

## Functionality – Hệ thống điểm danh và mở cửa

1. **User Authentication**
  - Xác thực người dùng bằng vân tay hoặc nhập mã PIN từ keypad.
2. **Attendance Logging**
  - Ghi nhận thông tin điểm danh: ID, tên, thời gian, trạng thái (đúng giờ / trễ giờ).
  - Không cho phép điểm danh lặp lại trong cùng một ngày.
3. **Real-Time Clock**
  - Lấy thời gian từ RTC để so sánh với giờ làm việc chuẩn.
  - Tự động reset danh sách điểm danh cho tất cả người dùng sau 00:00 mỗi ngày.
4. **Door Control & Safety**
  - Điều khiển relay để mở khóa cửa khi xác thực thành công.
  - Đọc cảm biến trạng thái cửa, chỉ đóng chốt khi cửa đã đóng hoàn toàn.
  - Nếu cửa không đóng trong thời gian timeout → phát cảnh báo (buzzer + LCD).
5. **LCD Display**
  - Hiển thị tên người dùng, thời gian, trạng thái điểm danh (đúng/trễ).
  - Hiển thị thông báo lỗi khi nhập sai PIN, quét vân tay sai hoặc cửa mở quá lâu.
6. **Fingerprint Management**
  - Hỗ trợ enroll (thêm mới), xóa vân tay, kiểm tra ID tồn tại.
  - Chỉ thực hiện được khi đã xác thực quyền admin.
7. **PIN Management**
  - Cho phép đổi mã PIN qua keypad.
  - Cho phép đổi mã PIN từ xa qua giao diện app (ESP32)

### R1. Hiển thị thông tin điểm danh

Hệ thống có chức năng hiển thị ngày giờ, tên người điểm danh và trạng thái điểm danh (“Đúng giờ” hoặc “Trễ giờ”).

- **R1.1** Hệ thống sử dụng LCD (I2C , 8-bit) để hiển thị thông tin về người điểm danh và điểm danh đúng giờ hay trễ giờ
- **R1.2** Tên người điểm danh được tra cứu theo ID vân tay hoặc PIN.
- **R1.3** Trạng thái “Đúng giờ” hoặc “Trễ giờ” được xác định dựa trên so sánh thời gian hiện tại được hiển thị trên LCD với giờ làm việc chuẩn.
- **R1.4** Chỉ thực hiện hiển thị trên LCD về thông tin và ngày giờ điểm danh trong lần đầu tiên, từ lần thứ hai sẽ chỉ mở cửa, không hiển thị gì thêm.
- **R1.5** Thông tin điểm danh được thông qua ESP32 để cập nhật lên Excel

### R2. Xác thực người dùng

Hệ thống cho phép xác thực bằng vân tay hoặc nhập mã PIN.

- **R2.1** Hệ thống kết nối cảm biến vân tay qua UART để nhận ID người dùng.
- **R2.2** Hệ thống hỗ trợ nhập mã PIN qua keypad 4x4 và so sánh với mã đã lưu trong EEPROM.
- **R2.3** Nếu xác thực thất bại → hiển thị lỗi trên LCD, không mở cửa.

### R3. Điều khiển cửa

Hệ thống mở/đóng cửa dựa trên trạng thái xác thực và trạng thái cửa thực tế.

- **R3.1** Relay được điều khiển ON trong thời gian 5 giây để mở chốt cửa.
- **R3.2** Khi hết thời gian, relay OFF để đóng chốt **chỉ khi cảm biến cửa báo cửa đang ở trạng thái đóng**.
- **R3.3** Nếu cửa vẫn mở (cảm biến báo Open) → hệ thống chờ đến khi cửa đóng rồi mới đóng chốt.
- **R3.4** Nếu xác thực thất bại → relay không được kích.

### R4. Quản lý vân tay & mã PIN

Hệ thống cho phép thêm, xóa, đổi thông tin người dùng.

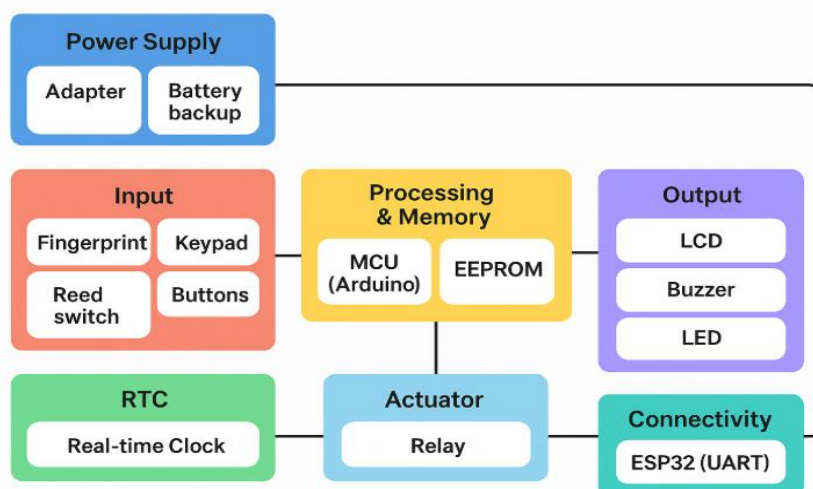
- **R4.1** Admin có thể thêm vân tay mới (enroll) bằng cách nhập mã quản trị và thực hiện vân tay 1 lần.
- **R4.2** Admin có thể xóa vân tay theo ID.
- **R4.3** Admin có thể đổi mã PIN cho người dùng thông qua keypad.
- **R4.4** Các thao tác trên chỉ thực hiện khi đã xác thực quyền admin

### R5. Ghi điểm danh

- **R5.1** Ghi ID, tên, thời gian, trạng thái (đứng/trễ).
- **R5.2** Lưu cục bộ (EEPROM) hoặc gửi qua UART/Wi-Fi.
- **R5.3** Hệ thống reset trạng thái điểm danh vào 00:00 hằng ngày

### R6. Yêu cầu phi chức năng

- **R6.1** Thời gian xử lý từ xác thực đến mở cửa  $\leq 1,5$  giây.
- **R6.2** Lưu tối thiểu 50 người dùng trong EEPROM.
- **R6.3** Độ chính xác nhận diện vân tay  $\geq 98\%$ .
- **R6.4** Giao diện LCD hiển thị rõ ràng, đọc được trong điều kiện ánh sáng phòng.



