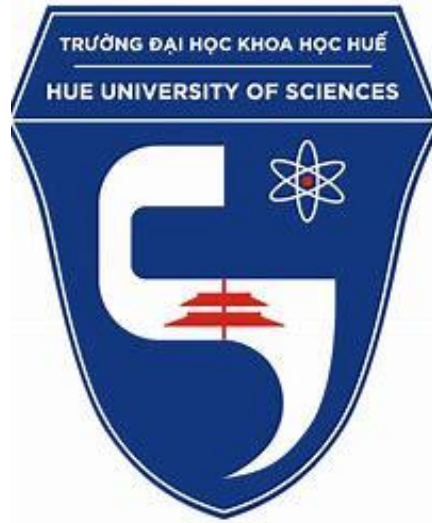


**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC  
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**



**TÊN ĐỀ TÀI TIỂU LUẬN  
XÂY DỰNG TRẠM THỜI TIẾT MINI VỚI ESP32**

**TÊN LỚP HỌC PHẦN: PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG IOT**

**MÃ HỌC PHẦN: TIN4024**

**GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN: VÕ VIỆT DŨNG**

**HUẾ, THÁNG 04 NĂM 2025**

# Nội dung

<b>I. Giới thiệu</b>	<b>1</b>
<b>1. Tổng quan về dự án</b>	<b>1</b>
1.1. Ý nghĩa của trạm thời tiết mini	1
1.2. Mục đích của trạm thời tiết mini	1
1.3. ESP32 – Sự lựa chọn tối ưu cho trạm thời tiết mini	2
<b>II. Nguyên lý hoạt động của hệ thống</b>	<b>3</b>
1. Cấu trúc tổng thể	3
2. Mô hình Internet of Things (IoT)	5
2.1. IoT là gì? Vai trò của IoT trong các ứng dụng thời tiết	5
2.2. Cách ESP32 kết nối với Blynk hoặc các nền tảng IoT để truyền dữ liệu	5
2.3. Kết nối ESP32 với Blynk	6
<b>III. Các thành phần phần cứng</b>	<b>6</b>
1. ESP32	6
1.1. Đặc điểm kỹ thuật chi tiết của ESP32	6
1.2. CPU & Bộ nhớ	6
1.3. Kết nối không dây	7
1.4. Giao tiếp và kết nối ngoại vi	7
1.5. Tìm hiểu điện năng và chế độ hoạt động	7
2. So sánh ESP32 với các vi điều khiển khác	8
3. Cảm biến BME280	9
3.1. Đo nhiệt độ	9
3.1.2. Đo độ ẩm	9
3.1.3. Đo áp suất khí quyển	10
3.2. Độ chính xác và phạm vi ứng dụng của BME280	10
3.2.1. Độ chính xác	10
3.2.2. Phạm vi ứng dụng	10
4. Màn hình OLED	11
4.1. Ưu điểm của OLED so với LCD trong các ứng dụng nhỏ gọn	11
4.1.2. Hướng dẫn cấu hình hiển thị dữ liệu trên OLED	12
4.1.3. Kết nối ESP32 với OLED (I2C - SSD1306)	12
5. Hướng dẫn thực hiện	12
5.1. Kết nối phần cứng	12
5.1.1. Sơ đồ kết nối ESP32 - BME280 - OLED SSD1306 (I2C)	12

5.2 Lập trình ESP32 .....	13
5.3 Giao diện giám sát với Blynk.....	13
V. Phân tích dữ liệu đo được .....	14
1. Các thông số đo được .....	14
2. Xử lý dữ liệu.....	15
VI. Đánh giá dự án .....	16
1. Ưu điểm .....	16
1.1. Tính tiện lợi.....	16
1.2. Khả năng mở rộng.....	16
2. Nhược điểm.....	17
3. Hướng cải tiến.....	17
4. Ứng dụng thực tiễn.....	18
4.1. Trong đời sống.....	18
4.2. Trong giáo dục.....	18
4.3. Hướng cải tiến.....	18
VII. Kết luận .....	20
VII. Tài liệu tham khảo .....	21

## **I. Giới thiệu**

### **1. Tổng quan về dự án**

#### **1.1. Ý nghĩa của trạm thời tiết mini**

Trạm thời tiết mini là một hệ thống đo lường và giám sát các thông số môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, áp suất không khí, chất lượng không khí, tốc độ gió,... Việc xây dựng trạm thời tiết mini có nhiều ý nghĩa quan trọng:

- Giám sát thời tiết cục bộ: Cung cấp dữ liệu thời tiết theo thời gian thực tại một khu vực cụ thể, giúp người dùng có cái nhìn chi tiết hơn so với các dự báo chung trên phương tiện truyền thông.
- Giáo dục và nghiên cứu: Là công cụ hữu ích giúp sinh viên, học sinh nghiên cứu về khí hậu, cảm biến và ứng dụng IoT trong thực tế.
- Ứng dụng trong đời sống: Dữ liệu từ trạm có thể được sử dụng để đưa ra quyết định như tưới tiêu trong nông nghiệp, phòng chống thiên tai hoặc cảnh báo thời tiết xấu.
- Hỗ trợ dự báo thời tiết: Khi được kết hợp với các hệ thống AI hoặc dữ liệu lớn, trạm thời tiết mini có thể giúp cải thiện độ chính xác của các mô hình dự báo.

