**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**

**THỰC TẬP TỐT NGHIỆP**

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG GIÁM SÁT VÀ CẢNH BÁO SẠT LỞ ĐẤT**

**ĐOÀN ĐỨC HIẾU**

[hieu.dd173867@sis.hust.edu.vn](mailto:hieu.dd173867@sis.hust.edu.vn)

**Ngành Kỹ thuật điều khiển tự động hóa**

**Chuyên ngành Kỹ thuật đo và Tin học công nghiệp**

|  |  |
| --- | --- |
| **Giảng viên hướng dẫn:** | PGS. TS. Bùi Đăng Thảnh  Chữ ký của GVHD |
| **Bộ môn:** | Kỹ thuật đo và Tin học công nghiệp |
| **Viện:** | Điện |

**HÀ NỘI 02/2022**

**LỜI CẢM ƠN**

Đầu tiên em xin gửi lời cảm ơn vô cùng sâu sắc và chân thành tới PGS.TS Bùi Đăng Thảnh, người đã hướng dẫn em rất tận tình trong suốt quá trình học tập cũng như thực hiện thực tập này. Em cũng xin cảm ơn các thầy cô đang công tác và giảng dạy tại trường Đại học Bách Khoa Hà Nội và Viện Điện, vì đã tạo cho chúng em một môi trường học tập và nghiên cứu năng động, giúp em trang bị những kiến thức, kỹ năng cần thiết cho quá trình làm việc, học tập và nghiên cứu sau này. Bên cạnh đó, em xin cám ơn Viện Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa đã tài trợ cơ sở vật chất, trang thiết bị và nhiều điều kiện thuận lợi khác để em có thể phát triển ý tưởng nghiên cứu này. Em xin gửi lời biết ơn sâu sắc tới gia đình và bạn bè, vì đã luôn tạo điều kiện, quan tâm, giúp đỡ và động viên em trong suốt thời sinh viên. Do thời gian và kiến thức có hạn nên không thể tránh khỏi những thiếu sót nhất định. Em rất mong nhận được những ý kiến đóng góp quý báu của thầy cô.

Em xin chân thành cảm ơn!

**TÓM TẮT NỘI DUNG ĐỒ ÁN**

Sạt lở đất là một trong những thảm hoạ thiên nhiên rất nghiêm trọng, gây thiệt hại lớn về người và tài sản. Vì thế, những nỗ lực nghiên cứu và triển khai cảnh báo, phòng ngừa sạt đất đã được thực hiện ở các quy mô khác nhau. Báo cáo này tập trung vào xây dựng một hệ quan trắc để đưa ra các thông số, từ đó đánh giá và cảnh báo sớm khi có những thông số bất thường. Hệ thống gồm có các cảm biến như đo lượng mưa, nhiệt độ, độ ẩm và cảm biến gia tốc, con quay hồi chuyển.. Để lập trình và debug vi điều khiển, em đã sử dụng phần mềm KeilC5. Và em cũng đã sử dụng phần mềm Altium 21 để thiết kế mạch phần cứng. Qua thực tập này, em đã hệ thống lại một phần kiến thức đã được học về cách sử dụng các cảm biến, thiết kế mạch phần cứng, lập trình cho vi điều khiển

Sinh viên thực hiện

# MỤC LỤC

[MỤC LỤC ii](#_Toc98190426)

[DANH MỤC BẢNG iii](#_Toc98190427)

[DANH MỤC HÌNH iv](#_Toc98190428)

[CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU CHUNG 1](#_Toc98190429)

[1.1 Hiện trạng sạt lở đất tại Việt Nam 1](#_Toc98190430)

[1.2 Các nguyên nhân gây lũ quét, sạt lở đất. 2](#_Toc98190431)

[1.3 Các giải pháp phòng, chống sạt lở đất. 3](#_Toc98190432)

[CHƯƠNG 2. LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN THỰC HIỆN ĐỀ TÀI 4](#_Toc98190433)

[2.1 Các phương pháp đo mưa 5](#_Toc98190434)

[2.1.1 Máy đo mưa xi lanh chia độ. 5](#_Toc98190435)

[2.1.2 Máy đo mưa theo khối lượng 6](#_Toc98190436)

[2.1.3 Máy đo mưa theo cơ chế lật gầu 6](#_Toc98190437)

[2.1.4 Radar đo mưa. 7](#_Toc98190438)

[2.1.5 Một số tiêu chuẩn trong thiết kế hệ thống đo mưa. 8](#_Toc98190439)

[2.1.6 Lựa chọn phương pháp 9](#_Toc98190440)

[2.2 Cảm biến gia tốc 9](#_Toc98190441)

[2.2.1 Gia tốc kế áp điện 9](#_Toc98190442)

[2.2.2 Gia tốc kế áp trở 9](#_Toc98190443)

[2.2.3 Gia tốc kế điện dung 11](#_Toc98190444)

[2.3 Mạng di động GPRS. 11](#_Toc98190445)

[2.4 Giao thức truyền tin HTTP. 12](#_Toc98190446)

[2.4.1 Mô hình giao thức 12](#_Toc98190447)

[2.4.2 Các gói tin chính trong giao thức 13](#_Toc98190448)

[CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ TỔNG QUAN HỆ THỐNG 16](#_Toc98190449)

[3.1 Yêu cầu cơ bản của thiết bị 16](#_Toc98190450)

[3.2 Sơ đồ khối thiết bị 16](#_Toc98190451)

[3.3 Lựa chọn thiết bị 17](#_Toc98190452)

[3.3.1 Vi điều khiển 17](#_Toc98190453)

[3.3.2 Module mạng truyền thông không dây 18](#_Toc98190454)

[3.3.3 Cảm biến sử dụng 19](#_Toc98190455)

[3.3.4 Màn hình LCD Oled SSD1306 22](#_Toc98190456)

[CHƯƠNG 4. THIẾT KẾ CHI TIẾT HỆ THỐNG 25](#_Toc98190457)

[4.1 Thiết kế phần cứng 25](#_Toc98190458)

[4.1.1 Khối nguồn 25](#_Toc98190459)

[4.1.2 Khối vi điều khiển 28](#_Toc98190460)

[4.1.3 Khối giao tiếp LCD SSD1306 31](#_Toc98190461)

[4.1.4 Khối truyền thông không dây 31](#_Toc98190462)

[4.1.5 Khối cảm biến 34](#_Toc98190463)

[4.1.6 Thiết kế mạch in PCB 34](#_Toc98190464)

[4.2 Thiết kế phần mềm hệ thống 35](#_Toc98190465)

[4.2.1 Lưu đồ thuật toán 35](#_Toc98190466)

[4.2.2 Giao tiếp với cảm biến DHT11 36](#_Toc98190467)

[4.2.3 Đọc giá trị độ ẩm đất 37](#_Toc98190468)

[4.2.4 Giao tiếp với OLED bằng SSD1306 driver 37](#_Toc98190469)

[4.2.5 Giao tiếp với SIM 37](#_Toc98190470)

[4.3 Xây dựng webserver 38](#_Toc98190471)

[4.3.1 Front-end 39](#_Toc98190472)

[4.3.2 Back-end 39](#_Toc98190473)

[4.3.3 Database 41](#_Toc98190474)

[CHƯƠNG 5. KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC VÀ ĐÁNH GIÁ 43](#_Toc98190475)

[5.1 Kết quả đạt được 43](#_Toc98190476)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 46](#_Toc98190477)

# DANH MỤC BẢNG

[Bảng 3.1 Thông số về điện áp cấp cho vi điều khiển 17](#_Toc98190511)

[Bảng 3.2 Các ngoại vi hỗ trợ bởi vi điều khiển 18](#_Toc98190512)

[Bảng 3.3 Đặc trưng kĩ thuật của SIM900A 18](#_Toc98190513)

[Bảng 3.4 Thông số kỹ thuật của cảm biến MPU6050 20](#_Toc98190514)

[Bảng 3.5 Thông số kỹ thuật của cảm biến DHT11 21](#_Toc98190515)

[Bảng 3.6 Thông số kỹ thuật màn hình LCD SSD1306 23](#_Toc98190516)

[Bảng 3.7 Chức năng các chân của LCD SSD1306 24](#_Toc98190517)

[Bảng 4.1 Thông số kĩ thuật LM2576 26](#_Toc98190518)

[Bảng 4.2 Sơ đồ chân LM2576 26](#_Toc98190519)

[Bảng 4.3 Thông số kỹ thuật AMS1117 27](#_Toc98190520)

[Bảng 4.4 Sơ đồ chân AMS1117 28](#_Toc98190521)

[Bảng 4.5 Kết nối chân mạch nạp và thiết bị 29](#_Toc98190522)

[Bảng 4.6 Bảng trạng thái của SIM900A 31](#_Toc98190523)

[Bảng 4.7 Tập lệnh AT cơ bản 38](#_Toc98190524)

[Bảng 4.8 Tập lệnh AT cho kết nối HTTP 38](#_Toc98190525)

# DANH MỤC HÌNH

[Hình 1.1 Sạt lở đất công trình ở Thuỷ điện Rào Trăng 3 1](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190663)

[Hình 1.2 Trang thiết bị phục vụ cho trạm cảnh báo sớm về trượt lở dạng dòng lũ bùn đất, đá tại xã Bản Khoang, Sapa, Lào Cai. 3](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190664)

[Hình 2.1 Mô hình đo mưa bằng xi lanh chia độ 5](#_Toc98190665)

[Hình 2.2 Mô hình và hình ảnh thực tế cúa máy đo mưa theo khối lượng. 6](#_Toc98190666)

[Hình 2.3 Mô hình đo mưa theo cơ chế lật gầu. 6](#_Toc98190667)

[Hình 2.4 Ra-đa phát tín hiệu và thu nhận xung phản hồi khi gặp mưa. 7](#_Toc98190668)

[Hình 2.5 Hình ảnh sóng điện từ của ra-đa phát ra. 8](#_Toc98190669)

[Hình 2.6 Cấu tạo gia tốc kế áp điện 9](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190670)

[Hình 2.7 Cấu tạo gia tốc kế áp trở 10](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190671)

[Hình 2.8 Cấu tạo khác gia tốc kế áp trở 10](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190672)

[Hình 2.9 Cấu tạo gia tốc kế điện dung 11](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190673)

[Hình 2.10 Hệ thống tổng quan về GPRS 11](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190674)

[Hình 2.11 Giao thức HTTP 13](#_Toc98190675)

[Hình 2.12 Bản tin Request 14](#_Toc98190676)

[Hình 2.13 Bản tin response 14](#_Toc98190677)

[Hình 3.1 Sơ đồ khối thiết bị 16](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190678)

[Hình 3.2 Vi điều khiển STM32F030CCT6 – LQFP48 pinout. 17](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190679)

[Hình 3.3 Hỉnh ảnh thực tế cảm biến MPU6050 19](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190680)

[Hình 3.4 Hình ảnh thực tế của cảm biến DHT11 20](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190681)

[Hình 3.5 Hình ảnh thực tế của cảm biến độ ẩm đất 21](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190682)

[Hình 3.6 Cấu tạo của màn hình OLED 22](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190683)

[Hình 3.7 Hình ảnh thực tế màn hình LCD SSD1306 23](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190684)

[Hình 3.8 Sơ đồ chân LCD SSD1306. 24](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190685)

[Hình 4.1 Mạch nguyên lý nguồn đầu vào 25](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190686)

[Hình 4.2 Pin 3.7V. 25](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190687)

[Hình 4.3 Hình ảnh LM2576-5.0V thực tế. 26](#_Toc98190688)

[Hình 4.4 Sơ đồ mạch nguồn 5V. 26](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190689)

