

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH

KHOA ĐIỆN ĐIỆN TỬ

**BỘ MÔN KỸ THUẬT MÁY TÍNH - VIỄN THÔNG**

\*\*\*\*\*



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG  
QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG  
VÀ CẢNH BÁO THIÊN TAI**

NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT MÁY TÍNH

Sinh viên: **HUỲNH QUỐC VIỆT**

MSSV: 17119114

TP. HỒ CHÍ MINH – 12/2021

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH

KHOA ĐIỆN ĐIỆN TỬ

BỘ MÔN KỸ THUẬT MÁY TÍNH - VIỄN THÔNG

\*\*\*\*\*



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG  
QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG  
VÀ CẢNH BÁO THIÊN TAI**

NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT MÁY TÍNH

Sinh viên: **HUỲNH QUỐC VIỆT**

MSSV: 17119114

Hướng dẫn: **ThS. TRƯƠNG QUANG PHÚC**

TP. HỒ CHÍ MINH – 12/2021

# THÔNG TIN KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

## 1. Thông tin sinh viên

Họ và tên sinh viên: Huỳnh Quốc Việt

MSSV: 17119114

Email: [viethq.hcmute@gmail.com](mailto:viethq.hcmute@gmail.com)

Điện thoại: 0937632122

## 2. Thông tin đề tài

Tên đề tài: Thiết kế hệ thống quan trắc môi trường và cảnh báo thiên tai.

Đơn vị quản lý: Bộ môn Kỹ thuật Máy tính – Viễn thông, khoa Điện – Điện tử,  
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh.

Thời gian thực hiện: Từ ngày 13/9/2021 đến ngày 03/01/2022.

Thời gian bảo vệ trước hội đồng:

## 3. Lời cam đoan của sinh viên

Tôi - Huỳnh Quốc Việt cam đoan KLTN là công trình nghiên cứu của bản thân tôi dưới sự hướng dẫn của ThS. Trương Quang Phúc. Kết quả công bố trong KLTN là trung thực và không sao chép từ bất kỳ công trình nào khác.

*Tp.HCM, ngày... tháng 01 năm 2022*

SV thực hiện đồ án

*(Ký và ghi rõ họ tên)*

**Huỳnh Quốc Việt**

## LỜI CẢM ƠN

Đề tài: “Thiết kế Hệ thống quan trắc môi trường và cảnh báo thiên tai” cũng đã được hoàn thành. Để có được kết quả này lời đầu tiên tôi xin chân thành cảm ơn **thầy Trương Quang Phúc** từ những ngày đầu thực hiện đề án đã tận tình giúp đỡ, gợi ý và hướng dẫn tôi hoàn thành đề án đúng tiến độ. Thầy thấu hiểu đến từng sinh viên làm việc với thầy để rồi đối với mỗi một sinh viên khác nhau những giai đoạn thực hiện đề án khác nhau thầy sẽ có những cách thức hỗ trợ sinh viên tốt nhất. Qua quá trình làm việc với thầy tôi không những tiếp thu thêm những kiến thức chuyên ngành bổ ích mà còn là những kỹ năng hay, tôi rèn luyện thêm về thái độ trong công việc đặc biệt là trong quá trình nghiên cứu khoa học. Đề án tốt nghiệp lần này và khoảng thời gian làm việc với thầy vừa qua sẽ là một trong những hành trang quan trọng nhất cho con đường sự nghiệp của tôi sau này.

Bên cạnh đó, tôi cũng xin cảm ơn sâu sắc và gửi lời chúc sức khỏe đến tất cả các giảng viên, những người đã giúp tôi sửa soạn những hành trang quý báu. Những kiến thức về chuyên môn và kỹ năng trong suốt thời gian tôi đã theo học tại khoa Điện – Điện tử, trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành Phố Hồ Chí Minh chính là những nền móng vững chắc mà đề án tốt nghiệp này chính là một trong những thành quả tôi xây lên trên nền móng ấy.

Quá trình thực hiện đề án này tôi cũng đã rất cố gắng hoàn thành đề tài tốt nhất có thể, nhưng yếu tố thời gian và kiến thức còn hạn chế nên không thể tránh khỏi những sai sót. Những điều đã đạt được và còn khiêm khuyết, tôi sẽ ghi nhận thật kỹ. Rất mong nhận được sự thông cảm và chia sẻ của quý thầy cô và bạn bè để đề tài này của tôi được hoàn thiện tốt hơn nữa.

Sinh viên thực hiện

*Huỳnh Quốc Việt*

# TÓM TẮT

Việt Nam hiện tại được đánh giá là một trong 10 nước chịu nhiều ảnh hưởng nhất từ những tác động từ môi trường, khí hậu và thời tiết đặc biệt là ảnh hưởng từ thiên tai bão, lũ, sạt lở đất. Từ tình hình trên, kết hợp với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ IoT và các ứng dụng thực tiễn của nó vào đời sống, tôi đã xây dựng hệ thống quan trắc môi trường và cảnh báo thiên tai trên nền tảng một hệ thống IoT hoàn chỉnh. Hệ thống bao gồm hai chức năng: một là quan trắc các thông số môi trường (trong đề tài này tôi thực hiện đối với 3 thông số là độ ẩm đất, lượng mưa và tốc độ gió) từ đó các dữ liệu thông số này được thông tin đến người dùng và đến các trạm quản lý; hai là cảnh báo thiên tai với các hình thức như cảnh báo tại chỗ, cảnh báo đến các trạm, cảnh báo qua tin nhắn SMS và cảnh báo qua ứng dụng trên các thiết bị di động.

Hệ thống được thiết kế với 4 phần: một là các điểm quan trắc môi trường sử dụng vi điều khiển Arduino Nano, giao tiếp với các ngoại vi là cảm biến ẩm đất, thiết bị đo lượng mưa, thiết bị đo tốc độ gió và thực hiện truyền dữ liệu đến trạm thu thập dữ liệu thông qua giao thức truyền thông LoRa. Hai là các trạm thu thập dữ liệu sử dụng mạch phát triển ESP8266 NodeMCU truyền nhận dữ liệu và quản lý các điểm quan trắc thông qua LoRa, dữ liệu sau được cập nhật lên Firebase thông qua wifi, kết hợp với module SIM900A để gửi các cảnh báo đến người dùng thông qua tin nhắn SMS. Ba là cơ sở dữ liệu sử dụng Firebase Realtime Database để lưu trữ các dữ liệu thông số được cập nhật từ các trạm thu thập dữ liệu. Bốn là một ứng dụng di động Android giúp người dùng theo dõi các thông tin môi trường cũng như là các cảnh báo về tình hình thời tiết và một giao diện quản lý tại các trạm thu thập dữ liệu giúp nhân viên trực trạm dễ dàng ứng phó, xử lý kịp thời.

Qua quá trình tìm hiểu, nghiên cứu các cơ sở lý thuyết và tiến hành thiết kế hệ thống, tôi hoàn thành việc thiết kế hệ thống và vận hành hệ thống ổn định. Kết quả đạt được là hệ thống vận hành với độ chính xác, tốc độ và sự bảo toàn dữ liệu trong quá trình truyền nhận đạt các yêu cầu, tính năng, chức năng đã đặt ra. Bên cạnh đó vẫn còn tồn tại một số hạn chế đã được tôi nhìn nhận và định hướng phát triển về sau.

