

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI**

**BÁO CÁO**  
**CUỘC THI SÁNG TẠO GIẢI PHÁP IOT**

**NGHIÊN CỨU HỆ THỐNG THEO DÕI MỨC**  
**NƯỚC TỪ XA SỬ DỤNG SÓNG LORA**

Nhóm : NavyLee  
Thuộc nhóm ngành : Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa.  
Sinh viên thực hiện : Dương Xuân Ngọc Tự Động Hóa 3-k62.  
Phạm Mạnh Cường Tự Động Hóa 3-k62.

Giảng viên hướng dẫn: TS Nguyễn Hoàng Vân.

**Hà Nội, tháng 3/2025**

# Mục lục

<b>1. Giới thiệu đề tài:</b>	<b>3</b>
<b>2. Nội dung đề tài</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Các yêu cầu về công nghệ</b>	<b>3</b>
<b>2.1.1. yêu cầu về chức năng</b>	<b>3</b>
<b>2.1.2. yêu cầu về mặt thiết kế</b>	<b>6</b>
<b>2.2. Cấu trúc của hệ thống giám sát</b>	<b>6</b>
<b>2.2.1. Về phần cứng</b>	<b>6</b>
<b>2.2.2. Về phần mềm</b>	<b>6</b>
<b>2.3. Sơ đồ khối hoạt động</b>	<b>7</b>
<b>2.4. Nguyên lí hoạt động</b>	<b>8</b>
<b>3. Ứng dụng:</b>	<b>9</b>

## 1. Giới thiệu đề tài:

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và thời tiết diễn biến ngày càng phức tạp, việc theo dõi và quản lý mực nước tại các khu vực như hồ chứa, sông ngòi, ao đập, hoặc hệ thống thoát nước đô thị trở nên vô cùng quan trọng. Nhóm chúng em phát triển Hệ thống giám sát mực nước từ xa sử dụng sóng LoRa, một giải pháp giúp thu thập, truyền dữ liệu và cảnh báo mực nước theo thời gian thực.

Hệ thống này hoạt động dựa trên các cảm biến đo mực nước, truyền dữ liệu qua mạng LoRa đến một Gateway trung tâm, sau đó dữ liệu được gửi lên máy chủ hoặc ứng dụng giám sát. Với ưu điểm kết nối không dây tầm xa, tiêu thụ năng lượng thấp và chi phí vận hành hợp lý, giải pháp này có thể triển khai tại các vùng sâu, vùng xa, nơi khó tiếp cận hạ tầng mạng truyền thống.

Hệ thống giúp cải thiện khả năng giám sát mực nước, cung cấp các cảnh báo, hỗ trợ các cơ quan quản lý và người. Trong tương lai, giải pháp có thể mở rộng để tích hợp với các nền tảng IoT và trí tuệ nhân tạo nhằm tối ưu hóa việc phân tích dữ liệu và dự báo xu hướng biến đổi mực nước.

## 2. Nội dung đề tài

### 2.1. Các yêu cầu về công nghệ

#### 2.1.1. yêu cầu về chức năng

##### a) Chức năng của thiết bị đo mực nước (Sensor Node)

- Đo lường mực nước: Sử dụng cảm biến siêu âm bằng cách phát ra sóng siêu âm và đo thời gian phản hồi khi sóng dội lại từ mặt nước. Dựa vào khoảng thời gian này, hệ thống có thể tính toán được khoảng cách từ cảm biến đến mặt nước và từ đó suy ra mực nước. Loại cảm biến này phù hợp với các ứng dụng đo mực nước không tiếp xúc, hạn chế ăn mòn do môi trường
- Xử lý dữ liệu đo được và chuyển đổi sang đơn vị phù hợp (mét, cm). Lưu trữ tạm thời dữ liệu đo trong trường hợp mất kết nối LoRa, giúp đảm bảo

không bị mất thông tin quan trọng. Dữ liệu sau khi xử lý sẽ được đóng gói theo định dạng phù hợp để gửi đến hệ thống giám sát trung tâm thông qua mạng LoRa.

