

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA



THIẾT KẾ HỆ THỐNG NHÚNG (ESD)

SYSTEM REQUIREMENTS AND BLOCK DIAGRAM

**AUTOMATIC PLANT IRRIGATION SYSTEM ACCORDING TO
HUMIDITY**

(Hệ thống đo độ ẩm và tưới cây tự động)

LỚP: TN01 – NHÓM: 5 - HK251

STT	MSSV	HỌ	TÊN
1	2312715	Phạm Vũ Hoàng	Phúc
2	2310887	Trương Tuấn	Hải

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 9 năm 2025

I. SYSTEMS REQUIREMENT

1. Name

- Hệ thống đo độ ẩm và tưới cây tự động dùng STM32

2. Scope & Product

- Hệ thống phải dùng STM32F103C8T6 làm MCU trung tâm; đầu vào gồm cảm biến độ ẩm đất (analog), các nút AUTO / MANUAL / CLOCK / RESET, RTC DS1307; đầu ra gồm LCD1602, LED, và relay 5V điều khiển bơm 12 V. Kiến trúc cấp nguồn từ 220 VAC → 12 VDC/5 VDC/3.3 VDC

3. Purpose

- Mục đích của dự án là xây dựng một hệ thống đo độ ẩm đất hiển thị theo thời gian thực trên LCD và tự động tưới khi đất khô (dưới ngưỡng cài đặt); tùy chọn gửi cảnh báo/đẩy thông tin lên điện thoại khi phát hiện đất khô. Hệ thống hướng tới tiết kiệm nước, giảm can thiệp thủ công và vận hành đơn giản cho người dùng.

4. Design constraints

- Cost: Tổng chi phí linh kiện phải
- Lifetime (project constraint): Tuổi thọ sản phẩm phải < 2 năm
- Power capability: Hệ thống phải có rail 12V (bơm), 5V (LCD/cảm biến), 3.3V (MCU) và nguồn 5V-2A sẵn sàng cho tải mức thấp.
- Physical size and weight: Kích thước lắp ráp phải $\leq 10 \times 15$ cm, khối lượng < 1 kg

5. Functional requirement

➤ Modes of Operation

- FR-1 (AUTO Mode): Ở chế độ AUTO, hệ thống phải đọc liên tục độ ẩm đất và kích relay bật bơm khi độ ẩm thấp hơn ngưỡng cài đặt; tắt bơm khi đạt yêu cầu.
- FR-2 (MANUAL Mode): Khi nhấn nút MANUAL, bơm phải chạy 5 giây, rồi tự ngắt và trở về AUTO.
- FR-3 (CLOCK Mode): Ở chế độ CLOCK, hệ thống phải hiển thị thời gian thực từ DS1307 và độ ẩm trên LCD.
- FR-4 (RESET): Nút RESET phải đưa hệ thống về trạng thái khởi động ban đầu.

➤ Sensing & Control

- FR-5 (Moisture sensing): Hệ thống phải đọc ngõ ra analog của cảm biến vào ADC STM32 và chuyển đổi ra % độ ẩm để hiển thị/điều khiển.
- FR-6 (Threshold & calibration): Hệ thống phải hỗ trợ đặt ngưỡng tưới bằng biến trở/cấu hình; thuật toán nội suy phải dùng mô hình tuyến tính nhóm đã

chọn: $ADC_val = -43 \times \text{Moisture}(\%) + 4019$ (có thể hiệu chỉnh lại hằng số nếu tái-calibration).

- FR-7 (Relay drive): Ngõ điều khiển relay phải cách ly bằng opto PC817 theo thiết kế, bảo vệ MCU trước xung/ngược áp.

➤ User Interface

- FR-8 (Display content): LCD phải hiển thị mode hiện tại (AUTO/ MANUAL/ CLOCK), % độ ẩm.
- FR-9 (Status LEDs): LED phải phản ánh đúng trạng thái chế độ như mô tả vận hành.

