

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
CUỘC THI KHOA HỌC KỸ THUẬT CẤP QUỐC GIA
HỌC SINH TRUNG HỌC
NĂM HỌC: 2024 - 2025

DỰ ÁN:

**MSLORA – HỆ THỐNG GIÁM SÁT VÀ ĐÁNH GIÁ MÔI
TRƯỜNG NUÔI TÔM ỨNG DỤNG IOT, THỊ GIÁC MÁY
TÍNH VÀ MẠNG TRUYỀN THÔNG LORA.**

Lĩnh vực: Hệ thống nhúng

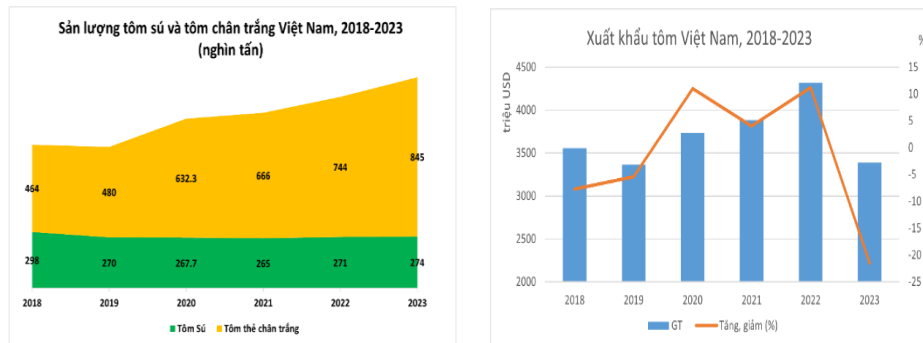
MUC LUC

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN	3
1.1. Lý do chọn đề tài.....	3
1.2. Tính cấp thiết của đề tài	3
1.3. Tiêu chí của dự án:.....	4
1.4. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu	5
1.4.1. Cách tiếp cận	5
1.4.2. Phương pháp nghiên cứu.....	5
1.5. Giới hạn dự án	5
1.6. Nội dung nghiên cứu	5
CHƯƠNG 2. MÔ TẢ SẢN PHẨM.....	6
2. Giới thiệu chung về sản phẩm	6
CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ VÀ PHƯƠNG PHÁP.....	7
3.1. Phần cứng trạm giám sát và trạm thu	7
3.1.1. Thiết kế phần cứng cho trạm giám sát và trạm thu.....	7
3.1.2. Thiết kế mạch điều khiển cho trạm giám sát	7
3.1.3. Lắp đặt hoàn chỉnh PCB và hoàn thiện phần cứng các trạm	9
3.1.4. Lập trình điều khiển, trao đổi dữ liệu giữa các phần trong trạm	9
3.2. Phần mềm trạm giám sát và trạm thu	10
3.2.1. Thiết kế giao diện Nextion HMI cho trạm thu	10
3.2.2. Lập trình giao diện Nextion HMI và bo mạch chính cho trạm thu.....	10
3.3. Kết hợp trạm thu, thị giác máy tính vào nền tảng Era	11
3.3.1. Tìm hiểu về nền tảng E-ra IoT	12
3.3.2. Lập trình thiết kế, tạo giao diện điều khiển trên nền tảng E-ra IoT	12
CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN ĐỀ TÀI	13
4.1. Kết quả thực nghiệm hệ thống với người dùng:	13
4.2. Kết luận:.....	13
4.3. Hạn chế của đề tài.....	14
4.4. Hướng phát triển đề tài	14
PHỤ LỤC:	15

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

1.1. Lý do chọn đề tài

Hiện nay, tôm là loài thủy sản được chú trọng và nuôi trồng nhiều nhất. Với diện tích nuôi tôm tăng trung bình 5%, sản lượng tăng trung bình 8,4% mỗi năm. Đặc biệt tôm của Việt Nam là 1 trong 2 loài thủy sản nằm trong chiến lược phát triển nuôi của quốc gia. Với hơn 350 cơ sở sản xuất tôm xuất khẩu, Việt Nam là quốc gia được đánh giá có công nghệ chế biến tôm hiện đại nhất và có thể mạnh về sản xuất hàng giá trị gia tăng.



Hình 1.1. Biểu đồ về sản lượng tôm sú, tôm chân trắng và giá trị xuất khẩu tôm ở Việt Nam từ năm 2018 đến năm 2023.

Đồng thời, thế giới đang trong thời đại 4.0 – Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư, khi các công nghệ mới như: trí tuệ nhân tạo (AI), máy học, thị giác máy tính, blockchain và Internet vạn vật (IoT) đang tạo nên một hệ thống liên kết mạnh mẽ và tương tác giữa máy móc, con người và môi trường sống. Những sự kết hợp này không chỉ tạo ra những thay đổi đột phá trong sản xuất, quản lý doanh nghiệp mà còn tạo ra những tác động sâu rộng đến cả xã hội, chính trị và con người.

Qua những bước đột phá của ngành công nghiệp 4.0, cũng như tầm quan trọng của việc phát triển ngành nuôi tôm của cả nước. Việc kết hợp công nghệ cao vào việc nuôi tôm sẽ rất hữu ích, cải thiện về chi phí sản xuất, nuôi trồng, đảm bảo chất lượng đầu ra tốt nhất, góp phần thúc đẩy sự phát triển kinh tế của đất nước.

1.2. Tính cấp thiết của đề tài

Năm 2023, xuất khẩu tôm Việt Nam giảm 40% so năm ngoái, khiến giá và sản lượng tôm giảm. Vấn đề này một phần là do lạm phát, suy thoái toàn cầu khiến người dùng thắt chặt chi tiêu và nguồn tôm giá rẻ từ Ecuador, Ấn độ lại ngày càng nhiều. Phần còn lại do việc biến đổi khí hậu ảnh hưởng tới việc canh tác và nuôi trồng, giá xăng dầu đánh bắt tăng,... ; sự hạn chế khi nuôi trồng bằng phương pháp truyền thống, kèm theo đó chỉ tiêu khắt khe về chất lượng, sản lượng.