[Hình 4.5 IC AMS1117 27](#_Toc98190690)

[Hình 4.6 Sơ đồ nguyên lý nguồn 3.3V 28](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190691)

[Hình 4.7 Khối reset 28](#_Toc98190692)

[Hình 4.8 Khối tạo dao động 29](#_Toc98190693)

[Hình 4.9 Khối nạp chương trình. 29](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190694)

[Hình 4.10 Sơ đồ phân bố điện áp cấp cho vi điều khiển 30](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190695)

[Hình 4.11 Sơ đồ lắp tụ chống nhiễu cho nguồn cấp vào cho vi điều khiển 30](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190696)

[Hình 4.12 Kết nối chân của LCD SSD1306. 31](#_Toc98190697)

[Hình 4.13 Khối nguồn cấp cho SIM900A 31](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190698)

[Hình 4.14 Khối hiển thị trạng thái của SIM900A 32](#_Toc98190699)

[Hình 4.15 Khối ăn-ten GSM của SIM900A 32](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190700)

[Hình 4.16 Ăn-ten GSM 33](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190701)

[Hình 4.17 Khối giữ thẻ SIM của SIM900A 33](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190702)

[Hình 4.18 Sơ đồ nguyên lý của khối cảm biến 34](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190703)

[Hình 4.19 PCB mạch thiết kế 35](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190704)

[Hình 4.20 Tín hiệu khởi tạo cảm biến 36](#_Toc98190705)

[Hình 4.21 Phản hồi của DHT11 36](#_Toc98190706)

[Hình 4.22 Tín hiệu data của DHT11 36](#_Toc98190707)

[Hình 4.23 Tính toán giá trị cảm biến DHT11 37](#_Toc98190708)

[Hình 4.24 Giao diện quan sát các thông số cảm biến 39](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190709)

[Hình 4.25 Các trường hiển thị trong chuỗi JSON gửi đi 40](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190710)

[Hình 4.26 Giao diện FastAPI sử dụng swagger 40](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190711)

[Hình 4.27 Các trường xây dựng trên database MongoDB 41](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190712)

[Hình 4.28 Cách thức hoạt động chuỗi Json 42](#_Toc98190713)

[Hình 4.29 Dạng chuỗi JSON của API 42](#_Toc98190714)

[Hình 5.1 Hình ảnh mạch thật chưa hoàn thiện 43](file:///C:\Users\doand\Downloads\Documents\20211\thuc%20tap\sat%20lo%20dat\bao%20cao%20thuc%20tap.docx#_Toc98190715)

# **GIỚI THIỆU CHUNG**

## Hiện trạng sạt lở đất tại Việt Nam

Sạt lở đất đá là một dạng của tai biến địa chất, thực chất đó là quá trình dịch chuyển trọng lực các khối đất đá cấu tạo sườn dốc từ trên xuống phía dưới chân sườn dốc do tác động của các nguyên nhân (trọng lượng bản thân khối đất đá trượt, tải trọng ngoài, áp lực thủy tĩnh, áp lực thuỷ động, lực địa chấn và một số lực khác) làm mất trạng thái cân bằng ứng suất trọng lực và biến đổi tính chất cơ lý của đất đá đến mức làm mất ổn định sườn dốc. Lịch sử loài người đã chứng kiến và phải chịu nhiều tổn thất về của cải, cơ sở hạ tầng, nhân mạng do trượt lở đất đá trên sườn dốc với những khối trượt khổng lồ.

Thiên tai lũ quét, sạt lở đất liên tục xảy ra tại một số địa phương ở miền Trung vào tháng 10 và 11.2020 đã cướp đi hàng trăm mạng người, hàng chục người mất tích, tàn phá nhà cửa, gây xáo trộn đời sống nhiều gia đình. Đặc biệt trong đợt mưa lũ liên tiếp tháng 10/2020, tại các tỉnh miền Trung xảy ra sạt lở đất, bùn đá với mức độ dị thường, khó dự đoán làm 111 người chết, mất tích; trong đó Quảng Trị (5 trận, 32 người chết, mất tích), Thừa Thiên-Huế (2 trận, 33 người chết, mất tích), Quảng Nam (7 trận, 46 người chết, mất tích), Quảng Ngãi xảy ra 4 trận nhưng không gây thiệt hại về người do làm tốt công tác sơ tán, di dời dân cư. Sau những tình hình nghiêm trọng ấy, có thể kể đến một số nguyên nhân:

* Lũ quét, sạt lở đất đều có chung một đặc điểm là xuất hiện sau những cơn mưa lớn. Trên triền đồi, núi dốc, đất bị phong hóa qua nhiều năm nên vào mùa mưa luôn luôn trong trạng thái bão hòa nước, đồng thời rừng bị suy giảm, mặt đệm bị bào mòn nên không có khả năng giữ nước.
* A picture containing outdoor, tree, ground, grass

  Description automatically generatedTình trạng cấp phép thuỷ điện “cóc” ồ ạt, thiếu kiểm soát đã lấy đi nhiều diện tích rừng tự nhiên. Đó là nạn phá rừng đã diễn ra từ lâu nhưng không được giải quyết một cách triệt để.

Hình . Sạt lở đất công trình ở Thuỷ điện Rào Trăng 3

Tính đến ngày 01/11/2020, thiên tai đã làm:

- Về người: 335 người chết, mất tích và 667 người bị thương;

- Về nhà ở: 2.982 nhà sập, 266.015 nhà bị hư hại, tốc mái; 397.707 nhà bị ngập.

- Về nông nghiệp: 162.183 ha lúa và hoa màu bị thiệt hại; 1.130. 022 con gia súc, gia cầm chết.

- Về thủy lợi: 255km đê kè, kênh mương bị sạt lở, hư hỏng; 81km bờ biển, sông, suối bị sạt lở.

- Về giao thông: 345km đường giao thông bị sạt lở hư hỏng; khối lượng đất, đá sạt lở khoảng 2,1 triệu m3.

Ước tính thiệt hại về kinh tế hơn 21.000 tỷ đồng.

Hơn nữa, số lượng người bị ảnh hưởng bởi sạt lở đất là lớn hơn nhiều so với báo cáo. Cũng như sự biến đổi khí hậu, sạt lở đất cũng là một trong những mối quan tâm lớn của Chính phủ trong việc đưa ra các cảnh báo và biện pháp khắc phục.

## Các nguyên nhân gây lũ quét, sạt lở đất.

Từ các nghiên cứu được thảo luận cho thấy nguyên nhân gây ra hiện tượng lũ quét, sạt lở đất là tổ hợp của nhiều nhân tố vừa có tính nội tại bên trong vừa do khách quan bên ngoài. Nguyên nhân nội tại bao gồm độ dốc sườn, mức độ liên kết của đất đá, chiều dày lớp phong hóa, mức độ uốn nếp, phân cắt của địa hình.

Nguyên nhân bên ngoài bao gồm diễn biến bất thường của thời tiết như thời gian mưa, cường độ mưa, mức độ bao phủ của thảm thực vật và các hoạt động xây dựng của con người trong khu vực như việc khai thác lưu vực, hoạt động chặt phá rừng, lấn chiếm hành lang thoát lũ, xây dựng các hồ chứa, cắt xẻ, san gạt sườn đồi, núi làm khu dân cư hay các công trình thiết yếu. Lũ quét, sạt lở đất sẽ xảy ra nếu các nguyên nhân nếu trên đồng thời xuất hiện, càng nhiều nguyên nhân xuất hiện thì lũ quét, sạt lỡ đất đến càng nhanh và phạm vi ảnh hưởng càng lớn.

Chất lượng rừng thấp là một nguyên nhận gây ra lũ quét và sạt lở. Theo lãnh đạo Chính phủ, những năm qua, rừng Việt Nam đã để phục hồi nhanh chóng. Năm 1995, rừng chỉ còn 28% thì đến nay độ che phủ rừng của Việt Nam đạt trên 41%, đứng thứ 50/193 quốc gia và vùng lãnh thổ, cao hơn một số nước trong khu vực (Trung Quốc 28%, Thái Lan 21%...) và cao hơn nhiều mức bình quân che phủ rừng của thế giới xấp xỉ 3%.

Tuy nhiên, chất lượng rừng của nước ta còn thấp. Nguyên nhân do thời gian dài rừng tự nhiên bị phá để phát triển kinh tế. Tình trạng phá rừng để làm nương rẫy, trồng cây công nghiệp, phát triển kinh tế vẫn chưa được ngăn chặn triệt để… . Từ đó đã ảnh hưởng đến bảo vệ môi trường, giữ nước ngọt và cũng là một nhân tố gây sạt lở đất khi có mưa lũ.

Bên cạnh đó, việc đầu tư xây dựng các công trình hạ tầng, kết cấu hạ tầng phục vụ phát triển kinh tế - xã hội tại các khu vực miền núi như các công trình giao thông, đường dây tải điện, hệ thống đường ống... đã làm thay đổi địa hình, tác động tới ổn định kết cấu địa chất và dễ gây sạt lở đất.

Nguyên nhân chính và quan trọng nhất dẫn sạt lở đất là do lượng mưa với cường độ lớn, tập trung trong thời gian ngắn. Như vậy để có cảnh báo sớm về sạt lở đất, việc tính toán được lượng mưa là điều vô cùng quan trọng. Trên thế giới và Việt Nam có nhiều hệ thống có thể xác định được lượng mưa và lượng nước tập trung bất thường. Nhưng đặc điểm chung của chúng là hạn chế về mặt giá thành, nhất khi triển khai đại trà đến nhiều địa điểm khu dân cư khác nhau. Hệ đo mưa kết hợp các thông số về độ ẩm không khí, đất, nhiệt độ và sử dụng cảm biến gia tốc giá rẻ sẽ giải quyết được vấn đề đó mà vẫn đảm bảo sự chính xác của hệ thống.

## Các giải pháp phòng, chống sạt lở đất.

Map

Description automatically generatedĐể khắc phục được các nguyên nhân trên cũng như đưa ra cảnh báo sớm về hiện tượng sạt lở đất, có rất nhiều các nghiên cứu liên quan và các hệ thống cảnh báo được đưa ra. Trong đó hiệu quả hơn cả là hệ thống cảnh báo nhờ vào các cảm biến đo độ chấn rung, đo độ ẩm đất và các thông số thời tiết . Với sự hỗ trợ đắc lực của mạng cảm biến không dây, hệ thống này sẽ cho phép con người nắm bắt các thông số và đưa ra được những cảnh báo sớm về sự sạt lở.

Trong thực tế, đã có nhiều phương pháp khác nhau được áp dụng để giảm thiểu thiệt hại do trượt lở đất gây ra, trong đó phổ biến nhất là các phương pháp giám sát. Các phương pháp giám sát thường được chia thành hai loại: hệ giám sát dài hạn và hệ giám sát ngắn hạn. Hệ giám sát dài hạn thường sử dụng kỹ thuật phân tích ảnh vệ tinh hay dùng rada, sau đó kết hợp với dữ liệu địa hình tại khu vực giám sát để dự đoán trượt lở đất. Tuy nhiên, phương pháp này thì thông tin thiếu tính cập nhật về thời gian và giá thành cao. Ngược lại, hệ cảnh báo ngắn hạn thường xây dựng dựa trên kỹ thuật giám sát thời gian thực trong đó thiết bị được lắp đặt trực tiếp tại khu vực giám sát để thu thập dữ liệu môi trường và các thuật toán được sử dụng để phân tích dữ liệu, đưa ra cảnh báo kịp thời. Ưu điểm nổi bật của hệ thống này là thông tin cảnh báo được cập nhật theo thời gian thực . Dựa trên nguyên nhân gây trượt lở đất do mưa lớn, nhiều công trình nghiên cứu đã đưa ra các phương pháp xây dựng hệ thống giám sát ngắn hạn.

