

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



TIỂU LUẬN MÔN HỌC
PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG IoT

HỆ THỐNG GHI NHẬT KÝ MÔI TRƯỜNG VỚI ESP32

Sinh viên thực hiện:
Lại Văn Minh

Huế, 4/2025

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



TIỂU LUẬN MÔN HỌC
PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG IoT

**HỆ THỐNG GHI NHẬT KÝ MÔI
TRƯỜNG VỚI ESP32**

Giảng viên hướng dẫn:
Ths. Võ Việt Dũng

Sinh viên thực hiện:
- Lại Văn Minh

Nhóm : 5
Lớp: TIN4024.005
Năm học: 2024-2025

Huế, 4/2025

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

ABBREVIATIONS	MEANING
IoT	Internet of Things
Thẻ SD	Secure Digital Card
SPI	Serial Peripheral Interface

MỤC LỤC

PHẦN MỞ ĐẦU	1
1. Lý do chọn đề tài:	1
2. Mục tiêu nghiên cứu.	1
PHẦN NỘI DUNG.....	2
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG GHI NHẬT KÝ MÔI TRƯỜNG HIỆN NAY	2
1.1. Khái niệm hệ thống ghi nhật ký môi trường.....	2
1.2. Các loại hệ thống ghi nhật ký hiện nay	2
1.3. Công nghệ và nền tảng hỗ trợ	2
1.4. Ứng dụng của hệ thống ghi nhật ký môi trường	2
1.5. Xu hướng phát triển.....	3
CHƯƠNG 2: TÌM HIỂU CÁC THÀNH PHẦN TRONG HỆ THỐNG	3
2.1. Giới thiệu chung.....	3
2.2. Vi điều khiển ESP32.....	3
2.3. Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm DHT22.....	5
2.4. Thẻ nhớ SD	6
2.5. Giao diện phân tích qua Blynk.....	8
CHƯƠNG 3: XÂY DỰNG HỆ THỐNG GHI NHẬT KÍ MÔI TRƯỜNG	8
3.1. Mô hình tổng thể hệ thống.....	8
3.2. Sơ đồ nguyên lý kết nối phần cứng.....	9
3.3. Lưu đồ hoạt động của hệ thống.....	10
3.4. Giao diện hiển thị dữ liệu trên Blynk.....	10
PHẦN KẾT LUẬN.....	13
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	14

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Biến đổi khí hậu và ô nhiễm môi trường đang ngày càng trở thành những vấn đề đáng lo ngại, ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe và chất lượng cuộc sống của con người. Trong nhiều lĩnh vực như nông nghiệp, công nghiệp hay trong sinh hoạt hằng ngày, việc giám sát các thông số môi trường như nhiệt độ và độ ẩm đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo điều kiện sống và bảo quản phù hợp cho con người, vật nuôi, cây trồng và hàng hóa.

Tuy nhiên, nhiều hệ thống giám sát hiện nay có chi phí cao, khó cài đặt và không hỗ trợ khả năng lưu trữ dữ liệu lịch sử hoặc phân tích thông tin từ xa. Với sự phát triển nhanh chóng của công nghệ IoT (Internet of Things), các hệ thống ghi nhật ký môi trường thông minh với chi phí thấp và dễ triển khai đã trở thành xu hướng hiệu quả và thiết thực.

ESP32 là một vi điều khiển nổi bật nhờ khả năng kết nối Wi-Fi, hiệu suất cao và giá thành hợp lý. Khi kết hợp ESP32 với cảm biến DHT22 (đo nhiệt độ và độ ẩm), thẻ nhớ SD (lưu trữ dữ liệu) và nền tảng Blynk (giám sát từ xa), ta có thể xây dựng một hệ thống ghi nhận thông số môi trường liên tục, hỗ trợ truy xuất và phân tích dữ liệu dễ dàng qua web.

Với mong muốn xây dựng một hệ thống giám sát môi trường đơn giản, dễ triển khai, phù hợp với nhu cầu học tập, nghiên cứu và ứng dụng thực tế, đề tài **“Hệ thống ghi nhật ký môi trường với ESP32”** được lựa chọn nhằm khám phá và áp dụng hiệu quả công nghệ IoT trong lĩnh vực môi trường.

2. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu của đề tài **“Hệ thống ghi nhật ký môi trường với ESP32”** là nghiên cứu, xây dựng và mô phỏng một hệ thống ghi nhận dữ liệu môi trường (nhiệt độ và độ ẩm), có khả năng lưu trữ dữ liệu và hỗ trợ phân tích thông tin từ xa, dựa trên công nghệ IoT. Cụ thể, đề tài hướng đến các mục tiêu sau:

- Tìm hiểu hệ thống ghi nhật ký môi trường.
- Tìm hiểu nguyên lý hoạt động của cảm biến DHT22 trong việc đo lường nhiệt độ và độ ẩm môi trường.
- Nghiên cứu khả năng thu thập và xử lý dữ liệu của vi điều khiển ESP32, cũng như cách lưu trữ dữ liệu vào thẻ nhớ SD.
- Tìm hiểu cách tích hợp và sử dụng nền tảng Blynk để giám sát các thông số môi trường từ xa thông qua kết nối Internet.
- Xây dựng mô hình mô phỏng toàn bộ hệ thống trên nền tảng Wokwi, kiểm nghiệm nguyên lý hoạt động và tính khả thi của hệ thống.
- Đánh giá ưu điểm, hạn chế của hệ thống đề xuất so với các phương pháp giám sát môi trường truyền thống, từ đó đề xuất hướng phát triển trong tương lai.

PHẦN NỘI DUNG

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG GHI NHẬT KÝ MÔI TRƯỜNG HIỆN NAY

1.1. Khái niệm hệ thống ghi nhật ký môi trường

Hệ thống ghi nhật ký môi trường là một giải pháp công nghệ dùng để theo dõi, ghi lại và phân tích các thông số môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, chất lượng không khí, v.v. Các dữ liệu này được thu thập định kỳ từ các cảm biến và lưu trữ để phục vụ mục đích phân tích, giám sát hoặc cảnh báo.

Nhật ký môi trường giúp người dùng đánh giá được sự biến động của môi trường theo thời gian, từ đó đưa ra các giải pháp kiểm soát và cải thiện chất lượng môi trường sống, sản xuất hoặc lưu trữ.

1.2. Các loại hệ thống ghi nhật ký hiện nay

Hiện nay, có hai loại hệ thống ghi nhật ký môi trường phổ biến:

- **Hệ thống truyền thống:** Thường sử dụng các thiết bị đơn lẻ như máy đo nhiệt độ, độ ẩm với bộ nhớ nội bộ hạn chế. Người dùng cần truy cập trực tiếp vào thiết bị để xem hoặc trích xuất dữ liệu. Hệ thống này có chi phí thấp nhưng hạn chế về khả năng theo dõi từ xa và phân tích dữ liệu.
- **Hệ thống hiện đại ứng dụng IoT:** Sử dụng các vi điều khiển (như ESP32, Arduino) kết hợp với cảm biến môi trường và bộ nhớ ngoài (như thẻ SD). Các hệ thống này có thể lưu trữ dữ liệu liên tục, đồng thời truyền dữ liệu lên nền tảng web, ứng dụng di động hoặc dịch vụ đám mây để người dùng theo dõi và phân tích từ xa.

1.3. Công nghệ và nền tảng hỗ trợ

Các hệ thống ghi nhật ký hiện đại thường được xây dựng trên nền tảng:

- **Vi điều khiển ESP32:** Hỗ trợ kết nối Wi-Fi, Bluetooth, hiệu suất cao và tiêu thụ điện năng thấp, rất phù hợp cho các ứng dụng IoT.
- **Cảm biến môi trường:** Như DHT11/DHT22 để đo nhiệt độ và độ ẩm, MQ135 để đo chất lượng không khí, BH1750 để đo cường độ ánh sáng...
- **Bộ nhớ ngoài (SD card):** Lưu trữ dữ liệu lâu dài, dễ dàng trích xuất và phân tích.
- **Nền tảng IoT như Blynk, ThingSpeak:** Dùng để hiển thị dữ liệu theo thời gian thực và gửi cảnh báo khi giá trị vượt ngưỡng.
- **Công cụ mô phỏng Wokwi:** Cho phép thiết kế và chạy thử hệ thống ảo mà không cần phần cứng thật.

1.4. Ứng dụng của hệ thống ghi nhật ký môi trường

Các hệ thống này được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như:

- **Nông nghiệp thông minh:** Giám sát nhiệt độ, độ ẩm trong nhà kính để tối ưu hóa điều kiện sinh trưởng của cây trồng.
- **Kho lạnh và kho lưu trữ:** Theo dõi nhiệt độ và độ ẩm nhằm đảm bảo điều kiện bảo quản sản phẩm.
- **Giáo dục và nghiên cứu:** Là công cụ giảng dạy, mô phỏng các hệ thống cảm biến trong môi trường học đường.
- **Hệ thống nhà thông minh:** Theo dõi điều kiện môi trường trong nhà để điều chỉnh thiết bị tự động như máy lạnh, máy hút ẩm...

