

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH  
KHOA ĐIỆN ĐIỆN TỬ  
BỘ MÔN KỸ THUẬT MÁY TÍNH - VIỄN THÔNG



**HCMUTE**

ĐỒ ÁN MÔN HỌC 1

# **HỆ THỐNG IOT GIÁM SÁT VÀ ĐIỀU KHIỂN MÔI TRƯỜNG NƯỚC NUÔI CÁ BA SA**

**NGÀNH HỆ THỐNG NHÚNG VÀ IOT**

Sinh viên: **TRƯƠNG LÝ MINH HOÀNG**  
MSSV: 22139025  
**TRẦN MINH HỮU**  
MSSV: 22139028

Hướng dẫn: **PGS. TS PHAN VĂN CA**

TP. HỒ CHÍ MINH – 06/2025

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH  
KHOA ĐIỆN ĐIỆN TỬ  
BỘ MÔN KỸ THUẬT MÁY TÍNH - VIỄN THÔNG



**HCMUTE**

ĐỒ ÁN MÔN HỌC 1

# **HỆ THỐNG IOT GIÁM SÁT VÀ ĐIỀU KHIỂN MÔI TRƯỜNG NƯỚC NUÔI CÁ BA SA**

**NGÀNH HỆ THỐNG NHÚNG VÀ IOT**

Sinh viên: **TRƯƠNG LÝ MINH HOÀNG**

MSSV: 22139025

**TRẦN MINH HỮU**

MSSV: 22139028

Hướng dẫn: **PGS. TS PHAN VĂN CA**

TP. HỒ CHÍ MINH – 06/2025

PHIẾU ĐÁNH GIÁ ĐỒ ÁN

1. Tên đề tài: Hệ thống IOT giám sát và điều khiển môi trường nước nuôi cá BaSa
2. Sinh viên thực hiện: Trương Lý Minh Hoàng MSSV: 22139025  
Trần Minh Hữu MSSV: 22139028
3. Giảng viên hướng dẫn: PGS. TS Phan Văn Ca

NỘI DUNG NHẬN XÉT:

Stt	Nội dung	Thang điểm	Điểm chấm
1	Tính mới mẻ, mức độ khó của đề tài	10	
2	Tổng quan đề tài nghiên cứu và cơ sở lý thuyết	10	
3	Tính đúng đắn và hợp lý của phương pháp nghiên cứu và phân tích thiết kế	20	
4	Thu thập và phân tích dữ liệu/ đánh giá mô hình hệ thống thiết kế	20	
5	Bố cục, hình thức và cấu trúc trình bày nội dung báo cáo đồ án	10	
6	Các kỹ năng, chuyên môn, thái độ và tính sáng tạo	15	
7	Báo cáo và trả lời câu hỏi	15	
	TỔNG ĐIỂM	100	

**Lưu ý:** Trường hợp giảng viên phát hiện sinh viên sao chép toàn văn công trình của người khác thì cho tổng điểm bằng 0 (không).

**Điểm kết luận quy đổi** (Quy về thang điểm 10, không làm tròn)

*Tp.HCM, ngày ... tháng ... năm 2015*

**Giảng viên đánh giá**

## Lời cảm ơn

Trước tiên, nhóm chúng em xin chân thành cảm ơn Ban Giám hiệu Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM, Khoa Điện – Điện tử, cùng quý Thầy Cô thuộc ngành Hệ thống nhúng và IoT đã tạo điều kiện thuận lợi về học tập, nghiên cứu và trang thiết bị cần thiết để nhóm có thể thực hiện và hoàn thành tốt đồ án môn học 1 với đề tài “Hệ thống IoT giám sát và điều khiển môi trường nước nuôi cá Ba Sa” một cách hiệu quả.

Nhóm cũng xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến Thầy Phan Văn Ca – giảng viên hướng dẫn của nhóm. Trong suốt quá trình thực hiện Đồ án 1, Thầy đã luôn tận tình hướng dẫn, định hướng, góp ý chuyên môn và truyền đạt cho nhóm những kiến thức quý báu. Sự hỗ trợ và chỉ dẫn của Thầy là nguồn động lực to lớn giúp nhóm vượt qua những khó khăn ban đầu, từng bước hoàn thiện ý tưởng và triển khai đề tài một cách rõ ràng, khoa học.

Bên cạnh đó, sự hỗ trợ nhiệt tình từ Thầy cùng những ý kiến đóng góp xây dựng từ các bạn trong lớp là nguồn động lực to lớn giúp nhóm từng bước chinh phục các mục tiêu đã đề ra. Nhờ đó, sản phẩm đồ án không chỉ đảm bảo yêu cầu kỹ thuật mà còn có tính thực tiễn cao, phù hợp với mô hình nuôi cá ba sa tại Việt Nam hiện nay.

Tuy nhiên, do giới hạn về thời gian cũng như kinh nghiệm thực tế còn hạn chế, chắc chắn đề tài vẫn không tránh khỏi những thiếu sót. Nhóm em rất mong nhận được những ý kiến đóng góp thẳng thắn từ quý Thầy Cô và các bạn để đề tài được hoàn thiện hơn, đồng thời giúp nhóm tích lũy thêm nhiều kinh nghiệm quý báu cho các dự án học tập và nghiên cứu trong tương lai.

Nhóm em xin chân thành cảm ơn!

# Mục lục

1	Giới thiệu đề tài .....	1
1.1	Lý do chọn đề tài .....	1
1.2	Mục tiêu đề tài .....	1
2	Mục tiêu và đặc tả kỹ thuật .....	2
2.1	Yêu cầu từ người dùng .....	2
2.2	Yêu cầu kỹ thuật .....	2
2.2.1	Thu thập dữ liệu .....	2
2.2.2	Truyền nhận dữ liệu .....	3
2.2.3	Điều khiển thiết bị .....	3
2.2.4	Cảnh báo và hiển thị .....	3
3	Ý tưởng và công nghệ .....	4
3.1	Ý tưởng hệ thống .....	4
3.2	Công nghệ sử dụng .....	4
3.2.1	Vi điều khiển ESP32 .....	4
3.2.2	Cảm biến đo độ đục .....	6
3.2.3	Cảm biến pH .....	7
3.2.4	Cảm biến nhiệt độ DS18B20 đầu dò chống nước .....	7
3.2.5	Quạt tản nhiệt mini 3010 .....	8
3.2.6	Máy bơm mini 12V .....	9
3.2.7	Máy sủi oxi mini .....	10
4	Kiến trúc hệ thống .....	11
4.1	Sơ đồ tổng quát của hệ thống .....	11
4.2	Chức năng của từng khối .....	11
5	Thiết kế chi tiết .....	13
5.1	Thiết kế chi tiết phần cứng hệ thống .....	13
5.1.1	Khối cảm biến .....	13

5.1.2	Khối điều khiển .....	15
5.1.3	Khối hiển thị.....	17
5.1.4	Khối xử lý trung tâm .....	19
5.1.5	Khối nguồn.....	20
5.1.6	Sơ đồ nguyên lý .....	21
5.2	Thiết kế chi tiết phần mềm hệ thống .....	22
5.2.1	Lưu đồ giải thuật .....	22
5.2.2	Phương pháp hiệu chuẩn và hiệu chỉnh thông số cảm biến.....	32
5.2.3	Thiết kế giao diện người dùng trên di động với Flutter .....	33
5.2.4	Phân tích và thiết kế cơ sở dữ liệu Firebase Realtime Database .....	35
6	Sản phẩm cuối cùng .....	37
6.1	Tổng quan sản phẩm hoàn thiện.....	37
6.2	Đánh giá tổng quát sản phẩm .....	39
7	Phụ lục .....	41
7.1	Phân chia công việc.....	41
7.2	Hóa đơn thiết bị.....	42
7.3	Biểu đồ Gantt .....	43
7.4	Hướng dẫn sử dụng .....	43

## **Danh mục hình ảnh**

- Hình 3.2.1.1 ESP32 DOIT DEVKIT V1.
- Hình 3.2.1.2 Sơ đồ chân ESP32 DOIT DEVKIT V1.
- Hình 3.2.2 Cảm biến đo độ đục của nước.
- Hình 3.2.3 Cảm biến đo pH.
- Hình 3.2.4 Cảm biến nhiệt độ DS18B20.
- Hình 3.2.5 Quạt tản nhiệt 3010.
- Hình 3.2.6 Máy bơm mini 12V.
- Hình 3.2.7 Máy sủi oxi.
- Hình 4.1 Sơ đồ khối hệ thống.
- Hình 5.1.1 Khối cảm biến (nhiệt độ, độ đục, pH).
- Hình 5.1.2.1 Khối điều khiển.
- Hình 5.1.2.2 Module Relay.
- Hình 5.1.3 Khối hiển thị.
- Hình 5.1.4 Khối xử lý trung tâm – ESP32.
- Hình 5.1.5 Khối nguồn.
- Hình 5.1.6 Sơ đồ kết nối chân toàn hệ thống.
- Hình 5.2.1.1 Lưu đồ tổng quát hệ thống.
- Hình 5.2.1.2 Lưu đồ gửi dữ liệu từ ESP32 lên Firebase.
- Hình 5.2.1.3 Lưu đồ người dùng điều khiển thiết bị ở chế độ manual trên app.
- Hình 5.2.1.4 Lưu đồ gửi dữ liệu từ Firebase đến app.
- Hình 5.2.1.5 Lưu đồ đọc dữ liệu cảm biến nhiệt độ DS18B20.
- Hình 5.2.1.6 Lưu đồ đọc dữ liệu cảm biến đo độ đục.
- Hình 5.2.1.7 Lưu đồ đọc dữ liệu cảm biến đo độ pH.
- Hình 5.2.3 Giao diện ứng dụng di động (Flutter).
- Hình 5.2.4 Giao diện cấu trúc dữ liệu trên Firebase Realtime Database.
- Hình 6.1.1 Mô hình đóng hộp chứa cảm biến, relay và nguồn điện.
- Hình 6.1.2 Toàn cảnh sản phẩm.

## **Danh mục bảng**

Bảng 5.1.1	Sơ đồ kết nối và chức năng của các cảm biến với ESP32.
Bảng 5.1.2	Sơ đồ kết nối và chức năng của các thiết bị với ESP32.
Bảng 5.1.3	Sơ đồ kết nối và chức năng của Oled với ESP32.
Bảng 5.1.4	Sơ đồ kết nối chân và chức năng ESP32.
Bảng 5.1.5	Bảng cấp nguồn hệ thống.
Bảng 7.1	Bảng kế hoạch thực hiện và phân công công việc dự án.
Bảng 7.2	Bảng dự trù chi phí linh kiện cho dự án.
Bảng 7.3	Biểu đồ Gantt thể hiện tiến độ thực hiện dự án.



# 1 Giới thiệu đề tài

---

## 1.1 Lý do chọn đề tài

Ngành nuôi trồng thủy sản, đặc biệt là nuôi cá ba sa, đóng vai trò quan trọng trong nền kinh tế Việt Nam. Tuy nhiên, việc kiểm soát chất lượng nước trong ao nuôi vẫn còn gặp nhiều khó khăn, gây ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất và chất lượng sản phẩm.

- Hiện nay, nhiều hộ nuôi cá ba sa vẫn dựa vào kinh nghiệm để kiểm soát chất lượng nước, dẫn đến phản ứng chậm khi xảy ra biến đổi môi trường.
- Việc ứng dụng công nghệ trong nuôi trồng thủy sản còn hạn chế, đặc biệt là ở các vùng nuôi quy mô nhỏ và vừa.
- Những biến đổi khí hậu và thời tiết cực đoan ngày càng ảnh hưởng đến môi trường nước, làm tăng nguy cơ dịch bệnh và giảm năng suất nuôi.

## 1.2 Mục tiêu đề tài

Hệ thống IoT giám sát và điều khiển môi trường nước trong ao nuôi cá ba sa nhằm:

- Đảm bảo điều kiện nước luôn ở mức tối ưu để cá phát triển khỏe mạnh.
- Giảm thiểu rủi ro ô nhiễm nước, giúp tăng năng suất và giảm tỷ lệ hao hụt.
- Cung cấp giải pháp tự động hóa giúp người nuôi tiết kiệm thời gian và công sức.
- Cảnh báo kịp thời khi chất lượng nước vượt ngưỡng an toàn.

## 2 Mục tiêu và đặc tả kỹ thuật

---

### 2.1 Yêu cầu từ người dùng

Trong quá trình nuôi cá ba sa, các hộ nuôi cá cần một hệ thống hỗ trợ giám sát và điều khiển môi trường nước một cách tự động, nhằm đảm bảo cá phát triển khỏe mạnh và giảm thiểu rủi ro từ các biến động môi trường. Để đảm bảo hệ thống IoT giám sát và điều khiển môi trường nước ao nuôi cá ba sa hoạt động hiệu quả, đáp ứng nhu cầu thực tế của các hộ nuôi cá, hệ thống được thiết kế cần đáp ứng một số yêu cầu thực tế sau:

- Hệ thống phải có khả năng giám sát các thông số môi trường nước bao gồm: nhiệt độ, độ đục và độ pH.
- Khi phát hiện thông số vượt quá ngưỡng an toàn đã định sẵn, hệ thống cần có chức năng tự động điều khiển các thiết bị ngoại vi như quạt làm mát, máy bơm nước hoặc máy sục khí để đưa môi trường nước trở về trạng thái ổn định.
- Hệ thống phải tích hợp chức năng cảnh báo kịp thời thông qua ứng dụng di động, giúp người dùng nhận biết ngay khi có sự bất thường xảy ra.
- Dữ liệu môi trường cần được lưu trữ và hiển thị trên ứng dụng di động, nhằm phục vụ mục đích theo dõi.