Hình . Trang thiết bị phục vụ cho trạm cảnh báo sớm về trượt lở dạng dòng lũ bùn đất, đá tại xã Bản Khoang, Sapa, Lào Cai.

Để phục vụ cho hệ thống cảnh báo sạt lở đất, đề tài này sẽ tập trung nghiên cứu chế tạo thiết bị đo lượng mưa theo cơ chế lật gầu, đo nhiệt độ, độ ẩm kết hợp với đo độ rung chấn sử dụng vi xử lý STM32, truyền tín hiệu qua mạng không dây GPRS gửi dữ liệu về database, đưa dữ liệu đo lên webserver và hiển thị các thông số đo được tại chỗ bằng LCD, phục vụ cho module cảnh báo sạt lở.

# LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN THỰC HIỆN ĐỀ TÀI

## Các phương pháp đo mưa

Máy đo mưa hay còn gọi là vũ lượng kế hoặc vũ kế là một dụng cụ được dùng bởi các nhà khí tượng học và thủy văn học để đo lượng mưa trong một khoảng thời gian. Hầu hết các máy đo mưa được đo bằng đơn vị milimét. Lượng mưa đôi khi được báo cáo bằng centimét hay inch.

Các loại máy đo gồm các loại có một ống chia độ, máy đo khối lượng, máy đo nhỏ giọt và một ống gom được gắn vào. Mỗi loại có những ưu điểm và khuyết điểm riêng trong việc nhận thông tin về mưa.

Các máy đo mưa cũng có những giới hạn của nó. Thí dụ trong trường hợp bão nhiệt đới, thì việc đo mưa hầu như không thể thực hiện hoặc cho kết quả không chính xác (giả sử rằng thiết bị không bị ảnh hưởng do bão) do gió quá mạnh. Mặt khác, máy đo mưa chỉ cho kết quả trong một khu vực nhỏ. Một trở ngại nữa là khi thời tiết lạnh, nhiệt độ giảm xuống dưới 0 °C. Khi đó, nước hoặc tuyết sẽ bị đóng băng và không thể chảy vào phễu thu.

Máy đo mưa có thể được đọc một cách thủ công hoặc tự động bằng trạm quan trắc tự động. Tần suất đọc thông tin phụ thuộc vào yêu cầu của cơ quan khí tượng. Máy đo mưa, cũng như các dụng cụ thời tiết khác phải được đặt xa các công trình để đảm bảo độ chính xác.

Sau đây là một số phương pháp đo mưa cơ bản

### Máy đo mưa xi lanh chia độ.

Còn được gọi là máy đo mưa tiêu chuẩn hoặc máy đo mưa thủ công có độ tin cậy cao nhưng người kiểm tra phải bị ướt trong mưa để đọc thông tin mưa trong thời gian thực. Nếu người ta có thể đợi cho đến khi trời tạnh mưa và có đủ kiên nhẫn, thời gian và sự kiên trì để đọc thủ công lượng mưa tích lũy, thì loại máy đo mưa này có thể chính xác và đáng tin cậy nhất.

Diagram

Description automatically generated

Hình . Mô hình đo mưa bằng xi lanh chia độ

Việc ghi lại lượng mưa bằng thước đo mưa tiêu chuẩn hoặc phễu thường được thực hiện thủ công. Các đồng hồ đo này hoạt động bằng cách hứng mưa rơi trong một ống góp hình phễu được gắn vào một ống đo. Đường kính của ống góp gấp 10 lần đường kính của ống; do đó, máy đo mưa hoạt động bằng cách phóng đại chất lỏng lên hệ số 10.

Nguyên nhân sai số thường do mất bốc hơi ở các vùng khí hậu ấm áp có thể là một vấn đề nếu lượng mưa tích tụ chỉ được ghi lại một lần mỗi ngày.

### Máy đo mưa theo khối lượng

A picture containing text, indoor, kitchen appliance

Description automatically generated

Hình . Mô hình và hình ảnh thực tế cúa máy đo mưa theo khối lượng.

Một loại máy đo mưa theo khối lượng gồm có một vật chứa nằm ở một đầu bút ghi. Đầu ghi sẽ ghi thông tin lên một cuộn giấy.

Chúng có ưu điểm là có thể cung cấp độ phân giải mưa rất cao, độ chính xác tích tụ mưa tốt và đo cường độ mưa ngắn hạn, ít nhất là trong phòng thí nghiệm. Kinh nghiệm thực tế cho thấy lỗi áp suất do gió, lỗi rung cùng với lỗi lắp không nằm ngang và nhất là các mảnh vụn (lá cây, côn trùng,…) rơi vào chảo cân là nguyên nhân gây ra vấn đề sai số và cần phải bảo dưỡng thường xuyên.

Hầu hết các cân đo mưa phải được làm sạch thủ công và trong điều kiện khí hậu mùa đông dễ bị đóng băng cân. Trong điều kiện khí hậu nóng, chúng dễ bị sai số bay hơi lớn, do đó dầu thường được thêm vào để tạo ra một lớp dầu mỏng trên bề mặt tích tụ nước để hạn chế bay hơi. Yêu cầu xử lý sau rộng rãi dữ liệu từ cân đo mưa để đạt được dữ liệu mưa có thể sử dụng được và gây ra tiêu thụ điện năng cao và là nguồn gây ra lỗi tiềm ẩn.

Cũng giống như cảm biến mưa sóng âm và quang học, đồng hồ đo mưa có trọng lượng là cảm biến hoạt động và yêu cầu cung cấp năng lượng điện liên tục. Do đó, hoạt động tự động phụ thuộc nhiều vào nguồn năng lượng và do đó chúng không phù hợp với IoT hoặc các ứng dụng cảnh báo lũ quét sớm.

### Máy đo mưa theo cơ chế lật gầu

Diagram, engineering drawing

Description automatically generated

Hình . Mô hình đo mưa theo cơ chế lật gầu.

Loại thiết bị đo mưa này bao gồm bộ phận thu và bộ phận đo.

Bộ phận thu đóng vai trò là thùng chứa thiết bị. Bộ phân thu gồm có lưới lọc để loại bỏ những tạp chất, mưa đá và phễu thu ngay bên dưới đầu nhận để đưa lượng mưa nhận được.

Bộ phận đo bao gồm một gầu nghiêng kép, một công tắc từ tạo xung và nam châm đất hiếm được lắp ráp trong bộ thu.

* Nguyên lý hoạt động:

Mưa rơi trên phễu thu được dẫn qua bộ phận phễu và dẫn nước mưa vào một gầu hai ngăn được gắn ở trạng thái cân bằng không ổn định. Nước mưa nhỏ giọt vào gầu tích tụ cho đến khi trọng lượng gầu đầy, gầu nghiêng luân phiên về trục của nó và đi qua công tắc từ có nam châm gắn ở gầu (như hình vẽ). Khi gầu rơi xuống lượng nước mưa đi qua cửa xả và đẩy gầu còn lại lên để hứng. Đồng thời sẽ kích hoạt công tắc từ để tạo xung để tính toán lượng mưa.

### Radar đo mưa.

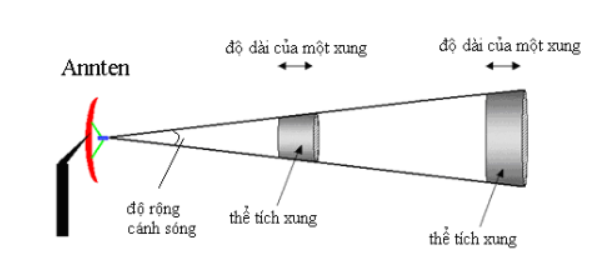
Mưa lớn là nguyên nhân gây ra lũ lụt và trượt lở đất. Vì thế, việc đo được lượng mưa trên diện rộng, xác định được diện tích vùng mưa, đo mưa với độ phân giải cao về cả không gian và thời gian rất hữu ích cho việc cảnh báo trượt lở. Có một phương pháp đo mưa khá hiện đại và hiệu quả, đó là đo mưa sử dụng ra-đa.

Diagram

Description automatically generated

Hình . Ra-đa phát tín hiệu và thu nhận xung phản hồi khi gặp mưa.

RADAR (Radio Detection And Ranging) là một phương tiện kỹ thuật dùng để phát hiện và xác định vị trí của mục tiêu ở xa bằng sóng vô tuyến điện. Máy phát của rađa tạo ra một sóng điện từ mạnh truyền vào khí quyển thông qua anten. Trong quá trình truyền sóng trong khí quyển, sóng điện từ gặp các mục tiêu, bị các mục tiêu tán xạ và hấp thụ. Mục tiêu tán xạ sóng điện từ theo mọi hướng trong đó một phần năng lượng sẽ quay trở lại anten.



Hình . Hình ảnh sóng điện từ của ra-đa phát ra.

Anten nhận tán xạ sóng điện từ trở lại, tập hợp chúng và khuyếch đại chúng lên nhờ bộ phận khuyếch đại điện từ. Như vậy, khi trời mưa, các hạt nước mưa được coi như mục tiêu để ra-đa quét và phát hiện. Dưới đây là hình ảnh sóng điện từ của ra-đa phát ra.

Ra-đa sẽ phát hiện mưa và đo được lượng mưa dựa vào cường độ bức xạ phản hồi. Độ phản hồi rađa được xác định bởi số lượng hạt trong một đơn vị thể tích, sự phân bố hạt theo kích thước và chỉ số khúc xạ của chúng. Vì cường độ mưa và độ phản hồi rađa cùng có quan hệ với số lượng hạt trong một đơn vị thể tích và sự phân bố hạt theo kích thước. Để tìm hiểu kỹ hơn về nguyên tắc hoạt động của ra-đa đo mưa cũng có rất nhiều sách và các bài báo nói về vấn đề này. Nhìn chung, với một hệ thống đo mưa như vậy chúng ta sẽ có các thông số về lượng mưa rất chính xác, phục vụ cho việc cảnh báo sạt lở đất.

### Một số tiêu chuẩn trong thiết kế hệ thống đo mưa.

* Khái niệm và đơn vị chuẩn:
* Lượng mưa (Precipitation) là lượng nước mưa rơi trong một thời gian nào đó, được ký hiệu là X, đơn vị tính là milimét (mm). Lượng mưa quan trắc được trong một trận mưa gọi là lượng mưa trận, trong một ngày đêm (tính từ 0 giờ đến 24 giờ) gọi là lượng mưa ngày, nếu thời gian tính toán là một tháng, một năm ta có tương ứng lượng mưa tháng và lượng mưa năm.
* Cường độ mưa (Rainfall intensity) là lượng mưa rơi trong một đơn vị thời gian, được ký hiệu là I, đơn vị tính là milimét trong một phút (mm/min) hoặc milimét trong một giờ (mm/h).
* Tiêu chuẩn về thiết bị:
* Thùng đo mưa phải được sản xuất theo tiêu chuẩn hiện hành. Tại mỗi điểm đo mưa phải có 2 thùng (ống) đo, trong đó một chiếc làm việc và một chiếc dự phòng.
* Thùng đo mưa phải đặt nơi bằng phẳng, cách xa vật cản như nhà cửa, cây cối từ 3 lần đến 4 lần chiều cao của vật cản;
* Miệng thùng phải cao hơn mặt đất 1,5 m.