Nuôi tôm thành công còn phụ thuộc vào chất lượng tôm giống và môi trường (chủ yếu là nước nuôi); Việt Nam sở hữu giống tôm tốt tuy nhiên các cơ sở nuôi tôm kém, nhỏ lẻ và tự phát vẫn còn nhiều. Tào vẫn đề như không đủ nước sạch, hệ thống kênh, ô nhiễm môi trường cục bộ... dẫn đến lây nhiễm chéo dịch bệnh. Đặc biệt, việc dùng bộ đo chất lượng nước phải pha các chất với tỷ lệ chính xác, so với bảng màu và phải đo nhiều lần nên độ chính xác chưa cao. Giá thành các bộ đo điện tử lại quá cao, khó dùng lâu dài. Phương án sử dụng công nghệ IoT cho việc nuôi trồng đa số sử dụng mạng tầm gần (wifi, bluetooth với khoảng cách truyền kém,...) và nếu đầu tư cho cả một trang trại sẽ phải đầu tư một khoản chi phí lớn cho hệ thống mạng. Bà con ngư dân còn phải đối mặt với các tai nạn lao động, môi nguy sinh học, hóa học khi nuôi trồng, sử dụng các máy móc, thiết bị, các bộ đo hóa học và nguy cơ chết đuối, chấn thương trong lúc giám sát, đo đạc.



Hình 1.2. Khảo sát thực tế khó khăn của bà con khi nuôi tôm ở tỉnh Long An.

(Video khảo sát: https://www.youtube.com/watch?v=ScyXBxswL_o&t=4s)

Từ những cơ hội và thách thức trên, em đã tìm hiểu, phát triển và nghiên cứu dự án: **”MSLora – Hệ thống giám sát và đánh giá môi trường nuôi tôm ứng dụng IoT, thị giác máy tính và mạng truyền thông không dây Lora”**

1.3. Tiêu chí của dự án:

Dự án sử dụng mạng truyền thông không dây Lora (khoảng cách có thể lên tới tối đa 8 km với địa hình ít vật cản) cho phép kết nối nhiều đường truyền để có thể giám sát nhiều bể, ao (một trạm điều khiển và nhiều trạm giám sát) để giám sát các thông số: độ điện dẫn (mS/cm), chất rắn hòa tan (mg/L), nồng độ Oxy (mg/L), pH, nhiệt độ nước (°C); điều khiển và giám sát trực quan qua màn hình cảm ứng và app ở mọi lúc, mọi nơi; tích hợp chế độ vệ sinh cảm biến. Các trạm giám sát dùng năng lượng mặt trời, cơ chế cảnh báo an toàn khi trạm bị lật, vào nước hoặc các sự cố về điện,... Đồng thời ứng dụng thị giác máy tính và thuật toán phân tích dữ liệu vào hệ thống để thu thập, cảnh báo, dự đoán được các yếu tố về bệnh, môi trường để đưa ra cách khắc phục hiệu quả và kịp thời nhất.

Ngoài ra, việc ứng dụng IoT, thị giác máy tính và mạng truyền thông không dây Lora vào hệ thống giám sát môi trường nuôi tôm còn có những lợi ích khác như:

- Thay thế con người trong việc đo chất lượng nước bằng phương pháp thủ công
- Giảm thiểu thời gian chăm sóc, quản lý các ao nuôi tôm.
- Cắt giảm chi phí vận hành một số thiết bị của hồ nuôi (Ví dụ như hệ thống quạt nước giúp tiết kiệm kinh phí lớn chi một vụ nuôi), chi phí liên quan đến đào tạo, sử dụng lao động.
- Tích hợp các chức năng an toàn, với độ chính xác và ổn định cao giúp duy trì sự liên tục trong quá trình nuôi.
- Khả năng mở rộng và linh hoạt để dễ dàng giám sát nhiều ao nuôi hơn hoặc tích hợp thêm các cảm biến khác.
- Giúp phân tích dữ liệu và cảnh báo, đồng thời hỗ trợ đưa ra các phương án gợi ý hoặc cảnh báo để can thiệp kịp thời một cách tự động và nâng cao hiệu quả quản lý hồ nuôi.

1.4. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

1.4.1. Cách tiếp cận

- Nghiên cứu nền tảng E-ra IoT và các công cụ: Iframe Widget,... Sử dụng các công cụ mô phỏng và thiết kế PCB như Proteus, Altium; thiết kế 3D cơ khí như Solidwork,... Đồng thời sử dụng các phần mềm như Nextion Editor, Arduino IDE,... và các thư viện cũng như phần cứng liên quan. Kết hợp việc mô phỏng và việc xây dựng hệ thống phần cứng để thử nghiệm các chức năng của hệ thống.

- Nghiên cứu, liên hệ các bài báo khoa học uy tín về các đề tài liên quan đến môi trường nuôi tôm và các hệ thống giám sát đi kèm.

1.4.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp nghiên cứu lý thuyết, khảo sát và thực nghiệm

1.5. Giới hạn dự án

- Chỉ giới hạn ở 1 trạm giám sát, 1 bộ camera và 1 trạm thu. Vì vậy, dự án không đề cập đến việc liên kết giữa nhiều trạm giám sát và 1 trạm thu qua mạng truyền thông Lora.

1.6. Nội dung nghiên cứu

Dự án có thể được chia làm 3 phần nội dung lớn như sau:

- **Nội dung 1: Tổng quan về dự án**
- **Nội dung 2: Các bước thiết kế phần cứng và phần mềm cho dự án**
- **Nội dung 3: Kết quả, kết luận và hướng phát triển**

CHƯƠNG 2. MÔ TẢ SẢN PHẨM

2. Giới thiệu chung về sản phẩm

Sản phẩm hoàn thiện bao gồm:

- **01 trạm giám sát môi trường nước:** là hệ thống gồm 1 trạm nổi và 1 bộ đầu dò chìm dùng nguồn năng lượng mặt trời và pin để có thể chạy 24/7 suốt nhiều ngày trong điều kiện thiếu sáng. Trạm được đặt ở các bể nuôi để thu thập dữ liệu từ các cảm biến đo môi trường nước và cảnh báo khi gặp các sự cố về dòng điện, nghiêng ngã, vào nước,... dữ liệu được đóng thành 1 chuỗi và gửi về trạm thu thập dữ liệu thông qua mạng không dây Lora. Nhờ có phao nổi nên có thể di chuyển trạm đến các vị trí khác nhau của hồ nuôi tôm.