# MỤC LỤC

<b>DANH MỤC HÌNH</b> .....	vi
<b>DANH MỤC BẢNG</b> .....	viii
<b>DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT</b> .....	ix
<b>CHƯƠNG 1 GIỚI THIỆU</b> .....	<b>1</b>
1.1    GIỚI THIỆU.....	1
1.2    TỔNG QUAN VỀ TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU.....	2
1.2.1    Một số các đề tài, dự án nghiên cứu trong nước.....	2
1.2.2    Một số dự án nghiên cứu của nước ngoài.....	3
1.3    MỤC TIÊU VÀ GIỚI HẠN ĐỀ TÀI.....	4
1.3.1    Mục tiêu đề tài.....	4
1.3.2    Giới hạn đề tài.....	5
1.4    PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	5
1.5    BỐ CỤC BÁO CÁO.....	6
<b>CHƯƠNG 2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT</b> .....	<b>7</b>
2.1    SỰ TƯƠNG QUAN GIỮA LƯỢNG MƯA VÀ ĐỘ ẨM ĐẤT VỚI SẠT(TRƯỢT) LỞ ĐẤT ĐÁ.....	7
2.1.1    Sơ lược về các yếu tố, nguyên nhân chính dẫn đến sạt lở đất.....	7
2.1.2    Ảnh hưởng của lượng mưa và độ ẩm đất.....	7
2.1.3    Những vị trí trọng yếu cần đặt điểm quan trắc môi trường.....	8
2.2    XÁC ĐỊNH GIÁ TRỊ NGUỖNG CỦA CÁC THÔNG SỐ.....	8
2.2.1    Xác định giá trị ngưỡng của tốc độ gió.....	8
2.2.2    Xác định giá trị ngưỡng của lượng mưa.....	10
2.3    GIỚI THIỆU CÁC CẢM BIẾN, THIẾT BỊ ĐO.....	10
2.3.1    Cảm biến độ ẩm đất điện dung.....	10
2.3.2    Cảm biến tốc độ gió.....	12
2.3.3    Cảm biến mực chất lỏng.....	14
2.3.4    Thiết bị đo lượng mưa.....	14
2.3.5    Module cảm biến vật cản hồng ngoại.....	15
2.4    PHẦN CỨNG MODULE ESP8266 VÀ ARDUINO NANO.....	16

2.4.1	Giới thiệu module ESP8266 (nodeMCU).....	16
2.4.2	Giới thiệu phần cứng Arduino Nano .....	20
2.5	GIỚI THIỆU MẠCH THU PHÁT RF LORA SX1278 RA-01 .....	21
2.5.1	LoRa là gì?.....	21
2.5.2	Mạch thu phát RF LoRa SX1278 433MHz SPI Ra-01 .....	21
2.5.3	Phương pháp giao tiếp Multiples Node – Master Node .....	22
2.6	TỔNG QUAN VỀ MẠNG GSM, TIN NHẮN SMS VÀ MODULE SIM900A .....	23
2.6.1	Tổng quan về hệ thống thông tin di động GSM .....	23
2.6.2	Tổng quan về tin nhắn SMS .....	24
2.6.3	Tổng quan về module SIM900A .....	25
2.7	GIỚI THIỆU VỀ FIREBASE REALTIME DATABASE.....	27
2.7.1	Firebase là gì? .....	27
2.7.2	Những tính năng chính của Firebase .....	27
2.7.3	Firebase Realtime Database.....	28
	<b>CHƯƠNG 3 THIẾT KẾ HỆ THỐNG.....</b>	<b>29</b>
3.1	YÊU CẦU THIẾT KẾ.....	29
3.2	ĐẶC TẢ KỸ THUẬT .....	29
3.2.1	Chức năng kỹ thuật .....	29
3.2.2	Đặc tính kỹ thuật.....	30
3.3	TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG .....	30
3.3.1	Thiết kế sơ đồ khối hệ thống .....	30
3.3.2	Thiết kế phần cứng .....	31
3.3.3	Thiết kế phần mềm .....	40
	<b>CHƯƠNG 4 KẾT QUẢ VÀ ĐÁNH GIÁ.....</b>	<b>55</b>
4.1	KẾT QUẢ.....	55
4.1.1	Kết quả đạt được .....	55
4.1.2	Kết quả thực hiện .....	56
4.2	ĐÁNH GIÁ HỆ THỐNG .....	68
4.2.1	Những điều đã đạt được.....	68

4.2.2	Những hạn chế của đề tài.....	69
<b>CHƯƠNG 5 KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN .....</b>		<b>70</b>
5.1	KẾT LUẬN .....	70
5.2	HƯỚNG PHÁT TRIỂN .....	71
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>		<b>72</b>



## DANH MỤC HÌNH

Hình 2.1: Cảm biến độ ẩm đất điện dung. ....	11
Hình 2.2: Cảm biến tốc độ gió[13]. ....	12
Hình 2.3: Cảm biến mực chất lỏng[14]. ....	14
Hình 2.4: Thiết bị đo lượng mưa ERG-200[15]. ....	15
Hình 2.5: Module cảm biến vật cản hồng ngoại[16]. ....	16
Hình 2.6: Sơ đồ chân ESP8266[17]. ....	17
Hình 2.7: Chức năng các chân của ESP8266[17]. ....	18
Hình 2.8: Các loại module do ESPRESSIF sản xuất[17]. ....	18
Hình 2.9: Các loại module do Ai-Thinker sản xuất[17]. ....	19
Hình 2.10: Mạch phát triển NodeMCU (ESP8266)[17]. ....	19
Hình 2.11: Board Vi điều khiển Arduino Nano[18]. ....	20
Hình 2.12: Mạch thu phát RF LoRa SX1278 433MHZ SPI Ra-01[19]. ....	21
Hình 2.13: Module SIM900A[20]. ....	25
Hình 2.14: Ví dụ về Firebase Realtime Database. ....	28
Hình 2.15: Định dạng Json sau khi xuất dữ liệu từ Firebase RT Database. ....	28
Hình 3.1: Sơ đồ khối tổng quát của hệ thống. ....	30
Hình 3.2: Sơ đồ khối của điểm quan trắc. ....	32
Hình 3.3: Ý tưởng thiết kế thiết bị đo lượng mưa. ....	34
Hình 3.4: Ý tưởng thiết kế thiết bị đo tốc độ gió. ....	35
Hình 3.5: Sơ đồ kết nối tại các điểm quan trắc. ....	37
Hình 3.6: Cách lắp đặt điểm quan trắc tại địa phương. ....	38
Hình 3.7: Sơ đồ khối của trạm thu thập dữ liệu. ....	38
Hình 3.8: Sơ đồ kết nối tại các trạm thu thập. ....	39
Hình 3.9: Tiến trình hoạt động của hệ thống. ....	40
Hình 3.10: Lưu đồ hoạt động toàn hệ thống. ....	41
Hình 3.11: Mô phỏng sơ đồ cây quản lý dữ liệu. ....	42
Hình 3.12: Lưu đồ giải thuật chương trình chính của điểm quan trắc. ....	43
Hình 3.13: Chương trình chờ lệnh thực thi. ....	44
Hình 3.14: Các chương trình con thu thập thông số môi trường. ....	45

Hình 3.15: Chương trình con gửi dữ liệu về trạm thu thập.....	46
Hình 3.16: Lưu đồ giải thuật chương trình chính trạm thu thập dữ liệu.....	47
Hình 3.17: Lưu đồ giải thuật chương trình gọi lệnh thực thi.....	48
Hình 3.18: Lưu đồ giải thuật chương trình xử lý dữ liệu từ điểm quan trắc.....	49
Hình 3.19: Lưu đồ giải thuật chương trình gửi lệnh yêu cầu thực thi. ....	50
Hình 3.20: Lưu đồ giải thuật chương trình gửi tin nhắn SMS cảnh báo.....	51
Hình 3.21: Giao diện quản lý trạm thu thập dữ liệu .....	52
Hình 3.22: Giao diện khung quản lý kết nối. ....	52
Hình 3.23: Giao diện khung hiển thị thông số và cảnh báo.....	53
Hình 3.24: Lưu đồ giải thuật giao diện Winform .....	53
Hình 3.25: Giao diện ứng dụng di động.....	54
Hình 4.1: Kết quả toàn bộ hệ thống đã xây dựng .....	55
Hình 4.2: Kết quả phân cứng của hệ thống.....	56
Hình 4.3: Kết quả phân cứng của điểm quan trắc môi trường.....	57
Hình 4.4: Mạch PCB tại điểm quan trắc .....	58
Hình 4.5: Kết quả phân cứng của trạm thu thập dữ liệu .....	59
Hình 4.6: Mạch PCB của trạm thu thập dữ liệu.....	59
Hình 4.7: Trạng thái của cảm biến đôi với cánh quạt. ....	60
Hình 4.8: Mức nước (lượng mưa) đo được thực tế khi vận hành hệ thống. ....	61
Hình 4.9: Hoạt động phần mềm của điểm quan trắc môi trường.....	61
Hình 4.10: Tin nhắn cảnh báo nhận từ trạm thu thập dữ liệu. ....	62
Hình 4.11: Hoạt động phần mềm của trạm thu thập dữ liệu.....	63
Hình 4.12: Kết quả thiết kế giao diện quản lý tại trạm thu thập dữ liệu.....	64
Hình 4.13: Màn hình giao diện thực tế của ứng dụng di động. ....	65
Hình 4.14: Kết quả thực tế của ứng dụng di động. ....	66
Hình 4.15: Kết quả chức năng cảnh báo cấp 1.....	67
Hình 4.16: Kết quả cảnh báo cấp 2. ....	67
Hình 4.17: Kết quả cảnh báo cấp 3. ....	68