### Lựa chọn phương pháp

Trong đồ án này, em sử dụng đo mưa theo cơ chế lật gầu. Đây là phương pháp có độ chính xác cao có thể đo được mưa mà không phải đổ lượng mưa thu được mà tự động đổ ra ngoài mỗi khi gầu lật

## Cảm biến gia tốc

Gia tốc kế (Accelerometer) thực chất là một loại cảm biến gia tốc thường được sử dụng trong công nghiệp, chúng thường được sử dụng để đo độ rung hoặc gia tốc khi chuyển động của một kết cấu bất kỳ. Áp dụng định luật II Newton, F = ma, đo lực tác động lên một vật mà ta đã biết trước khối lượng, từ đó ta tính ra được gia tốc tác động lên vật.

Có ba loại để đo gia tốc:

* + Gia tốc kế áp điện
  + Gia tốc kế áp trở
  + Gia tốc kế điện dung

### Gia tốc kế áp điện

Phần cảm của gia tốc kế piezo gồm hai phần chính :

* Piezoceramic
* Diagram

  Description automatically generatedSeismic mass

Hình . Cấu tạo gia tốc kế áp điện

**Nguyên lý hoạt động**: Phần tử hoạt động của gia tốc kế là một vật liệu áp điện. Hình trên minh họa tác động của áp điện với dĩa ép. Dĩa ép trông giống như một tụ điện với vật liệu gốm áp được kép giữa hai điện cực. Một lực phương thẳng đứng đặt lên dĩa tạo nên sự tích điện và một điện áp giữa các điện cực.

Thành phần piezoelectric được nối với lỗ của cảm biến qua cặp điện cực. Một vài gia tốc kế tích hợp mạch điện để chuyển đổi điện tích ngõ ra trở kháng cao sang tín hiệu điện áp trở kháng thấp.

### Gia tốc kế áp trở

Vật liệu áp trở là một điện trở trạng thái rắn, điện trở của nó thay đổi khi có một sức căng cơ học tác động vào. Đặc biệt, độ dẫn của vật liệu áp trở tỉ lệ tuyến tính với lực tác dụng, hay điện trở tỉ lệ nghịch với lực tác dụng. Sơ đồ của hai loại áp trở được trình bày trong hình 2.7. Ở hình dưới áp trở được hình thành bằng cách sắp xếp các dây dẫn nằm trên lớp điện trở mỏng, điện trở giữa các dây dẫn sẽ thay đổi khi lớp điện trở mỏng bị biến dạng. Một áp trở như vậy có thể được chế tạo trên bề mặt của một phần tử đàn hồi, để đo sự biến dạng của phần tử đàn hồi A picture containing text

Description automatically generatedcũng như sự chuyển động của khối gia trọng.

Hình . Cấu tạo gia tốc kế áp trở

Diagram, engineering drawing

Description automatically generatedMột cách sắp xếp áp trở khác trình bày ở hình b). Trong trường hợp này, sự biến dạng của vật dẫn là do sức căng cơ học. Thông thường, áp trở được sắp xếp sao cho loại trừ sự căng hoặc sự nén cơ học, và khi đó điện trở của vật liệu áp trở là một hàm của độ rộng khe hở của cầu áp trở. Nói chung, chúng ta đều có thể sử dụng cả hai cách sắp xếp trên để chế tạo sensor gia tốc. Để tăng độ nhạy và giảm dao động do nhiệt độ gây ra người ta dùng nhiều áp trở với cùng một hệ lò xo-khối gia trọng sắp xếp trong cùng một mạch cầu.

Hình . Cấu tạo khác gia tốc kế áp trở

### Gia tốc kế điện dung

Diagram, engineering drawing

Description automatically generatedCảm biến gia tốc kiểu điện dung tiêu biểu nhất có hai điện cực cố định ở bên ngoài và điện cực ở giữa có thể chuyển động được, tạo thành tụ vi sai. Bất kì một gia tốc nào làm cho gia trọng chuyển động khỏi vị trí cân bằng sẽ tạo ra thay đổi giá trị tụ.

Hình . Cấu tạo gia tốc kế điện dung

Phần lớn các sensor gia tốc dựa trên nguyên tắc làm việc của sensor kiểu tụ. Sensor gia tốc kiểu tụ đơn có thể xây dựng với trục nhạy vuông góc với mặt phẳng của silic và bản cực của tụ điện, cho phép hình thành một vùng tụ điện rất lớn và do đó có độ nhạy rất cao. Một kiểu sensor phổ biến hơn là dùng một cặp tụ điện vi phân được chế tạo với trục nhạy nằm trên mặt phẳng của thiết bị. Một ưu điểm khác của sensor gia tốc kiểu tụ vi phân là có thể dùng một hệ lực phản hồi tĩnh điện để tránh tính phi tuyến trong tụ điện bằng cách luôn giữ cho vị trí của gia trọng chuyển động gần với vị trí cố định.

## Mạng di động GPRS.

Diagram

Description automatically generatedGPRS - General Packet Radio Service là một dịch vụ dữ liệu di động truy cập đến GSM và IS-136 điện thoại người dùng di động. Đây là dịch vụ chuyển mạch gói và một số số lượng người dùng có thể chia các kênh truyền dẫn tương tự để truyền dữ liệu. Trong bài này chúng ta sẽ tìm hiểu vấn đề cơ bản GPRS và các ứng dụng GPRS.

Hình . Hệ thống tổng quan về GPRS

GPRS là một bước thế hệ thứ ba đối với truy cập internet. GPRS cũng được biết đến như GSM-IP là Global-Hệ thống thông tin di động Internet Protocol là nó giữ những người sử dụng hệ thống này trực tuyến, cho phép thực hiện cuộc gọi bằng giọng nói, và truy cập Internet.

GPRS thay thế cho các kết nối có dây, như hệ thống này đã đơn giản hóa truy cập vào các mạng dữ liệu gói tin như internet. Các nguyên tắc vô tuyến gói tin được sử dụng bởi GPRS để vận chuyển người sử dụng các gói dữ liệu một cách cấu trúc giữa trạm di động GSM và mạng dữ liệu gói bên ngoài. Các gói này có thể được chuyển trực tiếp đến các mạng chuyển mạch gói từ các trạm di động GPRS.

Tính năng chính:

* Hỗ trợ giao tiếp RS-232/485/TTL/10Base-T Ethernet, cung cấp A/D vào/ra và nhiều kênh truyền trong suốt.
* Dựng sẵn hệ giao thức ip mà không cần nền máy tính hỗ trợ
* Tuân theo tiêu chuẩn ETSI GSM Phase 2+
* Hoạt động mạnh dễ dàng, hỗ trợ truyền dữ liệu điểm - điểm, điểm - đa điểm, trung tâm - đa điểm.
* Hỗ trợ mạng riêng ảo, người dùng có thể tạo các mạng truyền thông với khoảng cách cực xa.
* Thiết bị luôn trực tuyến, thanh toán theo dung lượng dữ liệu
* Giao tiếp cấu hình hệ thống và bảo dưỡng
* Hỗ trợ đánh thức từ xa
* Hỗ trợ server tên miền động
* Cung cấp TCP/IP server HMI trung tâm chuyển tiếp để đạt được hoạt động mạng tức thời mà không cần đến việc thay đổi phần mềm gốc
* Thiết kế chống nhiễu ngay trong môi trường điện từ xấu.

## Giao thức truyền tin HTTP.

HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) là một giao thức nằm ở tầng ứng dụng (Application layer) của tập giao thức TCP/IP, sử dụng để truyền nhận dữ liệu giữa các hệ thống phân tán thông qua Internet. HTTP hiện là nền tảng truyền dẫn dữ liệu của ứng dụng duyệt web.

### Mô hình giao thức

Một phiên làm việc HTTP (gọi là Session) sẽ được diễn ra với client là máy tính của người dùng và serer là máy chủ của website. Mặc định HTTP sẽ được thực hiện thông qua port 80, đây là port chuẩn của giao thức được định nghĩa bởi tổ chức IANA quy định.

Diagram

Description automatically generated

Hình . Giao thức HTTP

Ví dụ khi người dùng truy cập vào địa chỉ: <https://ctt-daotao.hust.edu.vn> . Quá trình của một phiên làm việc HTTP diễn ra như sau:

1. HTTP client thiết lập một kết nối TCP đến server. Nếu thiết lập thành công, client và server sẽ truyền nhận dữ liệu với nhau thông qua kết nối này, kết nối được thiết lập còn gọi là socket interface bao gồm các thông tin: địa chỉ IP, loại giao thức giao vận (chính là TCP), và port (mặc định là 80).
2. Sau khi kết nối thành công, client gửi một HTTP request đến server, gói tin request sẽ chứa đường dẫn yêu cầu (path name).
3. Server sẽ nhận và xử lý request từ client, sau đó đóng gói dữ liệu tương ứng và gửi một HTTP response về cho client.
4. Dữ liệu trả về sẽ là một file HTML chứa các loại dữ liệu khác nhau như văn bản, hình ảnh,…
5. Server đóng kết nối TCP. Client nhận được dữ liệu phản hồi từ server và đóng kết nối TCP.

HTTP sử dụng các tác vụ khác nhau được thực hiện bằng những các phương thức chủ yếu sau:

* + GET: để lấy dữ liệu từ một Server bởi việc xác định các tham số trong đoạn URL của yêu cầu.
  + POST: Một yêu cầu POST được sử dụng để gửi dữ liệu tới Server, ví dụ, thông tin khách hàng, file tải lên…bởi sử dụng các mẫu HTML.

Ngoài ra: còn có HEAD, PUT, DELETE, CONNECT, OPTIONS, TRACE…

### Các gói tin chính trong giao thức

Có hai loại gói tin chính được trao đổi là gói tin yêu cầu gửi từ client đến server gọi là “Request message” và gói tin phản hồi gửi từ server đến client gọi là “Response message”.

#### HTTP request message

Graphical user interface, text, application, chat or text message

Description automatically generatedGồm 3 phần chính là: Request line, Header và Body. Dữ liệu được chia thành các dòng và định dạng kết thúc dòng là <CR><LF>. Riêng dòng cuối cùng của gói tin sẽ được báo hiệu bằng 2 lần định dạng kết thúc: <CR><LF><CR><LF>.

Hình . Bản tin Request

* Request line là dòng đầu tiên của gói HTTP Request, bao gồm 3 trường: phương thức (method), đường dẫn (path – còn gọi là URL hoặc URI cho trường này) và phiên phản giao thức (HTTP version).
* Các dòng Header, các dòng này là không bắt buộc, viết ở định dạng “Name:Value” cho phép client gửi thêm các thông tin bổ sung về thông điệp HTTP request và thông tin về chính client.
* Cuối cùng là phần Body, là dữ liệu gửi từ client đến server trong gói tin HTTP request.

Sử dụng phương thức GET gửi dữ liệu đến server sử dụng chuỗi truy vấn. Trong đó giá trị của các key thường sẽ được cung cấp bởi API từ phía server và client sẽ cung cấp dữ liệu của key thông qua value tương ứng.

Em cũng sử dụng API được thiết kế từ server để app tái sử dụng để tương tác với server.

#### HTTP response message

Định dạng gói tin HTTP response cũng gồm 3 phần chính là: Status line, Header và Body.

Graphical user interface, text, application, chat or text message

Description automatically generatedHình . Bản tin response

* Dòng Status line gồm 3 trường là phiên bản giao thức (HTTP version), mã trạng thái (Status code) và mô tả trạng thái (Status text).
* Các dòng Header line của gói tin response có chức năng tương tự như gói tin request.
* Phần Body là nơi đóng gói dữ liệu để trả về cho client, thông thường trong duyệt web thì dữ liệu trả về sẽ ở dưới dạng một trang HTML để trình duyệt có thể thông dịch được và hiển thị ra cho người dùng.