Hình 2.1. Trạm giám sát

- **01 trạm thu thập dữ liệu:** gồm 1 bộ thu và 1 bộ điều khiển. Bộ thu có vai trò điều khiển; trao đổi dữ liệu (gửi dữ liệu môi trường, cập nhật trạng thái nút nhấn và nhận tín hiệu điều khiển) với nền tảng E-ra IoT và trạm giám sát. Ngoài ra, bộ thu còn tích hợp nhiều chức năng khác trên giao diện màn hình như: kết nối wifi bằng cách nhập, hẹn giờ bật tắt thiết bị, chỉnh được ngưỡng cảnh báo, và rất nhiều tiện ích khác,....



Hình 2.2. Trạm thu

- **01 bộ Camera giám sát:** đây là Camera giám sát với bộ xử lý chính là Orange Pi Zero. Việc tích hợp máy tính nhúng Orange Pi để có thể xử lý được hình ảnh ao tôm (hành vi tôm) mà vẫn đảm bảo được tính nhỏ gọn, tiết kiệm chi phí cũng như khả năng độc lập. Video stream sẽ được đưa lên nền tảng E-ra IoT.



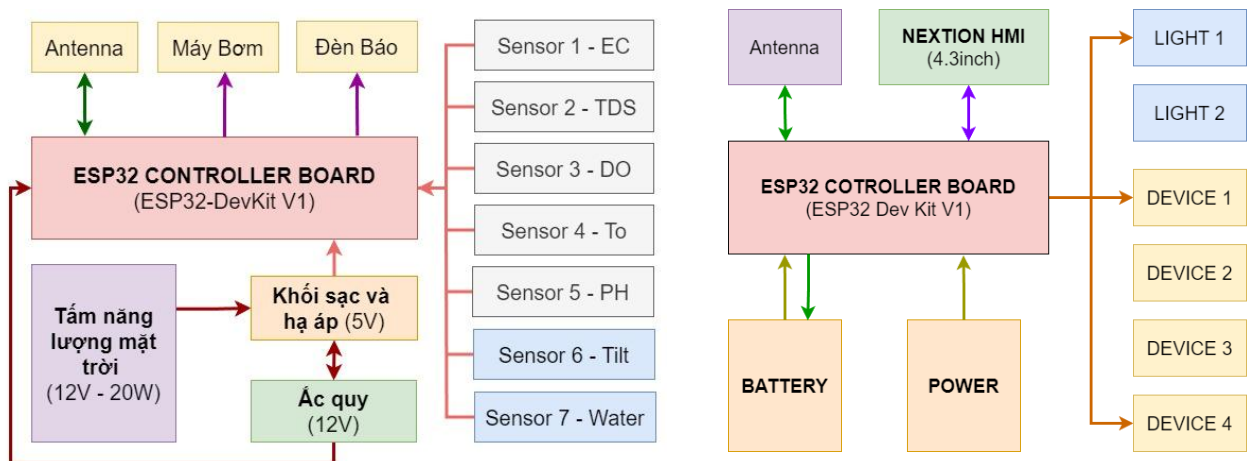
Hình 2.3. Camera AI

CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ VÀ PHƯƠNG PHÁP

3.1. Phần cứng trạm giám sát và trạm thu

3.1.1. Thiết kế phần cứng cho trạm giám sát và trạm thu

- Các thành phần chính trong các trạm được trình bày ở sơ đồ phía dưới, trong đó ESP32 đóng vai trò làm vi điều khiển chính. Đối với trạm giám sát: nhận dữ liệu Analog từ các Sensor cũng như truyền nhận các chuỗi dữ liệu qua mạng truyền thông Lora và điều khiển đèn báo, máy bơm vệ sinh cảm biến. Đối với trạm thu: truyền nhận các chuỗi dữ liệu từ mạng truyền thông Lora và màn hình Nextion HMI bằng chuẩn giao tiếp UART, điều khiển thiết bị, các đèn báo và trao đổi các lệnh điều khiển, chuỗi kí tự qua Virtual Pin của nền tảng E-ra.



Hình 3.1. Sơ đồ nguyên lý phần điện của trạm giám sát (trái) và trạm thu (phải)

- Sau khi xây dựng sơ đồ tổng quát của trạm, tiến hành thiết kế mạch điều khiển. Sử dụng phần mềm Altium Designer để thiết kế nguyên lý và layout PCB.

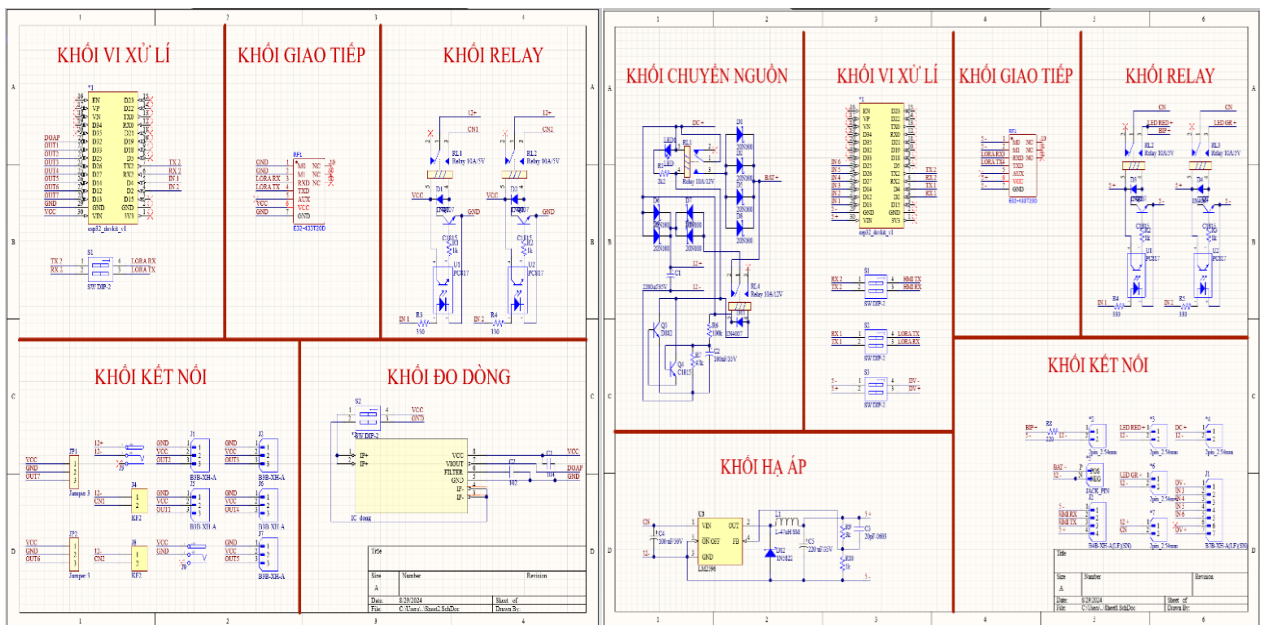
3.1.2. Thiết kế mạch điều khiển cho trạm giám sát