## DANH MỤC BẢNG

Bảng 2.1: Bảng cấp gió và sóng tại Việt Nam.[10] .....	9
Bảng 2.2: Thông số kỹ thuật của cảm biến độ ẩm đất điện dung[12].....	11
Bảng 2.3: Thông số kỹ thuật của cảm biến tốc độ gió[13]. .....	12
Bảng 2.4: Bảng quy đổi giữ điện áp ngõ ra và tốc độ gió[13]. .....	13
Bảng 2.5: Thông số của cảm biến mực chất lỏng[14]. .....	14
Bảng 2.6: Thông số kỹ thuật của thiết bị đo lượng mưa ERG-200[15].....	15
Bảng 2.7: Thông số kỹ thuật cảm biến vật cản hồng ngoại[16]. .....	16
Bảng 2.8: Một vài tính năng và đặc tính kỹ thuật của ESP8266[17].....	17
Bảng 2.9: Thông số kỹ thuật của Arduino Nano[18]. .....	20
Bảng 2.10: Thông số kỹ thuật của mạch thu phát[19]. .....	22
Bảng 2.11: Thông số kỹ thuật của module SIM900A[20].....	25
Bảng 3.1: Kết quả đo thực tế thiết bị đo lượng mưa .....	34
Bảng 3.2: Bảng so sánh các phương thức truyền thông không dây phổ biến.....	35
Bảng 3.3: Bảng thông tin kết nối của các thiết bị, cảm biến tại điểm quan trắc..	37
Bảng 3.4: Bảng thông tin kết nối của các thiết bị, cảm biến tại trạm thu thập ....	39

## DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

STT	VIẾT TẮT	VIẾT ĐẦY ĐỦ
1	AT	ATtention
2	COM	Computer Output on Micro
3	CSDL	Cơ sở dữ liệu
4	EWS	Early Warning System
5	GPRS	General Packet Radio Service
6	GSM	Groupe Spécial Mobile
7	IoT	Internet of Thing
8	KH-CN	Khoa học – Công nghệ
9	LoRa	Long Range Radio
10	MISO	Master IN Slave OUT
11	MOSI	Master OUT Slave IN
12	PCB	Printed Circuit Board
13	RF	Radio Frequency
14	RRTT	Rủi ro thiên tai
15	SMS	Short Messaging Service
16	SoC	System on Chip
17	SPI	Serial Peripheral Interface
18	SS	Slave Select
19	SSL	Sercure Sockets Layer
20	TDM	Time Division Multiplexing
21	UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter
22	UAV	Unmanned Aerial Vehicle
23	VDC	Volt-Direct Current
24	WFA	Window Forms Application
25	XLTT	Xử lý trung tâm
26	XML	eXtensible Markup Language

# CHƯƠNG 1

## GIỚI THIỆU

### 1.1 GIỚI THIỆU

Ngày nay với sự phát triển không ngừng nghỉ của khoa học công nghệ thì đất nước chúng ta cũng nhờ đó mà không ngừng phát triển, văn minh và hiện đại hơn. Sự phát triển của công nghệ nói chung và điện tử thông minh nói riêng đã góp phần rất lớn trong việc mang lại những giá trị vật chất lẫn tinh thần cho con người trong cuộc sống hiện đại. Bên cạnh sứ mệnh tạo thêm nhiều sự tiện nghi, tốt đẹp hơn thì một sứ mệnh khác cũng không kém phần quan trọng của khoa học công nghệ đó chính là giải quyết các khó khăn, những vấn đề còn hạn chế của con người. Và điều mà tôi muốn trình bày cụ thể ở đề tài báo cáo này là việc ứng dụng khoa học công nghệ tiên tiến để giải quyết các vấn đề xoay quanh thiên tai và môi trường, đặc biệt là tình hình bão lũ ở miền Trung, Việt Nam.

Đất nước ta với vị trí địa lý thuộc khu vực chịu ảnh hưởng của khí hậu nhiệt đới gió mùa, hiện đã và đang 1 trong 10 quốc gia chịu nhiều ảnh hưởng, nhiều thiệt hại từ thiên tai nhất trên thế giới[1]. Chúng ta có thể dễ dàng nhận thấy điều đó qua các số liệu thống kê trong năm 2020 về tình hình thiên tai cụ thể như sau: “Từ đầu năm đến nay, thiên tai diễn biến phức tạp, bất thường trên nhiều vùng miền cả nước, đã xảy ra 16 loại hình thiên tai: 10 cơn bão trên biển Đông; 263 trận dông, lốc, mưa lớn trên 49 tỉnh/TP, trong đó 09 đợt trên diện rộng tại 21 tỉnh, TP Bắc Bộ và Trung Bộ; 101 trận lũ, lũ quét, sạt lở đất; đặc biệt là đợt mưa lũ lớn lịch sử từ ngày 6-22/10 tại khu vực Trung Bộ, nhất là tại các tỉnh từ Hà Tĩnh đến Thừa Thiên Huế; 82 trận động đất, trong đó có 02 trận động đất với RRTT (Rủi ro thiên tai) cấp 4 (tại Mường Tè, Lai Châu ngày 16/6 với độ lớn 4.9; tại Mộc Châu, Sơn La ngày 27/7 với độ lớn 5.3); hạn hán, xâm nhập mặn nghiêm trọng, sạt lở bờ sông, bờ biển, sụt lún đê biển tại đồng bằng sông Cửu Long.”[2].

Tình hình thiên tai ở nước ta có thể không thay đổi được nhưng những tổn thất về kinh tế, xã hội và đời sống nhân dân do thiên tai gây ra là điều có thể thay đổi

được. Thật vậy, khi mà quá trình phát triển Khoa học – Công nghệ (KH-CN) của nước ta đang trong giai đoạn phát triển nhảy vọt thì việc nhanh chóng đưa công nghệ kỹ thuật vào các ứng dụng phục vụ đời sống của nhân dân, xây dựng và phát triển đất nước đang là những mục tiêu cần được chú trọng. Mà một trong những ứng dụng quan trọng nhất đó chính là vấn đề thiên tai và cụ thể là phải đặc biệt chú trọng đến việc ứng dụng KH-CN trong công tác dự báo cảnh báo thiên tai[3]. Trong đó những vấn đề cấp thiết nhất hiện tại là: dự báo bão, cảnh báo sạt lở đất, thông tin về tình hình thời tiết tiêu cực, phát cảnh báo nguy hiểm và định vị chính xác các vị trí xảy ra sự cố, gặp nguy hiểm để kịp thời ứng phó, tìm kiếm cứu nạn. Tuy hiện nay đã có rất nhiều giải pháp công nghệ đã được phát triển và đưa vào sử dụng, nhưng vẫn còn khá nhiều hạn chế trong việc thông báo đến người dân. Cũng như là, các giải pháp còn quá nhiều bất cập trong việc người dân chủ động tương tác với hệ thống một cách chủ động để có những biện pháp đề phòng hoặc khắc phục kịp thời.

Từ những tình hình thực tế và yêu cầu cấp thiết trên thì việc phát triển một hệ thống đáp ứng đủ các yếu tố: độ tin cậy cao, chi phí thấp và dễ sử dụng là một bài toán khó được đặt ra. Song, lĩnh vực Internet vạn vật – Internet of Things (IoTs) trong những năm gần đây đang từng bước phát triển mạnh ở Việt Nam, IoTs sở hữu một cộng đồng hỗ trợ, phát triển rất lớn, độ tin cậy cao và gần như mọi thứ đều miễn phí hoặc chi phí rất thấp. Từ đó, việc ứng dụng IoTs vào giải quyết bài toán được đặt ra phía trên là điều hoàn toàn hợp lý.