# THIẾT KẾ TỔNG QUAN HỆ THỐNG

**Quạt**

## Yêu cầu cơ bản của thiết bị

Thiết bị được thiết kế phải đáp ứng các yêu cầu sau:

* Đo được lượng mưa dù lượng mưa nhỏ hay mưa lớn.
* Có khả năng hiển thị lượng mưa đo được và cảnh báo nếu lượng mưa trong ngày vượt ngưỡng đặt.
* Đo được độ rung chấn, nhiệt độ, độ ẩm và độ nghiêng của cột đỡ.
* Sử dụng pin để phù hợp chạy ở điều kiện không có điện lưới.
* Hiển thị dữ liệu lên màn hình.
* Có khả năng truyền dữ liệu thông qua truyền thông không dây GPRS.
* Lấy dữ liệu và hiển thị trên webserver.

## Diagram Description automatically generated Sơ đồ khối thiết bị

Hình . Sơ đồ khối thiết bị

Thiết bị được thiết kế gồm các khối chính sau:

* Khối xử lý trung tâm: Khối này đóng vai trò qua trọng nhất trong thiết bị, chịu trách nhiệm chính trong việc xử lý các tác vụ về truyền thông cũng như giao tiếp với cảm biến để lấy các dữ liệu đo được.
* Khối truyền thông không dây: Khối truyền thông có chức năng cung cấp kết nối mạng từ thiết bị thu thập dữ liệu lên webserver, lấy dữ liệu và hiển thị lên webserver
* Khối cảm biến: Khối này có chức năng là đo lượng mưa, nhiệt độ, độ ẩm, độ rung, gia tốc góc thu được truyền vào MCU.
* Khối hiển thị LCD: Khối này được thiết kế để chỉ thị các kết quả đo được từ cảm biến lên màn hình được đặt trên thiết bị.
* Khối nguồn cung cấp: Khối này có chức năng là đảm bảo cung cấp nguồn điện áp cho các khối chức năng khác hoạt động.

## Lựa chọn thiết bị

### Vi điều khiển

Vi điều khiển STM32 hiện nay là 1 dòng vi điều khiển rất phổ biến ngoài thị trường. Nó là một loại vi điều khiển 32bit với rất nhiều ưu điểm vượt trội hơn so với các dòng vi điều khiển 8bit, 16bit khác. Trong đó có thể kể đến các đặc điểm nổi bật như:

* Hoạt động ở tần số cao 48MHz
* Hỗ trợ RTC
* Tích hợp ADC độ phân giải cao
* Hỗ trợ điều khiển hoạt động sử dụng hệ điều hành thời gian thực (RTOS)
* Số lượng chân vào ra và cổng giao tiếp nhiều

A picture containing electronics, circuit

Description automatically generatedSau quá trình xem xét về số cổng giao tiếp, số chân vào ra cần sử dụng, em chọn vi điều khiển STM32F030CCT6 – LQFP48 pinout.

Bảng 3.1 và Bảng 3.2 dưới đây là các thông số kỹ thuật của STM32F030CCT6 về điện áp cáp và các ngoại vi hỗ trợ.

Hình . Vi điều khiển STM32F030CCT6 – LQFP48 pinout.

Bảng . Thông số về điện áp cấp cho vi điều khiển

|  |  |
| --- | --- |
| Thông số | Mô tả |
| Dải điện áp nguồn cấp | –0.3 ÷ 4.0V |
| Điện áp vào trên các chân chịu áp | VSS - 0.3 ÷ VDD + 4.0V |
| Điện áp vào trên các chân khác | VSS - 0.3 ÷ 4.0V |
| Điện áp chân dự phòng VBAT | 2.4 ÷ 3.6V |
| Dòng điện nguồn cấp cực đại | 50 mA |
| Tần số hoạt động tối đa | 48 MHz |

Bảng . Các ngoại vi hỗ trợ bởi vi điều khiển

|  |  |
| --- | --- |
| **Thông số** | **STM32F030CCT6** |
| USART | 6 |
| SPI | 2 |
| I2C | 2 |
| ADC | 12 kênh ADC 12 bit |
| Timer | 6 timer 16-bit |
| Bộ nhớ Flash | 256KB |

### Module mạng truyền thông không dây

Qua quá trình tìm hiểu các công nghệ truyền nhận và giao tiếp giữa các thiết bị nhúng với Web Server, tôi nhận thấy có hai công nghệ phổ biến là sử dụng ESP8266/ESP32 và SIM. Mỗi công nghệ truyền thông đều có các ưu điểm và nhược điểm khác nhau. Sau khi nhìn nhận kỹ càng về thực tế của đề tài, tôi chọn phương pháp sử dụng SIM900A để gửi dữ liệu từ hệ thống lên Web Server.

SIM có nhiều phiên bản khác nhau, mỗi loại khác nhau các đặc điểm như số chân, băng tần, … Tuy nhiên, dựa vào mục đích sử dụng, tôi chọn phiên bản SIM900A. SIM900A là giải pháp GSM/GPRS hai băng tần hoàn chỉnh trong loại SMT, có thể được nhúng vào các ứng dụng của người dùng. SIM900A hỗ trợ Quad-band 900/1800MHz, nó có thể truyền thoại, SMS và thông tin dữ liệu với mức tiêu thụ điện năng thấp.

Bảng . Đặc trưng kĩ thuật của SIM900A

|  |  |
| --- | --- |
| Đặc trưng | Mô tả |
| Nguồn cấp | 3.4V ~ 4.5V |
| Nguồn tiết kiệm | Công suất tiêu thụ trong chế độ ngủ là 1.5mA |
| Băng thông tần số | EGSM 900, DCS 1800. |
| Loại GSM | Small MS |
| Công suất truyền | * Class 4 (2W) tại EGSM 900 * Class 1 (1W) tại DCS 1800 |
| Kết nối GPRS | * GPRS nhiều slot lớp 10 (default) * GPRS nhiều slot lớp 8 (option) * GPRS trạm di động loại B |
| Phạm vi nhiệt độ | * Hoạt động bình thường: -30oC ~ +80oC * Nhiệt độ kho chứa: -45oC ~ +90oC |
| Dữ liệu GPRS | * Truyền dữ liệu GPRS đường xuống: tối đa 85,6 kb/giây * Truyền dữ liệu GPRS đường lên: tối đa 42.8 kb/giây * Lược đồ mã hóa: CS-1, CS-2, CS-3 và CS-4 * Giao thức PAP cho kết nối PPP * Tích hợp giao thức TCP / IP. * Hỗ trợ Kênh điều khiển phát sóng gói (PBCCH) * Hỗ trợ USSD |
| SMS | * MT, MO, CB, Text và PDU mode * SMS storage: SIM card |
| Giao tiếp SIM | Hỗ trợ thẻ SIM: 1.8V, 3V |

### Cảm biến sử dụng

#### Cảm biến mưa Rain Gauge

Như đã trình bày ở phần trên, đồ án này em chọn loại cảm biến nguyên lý gầu lật. Do không có điều kiện mua cảm biến và tìm hiểu kĩ về nguyên lý hoạt động của loại cảm biến này, em xin được dử dụng 1 công tắc từ và nam châm để mô tả hoạt động của cảm biến, với mỗi lần nam châm quét qua công tắc từ, khiến công tắc đóng và có nguồn điện cấp vào chân nhận tín hiệu đo được của vi điều khiển sẽ ứng với 1 lần gầu lật, tương đương lượng mưa 2mm.

#### Cảm biến Accelerometer và gyroscope MPU6050

IMU (Inertial Measurement Unit) là một con chip để đo những chuyển động như trên. một module IMU thường gồm có 2 loại cảm biến: cảm biến gia tốc (accelerometer) và cảm biến quay (gyroscope).

* Accelerometer (gọi tắt là accel): như tên gọi của nó, accel đơn giản là một cảm biến đo gia tốc của bản thân module và thường sẽ có 3 trục xyz ứng với 3 chiều không gian (loại 1 và 2 trục ít dùng). Lưu ý là accel đo cả gia tốc của trọng lực nên giá trị thực khi đo sẽ bao gồm cả trọng lực.
* Gyroscope (gọi tắt là gyro): là một loại cảm biến đo tốc độ quay của nó quanh một trục. Tương tự với accel, gyro cũng thường có 3 trục xyz.

A close-up of a circuit board

Description automatically generated with medium confidenceCảm biến góc GY-521 MPU6050 là một cảm biến sáu trục, có chứa một gia tốc 3 trục con quay hồi chuyển 3 trục. Hoạt động với 3.3V và giao tiếp I2C với tốc độ tối đa 400kHz.

Hình . Hỉnh ảnh thực tế cảm biến MPU6050

Các cảm biến bên trong MPU-6050 sử dụng bộ chuyển đổi tương tự – số (Anolog to Digital Converter – ADC) 16-bit cho ra kết quả chi tiết về góc quay, tọa độ… . Hơn nữa, MPU-6050 có sẵn bộ đệm dữ liệu 1024 byte cho phép vi điều khiển phát lệnh cho cảm biến, và nhận về dữ liệu sau khi MPU-6050 tính toán xong.

Bảng . Thông số kỹ thuật của cảm biến MPU6050

|  |  |
| --- | --- |
| Thông số | Mô tả |
| Dải điện áp nguồn cấp | 2.375V – 3.46V |
| Điện áp vào trên các chân chịu áp | 1.71V đến VDD |
| Truyền thông hỗ trợ | I2C |
| Dòng điện cấp khi cả 6 trục hoạt động | 3.9mA |
| Hỗ trợ FastI2C | Có |
| Giá trị Gyroscope | ±250, ±500, ±1000, và ±2000°/s |
| Dòng điện hoạt động của Gyroscope | 3.6mA |
| Giá trị Accelerometer | ±2g, ±4g, ±8g và  ±16g |
| Dòng điện hoạt động của Accelerometer | 500µA |

#### Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11

A picture containing electronics

Description automatically generatedCảm biến nhiệt độ em dùng là DHT11, cảm biến sẽ đo nhiệt độ môi trường như một đầu báo nhiệt cố định và tính toán sự gia tăng nhiệt độ trong mỗi phút qua lập trình, tính toán trên vi điều khiển như đầu báo nhiệt gia tăng. DHT11 hoạt động dựa trên nguyên lý hoạt động của nhiệt điện trở. Bộ tiền xử lý tín hiệu tích hợp trong cảm biến giúp có được dữ liệu chính xác mà không phải qua bất kỳ tính toán nào. Bảng sau đây là các thông số kỹ thuật của DHT11.

Hình . Hình ảnh thực tế của cảm biến DHT11

Bảng . Thông số kỹ thuật của cảm biến DHT11

|  |  |
| --- | --- |
| Thông số kỹ thuật | Mô tả |
| Nguồn cấp | 3 – 5.5V DC |
| Dòng điện | 1mA |
| Tín hiệu đầu ra | Tín hiệu số qua bus đơn |
| Vật liệu cảm biến | Tụ điện polyme |
| Dải đo | Độ ẩm: 20 - 90%RH, Nhiệt độ: 0 - 50 oC |
| Độ phân giải và độ nhạy | Độ ẩm: 1%RH, Nhiệt độ: 1oC |
| Độ chính xác | Độ ẩm:2%RH (Max5%RH), Nhiệt độ:<0.5 oC |
| Trễ độ ẩm | 1%RH |
| Sự ổn định lâu dài | 1%RH/năm |
| Chu kỳ đo | Trung bình 10 giây |
| Khả năng hoán đổi cho nhau | Hoàn toàn có thể hoán đổi |

#### Cảm biến độ ẩm đất

Khi module cảm biến độ ẩm phát hiện, khi đó sẽ có sự thay đổi điện áp ngay tại đầu vào của IC LM393. IC này nhận biết có sự thay đổi nó sẽ đưa ra một tín hiệu 0V để báo hiệu. và thay đổi như thế nào sẽ được tính toán để đọc độ ẩm đất.