- Xây dựng sơ đồ nguyên lý cho mạch điều khiển, bao gồm: khối kết nối, khối vi xử lý, khối relay, khối giao tiếp, khối đo dòng, khối chuyển nguồn, khối hạ áp,...

+ Đối với trạm giám sát còn tích hợp thêm IC ACS712 ở khối đo dòng để phản hồi dòng điện về cho trạm thu để quản lý sự cố về dòng điện ở trạm giám sát.

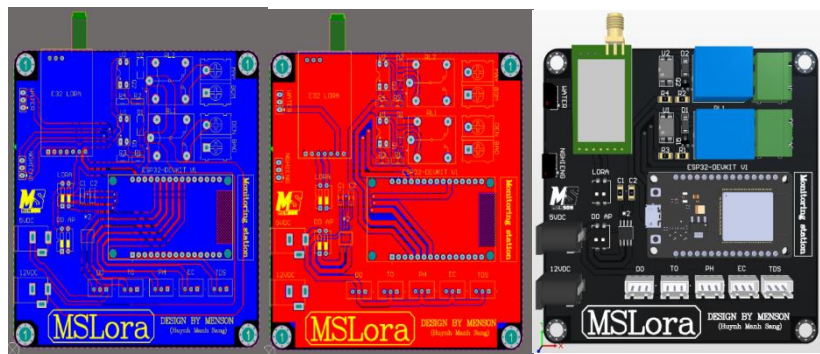
+ Đối với trạm thu: khối chuyển nguồn và khối hạ áp để đảm bảo hệ thống có thể chạy 24/7 mà không bị RESET khi chuyển từ nguồn Adapter sang nguồn pin.

+ Ngoài ra còn có các khối kết nối còn có thêm một số đầu ra để giao tiếp UART với màn hình HMI, module Lora, tín hiệu từ các chân IO cảm biến mưa, nghiêng, nguồn,...

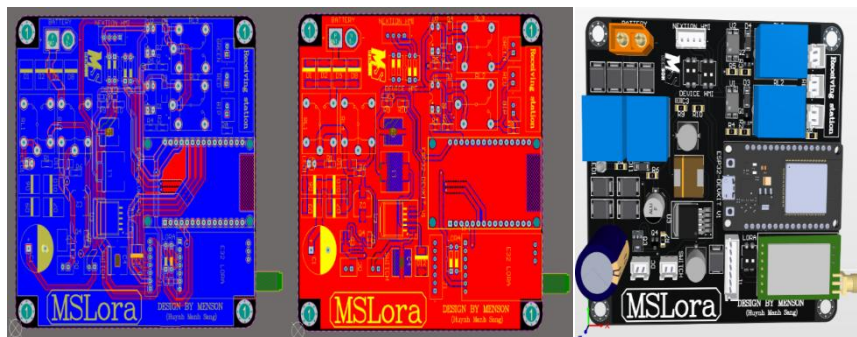


Hình 3.2. Nguyên lí của mạch điều khiển trạm giám sát (trái) và trạm thu (phải)

- Sau khi có được sơ đồ nguyên lí, tiến hành đi Layout PCB mạch điều khiển của các trạm như sau:



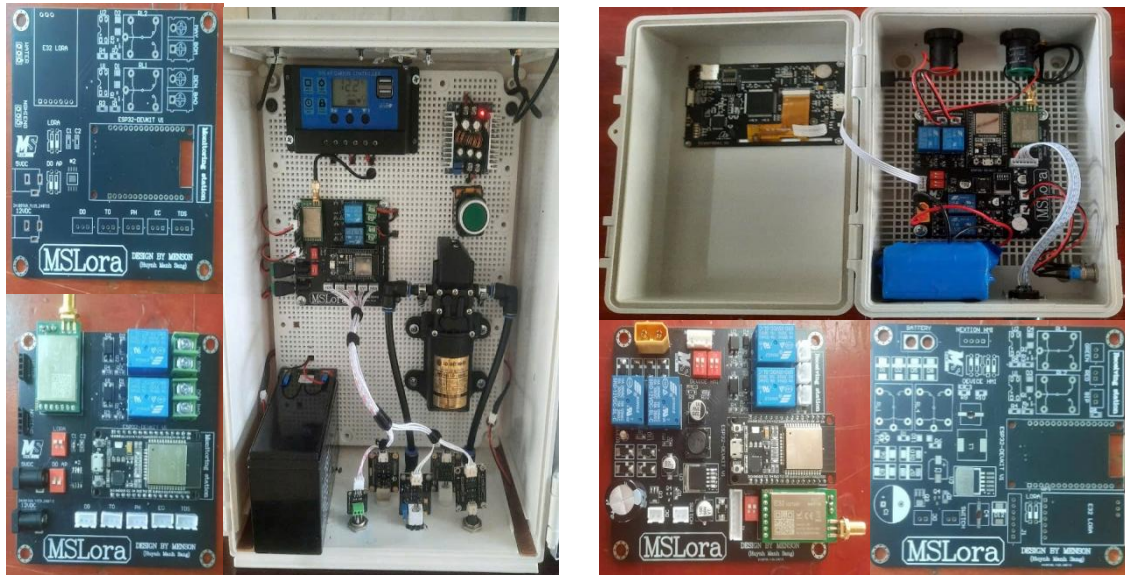
Hình 3.3. PCB và 3D trạm giám sát sau khi đi Layout