## **1.2 TỔNG QUAN VỀ TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU**

### **1.2.1 Một số các đề tài, dự án nghiên cứu trong nước**

Đối với việc nghiên cứu, ứng dụng KH-CN vào các vấn đề môi trường, nước ta đã và đang có rất nhiều chính sách hỗ trợ nghiên cứu phát triển liên tục không ngừng. Dễ nhận thấy nhất chính là hệ thống mạng lưới quan trắc môi trường quốc gia của chúng ta, hệ thống được đổi mới, nâng cấp hằng năm. Bên cạnh đó, các đề tài nghiên cứu của cá nhân, tổ chức, đặc biệt là các đề tài nghiên cứu đến từ học sinh sinh viên xoay quanh các vấn đề về môi trường và thiên tai đều được chú

trọng, ủng hộ phát triển. Từ đó, việc nghiên cứu, ứng dụng KH-CN vào vấn đề môi trường và thiên tai ở nước ta có cơ hội phát triển mạnh. Ngày càng có thêm nhiều đề tài xuất sắc, hiệu quả được công nhận, nghiệm thu và đầu tư hoàn thiện. Tuy nhiên, ngoài những hiệu quả, thành công đạt được thì các đề tài nghiên cứu hiện tại đều vẫn còn tồn tại một vài khuyết điểm, cụ thể như sau:

- Hệ thống mạng lưới quan trắc môi trường quốc gia[4]: đạt hiệu quả cao về độ tin cậy, mạng lưới ổn định nhưng chi phí duy trì, bảo dưỡng, nâng cấp quá cao, hệ thống cũng chưa tối ưu trong việc truyền thông, thông báo các thông tin cần thiết đến với người dân.

- Đề tài: “Nghiên cứu và xây dựng hệ đo mưa, đo mức lũ giá rẻ ứng dụng cho các tỉnh Tây Bắc” của Mai Thế Phú Quý – trường Đại học Công nghệ Đại học Quốc gia Hà Nội năm 2016[5]: đạt tiêu chí về giá thành rẻ, nhưng hạn chế ở tính ứng dụng, hệ thống chỉ dùng để đo mưa lũ và cảnh báo nên lượng mưa và mức nước lũ vượt quá mức đã thiết đặt sẵn.

- Đề tài: “Nghiên cứu thiết kế hệ thống cảnh báo lũ sớm” của sinh viên viện Điện tử - Viễn thông trường Đại học Bách khoa Hà Nội năm 2018[6]: hệ thống đáp ứng được tiêu chí giá thành rẻ, nhưng còn hạn chế trong việc gửi đi các tín hiệu cảnh báo, do chỉ sử dụng web để hiển thị thông tin, và phần cứng còi đèn để phát cảnh báo tại chỗ.

### **1.2.2 Một số dự án nghiên cứu của nước ngoài**

- Hệ thống cảnh báo lũ lụt sớm Leveline-EWS: hệ thống có tính ổn định, độ tin cậy cao nhưng phát triển trên các nền tảng riêng của doanh nghiệp dẫn đến việc khó đồng bộ cho mạng lưới cả nước và hạn chế về tính “mở” để thu hút nhân lực nghiên cứu phát triển.

- SMS Based Flood monitoring and Early Warning System[7]: hệ thống đảm bảo được các vấn đề về chi phí, độ tin cậy, và tính năng đưa ra các cảnh báo qua tin nhắn điện thoại (SMS) có tốn phí nếu muốn duy trì việc nhận cảnh báo. Hệ thống chưa phát triển ứng dụng di động cho các dòng điện thoại thông minh, qua đó người dùng có thể nhận thông báo khi có Wifi/Dữ liệu di động.

- Real-Time and Intelligent Flood Forecasting Using UAV-Assisted Wireless Sensor Network[8]: hệ thống sử dụng máy bay không người lái (UAV) và các cảm biến hiện đại để thu thập dữ liệu về lũ lụt đạt hiệu quả rất cao nhưng vì thế mà chi phí để phát triển hệ thống này là rất lớn.

Dựa trên những yêu cầu được đặt ra cùng với ưu khuyết điểm chúng ta đã nhìn nhận ở các đề tài, dự án trong và ngoài nước vừa rồi chúng ta đã đúc kết được các mục tiêu của đề tài này: có khả năng tích hợp, mở rộng đa thiên tai; có thể mở rộng thành mạng lưới trên cả nước; chi phí thiết kế phải phù hợp và cân đối với độ tin cậy; gần gũi dễ sử dụng với người dân; có tính “mở” nhằm thúc đẩy nguồn nhân lực tham gia nghiên cứu.

## **1.3 MỤC TIÊU VÀ GIỚI HẠN ĐỀ TÀI**

### **1.3.1 Mục tiêu đề tài**

Hệ thống quan trắc môi trường và cảnh báo thiên tai bao gồm 2 tính năng:

*\*Quan trắc thông số môi trường:* Hệ thống sẽ thu thập các thông số môi trường (độ ẩm đất, lượng mưa, tốc độ gió,...) từ các cảm biến đặt tại các điểm quan trắc từ đó xử lý và gửi thông tin về các trạm thu thập dữ liệu, việc tổng hợp phân tích các thông số sẽ được thực hiện tại đây. Các thông số sau khi được xử lý sẽ được gửi lên cơ sở dữ liệu để lưu trữ và truy xuất khi cần. Sau cùng, một ứng dụng trên thiết bị di động thông minh sẽ truy xuất các thông số và hiển thị cho người dùng.

*\*Cảnh báo thiên tai:* Hệ thống sẽ dựa trên các thông số thu thập được và các tính toán có sẵn để đưa ra các cảnh báo về thiên tai. Tại các điểm quan trắc một tín hiệu cảnh báo sơ bộ (đèn hiệu) sẽ được đưa ra khi các thông số thu thập được vượt quá mức định sẵn. Tại các trạm thu thập dữ liệu, các thông số sau khi được xử lý sẽ cho ra các cảnh báo về thiên tai (nếu có) từ đó gửi đến cơ sở dữ liệu. Sau cùng, một ứng dụng trên thiết bị di động thông minh sẽ truy xuất các thông số và hiển thị cho người dùng. Ngoài ra, đối với các thiết bị di động không thể truy cập wifi để sử dụng ứng dụng di động sẽ được thông tin bằng tin nhắn (SMS) và đối với việc quan sát theo dõi tại trạm thu thập dữ liệu sẽ được hỗ trợ bằng một giao diện quản lý trên máy tính.



### **1.3.2 Giới hạn đề tài**

Vì là đề tài đồ án khóa luận tốt nghiệp sinh viên cho nên có 3 hạn chế như sau:

Thứ nhất, việc sử dụng những thiết bị cảm biến tốt, hiệu quả, chính xác nhất trên thị trường là vượt ngoài khả năng của sinh viên. Vì vậy sinh viên sẽ linh động tìm các thiết bị vừa phải cân bằng giữa giá thành và độ tin cậy, hoặc tự thiết kế chế tạo 1 thiết bị phục vụ yêu cầu sao cho vẫn đảm bảo các điều kiện tiêu chuẩn.

Thứ hai, đề tài là mô phỏng lại 1 phần của hệ thống chính thức cho nên thành phần số lượng như sau: 1 điểm quan trắc môi trường (chỉ tập trung vào thông số Độ ẩm đất, lượng mưa và tốc độ gió), 1 trạm thu thập dữ liệu, 1 cơ sở dữ liệu, 1 máy tính quản lý trạm thu thập và 1 thiết bị người dùng.

Thứ ba, mục tiêu đề tài là hướng đến việc mở rộng khả năng quan trắc nhiều thông số môi trường khác nhau và khả năng cảnh báo đa thiên tai. Nhưng để việc nghiên cứu đạt hiệu quả thì đề tài này tôi thực hiện cố định ở khả năng quan trắc 3 yếu tố môi trường là: độ ẩm đất, lượng mưa và tốc độ gió; qua đó sẽ thực hiện việc cảnh báo cho 2 loại hình thiên tai là sạt lở đất và gió giật.

## **1.4 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

Khảo sát, phân tích tài liệu, các bài báo, tạp chí khoa học trong nước và nước ngoài có liên quan đến các yếu tố thành phần trong đề tài.

