Hạn chế của mạch

**Độ chính xác và ổn định của cảm biến DHT11 thấp**

* Độ chính xác thấp (±2°C cho nhiệt độ, ± 5% cho độ ẩm).
* Tốc độ lấy mẫu chậm (khoảng 1 lần mỗi 1–2 giây).
* Không phù hợp cho môi trường cần đo chính xác hoặc thay đổi nhanh.

**Gợi ý cải thiện**: Dùng **DHT22**, **BME280**, hoặc **SHT31** cho độ chính xác và độ tin cậy cao hơn.

**2. Phụ thuộc vào WiFi và NTP**

* Nếu **không kết nối được WiFi**, mạch không có thời gian thực.
* Mạch không có **RTC (Real-Time Clock)** tích hợp → mất điện là mất giờ.

**Gợi ý cải thiện**: Thêm module **DS3231 RTC** để giữ giờ khi mất mạng hoặc mất điện.

**3. Không có chức năng lưu trữ hoặc truyền dữ liệu**

* Không lưu lại dữ liệu đo.
* Không gửi dữ liệu lên cloud hoặc hiển thị từ xa.

**Gợi ý cải thiện**:

* Ghi dữ liệu vào **thẻ nhớ microSD** hoặc **EEPROM**.
* Gửi dữ liệu lên **Firebase, MQTT, hoặc Blynk**.

**4. Không xử lý ngoại lệ nâng cao**

* Nếu cảm biến bị lỗi, chỉ báo "Sensor Error" nhưng không có cảnh báo hoặc xử lý thêm.
* Không có kiểm tra lại kết nối WiFi nếu bị mất giữa chừng.

**Gợi ý cải thiện**: Viết thêm logic tự động reconnect WiFi hoặc cảnh báo người dùng qua LED/buzzer.

**5. Tính di động thấp**

* Dùng điện qua USB, không có pin hoặc quản lý năng lượng.
* Nếu mất điện → mạch khởi động lại và mất trạng thái.

**Gợi ý cải thiện**: Thêm **pin Li-ion + mạch sạc TP4056 + boost converter**, hoặc dùng board ESP32 có sẵn pin như **TTGO T-Display**.

**6. Giao diện hạn chế**

* LCD 16x2 chỉ hiển thị được thông tin rất cơ bản, không có biểu đồ hoặc tương tác nâng cao.

**Gợi ý cải thiện**:

* Nâng cấp sang **OLED**, **TFT**, hoặc dùng **ứng dụng điện thoại** để xem dữ liệu đẹp hơn.