

# Hardware Requirement

## 1. Microcontroller Module

- **MCU\_FR-01:** MCU phải hỗ trợ các giao thức I<sup>2</sup>C, UART và SPI để đọc cảm biến, cập nhật LCD và gỡ lỗi.
- **MCU\_FR-02:** MCU phải đọc dữ liệu cảm biến nhiệt độ, độ ẩm và ánh sáng mỗi 1 giây và cập nhật màn hình LCD mỗi 500 ms.
- **MCU\_FR-03:** MCU sẽ quản lý các tác vụ cho cảm biến, LCD, button, switch và LED trạng thái theo kiến trúc hệ thống.
- **MCU\_FR-04:** MCU sẽ tạo tín hiệu điều khiển cho các mô-đun LED và còi báo động dựa trên các điều kiện ngưỡng.
- **MCU\_NFR-01:** MCU sẽ hoạt động ở mức logic 3.3V và tiêu thụ tổng dòng điện dưới 50 mA.
- **MCU\_NFR-02:** Module phải có một button NRST để hỗ trợ reset và debug.
- **MCU\_NFR-03:** MCU có khả năng hỗ trợ giao tiếp RTC hoặc có module RTC nội bên trong để có thể bổ sung chức năng.
- **MCU\_NFR-02:** Module sẽ cung cấp đủ các đầu cắm mở rộng (3.3V, GND, I<sup>2</sup>C, UART, GPIO) cho các module mở rộng trong tương lai.
- **MCU\_NFR-03:** Module sẽ đảm bảo hoạt động ổn định từ 0–50°C, 20–85% RH (không ngưng tụ).

## 2. Power Supply Module

- **PS\_FR-01:** Module sẽ nhận đầu vào 5V từ Adapter hoặc USB làm nguồn cấp điện chính.
- **PS\_FR-02:** Module sẽ điều chỉnh điện áp xuống 5V đến 3,3V để cung cấp cho MCU và các linh kiện điện áp thấp khác.
- **PS\_FR-03:** Module sẽ cung cấp bảo vệ chống ngược cực và quá dòng.
- **PS\_NFR-01:** Module có LED báo nguồn để hiển thị trạng thái hệ thống ON.
- **PS\_NFR-02:** Các linh kiện nguồn sẽ hoạt động đáng tin cậy trong phạm vi 0°C–50°C và các điều kiện phòng thí nghiệm thông thường.

### 3. Sensors Module

- **SEN\_FR-01:** Module bao gồm các cảm biến nhiệt độ, độ ẩm và ánh sáng.
- **SEN\_FR-02:** Cảm biến nhiệt độ sẽ đo trong phạm vi từ  $-40^{\circ}\text{C}$  đến  $+80^{\circ}\text{C}$ , với độ chính xác  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ .
- **SEN\_FR-03:** Cảm biến độ ẩm sẽ đo độ ẩm tương đối từ 0–100% RH với độ chính xác  $\pm 5\%$  RH.
- **SEN\_FR-04:** Cảm biến ánh sáng sẽ đo cường độ ở phạm vi từ 1–50.000 lux.
- **SEN\_FR-05:** Mỗi cảm biến sẽ giao tiếp với MCU thông qua giao thức I<sup>2</sup>C hoặc giao thức khác có trong yêu cầu.
- **SEN\_NFR-01:** Cảm biến sẽ có thời gian khởi động  $< 1$  giây và tốc độ cập nhật dữ liệu  $\geq 1\text{Hz}$ .
- **SEN\_NFR-02:** Cảm biến sẽ duy trì hiệu suất và độ chính xác trong phạm vi  $\pm 5\%$  trong vòng 6 tháng sử dụng.
- **SEN\_NFR-03:** Cảm biến sẽ hoạt động ổn định ở nhiệt độ 0–50°C, độ ẩm tương đối 20–85% (không ngưng tụ).

### 4. LCD & Indicator Module

- **LCD\_FR-01:** Module bao gồm màn hình LCD 16×2 để hiển thị các giá trị môi trường đo được và ngưỡng cảnh báo.
- **LCD\_FR-02:** Màn hình LCD sẽ cập nhật thông tin hiển thị sau mỗi  $\leq 500$  ms.
- **LCD\_FR-03:** Module bao gồm ít nhất 3 đèn LED chỉ báo (đỏ, xanh dương, vàng) để biểu thị trạng thái nhiệt độ, độ ẩm và ánh sáng tương ứng.
- **LCD\_FR-04:** Module bao gồm một còi báo động để phát ra cảnh báo bằng âm thanh khi giá trị ngưỡng vượt quá hoặc trong điều kiện lỗi.
- **LCD\_NFR-01:** Màn hình LCD phải hiển thị rõ ràng dưới ánh sáng trong nhà thông thường ( $\geq 100$  lux).
- **LCD\_NFR-02:** Mỗi đèn LED chỉ báo sẽ hoạt động ở mức  $\leq 20$  mA và phản ứng trong vòng 50 ms sau sự kiện ngưỡng.
- **LCD\_NFR-03:** Còi báo động sẽ phát ra âm thanh có cường độ  $\geq 70$  dB ở khoảng cách 10 cm.