Hình 3.4. PCB và 3D trạm giám sát sau khi đi Layout

3.1.3. Lắp đặt hoàn chỉnh PCB và hoàn thiện phần cứng các trạm

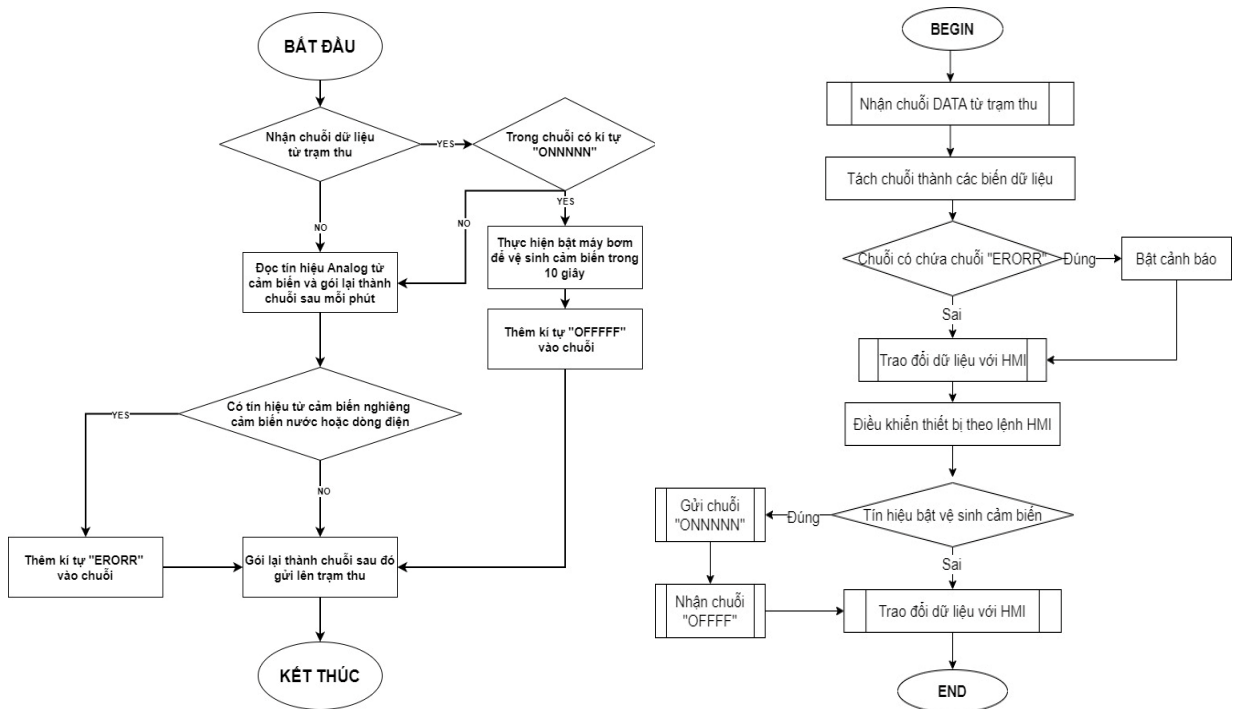
- Sau khi đặt gia công PCB, tiến hành hàn linh kiện và lắp đặt phần cứng:



Hình 3.5. Phân cứng trạm giám sát (bên trái) và trạm thu (bên phải)

3.1.4. Lập trình điều khiển, trao đổi dữ liệu giữa các phần trong trạm

- Đầu tiên, vạch ra lưu đồ giải thuật để nắm được tổng quan vấn đề. Lưu đồ bên dưới trình bày cho quy trình hoạt động của trạm giám sát.



Hình 3.6. Lưu đồ thuật toán trạm giám sát (bên trái) và trạm thu (bên phải)

- Sau đó, viết chương trình cho trạm giám sát bằng ngôn ngữ C++ và trình biên dịch Arduino.IDE cho vi xử lý ESP32: bằng cách sử dụng các thư viện: DFrobot-EC, DO,... (cho các cảm biến); Hardware.Serial (giao tiếp UART với Lora); KALMAN (thuật toán lọc nhiễu),.. và các hàm để tách chuỗi, ghép chuỗi, nhận diện chuỗi để có thể nhận được chuỗi điều khiển máy bơm hoặc ghép chuỗi dữ liệu từ 5 cảm biến để gửi về cho trạm thu.

3.2. Phần mềm trạm giám sát và trạm thu

3.2.1. Thiết kế giao diện Nextion HMI cho trạm thu

- Sử dụng phần cứng màn hình Nextion HMI 4.3inch và phần mềm Nextion Editor (Loại màn hình: NX4827K043 043_011 011 (480X272) Flash: 32M, RAM: 8192B, Frequency: 108M). Màn hình ghép tiếp với Main Board qua chuẩn UART. Gồm một số trang giao diện như bên dưới đây:



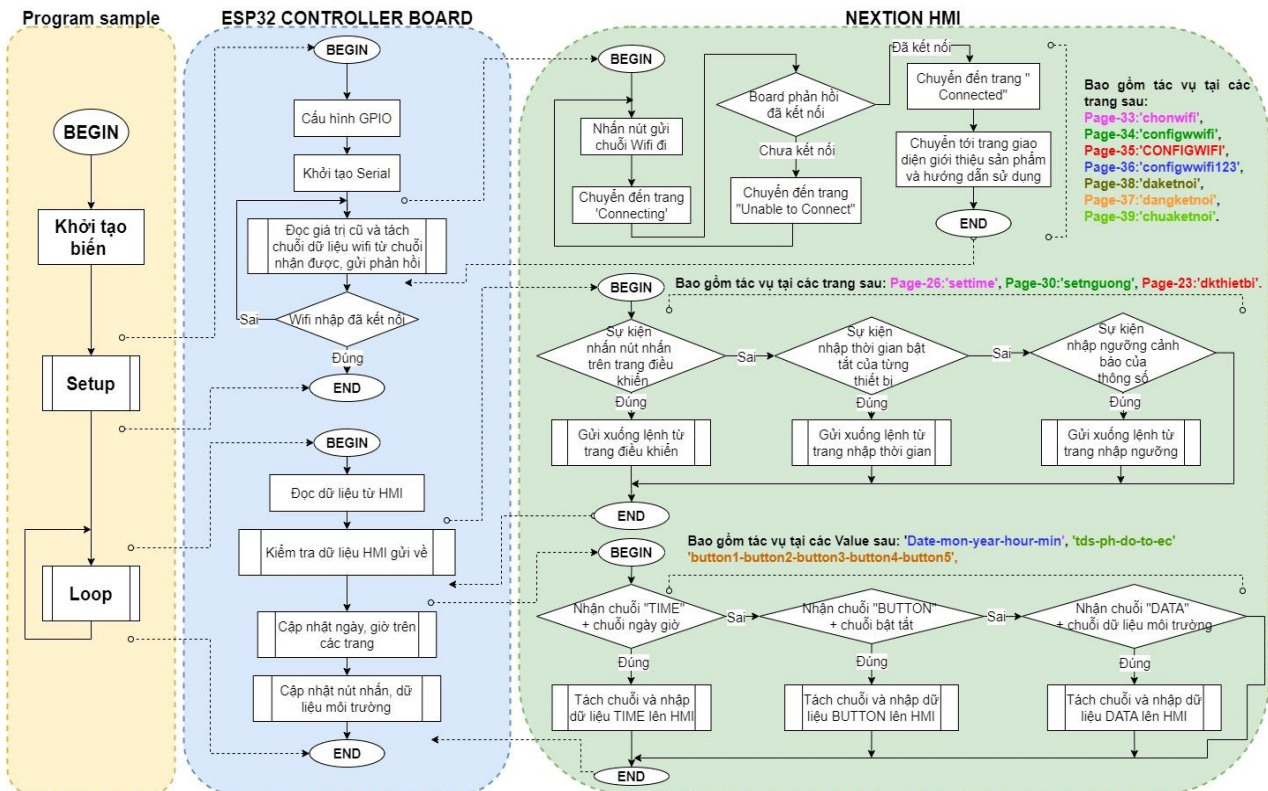
Hình 3.7. Menu page và các trang giao diện trên phần mềm Nextion Editor

3.2.2. Lập trình giao diện Nextion HMI và bo mạch chính cho trạm thu

Quá trình hoạt động của màn hình HMI khi được kết nối vào bo mạch điều khiển chính ESP32 như sau:

- Bo mạch điều khiển chính ESP32 luôn kiểm tra DATA gửi đến qua chuẩn giao tiếp UART với tốc độ baud 9600 từ màn hình để có thể thực hiện các tác vụ tương ứng. Các DATA là một chuỗi được gửi, vậy nên cần thêm một chuỗi ký tự đầu để có thể nhận biết lệnh đó để thực hiện tác vụ chính nào.

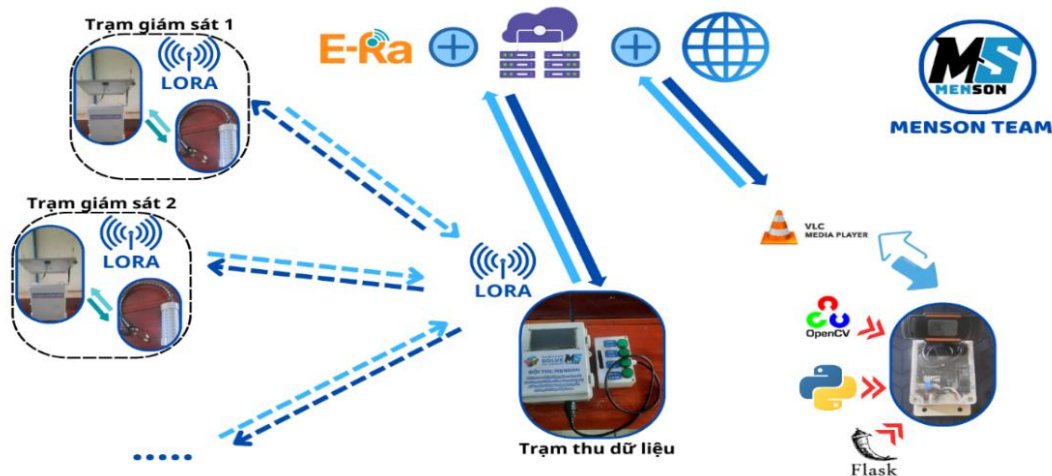
- Giao diện có các tính năng: nhập Wifi, chọn ngôn ngữ, chế độ điều khiển tay, hẹn giờ, chỉnh ngưỡng cảnh báo, tìm hiểu về thông số nuôi tôm, dữ liệu môi trường nuôi tôm,...



Hình 3.8. Lưu đồ giao diện Nexion HMI được chạy trên Core 1

3.3. Kết hợp trạm thu, thị giác máy tính vào nền tảng Era

- Để kết hợp nhiều trạm giám sát với một trạm thu qua mạng truyền thông Lora. Đồng thời kết hợp thị giác máy tính vào nền tảng E-ra, coi các trạm giám sát như các Device, còn trạm thu sẽ là Gateway trao đổi dữ liệu với nền tảng E-ra. Còn đối với Orange Pi sẽ dùng OpenCV trực tiếp lên Pi; Stream lên Web bằng Flask và VLC (cho Iframe) để hiển thị xử lý ảnh trực tiếp.