6. Performance

- PR-1 (LCD update): Thời gian cập nhật hiển thị phải $\leq 0,5$ s.
- PR-2 (Pump response): Từ lúc điều kiện tưới thỏa đến khi kích relay phải $\leq 0,1$ s.
- PR-3 (Button handling): Sự kiện nút nhấn phải được xử lý ≤ 1 s.

7. Hardware & Power Requirements

- HR-1 (Power rails): Sơ đồ nguồn phải chuyển 220VAC \rightarrow 12V/5V/3.3V và phân phối đúng cho bơm/LCD-cảm biến/MCU
- HR-2 (Relay ratings): Relay phải tương thích tải bơm: 10A - 250VAC, 10A - 30VDC, thời gian tác động ≤ 10 ms, dải môi trường $-25 \dots 70$ °C, 45–85%RH.
- HR-3 (Pump interface): Cấp 12VDC cho bơm; thông số tham chiếu: I không tải $\approx 0,23$ A, lưu lượng 2–3 L/phút (12V).

8. Physical Size & Weight

- PH-1 (Envelope): Kích thước lắp ráp phải $\leq 10 \times 15$ cm; khối lượng < 1 kg.

9. Hardware Component

9.1. MCU (Microprocessors/Microcontrollers):

- 32-bit Microcontroller: STM32F103C8 thu nhập và xử lý tín hiệu từ cảm biến và truyền thông tin ra.

9.2. Ngoại vi (Peripherals):

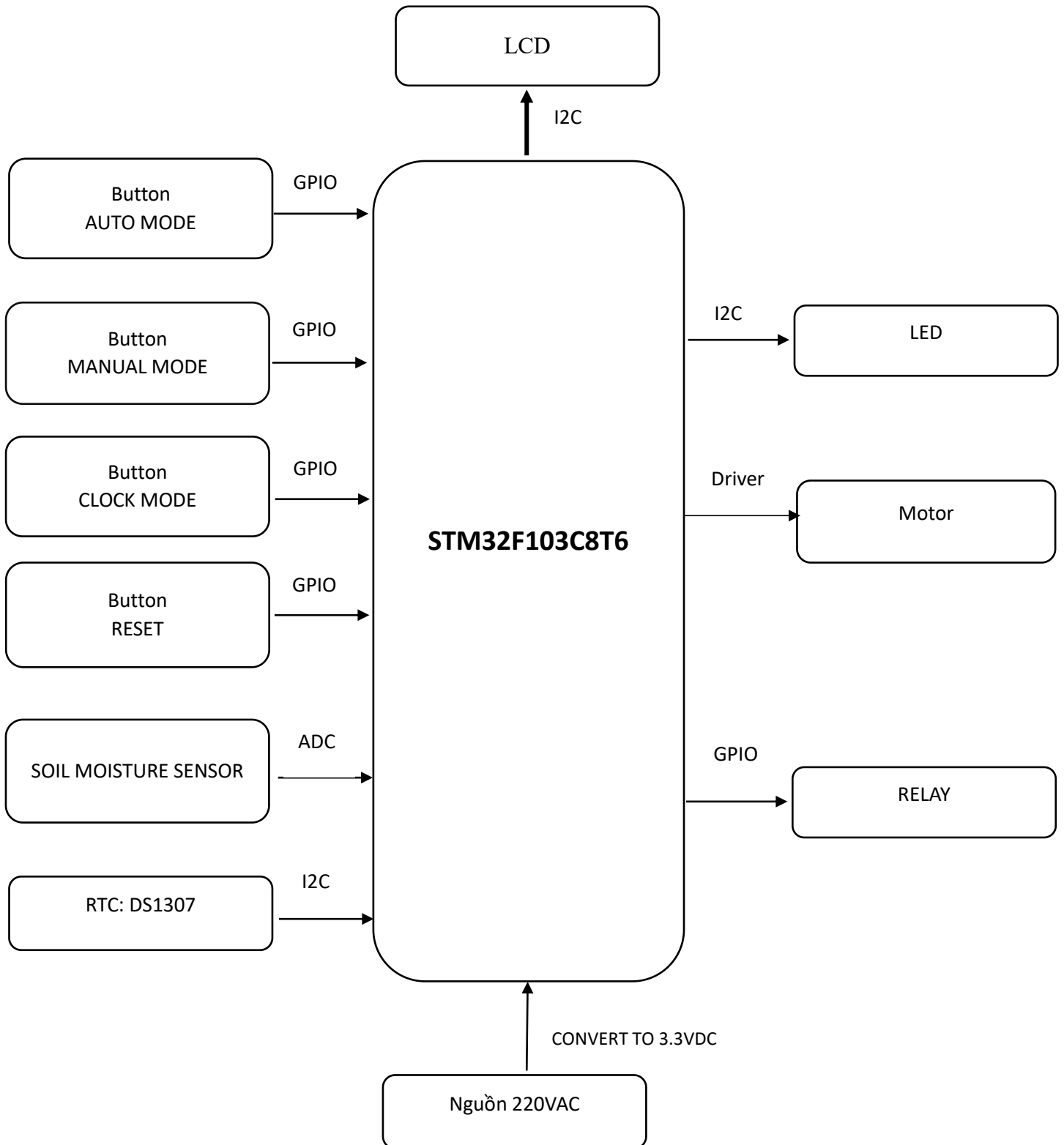
- Ngõ vào:
 - Nút nhấn
 - RTC DS1307.
 - Cảm biến độ ẩm đất
- Ngõ ra:
 - Màn hình LCD 1602.