### 2.2 Yêu cầu kỹ thuật

#### 2.2.1 Thu thập dữ liệu

- Chức năng: hệ thống thu thập các thông số chất lượng nước trong ao nuôi cá, bao gồm như nhiệt độ, độ đục và độ pH, nhằm giám sát, cảnh báo và điều chỉnh kịp thời giúp cá phát triển ổn định.
- Thông số kỹ thuật:
  - Độ pH có dải đo từ 0 đến 14, độ chính xác khoảng  $\pm 0.2$  sau khi hiệu chuẩn.
  - Độ đục có dải đo từ 0 đến 500 NTU, với sai số  $\pm 2\%$ , sử dụng tín hiệu analog.
  - Nhiệt độ nước:

- Dải đo của cảm biến: 10 – 50°C, sai số khoảng  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ .
- Ngưỡng vận hành thực tế:
  - Nhiệt độ lý tưởng: 26 – 30°C (thuận lợi nhất cho cá ba sa).
  - Nhiệt độ chịu đựng: 15 – 39°C.
  - Dưới 15°C: Cá dễ bị sốc nhiệt, giảm ăn, chậm phát triển.
  - Trên 39°C: Cá dễ bị stress, mất cân bằng sinh lý và có thể chết.
- Tốc độ phản hồi: Cảm biến phản hồi dữ liệu trong vòng 1 – 5 giây.
- Độ sâu đặt cảm biến: nên đặt cảm biến ở độ sâu 10 – 30 cm dưới mặt nước để đảm bảo dữ liệu chính xác và ổn định.

### **2.2.2 Truyền nhận dữ liệu**

- Chức năng: hệ thống gửi dữ liệu cảm biến lên cơ sở dữ liệu theo thời gian thực và hiển thị trên giao diện ứng dụng.
- Thông số kỹ thuật:
  - Khoảng cách truyền dữ liệu không giới hạn.
  - Tần suất gửi dữ liệu khoảng 5 giây.

### **2.2.3 Điều khiển thiết bị**

Hệ thống tự động điều khiển các thiết bị như quạt tản nhiệt, máy bơm nước và máy sục khí khi phát hiện các thông số môi trường (nhiệt độ, độ đục, pH) vượt quá ngưỡng an toàn, nhằm duy trì điều kiện nước tối ưu cho cá phát triển.

### **2.2.4 Cảnh báo và hiển thị**

Hiển thị các thông số như độ pH, độ đục, nhiệt độ và trạng thái của các thiết bị trên giao diện App. Khi thông số nước vượt ngưỡng, hệ thống gửi cảnh báo đến ứng dụng và hiển thị thông báo trực tiếp tại ao nuôi bằng tiếng hiệu đèn LED.

## 3 Ý tưởng và công nghệ

---

### 3.1 Ý tưởng hệ thống

Trong bối cảnh ngành nuôi trồng thủy sản tại Việt Nam ngày càng chịu ảnh hưởng mạnh mẽ bởi biến đổi khí hậu và nhu cầu nâng cao hiệu quả quản lý môi trường nước, đề tài hướng đến việc xây dựng một hệ thống IoT thông minh, giúp người nuôi giám sát và điều khiển môi trường nước nuôi cá ba sa một cách tự động, chính xác và kịp thời.

Ý tưởng trọng tâm của hệ thống:

- Sử dụng các cảm biến môi trường để đo lường các thông số quan trọng như nhiệt độ, độ pH, và độ đục trong ao nuôi.
- Xử lý dữ liệu cảm biến theo thời gian thực bằng vi điều khiển ESP32 và so sánh với các ngưỡng định sẵn để đưa ra quyết định điều khiển.
- Tự động kích hoạt thiết bị như máy bơm, quạt tản nhiệt, hoặc máy sục oxy khi điều kiện nước vượt mức cho phép.
- Hiển thị dữ liệu và gửi cảnh báo thông qua nền tảng đám mây Firebase, kết hợp với ứng dụng di động giúp người nuôi dễ dàng theo dõi và tương tác với hệ thống ở mọi nơi.

Mục tiêu cuối cùng là bảo vệ sức khỏe cá nuôi, tối ưu năng suất, đồng thời giảm chi phí và công sức vận hành.

### 3.2 Công nghệ sử dụng

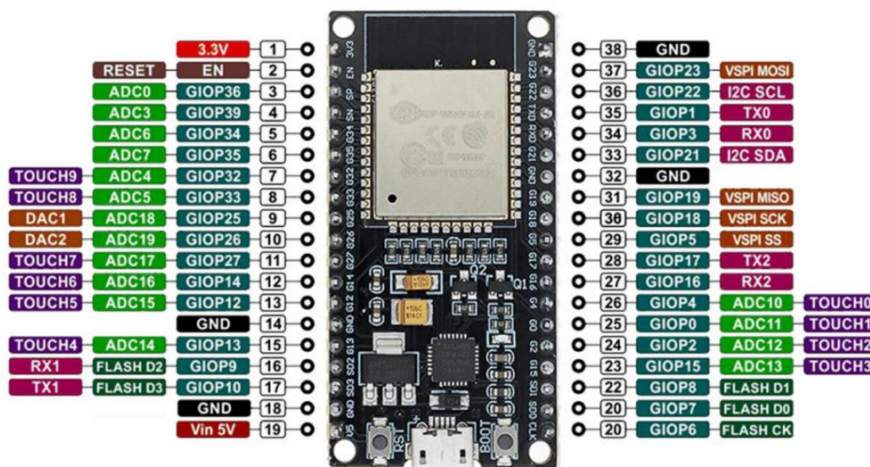
#### 3.2.1 Vi điều khiển ESP32

ESP32 là bộ điều khiển trung tâm của hệ thống, có tích hợp Wi-Fi và Bluetooth giúp dễ dàng truyền nhận dữ liệu mà không cần phần cứng mở rộng. Với bộ xử lý lõi kép tốc độ cao, ESP32 có khả năng xử lý nhiều tác vụ cùng lúc như đọc cảm biến, gửi dữ liệu lên Firebase, và điều khiển thiết bị.



Hình 3.2.1.1 ESP32 DOIT DEVKIT V1.

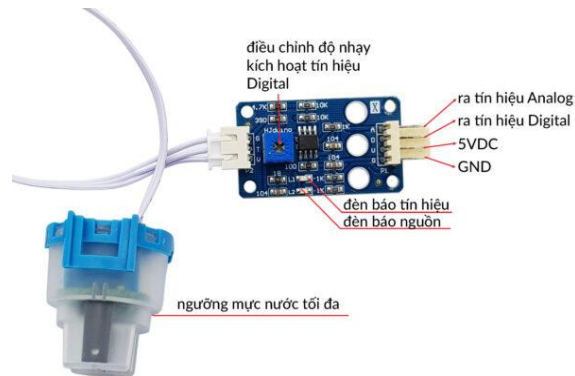
- Thông số kỹ thuật:
  - Điện áp hoạt động: 3.3V (DC).
  - Bộ xử lý: Dual-core Tensilica LX6, tốc độ 240 MHz.
  - RAM: 520 KB SRAM.
  - Bộ nhớ Flash: Tích hợp 4MB.
  - Wi-Fi: 802.11 b/g/n.
  - Bluetooth: BLE 4.2.
  - Số chân I/O: 34 chân (tương thích ADC, PWM, SPI, I2C, UART...).
- Sơ đồ chân:
  - Vcc: Nguồn điện 3.3V.
  - GND: Kết nối với mặt đất của mạch.
  - GPIO: Các chân vào/ra tín hiệu số.



Hình 3.2.1.2 Sơ đồ chân ESP32 DOIT DEVKIT V1.

### 3.2.2 Cảm biến đo độ đục

Cảm biến đo độ đục hoạt động theo nguyên lý quang học, ánh sáng được chiếu qua nước và đo mức tán xạ hoặc hấp thụ để đánh giá mức độ ô nhiễm hoặc chất rắn lơ lửng trong môi trường nước ao nuôi cá. Cảm biến này giúp đánh giá mức độ bùn, chất lơ lửng, và cảnh báo tình trạng ô nhiễm ao nuôi và có thể xuất tín hiệu dạng analog hoặc digital, phù hợp cho nhiều ứng dụng.



Hình 3.2.2 Cảm biến đo độ đục của nước.

- Thông số kỹ thuật:
  - Loại cảm biến: Cảm biến quang học.
  - Dải đo độ đục: 0 - 1000 NTU.
  - Điện áp hoạt động: 4.8V - 5.5V DC.
  - Dòng tiêu thụ: 25mA.
  - Đầu ra tín hiệu: Analog và Digital.
  - Nhiệt độ làm việc: 4°C - 85°C.
  - Độ ẩm hoạt động: 0 - 95% RH.
  - Thời gian khởi động:  $\geq 100$  mili giây.
  - Trọng lượng: 17g.
- Sơ đồ nối chân:
  - VCC: Cấp nguồn 5V.
  - GND: Kết nối với mass.
  - A0: Đầu ra tín hiệu Analog.
  - D0: Đầu ra tín hiệu Digital.

### 3.2.3 Cảm biến pH

Cảm biến pH đo độ axit/kiềm của nước, thông qua một điện cực phản ứng với ion  $H^+$  trong nước. Thông số pH là yếu tố then chốt ảnh hưởng đến sinh trưởng và sức khỏe của cá, giúp theo dõi chất lượng nước.



Hình 3.2.3 Cảm biến đo pH.

- Thông số kỹ thuật:
  - Điện áp hoạt động: 5V (DC).
  - Dải đo pH: 0 – 14.
  - Sai số:  $\pm 0.1$  pH.
  - Tín hiệu đầu ra: Analog 0 – 3V.
  - Nhiệt độ hoạt động:  $0^{\circ}\text{C}$  –  $50^{\circ}\text{C}$ .
- Sơ đồ nối chân:
  - Vcc: 5V.
  - GND: Kết nối với mặt đất của mạch.
  - Analog Out: Tín hiệu analog đầu ra.

### 3.2.4 Cảm biến nhiệt độ DS18B20 đầu dò chống nước

Cảm biến pH đo độ axit/kiềm của nước, thông qua một điện cực phản ứng với ion  $H^+$  trong nước. Thông số pH là yếu tố then chốt ảnh hưởng đến sinh trưởng và sức khỏe của cá, giúp theo dõi chất lượng nước.



Hình 3.2.4 Cảm biến nhiệt độ DS18B20.

- Thông số kỹ thuật:
  - Điện áp hoạt động: 3.0V ~ 5.5V.
  - Độ phân giải: 9 đến 12 bit (có thể điều chỉnh).
  - Phạm vi đo nhiệt độ: -55°C ~ 125°C (chỉ chịu được tối đa 85°C khi tiếp xúc liên tục).
  - Chuẩn giao tiếp: 1-Wire.
  - Đầu ra: Dữ liệu kỹ thuật số.
  - Cân nặng: 30g.
- Sơ đồ nối chân:
  - VCC: Nguồn điện 3.0V ~ 5.5V.
  - Data: Truyền dữ liệu cảm biến thông qua giao tiếp 1-Wire.
  - GND: Kết nối với đất của mạch.

### 3.2.5 Quạt tản nhiệt mini 3010

Quạt tản nhiệt mini được dùng như một giải pháp làm mát nước ao khi nhiệt độ vượt quá ngưỡng tối ưu.





Hình 3.2.5 Quạt tản nhiệt 3010.

- Thông số kỹ thuật:
  - Kích thước: 30mm x 30mm x 10mm.
  - Điện áp hoạt động: 5V, 12V hoặc 24V (tùy chọn).
  - Số chân kết nối: 2 pin.
  - Chiều dài dây: 17cm.
  - Chất liệu: Nhựa cứng màu đen.
  - Ứng dụng: Làm mát bộ nguồn, linh kiện điện tử, máy in 3D, tản nhiệt tùy chỉnh.

### 3.2.6 Máy bơm mini 12V

Bơm áp mini 12V là loại bơm nước nhỏ gọn, thích hợp cho các ứng dụng như bơm nước cho bể cá, hệ thống tưới cây nhỏ, làm mát hoặc các ứng dụng cần bơm nước áp suất thấp. Máy bơm mini dùng để thay nước khi hệ thống phát hiện nước bị đục hoặc có vấn đề chất lượng.



Hình 3.2.6 Máy bơm mini 12V.

- Thông số kỹ thuật:
  - Điện áp hoạt động: 12V DC.
  - Dòng không tải: 0.23A.
  - Lưu lượng: 2-3 lít/phút.
  - Áp suất đầu ra: 1-2.5 kg.
  - Độ sâu hút tối đa: 1-2.5 mét.
  - Đường kính đầu vào và đầu ra: 8mm.
  - Trọng lượng: 111g.

### 3.2.7 Máy sủi oxy mini

Máy sủi oxy mini là thiết bị tạo bọt khí siêu nhỏ gọn, sử dụng nguồn điện qua cổng USB. Máy sủi oxy dùng để cung cấp oxy hòa tan cho nước ao, giúp cá khỏe mạnh và tăng khả năng trao đổi chất. Ngoài ra, việc sục khí còn giúp giảm CO<sub>2</sub> khi pH thấp.

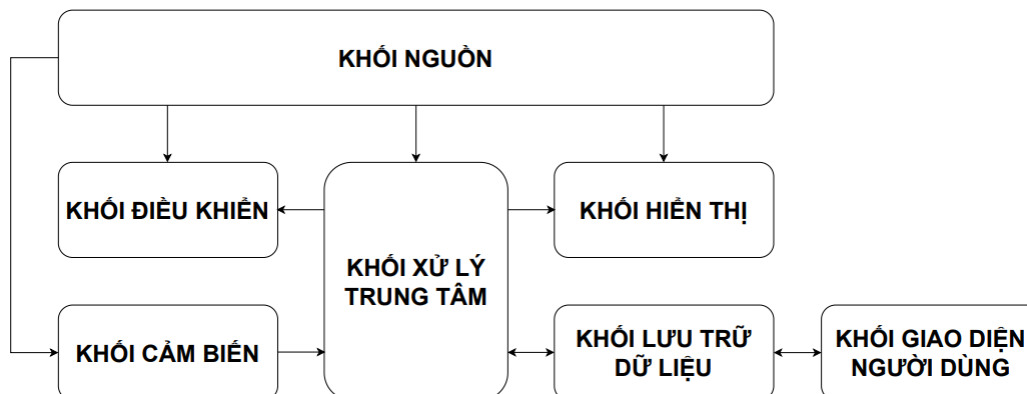


Hình 3.2.7 Máy sủi oxy.

- Thông số kỹ thuật:
  - Nguồn điện: USB 5V.
  - Độ ồn: Siêu êm, không gây tiếng ồn lớn.
  - Loại: Có các phiên bản 1 vòi hoặc 2 vòi.
  - Công dụng: Cung cấp oxy cho bể cá, hồ thủy sinh, hỗ trợ vận chuyển cá.