- Gửi dữ liệu mực nước qua mạng LoRa đến Gateway: Thiết bị đo mực nước sẽ sử dụng công nghệ truyền thông LoRa để gửi dữ liệu về Gateway. Mã hóa dữ liệu trước khi truyền để đảm bảo tính bảo mật và tránh sai lệch trong quá trình truyền tải. Điều chỉnh công suất phát và tần số hoạt động của LoRa để tối ưu hóa khoảng cách truyền và giảm thiểu nhiễu từ các hệ thống khác.
- Tiết kiệm năng lượng, hoạt động ổn định với nguồn pin hoặc năng lượng mặt trời.
- Có khả năng hiệu chỉnh giá trị đo để đảm bảo độ chính xác.
- Hoạt động trong môi trường khắc nghiệt (chống nước, chống bụi).

#### *b) Chức năng của Gateway LoRa*

Gateway LoRa là thiết bị trung gian có nhiệm vụ thu thập dữ liệu từ các cảm biến đo mực nước truyền về thông qua mạng LoRa, sau đó xử lý và đẩy dữ liệu lên máy chủ để hiển thị, lưu trữ và phân tích. Trong hệ thống này, Gateway sử dụng vi điều khiển ESP (ESP8266 hoặc ESP32) để thực hiện giao tiếp mạng và gửi dữ liệu đến máy chủ thông qua WiFi. Gateway cần đáp ứng các chức năng quan trọng sau đây:

- Nhận dữ liệu từ nhiều thiết bị đo mực nước: Gateway sử dụng 1 module LoRa để nhận dữ liệu từ cảm biến đo mực nước. Quá trình nhận và xử lý dữ liệu bao gồm các bước sau:
  - + Lắng nghe trên tần số LoRa được thiết lập để nhận dữ liệu từ các thiết bị đo mực nước.
  - + Giải mã dữ liệu từ gói tin LoRa và xác định thiết bị gửi dữ liệu dựa trên địa chỉ hoặc ID thiết bị.

- + Kiểm tra tính toàn vẹn của dữ liệu bằng cách sử dụng mã kiểm tra CRC hoặc checksum để phát hiện lỗi truyền tải.
- + Lưu trữ dữ liệu tạm thời trong bộ nhớ đệm trong trường hợp kết nối với máy chủ bị gián đoạn. Khi kết nối được khôi phục, Gateway sẽ gửi lại dữ liệu để tránh mất thông tin quan trọng.
- Kết nối với mạng Wifi hoặc mạng di động để gửi dữ liệu lên máy chủ

### *c) Chức năng của nền tảng giám sát*

Nền tảng giám sát đóng vai trò trung tâm trong hệ thống theo dõi mực nước, giúp người dùng thu thập, lưu trữ, phân tích và hiển thị dữ liệu từ các cảm biến một cách trực quan và dễ dàng quản lý. Hệ thống này được triển khai trên nền tảng web, sử dụng giao thức bảo mật HTTPS để truyền dữ liệu và MySQL làm cơ sở dữ liệu để lưu trữ thông tin.

Dưới đây là các chức năng quan trọng của nền tảng giám sát:

- Thu thập dữ liệu từ Gateway thông qua giao thức http. Máy chủ sẽ nhận dữ liệu do Gateway gửi lên thông qua API RESful. Trước khi lưu vào cơ sở dữ liệu, hệ thống sẽ kiểm tra định dạng, loại bỏ các giá trị không hợp lệ và xác thực nguồn gửi. Các dữ liệu bao gồm thời gian đo, giá trị mực nước, ID cảm biến, tình trạng thiết bị sẽ được lưu trữ vào cơ sở dữ liệu MySQL để phục vụ việc phân tích và hiển thị.
- Hiển thị dữ liệu theo thời gian thực trên giao diện web
- Người dùng có thể đặt ngưỡng giới hạn cho từng cảm biến. Ghi lại các sự kiện cảnh báo để người dùng có thể kiểm tra và phân tích nguyên nhân.
- Người dùng cần đăng nhập bằng tài khoản để truy cập hệ thống. Các thao tác đăng nhập, thay đổi cấu hình sẽ được lưu lại để phục vụ kiểm tra bảo mật.
- Hiển thị trạng thái của từng thiết bị bao gồm ID, vị trí lắp đặt, tình trạng pin, kết nối mạng.

- Người dùng có thể xuất báo cáo theo ngày, tuần, tháng dưới dạng file Excel hoặc PDF.