- Relay 5V.
- LED.

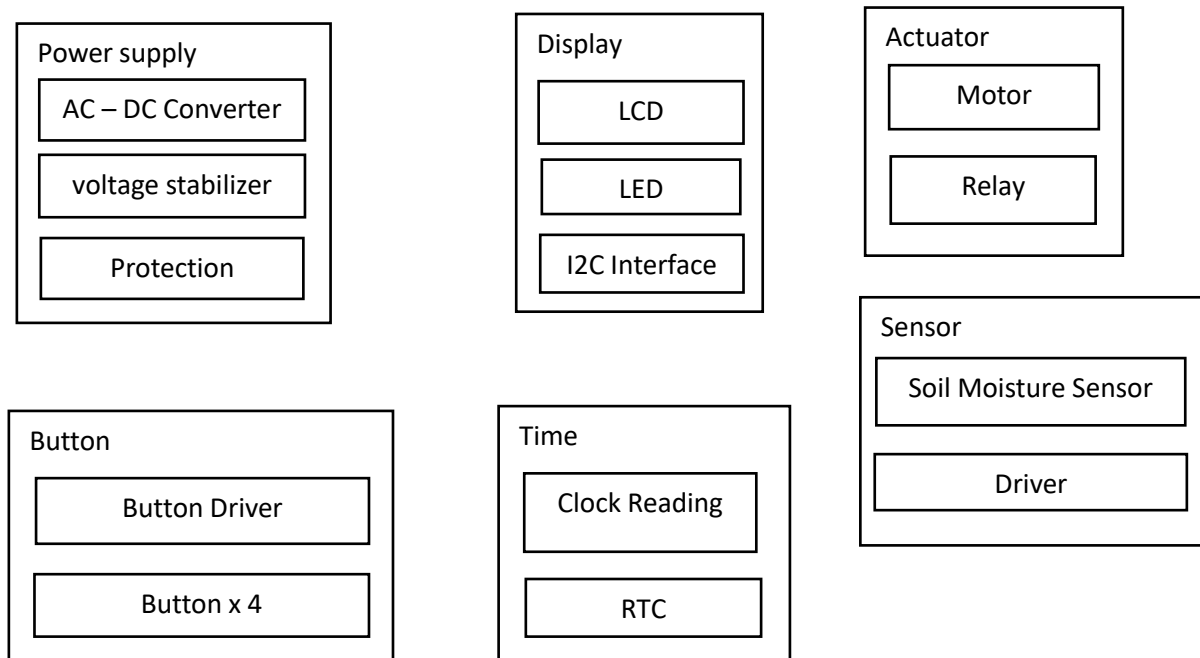
9.3. POWER SUPPLY

- Cắm nguồn 220VAC vào bộ chuyển đổi thành 3.3VDC.

II. Sơ đồ khối phần cứng (HARDWARE BLOCK DIAGRAM)



III. System architecture



IV. Use Cases

UC-01: Automatic Watering – Tưới cây tự động khi độ ẩm thấp.

UC-02: Manual Watering – Người dùng tự tưới thủ công bằng nút MANUAL.

UC-03: Display Time and Moisture – Hiển thị thời gian và độ ẩm trên LCD.

UC-04: Change Operation Mode – Chuyển đổi chế độ hoạt động bằng nút bấm (AUTO, MANUAL, CLOCK, RESET).

UC-05: Reset System – Người dùng reset hệ thống bằng nút RESET.

UC-06: Configure Moisture Threshold – Người dùng cài đặt ngưỡng độ ẩm.

UC-07: Real-time Clock Update – RTC DS1307 cung cấp thời gian thực cho MCU.

UC-08: Power Supply Management – Hệ thống quản lý nguồn 12V → 5V → 3.3V.

V. Use Cases – Change Operation Mode

Use Case Name	Change Operation Mode
Use Case ID	UC-04
Scope	Chuyển đổi chế độ hoạt động bằng nút bấm (AUTO, MANUAL, CLOCK, RESET).
Primary Actor(s)	User (người dùng)
Stakeholders and Interests	<ul style="list-style-type: none">- Người dùng: Muốn chọn chế độ mong muốn (AUTO, MANUAL, CLOCK).- Hệ thống: Cần chuyển chế độ chính xác, không gây xung

	đột.