Hình 3.9. Sơ đồ tổng thể của hệ thống

3.3.1. Tìm hiểu về nền tảng E-ra IoT

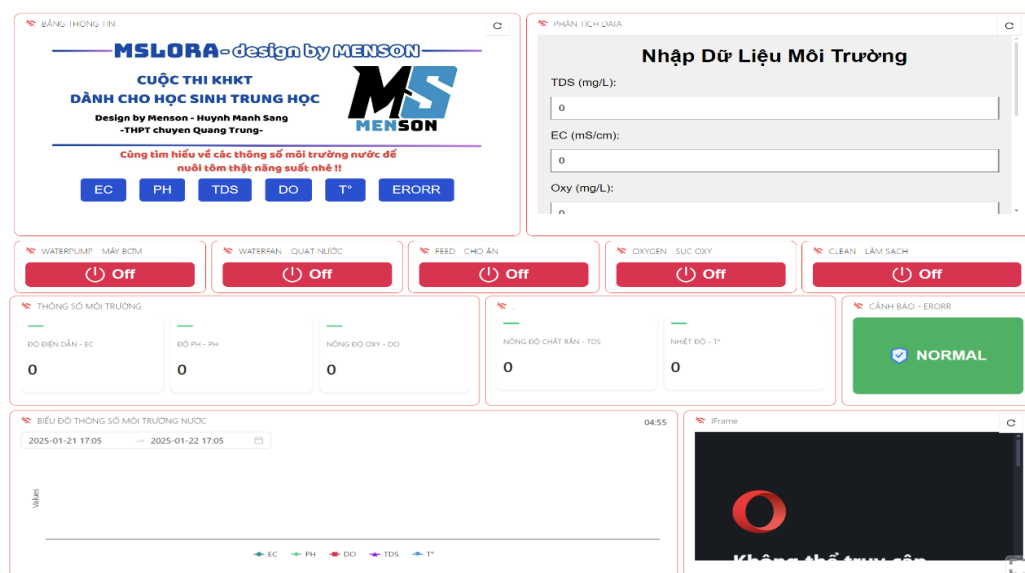
- E-Ra IoT Platform là nền tảng IoT mở của **người Việt**, cho phép các nhà phát triển phần mềm và thiết bị IoT có thể theo dõi kết quả dự án trên giao diện đẹp mắt, đồng nhất và chuyên nghiệp (Web Dashboard/iOS và Android App). E-Ra IoT Platform là nền tảng IoT (Non-Code) giúp xóa bỏ những rào cản khó khăn khi tiếp cận và ứng dụng IoT vào thực tiễn (nông nghiệp, công nghiệp, nhà thông minh,...).

3.3.2. Lập trình thiết kế, tạo giao diện điều khiển trên nền tảng E-ra IoT

- **Iframe nhúng web phân tích dữ liệu:** Trang web này được dùng để lấy thông số từ 5 chuỗi đọc được cảm biến và màu nước. Đặc biệt, tính năng Iframe này có thể cho phép người dùng nhập dữ liệu một cách bán tự động để tìm hiểu về mức độ an toàn. Dữ liệu sẽ được phân tích nhanh chóng, đưa ra đáp án với độ tin cậy cao theo 3 mức độ (cảnh báo, nguy hiểm, an toàn). Đồng thời đưa ra giải pháp để cải thiện chất lượng nước, đảm bảo một môi trường nuôi tôm tốt nhất.

The screenshot displays a web interface for environmental data analysis. On the left, a form titled "Nhập Dữ Liệu Môi Trường" (Enter Environmental Data) contains input fields for TDS (mg/L), EC (µS/cm), Oxy (mg/L), Nhiệt độ (°C), pH, and a dropdown for "Chọn màu nước:" (Select water color). A "Phân tích dữ liệu" (Analyze data) button is at the bottom. On the right, the "Kết quả phân tích" (Analysis results) section shows a warning icon and text indicating high TDS and EC levels, low oxygen, and low temperature, which are stressful for shrimp. It also provides a "GIẢI PHÁP:" (Solution) section with advice on cleaning the tank, using an oxygen pump, and adjusting pH.

Hình 3.10. Widget Iframe phân tích dữ liệu môi trường



Hình 3.11. Giao diện Gateway hệ thống giám sát trên nền tảng E-ra

CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN ĐỀ TÀI

4.1. Kết quả thực nghiệm hệ thống với người dùng:



Hình 4.1. Lắp đặt sản phẩm và khảo sát người dùng

(Video quá trình: <https://www.youtube.com/watch?v=uCP08yHIBDw&t=5s>)

- Qua thực nghiệm đã khẳng định:
 - + Hệ thống được đánh giá cao về độ chính xác khi cung cấp các thông số về chất lượng nước hồ nuôi một cách kịp thời. Các thông số được cập nhật liên tục, giúp người nuôi dễ dàng theo dõi tình trạng nước mà không cần dùng các phương pháp đo thủ công.
 - + Giao diện của bộ trung tâm dễ sử dụng với người dùng dù thực nghiệm với người dùng đã lớn tuổi.
 - + Có thể tự động bật tắt với các thiết bị (quạt Oxy, máy bơm) khi có sự thay đổi của các chỉ số như Oxy, nhiệt độ, EC,... ngoài mức cho phép. Điều này đặc biệt hữu ích trong việc quản lý nồng độ oxy, giúp người nuôi chủ động điều chỉnh số lượng quạt Oxy, giảm chi phí so với việc bật quạt theo cảm tính mang lại lợi nhuận kinh tế lớn cho mỗi mùa thu hoạch.
 - + Tiện ích trong việc tùy chỉnh ngưỡng cảnh báo cho từng chỉ số (ngưỡng cần thay đổi theo giống tôm, vùng nuôi,...)



Hình 4.2. So sánh kết quả đo đạc từ hệ thống với phía công ty

4.2. Kết luận:

a. Độ chính xác và độ tin cậy:

- **Vấn đề về năng lượng:** Trạm hoạt động tốt thời gian lâu dài trong điều kiện thiếu nắng nhiều ngày,... cũng như tích hợp IC ACS712 để phản hồi dòng điện về trạm thu (tránh trường hợp hư hỏng về phần cứng mạch điện). Trạm thu sử dụng hệ thống nguồn phụ đảm bảo việc chạy 24/7 mà không bị reset.

- **Độ an toàn:** Tích hợp cảm biến nghiêng thủy ngân và cảm biến nước để phản hồi khi trạm giám sát bị nghiêng hoặc vào nước.