Phân tích, chọn lọc và tổng hợp lý thuyết đã tìm kiếm tạo thành hệ thống lý thuyết đầy đủ, chặt chẽ.

Xây dựng mô hình hệ thống và đánh giá các tham số của hệ thống.

Phân tích các công thức toán học có liên quan, các công thức mô phỏng và phân tích trong bài báo.

Tiến hành mô phỏng.

Phân tích, đánh giá, kiểm tra kết quả mô phỏng.

## **1.5 BỐ CỤC BÁO CÁO**

Chương 1: GIỚI THIỆU. Trong chương mở đầu của đề tài, tôi sẽ trình bày tổng quan về đề tài, mục tiêu – hạn chế, tình hình nghiên cứu và phương pháp nghiên cứu của đề tài.

Chương 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT. Nội dung chính của chương này trình bày tổng quan cơ sở lý thuyết được áp dụng trong quá trình thiết kế và thi công hệ thống.

Chương 3: THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG. Việc phân tích các yêu cầu, đặc tính, thiết kế phần cứng, cách kết nối và nguyên lý hoạt động sẽ được mô tả chi tiết trong chương.

Chương 4: KẾT QUẢ VÀ ĐÁNH GIÁ. Sau khi thiết kế và thi công, chương 4 sẽ trình bày kết quả hoạt động của hệ thống đã được xây dựng.

Chương 5: KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN. Dựa vào các nghiên cứu của các chương trước, nội dung trình bày trong chương 5 sẽ đưa ra kết luận đạt được, phân tích những ưu điểm, nhược điểm và đề xuất hướng phát triển của đề tài.

## CHƯƠNG 2

## CƠ SỞ LÝ THUYẾT

### 2.1 SỰ TƯƠNG QUAN GIỮA LƯỢNG MƯA VÀ ĐỘ ẨM ĐẤT VỚI SẠT (TRƯỢT) LỞ ĐẤT ĐÁ

#### 2.1.1 Sơ lược về các yếu tố, nguyên nhân chính dẫn đến sạt lở đất

*Quá trình phong hóa:* là quá trình biến đổi, phá hủy các loại đá và khoáng vật ở mặt đất và gần mặt đất dưới tác dụng của thời tiết chủ yếu là không khí và nước. Quá trình phong hóa phụ thuộc vào 3 yếu tố: khí hậu, đặc điểm địa hình – cấu trúc địa chất và thành phần của đá bị phong hóa. Quá trình phong hóa không phải là nguyên nhân trực tiếp ảnh hưởng đến sạt lở đất mà là kết quả của quá trình phong hóa. Nếu tại một khu vực nếu có cấu trúc địa chất phức tạp và đa dạng về thành phần đá thì sẽ sinh ra khu vực có chiều dày vỏ phong hóa khác nhau. Từ đó dẫn đến phá vỡ tính liên khối của địa chất tăng khả năng sạt lở đất<sup>[9]</sup>.

*Vận động nâng tân kiến tạo:* dẫn đến thay đổi độ dốc địa hình dẫn đến chiều dày vỏ phong hóa thay đổi. Chuyển động nâng tân kiến tạo có biên độ càng lớn thì ảnh hưởng đến sạt lở càng lớn[9].

*Hoạt động kinh tế, xây dựng của con người:* các hoạt động của con người là thay đổi độ cao, độ dốc địa chất, nổ mìn khai thác đá và san lấp đất gây rung chấn đều ảnh hưởng nặng nề và là tác nhân rất lớn đến việc sạt lở đất[9].

Bên cạnh các yếu tố trên, ở đề tài này chúng ta đặt trọng tâm vào các yếu tố về tác động của nước dưới đất, nước mưa (lượng mưa), độ ẩm đất và các rung chấn do tự nhiên hoặc do con người gây ra.

#### 2.1.2 Ảnh hưởng của lượng mưa và độ ẩm đất

Mặc dù cả nước ta đều mang các đặc điểm chung của khí hậu nhiệt đới gió mùa nóng ẩm, nhưng trong và sau mỗi mùa mưa thì miền Trung là nơi chịu nhiều thiên tai sạt lở đất nhất cả nước. Như vậy, có thể nhận thấy nguyên nhân trực tiếp gây nên sạt lở đất là do mưa lớn và kéo dài. Mưa nhiều sẽ tạo thành dòng chảy mặt lớn gây xói lở sườn dốc, hình thành nhiều khối trượt khác nhau, nhất là trượt dòng

chảy. Kết quả là đã tạo các sườn dốc trơn trượt, mất thảm thực vật. Ngoài ra, một phần nước mưa được ngấm sâu vào đất đá vô phong hóa gây ẩm ướt vừa làm tăng khối lượng, thể tích, vừa làm giảm lực kháng cắt của đất đá gây nguy cơ sạt lở cao.

### **2.1.3 Những vị trí trọng yếu cần đặt điểm quan trắc môi trường**

Từ những cơ sở lý thuyết và những phân tích cơ bản về các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình sạt lở đất ở trên, tôi đã đúc kết lại những yếu tố cần quan tâm để giúp cho việc lắp đặt các điểm quan trắc môi trường có hiệu quả mang lại nhiều lợi ích cho công cuộc ứng phó với thiên tai:

- Những vị trí đường đi được hình thành từ việc tác động đến địa hình tự nhiên như: xẻ núi, đào đường.
- Những vị trí nằm gần hoặc nằm ngay trên các vùng đồi núi dốc cao trên  $35^{\circ}$ .
- Những vị trí nằm gần sông, suối đặc biệt là vòng ngoài của những khúc cua của sông suối, chính là nơi có dòng nước chảy xiết khi mùa mưa đến.
- Những vị trí bị tác động bởi quá trình khai thác đất, cát, sỏi đá của con người.
- Và những khu dân cư tập trung đông đúc để đảm bảo ứng phó kịp thời mọi diễn biến.

## **2.2 XÁC ĐỊNH GIÁ TRỊ NGƯỠNG CỦA CÁC THÔNG SỐ**

Do hạn chế về thời gian và khả năng nghiên cứu cho nên chức năng cảnh báo tình hình thiên tai của đề tài hoạt động dựa trên các thông số ngưỡng (mức cho phép) được cài đặt sẵn thủ công thông qua việc lập trình phần mềm. Việc khảo sát, tính toán và xác định giá trị ngưỡng của các thông số sẽ được thực hiện trước khi lắp đặt tại từng vị trí thông qua các phương pháp xác định, nghiên cứu của các cơ quan, bộ phận chuyên môn. Nhưng để đảm bảo tính khách quan và hoàn thiện của đề tài Khóa luận tốt nghiệp, tôi đã thực hiện tìm hiểu, nghiên cứu và trình bày một số phương pháp xác định giá trị ngưỡng thông dụng phía dưới.

### **2.2.1 Xác định giá trị ngưỡng của tốc độ gió**

Giá trị ngưỡng của tốc độ gió sẽ được xác định dựa trên bảng cấp gió và sóng tại Việt Nam bảng 2.1.

Bảng 2.1: Bảng cấp gió và sóng tại Việt Nam.[10]

Cấp gió	Tốc độ gió		Độ cao sóng trung bình (m)	Mức độ nguy hại
Bô-pho	m/s	km/h		
0	0-0,2	<1	0	Gió nhẹ Không gây nguy hại
1	0,3-1,5	1-5	0,1	
2	1,6-3,3	6-11	0,2	
3	2,4-5,4	12-19	0,6	
4	5,5-7,9	20-28	1,0	Cây nhỏ có lá bắt đầu lay động. Ảnh hưởng đến lúa đang phơi Biển hơi động. Thuyền đánh cá bị chao nghiêng, phải cuốn buồm.
5	8,0-10,7	29-38	2,0	
6	10,8- 13,8	39-49	3,0	Cây cối rung chuyển. Khó đi ngược gió. Biển động. Nguyên hiểm đối với tàu, thuyền
7	13,9- 17,1	50-61	4,0	
8	17,2- 20,7	62-74	5,5	Gió làm gãy cành cây, tốc mái nhà gây thiệt hại về nhà cửa. Không thể đi ngược gió. Biển động rất mạnh. Rất nguy hiểm đối với tàu biển
9	20,8- 24,4	75-88	7,0	
10	24,5- 28,4	89-102	9,0	Làm đổ cây cối, nhà cửa. Gây thiệt hại rất nặng. Biển động dữ dội. Làm đắm tàu biển.
11	28,5- 32,6	103-117	11,5	
12	32,7- 36,9	118-133	>14,0	Sức phá hoại cực kì lớn. Sóng biển cực kì mạnh. Đánh đắm tàu biển có trọng tải lớn.
13	37,0- 41,4	134-149		
14	41,5- 46,1	150-166		
15	46,2- 50,9	167-183		
16	51,0- 56,0	184-201		
17	56,1- 61,2	202-220		

### **2.2.2 Xác định giá trị ngưỡng của lượng mưa**

Do hạn chế về chuyên môn nghiên cứu cho nên phương pháp xác định ngưỡng lượng mưa, tôi thực hiện dựa trên kết quả đã trình bày của bài viết “Một phương pháp nghiên cứu ngưỡng mưa nhằm cảnh báo trượt lở đất” của tác giả Lê Đức An[11].