## 5. Button & Switch Module

- **BT\_FR-01:** Module bao gồm 2 buttons (Next, Previous) để điều khiển ở chế độ thủ công (Manual).
- **BT\_FR-02:** Mỗi lần nhấn nút sẽ tạo ra một tín hiệu riêng biệt đến MCU, được xử lý để thay đổi thông số hiển thị.
- **BT\_FR-03:** Module bao gồm 2 switches: một để chọn Chế độ (Manual/ Auto) và một để chỉnh Nguồn 5V vào (ON/ OFF).
- **BT\_FR-04:** Các nút nhấn và công tắc phải hỗ trợ chống rung cơ học (debouncing) để tránh các kích hoạt ngoài ý muốn.
- **BT\_FR-05:** Ở chế độ Auto, MCU sẽ tự động chuyển đổi hiển thị sau mỗi  $\geq 3$  giây mà không cần nhập nút.
- **BT\_NFR-01:** Mỗi lần nhấn nút phải được xử lý trong vòng 50 ms để đảm bảo độ phản hồi.
- **BT\_NFR-02:** Các button và switch phải có tuổi thọ  $\geq 100.000$  lần thao tác.
- **BT\_NFR-03:** Module sẽ hoạt động ổn định ở nhiệt độ từ  $0^{\circ}\text{C}$ – $50^{\circ}\text{C}$ , độ ẩm từ 10–90% RH (không ngưng tụ).

# Hardware Consideration

## 1. Microcontroller Module

- **MCU Consideration:** Có giao thức UART, I<sup>2</sup>C, SPI; đủ GPIO cho LCD, 3 LEDs, 1 buzzer, 1 switch, 2 buttons, expansion header; tiêu thụ < 50mA; chạy 3V3; hoạt động 0-50°C.
- **Alternatives-1:** Có nút nhấn reset ngoại NRST nối GND và tụ decoupling với chân GND.
- **Alternatives-2:** Thêm External Crystal (8/16MHz) và 32,768kHz cho RTC.

Component	Quantity	MCU interface	Interface qty	Part Number	Note
MCU (3.3V, I <sup>2</sup> C, UART, SPI)	1	-	-	STM32F103C8T6, STM32F030x6, ATmega328P-AU	-
Reset button (NRST)	1	NRST	1	Nút nhấn nhả	-
External HF Crystal	1	GPIO	-	Thạch anh 8MHz, Thạch anh 16MHz	-
Load cap (HF)	2	XTAL pins	-	18pF - 0603	-
External LF Crystal	1	GPIO	-	Thạch anh 32.768kHz	-
Load cap (32k)	2	RTC pins	-	12pF - 0603	-

## 2. Power Supply Module

**Consideration:** Nhận 5V input (USB/adapter) → ổn áp 3.3V cho MCU & sensors; bảo vệ đảo cực, quá dòng; ripple <50 mV; có power LED.

Component	Quantity	MCU interface	Interface qty	Part Number	Note
LDO 3.3V	1	VCC, VDD	-	AMS1117 – 3.3V, LM1117GS-3.3, LM1117IMP-3.3	Dòng ra 500-1000mA
Input TVS	1	5V Input	-	SMAJ5.0A	Bảo vệ transient
Input bulk cap 10 $\mu$ F	1	5V	-	0805	Lọc vào nguồn
Output cap 4.7–10 $\mu$ F	1	3.3V	-	0805	Lọc LDO ra
Power Indicator LED	1	-	-	LED Xanh 3mm	Báo LDO out
Trở hạn dòng	1	-	-	Vài kOhm	LED

### 3. Sensor Module

Component	Quantity	MCU interface	Interface qty	Part Number	Note
Temp & Humidity sensor	1	I <sup>2</sup> C	1	SHT30/ SHT31	I <sup>2</sup> C Interface
Light sensor	1	I <sup>2</sup> C/ ADC	1	BH1750/ TSL2561	Ưu tiên I <sup>2</sup> C
Sensor decoupling cap 0.1uF	2	VCC	-	0603	Gắn VCC của sensors

#### 4. LCD & Indicator Module

**Considerations:** LCD 16×2 (hoặc 20×4) để hiển thị; cần nhắc dùng I<sup>2</sup>C backpack (PCF8574) để tiết kiệm GPIO; backlight tách nguồn nếu cần; LEDs 3 cái cho thresholds; buzzer active/passive.

Component	Quantity	MCU interface	Interface qty	Part Number	Note
LCD 16 x 2	1	GPIO (4-bit) hoặc I <sup>2</sup> C	6 (4-bit) hoặc 2 (I <sup>2</sup> C)	LCD 1602 – 3.3V (GPIO)/ (Driver I <sup>2</sup> C)	-
Indicator LED (R/ B/ Y)	3	GPIO	3	LED 3mm – Through Hole	-
Buzzer (active)	1	GPIO/ PWM	1	Active piezo buzzer	≥70 dB @10 cm

## 5. Button & Switch Module

**Considerations:** 2 push buttons (NEXT, PREV) momentary; 1 slide switch Mode (Manual/Auto) latching; 1 slide switch Power ON/OFF (ngắt 5V); 1 reset NRST (momentary).

Component	Quantity	MCU interface	Interface qty	Part Number	Note
Tactile button (Next/ Prev)	2	GPIO	2	Omron B3F-1000	-
Reset button (NRST)	1	NRST	1	Omron B3F-1000	-
Slide switch (Mode)	1	GPIO	1	SPDT slide switch	-
Slide switch (Power)	1	Power	-	SPDT slide switch	-