#### **1.2. Mục đích của trạm thời tiết mini**

- Thu thập dữ liệu thời tiết chính xác và liên tục.
- Tích hợp IoT để hiển thị dữ liệu từ xa trên các nền tảng như Blynk, ThingSpeak, Telegram,...
- Nâng cao nhận thức về biến đổi khí hậu và tác động của môi trường đến đời sống.
- Phát triển hệ thống dễ triển khai, chi phí thấp, phù hợp với nhiều mục đích sử dụng.

môi trường.

### 1.3. ESP32 – Sự lựa chọn tối ưu cho trạm thời tiết mini

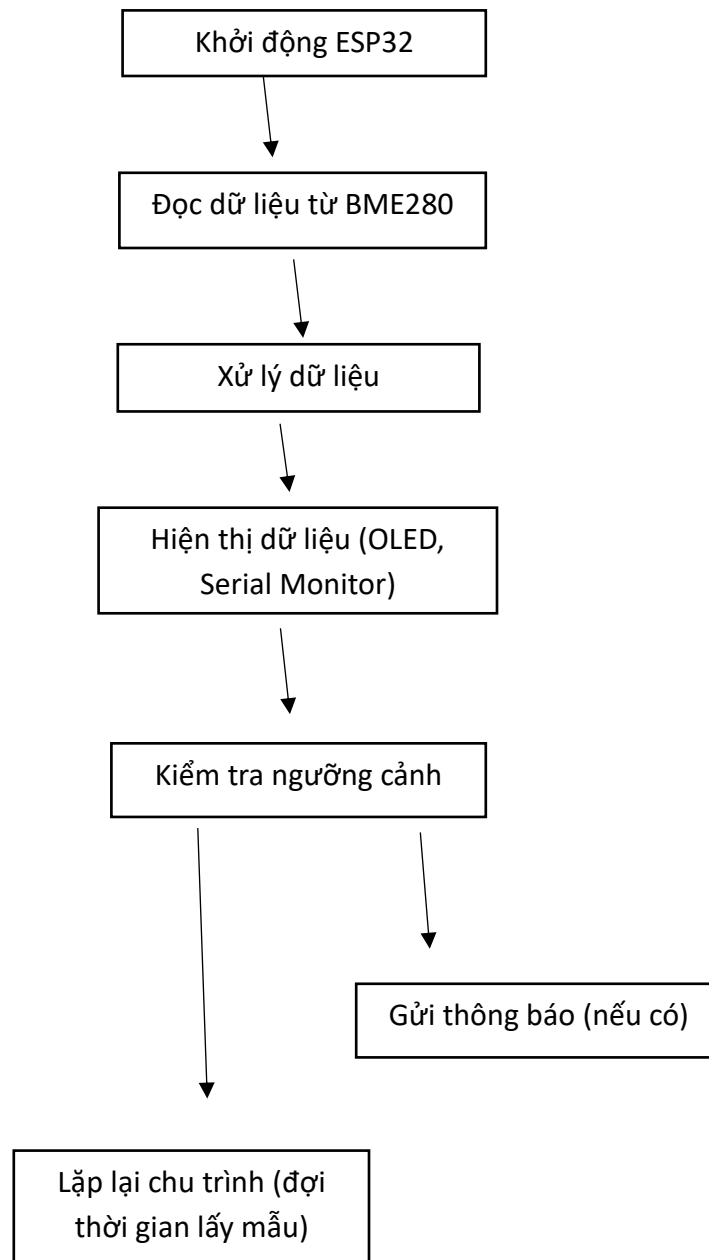
- ❖ ESP32 là một vi điều khiển mạnh mẽ, được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng IoT, đặc biệt là trạm thời tiết mini, nhờ các ưu điểm sau:
  - Tích hợp Wi-Fi & Bluetooth
    - ESP32 có sẵn Wi-Fi giúp dễ dàng kết nối Internet để truyền dữ liệu lên nền tảng IoT như ThingSpeak, Blynk, Telegram.
    - Hỗ trợ Bluetooth Low Energy (BLE) để kết nối với các thiết bị khác như điện thoại hoặc cảm biến không dây.
  - Khả năng xử lý mạnh mẽ
    - Vi xử lý lõi kép (dual-core) 32-bit Tensilica Xtensa LX6, tốc độ lên đến 240 MHz.
    - Bộ nhớ RAM 520 KB, bộ nhớ flash từ 4MB trở lên giúp xử lý dữ liệu cảm biến nhanh chóng.
    - Hỗ trợ bộ xử lý tín hiệu số (DSP) giúp phân tích dữ liệu môi trường hiệu quả hơn.
  - Hỗ trợ nhiều giao thức kết nối cảm biến
    - ESP32 có các giao tiếp phổ biến như I2C, SPI, UART, ADC, PWM, DAC, giúp dễ dàng kết nối với các cảm biến như BME280.
  - Tiêu thụ năng lượng thấp
    - Hỗ trợ chế độ ngủ sâu (Deep Sleep, Light Sleep), giúp tiết kiệm năng lượng khi không cần đo lường liên tục.
  - Chi phí thấp, cộng đồng hỗ trợ lớn
    - ESP32 có giá thành rẻ (~3-5 USD), dễ tiếp cận hơn so với Raspberry Pi hoặc các vi điều khiển khác.