Theo kết quả nghiên cứu, trượt lở đất thường xảy ra khi hội tụ đủ 2 yếu tố: một là khu vực đã xảy ra mưa lớn hoặc mưa rất lớn nhiều ngày liên tiếp, hai là xuất hiện một trận mưa rất lớn bất thường. Do đó việc xuất hiện trượt lở đất sẽ chia làm 2 pha: pha 1 có thể gọi là pha chuẩn bị biểu hiện bằng các trận mưa nối tiếp nhau kéo dài liên tiếp nhiều ngày làm tăng độ ẩm đất, làm giảm sự gắn kết vật liệu, và pha 2 là pha tác động là 1 trận mưa lớn bất thường trong ngày trực tiếp gây tai biến. Ngoài ra, việc xác định ngưỡng mưa cũng dựa vào tính chất của vùng khảo sát là ít mưa hay nhiều mưa để từ đó có các tính toán riêng biệt.

Sau cùng, việc tính toán cụ thể các số liệu để thiết đặt hệ thống là việc làm cần thiết thực hiện sau khi hiện thực hóa đề tài này đưa vào sử dụng. Còn đối với việc nghiên cứu thực hiện đề tài này, tôi xin phép sử dụng các kết quả có sẵn như sau:

- Đối với vùng mưa ít: lượng mưa của pha chuẩn bị đạt mức 110mm (cộng dồn từ nhiều ngày), lượng mưa của pha tác động (trong 1 ngày) đạt 120% lượng mưa của pha chuẩn bị và cường độ gây tai biến là  $>4,0\text{mm/h}$ .

- Đối với vùng mưa nhiều: lượng mưa của pha chuẩn bị đạt mức 150-170mm (cộng dồn từ nhiều ngày), lượng mưa của pha tác động (trong 1 ngày) đạt 80% lượng mưa của pha chuẩn bị và cường độ gây tai biến là  $>7,0\text{mm/h}$ .

## **2.3 GIỚI THIỆU CÁC CẢM BIẾN, THIẾT BỊ ĐO**

### **2.3.1 Cảm biến độ ẩm đất điện dung**

Cảm biến độ ẩm đất điện dung Moisture Sensor v2.0 là loại cảm biến độ ẩm đất mới được thiết kế với độ bền và tuổi thọ cao hơn các loại cảm biến ra đời trước. Với giá thành rẻ và độ chính xác khá cao, đây là lựa chọn phù hợp cho đề tài.



Hình 2.1: Cảm biến độ ẩm đất điện dung.

Bảng 2.2: Thông số kỹ thuật của cảm biến độ ẩm đất điện dung[12].

Điện áp hoạt động:	3,3 đến 5,5 VDC
Điện áp đầu ra (Analog):	0 đến 3,0 VDC
Dòng điện tiêu thụ	5mA
Kích thước:	98 x 23 mm
Khối lượng:	20 gram
Kết nối	PH2.54-3P

**Nguyên lý hoạt động:** Cảm biến sử dụng mạch NE555 tạo xung, hai bản cực được thiết kế ở hai mặt PCB là tụ điện để bắt tần số xung và tính. Môi trường xung quanh 2 bản cực được xem như là môi trường điện môi. Mật độ hơi ẩm, hơi nước càng lớn thì hằng số điện môi càng cao dẫn đến tần số thu được càng thấp và ngược lại. Tần số thu được đưa qua mạch lọc thông thấp sẽ xuất ra mức điện áp tương ứng với giá trị độ ẩm đất ở chân AOUT.

**Cách sử dụng:** Ban đầu, đặt cảm biến ở trạng thái thật khô và sạch rồi cấp nguồn và đo giá trị ở AOUT giá trị này sẽ là giá trị khô (0% độ ẩm). Sau đó, đặt cảm biến ở môi trường nước rồi cấp nguồn và đo giá trị ở AOUT giá trị này sẽ là giá trị ướt (100% độ ẩm). Cuối cùng, chúng ta thực hiện ánh xạ tương ứng: giá trị khô – giá trị ướt với 0 – 100. Để chính xác hơn chúng ta có thể sử dụng thêm giá trị vừa (50% độ ẩm) để ánh xạ 3 mốc. Sau khi thiết lập thông số các mốc và lắp đặt xong, ta cấp nguồn vào ngõ vào (+) và (-) của cảm biến, ngõ ra AOUT kết nối với chân đọc tín hiệu Analog của vi điều khiển để tiến hành đọc và ánh xạ với các mốc ở trên.

### 2.3.2 Cảm biến tốc độ gió

Cảm biến tốc độ gió cấu tạo gồm: thân vỏ bảo vệ mạch điện tử bên trong, 3 cánh quạt thiết kế tối ưu khả năng hứng gió và đầu ra 4 dây (VCC, GND, tín hiệu điện áp và tín hiệu dòng điện). Được thiết kế phù hợp cho việc lắp đặt ngoài trời, chống chịu thời tiết tốt, độ bền cao, chống ăn mòn và khả năng chịu nước.



Hình 2.2: Cảm biến tốc độ gió[13].

Bảng 2.3: Thông số kỹ thuật của cảm biến tốc độ gió[13].

Điện áp hoạt động	9-24 VDC
Độ phân giải	0,1 m/s
Khoảng đo được	0 đến 30m/s
Giao tiếp	RS485/RS232

*Nguyên lý hoạt động:* Khi có gió tác động, sức gió sẽ khiến cánh quạt quay theo tốc độ gió, cánh quạt quay kéo theo làm quay motor DC phía trong. Khi motor quay, phần roto và stato của motor phản ứng với nhau sinh ra điện áp ở ngõ ra tín hiệu điện áp (dây vàng). Từ điện áp thu được tạm gọi là A. Ta có thể dùng công thức được cung cấp bởi nhà sản xuất là Tốc độ gió bằng  $= 6 * A * (5/1023)$ .



*Cách sử dụng:* thực hiện kết nối dây GND của thiết bị vào chân GND của vi điều khiển, dây tín hiệu còn lại của thiết bị kết nối với một chân Analog của vi điều khiển. Khi có gió tác động lên thiết bị khiến thiết bị xoay, thành phần roto và stato bên trong sẽ hoạt động và tạo ra điện áp giữa 2 dây của thiết bị. Qua đó, chúng ta thực hiện đọc tín hiệu điện ở chân Analog vừa kết nối rồi quy đổi theo bảng giá trị và công thức mà nhà sản xuất cung cấp sẽ cho ra kết quả vận tốc gió. Dưới đây là công thức và bảng quy đổi mà nhà sản xuất cung cấp.

Công thức:      Tốc độ gió = 6 x Điện áp ngõ ra

Điện áp ngõ ra = Giá trị Analog x (5/1023)

*Bảng 2.4: Bảng quy đổi giữa điện áp ngõ ra và tốc độ gió[13].*

Tốc độ gió (m/s)	Điện áp ngõ ra (V)	Tốc độ gió (m/s)	Điện áp ngõ ra (V)
1	0,17	16	2,67
2	0,33	17	2,83
3	0,5	18	3
4	0,67	19	3,17
5	0,83	20	3,33
6	1	21	3,5
7	1,17	22	3,67
8	1,33	23	3,83
9	1,5	24	4
10	1,67	25	4,17
11	1,83	26	4,33
12	2	27	4,5
13	2,17	28	4,67
14	2,33	29	4,83
15	2,5	30	5

### 2.3.3 Cảm biến mực chất lỏng

Cảm biến mực chất lỏng cấu tạo gồm các đường mạch song song có chức năng như 2 bản cực. Tùy thuộc vào lượng nước tiếp xúc mà độ dẫn điện có sự thay đổi, từ đó mức điện áp thu được sẽ khác nhau được xem là tín hiệu Analog.



