

Tài liệu Yêu cầu Kỹ thuật (Technical Requirement)

Dự án: Voltmeter với màn hình LCD

1. Giới thiệu

- Mục đích:** Xác định yêu cầu kỹ thuật cho thiết bị Voltmeter sử dụng ESP32 và màn hình LCD, phục vụ đo điện áp DC, AC (giới hạn), hiển thị kết quả trực quan và an toàn cho người dùng.
- Phạm vi:** Thiết bị dùng trong môi trường phòng thí nghiệm, học tập hoặc dân dụng nhỏ; hỗ trợ đo điện áp trong khoảng 0–15V DC (thiết kế hiện tại), mở rộng đến 0–1000V theo phân áp.

2. Yêu cầu hệ thống

2.1 Ngoại hình (Physical Appearance)

- R-001:** Vỏ làm bằng nhựa ABS/PC, nhỏ gọn ($\sim 15 \times 5 \times 5$ cm), khối lượng ~ 300 g.
- R-002:** Có lớp bảo vệ cơ bản chống bụi, độ ẩm, an toàn cách điện.
- R-003:** Các cổng đo (jack) bố trí rõ ràng, dễ cắm que đo.
- R-004:** Có lớp chống sốc cơ bản khi rơi ≤ 1 m.

2.2 Hiển thị (Display)

- R-010:** Màn hình LCD 16x2 giao tiếp I2C với ESP32.
- R-011:** Hiển thị chế độ đo (Voltage/Current/Resistance).
- R-012:** Hiển thị giá trị đo (điện áp, dòng điện, điện trở).
- R-013:** Có đèn nền hỗ trợ khi ánh sáng yếu.

2.3 Chức năng (Functionality)

- R-020:** Đo điện áp DC dải 0–15V trực tiếp, mở rộng đến 50V qua mạch phân áp.
- R-021:** Đo dòng điện DC qua cảm biến ACS712 (≤ 30 A).
- R-022:** Đo điện trở dựa trên mạch tham chiếu, thang đo đến $1M\Omega$.
- R-023:** Sai số điện áp $< 5\%$, dòng điện $\pm 0.5\%$, điện trở $\pm 0.5\%$.
- R-024:** Điện trở vào của bộ đo điện áp $\geq 1M\Omega$.
- R-025:** Thiết bị có 1 nút nhấn chọn chế độ đo (Voltage – Current – Resistance).

- **R-026:** Có cảnh báo nguồn pin yếu và hiển thị giá trị vượt ngưỡng (OL).
- **R-027:** Tự động hiệu chuẩn bằng phần mềm; có thể lập trình qua Arduino IDE/PlatformIO.

3. Yêu cầu phi chức năng (Non-Functional Requirements)

- **R-100:** Thiết bị hoạt động ở $0\text{--}40^\circ\text{C}$, độ ẩm $\leq 80\%$.
- **R-101:** Tuổi thọ thiết kế ≥ 3 năm, pin dùng được ≥ 10 ngày cho một lần sạc (nguồn 5V).
- **R-102:** Độ tin cậy: sai số đo không vượt quá 5% trong suốt vòng đời thiết bị.
- **R-103:** Độ an toàn: tuân thủ nguyên tắc cách ly mạch đo – ESP32; điện áp vào ADC $\leq 3.3\text{V}$.
- **R-104:** Thiết bị không gây tiếng ồn $> 40 \text{ dB}$.

4. Kiểm chứng và xác nhận (Verification & Validation)

- **R-020 (Đo điện áp):** Thủ bằng nguồn DC chuẩn 5V, 12V, 15V → so sánh với giá trị hiển thị.
- **R-021 (Đo dòng điện):** Tải chuẩn 1A, 5A, 10A qua ACS712 → so sánh với kết quả hiển thị.
- **R-022 (Đo điện trở):** Điện trở mẫu 100Ω , $1\text{k}\Omega$, $10\text{k}\Omega$ → kiểm tra sai số $\leq \pm 0.5\%$.
- **R-023 (Sai số tổng):** So sánh với thiết bị chuẩn, ghi lại sai số theo %rdg + digits.
- **R-025 (Nút chọn chế độ):** Test thao tác nút bấm liên tục ≥ 1000 lần, đảm bảo chuyển đổi chế độ đúng.
- **R-026 (Tự hiệu chuẩn):** Kiểm tra firmware khởi động, đảm bảo ADC offset được bù chính xác.