1.5. Xu hướng phát triển

Với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ IoT, các hệ thống ghi nhật ký môi trường đang ngày càng được tối ưu hóa về:

- **Tính linh hoạt và khả năng mở rộng**
- **Giao diện trực quan, phân tích dữ liệu bằng AI hoặc dashboard**
- **Kết nối không dây và lưu trữ đám mây**
- **Tối ưu chi phí và năng lượng tiêu thụ**

Trong tương lai, các hệ thống này sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc giám sát và bảo vệ môi trường, đặc biệt là trong bối cảnh biến đổi khí hậu và đô thị hóa nhanh chóng.

CHƯƠNG 2: TÌM HIỂU CÁC THÀNH PHẦN TRONG HỆ THỐNG

2.1. Giới thiệu chung

Hệ thống ghi nhật ký môi trường sử dụng ESP32 bao gồm nhiều thành phần phần cứng và phần mềm kết hợp nhằm đảm bảo khả năng thu thập, lưu trữ, và hiển thị dữ liệu nhiệt độ – độ ẩm theo thời gian thực. Trong chương này, chúng ta sẽ tìm hiểu chi tiết về từng thành phần trong hệ thống để hiểu rõ chức năng và vai trò của chúng.

[1]

2.2. Vi điều khiển ESP32

ESP32 là một dòng vi điều khiển do hãng Espressif Systems phát triển, nổi bật với khả năng kết nối Wi-Fi và Bluetooth, hiệu suất cao và giá thành rẻ. Đây là một trong những vi điều khiển phổ biến nhất hiện nay trong các dự án IoT và hệ thống nhúng nhờ tính linh hoạt và khả năng mở rộng mạnh mẽ.

2.2.1. Đặc điểm nổi bật

- **Kết nối không dây mạnh mẽ:** Hỗ trợ cả Wi-Fi (với tốc độ lên đến 150Mbps) và Bluetooth (bao gồm Bluetooth Classic và BLE), cho phép thiết bị dễ dàng kết nối Internet hoặc giao tiếp với các thiết bị khác.

- Tiêu thụ năng lượng thấp: Hỗ trợ nhiều chế độ tiết kiệm năng lượng như Deep Sleep, giúp kéo dài tuổi thọ pin trong các ứng dụng cần hoạt động liên tục.
- Hiệu năng cao: Trang bị vi xử lý lõi kép 32-bit Xtensa LX6, hoạt động ở tốc độ 160 MHz hoặc 240 MHz, phù hợp cho các ứng dụng cần xử lý song song.
- Tương thích với nhiều nền tảng: ESP32 có thể lập trình bằng Arduino IDE hoặc MicroPython – giúp người dùng dễ dàng phát triển và kiểm thử các ứng dụng.
- Hỗ trợ đa dạng thiết bị ngoại vi: ESP32 tích hợp các giao thức giao tiếp phổ biến như UART, SPI, I2C, PWM, ADC, DAC, cảm ứng điện dung... giúp dễ dàng kết nối với cảm biến, mô-đun và các thiết bị điện tử khác.

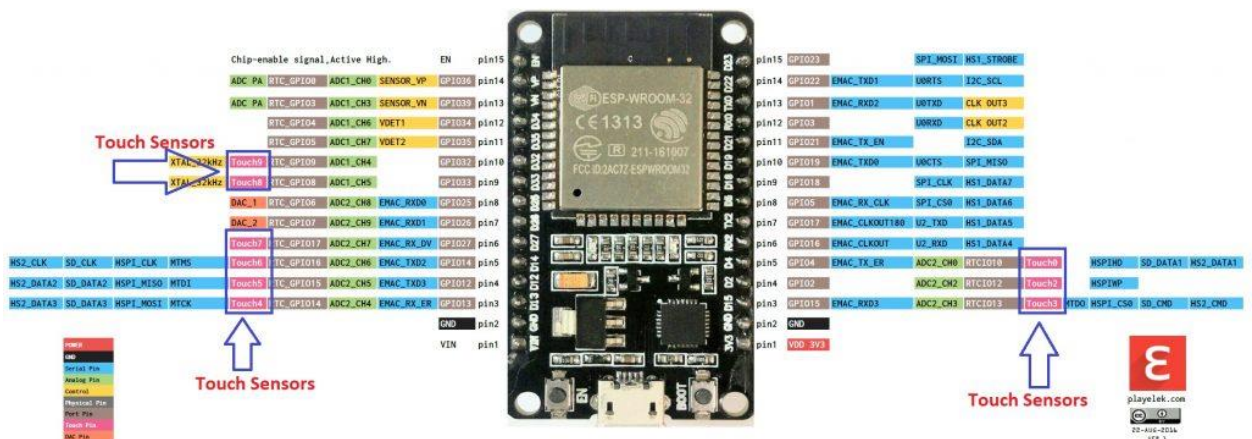
2.2.2. Thông số kỹ thuật chính

- Bộ xử lý: Dual-core Xtensa LX6, tốc độ tối đa 240 MHz.
- Bộ nhớ:
 - ROM: 448 KB
 - SRAM: 520 KB
 - RTC fast/slow SRAM: 8 KB mỗi loại
 - eFuse: 1 Kbit (dùng cho mã hóa, ID chip,...)
- Bộ nhớ flash tích hợp: Có thể lên đến 4 MB (tùy phiên bản).
- Thiết bị ngoại vi: Hỗ trợ ADC, DAC, SPI, I2C, UART, PWM, I2S, RMII, cảm ứng điện dung.
- Bảo mật: Hỗ trợ phần cứng cho mã hóa SSL/TLS, AES – giúp đảm bảo an toàn truyền dữ liệu.