Hình 2.3: Cảm biến mực chất lỏng[14].

Bảng 2.5: Thông số của cảm biến mực chất lỏng[14].

Điện áp hoạt động	3-5VDC
Dòng định mức	<20mA
Tín hiệu ngõ ra	Analog
Kích thước	62 x 20 x 8 mm
Diện tích phát hiện	40 x 16 mm
Nhiệt độ làm việc	10-30°C

*Nguyên lý hoạt động và cách sử dụng:* Cảm biến được thiết kế với các đường mạch song song nhau tạo thành các bản cực thu phát điện áp. Tương ứng với các lượng nước khác nhau sẽ có độ dẫn điện khác nhau. Khi cấp nguồn tại 2 chân +,- của cảm biến thì tín hiệu Analog (mức điện áp) thu được ở chân S sẽ phụ thuộc vào độ dẫn điện. Từ tín hiệu Analog thu được, bộ xử lý sẽ tính toán phân tích theo thuật toán từ người dùng để quy đổi thành mức nước.

### 2.3.4 Thiết bị đo lượng mưa

Thiết bị đo lượng mưa ERG-200 chế tạo tại Ấn Độ có độ chính xác cao, bền bỉ, chống chịu được các điều kiện thời tiết khắc nghiệt nhất và có mức giá thấp hơn các thiết bị cùng loại khác trên thế giới.



Hình 2.4: Thiết bị đo lượng mưa ERG-200[15].

Bảng 2.6: Thông số kỹ thuật của thiết bị đo lượng mưa ERG-200[15].

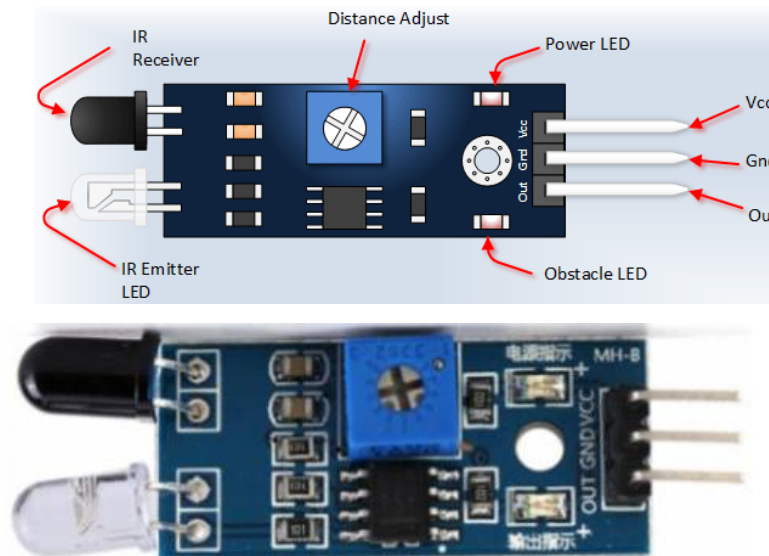
Kiểu cảm biến	Gầu lật tạo xung
Tín hiệu ra	Xung vuông
Độ phân giải	0,2mm
Độ chính xác	2% với lượng mưa khoảng 30mm/h 5% với lượng mưa khoảng 120mm/h
Đường kính	200mm
Vật liệu	Thép không gỉ
Nhiệt độ hoạt động	<50°C

*Nguyên lý hoạt động:* Thiết bị đo lượng mưa ERG-200 hoạt động với cơ chế gầu lật tạo thành các xung điện. Cấu tạo gồm 1 bình đựng và hứng nước mưa có lưới lọc. Gầu lật trong thiết bị được thiết kế là 2 gầu lật luân phiên nhau cân bằng với 1 nam châm và 1 công tắc. Khi một gầu đầy nước, nó sẽ đổ xuống và đẩy gầu kia lên để hứng nước mưa, mỗi lần thay gầu lật sẽ xuất 1 xung tín hiệu. Mỗi 1 tín hiệu xung lật tương ứng với lượng mưa là 0,2mm.

### 2.3.5 Module cảm biến vật cản hồng ngoại

Cảm biến có chức năng nhận biết vật cản ở môi trường không khí với khoảng cách khả dụng là từ 2 đến 30cm được điều chỉnh bởi chiết áp lắp đặt sẵn trên module. Cấu tạo với 2 led (1 led phát tia hồng ngoại truyền thẳng và 1 led thu tia hồng ngoại phản xạ lại), sử dụng IC so sánh LM393 để nhận tín hiệu từ led thu, 1

chiết áp điều chỉnh khoảng cách nhận biết vật cản và led báo nguồn cùng với led báo trạng thái có vật cản.



Hình 2.5: Module cảm biến vật cản hồng ngoại[16].

Bảng 2.7: Thông số kỹ thuật cảm biến vật cản hồng ngoại[16].

Điện áp hoạt động, dòng tiêu thụ	3,3V – 23mA, 5V – 43mA
Khoảng cách phát hiện	2 – 30cm
IC so sánh	LM393
Ngõ ra (Digital)	không có vật cản - mức thấp có vật cản - mức cao
Kích thước	32 x 14 mm

## 2.4 PHẦN CỨNG MODULE ESP8266 VÀ ARDUINO NANO

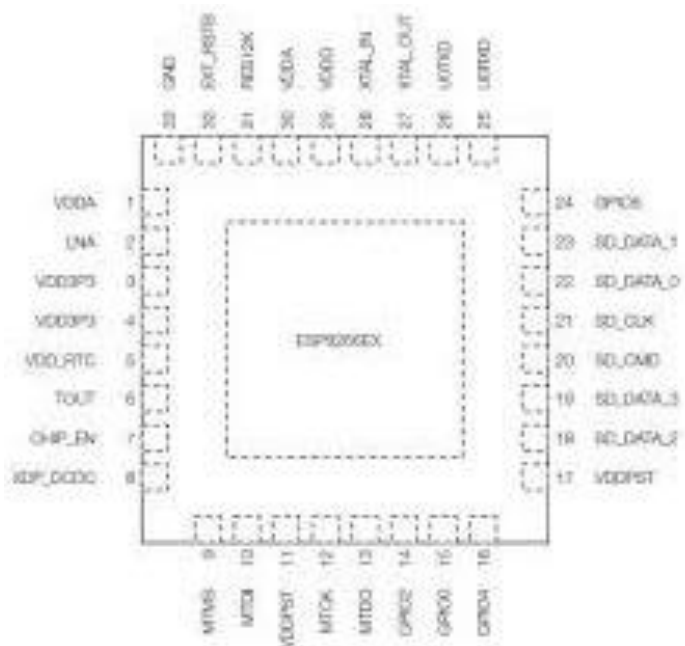
### 2.4.1 Giới thiệu module ESP8266 (nodeMCU)