## 4 Kiến trúc hệ thống

### 4.1 Sơ đồ tổng quát của hệ thống



Hình 4.1 Sơ đồ khối hệ thống.

Khi khởi động, các cảm biến đo các thông số môi trường nước và gửi dữ liệu đến ESP32. ESP32 xử lý dữ liệu, so sánh với ngưỡng an toàn, và kích hoạt các thiết bị điều chỉnh (nếu cần). Dữ liệu sau đó được gửi lên Firebase và hiển thị trên ứng dụng di động.

### 4.2 Chức năng của từng khối

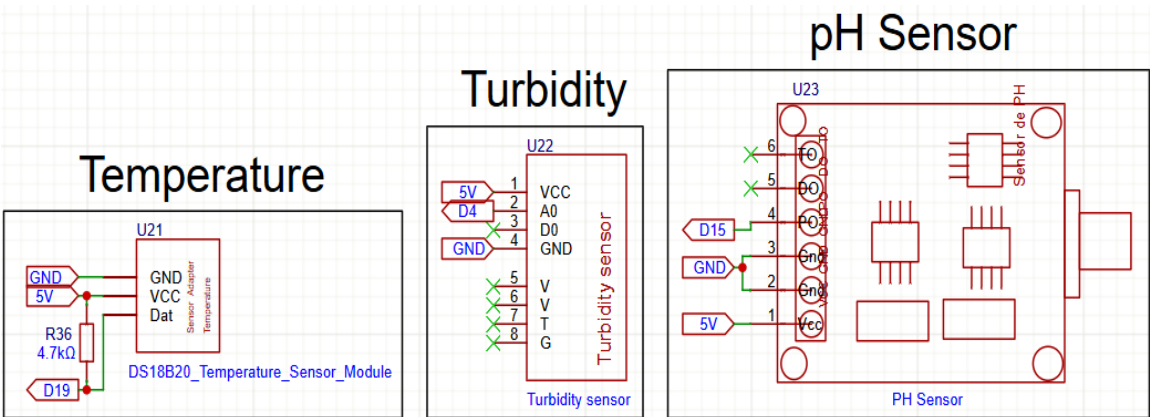
- Khối xử lý trung tâm: đóng vai trò là bộ não của hệ thống. Nó tiếp nhận dữ liệu từ các cảm biến, xử lý và so sánh với các ngưỡng giá trị đã cài đặt. Dựa trên kết quả phân tích, khối này sẽ đưa ra quyết định điều khiển các thiết bị như quạt làm mát, máy bơm hoặc máy sục khí nhằm điều chỉnh môi trường nước phù hợp. Ngoài ra, nó cũng có nhiệm vụ truyền dữ liệu lên khối lưu trữ dữ liệu và nhận lệnh điều khiển từ khối giao diện người dùng.
- Khối nguồn: có chức năng cung cấp và ổn định điện áp cho toàn bộ hệ thống. Tùy theo yêu cầu của từng thiết bị, khối này cung cấp các mức điện áp khác nhau như 3.3V cho vi điều khiển, 5V cho các cảm biến và module relay, và 12V cho các thiết bị công suất lớn như quạt hoặc máy bơm. Ngoài ra, khối nguồn còn cần đảm bảo an toàn điện, hạn chế quá áp, quá dòng và giúp hệ thống hoạt động ổn định, tiết kiệm năng lượng.

- **Khối cảm biến:** có nhiệm vụ thu thập các thông số môi trường nước trong ao nuôi như nhiệt độ, độ đục và độ pH. Các cảm biến được đặt trực tiếp trong nước và truyền dữ liệu về khối xử lý trung tâm. Đây là đầu vào quan trọng giúp hệ thống đánh giá chất lượng nước và quyết định các hành động điều khiển tương ứng để duy trì điều kiện nuôi cá tối ưu.
- **Khối điều khiển:** là nơi thực thi các mệnh lệnh từ khối xử lý trung tâm bằng cách bật hoặc tắt các thiết bị ngoại vi như quạt tản nhiệt, máy bơm nước và máy sục oxy. Các thiết bị này giúp điều chỉnh các yếu tố môi trường như nhiệt độ, độ đục và nồng độ oxy hòa tan để đảm bảo điều kiện sống tốt nhất cho cá ba sa. Khối này thường hoạt động thông qua module relay để cách ly và điều khiển các tải điện lớn.
- **Khối hiển thị:** đảm nhiệm việc hiển thị các thông số đo được từ cảm biến như nhiệt độ, độ đục và độ pH nước trực tiếp trên màn hình OLED 0.96 inch. Nhờ đó, người nuôi có thể nhanh chóng quan sát tình trạng môi trường nước tại ao mà không cần mở ứng dụng di động. Việc cập nhật dữ liệu trên màn hình diễn ra theo thời gian thực, đảm bảo thông tin hiển thị luôn chính xác và kịp thời.
- **Khối lưu trữ dữ liệu:** có nhiệm vụ nhận và lưu giữ các thông tin từ khối xử lý trung tâm như giá trị đo từ cảm biến, trạng thái thiết bị và cảnh báo. Hệ thống sử dụng nền tảng đám mây như Firebase để đồng bộ dữ liệu theo thời gian thực, cho phép người dùng theo dõi từ xa và lưu trữ dữ liệu lịch sử để phục vụ mục đích phân tích và quản lý lâu dài.
- **Khối giao diện người dùng:** là nơi hiển thị thông tin đo lường và trạng thái hệ thống cho người nuôi cá, thường dưới dạng ứng dụng di động. Khối này tương tác hai chiều với khối lưu trữ dữ liệu để vừa nhận thông tin, vừa gửi lệnh điều khiển thiết bị. Người dùng có thể giám sát các chỉ số nước, nhận cảnh báo bất thường và chủ động can thiệp bằng cách điều khiển từ xa qua ứng dụng di động.

## 5 Thiết kế chi tiết

### 5.1 Thiết kế chi tiết phần cứng hệ thống

#### 5.1.1 Khối cảm biến



Hình 5.1.1 Khối cảm biến (nhiệt độ, độ đục, pH).

Cảm biến	Chân cảm biến	ESP32 / Nguồn	Chức năng
DS18B20 (nhiệt độ)	VCC	3.3V hoặc 5V	Nguồn
	GND	GND	Mass
	Data	GPIO19	Truyền dữ liệu nhiệt độ
	Pull-up	Giữa Data và VCC	Trở 4.7kΩ bắt buộc
Cảm biến pH	VCC	5V	Nguồn hoạt động
	GND	GND	Mass
	AOUT	GPIO34	Tín hiệu analog pH
Độ đục nước	VCC	5V	Nguồn hoạt động
	GND	GND	Mass
	A0	GPIO35	Tín hiệu analog độ đục

Hình 5.1.1 Sơ đồ kết nối và chức năng của các cảm biến với ESP32.

### **Cảm biến DS18B20:**

- Yêu cầu cần xử lý:
  - Giám sát nhiệt độ nước trong dải  $15^{\circ}\text{C} - 39^{\circ}\text{C}$  (dưới  $15^{\circ}\text{C}$  cá bị sốc nhiệt, trên  $39^{\circ}\text{C}$  cá có thể chết).
  - Cảm biến cần chống nước, hoạt động ổn định, có độ chính xác cao và dễ tích hợp vào hệ thống IoT.
- Lý do chọn:
  - Dải đo rộng:  $-55^{\circ}\text{C}$  đến  $125^{\circ}\text{C}$ , đáp ứng tốt nhiệt độ thực tế của ao nuôi.
  - Độ chính xác cao:  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ , phù hợp với yêu cầu kiểm soát nhiệt độ nghiêm ngặt.
  - Giao tiếp 1-Wire: Chỉ cần một chân GPIO, giúp đơn giản hóa thiết kế phần cứng.
  - Thiết kế chống nước, bền bỉ, phù hợp với môi trường ao nuôi cá, so với các cảm biến khác không thể đo dưới nước.

### **Cảm biến pH**

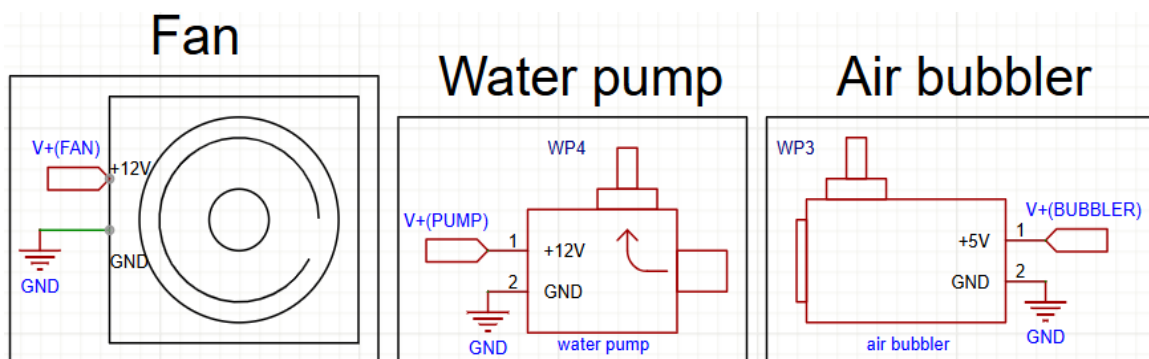
- Yêu cầu cần xử lý:
  - Giám sát độ pH trong các môi trường nước khác nhau với độ pH khác nhau.
  - Phát hiện khi pH vượt ngưỡng gây hại để kích hoạt sục khí nhằm điều chỉnh pH.
- Lý do chọn:
  - Dải đo đầy đủ: 0 – 14 pH, bao quát toàn bộ dải axit - kiềm trong nước.
  - Độ chính xác cao:  $\pm 0.2$  pH sau hiệu chuẩn, đủ để phát hiện sai lệch nhỏ.
  - Tín hiệu đầu ra analog (0–3.3V): Tương thích với ESP32 qua ADC, dễ xử lý tín hiệu.
  - Hoạt động ổn định trong điều kiện nhiệt độ từ  $0-50^{\circ}\text{C}$ , phù hợp môi trường thực tế.

### **Cảm biến độ đục nước**

- Yêu cầu cần xử lý:

- Đo mức độ trong – đục của nước để đánh giá chất lượng môi trường (bụi bẩn, phân, thức ăn dư thừa...).
- Khi độ đục vượt ngưỡng ( $>50\text{NTU}$ ), kích hoạt máy bơm để thay nước.
- Lý do chọn:
  - Cảm biến sử dụng nguyên lý quang học, đo chính xác hơn so với các cảm biến đo độ đục sử dụng phương pháp điện hóa hoặc cơ học trong môi trường nước ao có nhiều tạp chất lơ lửng.
  - Dải đo rộng: 0 – 1000 NTU, phù hợp với mức độ dao động thực tế trong ao nuôi.
  - Đầu ra analog và digital: Linh hoạt cho nhiều ứng dụng, dễ tích hợp với vi điều khiển.
  - Đáp ứng nhanh (thời gian phản hồi  $\geq 100\text{ms}$ ), giúp hệ thống phản ứng kịp thời với các biến đổi môi trường.

### 5.1.2 Khối điều khiển



Hình 5.1.2.1 Khối điều khiển.

Thiết bị	Chân nguồn	ESP32 Output	Chức năng
<b>Quạt 3010</b>	12V	GPIO32 (qua relay)	Làm mát khi nhiệt độ cao
<b>Máy bơm 12V</b>	12V	GPIO33 (qua relay)	Thay nước khi độ đục vượt ngưỡng
<b>Máy sục oxy USB (5V)</b>	5V	GPIO27 (qua relay)	Bật sục khí khi pH vượt ngưỡng

Hình 5.1.2 Sơ đồ kết nối và chức năng của các thiết bị với ESP32.

Khởi điều khiển có nhiệm vụ thực thi các hành động nhằm điều chỉnh môi trường nước khi cảm biến phát hiện thông số vượt ngưỡng an toàn. Các thiết bị điều khiển bao gồm: quạt tản nhiệt, máy bơm nước và máy sủi oxy. Việc lựa chọn các thiết bị này dựa trên yêu cầu thực tế và đặc điểm kỹ thuật phù hợp với mô hình nuôi cá ba sa quy mô vừa và nhỏ.

#### **Quạt tản nhiệt mini 3010**

- Yêu cầu cần xử lý:
  - Làm mát nước khi nhiệt độ vượt quá mức tối ưu (trên 30°C), tránh gây sốc nhiệt hoặc stress cho cá.
- Lý do chọn:
  - Kích thước nhỏ gọn (30x30x10 mm), dễ lắp đặt gần mặt ao hoặc trên thành bể.
  - Điện áp hoạt động linh hoạt (5V – 12V), phù hợp với mạch điều khiển và relay.
  - Tiêu thụ điện năng thấp, hoạt động ổn định trong thời gian dài.
  - Phù hợp để làm mát cục bộ nước xung quanh nơi cá tập trung nhiều.

#### **Máy bơm mini 12V**

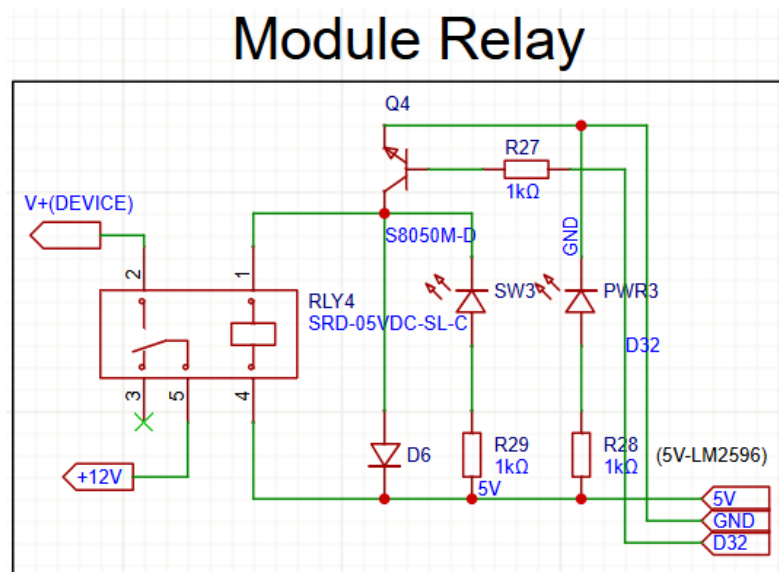
- Yêu cầu cần xử lý:
  - Thay nước khi độ đục vượt ngưỡng, giúp loại bỏ chất lơ lửng, chất thải, ngăn ngừa ô nhiễm.
- Lý do chọn:
  - Áp suất đủ lớn (1–2.5 kg/cm<sup>2</sup>) và lưu lượng 2–3 lít/phút, phù hợp để thay nước cục bộ trong thời gian ngắn.
  - Kích thước nhỏ gọn, dễ tích hợp trong hệ thống tự động.
  - Điện áp hoạt động 12V, tương thích với relay điều khiển từ ESP32.
  - Chi phí thấp, dễ thay thế, phù hợp cho mô hình nông hộ hoặc nuôi quy mô vừa.