- Cộng đồng lập trình lớn, tài liệu phong phú giúp việc triển khai trạm thời tiết mini dễ dàng hơn

## **II. Nguyên lý hoạt động của hệ thống**

### **1. Cấu trúc tổng thể**

- Trạm thời tiết mini hoạt động theo luồng dữ liệu sau:
  - Thu thập dữ liệu: Cảm biến BME280 đo các thông số thời tiết (nhiệt độ, độ ẩm, áp suất không khí).
  - Xử lý dữ liệu: ESP32 nhận dữ liệu từ cảm biến, chuyển đổi thành thông tin có thể sử dụng.
  - Hiển thị thông tin: Dữ liệu có thể hiển thị trên màn hình OLED/LCD hoặc giao diện web.
  - Gửi dữ liệu lên nền tảng IoT: ESP32 truyền dữ liệu lên ThingSpeak, Blynk hoặc Telegram để giám sát từ xa.
  - Cảnh báo (nếu có): Khi giá trị vượt ngưỡng, hệ thống có thể gửi cảnh báo đến người dùng qua Telegram hoặc email.



## 2. Mô hình Internet of Things (IoT)

### 2.1. IoT là gì? Vai trò của IoT trong các ứng dụng thời tiết.

- ❖ IoT (Internet of Things - Internet vạn vật) là mạng lưới các thiết bị thông minh được kết nối với Internet để thu thập, truyền tải và xử lý dữ liệu một cách tự động. Các thiết bị IoT bao gồm cảm biến, vi điều khiển, thiết bị gia dụng thông minh, hệ thống giám sát công nghiệp...
- ❖ IoT có vai trò quan trọng trong việc giám sát thời tiết và môi trường, giúp thu thập và phân tích dữ liệu theo thời gian thực, hỗ trợ ra quyết định và cảnh báo sớm. Một số ứng dụng cụ thể:
  - Giám sát thời tiết từ xa:
    - Thu thập dữ liệu về nhiệt độ, độ ẩm, áp suất không khí, lượng mưa, chất lượng không khí,... từ các trạm cảm biến phân bố rộng khắp.
    - Truyền dữ liệu đến máy chủ hoặc nền tảng đám mây để phân tích và lưu trữ.
  - Dự báo thời tiết chính xác hơn:
    - Các trạm thời tiết IoT có thể tích hợp AI để phân tích dữ liệu, cải thiện độ chính xác trong dự báo thời tiết.
  - Cảnh báo sớm thiên tai:
    - Khi có biến đổi bất thường về thời tiết (bão, hạn hán, lũ lụt,...), hệ thống có thể tự động gửi cảnh báo đến người dùng qua điện thoại, email hoặc ứng dụng.
  - Ứng dụng trong nông nghiệp thông minh:
    - Hệ thống tưới tiêu tự động dựa trên dữ liệu thời tiết giúp tiết kiệm nước và tối ưu hóa năng suất cây trồng.

### 2.2. Cách ESP32 kết nối với Blynk hoặc các nền tảng IoT để truyền dữ liệu

- ESP32 có thể truyền dữ liệu cảm biến lên các nền tảng IoT như Blynk, ThingSpeak, Firebase, MQTT,... để giám sát từ xa.



## 2.3. Kết nối ESP32 với Blynk

- Blynk là một nền tảng IoT phổ biến, giúp điều khiển và giám sát thiết bị từ xa qua ứng dụng di động.
- Các bước kết nối ESP32 với Blynk:
  1. Tạo tài khoản trên Blynk và tạo một dự án mới.
  2. Lấy mã xác thực (Auth Token) từ ứng dụng Blynk.
  3. Kết nối ESP32 với Wi-Fi và Blynk Server.
  4. Gửi dữ liệu từ cảm biến lên ứng dụng Blynk để hiển thị

## III. Các thành phần phần cứng

### 1. ESP32

#### 1.1. Đặc điểm kỹ thuật chi tiết của ESP32

- ESP32 là một vi điều khiển mạnh mẽ do Espressif Systems phát triển, tích hợp nhiều tính năng vượt trội, phù hợp với các ứng dụng IoT như trạm thời tiết mini.

#### 1.2. CPU & Bộ nhớ

Thành phần	Thông số kỹ thuật
Vi xử lý	Dual-core Tensilica Xtensa LX6, xung nhịp tối đa 240 MHz
Bộ nhớ RAM	520 KB SRAM
Bộ nhớ Flash	4MB – 16MB (tùy module)
Bộ nhớ ROM	448

### 1.3. Kết nối không dây

Loại kết nối	Thông số
Wi-Fi	802.11 b/g/n, tốc độ tối đa 150 Mbps, hỗ trợ SoftAP và Station Mode
Bluetooth	BLE 4.2 / Bluetooth Classic
Giao tiếp mạng	Hỗ trợ giao thức TCP/IP, MQTT, HTTP

### 1.4. Giao tiếp và kết nối ngoại vi

Loại giao tiếp	Số lượng
GPIO	34 chân (một số module có thể ít hơn)
ADC (Analog Input)	18 kênh, độ phân giải 12-bit
DAC (Analog Output)	2 kênh, độ phân giải 8-bit
UART (Serial)	3 cổng UART
SPI (Serial Peripheral Interface)	4 cổng SPI
I2C (Inter-Integrated Circuit)	2 cổng I2C
PWM (Pulse Width Modulation)	Hỗ trợ trên mọi chân GPIO
CAN (Controller Area Network)	1 cổng, hỗ trợ giao tiếp công nghiệp

