thiết bị thực tế: Sau khi mô phỏng thành công trên Wokwi, hệ thống có thể được triển khai trên phần cứng thực tế để kiểm tra độ chính xác và độ bền khi vận hành liên tục trong môi trường thật.
- => Với những cải tiến trên, hệ thống ghi nhật ký môi trường sẽ trở nên linh hoạt và hữu ích hơn trong việc giám sát và phân tích dữ liệu môi trường, góp phần hỗ trợ các ứng dụng thực tế trong đời sống và nghiên cứu khoa học.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

IBM (2021). “Internet of Things (IoT)”.

<https://www.ibm.com/cloud/internet-of-things>. Truy cập ngày 6/4/2025.

AWS (2022). “What is IoT?”.

<https://aws.amazon.com/vi/what-is/iot/> Truy cập ngày 6/4/2025.

Vietnix (2023). “IoT là gì? Tổng quan về Internet of Things”.

<https://vietnix.vn/iot-la-gi/>. Truy cập ngày 6/4/2025.

Wikipedia (2023). “Internet Vạn Vật”.

https://vi.wikipedia.org/wiki/Internet_V%E1%BA%A1n_V%E1%BA%ADt.

Truy cập ngày 10/4/2025.

Vinahost (2023). “Tổng quan về Internet of Things”.

<https://vinahost.vn/iot-la-gi/>. Truy cập ngày 10/4/2025.

Cấu trúc hệ thống Internet of Things (IoT)_____

[Cấu trúc hệ thống IoT gồm mấy phần chính?](#) Truy cập ngày 10/4/2025.

Sự Bùng Nổ Của IoT và Xu Hướng Tích Hợp AI: Tương Lai Của Công Nghệ Thông Minh

[Sự Bùng Nổ Của IoT và Xu Hướng Tích Hợp AI: Tương Lai Của Công Nghệ Thông Minh – Khoa Công Nghệ Thông Tin](#)

Truy cập ngày 10/4/2025

DANH SÁCH HÌNH

Hình 1: Tổng quan về IoT

Hình 2: Sơ đồ mạch trên Wokwi

Hình 3: Kết quả sau khi tạo trên Blynk

Hình 4: Kết quả mô phỏng

Hình 5: Kết quả chạy trên web Blynk

Hình 6: Kết quả chạy trên ứng dụng Blynk IoT