2.2.3. Vai trò trong hệ thống

Trong hệ thống ghi nhật ký môi trường, ESP32 đóng vai trò là bộ não trung tâm – nhận dữ liệu từ cảm biến nhiệt độ và độ ẩm, lưu vào thẻ nhớ SD và gửi dữ liệu đến nền tảng Blynk để hiển thị theo thời gian thực.

DOIT ESP32 DEVKIT V1 PINOUT



Hình 1. Bảng mạch ESP32 (Nguồn: mecsu.vn)

2.3. Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm DHT22

DHT22 là một cảm biến kỹ thuật số được sử dụng phổ biến để đo nhiệt độ và độ ẩm môi trường. Với khả năng cung cấp dữ liệu chính xác, chi phí thấp và dễ sử dụng, cảm biến này thường được tích hợp trong các hệ thống IoT, đặc biệt là các dự án giám sát môi trường.

2.3.1. Đặc điểm nổi bật

- Đo được cả nhiệt độ và độ ẩm: Cảm biến sử dụng điện trở nhiệt để đo nhiệt độ và cảm biến độ ẩm điện dung để đo độ ẩm môi trường, sau đó xuất ra dữ liệu ở dạng số thông qua một chân dữ liệu duy nhất.
- Hiệu chuẩn sẵn: DHT22 đã được hiệu chuẩn và bù nhiệt độ sẵn từ nhà sản xuất, giúp tăng độ chính xác và giảm công đoạn xử lý phức tạp khi lập trình.
- Kết nối đơn giản: Cảm biến có 4 chân, nhưng chỉ cần 3 chân để kết nối (Vcc, Data, GND), rất tiện lợi khi sử dụng với vi điều khiển như ESP32.
- Khoảng đo rộng: DHT22 có khả năng đo nhiệt độ từ -40°C đến 80°C và độ ẩm từ 0% đến 100% với độ chính xác cao.
- Tiêu thụ điện năng thấp: Cảm biến hoạt động với dòng điện thấp, phù hợp cho các thiết bị hoạt động lâu dài sử dụng pin hoặc nguồn giới hạn.

2.3.2. Sơ đồ chân DHT22

Số chân	Tên chân	Mô tả
1	Vcc	Nguồn 3.5V đến 5.5V
2	Data	Đầu ra cả Nhiệt độ và Độ ẩm thông qua Dữ liệu nối tiếp
3	NC	Không có kết nối và do đó không được sử dụng
4	Ground	Kết nối với đất của mạch

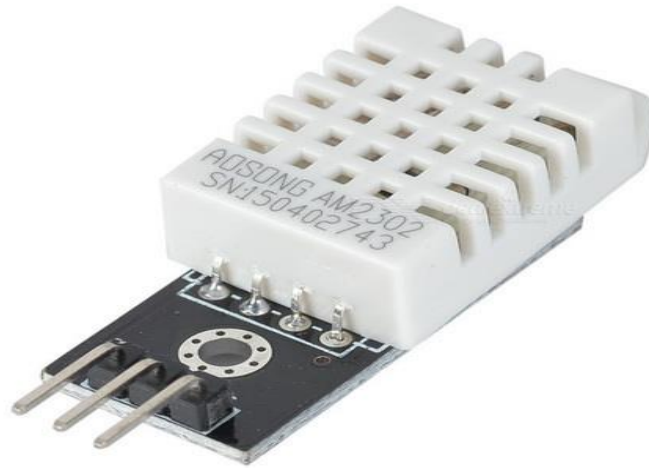
Hình 2. Sơ đồ chân DHT22 (Nguồn: dientutuonglai.com)

2.3.3. Thông số kỹ thuật chính

- Điện áp hoạt động: 3.5V – 5.5V
- Dòng tiêu thụ: 0.3mA khi đo, 60 μA ở chế độ chờ
- Giao tiếp: Dữ liệu nối tiếp kỹ thuật số
- Phạm vi đo nhiệt độ: -40°C đến 80°C
- Phạm vi đo độ ẩm: 0% đến 100% RH
- Độ phân giải: 16-bit cho cả nhiệt độ và độ ẩm
- Độ chính xác: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ với nhiệt độ, $\pm 1\%$ với độ ẩm
- Khoảng cách truyền tối đa: Lên đến 20m

2.3.4. Vai trò trong hệ thống

Trong hệ thống ghi nhật ký môi trường, DHT22 là thành phần cảm biến chính giúp thu thập dữ liệu nhiệt độ và độ ẩm của môi trường xung quanh. Dữ liệu này sau đó sẽ được ESP32 xử lý, lưu vào thẻ nhớ SD và hiển thị thông qua ứng dụng Blynk.