#### **Máy sủi oxy mini (nguồn USB 5V)**

- Yêu cầu cần xử lý:



- Cung cấp oxy khi pH vượt ngưỡng kiềm hoặc axit, giúp trung hòa môi trường và hỗ trợ hô hấp cá.
- Lý do chọn:
  - Hoạt động siêu êm, không gây tiếng ồn ảnh hưởng đến cá.
  - Nguồn cấp 5V qua cổng USB, thuận tiện cấp nguồn từ nhiều nguồn khác nhau.
  - Có phiên bản 1 hoặc 2 vòi, linh hoạt với nhiều kích thước ao.
  - Dễ dàng điều khiển bằng relay 5V qua vi điều khiển ESP32.



Hình 5.1.2.2 Module Relay.

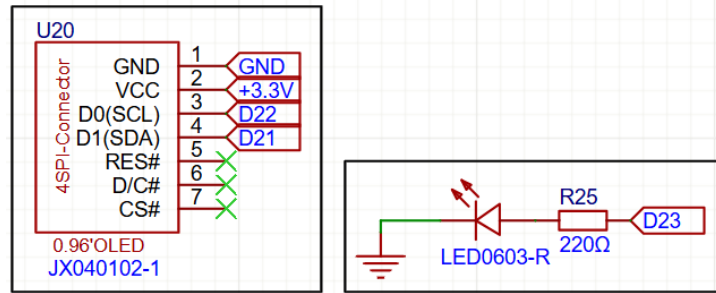
Module relay là một thiết bị trung gian chuyển mạch, giúp ESP32 (hoặc vi điều khiển) có thể điều khiển các thiết bị điện hoạt động ở điện áp hoặc dòng lớn (như quạt, máy bơm, máy sục khí) mà bản thân vi điều khiển không thể điều khiển trực tiếp do giới hạn công suất.

Relay được chọn để điều khiển thiết bị công suất lớn (quạt, bơm, sục khí) từ tín hiệu nhỏ của ESP32. Nhờ có opto cách ly, relay giúp bảo vệ mạch và đảm bảo an toàn khi đóng/ngắt tải.

### 5.1.3 Khỏi hiển thị

Khởi hiển thị sử dụng màn hình OLED 0.96 inch giao tiếp qua chuẩn I2C để hiển thị các thông số môi trường nước như nhiệt độ, độ đục và pH ngay tại ao nuôi, giúp người dùng theo dõi nhanh chóng mà không cần mở ứng dụng di động.

# Oled



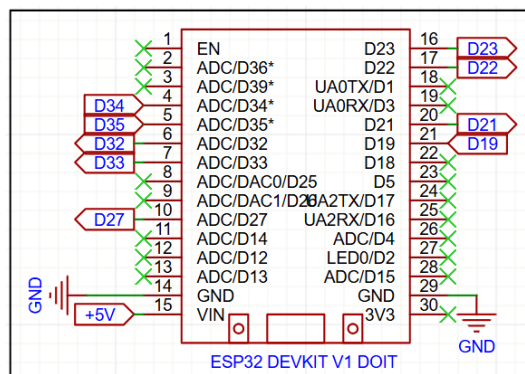
Hình 5.1.3 Khởi hiển thị.

Chân kết nối OLED	Kết nối ESP32	Chức năng
VCC	3.3V	Cung cấp
GND	GND	Nối Mass hệ thống
SCL	GPIO22	Truyền dữ liệu xung nhịp
SDA	GPIO21	Truyền dữ liệu

Hình 5.1.3 Sơ đồ kết nối và chức năng của Oled với ESP32.

- Yêu cầu cần xử lý:
  - Hiển thị liên tục thông số nhiệt độ, độ ẩm, pH và trạng thái thiết bị (bơm, quạt, sục khí) cho người nuôi quan sát tại chỗ.
  - Giúp người dùng xác nhận hệ thống hoạt động bình thường hoặc đang ở trạng thái cảnh báo.
- Lý do chọn:
  - Giao tiếp I2C: chỉ cần 2 dây (SCL, SDA), tiết kiệm chân GPIO.
  - Màn hình nhỏ gọn: kích thước chỉ 0.96", dễ gắn trên hộp điều khiển, không chiếm nhiều không gian.
  - Độ phân giải 128x64 pixel: đủ để hiển thị 2–4 dòng thông tin rõ ràng.
  - Tiêu thụ năng lượng thấp, thích hợp với các hệ thống IoT cần tiết kiệm điện năng.
  - Thư viện hỗ trợ dễ tiếp cận như Adafruit\_SSD1306 và U8g2 giúp lập trình dễ dàng trên ESP32.

### 5.1.4 Khối xử lý trung tâm



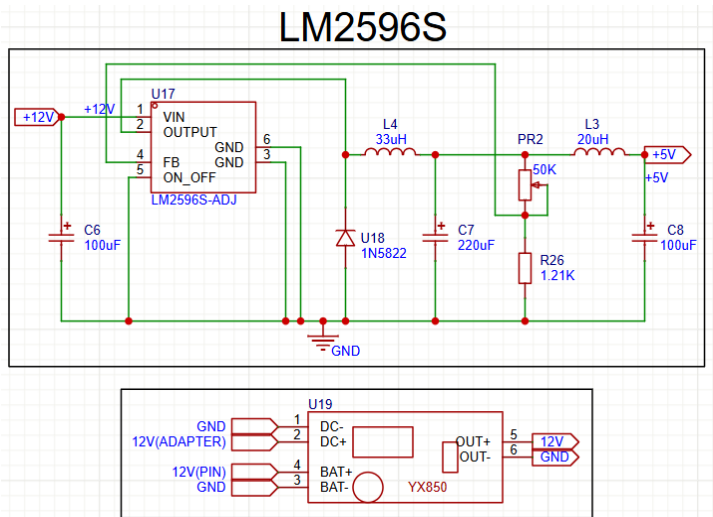
Hình 5.1.4 Khối xử lý trung tâm – ESP32.

Chân ESP32	Kết nối	Chức năng
3V3	Oled	Cung cấp nguồn 3.3V
GND	Tất cả thiết bị	Mass hệ thống
GPIO34	Cảm biến pH (Analog Out)	Đọc giá trị pH
GPIO35	Cảm biến độ đục (Analog Out)	Đọc độ đục nước
GPIO19	DS18B20 (Data)	Đọc nhiệt độ qua giao tiếp 1-Wire
GPIO32	Relay điều khiển <b>quạt tản nhiệt</b>	Bật/tắt quạt khi nhiệt độ cao
GPIO33	Relay điều khiển <b>máy bơm</b>	Bật/tắt bơm khi nước đục
GPIO27	Relay điều khiển <b>máy sục khí</b>	Bật/tắt sục khí khi pH bất thường
EN	-	Reset ESP32 khi nối GND
GPIO0	-	Boot mode (chỉ dùng khi nạp code)
GPIO23	LED	Cảnh báo

Hình 5.1.4 Sơ đồ kết nối chân và chức năng ESP32.

ESP32 được chọn làm bộ xử lý trung tâm vì tích hợp Wi-Fi, hỗ trợ nhiều giao thức (ADC, UART, I2C), xử lý nhanh với lỗi kép, dễ lập trình và chi phí thấp. Nhờ đó, ESP32 có thể thu thập, xử lý và gửi dữ liệu một cách hiệu quả trong hệ thống IoT.

### 5.1.5 Khối nguồn



Hình 5.1.5 Khối nguồn.

Thiết bị cần nguồn	Nguồn yêu cầu	Cấp từ đâu
ESP32	5V	Từ LM2596S
Cảm biến DS18B20	3.3V hoặc 5V	Từ LM2596S
Cảm biến pH, độ đục	5V	Từ LM2596S
Relay module	5V	Từ LM2596S
Máy bơm, quạt	12V	Adapter 12V
Máy sục oxy USB	5V (qua cổng USB hoặc adapter)	Từ LM2596S

Hình 5.1.5 Bảng cấp nguồn hệ thống.

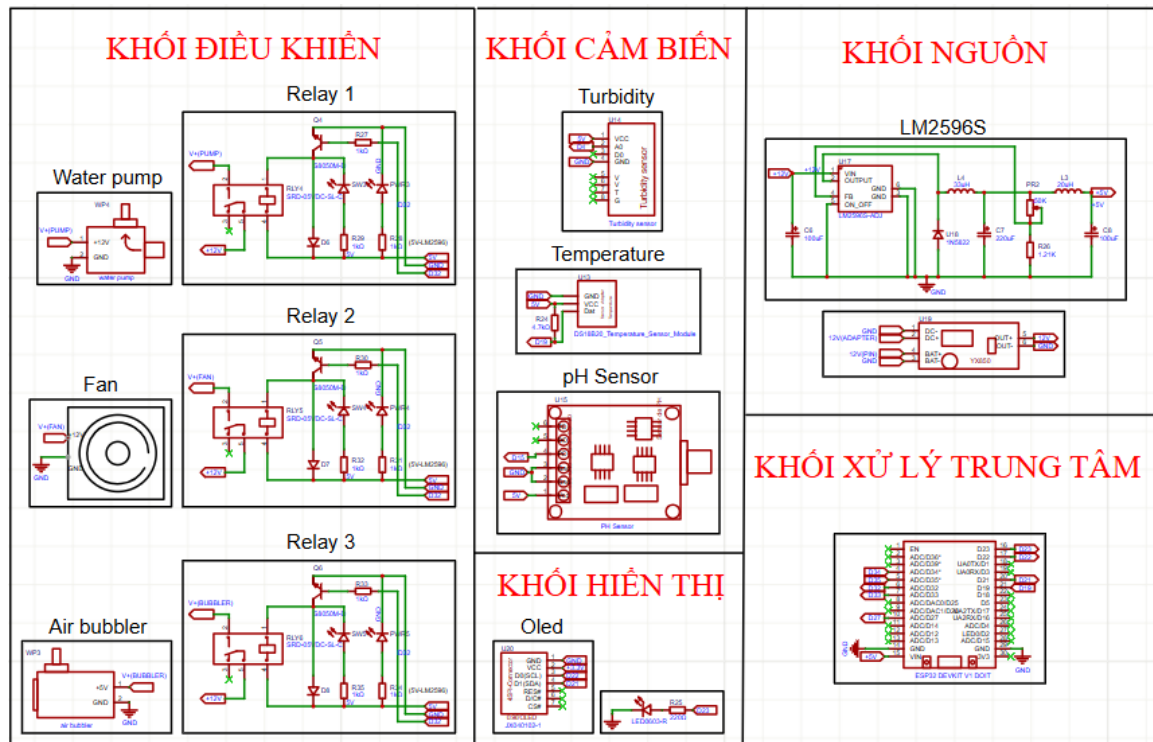
Nguồn điện được chia thành 3.3V, 5V và 12V để phù hợp với từng thiết bị. Sử dụng IC ổn áp đảm bảo hệ thống hoạt động ổn định, an toàn và tiết kiệm năng lượng.

Cấu trúc đa nguồn:

- Các thiết bị trong hệ thống sử dụng nhiều mức điện áp khác nhau: Oled(3.3V), ESP32 (5V), cảm biến (5V), máy bơm/quạt (12V).
- Sử dụng nguồn 3.3V từ ESP32.
- Sử dụng IC ổn áp như LM2596S để dễ dàng hạ áp từ 12V xuống 5V.
- Cấu trúc này đảm bảo hiệu suất hoạt động ổn định và an toàn điện.

Đặc biệt, khi có tình trạng mất điện từ nguồn chính adapter( nguồn từ lưới điện ) thì nguồn pin dự phòng sẽ tự động được kích hoạt nhờ module YX850 giúp duy trì nguồn đến khi nguồn chính hoạt động lại.