### **2.1.2. yêu cầu về mặt thiết kế**

Về mặt thiết kế phần cứng cần đạt được một số các yêu cầu sau đây:

- Dễ dàng sử dụng
- Độ bền cao
- Nhỏ gọn

Về phần mềm:

- Giao diện dễ sử dụng
- Đảm bảo các chức năng yêu cầu cần thiết

## **2.2. Cấu trúc của hệ thống giám sát**

### **2.2.1. Về phần cứng**

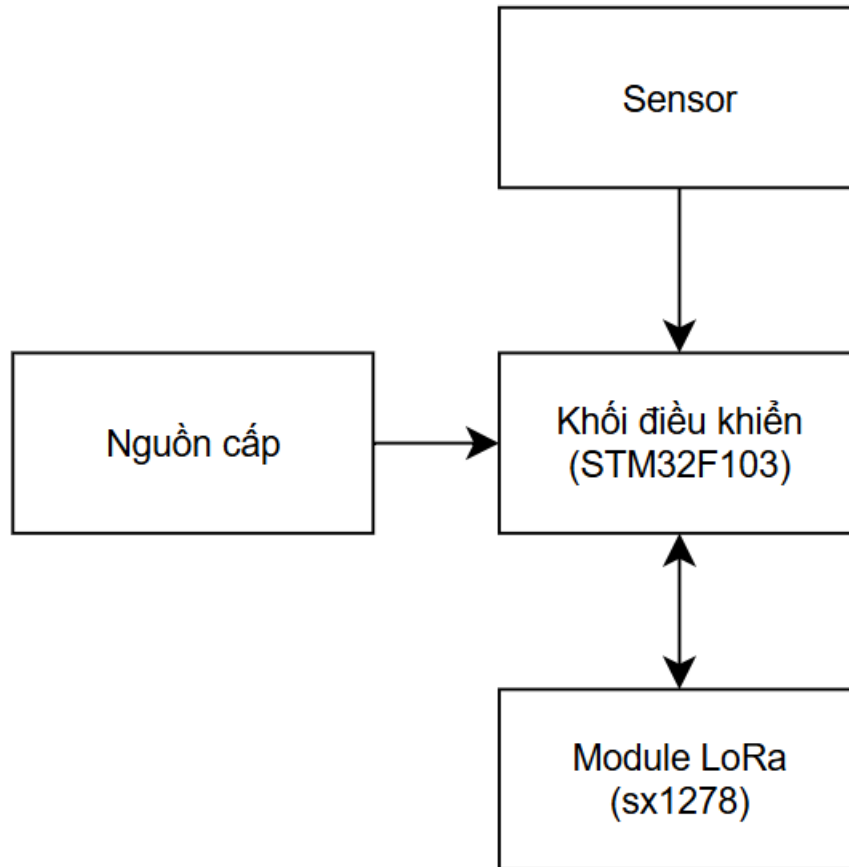
- Bao gồm các vi điều khiển và module: STM32F103C8T6, ESP32, SX1278
- Màn hình TFT 3.5inch
- Cảm siêu âm HC-SR04
- Dây điện
- Mạch pcb
- Nút nhấn
- Pin Lipo
- Vỏ bọc

### **2.2.2. Về phần mềm**

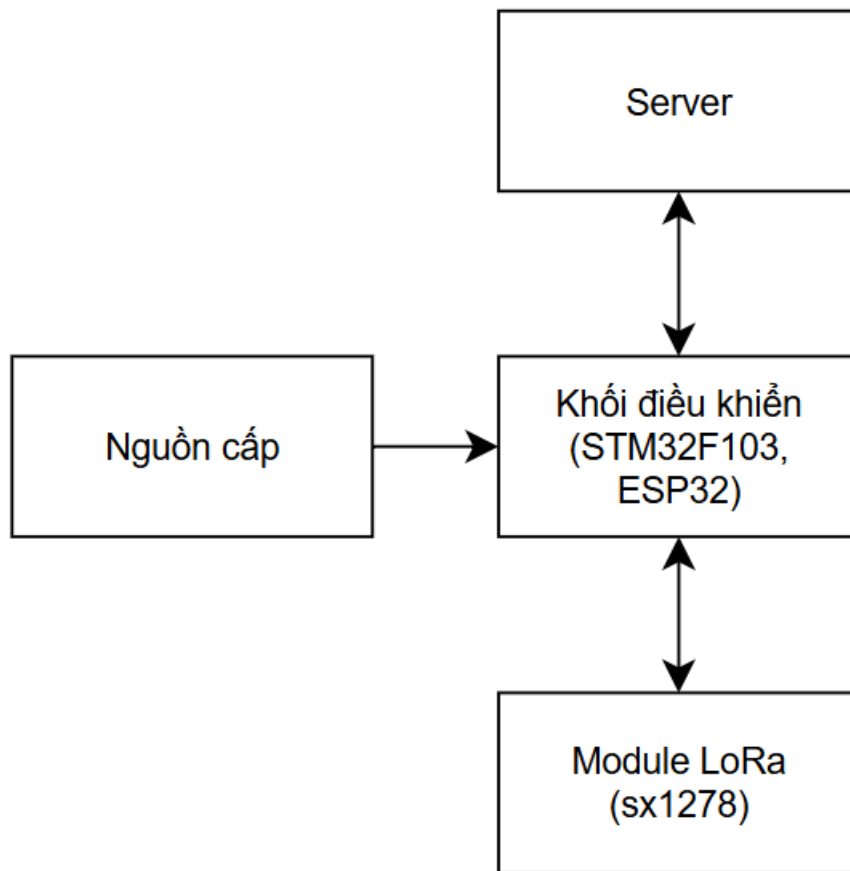
- Sử dụng ngôn ngữ lập trình: C/C++, php, javascript, html, css.
- Cơ sở dữ liệu MySQL
- Sử dụng ứng dụng lập trình: STM32cubeMX, Arduino IDE, Keil uVision5, Visual code.
- Dữ liệu truyền bằng HTTP sử dụng TCP làm giao thức vận chuyển.
- Sử dụng Xampp làm máy chủ web cục bộ