### 1.5. Tiêu thụ điện năng và chế độ hoạt động

Chế độ	Mức tiêu thụ
Hoạt động bình thường	160 – 260 mA
Deep Sleep (ngủ sâu)	10 $\mu$ A
Light Sleep (ngủ nhẹ)	0.8 mA

- Ưu điểm nổi bật của ESP32:
  - Xử lý mạnh mẽ với CPU lõi kép.
  - Tích hợp Wi-Fi & Bluetooth, không cần module ngoài.
  - Hỗ trợ nhiều giao tiếp ngoại vi.
  - Tiêu thụ điện năng thấp, phù hợp với hệ thống chạy pin.

## 2. So sánh ESP32 với các vi điều khiển khác

- ESP32 thường được so sánh với Arduino (ATmega328, ATmega2560) và Raspberry Pi vì đây là những nền tảng phổ biến trong lập trình nhúng và IoT.

Tiêu chí	ESP32	Arduino (Uno, Mega)	Raspberry Pi (Pi 4, Pico)
CPU	2 lõi, 240 MHz	1 lõi, 16 MHz	4 lõi, 1.5 GHz
RAM	520 KB	2 KB (Uno), 8 KB (Mega)	2GB – 8GB (Pi 4), 264 KB (Pico)
Bộ nhớ Flash	4 – 16 MB	32 KB (Uno), 256 KB (Mega)	16 GB (SD card)
Wi-Fi	Có sẵn	Không có (cần module ESP8266)	Có sẵn trên Pi 4
Bluetooth	BLE 4.2	Không có	Có trên Pi 4
Giao tiếp I2C, SPI, UART	Có	Có	Có
GPIO	34 chân	14 (Uno), 54 (Mega)	40 (Pi 4), 26 (Pico)
Hệ điều hành	Không có (chạy firmware trực tiếp)	Không có	Có (Raspberry Pi OS, Linux)
Tiêu thụ điện	160 – 260 mA	20 – 50 mA	~600 mA – 2A
Ứng dụng phù hợp	IoT, AI, điều khiển nhúng	Dự án đơn giản, DIY	Máy tính nhúng, xử lý hình ảnh

### 3. Cảm biến BME280

- Cảm biến BME280 là một trong những cảm biến môi trường phổ biến, có khả năng đo nhiệt độ, độ ẩm và áp suất khí quyển với độ chính xác cao.

#### 3.1. Đo nhiệt độ

- Nguyên lý hoạt động:
  - BME280 sử dụng một cảm biến nhiệt độ dựa trên điện trở. Khi nhiệt độ môi trường thay đổi, điện trở của cảm biến thay đổi theo, từ đó mạch điện nội bộ chuyển đổi thành giá trị số.
- Công thức đo nhiệt độ:
  - Đơn vị: °C
  - Dữ liệu đọc từ cảm biến được chuyển đổi theo thuật toán bù nhiệt của Bosch để đảm bảo độ chính xác.

##### 3.1.2. Đo độ ẩm

- Nguyên lý hoạt động:
  - Cảm biến đo độ ẩm dựa trên polymer điện môi. Khi không khí ẩm tiếp xúc với bề mặt cảm biến, polymer hấp thụ hơi nước, làm thay đổi hằng số điện môi và điện dung, từ đó xác định được độ ẩm.
- Phạm vi đo và độ chính xác:

Đặc điểm	Giá trị
Dải đo	0 – 100% RH
Độ chính xác	± 3% RH
Độ phân giải	0.008% RH

### 3.1.3. Đo áp suất khí quyển

- Nguyên lý hoạt động:
- BME280 sử dụng cảm biến áp suất kiểu MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) với một màng silicon linh hoạt. Khi áp suất không khí thay đổi, màng này bị biến dạng, dẫn đến thay đổi điện dung, từ đó đo được áp suất khí quyển.
- Phạm vi đo và độ chính xác

Đặc điểm	Giá trị
Dải đo	300 – 1100 hPa
Độ chính xác	$\pm 1\text{hPa}$
Độ phân giải	0.01 hPa

- Ứng dụng đo độ cao:
  - Vì áp suất khí quyển thay đổi theo độ cao, BME280 có thể ước tính độ cao với độ chính xác khoảng  $\pm 1\text{m}$ , phù hợp cho các ứng dụng đo đặc địa hình hoặc thiết bị đeo thông minh.

## 3.2. Độ chính xác và phạm vi ứng dụng của BME280

### 3.2.1. Độ chính xác

- Nhiệt độ:  $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$
- Độ ẩm:  $\pm 3\% \text{ RH}$
- Áp suất:  $\pm 1 \text{ hPa}$
- Mặc dù BME280 không chính xác bằng các thiết bị đo chuyên dụng, nhưng với mức giá rẻ và kích thước nhỏ gọn, nó vẫn đáp ứng tốt các ứng dụng thông thường.

### 3.2.2. Phạm vi ứng dụng

- Trạm thời tiết mini: Giám sát nhiệt độ, độ ẩm, áp suất theo thời gian thực.