* Cảm biến độ ẩm đất rất nhạy với độ ẩm môi trường xung quanh, thường được sử dụng để phát hiện độ ẩm của đất
* Khi độ ẩm đất vượt quá giá trị được thiết lập, ngõ ra của module D0 ở mức giá trị là 0V.
* Ngõ ra D0 có thể được kết nối trực tiếp với vi điều khiển như để phát hiện cao và thấp, và do đó để phát hiện độ ẩm của đất.
* A close-up of a watch

  Description automatically generated with low confidenceĐầu ra Analog AO có thể được kết nối với bộ chuyển đổi ADC.

Hình . Hình ảnh thực tế của cảm biến độ ẩm đất

Thông số kỹ thuật:

* Điện áp hoạt động: 3.3 ~ 5VDC
* Tín hiệu đầu ra:
  + Analog: theo điện áp cấp nguồn tương ứng.
  + Digital: High hoặc Low, có thể điều chỉnh độ ẩm mong muốn bằng biến trở thông qua mạch so sánh LM393 tích hợp.
* Kích thước: 3 x 1.6cm.

### Màn hình LCD Oled SSD1306

Diagram

Description automatically generatedMàn hình OLED (Organic Light Emitting Diodes) được biết đến là một loại diode phát sáng (LED). Sử dụng một lớp phát xạ điện quang (màng thuốc hoặc film), với vật liệu bán dẫn, nó cho phép màn hình phát sáng khi có dòng điện chạy qua.

Hình . Cấu tạo của màn hình OLED

Cấu tạo của màn hình OLED:

Về cơ bản, một màn hình OLED sẽ bao gồm 4 thành phần chính sau:

* **Tấm nền** : Được chế tạo bằng thủy tinh hay nhựa, có chức năng chống đỡ cho các bộ phận khác của OLED.
* **Anode**: Tạo ra những khoảng trống để chứa điện tích dương khi dòng điện xuất hiện.
* **Cathode**: Trái ngược với Anode, Cathode sẽ chịu trách nghiệm tạo ra các điện tích âm hay electron nếu có dòng điện đi qua.
* **Lớp dẫn hữu cơ**: Bao gồm hai thành phần chính với chức năng riêng biệt:Lớp dẫn: Cấu tạo từ các phân tử hữu cơ dẻo để giúp vận chuyển các chỗ trống từ Anode. Lớp phát sáng : Electron từ Cathode sẽ được truyền tải thông qua lớp này.

Màn hình OLED SSD1306 128x64 pixel là module màn hình đồ họa đơn sắc mono oled.

* Hiển thị tốt khi ở ngoài trời, chẳng hạn như môi trường ánh sáng mặt trời, và cả cho các ứng dụng công nghiệp hoặc y tế cần góc nhìn rộng và độ sáng cao.
* Nó có 128x64 điểm, góc nhìn rộng, nhiệt độ rộng, độ sáng cao, độ tương phản cao, thời gian phản hồi nhanh.
* Oled có thể tự phát ra ánh sáng, không cần đèn nền, vì vậy mô-đun màn hình oled sẽ mỏng hơn mô-đun TFT, LCD.
* Graphical user interface, text, application

  Description automatically generatedCó SSD1306 driver hỗ trợ để lập trình.

Hình . Hình ảnh thực tế màn hình LCD SSD1306

Các thông số kĩ thuật cơ bản của LCD SSD1306 được mô tả dưới bảng:

Bảng . Thông số kỹ thuật màn hình LCD SSD1306

|  |  |
| --- | --- |
| **Thông số** | **Giá trị** |
| Điện áp hoạt động | 1.65 – 3.3 VDC |
| Dòng tiêu thụ | 20mA |
| Độ phân giải | 128x64 |
| Nhiệt độ hoạt động | -40 đến 85 |
| Công suất tiêu thụ (fullscreen) | 0.08W |
| Góc nhìn | 160° |
| Giao thức điều khiển | * Giao thức parallel 8 bit: 8080 * Giao thức parallel 8 bit: 6800 * Giao thức SPI 3 dây: * Giao thức SPI 4 dây * Giao thức I2C |
| Kí tự trên hàng | 21 |
| Số lượng dòng | 7 |

Graphical user interface

Description automatically generatedChức năng của từng chân được mô tả ở bảng dưới đây:

Hình . Sơ đồ chân LCD SSD1306.

Bảng . Chức năng các chân của LCD SSD1306

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Chân** | **Tên** | **Ký hiệu** | **Chức năng** |
| 1 | Ground | GND | Đất cho nguồn nuôi |
| 2 | Power | VCC | Nguồn nuôi |
| 3 | Serial Clock | SCL | Chân cấp clock cho giao thức I2C |
| 4 | Serial Data | SDA | Chân dữ liệu cho giao thức I2C |

Em lựa chọn sử dụng màn hình OLED để hiển thị do giá thành rẻ - 60.000VNĐ, giao tiếp chuẩn I2C đơn giản, dễ sử dụng và có thể hiển thị được nhiều dòng, kí tự, nội dung. Hiển thị tốt trong điều kiện quan sát dưới ánh sáng mặt trời.

# THIẾT KẾ CHI TIẾT HỆ THỐNG

## Thiết kế phần cứng

### Khối nguồn

#### Nguồn cấp 12V

Diagram, schematic

Description automatically generatedA picture containing text, battery

Description automatically generatedĐối với node đo thông số ngoài trời, tại những nơi có nguy cơ xảy ra lũ quét, không có điều kiện kết nối điện lưới nên em sử dụng nguồn điện từ 4 viên pin 18650 3.7V ghép nối tiếp thành nguồn xấp xỉ 12V

Hình . Mạch nguyên lý nguồn đầu vào

Hình . Pin 3.7V.

Ngoài ra em có sử dụng thêm cầu chì 2A để bảo vệ khi sử dụng adapter 12V/2A

#### Mạch tạo nguồn 5V

Ở đây em sử dụng một IC nguồn xung Buck LM2576 – 5V tần số 52kHz, dòng chịu tối đa lên đến 3A, điện áp cấp đầu vào lên đến 45VDC, điện áp đầu ra từ 4.8 – 5.2VDC, thỏa mãn với các phần tử sử dụng nguồn 5V trong mạch.

A picture containing text, electronics, circuit

Description automatically generated

Hình . Hình ảnh LM2576-5.0V thực tế.

Thông số kĩ thuật của IC nguồn LM2576 – 5V được mô tả trong bảng 4.1

Bảng . Thông số kĩ thuật LM2576

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Thông số** | **Giá trị** | **Đơn vị** | **Hình ảnh** |
| Điện áp đầu vào (VIN) | 7 ÷ 40 | V | A picture containing text, electronics, circuit  Description automatically generated |
| Điện áp đầu ra (VOUT) | 4.8 ÷ 5.2 | V |
| Dòng ra tối đa | 3 | A |
| Nhiệt độ hoạt động | -40 ÷ 125 | 0C |

Sơ đồ chân của IC như sau:

Bảng . Sơ đồ chân LM2576

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Chân** | **Ký hiệu** | **Chú thích** |  |
| 1 | VIN | Chân điện áp vào |
| 2 | VOUT | Chân điện áp ra |
| 3 | GND | Đất |
| 4 | Feedback | Chân phản hồi |
| 5 | ON/OFF | Chân bật tắt |

Diagram, schematic

Description automatically generatedHình 4.4 dưới đây là mạch thiết kế cho nguồn 5V.

Hình . Sơ đồ mạch nguồn 5V.

- Lựa chọn tụ đầu vào: để duy trì sự ổn định, chân đầu vào của LM2576 phải qua một tụ hóa giá trị tối thiểu là 100uF để lọc các thành phần tần số thấp của nguồn đầu vào, ở trong mạch tôi sử dụng tụ hóa 220uF-50V. Ngoài ra nó cũng phải đi qua một tụ gốm 104 để lọc các thành phần tần số cao của điện áp vào IC.

- Lựa chọn diode: bộ điều chỉnh Buck yêu cầu một diode cung cấp một đường trở lại cho dòng điện dẫn khi công tắc tắt. Do tốc độ chuyển mạch nhanh và giảm điện áp chuyển tiếp thấp, Diode Schottky mang lại hiệu quả tốt nhất, đặc biệt là các bộ điều chỉnh mạch điện áp đầu ra thấp. Điện áp ngược mà diode chịu được phải lớn hơn gấp 1.25 lần điện áp vào, nghĩa là 1.25\*12V = 15V. Vì vậy, trong mạch em sử dụng Diode Schottky 1N5822, điện áp ngược chịu được là 40V và dòng qua là 3A.

#### Mạch tạo nguồn 3.3V

Để chuyển đổi từ nguồn 5VDC thành 3.3VDC, em sử dụng IC AMS1117

A picture containing electronics

Description automatically generated

Hình . IC AMS1117

Đây là một loại IC nguồn tuyến tính cho phép chuyển đổi điện áp cung cấp từ bên ngoài thành điện áp 3.3V để nuôi các phần tử khác trong mạch. Dưới đây là một vài các thông số cơ bản cũng như sở đồ nguyên lý của mạch nguồn sử dụng AMS1117.

Bảng . Thông số kỹ thuật AMS1117

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Thông số** | **Điều kiện** | **Giá trị** | **Đơn vị** |
| Điện áp vào (VIN) |  | 3.3 ÷ 15 | V |
| Điện áp ra (VOUT) | VIN = 4.8V | 3.2 ÷ 3.4 | V |
| Dòng ra tối đa |  | 1 | A |
| Line Regulation (Max) | 1.5V≤(VIN –VOUT)≤12V | 0.2 | % |
| Load Regulation | VIN=4.75V;0≤IOUT≤0.8A | 0.4 | % |
| Nhiệt độ hoạt động |  | -40 ÷ 125 | 0C |

Các chân của IC như sau:

Diagram, schematic

Description automatically generatedBảng . Sơ đồ chân AMS1117

Hình . Sơ đồ nguyên lý nguồn 3.3V

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Chân** | **Ký hiệu** | **Chú thích** | AMS1117 Voltage Regulator 3.3V SMD (10 Pack) - Micro Robotics |
| 1 | VOUT | Chân cấp điện áp ra |
| 2 | GND | Đất |
| 3 | VIN | Chân điện áp vào |

Nguồn đầu vào của AMS1117 là nguồn 5VDC. LED1 là đèn báo chỉ thị nguồn. Các trở R1 có giá trị 0Ω dùng để kiểm tra mạch khi gặp sự cố.

Tụ phía đầu vào của AMS1117 sẽ gồm 2 tụ: tụ hoá 100uF 16V lọc các thành phần thấp tần và tụ ceramic 103 lọc các thành phần cao tần khỏi điện áp đi vào IC. Tụ phía đầu ra: sử dụng tụ 103 nhằm duy trì sự ổn định của vòng feedback cũng như cải thiện ripple cho điện áp đầu ra.

### Khối vi điều khiển

#### Khối Reset

A picture containing line chart

Description automatically generated

Hình . Khối reset

Khối Reset có chức năng khởi động lại vi điều khiển mà không phải ngắt nguồn.