### 2.3. Sơ đồ khối hoạt động

Sơ đồ khối của Node Device:



Sơ đồ khối của Gateway:



## 2.4. Nguyên lí hoạt động

Hệ thống theo dõi mực nước sử dụng công nghệ LoRa hoạt động theo quy trình gồm ba giai đoạn chính: thu thập dữ liệu, truyền dữ liệu, và giám sát hiển thị.

*Giai đoạn 1 thu thập dữ liệu:* vi điều khiển STM32F103C8T6 sẽ đọc giá trị từ cảm biến siêu âm HC-SR04 để lấy dữ liệu mực nước hiện tại. Sau khi đọc được dữ liệu từ cảm biến vi điều khiển sẽ bắt đầu xử lý dữ liệu và định dạng lại theo cấu trúc quy định rồi gửi đến Module LoRa sx1278 để truyền dữ liệu đến Gateway.



*Giai đoạn 2 truyền dữ liệu:* Gateway sử dụng module LoRa để nhận dữ liệu từ các Node Device. Vi điều khiển STM32 sẽ xử lý dữ liệu nhận được, kiểm tra tính hợp lệ; sau đó sẽ truyền lại dữ liệu cho Node Device để xác nhận gửi thành công đồng thời STM32 cũng truyền dữ liệu tới ESP32 để gửi dữ liệu lên máy chủ thông qua giao thức HTTP qua kết nối Wifi.

*Giai đoạn 3 giám sát và hiển thị:* máy chủ sử dụng MySQL để lưu trữ dữ liệu mực nước. Một nền tảng web giám sát được xây dựng bằng PHP, Javascript, HTML và CSS để hiển thị thông tin theo thời gian thực. Người dùng có thể truy cập trang web để xem dữ liệu, nhận cảnh báo khi mực nước vượt ngưỡng.

### **3. Ứng dụng:**

Hệ thống theo dõi mực nước sử dụng công nghệ LoRa có thể được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau, giúp giám sát và cảnh báo mực nước theo thời gian thực. Dưới đây là một số ứng dụng tiêu biểu:

- Giám sát mực nước ao, hồ, sông, suối: để phục vụ thủy lợi và nuôi trồng thủy sản. Cung cấp dữ liệu cho các cơ quan quản lý thủy lợi để điều phối nguồn nước hợp lý.
- Quản lý nguồn nước trong nông nghiệp: giám sát mực nước trong hệ thống tưới tiêu tự động, đảm bảo cây trồng nhận đủ nước. Kết hợp với hệ thống điều khiển từ xa để tự động bơm nước khi mực nước xuống thấp.
- Quản lý nước tại hồ chứa và đập thủy điện: theo dõi mực nước tại hồ chứa để điều tiết xả lũ an toàn.
- Giám sát hệ thống cấp nước trong khu công nghiệp và thành phố: kiểm soát mực nước trong các bể chứa của hệ thống cấp nước đô thị và nhà máy. Giám sát tiêu thụ nước để tối ưu hóa vận hành và tiết kiệm tài nguyên.