Hình 3. Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm DHT22 (Nguồn: hshop.vn)

2.4. Thẻ nhớ SD

Thẻ nhớ SD (Secure Digital) là một thiết bị lưu trữ dữ liệu phổ biến với kích thước nhỏ gọn, dung lượng lớn và khả năng ghi/đọc nhanh. Trong hệ thống ghi nhật ký môi trường, thẻ nhớ SD đóng vai trò lưu trữ dữ liệu nhiệt độ và độ ẩm được ghi lại theo thời gian thực từ vi điều khiển ESP32.

2.4.1. Đặc điểm nổi bật

- Lưu trữ dữ liệu bền bỉ: Với khả năng lưu trữ dữ liệu lâu dài mà không bị mất khi mất nguồn, thẻ nhớ SD là lựa chọn lý tưởng cho các ứng dụng ghi log (nhật ký dữ liệu).
- Kích thước nhỏ gọn: Thẻ nhớ SD có thiết kế nhỏ, dễ tích hợp vào các hệ thống nhúng có không gian hạn chế.
- Dung lượng đa dạng: Có nhiều lựa chọn dung lượng như 2GB, 4GB, 8GB, ... tùy theo nhu cầu ghi dữ liệu của từng dự án.
- Dễ sử dụng: Giao tiếp SPI đơn giản, dễ dàng kết nối với ESP32 hoặc các vi điều khiển khác thông qua module đọc thẻ SD.

[3]

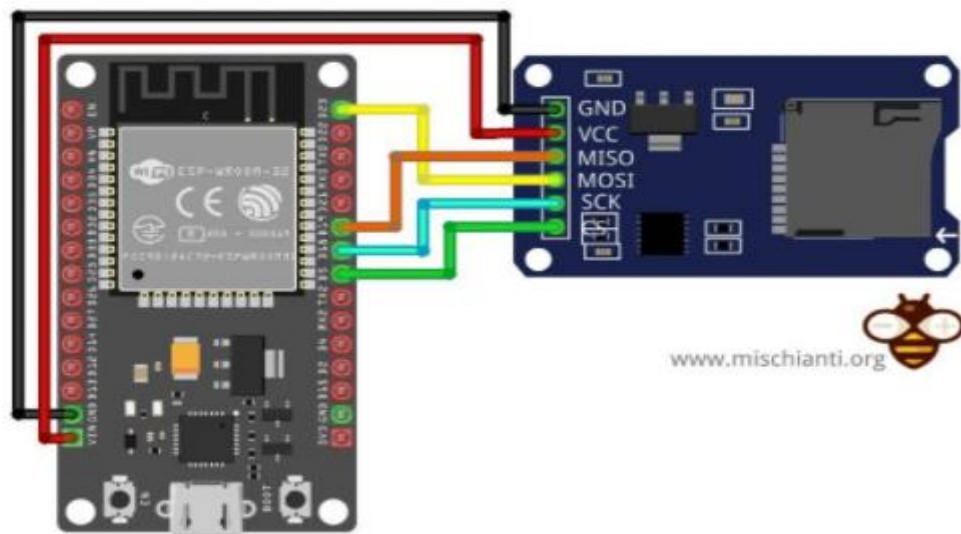
2.4.2. Chuẩn giao tiếp

Thẻ nhớ SD thường sử dụng chuẩn giao tiếp SPI (Serial Peripheral Interface) khi kết nối với các vi điều khiển. Giao tiếp này yêu cầu 4 chân chính:

Tên chân	Mô tả
MISO	Master In Slave Out – Dữ liệu từ thẻ về vi điều khiển
MOSI	Master Out Slave In – Dữ liệu từ vi điều khiển đến thẻ
SCK	Serial Clock – Tín hiệu xung đồng hồ
CS	Chip Select – Chọn thẻ nhớ để giao tiếp

Hình 4. Mô tả các đường giao tiếp của chuẩn giao tiếp SPI

Các chân này sẽ được nối tương ứng với các chân SPI của ESP32 để thực hiện đọc/ghi dữ liệu.