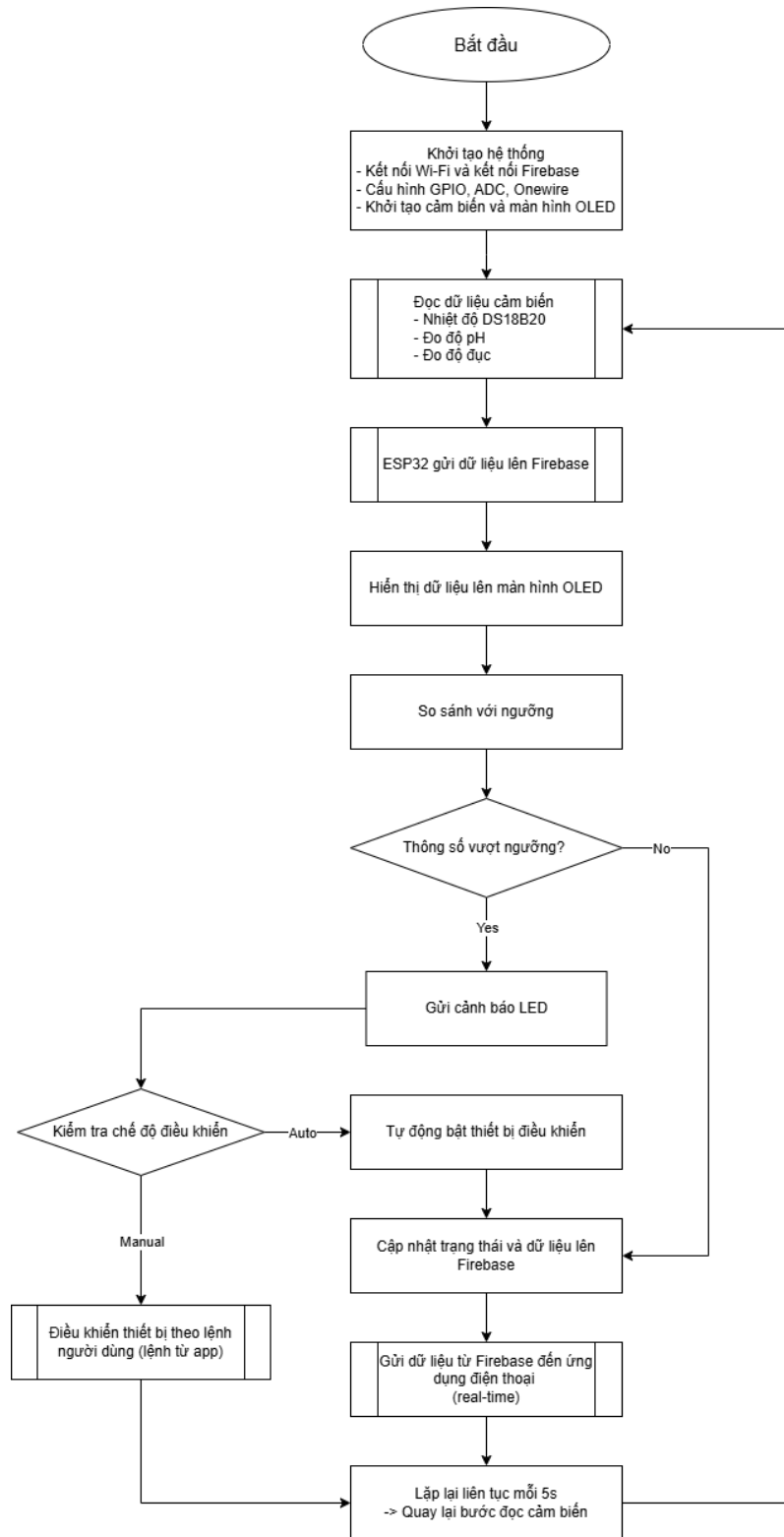
### 5.1.6 Sơ đồ nguyên lý



Hình 5.1.6 Sơ đồ kết nối chân toàn hệ thống.

## 5.2 Thiết kế chi tiết phần mềm hệ thống

### 5.2.1 Lưu đồ giải thuật



Hình 5.2.1.1 Lưu đồ tổng quát hệ thống.

Lưu đồ tổng quát mô tả quy trình xử lý chính của hệ thống IoT giám sát và điều khiển môi trường nước nuôi cá ba sa. Sau khi khởi động, ESP32 thực hiện các bước cấu hình như kết nối Wi-Fi, kết nối Firebase và khởi tạo các module cần thiết (GPIO, ADC, OneWire, cảm biến, OLED).

Tiếp đó, hệ thống sẽ lập liên tục các bước sau:

- Đọc dữ liệu từ cảm biến (nhiệt độ, pH, độ đục).
- Gửi dữ liệu lên Firebase Realtime Database để lưu trữ và đồng bộ hóa.
- Hiển thị thông số đo được trên màn hình OLED.
- So sánh các giá trị đo với ngưỡng an toàn đã định sẵn.

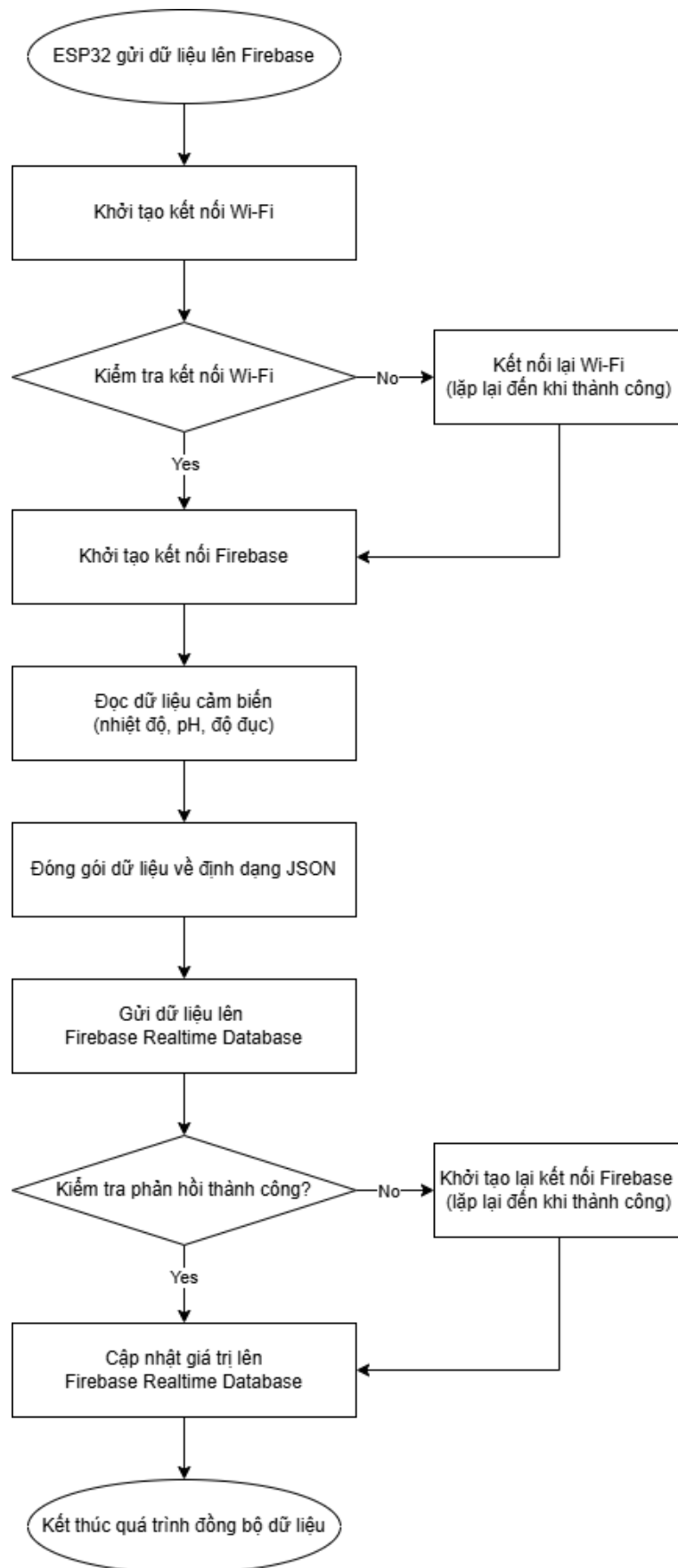
Nếu phát hiện thông số vượt ngưỡng, hệ thống sẽ:

- Gửi cảnh báo tại chỗ bằng đèn LED.
- Tự động kích hoạt thiết bị điều khiển tương ứng như quạt làm mát, máy bơm hoặc máy sục khí.

Tùy theo chế độ điều khiển (Auto/Manual), hệ thống sẽ:

- Tự động xử lý theo ngưỡng cảnh báo.
- Hoặc thực hiện lệnh điều khiển trực tiếp từ người dùng qua ứng dụng Flutter.

Chu trình này được lặp lại sau mỗi 5 giây để đảm bảo giám sát thời gian thực.



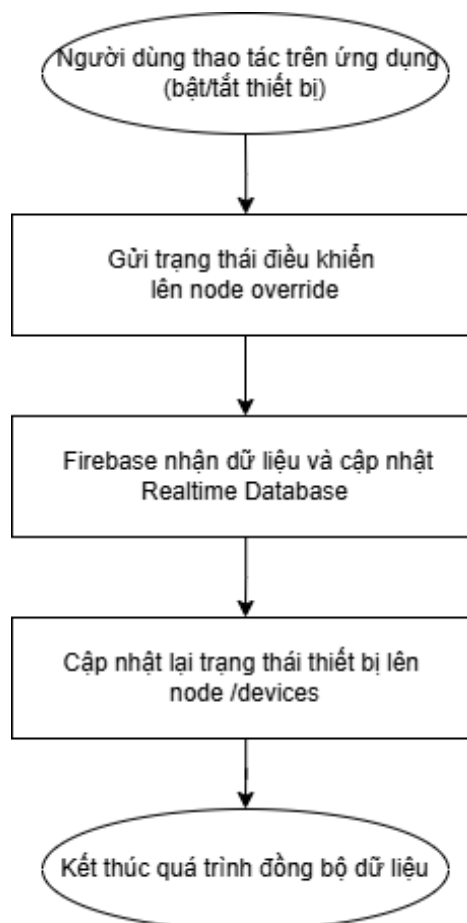
Hình 5.2.1.2 Lưu đồ gửi dữ liệu từ ESP32 lên Firebase.



Lưu đồ này mô tả chi tiết quy trình ESP32 gửi dữ liệu cảm biến lên Firebase. Quá trình bao gồm các bước sau:

- Kết nối Wi-Fi: ESP32 sẽ kiểm tra trạng thái kết nối mạng. Nếu chưa kết nối, thiết bị sẽ thử lại liên tục đến khi thành công.
- Kết nối Firebase: Sau khi có kết nối mạng, ESP32 khởi tạo liên kết đến Firebase Realtime Database. Nếu thất bại, hệ thống tiếp tục thử lại.
- Đọc dữ liệu cảm biến: Bao gồm nhiệt độ, độ pH và độ đục.
- Đóng gói dữ liệu: Dữ liệu sẽ được đóng gói thành định dạng JSON để gửi lên Firebase.
- Gửi dữ liệu: ESP32 gửi dữ liệu đã đóng gói lên Firebase theo thời gian thực để đồng bộ với ứng dụng di động.

Quá trình này diễn ra liên tục và ổn định, đảm bảo dữ liệu từ ao nuôi luôn được cập nhật mới nhất lên nền tảng điện toán đám mây.



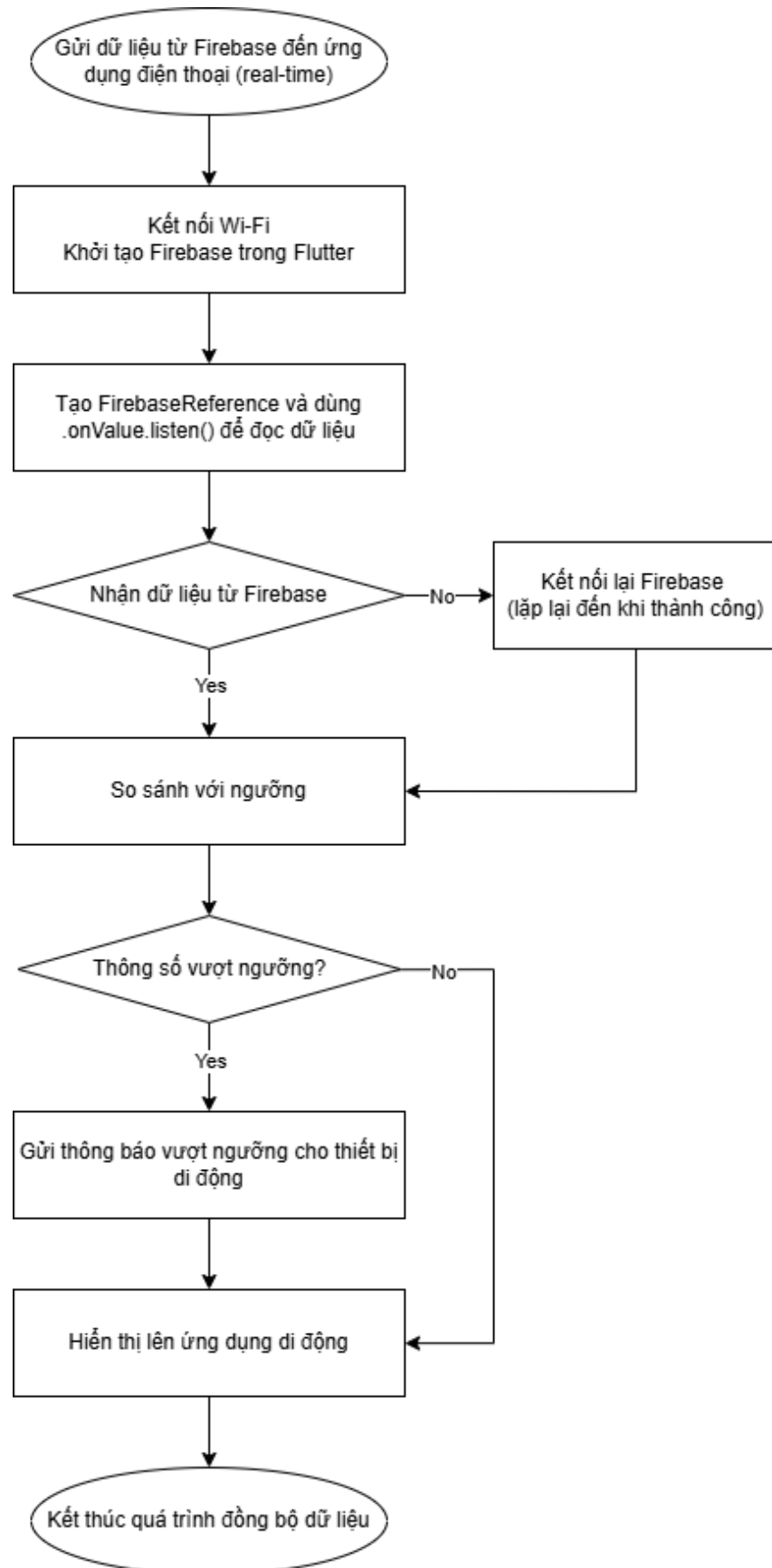
Hình 5.2.1.3 Lưu đồ người dùng điều khiển thiết bị ở chế độ manual trên app.

Lưu đồ này mô tả quy trình khi người dùng thao tác điều khiển thiết bị ở chế độ thủ công (manual) trên ứng dụng. Mục tiêu là đảm bảo dữ liệu đồng bộ chính xác giữa ứng dụng và các thiết bị thông qua Firebase Realtime Database.