Preconditions	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống đang bật. - Các nút bấm hoạt động bình thường.
Postconditions	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống thay đổi sang chế độ mới và LCD/LED báo trạng thái.
Main Flow of Events	<ol style="list-style-type: none"> 1. Người dùng nhấn nút tương ứng (AUTO/ MANUAL/ CLOCK/ RESET). 2. MCU nhận tín hiệu từ nút bấm. 3. MCU thay đổi chế độ hoạt động. 4. LCD cập nhật thông tin chế độ. 5. LED trạng thái hiển thị chế độ mới.
Alternative Flow	AF1: Người dùng nhấn nhiều nút cùng lúc → MCU ưu tiên xử lý theo quy tắc (ví dụ: RESET > MANUAL > AUTO > CLOCK).
Exception Flows	EF1: Nút bấm bị kẹt hoặc hỏng → MCU bỏ qua tín hiệu, hệ thống giữ nguyên chế độ.
Includes	<ul style="list-style-type: none"> - Đọc tín hiệu từ nút bấm. - Cập nhật LCD và LED.
Extends	Có thể mở rộng thêm chế độ “Setting Mode” để cài đặt ngưỡng độ ẩm hoặc hẹn giờ.
Special Requirements	<ul style="list-style-type: none"> - Thời gian debounce nút $\leq 20\text{ms}$. - LCD cập nhật $\leq 0.5\text{s}$ sau khi thay đổi chế độ.
Assumptions	Người dùng hiểu ý nghĩa từng nút.
Notes	Use Case này chỉ xử lý chuyên chế độ, không bao gồm logic tưới cây.
Author	Phạm Vũ Hoàng Phúc – 2312715 Trương Tuấn Hải – 2310887
Date	25/9/2025