ESP32 SD adapter wiring breadboard

Hình 5. Sơ đồ đấu nối của ESP32 và thẻ SD (Nguồn: linhkienthdshop.com)

2.4.3. Vai trò trong hệ thống

Trong hệ thống ghi nhật ký môi trường, thẻ nhớ SD là nơi lưu trữ toàn bộ dữ liệu môi trường (nhiệt độ và độ ẩm) theo thời gian. Điều này giúp người dùng có thể trích xuất, phân tích và theo dõi dữ liệu lịch sử khi cần thiết, đặc biệt trong các ứng dụng giám sát môi trường dài hạn.

2.5. Giao diện phân tích qua Blynk

Blynk là một nền tảng IoT phổ biến, cho phép người dùng dễ dàng tạo các giao diện điều khiển và giám sát thiết bị phần cứng từ xa thông qua ứng dụng di động. Trong hệ thống ghi nhật ký môi trường, Blynk đóng vai trò là giao diện hiển thị và phân tích dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm theo thời gian thực, đồng thời cung cấp biểu đồ trực quan để theo dõi xu hướng biến đổi của môi trường.

2.5.1. Đặc điểm nổi bật

- Dễ sử dụng: Blynk hỗ trợ kéo thả các widget như nút bấm, biểu đồ, đồng hồ số,... giúp người dùng dễ dàng thiết kế giao diện điều khiển trên điện thoại mà không cần lập trình phức tạp.
- Hiển thị dữ liệu theo thời gian thực: Dữ liệu đo được từ cảm biến (ví dụ DHT22) gửi lên Blynk sẽ được hiển thị ngay lập tức thông qua các widget như Value Display, Graph, Gauge,...
- Lưu trữ và phân tích: Blynk hỗ trợ lưu trữ dữ liệu lịch sử, đồng thời biểu diễn dưới dạng đồ thị giúp người dùng dễ dàng quan sát xu hướng thay đổi của nhiệt độ và độ ẩm theo từng mốc thời gian cụ thể.
- Tương thích với ESP32: Blynk hoạt động rất tốt với ESP32 thông qua giao thức WiFi, sử dụng Blynk library giúp lập trình dễ dàng và thuận tiện.

2.5.2. Lợi ích khi sử dụng Blynk trong dự án

- Cho phép giám sát từ xa các thông số môi trường qua mạng Internet.
- Hỗ trợ phân tích trực quan thông qua đồ thị và giao diện thân thiện với người dùng.
- Tiết kiệm thời gian phát triển giao diện, không cần lập trình front-end phức tạp.

CHƯƠNG 3: XÂY DỰNG HỆ THỐNG GHI NHẬT KÝ MÔI TRƯỜNG

3.1. Mô hình tổng thể hệ thống

Hệ thống ghi nhật ký môi trường được xây dựng nhằm thu thập dữ liệu nhiệt độ và độ ẩm từ môi trường xung quanh, lưu trữ dữ liệu này vào thẻ nhớ SD và đồng thời gửi dữ liệu lên ứng dụng Blynk để hiển thị và phân tích.

Cấu trúc hệ thống bao gồm các thành phần chính:

- Vi điều khiển **ESP32** làm trung tâm xử lý.
- Cảm biến **DHT22** dùng để đo nhiệt độ và độ ẩm.
- **Thẻ nhớ SD** dùng để lưu trữ dữ liệu theo từng mốc thời gian.
- **Ứng dụng Blynk** dùng để hiển thị dữ liệu và phân tích xu hướng môi trường theo thời gian thực.