- Nông nghiệp thông minh: Điều khiển hệ thống tưới nước dựa trên độ ẩm.
- Nhà thông minh: Tự động điều chỉnh điều hòa, máy hút ẩm theo môi trường.
- Thiết bị đeo tay (smartwatch, fitness tracker): Đo độ cao và điều kiện khí hậu.
- Ứng dụng hàng không, drone: Theo dõi độ cao và điều kiện thời tiết khi bay.

## 4. Màn hình OLED

### 4.1. Ưu điểm của OLED so với LCD trong các ứng dụng nhỏ gọn

- Trong các ứng dụng như trạm thời tiết mini, việc hiển thị dữ liệu cảm biến là rất quan trọng. OLED (Organic Light Emitting Diode) thường là lựa chọn tốt hơn so với LCD (Liquid Crystal Display) nhờ những ưu điểm sau:

Tiêu chí	OLED	LCD
Chất lượng hiển thị	Màu sắc rực rỡ, độ tương phản cao (đen thực sự đen)	Màu sắc kém hơn, cần đèn nền
Tiết kiệm năng lượng	Tiêu thụ điện hơn vì không cần đèn nền	Cần đèn nền nên tiêu tốn nhiều năng lượng lớn
Góc nhìn	Góc nhìn rộng (~180°)	Góc nhìn hạn chế
Độ dày và kích thước	Mỏng hơn, nhẹ hơn, phù hợp cho thiết bị nhỏ gọn	Dày hơn do cần đèn nền
Tốc độ phản hồi	Nhanh hơn LCD	Chậm hơn OLED
Độ bền	Lâu dài hơn, ít bị lỗi điểm ảnh	Có thể bị hỏng đèn nền theo thời gian

- Kết luận: OLED là lựa chọn tối ưu cho trạm thời tiết mini do kích thước nhỏ gọn, tiêu thụ điện năng thấp và hiển thị rõ nét hơn LCD.

#### 4.1.2. Hướng dẫn cấu hình hiển thị dữ liệu trên OLED

- ESP32 có thể kết nối với màn hình OLED 0.96 inch (128x64 pixels) sử dụng giao tiếp I2C.

#### 4.1.3. Kết nối ESP32 với OLED (I2C - SSD1306)

OLED Pin	ESP32 Pin
VCC	3.3V
GND	GND
SCL	GPIO 22
SDA	GPIO 21

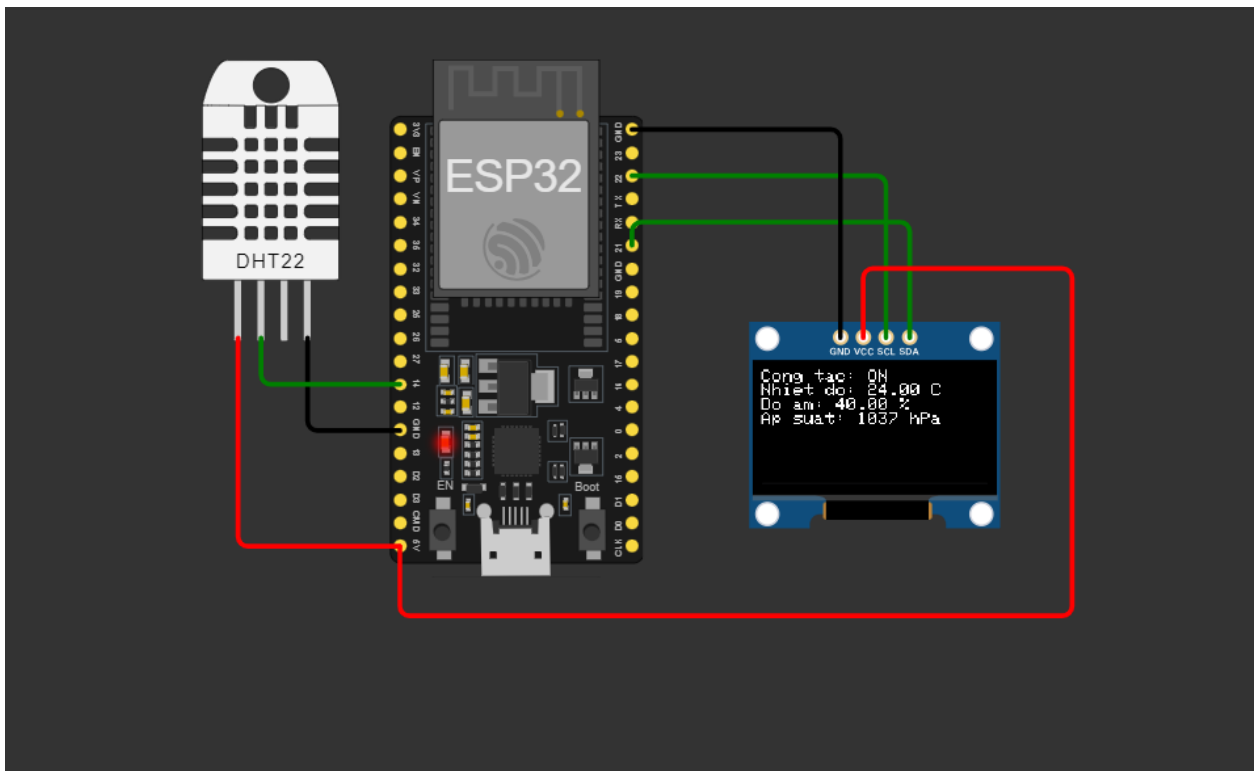
- Thư viện cần dùng:
  - Adafruit\_GFX
  - Adafruit\_SSD1306