#### Khối tạo dao động

Diagram, schematic

Description automatically generated

Hình . Khối tạo dao động

Bên trong vi điều khiển STM32F030CCT6 đã tích hợp High-speed Internal Clock và Low-speed Internal Clock. Tuy nhiên để tần số chính xác hơn thì ta nên sử dụng các Clock ngoài. Cụ thể là mạch để tạo High-speed External Clock (HSE) và Low-speed External Clock (LSI) cho vi điều khiển.

Đối với mạch tạo HSE, em sử dụng một thạch anh ngoài 8 MHz. Đối với tụ C15 và C18 thì nhà sản xuất khuyến nghị sử dụng tụ gốm bên ngoài chất lượng cao trong phạm vi từ 5pF đến 25pF. Vì vậy em sử dụng 2 tụ gốm với điện dung là 22pF.

Để RTC hoạt động chính xác cần khối tạo dao động riêng cho nó. Ở đây em dùng mạch tạo dao động sử dụng thạch anh 32.768kHz và 2 tụ 22pF

#### Khối nạp chương trình

A picture containing text, shoji

Description automatically generatedĐối với vi điều khiển STM32F030CCT6, có thể sử mạch nạp ST-Link V2 để nạp code cho vi điều khiển chạy qua các chân SWDCLK và SWDIO.

Hình . Khối nạp chương trình.

Bảng . Kết nối chân mạch nạp và thiết bị

|  |  |
| --- | --- |
| **STLINK V2** | **STM32F030CCT6** |
| GND | GND |
| SWDIO | DIO |
| SWCLK | CLK |

Vì mạch này không sử dụng BootLoader nên hai chân Boot0 và Boot1 được kéo xuống 0 thông qua điện trở kéo nguồn.

#### Diagram, schematic Description automatically generatedKhối lọc nguồn

Hình . Sơ đồ phân bố điện áp cấp cho vi điều khiển

Diagram, schematic

Description automatically generatedHình trên là sơ đồ phân bố nguồn cấp cho vi điều khiển cùng với cách lắp thêm tụ cho nguồn cấp để tránh nhiễu khi cấp nguồn cho vi điều khiển. Dựa theo đó, mạch được thiết kế theo như khuyến nghị của nhà sản xuất.

Hình . Sơ đồ lắp tụ chống nhiễu cho nguồn cấp vào cho vi điều khiển

Mỗi cặp chân nguồn VDD và VSS sẽ có 1 tụ gốm 104 lọc phía bên ngoài, đối với chân VDD3 ngoài 1 tụ 104 thì yêu cầu phải lắp thêm 1 tụ gốm 4.7uF.

Vì không sử dụng nguồn tham chiếu biến ngoài nên cặp điện áp tham chiếu sẽ được nối luôn với cặp chân VDDA và VSSA, sẽ có 2 tụ dùng để lọc nhiễu là tụ gốm 105 và tụ gốm 10nF (103) để tăng độ ổn định của giá trị analog đọc từ ADC.

### Khối giao tiếp LCD SSD1306

Table

Description automatically generated with low confidence

Hình . Kết nối chân của LCD SSD1306.

Màn hình OLED sử dụng chuẩn I2C để giao tiếp với vi điều khiển, vì vậy chỉ cần kết nối trực tiếp chân SCL và SDA của cảm biến với chân SCL và SDA của vi điều khiển.. Các trở 4.7k được sử dụng để treo các chân điều khiển lên mức cao tránh tình trạng không xác định. Nguồn cấp 3.3VDC cho LCD thông qua 2 chân VCC và GND

### Diagram Description automatically generatedKhối truyền thông không dây

Hình . Khối nguồn cấp cho SIM900A

Mạch tạo điện áp VBAT cho SIM900A được thiết kế như trên. Điện áp VBAT = +5V – Vdiode. Với Vdiode là điện áp rơi trên diode khi phân cực thuận và bằng 0.7V. Khi đó VBAT = 4.3 V, mạch còn sử dụng thêm hai diode zener 4.3V - 500 mW để giữ điện áp đầu vào SIM900A luôn là 4.3V.

* Khối hiển thị trạng thái của SIM900A

Chân NETLIGHT có thể được sử dụng để điều khiển đèn LED chỉ báo trạng thái mạng. Trạng thái của chân này được liệt kê trong bảng sau:

Bảng . Bảng trạng thái của SIM900A

|  |  |
| --- | --- |
| Trạng thái | Hành vi của SIM900A |
| Off | Tắt nguồn |
| 64ms On/ 800ms Off | Chưa đăng ký mạng |
| 64ms On/ 3000ms Off | Đã đăng ký mạng |
| 64ms On/300ms Off | Giao tiếp GPRS được thiết lập |

Diagram

Description automatically generated

Hình . Khối hiển thị trạng thái của SIM900A

Mạch báo trạng thái về nguồn, mạng của SIM900A như mạch**Error! Reference source not found.** trên.

LED STATUS sẽ sáng khi SIM900A bật nguồn và tắt khi nó tắt nguồn.

Đối với các giá trị R11, R12, R14 được tính dựa trên dòng vào các cực của BJT 2N2222.

Để 2N2222 hoạt động ở chế độ đóng cắt thì IB > IB SAT = IC SAT / hFE­ với

IC SAT = (VSIM-VBAT – VLED - VCE SAT) / R11 = (4.3 – 0.3 – 0.4) / 4.7k = 0.8 mA

Khi đó IB > 0.8 / 50 = 0.02 mA (hFE = 50 tại IC = 1mA)

Điện trở R12 < (VDD – VBE SAT) / IB = (4.3 – 1.3) / 0.02= 150k . Chọn R12 = 4.7k. (Với VDD là điện áp treo trên chân của vi điều khiển)

Điện trở pulldown R14 dùng để đảm bảo Q1 khóa khi không có áp điều khiển trước R12, trong thực tế nó thường có giá trị 47k.

* Diagram, schematic

  Description automatically generatedKhối ăn-ten GSM của SIM900A

Hình . Khối ăn-ten GSM của SIM900A

A close-up of a screwdriver

Description automatically generated with medium confidenceHình trên là sơ đồ kết nối giữa SIM900A và ăn-ten. Ăn-ten sử dụng ở đây là ăn-ten GSM.

Hình . Ăn-ten GSM

* Khối giữ thẻ SIM của SIM900A

Diagram, schematic

Description automatically generatedĐối với khối này thì chúng ta nên sử dụng thành phần bảo vệ Electrostatic Discharge (ESD) như ST ESDA6V1-5W6 hoặc ON SEMI SMF05C. Các thành phần ngoại vi của thẻ SIM phải được đặt gần với SIM chủ thẻ. Mạch kết nối của ngăn chứa thẻ SIM loại 6 chân được minh họa sau.

Hình . Khối giữ thẻ SIM của SIM900A

Tín hiệu thẻ SIM có thể bị nhiễu bởi một số tín hiệu tần số cao, chúng ta nên làm theo những nguyên tắc này trong khi thiết kế:

* Ngăn chứa thẻ SIM phải cách xa ăn-ten GSM
* Các đường dây SIM nên tránh xa các đường RF, VBAT và các đường tín hiệu tốc độ cao
* Các đường dây phải càng ngắn càng tốt
* Giữ GND của thẻ SIM kết nối trực tiếp với mặt đất chính
* Che chắn tốt tín hiệu thẻ SIM
* Khuyến nghị đặt tụ điện 100nF trên đường SIM\_VDD và để gần ngăn chứa thẻ SIM
* Thêm một số TVS có điện dung ký sinh không được vượt quá 50pF

### Diagram, schematic Description automatically generated Khối cảm biến

Hình . Sơ đồ nguyên lý của khối cảm biến

* Cảm biến DHT11:
  + Nguồn 5VDC được cấp cho cảm biến hoạt động thông qua hai chân VDD và GND. Điện trở treo 4.7k được sử dụng để kéo đường DATA lên mức cao sẽ đảm bảo loại trừ trạng thái không xác định.
  + Khi thực hiện cấp nguồn cho cảm biến hoạt động cần đảm bảo không gửi bất cứ dữ liệu gì cho cảm biến trong giây đầu tiên để tránh trạng thái hoạt động mất ổn định của cảm biến về sau.
* Cảm biến độ ẩm đất:

Đọc giá trị cảm biến độ ẩm đất bằng bộ chuyển đổi ADC của Vi điều khiển, vì vậy chỉ cần sử dụng 1 chân data analog để đọc.

* Cảm biến mưa:

Kết nối với 1 GPIO của vi điều khiển.

* Cảm biến Accelerometer và Gyroscope:

Đọc giá trị cảm biến thông qua giao thức I2C của Vi điều khiển, kết nối thông qua chân SCL, SDA

### Thiết kế mạch in PCB

## Diagram, schematic, map Description automatically generatedA picture containing text, electronics, circuit Description automatically generatedThiết kế phần mềm hệ thống

Hình . PCB mạch thiết kế

### Diagram Description automatically generatedLưu đồ thuật toán

### Giao tiếp với cảm biến DHT11

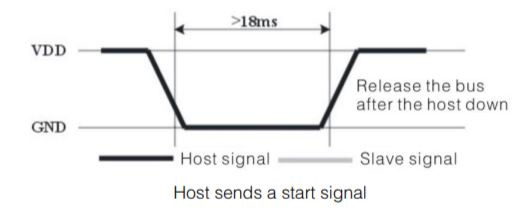
DHT11 là cảm biến sử dụng giao tiếp 1 dây, mỗi khi muốn đọc dữ liệu, vi điều khiển gửi tín hiệu yêu cầu đọc và đợi dữ liệu gửi về từ cảm biến.

Trình tự đọc dữ liệu từ cảm biến gồm 2 bước:

* Bước 1: Gửi tín hiệu muốn đo (Start) tới DHT11, sau đó đợi DHT11 phản hồi.
* Bước 2: Sau khi đã giao tiếp được với cảm biến, cảm biến gửi lại 5 byte dữ liệu và đọc giá trị đó, ta có được giá trị độ ẩm, nhiệt độ.

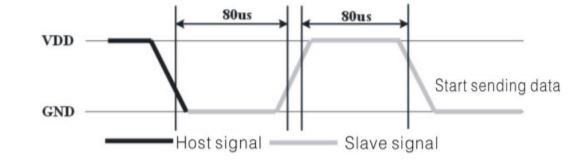
#### Khởi tạo cảm biến:

* Đặt pin (dữ liệu) làm đầu ra.
* Kéo pin thấp trong ≥ 18ms.



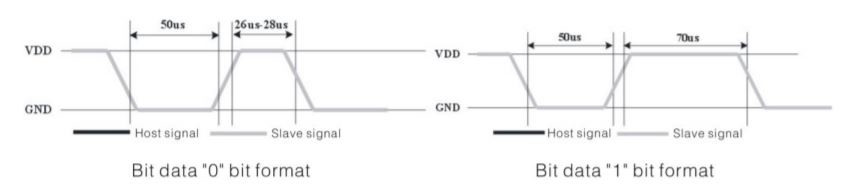
Hình . Tín hiệu khởi tạo cảm biến

* Vi điều khiển đặt pin data thành đầu vào. Sau khoảng 25-40us, DHT sẽ bắt đầu gửi tín hiệu phản hồi. DHT11 sẽ kéo tín hiệu xuống thấp trong 80us và cao khoảng 80us. Sau khi kiểm tra đúng, cảm biến sẽ được khởi tạo và sẽ gửi dữ liệu đến vi điều khiển.



Hình . Phản hồi của DHT11

#### Đọc giá trị cảm biến



Hình . Tín hiệu data của DHT11

DHT11 sẽ gửi 40 bit dữ liệu. Quá trình truyền mỗi bit bắt đầu với mức điện áp thấp kéo dài 50us, độ dài của tín hiệu quy định bit là 0 hay 1.