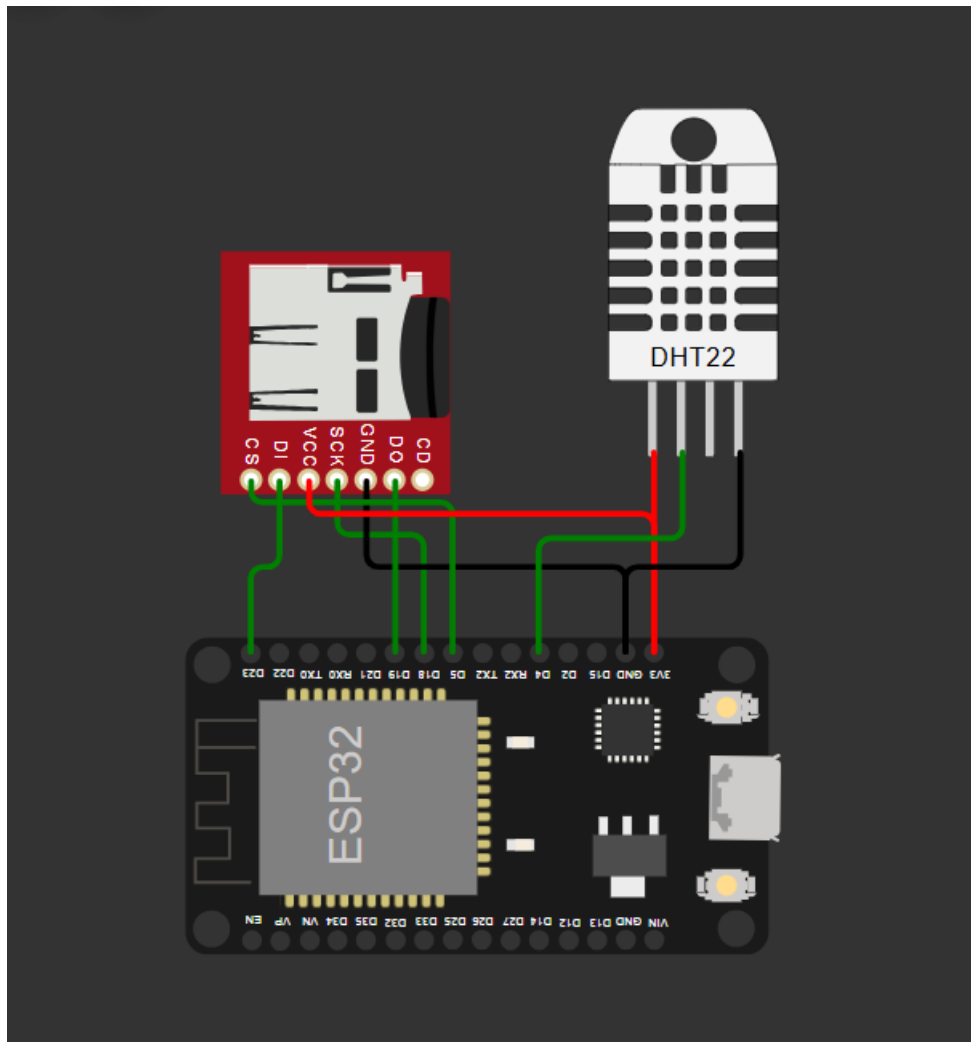
3.2. Sơ đồ nguyên lý kết nối phần cứng

Các thiết bị được kết nối như sau:

Thiết bị	Kết nối với ESP32
DHT22	Chân Data → GPIO 4
SD Card Module	CS → GPIO 5, MOSI → GPIO 23, MISO → GPIO 19, SCK → GPIO 18
Nguồn	3.3V hoặc 5V tùy module, GND dùng chung

⇒ Sơ đồ nguyên lý này giúp đảm bảo mạch điện ổn định và dễ dàng trong quá trình lắp ráp.

Mô phỏng kết nối linh kiện trên wokwi:



Hình 6. Kết nối linh kiện trên Wokwi

3.3. Lưu đồ hoạt động của hệ thống

Lưu đồ mô tả quá trình hoạt động của hệ thống như sau:

1. **Khởi tạo các thiết bị:** ESP32 khởi động và thiết lập kết nối với cảm biến DHT22, thẻ nhớ SD và WiFi.
2. **Đọc dữ liệu:** Cảm biến DHT22 đo nhiệt độ và độ ẩm.
3. **Lưu dữ liệu:** ESP32 ghi dữ liệu vào thẻ nhớ SD theo định dạng thời gian thực (ví dụ: 23/03/2025 - 14:32: Nhiệt độ: 29.01°C, Độ ẩm: 70.22%).
4. **Gửi dữ liệu lên Blynk:** Dữ liệu đồng thời được gửi đến ứng dụng Blynk để hiển thị.
5. **Lặp lại:** Chu trình được lặp lại theo chu kỳ định sẵn (ví dụ mỗi 5 giây hoặc 1 phút).

