**REQUIREMENT**

**Dự án:** Chế Tạo Hệ Thống Làm Mát Nước Mini Điều Khiển Bằng STM32 (STM32-based Mini Water Chiller Prototype)

**1.Giới thiệu**

**Mục đích:** Tài liệu này mô tả các yêu cầu kỹ thuật để xây dựng một mô hình (prototype) hệ thống làm mát nước tuần hoàn cỡ nhỏ. Hệ thống sử dụng vi điều khiển STM32 để điều khiển tấm bán dẫn làm lạnh Peltier, nhằm mục đích kiểm chứng thuật toán điều khiển PID và ứng dụng thực tế.

**Phạm vi:** Mô hình là một hệ thống khép kín, có nhiệm vụ làm mát một lượng nước nhỏ trong bình chứa xuống một nhiệt độ được cài đặt trước và duy trì nhiệt độ đó một cách ổn định.

**2.Yêu cầu hệ thống (Linh kiện và Lắp đặt)**

**2.1 Khối Điều Khiển và Cảm Biến (Control & Sensor Unit)**

**H-2.1.0:** Bộ não trung tâm là vi điều khiển

**H-2.1.1:** Sử dụng **2 cảm biến nhiệt độ**  loại chống nước để đo nhiệt độ nước đầu vào và đầu ra của khối làm lạnh.

**H-2.1.2:** Lắp đặt **1 cảm biến lưu lượng nước**  để đảm bảo hệ thống chỉ hoạt động khi có dòng chảy.

**2.2 Khối Cơ-Nhiệt và Giải Nhiệt (Thermo-Mechanical Unit)**

**H-2.2.0:** Sử dụng **1 tấm bán dẫn làm lạnh Peltier**  làm lõi làm mát.

**H-2.2.1:** Lắp đặt **1 khối tản nhiệt nước (Water Block)** kích thước 40x40mm tiếp xúc trực tiếp với mặt lạnh của Peltier.

**H-2.2.2:** Lắp đặt **1 bộ tản nhiệt khí và quạt** (có thể dùng tản nhiệt CPU) để giải nhiệt cho mặt nóng của Peltier.

**H-2.2.3:** Hệ thống phải có **1 bơm nước mini 12V** và một bình chứa nước dung tích tối thiểu 250ml.

**2.3 Khối Giao Tiếp và Nguồn (Interface & Power Unit)**

**H-2.3.0:** Hệ thống được trang bị **màn hình LCD 16x2 I2C** để hiển thị thông tin.

**H-2.3.1:** Sử dụng **1 Encoder xoay có nút nhấn** để người dùng có thể điều chỉnh nhiệt độ mong muốn.

**H-2.3.2:** Sử dụng **module MOSFET**  để điều khiển các thiết bị công suất lớn (Peltier, bơm, quạt).

**H-2.3.3:** Nguồn cấp cho các thiết bị công suất phải là nguồn ngoài **12V, tối thiểu 10A**.

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

**H-3.0:** **An toàn:** Phần mềm phải có cơ chế tự động ngắt Peltier nếu cảm biến không phát hiện lưu lượng nước chảy trong vòng 5 giây.

**H-3.1:** **Độ ổn định:** Hệ thống phải có khả năng hoạt động liên tục trong ít nhất 60 phút mà không gặp lỗi treo hoặc quá nhiệt.

**H-3.2:** **Khả năng sử dụng:** Người dùng phải có thể cài đặt nhiệt độ mong muốn một cách dễ dàng thông qua encoder xoay.

**4.Yêu cầu chức năng (Functionality)**

**4.1 Chế độ hoạt động (Operating Modes)**

**H-4.1.0:** Hệ thống hoạt động ở chế độ **Tự động (Automatic)**: tự động điều chỉnh công suất Peltier để duy trì nhiệt độ cài đặt.

**H-4.1.1:** Hệ thống có trạng thái **Chờ (Standby)** và **Báo lỗi (Fault)**, được hiển thị rõ trên màn hình LCD.

**4.2 Điều Khiển Nhiệt Độ (Temperature Control)**

**H-4.2.0:** Phần mềm trên STM32 phải tích hợp **thuật toán điều khiển PID** để điều khiển nhiệt độ.

**H-4.2.1:** STM32 điều khiển công suất của Peltier thông qua **tín hiệu PWM** tới module MOSFET.

**H-4.2.2:** Hệ thống phải duy trì được nhiệt độ nước với sai số **±1°C** so với điểm đặt trong điều kiện môi trường ổn định.

**4.3 Giám Sát và Hiển Thị (Monitoring & Display)**

**H-4.3.0:** Màn hình LCD phải hiển thị liên tục và rõ ràng các thông số: **Nhiệt độ hiện tại**, **Nhiệt độ cài đặt**, và **Trạng thái hệ thống** (Đang chạy/Lỗi).

**H-4.3.1:** Kích hoạt cảnh báo trên màn hình khi xảy ra lỗi, ví dụ: "LOI: MAT NUOC" (Lỗi: Mất nước).