### 5. Hướng dẫn thực hiện

#### 5.1. Kết nối phần cứng

##### 5.1.1. Sơ đồ kết nối ESP32 - BME280 - OLED SSD1306 (I2C)

- Sử dụng giao tiếp I2C:
  - SDA (D21) kết nối với cả BME280 và OLED.
  - SCL (D22) kết nối với cả BME280 và OLED.
- Sơ đồ minh họa từ Wokwi:
  - Vì cảm biến BME280 không sử dụng được trên mô phỏng nên thay thế bằng cảm biến DHT 22



## 5.2 Lập trình ESP32

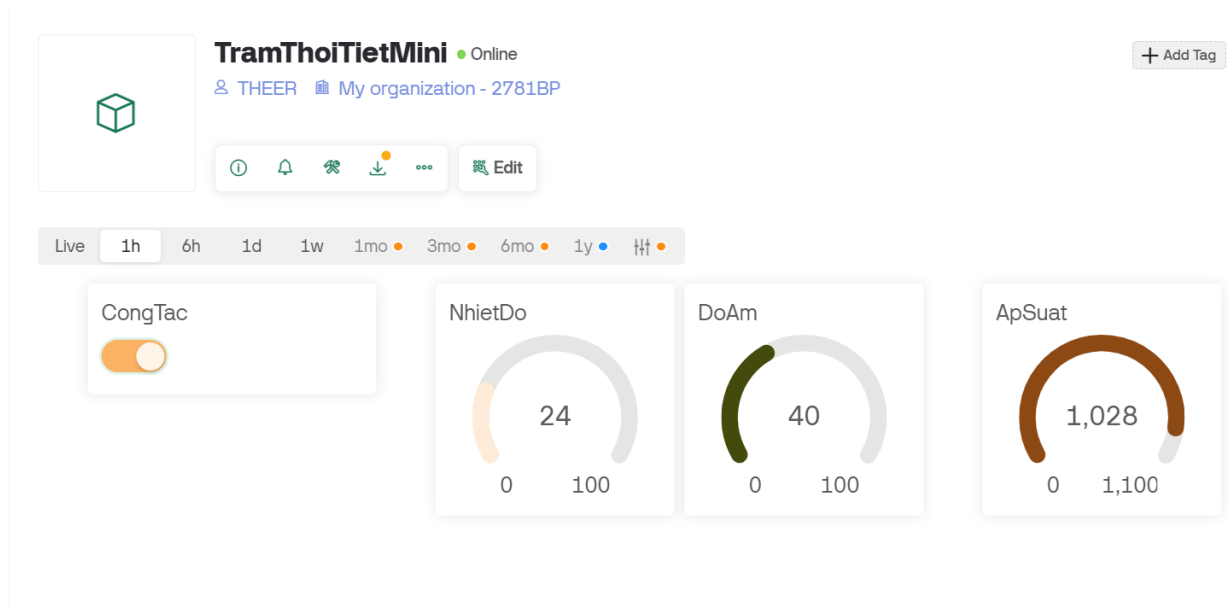
- Mã nguồn đầy đủ được chia thành các phần:
  - Khởi tạo cảm biến.
  - Đọc dữ liệu.
  - Hiển thị trên OLED.
  - Kết nối Wi-Fi và gửi tới Blynk.

## 5.3 Giao diện giám sát với Blynk

- Dữ liệu nhiệt độ và độ ẩm được gửi từ ESP32 tới Blynk qua Wi-Fi.
- Trong ứng dụng Blynk, người dùng có thể theo dõi nhiệt độ, độ ẩm theo thời gian thực.



- Giao diện Blynk:



## V. Phân tích dữ liệu đo được

### 1. Các thông số đo được

- ❖ Việc đo lường nhiệt độ, độ ẩm và áp suất khí quyển có vai trò quan trọng trong nhiều lĩnh vực như dự báo thời tiết, nông nghiệp, y tế và hàng không. Dưới đây là ý nghĩa và ứng dụng thực tế của từng thông số:
  - Nhiệt độ:
    - Ý nghĩa: Là đại lượng thể hiện mức độ nóng – lạnh của môi trường, ảnh hưởng trực tiếp đến hoạt động sinh học, vật lý và sức khỏe con người.
    - Ứng dụng:
      - Dự báo thời tiết, giúp người dân chuẩn bị cho điều kiện môi trường.
      - Trong nông nghiệp, để xác định thời điểm gieo trồng và thu hoạch.
      - Trong y tế và bảo quản dược phẩm, thực phẩm.
      - Kiểm soát điều kiện môi trường trong nhà, nhà máy, kho lạnh.
  - Độ ẩm
    - Ý nghĩa: Là tỷ lệ phần trăm hơi nước trong không khí. Độ ẩm ảnh hưởng đến sự thoải mái, quá trình truyền nhiệt và sự phát triển của vi sinh vật.
    - Ứng dụng:

- Bảo vệ sức khỏe hô hấp và da.
- Điều chỉnh độ ẩm môi trường trồng trọt, chăn nuôi.
- Bảo quản thực phẩm, tài liệu, thiết bị điện tử.
- Ứng dụng trong các nhà máy yêu cầu độ ẩm ổn định (dệt may, dược phẩm, điện tử).
- Áp suất khí quyển
  - Ý nghĩa: Là lực tác động của cột không khí lên bề mặt Trái Đất. Áp suất thay đổi theo độ cao và điều kiện thời tiết.
  - Ứng dụng:
    - Dự báo các hiện tượng thời tiết như mưa bão, gió mạnh.
    - Trong hàng không để xác định độ cao, điều chỉnh bay.
    - Trong thể thao, du lịch và y học liên quan đến độ cao.
    - Phục vụ nghiên cứu môi trường và khí hậu.