* Độ dài của mức điện áp cao vào khoảng 26-28 us , bit là "0".
* Độ dài là khoảng 70 us , thì bit là "1".

Diagram

Description automatically generated

Hình . Tính toán giá trị cảm biến DHT11

* 40 bit gửi bởi DHT11 như sau DỮ LIỆU = 8 bit dữ liệu số nguyên độ ẩm + 8 bit số thập phân độ ẩm + 8 bit dữ liệu số nguyên nhiệt độ + 8 bit dữ liệu số thập phân nhiệt độ + 8 bit checksum.
* Nếu Byte Checksum = (8 bit cuối) (Byte1 +Byte2 +Byte3 + Byte4) thì giá trị độ ẩm và nhiệt độ là chính xác, nếu sai thì kết quả đo không có nghĩa.
* Đối với cảm biến DHT11, thời gian là rất quan trọng, vì vậy dùng 1 timer để tạo ra đơn vị thời gian trong quá trình đọc cảm biến.

Lập trình vi điều khiển đọc dữ liệu:

* Chờ cho pin cao để đo thời gian.
* Sau 40 µs, nếu pin thấp thì là bit 0 (Do bit 0 kéo dài 26-28µs); nếu pin cao là bit 1.
* Chờ pin xuống thấp để chuyển đọc bit tiếp theo.

### Đọc giá trị độ ẩm đất

Cảm biến độ ẩm đất với đầu ra là tín hiệu điện áp, sử dụng bộ chuyển đổi ADC tích hợp trong vi điều khiển để đọc giá trị này.

Lựa chọn độ phân giải 12bit, chế độ chuyển đổi đơn và liên tục, sử dụng phương pháp PollForConversion, thăm dò ADC và đợi quá trình chuyển đổi kết thúc.

### Giao tiếp với OLED bằng SSD1306 driver

Khởi tạo I2C ở chế độ normal: 100 khZ

Driver SSD1306 hỗ trợ các font chữ và cỡ chữ. Ngoài ra còn có các chế độ nền, xóa, cuộn, lật…

### Giao tiếp với SIM

Do chưa hoàn thành mạch đo nên em sẽ sử dụng ESP8266 để demo giao thức truyền tin HTTP thông qua tập lệnh AT

Module này thì nhà sản xuất đã nạp sẵn firmwave AT command với tốc độ baud là 115200. Có thể tự nạp lại firmware thông qua hướng dẫn theo link [*https://docs.espressif.com/projects/esp-*](https://docs.espressif.com/projects/esp-) *at/en/latest/Get\_Started/Downloading\_guide.html*

Một số lệnh AT

Bảng . Tập lệnh AT cơ bản

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Lệnh | Chức năng | Mô tả |
| AT+RST | Restart ESP |  |
| AT+RESTORE | Đặt lại chế độ nhà máy của module | AT+RESTORE |
| AT+MODE | Cài đặt chế độ hoạt động | Hoạt động ở 3 chế độ:  MODE =1 station  MODE =2  MODE =3 |
| AT+CWJAP = <ssid>,<passwd> | Kết nối với router | AT+CWJAP="espressif","1234567890" |

Tập lệnh AT cho HTTP

Bảng . Tập lệnh AT cho kết nối HTTP

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Lệnh | Chức năng | Ví dụ |
| AT+HTTPCLIENT | Gửi yêu cầu HTTP | AT+HTTPCLIENT=<opt>,<content-type>,<"url">,[<"host">],[<"path">],<transport\_type>[,<"data">][,<"http\_req\_header">][,<"http\_req\_header">][...] |
| AT+HTTPGETSIZE | Nhận được kích thước nguồn HTTP | AT+HTTPGETSIZE=<"url"> |
| AT+HTTPCGET | Lấy nguồn HTTP | AT+HTTPCGET=<"url">[,<tx size>][,<rx size>][,<timeout>] |
| AT+HTTPCPOST | Gửi POST HTTP nếu dữ liệu dài quá 256 bytes | AT+HTTPCPOST=<"url">,<length>[,<http\_req\_header\_cnt>][,<http\_req\_header>..<http\_req\_header>] |

Các bước để sử dụng phương thức POST HTTP:

Bước 1: Đặt lại chế độ nhà máy AT+RESTORE

Bước 2: Đặt chế độ wifi ở station mode AT+CWMODE=1

Bước 3: Kết nối với Router: AT+CWJAP="espressif","1234567890"

Bước 4: Gửi một yêu cầu HTTPPOST:

AT+HTTPCLIENT=3,1,"http://httpbin.org/post",,,1,"{\"form\":{\"purpose\":\"test\"}}"

## Xây dựng webserver

* Thu thập dữ liệu cảm biến từ device và gửi đến máy chủ qua giao thức HTTP.
* Tất cả dữ liệu gửi lên từ thiết bị sẽ được lưu trữ vào cơ sơ dữ liệu SQL (MongoDB cloud).
* Từ giao diện trên webserver có thể đọc dữ liệu từ cơ sở dữ liệu để hiển thị giám sát và gửi dữ liệu để lọc dữ liệu tìm kiếm theo ngày tháng năm

### Front-end

Chart

Description automatically generatedĐể xây dựng phía giao diện người dùng, em sử dụng HTML/CSS để phát triển. HTML, HyperText Markup Language, cung cấp cấu trúc nội dung và ý nghĩa bằng cách xác định nội dung đó, ví dụ như tiêu đề, đoạn văn hoặc hình ảnh. CSS, hay Cascading Style Sheets, là ngôn ngữ trình bày được dùng để tạo kiểu cho sự xuất hiện của nội dung sử dụng, ví dụ như phông chữ hoặc màu sắc.

Hình . Giao diện quan sát các thông số cảm biến

Ở giao diện trên gồm 4 thẻ để hiển thị dữ liệu cảm biến thu được mới nhất. Các thẻ bao gồm Accelerometer, Gyroscope, Temp&Humi, Rain tương ứng với các cảm biến có trong mạch. Ngoài ra còn có thông tin, dữ liệu thời tiết từng khu vực có thể tìm kiếm nhờ thanh Search (dữ liệu này được cấp bởi api miễn phí <https://openweathermap.org/> ). Để có dữ liệu của các cảm biến em xây dựng database và các api để cấp dữ liệu cần thiết để hiển thị lên website.

### Back-end

Trong dự án này em sử dụng framework FastAPI để xây dựng các api.

FastApi là 1 web framework dùng để build API có hiệu năng cao, code dễ dàng, đơn giản nhưng cũng hỗ trợ tốt cho việc làm sản phẩm. FastAPI sử dụng ngôn ngữ python, có sử dụng Swagger để hiển thị giao diện test.

Đặc điểm chính:

* FastAPI: Hiệu suất cao ngang với NodeJS và Go.
* Fast to code: Code nhanh hơn, tốc độ code các features tăng khoảng 200 đến 300 %.
* Fewer bugs: do đơn giản nên giảm số bugs của developper đến 40%.
* Intuitive: hỗ trợ code dễ hơn với tự động gợi ý, debug cần ít thời gian hơn so với trước.
* Easy: được thiết kế sao cho dễ dùng dễ học.
* Short: Tối thiểu việc lặp code. Các tham số truyền vào có nhiều tính năng. Ít bugs.
* A screenshot of a computer

  Description automatically generatedGraphical user interface, text, application, email

  Description automatically generatedRobust: hiệu năng mạnh mẽ, có thể tương tác API qua docs.

Hình . Các trường hiển thị trong chuỗi JSON gửi đi

Hình . Giao diện FastAPI sử dụng swagger

Kết nối tới database:

from pymongo import MongoClient

MONGODB\_URL=f'mongodb+srv://plum:q6Ur6p62KgDr5!Y@clustere.p@gju.mongodb.net/\*\*test\*\*?retrywrites=true&w=majority'

client MongoClient(MONGODB\_URL)

client.get\_database("test") conn

Các api xây dựng:

<https://sensorcolln01.herokuapp.com/Sensors> // Post data

<https://sensorcolln01.herokuapp.com/Data> //Get data

[https://sensorcolln01.herokuapp.com/Data/{time}/minute](https://sensorcolln01.herokuapp.com/Data/%7btime%7d/minute) //Get data by time

### Database

Database xây dựng trong dự án là MongoDB.

MongoDB là một database hướng tài liệu (document), một dạng NoSQL database. Vì thế, MongoDB sẽ tránh cấu trúc table-based của relational database để thích ứng với các tài liệu như JSON có một schema rất linh hoạt gọi là BSON. MongoDB sử dụng lưu trữ dữ liệu dưới dạng Document JSON nên mỗi một collection sẽ các các kích cỡ và các document khác nhau. Các dữ liệu được lưu trữ trong document kiểu JSON nên truy vấn sẽ rất nhanh.

Graphical user interface, text, application, email

Description automatically generatedCác trường xây dựng trên database:

Hình . Các trường xây dựng trên database MongoDB

#### Chuỗi Json

A screenshot of a computer

Description automatically generated with low confidence

Hình . Cách thức hoạt động chuỗi Json

JSON là chữ viết tắt của Javascript Object Notation, đây là một dạng dữ liệu tuân theo một quy luật nhất định. JSON có định dạng đơn giản, dễ dàng sử dụng và truy vấn.

* Cú pháp của JSON rất đơn giản là mỗi thông tin dữ liệu sẽ có 2 phần đó là key và value, điều này tương ứng trong CSDL là tên field và giá trị của nó ở một bản ghi nào đó.
* Chuỗi JSON được bao lại bởi dấu ngoặc nhọn {} là Json Object.
* Các key, value của JSON bắt buộc phải đặt trong dấu nháy kép {"}. Nếu có nhiều dữ liệu (nhiều cặp key, value) thì ta dùng dấu phẩy (,) để ngăn cách.

Trong báo cáo này, chuỗi dữ liệu được gửi từ Server về giao diện Front-end có cấu trúc là mỗi chuỗi JSON.

Shape, rectangle

Description automatically generated

Hình . Dạng chuỗi JSON của API

Như trong hình trên, chuỗi Json được tạo ra có cấu trúc:

* Trong Json object có trường id, các thông số cảm biến và ngày giờ đưa dữ liệu lên server

# KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC VÀ ĐÁNH GIÁ

## Kết quả đạt được

A picture containing text, electronics, circuit, green

Description automatically generatedKết quả mạch thật đạt được như sau:

Hình . Hình ảnh mạch thật chưa hoàn thiện

Kết quả trên website:

Graphical user interface, text, application

Description automatically generatedGửi dữ liệu thông qua Hercules nhờ tập lệnh AT

Graphical user interface, text, application, email, Teams

Description automatically generatedDữ liệu trên database  
Dữ liệu hiển thị nhờ Swagger

Graphical user interface, application

Description automatically generatedGraphical user interface, text

Description automatically generatedHiển thị trên giao diện

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Wireless Sensor Network for Flash-flood Warning : Nampung-forested Watershed - Termpong Srited1 Kata Jaruwongrungsee2 and Preecha Kocharoen1

[2] Zhang, J., Zhou, C., Xu, K., and Watanabe, M. 2002. Flood Disaster monitoring and evaluation in China, Envionmental Hazards, Vol. 4, 2002 p.33-43.

[3] Chang, N. and Guo Da-Hai. 2006. Urban Flash Flood Monitoring, Mapping and Forecasting via a Tailored Sensor Network System, Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control 2006, issue 23-25, pp. 757-761, April 2006.

[4] Giải pháp không dây cho hệ thống giám sát cảnh báo lở đất – TechPro.

[5] Datasheet STM32F030CCT6