## Use Case – Hệ thống điểm danh & mở cửa

### UC1 – Điểm danh bằng vân tay

- **Tác nhân:** Người dùng
- **Điều kiện trước:**
  - Người dùng đã được đăng ký vân tay trong bộ nhớ cảm biến.
  - RTC hoạt động bình thường.
- **Luồng chính:**
  1. Người dùng đặt ngón tay lên cảm biến vân tay.
  2. Cảm biến so khớp → trả về ID nếu khớp.
  3. MCU nhận ID → tra cứu tên trong EEPROM.
  4. MCU kiểm tra cờ điểm danh hôm nay trong EEPROM:
    - Nếu đã điểm danh → hiển thị “Đã điểm danh” → dừng.
    - Nếu chưa → tiếp tục.
  5. MCU đọc ngày giờ từ RTC → so sánh với giờ chuẩn để xác định Đúng giờ/Trễ.
  6. Ghi log (ID, ngày, giờ, trạng thái) vào EEPROM và cập nhật cờ điểm danh = 1.
  7. Hiển thị tên + trạng thái điểm danh trên LCD.
  8. Mở chốt cửa (relay ON).
  9. Đợi cảm biến cửa báo cửa đã đóng → đóng chốt (relay OFF).
- **Luồng thay thế:**
  - Nếu cảm biến trả về lỗi (không khớp) → LCD hiển thị “Sai vân tay”.
  - Nếu cảm biến cửa lỗi hoặc không đóng → bật cảnh báo buzzer.

### UC2 – Điểm danh bằng mã PIN

- **Tác nhân:** Người dùng
- **Điều kiện trước:** Mã PIN đã được lưu trong EEPROM.
- **Luồng chính:**

1. Người dùng nhập mã PIN trên keypad.
2. MCU đọc mã PIN tương ứng từ EEPROM và so sánh.
3. Nếu đúng → thực hiện các bước từ **5 đến 9** của UC1.

- **Luồng thay thế:**

- Nếu sai → LCD hiển thị “Sai PIN”.
- Nếu nhập sai N lần → hệ thống khóa tạm thời, buzzer cảnh báo.

### **UC3 – Đăng ký (Enroll) vân tay**

- **Tác nhân:** Quản trị viên
- **Điều kiện trước:** Quản trị viên nhập mã PIN admin để kích hoạt chế độ quản trị.
- **Luồng chính:**
  1. MCU chuyển sang chế độ enroll.
  2. Cảm biến yêu cầu quét ngón tay 2 lần → tạo template → lưu vào bộ nhớ cảm biến.
  3. Cảm biến trả về ID mới.
  4. MCU yêu cầu nhập tên trên keypad mã Ascii (hoặc chọn tên có sẵn) → lưu tên + ID vào EEPROM.
  5. LCD hiển thị “Đăng ký thành công”.

### **UC4 – Xóa vân tay / Đổi mã PIN**

- **Tác nhân:** Quản trị viên
- **Điều kiện trước:** Đã vào chế độ quản trị.
- **Luồng chính:**
  - **Xóa vân tay:**
    1. Chọn ID cần xóa.
    2. MCU gửi lệnh xóa đến cảm biến.
    3. MCU xóa dữ liệu tên/PIN trong EEPROM.
    4. LCD hiển thị “Đã xóa”.

- **Đổi PIN:**

1. Nhập PIN cũ + PIN mới 2 lần để xác nhận.
2. MCU ghi đè PIN mới vào EEPROM.
3. LCD hiển thị “Đổi thành công”.
- 4.

### **UC5 – Đổi PIN qua Web (ESP32)**

- **Tác nhân:** Quản trị viên, ESP32
- **Điều kiện trước:** ESP32 kết nối với MCU qua UART và đang chạy trên app.
- **Luồng chính:**
  1. Quản trị viên mở giao diện web ESP32.
  2. Chọn user cần đổi PIN, nhập PIN mới.
  3. ESP32 gửi lệnh UART cho MCU.
  4. MCU cập nhật PIN mới vào EEPROM

### **UC6 – Tải dữ liệu điểm danh**

- **Tác nhân:** Quản trị viên, ESP32
- **Điều kiện trước:** ESP32 đang hoạt động và có kết nối UART với MCU.
- **Luồng chính:**
  1. Quản trị viên truy cập giao diện ESP32 → chọn “Tải dữ liệu điểm danh”.
  2. ESP32 gửi lệnh yêu cầu log qua UART.
  3. MCU đọc log trong EEPROM và gửi về.
  4. ESP32 hiển thị log dưới dạng bảng và cho tải file CSV.

### **UC7 – Reset dữ liệu điểm danh**

- **Tác nhân:** Hệ thống (MCU)
- **Kích hoạt:** Khi RTC báo sang ngày mới (00:00).

- **Luồng chính:**

1. MCU duyệt toàn bộ user trong EEPROM.
2. Đặt cờ “đã điểm danh” = 0 cho tất cả user.
3. Sẵn sàng cho ngày mới.