## 2. Xử lý dữ liệu

- ❖ Để đảm bảo dữ liệu từ cảm biến được chính xác và hữu ích trong thực tế, cần thực hiện một số bước xử lý như sau:
  - Kiểm tra và loại bỏ sai số:
    - Thực hiện kiểm tra dữ liệu đầu vào từ cảm biến BME280 nhằm phát hiện và loại bỏ các giá trị bất thường (ví dụ như nhiệt độ vượt quá giới hạn môi trường thực tế).
    - Sử dụng các phương pháp lọc đơn giản như trung bình trượt (moving average) hoặc lọc Kalman để làm mượt dữ liệu và giảm nhiễu.
  - Hiển thị dữ liệu thời gian thực trên ứng dụng Blynk:
    - Dữ liệu sau khi được xử lý sẽ được gửi qua Wi-Fi từ ESP32 đến nền tảng Blynk.
    - Ứng dụng Blynk sẽ hiển thị nhiệt độ, độ ẩm và áp suất trên giao diện người dùng theo thời gian thực.
    - Người dùng có thể theo dõi sự thay đổi của các thông số này mọi lúc, mọi nơi, hỗ trợ ra quyết định nhanh chóng trong các tình huống như chăm sóc cây trồng,

theo dõi môi trường trong phòng nuôi cấy, hoặc kiểm tra điều kiện khí hậu trong nhà.

## **VI. Đánh giá dự án**

### **1. Ưu điểm**

#### **1.1. Tính tiện lợi**

- Thiết kế nhỏ gọn, dễ triển khai:  
Dự án sử dụng các linh kiện như ESP32, cảm biến BME280 và màn hình OLED — đều có kích thước nhỏ, dễ lắp đặt ở nhiều môi trường như trong nhà, ngoài trời hoặc nơi không gian hạn chế.
- Kết nối không dây linh hoạt:  
Với khả năng kết nối Wi-Fi tích hợp sẵn trên ESP32, hệ thống có thể truyền dữ liệu lên các nền tảng IoT như Blynk, ThingSpeak, hoặc gửi cảnh báo qua Telegram mà không cần dây mạng phức tạp.
- Dễ lập trình và tùy biến:  
Hệ thống sử dụng nền tảng Arduino với kho thư viện phong phú, giúp lập trình đơn giản ngay cả đối với người mới bắt đầu. Ngoài ra, mã nguồn dễ chỉnh sửa để thay đổi giao diện hiển thị hoặc cách xử lý dữ liệu.
- Tiết kiệm năng lượng:  
ESP32 hỗ trợ chế độ Deep Sleep, giúp giảm điện năng tiêu thụ khi không cần truyền dữ liệu liên tục. Thiết bị có thể hoạt động với pin sạc hoặc pin năng lượng mặt trời, phù hợp cho các khu vực không có nguồn điện ổn định.

#### **1.2. Khả năng mở rộng**

- Mở rộng cảm biến:  
Có thể tích hợp thêm các cảm biến như ánh sáng (BH1750), bụi mịn (PMS5003), khí độc (MQ135) để đo chất lượng không khí và môi trường tổng thể.

- Tương thích với nhiều nền tảng IoT:  
Dự án hỗ trợ kết nối với nhiều nền tảng như Blynk, ThingSpeak, Firebase hoặc Home Assistant. Từ đó, người dùng có thể quản lý dữ liệu từ xa, nhận cảnh báo thời gian thực qua Email hoặc Telegram khi thời tiết biến đổi bất thường.
- Khả năng tích hợp AI/ML:  
Dữ liệu thu thập có thể sử dụng trong các mô hình học máy để dự đoán thời tiết, phân tích xu hướng môi trường hoặc hỗ trợ quyết định trong các hệ thống thông minh.

## 2. Nhược điểm

- Phụ thuộc vào kết nối Wi-Fi, hạn chế sử dụng ở các khu vực không có Internet ổn định.
- Để đo các chỉ số như bụi mịn (PM2.5), khí CO2 hoặc các loại khí độc, cần thêm cảm biến chuyên dụng và nguồn điện ổn định hơn.
- OLED hiển thị thông tin khá nhỏ, không phù hợp với quan sát từ xa hoặc ngoài trời nắng gắt.

## 3. Hướng cải tiến

- Tích hợp pin năng lượng mặt trời để thiết bị hoạt động bền vững ngoài trời.
- Thêm các cảm biến chất lượng không khí như MQ135, PMS5003 để nâng cao độ chính xác và tính ứng dụng.
- Phát triển ứng dụng giám sát trên điện thoại hoặc máy tính với giao diện thân thiện hơn.
- Sử dụng mô hình học máy để tự động phát hiện bất thường và đưa ra cảnh báo thông minh.