Quá trình bắt đầu khi người dùng thực hiện hành động điều khiển thiết bị trên ứng dụng di động. Ngay sau khi thao tác được thực hiện, trạng thái điều khiển (bật hoặc tắt thiết bị) sẽ được gửi lên node override trong Firebase. Node này có nhiệm vụ lưu lại rằng đây là một thao tác điều khiển thủ công do người dùng thực hiện, không phải tự động theo lịch hay cảm biến.

Firebase tiếp nhận dữ liệu và ngay lập tức cập nhật vào hệ thống cơ sở dữ liệu thời gian thực. Sau đó, dữ liệu này sẽ được đồng bộ và ghi nhận ở node thiết bị (/devices), nơi các thiết bị thông minh thường xuyên lắng nghe để cập nhật trạng thái mới. Thiết bị sẽ đọc trạng thái điều khiển mới và thực hiện hành động tương ứng – bật hoặc tắt theo lệnh từ ứng dụng.

Khi thiết bị đã nhận và thực hiện đúng lệnh điều khiển, quá trình điều khiển thủ công kết thúc. Như vậy, toàn bộ quy trình được đảm bảo thông suốt và thời gian thực, từ thao tác của người dùng cho đến phản hồi của thiết bị.



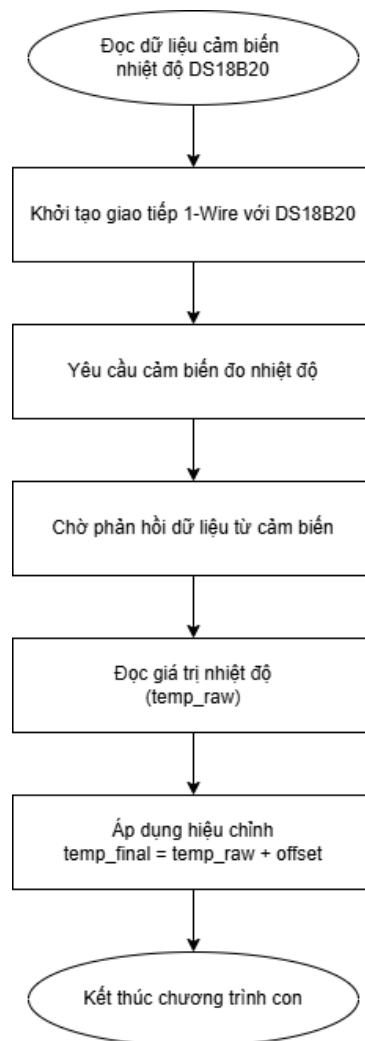
Hình 5.2.1.4 Lưu đồ gửi dữ liệu từ Firebase đến app.

Lưu đồ này mô tả cách ứng dụng di động nhận và xử lý dữ liệu từ Firebase theo thời gian thực:

- Ứng dụng Flutter khởi tạo kết nối với Firebase khi người dùng mở app
- Sử dụng FirebaseReference kết hợp với hàm `onValue.listen()` để lắng nghe dữ liệu mới từ Firebase theo thời gian thực.
- Dữ liệu được xử lý và hiển thị trên giao diện người dùng, bao gồm: nhiệt độ, pH, độ đục và trạng thái thiết bị.
- Nếu một chỉ số môi trường vượt mức cho phép, ứng dụng sẽ tự động hiển thị cảnh báo thông qua thông báo hệ thống.

(sử dụng plugin `flutter_local_notifications`)

Ngoài ra, nếu đang ở chế độ Manual, ứng dụng cũng gửi lệnh điều khiển lên Firebase để cập nhật trạng thái thiết bị theo yêu cầu của người dùng.

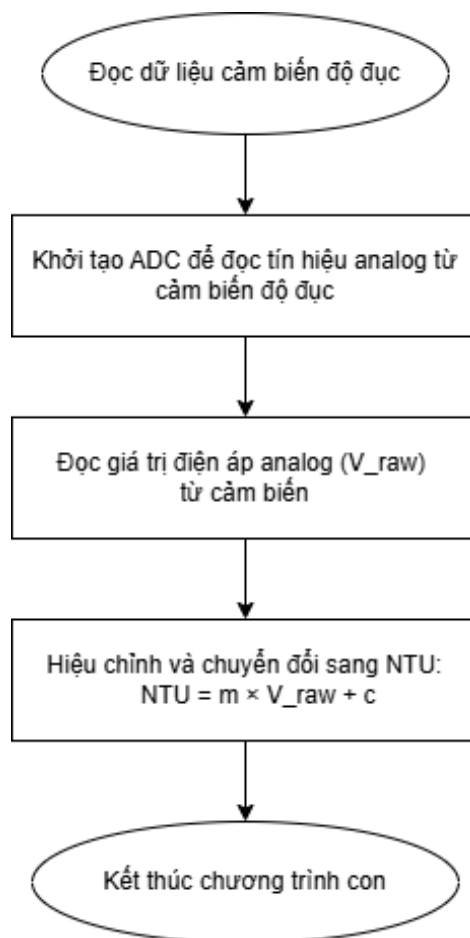


Hình 5.2.1.5 Lưu đồ đọc dữ liệu cảm biến nhiệt độ DS18B20.

Lưu đồ trên mô tả quá trình đọc dữ liệu nhiệt độ từ cảm biến DS18B20 sử dụng giao tiếp 1-Wire. Đầu tiên, hệ thống khởi động chương trình con và thiết lập giao tiếp 1-Wire với cảm biến. Sau khi kết nối được thiết lập, vi điều khiển gửi lệnh yêu cầu cảm biến tiến hành đo nhiệt độ.

Tiếp theo, hệ thống chuyển sang trạng thái chờ để nhận phản hồi dữ liệu từ cảm biến. Khi dữ liệu đã sẵn sàng, vi điều khiển tiến hành đọc giá trị nhiệt độ thô (temp\_raw) mà cảm biến trả về. Do đặc tính kỹ thuật và điều kiện môi trường có thể gây sai số nhỏ, hệ thống thực hiện hiệu chỉnh bằng cách cộng thêm một giá trị offset đã được xác định trước đó. Kết quả sau hiệu chỉnh là nhiệt độ chính xác (temp\_final) dùng cho các bước xử lý tiếp theo trong hệ thống.

Cuối cùng, chương trình con kết thúc và trả lại kết quả đã xử lý cho phần điều khiển chính. Quy trình này đảm bảo việc đo nhiệt độ được thực hiện chính xác và có thể tái sử dụng nhiều lần trong vòng lặp của hệ thống giám sát.



Hình 5.2.1.6 Lưu đồ đọc dữ liệu cảm biến đo độ ẩm.

Lưu đồ trên trình bày quy trình đọc và xử lý dữ liệu từ cảm biến đo độ đục nước sử dụng tín hiệu analog. Khi chương trình con được gọi, hệ thống bắt đầu bằng cách khởi tạo module ADC (Analog to Digital Converter) của vi điều khiển để có thể đọc được tín hiệu analog đầu ra từ cảm biến độ đục.

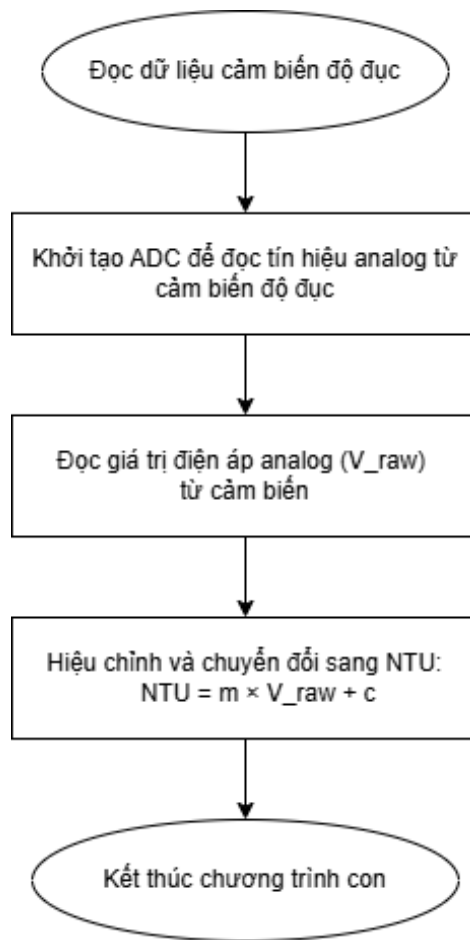
Sau khi cấu hình ADC hoàn tất, vi điều khiển tiến hành đọc giá trị điện áp analog ( $V_{raw}$ ) từ chân kết nối cảm biến. Giá trị này phản ánh mức độ đục của nước nhưng chưa mang ý nghĩa thực tế (chưa quy đổi).

Để chuyển đổi giá trị điện áp thành đơn vị đo chuẩn NTU (Nephelometric Turbidity Unit), hệ thống áp dụng công thức tuyến tính:

$$NTU = m \cdot V_{raw} + c$$

Trong đó:  $m$  và  $c$  là các hệ số hiệu chỉnh thu được thông qua quá trình hiệu chuẩn với các dung dịch chuẩn đã biết độ đục.

Sau khi tính toán, giá trị NTU được sử dụng cho các bước xử lý tiếp theo như hiển thị, lưu trữ hoặc so sánh với ngưỡng cảnh báo. Cuối cùng, chương trình con kết thúc và trả lại kết quả đã xử lý cho hệ thống chính.



Hình 5.2.1.7 Lưu đồ đọc dữ liệu cảm biến đo độ pH.

Lưu đồ trên mô tả quy trình đọc và xử lý tín hiệu từ cảm biến đo pH của nước trong hệ thống giám sát. Khi chương trình con bắt đầu, hệ thống tiến hành khởi tạo bộ chuyển đổi tín hiệu analog sang số (ADC) của vi điều khiển, nhằm đọc được giá trị điện áp analog đầu ra từ cảm biến pH.

Sau khi ADC đã sẵn sàng, vi điều khiển thực hiện bước tiếp theo là đọc giá trị điện áp đầu ra ( $V_{\text{raw}}$ ) từ cảm biến. Đây là tín hiệu thô, tỷ lệ thuận với nồng độ ion  $H^+$  trong dung dịch, nhưng chưa mang ý nghĩa định lượng theo thang đo pH tiêu chuẩn.

Để chuyển đổi điện áp này thành giá trị pH thực tế, hệ thống áp dụng phương trình tuyến tính đã được xác định trong quá trình hiệu chuẩn:

$$pH_{\text{value}} = a \cdot V_{\text{raw}} + b$$

Trong đó:  $a$  và  $b$  là các hệ số nội suy được thiết lập thông qua các dung dịch chuẩn (pH 4.00, 7.00, 10.00).

Giá trị pH cuối cùng sau hiệu chỉnh được sử dụng để giám sát chất lượng nước và đưa ra quyết định điều khiển thiết bị nếu cần thiết. Kết thúc quá trình, chương trình con trả kết quả và dừng lại, sẵn sàng cho chu kỳ đọc tiếp theo.

### 5.2.2 Phương pháp hiệu chuẩn và hiệu chỉnh thông số cảm biến

Ứng dụng di động BasaFish Monitor được xây dựng bằng ngôn ngữ Dart trên nền tảng Flutter, với mục tiêu cung cấp giao diện trực quan, thân thiện và tiện lợi cho người dùng trong quá trình giám sát và điều khiển môi trường nước nuôi cá ba sa từ xa.

Để đảm bảo hệ thống hoạt động chính xác và đáng tin cậy trong việc giám sát các thông số môi trường nước như pH, nhiệt độ và độ đục, việc hiệu chuẩn và hiệu chỉnh cảm biến là bước không thể thiếu. Nhóm thực hiện hiệu chuẩn từng loại cảm biến theo quy trình sau:

#### Hiệu chuẩn cảm biến pH

- Thiết bị hiệu chuẩn:
  - Bộ dung dịch chuẩn pH 4.00, pH 7.00 và pH 10.00 (được sử dụng để tạo đường cong hiệu chuẩn).
  - Máy đo pH tham chiếu (nếu có).
- Quy trình:
  - Ngâm đầu dò cảm biến vào dung dịch chuẩn pH 7.00 và ghi lại giá trị điện áp đầu ra từ chân AOOUT.
  - Lặp lại với các dung dịch pH 4.00 và pH 10.00.
  - Tạo biểu thức tuyến tính ánh xạ điện áp đầu ra → giá trị pH:

$$\text{pH} = a \cdot V_{\text{analog}} + b$$

(hệ số a, b được xác định qua phương pháp nội suy tuyến tính từ 3 điểm mẫu).

- Cập nhật các hệ số a, b vào chương trình ESP32.

Tần suất hiệu chuẩn: mỗi 2–4 tuần hoặc khi phát hiện sai số  $> \pm 0.2$  pH.

#### Hiệu chuẩn cảm biến độ đục

- Thiết bị hiệu chuẩn:



- Bộ dung dịch chuẩn NTU (ví dụ: 0 NTU, 50 NTU, 100 NTU).
- Quy trình:
  - Đặt cảm biến vào dung dịch chuẩn 0 NTU → ghi lại giá trị analog.
  - Tiếp tục với dung dịch 50 NTU và 100 NTU.
  - Dùng nội suy tuyến tính để tạo công thức chuyển đổi điện áp → NTU:

$$NTU = m \cdot V_{\text{analog}} + c$$

- Áp dụng công thức trong phần mềm đọc cảm biến trên ESP32.
- Lưu ý: tránh để ánh sáng ngoài tác động lên cảm biến khi hiệu chuẩn.

### **Hiệu chuẩn cảm biến nhiệt độ DS18B20**

- Loại cảm biến: kỹ thuật số, không cần hiệu chuẩn điện áp thủ công.
- Phương pháp kiểm tra sai số:
  - So sánh với nhiệt kế thủy ngân hoặc nhiệt kế điện tử chuẩn trong cùng môi trường nước.
  - Nếu chênh lệch  $> \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ , có thể hiệu chỉnh bằng phần mềm (offset):

$$\text{Nhiệt độ hiệu chỉnh} = \text{Giá trị đo} + \text{Offset}$$

- Offset được gán cố định trong code sau khi xác định thực nghiệm.