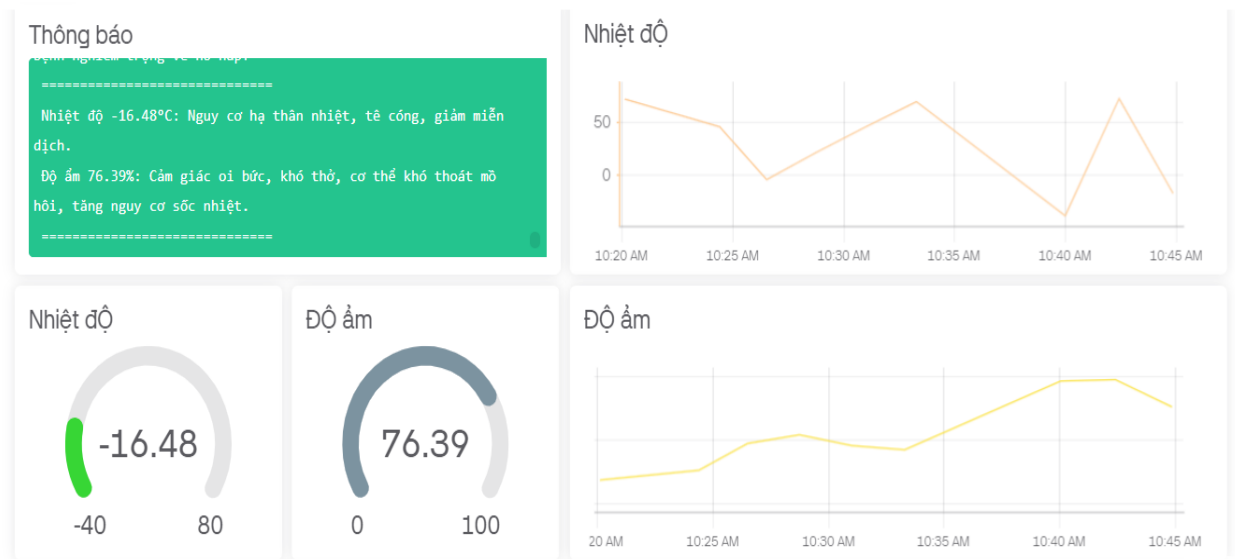
3.4. Giao diện hiển thị dữ liệu trên Blynk

Ứng dụng Blynk được thiết kế với các thành phần chính:

- **Terminal Widget:** Thông báo dành cho nhiệt độ và độ ẩm hiện tại và hiển thị nhật ký môi trường được lưu ở thẻ SD.
- **Gauge Widget:** hiển thị nhiệt độ và độ ẩm hiện tại.
- **Chart Widget:** biểu diễn nhiệt độ/độ ẩm dưới dạng đồ thị theo thời gian.

Giao diện này giúp người dùng có thể theo dõi dữ liệu mọi lúc mọi nơi, thông qua kết nối Internet.

Hình ảnh phân tích trên Blynk(được cập nhật 1 phút/lần):



Hình 7. Thông báo tình trạng nhiệt độ và độ ẩm hiện tại và biểu đồ.



Hình 8. Hiển thị nhật ký ghi nhận nhiệt độ và độ ẩm.

PHẦN KẾT LUẬN

Đề tài “Hệ thống ghi nhật ký môi trường với ESP32” đã hoàn thành đúng theo mục tiêu và phạm vi nghiên cứu đặt ra ban đầu. Hệ thống được xây dựng với sự kết hợp giữa vi điều khiển ESP32, cảm biến DHT22, thẻ nhớ SD và nền tảng Blynk, cho phép đo nhiệt độ, độ ẩm môi trường, lưu trữ dữ liệu, và hiển thị thông tin thời gian thực thông qua kết nối Internet. Mô hình đã được mô phỏng và kiểm chứng hiệu quả hoạt động trên nền tảng Wokwi, đảm bảo tính khả thi và dễ triển khai trong thực tế.

Thông qua quá trình thực hiện, đề tài đã giúp làm rõ nguyên lý hoạt động của cảm biến DHT22 trong đo lường môi trường, khả năng xử lý và lưu trữ dữ liệu của ESP32, cũng như tiềm năng của công nghệ IoT trong việc giám sát và phân tích môi trường từ xa. Việc sử dụng Blynk không chỉ nâng cao trải nghiệm người dùng, mà còn minh chứng cho tính trực quan, tiện lợi trong việc truy xuất và quản lý dữ liệu.

So với các giải pháp truyền thống, hệ thống có ưu điểm nổi bật là chi phí thấp, dễ lắp đặt, vận hành ổn định và hỗ trợ phân tích dữ liệu theo thời gian thực. Mô hình này hoàn toàn có thể mở rộng để áp dụng vào nhiều lĩnh vực khác nhau như nông nghiệp thông minh, giám sát kho bãi, nhà ở thông minh hay phòng thí nghiệm.

Từ kết quả đạt được, đề tài không chỉ đóng vai trò như một sản phẩm nghiên cứu kỹ thuật, mà còn mở ra định hướng phát triển các hệ thống IoT ứng dụng vào bảo vệ môi trường và nâng cao chất lượng sống. Đây là bước khởi đầu quan trọng, tạo tiền đề cho các nghiên cứu và giải pháp công nghệ xanh trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Giới thiệu ESP32 là gì?

<https://www.iotzone.vn/esp32/esp32-co-ban/gioi-thieu-esp32-la-gi/>

[2]. Sơ đồ chân kết nối của DHT22 và định nghĩa.

<https://dientutuonglai.com/cam-bien-nhiet-do-do-am-dht22.html>

[3]. Giới thiệu về chuẩn giao tiếp SPI.

<https://dientutuonglai.com/chuan-giao-tiep-spi-la-gi.html>