## 4. Ứng dụng thực tiễn

### 4.1. Trong đời sống

- **Nông nghiệp thông minh:**  
Theo dõi thời tiết để điều chỉnh hệ thống tưới tiêu tự động, cảnh báo thời tiết cực đoan giúp bảo vệ cây trồng, vật nuôi.
- **Nhà thông minh (Smart Home):**  
Tích hợp với hệ thống điều hòa, thông gió để tự động điều chỉnh nhiệt độ, độ ẩm phù hợp trong không gian sống.
- **Giám sát môi trường:**  
Dữ liệu có thể chia sẻ cộng đồng để theo dõi biến đổi khí hậu hoặc ứng dụng trong cảnh báo sớm thiên tai, lũ lụt.
- **Giao thông và hàng không:**  
Hệ thống trạm thời tiết mini có thể cung cấp thông tin thời tiết tại chỗ cho các tuyến đường giao thông hoặc khu vực sân bay nhỏ.

### 4.2. Trong giáo dục

- **Thực hành IoT và lập trình nhúng:**  
Giúp học sinh, sinh viên làm quen với thiết bị phần cứng, lập trình Arduino, đọc và xử lý dữ liệu cảm biến.
- **Nghiên cứu khoa học và giáo dục STEM:**  
Phù hợp với các đề tài nghiên cứu khoa học hoặc hoạt động giảng dạy trong các môn liên quan đến IoT, AI, Khoa học dữ liệu.
- **Dự án DIY và Hackathon:**  
Dễ triển khai cho các cuộc thi sáng tạo như Hackathon, các dự án khởi nghiệp liên quan đến công nghệ môi trường.

### 4.3. Hướng cải tiến

- Tích hợp pin năng lượng mặt trời để thiết bị hoạt động bền vững ngoài trời.

- Thêm các cảm biến chất lượng không khí như MQ135, PMS5003 để nâng cao độ chính xác và tính ứng dụng.
- Phát triển ứng dụng giám sát trên điện thoại hoặc máy tính với giao diện thân thiện hơn.
- Sử dụng mô hình học máy để tự động phát hiện bất thường và đưa ra cảnh báo thông minh.

## VII. Kết luận

Trạm thời tiết mini sử dụng ESP32 và cảm biến BME280 là một ứng dụng thực tế của IoT, giúp giám sát nhiệt độ, độ ẩm và áp suất không khí một cách liên tục và chính xác. Dự án này không chỉ cung cấp dữ liệu thời tiết theo thời gian thực mà còn có thể mở rộng để tích hợp thêm nhiều cảm biến khác, phục vụ các lĩnh vực như nông nghiệp, nhà thông minh và giám sát môi trường.

Trong quá trình triển khai, chúng tôi đã học được nhiều bài học quan trọng về việc lựa chọn phần cứng, xử lý và truyền dữ liệu, tối ưu năng lượng cũng như khả năng mở rộng hệ thống. Việc áp dụng IoT vào trạm thời tiết không chỉ nâng cao chất lượng giám sát môi trường mà còn mở ra nhiều cơ hội ứng dụng trong các lĩnh vực khác, giúp con người quản lý tài nguyên hiệu quả hơn.

Dự án này là một minh chứng rõ ràng cho tiềm năng của IoT trong đời sống thực tế, đồng thời là nền tảng để tiếp tục phát triển các ứng dụng công nghệ thông minh, hướng đến một tương lai bền vững và hiện đại hơn.

## VII. Tài liệu tham khảo

1. Tài liệu kỹ thuật cảm biến BME280 – Bosch Sensortec  
Link: <https://www.bosch-sensortec.com/products/environmental-sensors/humidity-sensors-bme280/>
2. Datasheet vi điều khiển ESP32 – Espressif Systems  
Link: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32/resources>
3. Thư viện Adafruit BME280 cho Arduino  
Link: [https://github.com/adafruit/Adafruit\\_BME280\\_Library](https://github.com/adafruit/Adafruit_BME280_Library)
4. Thư viện U8g2 cho màn hình OLED  
Link: <https://github.com/olikraus/u8g2>
5. Tài liệu hướng dẫn nền tảng Blynk IoT  
Link: <https://docs.blynk.io>
6. Tài liệu học tập Random Nerd Tutorials về ESP32 và IoT  
Link: <https://randomnerdtutorials.com>
7. Trang chính thức của Arduino – Hướng dẫn lập trình và thư viện  
Link: <https://www.arduino.cc/reference/en/>
8. Hướng dẫn sử dụng chế độ Deep Sleep trên ESP32  
Link: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-deep-sleep-arduino-ide-wake-up-sources/>



TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

KHOA.....

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

## PHIẾU ĐÁNH GIÁ TIỂU LUẬN

Học kỳ ..... Năm học ...-...

Cán bộ chấm thi 1	Cán bộ chấm thi 2
<b>Nhận xét:</b> .....	<b>Nhận xét:</b> .....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
<b>Điểm đánh giá của CBChT1:</b>	<b>Điểm đánh giá của CBChT2:</b>
Bằng số :.....	Bằng số: .....
Bằng chữ: .....	Bằng chữ: .....

**Điểm kết luận:** Bằng số..... Bằng chữ:.....

*Thừa Thiên Huế, ngày ..... tháng ..... năm 20...*

**CBChT1**

*(Ký và ghi rõ họ tên)*

**CBChT2**

*(Ký và ghi rõ họ tên)*