### **5.2.3 Thiết kế giao diện người dùng trên di động với Flutter**

Ứng dụng di động BasaFish Monitor được xây dựng bằng ngôn ngữ Dart trên nền tảng Flutter, với mục tiêu cung cấp giao diện trực quan, thân thiện và tiện lợi cho người dùng trong quá trình giám sát và điều khiển môi trường nước nuôi cá ba sa từ xa.

#### **Thư viện sử dụng:**

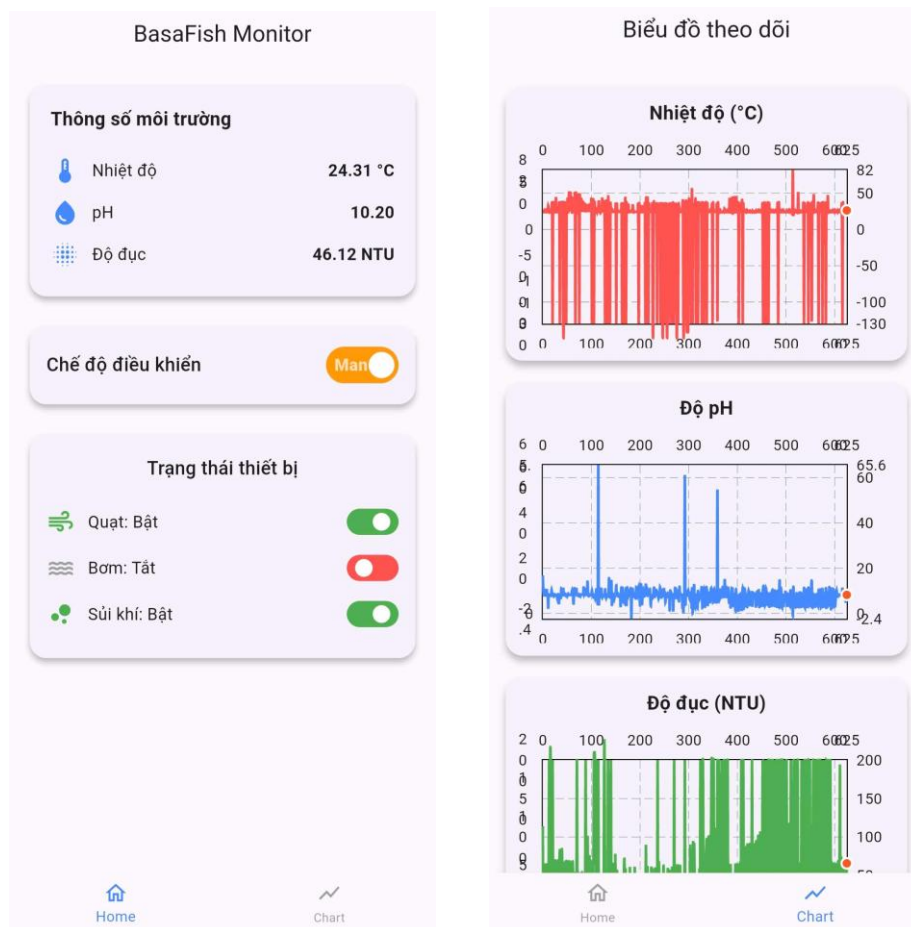
- firebase\_core, firebase\_database: kết nối với cơ sở dữ liệu thời gian thực.
- fl\_chart: hiển thị biểu đồ dạng đường (line chart).
- flutter\_switch: tạo công tắc bật/tắt hiện đại.
- flutter\_local\_notifications: hiển thị cảnh báo khi thông số vượt mức.

**Cấu trúc giao diện chính:** giao diện ứng dụng được chia thành 2 màn hình chính:

- Màn hình Home (BasaFishScreen)

- Hiển thị các thông số môi trường: nhiệt độ, độ pH, độ đục.
- Hiển thị chế độ hiện tại: Auto, Manual.
- Hiển thị trạng thái của các thiết bị: quạt, máy bơm nước, máy sủi oxy.
- Màn hình Chart (ChartScreen)
  - Trình bày biểu đồ trực quan của các thông số môi trường theo thời gian: nhiệt độ, pH, độ đục.

#### Ảnh minh họa giao diện:



Hình 5.2.3 Giao diện ứng dụng di động (Flutter).

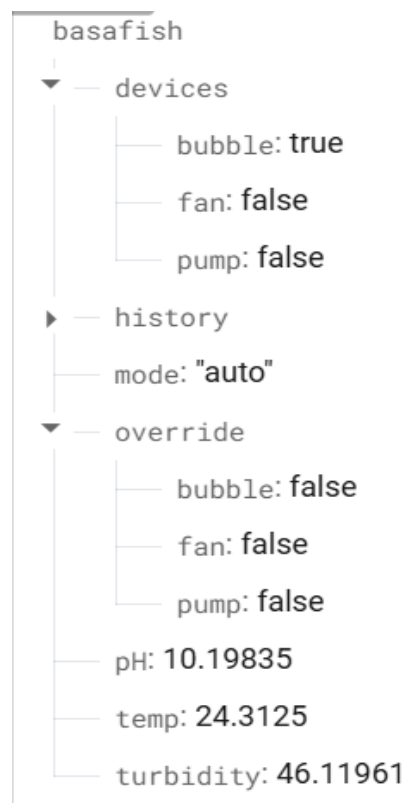
#### Các tính năng chính của giao diện:

- Thay đổi chế độ điều khiển:
  - Cho phép người dùng chuyển đổi chế độ điều khiển giữa Tự động (Auto) và Thủ công (Manual) bằng nút Switch.
  - Ở chế độ Auto, trạng thái của các thiết bị sẽ được bật/tắt dựa trên các thông số cảm biến.

- Ở chế độ Manual, người dùng có thể bật/tắt trực tiếp các thiết bị: quạt, máy bơm nước, máy sủi oxy.
- Thông báo: Sử dụng flutter\_local\_notifications để hiển thị cảnh báo khi thông số vượt ngưỡng cho phép.
- Giao tiếp thời gian thực với Firebase:
  - Lắng nghe liên tục trạng thái môi trường và thiết bị thông qua FirebaseDatabase.
  - Cho phép cập nhật trạng thái thiết bị trong chế độ Manual.

#### 5.2.4 Phân tích và thiết kế cơ sở dữ liệu Firebase Realtime Database

Hệ thống sử dụng Firebase Realtime Database để lưu trữ, đồng bộ và giám sát thời gian thực các thông số môi trường và trạng thái thiết bị của hệ thống nuôi cá ba sa. Dữ liệu được tổ chức theo dạng cây JSON với cấu trúc dễ mở rộng và phản ánh đúng logic vận hành.



Hình 5.2.4 Giao diện cấu trúc dữ liệu trên Firebase Realtime Database.

**Mô tả từng node dữ liệu:**

- devices: Trạng thái hiện tại của các thiết bị (được quyết định tự động bởi hệ thống).
- override: Trạng thái được người dùng điều khiển thủ công khi chế độ "manual" được kích hoạt.
- mode: Chế độ điều khiển hệ thống: "auto" hoặc "manual".
- temp: Nhiệt độ nước hiện tại (°C).
- pH: Giá trị pH hiện tại của nước ao.
- turbidity: Độ đục của nước, đơn vị NTU.
- history: Lưu trữ dữ liệu lịch sử môi trường theo từng mốc thời gian.

**Giải thích vận hành:**

- Chế độ tự động (auto):
  - Hệ thống chủ động bật/tắt thiết bị dựa trên các ngưỡng định sẵn.
  - Người dùng chỉ quan sát, không can thiệp trực tiếp vào trạng thái thiết bị.
  - Ứng dụng đọc dữ liệu từ devices để hiển thị trạng thái quạt, bơm, sục khí.
- Chế độ thủ công (manual):
  - Người dùng được quyền điều khiển thiết bị thông qua giao diện app.
  - Trạng thái điều khiển được ghi vào node override.
  - Khi app phát hiện mode = manual, nó sẽ đọc dữ liệu từ override thay vì devices.

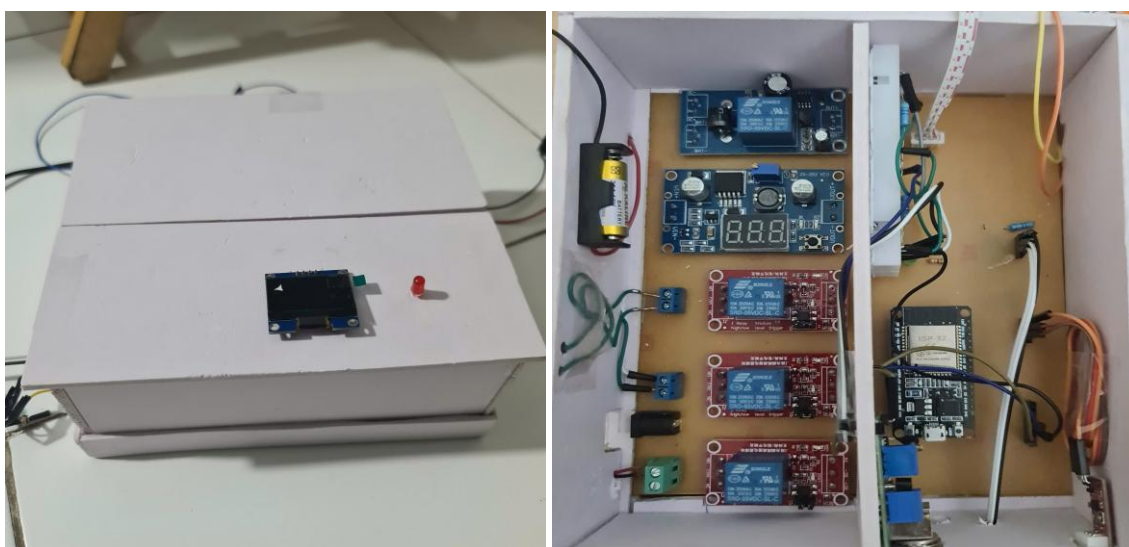
**Lợi ích của cấu trúc:**

- Linh hoạt: Dễ dàng chuyển đổi giữa điều khiển tự động và thủ công.
- Mở rộng dễ dàng: Có thể thêm cảm biến hoặc thiết bị mới bằng cách bổ sung vào các node hiện tại.
- Theo dõi thời gian thực: Firebase hỗ trợ onValue() giúp ứng dụng phản hồi ngay khi có thay đổi trong dữ liệu.
- Phân tách rõ ràng:
  - devices: hệ thống điều khiển tự động.
  - override: người dùng điều khiển thủ công.
  - history: hỗ trợ vẽ biểu đồ và phân tích dữ liệu dài hạn.

## 6 Sản phẩm cuối cùng

### 6.1 Tổng quan sản phẩm hoàn thiện

Sau quá trình lên ý tưởng, phân tích yêu cầu, thiết kế hệ thống, chọn linh kiện, lập trình và lắp ráp mô hình, nhóm đã hoàn thiện sản phẩm “Hệ thống IoT giám sát và điều khiển môi trường nước nuôi cá ba sa”. Đây là một mô hình thực nghiệm, minh họa đầy đủ quy trình và chức năng của hệ thống thực tế, có thể mở rộng và áp dụng trong các ao nuôi thực tế với quy mô vừa và nhỏ.

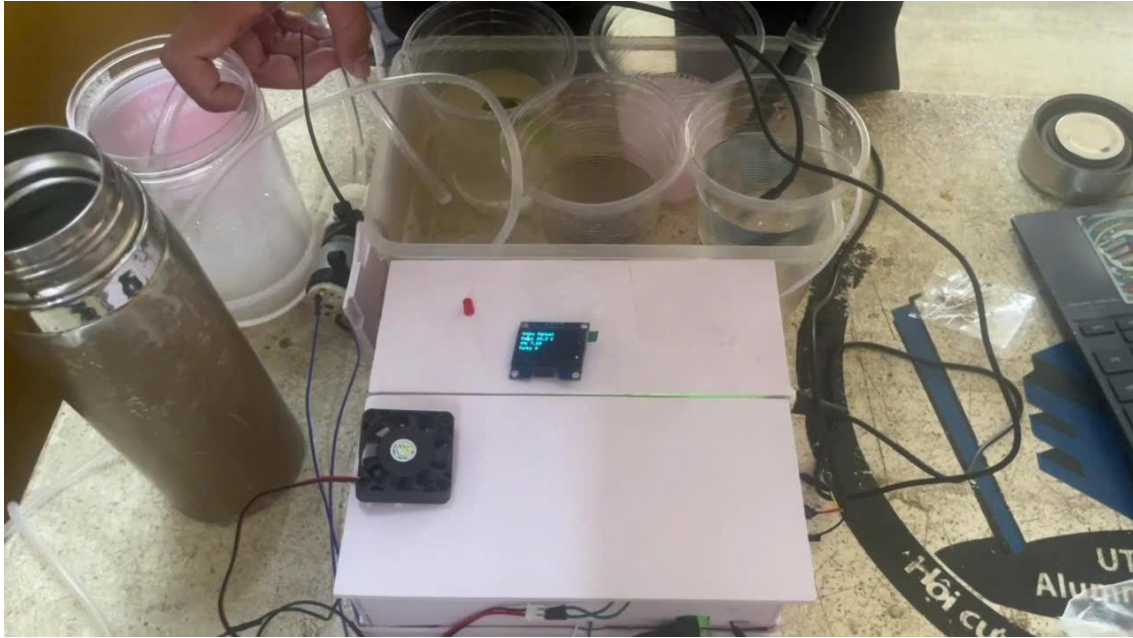


Hình 6.1.1 Mô hình đóng hộp chứa cảm biến, relay và nguồn điện.

Sản phẩm được thiết kế dưới dạng mô hình thực tế, với đầy đủ các thành phần chính bao gồm: cảm biến, vi điều khiển, module relay, thiết bị điều khiển (quạt, bơm, máy sủi khí), hệ thống nguồn và giao diện hiển thị.

- Phần cứng được đóng hộp gọn gàng, bảo vệ các linh kiện điện tử và đảm bảo an toàn trong quá trình hoạt động.
- Các thiết bị điều khiển (quạt, bơm, sủi oxy) được kích hoạt thông qua module relay theo điều kiện môi trường.
- Bên ngoài hộp được thiết kế đơn giản, trên mặt hộp có tích hợp màn hình OLED hiển thị và đèn LED cảnh báo.