- **Bảo mật:** Sử dụng nền tảng E-ra IoT với độ bảo mật cao. Trạm thu có chế độ nhập pass, đổi pass nên tránh được các trường hợp kẻ gian, trẻ con nghịch phá.

- **Dữ liệu truyền nhận:** Công nghệ LoRa có khả năng truyền dữ liệu ổn định trong khoảng cách xa với mức tiêu thụ năng lượng thấp.

- **Xử lý hình ảnh:** Ứng dụng thị giác máy tính, độ chính xác và tin cậy cao bằng cách xem hình ảnh được gửi lên Driver.

- **Tính thống kê:** Dữ liệu được biểu diễn trên biểu đồ, xuất dữ liệu từ file HTML lên Excel để phân tích, đưa ra đánh giá chính xác.

b. Khả năng mở rộng và ứng dụng:

- ESP32 Controller Board dễ dàng tích hợp với các cảm biến khác nhau

- Tính năng Iframe cũng như Open source code được đưa lên github có thể dễ dàng cập nhật và tùy chỉnh mà không ảnh hưởng đến dữ liệu người dùng. Để có thể phát triển nhiều tính năng hay hơn trong tương lai.

c. Khả năng hoạt động ổn định:

Hệ thống hoạt động ổn định 24/7 trong thời gian dài.

d. Giá thành sản phẩm và tính khả thi về mặt kinh tế:

- Chi phí cho bộ sản phẩm là 10 triệu đồng (Trạm giám sát có giá thành là 7,0 triệu đồng do các cảm biến có giá thành khá cao, bộ camera có giá 500 nghìn đồng). Khi lắp đặt chỉ cần 1 trạm thu, vài bộ Camera và nhiều trạm giám sát đặt ở nhiều bể.

- Chi phí triển khai hệ thống có thể được bù đắp bởi lợi ích kinh tế từ việc cải thiện năng suất và chất lượng nuôi trồng. (Bảo dưỡng cảm biến hằng năm)

4.3. Hạn chế của đề tài

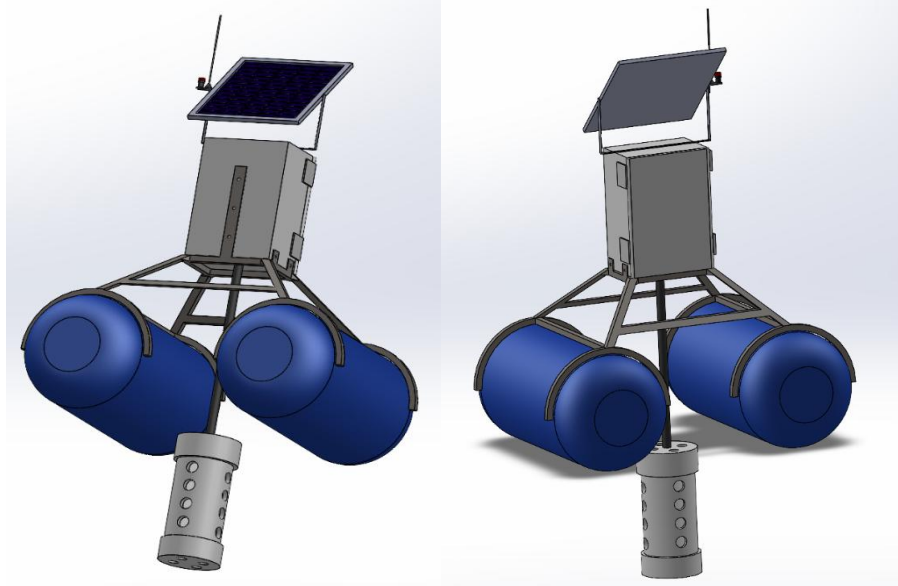
- Dữ liệu thu thập chưa đủ phân tích sâu, cho giải pháp đầy đủ, chính xác nhất.
- Độ chính xác của OpenCV vẫn còn một số hạn chế nhất định.

4.4. Hướng phát triển đề tài

- Cải thiện độ chính xác và hiệu suất của hệ thống.
- Mở rộng hệ thống giám sát sang các đối tượng nuôi khác.
- Ứng dụng học máy trong phân tích dữ liệu và thống kê lại theo hệ thống để đưa ra thêm nhiều đánh giá chính xác.
- Ngoài ra, hệ thống có thể phát triển thêm những trạm phát sóng phụ để tăng khoảng cách giao tiếp (nhận các dữ liệu ở gần và truyền đến trạm xa hơn).

PHỤ LỤC

Khung phao nổi: Khung cơ khí 3D khắc phục nhược điểm thiếu trụ đứng và tăng thêm phần thẩm mỹ, sự tiện lợi cho sản phẩm. Khung cơ khí này được tính toán kỹ lưỡng và được vẽ bằng phần mềm Solidwork.



Link Driver các file hình ảnh, 3D, PCB, mã nguồn,...:

https://drive.google.com/drive/folders/1-LZvAtY7OMKa_j2fh3LMXsi-PDmI_nxF?usp=drive_link

Tài liệu tham khảo:

- [1] Cục thủy sản. *Nuôi trồng tôm*. <https://tongcucthuysan.gov.vn/vi-vn/>
- [2] xreef. 2023. LoRa_E32_Series_Library. Github.com
https://github.com/xreef/LoRa_E32_Series_Library
- [3] Nextion.tech. Nextion Editor Guide. https://nextion.tech/editor_guide/#e4
- [4] Bishnu Kant Shukla. Tháng 8/2023. A Comprehensive Overview of Vital Water Quality Parameters. https://www.researchgate.net/publication/374750738_A_Comprehensive_Overview_of_Vital_Water_Quality_Parameters
- [5] Richard Szeliski. 2022. Computer Vision Algorithms and Applications. https://www.google.com.vn/books/edition/Computer_Vision/QptXEAAAQBAJ?hl=vi&gbpv=0
- [6] E-Ra IoT Wiki. Era.oH. <https://e-ra-iot-wiki.gitbook.io/documentation/huong-dan-su-dung-e-ra>