- Bên trong hộp gồm có các module điện tử như ESP32, relay, bộ ổn áp LM2596, các thiết bị điện tử, cảm biến, hệ thống cấp nguồn và chi tiết các kết nối dây.



Hình 6.1.2 Toàn cảnh sản phẩm.

[Hình 6.1.2 Toàn cảnh sản phẩm]: cho thấy góc nhìn tổng thể kết nối giữa mô hình với các thiết bị ngoại vi được đặt ở trong môi trường nước. Mô hình minh họa cho hệ thống hoạt động ở thực tế, trong đó các cảm biến được bố trí trong các cốc chứa nước có độ đục, độ pH và nhiệt độ khác nhau nhằm mô phỏng môi trường ao nuôi.

Dữ liệu thu thập từ các cảm biến được xử lý bởi vi điều khiển ESP32, hiển thị trên màn hình OLED và điều khiển các thiết bị như quạt tản nhiệt hoặc máy bơm khi điều kiện môi trường vượt ngưỡng. Sản phẩm có thể được triển khai linh hoạt trong môi trường thực tế như ao nuôi hoặc trong các mô hình giả lập phục vụ nghiên cứu và thử nghiệm.

Qua quá trình hoàn thiện mô hình, sản phẩm đã chứng minh được tính khả thi cao trong việc ứng dụng vào thực tiễn nuôi trồng thủy sản. Hệ thống có khả năng vận hành ổn định, thu thập và xử lý dữ liệu môi trường nước theo thời gian thực, đồng thời tự động điều khiển các thiết bị hỗ trợ nhằm duy trì điều kiện sống tối ưu cho cá. Việc tích hợp hiển thị tại chỗ và kết nối với nền tảng đám mây giúp người

dùng dễ dàng giám sát và điều khiển từ xa. Đây là tiền đề quan trọng để phát triển các phiên bản hoàn thiện hơn và mở rộng ứng dụng trong các mô hình sản xuất nông nghiệp thông minh.

## 6.2 Đánh giá tổng quát sản phẩm

Sau quá trình thiết kế, xây dựng và hoàn thiện mô hình, nhóm đã tiến hành kiểm tra vận hành thực tế hệ thống giám sát và điều khiển môi trường nước nuôi cá ba sa. Qua quá trình thử nghiệm và đánh giá, nhóm rút ra một số nhận xét tổng quát như sau:

- Ưu điểm của mô hình:
  - Tính khả thi cao: Hệ thống được triển khai thành công trên mô hình thực tế, với đầy đủ chức năng như giám sát nhiệt độ, pH, độ đục; cảnh báo khi vượt ngưỡng; và điều khiển tự động các thiết bị như quạt, máy bơm, máy sục khí.
  - Tự động hóa và thời gian thực: Dữ liệu từ cảm biến được thu thập, xử lý và phản hồi theo thời gian thực, đảm bảo phản ứng kịp thời với các biến đổi môi trường.
  - Tính linh hoạt: Việc sử dụng ESP32 với khả năng kết nối Wi-Fi và điều khiển đa thiết bị cho phép hệ thống mở rộng hoặc nâng cấp trong tương lai mà không cần thay đổi phần cứng cốt lõi.
  - Giao diện trực quan: Hệ thống có hiển thị tại chỗ bằng màn hình OLED và kết nối với ứng dụng di động qua Firebase giúp người dùng dễ dàng theo dõi từ xa, tiện lợi trong thực tiễn nuôi trồng thủy sản.
  - Chi phí thấp: Hệ thống sử dụng linh kiện phổ biến, giá thành hợp lý, phù hợp triển khai tại các hộ nuôi cá vừa và nhỏ.
- Hạn chế của mô hình:
  - Phụ thuộc vào kết nối internet: Khi mất kết nối Wi-Fi hoặc không có mạng ổn định, khả năng gửi dữ liệu và điều khiển từ xa sẽ bị ảnh hưởng.
  - Giao diện ứng dụng còn đơn giản: Hiện tại giao diện trên điện thoại chỉ ở mức cơ bản, cần cải thiện về mặt trực quan, biểu đồ trực tiếp và khả năng tùy chỉnh ngưỡng cảnh báo.

- Thiếu tính năng học máy: Hệ thống hiện chưa tích hợp các thuật toán phân tích dữ liệu hoặc dự báo xu hướng, điều này có thể nâng cao hiệu quả quản lý môi trường nước trong tương lai.
- Chưa kiểm nghiệm ngoài môi trường thật: Sản phẩm mới chỉ thử nghiệm ở mô hình giả lập, cần triển khai thực tế tại ao nuôi để đánh giá độ bền, độ ổn định và hiệu quả lâu dài.
- Định hướng phát triển:
  - Phát triển phiên bản ứng dụng di động chuyên sâu hơn, bổ sung các biểu đồ lịch sử dữ liệu, cảnh báo bằng giọng nói, và chức năng điều chỉnh ngưỡng trực tiếp.
  - Nâng cấp cảm biến với độ chính xác cao hơn và khả năng chống nước tốt hơn để hoạt động bền vững trong môi trường khắc nghiệt.
  - Tích hợp công nghệ AI hoặc học máy để đưa ra cảnh báo sớm và tối ưu hóa chế độ điều khiển thiết bị.
  - Mở rộng hệ thống để giám sát nhiều ao nuôi cùng lúc và thêm các chỉ tiêu môi trường khác như oxy hòa tan, amoniac...



## 7 Phụ lục

### 7.1 Phân chia công việc

ID	Activity	Description	Duration (Days)	People
1	Tìm kiếm ý tưởng	Ban đầu nhóm có nhiều ý tưởng nhưng những ý đó có những thứ không phù hợp như không thực tế, giá thành quá cao... Sau khi thống nhất, nhóm chọn đề tài giám sát môi trường nước nuôi cá.	3	Cả nhóm
2	Phân tích yêu cầu người dùng	Khảo sát thực tế nhu cầu của người nuôi cá ba sa, ghi nhận thông số môi trường cần theo dõi và mong muốn về hệ thống.	3	Cả nhóm
3	Đề xuất giải pháp	Đưa ra các phương án kỹ thuật phù hợp: cảm biến, vi điều khiển, kết nối Firebase, giao diện di động...	3	Cả nhóm
4	Thiết kế hệ thống tổng thể	Xây dựng sơ đồ khối, xác định các khối chức năng chính của hệ thống và vai trò từng phần.	10	Cả nhóm
5	Thiết kế phần cứng	Chọn linh kiện, thiết kế mạch nguyên lý, PCB và bố trí mạch phù hợp với mô hình thực tế.	5	Cả nhóm
5.1	Mua sắm linh kiện		3	Cả nhóm
5.2	Thiết kế mạch nguyên lý PCB		5	Minh Hữu
6	Lập trình với vi điều khiển	Viết chương trình thu thập dữ liệu từ cảm biến, điều khiển thiết bị và gửi dữ liệu lên Firebase.	4	Cả nhóm
7	Lắp ráp và thử nghiệm tính năng	Kết nối phần cứng, nạp chương trình, đảm bảo hệ thống hoạt động hoàn chỉnh.	7	Cả nhóm
8	Hiệu chỉnh hệ	Hiệu chuẩn cảm biến, đặt ngưỡng cảnh báo phù hợp và	7	Cả nhóm

	thống	kiểm tra khả năng phản ứng của thiết bị với môi trường.		
9	Thiết kế giao diện ứng dụng Flutter	Xây dựng giao diện đơn giản, hiển thị thông số đo và điều khiển thiết bị từ xa qua điện thoại.	2	Minh Hữu
10	Hoàn thiện mô hình sản phẩm	Thiết kế đi dây và đóng hộp sản phẩm.	3	Minh Hoàng
11	Viết báo cáo và hoàn thiện tài liệu	Tổng hợp nội dung báo cáo, chỉnh sửa hình ảnh, bảng biểu và trình bày theo quy chuẩn.	20	Cả nhóm

Hình 7.1 Bảng kế hoạch thực hiện và phân công công việc dự án.

## 7.2 Hóa đơn thiết bị

ID	Parts / Components	Amount	Price per Unit	Total
1	ESP32 DOIT DEVKIT V1	1 cái	125.000 VND	125.000 VND
2	LM2596S Mạch giảm áp 3A LED hiển thị	1 cái	39.000 VND	39.000 VND
3	LM2596S Mạch giảm áp 3A	1 cái	13.500 VND	13.500 VND
4	Mạch ra chân USB 3.1 type C Sang 4 chân xuyên lỗ	1 cái	4.000 VND	4.000 VND
5	DS18B20 Mạch cảm biến nhiệt độ -55 -> +125 độ C kèm đầu dò dài 1m	1 bộ	35.000 VND	35.000 VND
6	Dây Bẹ đực – cái dài 30cm	20 sợi	500 VND	10.000 VND
7	Dây Bẹ cái – cái dài 15cm	20 sợi	400 VND	8.000 VND
8	MJKDZ Cảm biến đo Độ đục của nước 0 – 1000NTU, 3.3 – 5VDC	1 cái	137.000 VND	137.000 VND
9	Quạt tản nhiệt 12V	1 cái	15.000 VND	15.000 VND
10	Nguồn Adapter	1 cái	37.000 VND	37.000 VND
11	Bộ Cảm Biến Kiểm Tra PH 0-14 + Đầu Dò Điện Cực BNC	1 bộ	196.000 VND	196.000 VND
12	Module 1 Relay	3 cái	20.000 VND	60.000 VND
13	Máy sục khí, máy bơm oxy	1 cái	60.000 VND	60.000 VND
14	Máy bơm áp	1 cái	40.000 VND	40.000 VND
15	Module màn hình hiển thị OLED 0.96"	1 cái	54.000 VND	54.000 VND

16	Chi phí phát sinh khác		50.000 VND	50.000 VND
----	------------------------	--	------------	------------

Hình 7.2 Bảng dự trù chi phí linh kiện cho dự án.

### 7.3 Biểu đồ Gantt

ID	Task name	Start	Finish	Duration	Lay out
1	Tìm kiếm ý tưởng	01/03/2025	05/03/2025	5	Cả nhóm
2	Phân tích yêu cầu người dùng	08/03/2025	10/03/2025	3	Cả nhóm
3	Đề xuất giải pháp	08/03/2025	10/03/2025	3	Cả nhóm
4	Thiết kế hệ thống tổng thể	15/03/2025	25/03/2025	10	Cả nhóm
5	Thiết kế phần cứng + Mua linh kiện	01/04/2025	08/04/2025	8	Cả nhóm
6	Thiết kế mạch nguyên lý, PCB	12/04/2025	19/04/2025	8	Minh Hữu
7	Lập trình với vi điều khiển	22/04/2025	25/04/2025	4	Cả nhóm
8	Lắp ráp và thử nghiệm hệ thống	02/05/2025	06/05/2025	7	Cả nhóm
9	Hiệu chỉnh hệ thống và cảm biến	11/05/2025	17/05/2025	7	Cả nhóm
10	Thiết kế giao diện di động bằng Flutter	13/05/2025	15/05/2025	3	Minh Hữu
11	Hoàn thiện mô hình sản phẩm	14/05/2025	16/05/2025	3	Minh Hoàng
12	Viết báo cáo, tổng hợp tài liệu	25/04/2025	29/05/2025	35	Cả nhóm

Hình 7.3 Biểu đồ Gantt thể hiện tiến độ thực hiện dự án.

### 7.4 Hướng dẫn sử dụng

Để người dùng có thể vận hành hệ thống một cách hiệu quả, nhóm thực hiện đã xây dựng phần hướng dẫn sử dụng chi tiết cho sản phẩm. Hướng dẫn này bao gồm các bước từ khởi động, giám sát thông số môi trường nước, nhận cảnh báo đến điều khiển các thiết bị liên quan. Ngoài ra, tài liệu cũng cung cấp thông tin về cách theo dõi dữ liệu từ xa qua ứng dụng di động và cách bảo trì hệ thống định kỳ. Phần hướng dẫn này giúp người dùng, đặc biệt là các hộ nuôi cá, dễ dàng tiếp

cận và khai thác tối đa chức năng của hệ thống mà không đòi hỏi kiến thức chuyên sâu về kỹ thuật.

### **1. Khởi động hệ thống**

- Cắm nguồn adapter 12V vào ổ cắm điện.
- Đảm bảo các kết nối giữa ESP32, cảm biến và các thiết bị đã đúng theo sơ đồ.
- Màn hình OLED sẽ bật và hiển thị nhiệt độ, độ pH, độ đục nước.

### **2. Kết nối hệ thống với Wi-Fi**

- Hệ thống ESP32 sẽ tự động kết nối với Wi-Fi đã lập trình sẵn (SSID và password).
- Nếu cần cấu hình lại Wi-Fi, sử dụng cổng nạp USB để cập nhật lại mã nguồn.

### **3. Giám sát thông số môi trường**

- Trên màn hình OLED hiển thị 3 thông số: Nhiệt độ nước, độ đục và pH.
- Các thông số này cũng được gửi lên Firebase và có thể xem trên ứng dụng di động.

### **4. Nhận cảnh báo và điều khiển tự động**

- Khi bất kỳ thông số nào vượt quá ngưỡng cài đặt:
  - Quạt tản nhiệt sẽ bật khi nhiệt độ  $> 30^{\circ}\text{C}$ .
  - Máy bơm sẽ bật nếu độ đục  $> 50$  NTU.
  - Máy sủi oxy sẽ bật nếu pH ra khỏi khoảng an toàn (ví dụ:  $< 6.5$  hoặc  $> 8.5$ ).
- Đèn LED sẽ nhấp nháy để cảnh báo tại chỗ.

### **5. Giám sát từ xa qua ứng dụng**

- Mở ứng dụng Flutter trên điện thoại.
- Xem dữ liệu theo thời gian thực (được đồng bộ từ Firebase).
- Nhận thông báo nếu có cảnh báo từ hệ thống.

### **6. Tắt và bảo trì hệ thống**

- Rút nguồn nếu không sử dụng trong thời gian dài.
- Làm sạch các đầu cảm biến định kỳ 2 tuần/lần để đảm bảo độ chính xác.
- Kiểm tra lại các relay và kết nối dây định kỳ.