#### 2.4.1.1 Vi mạch ESP8266

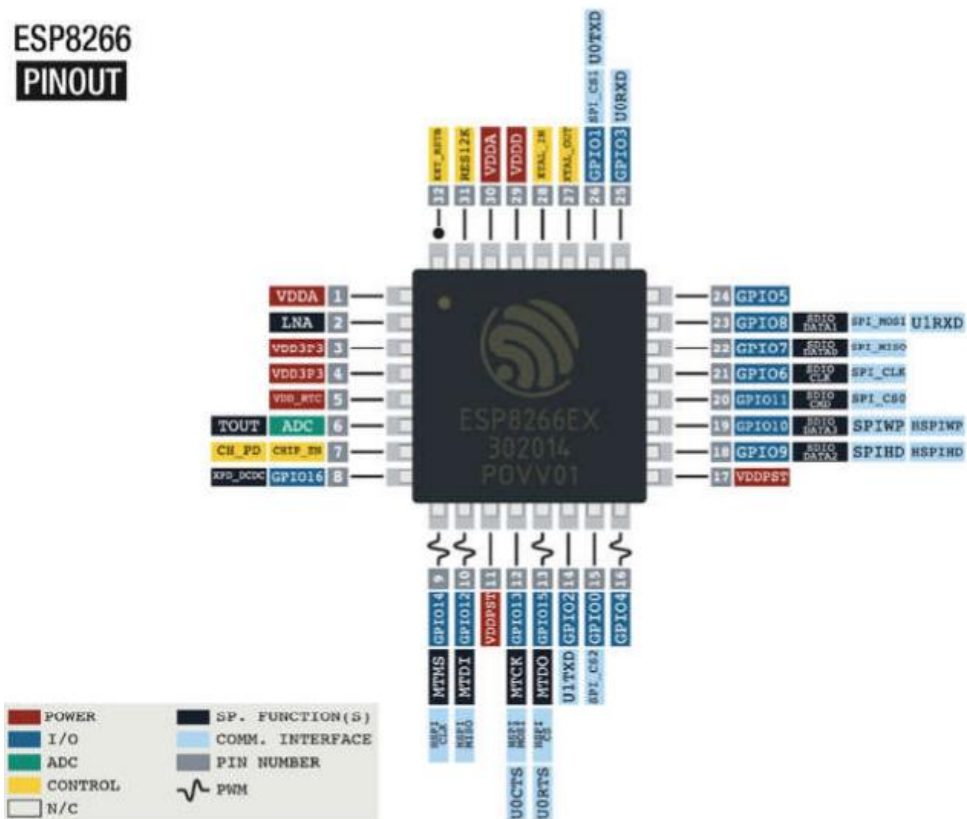
ESP8266 là một vi mạch SoC (System on a Chip) được sản xuất bởi hãng ESPRESSIF. Với sự thành công của việc tích hợp được module Wifi vào vi mạch với giá thành rẻ, ESP8266 giúp cho việc đưa kết nối Wifi vào các hệ thống nhúng trở nên đơn giản hơn. Từ đó, ESP8266 đã trở nên phổ biến trên toàn thế giới.

*Bảng 2.8: Một vài tính năng và đặc tính kỹ thuật của ESP8266[17].*

CPU	Tensilica L106 32-bit, được thiết kế với phương pháp RISC, xung nhịp 80-160MHz
RAM	50kBytes
ROM	Lưu chương trình thực thi trên bộ nhớ ngoài, hỗ trợ Flash giao tiếp bằng SPI dung lượng 16MB
Ngoại vi	GPIO, SDIO, SPI, Slave HSPI, I2C, I2S, UART, PWM, IR, ADC
Chế độ quản lý năng lượng	Active mode Modem-sleep mode Light-sleep mode Deep-sleep mode
Wifi	802.11 b/g/n (HT20) Wifi mode: Station/SoftAP/SoftAP+Station Security: WPA/WPA2 Encryption: WEP/TKIP/AES
Cập nhật firmware	UART Download OTA (via network)



*Hình 2.6: Sơ đồ chân ESP8266[17].*



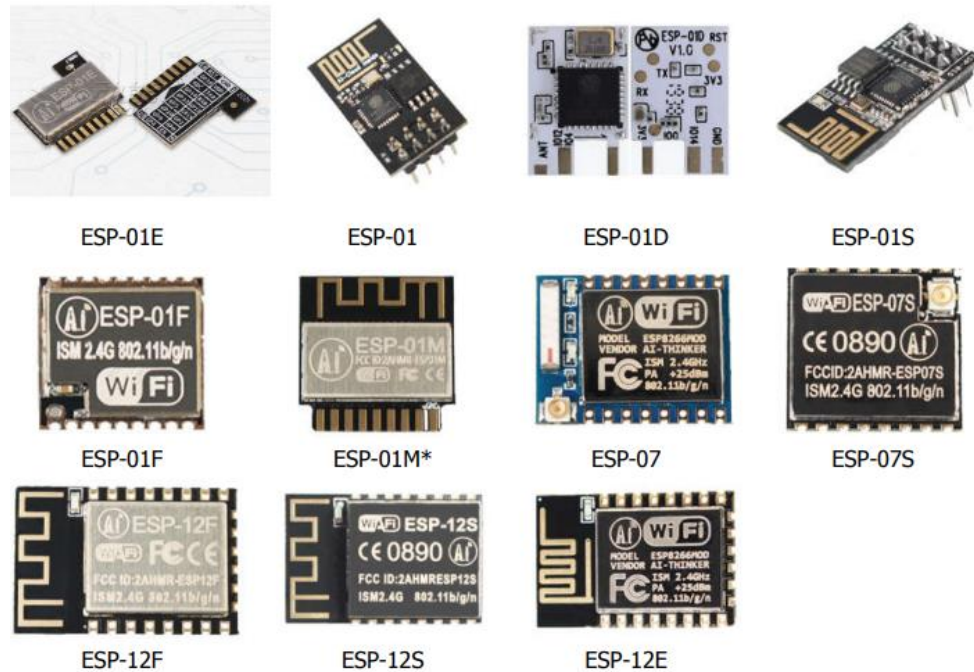
Hình 2.7: Chức năng các chân của ESP8266[17].

#### 2.4.1.2 Module ESP8266

Module ESP8266 được thiết kế từ ESP8266 tích hợp sẵn bộ nhớ Flash để lưu chương trình và anten để tăng khả năng kết nối Wifi. Trên thị trường hiện tại đang có rất nhiều module ESP8266 được phát triển chúng khác nhau về: dung lượng bộ nhớ, thiết kế anten, kích thước và các chứng chỉ kiểm nghiệm. Hai loại module chúng ta thường gặp trên thị trường là module do ESPRESSIF sản xuất và module do Ai-Thinker sản xuất[17].



Hình 2.8: Các loại module do ESPRESSIF sản xuất[17].

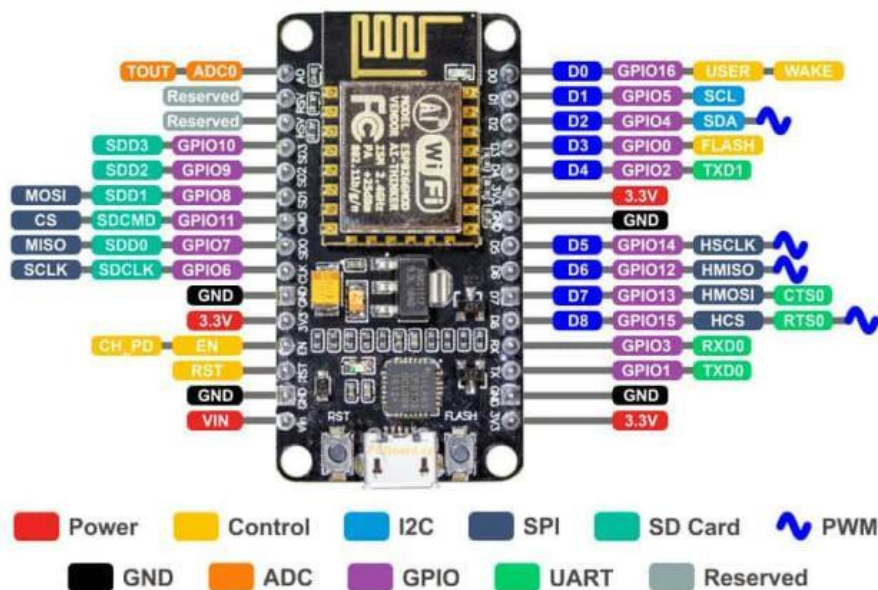


Hình 2.9: Các loại module do Ai-Thinker sản xuất[17].

#### 2.4.1.3 Mạch phát triển ESP8266 (nodeMCU)

Mạch phát triển ESP8266 là module ESP8266 được tích hợp thêm các chức năng khác như: cấp nguồn, cổng COM ảo, nút nhấn, LED,...

Và ở đề tài này tôi sẽ sử dụng mạch phát triển ESP8266 cụ thể là mạch phát triển nodeMCU:



Hình 2.10: Mạch phát triển NodeMCU (ESP8266)[17].

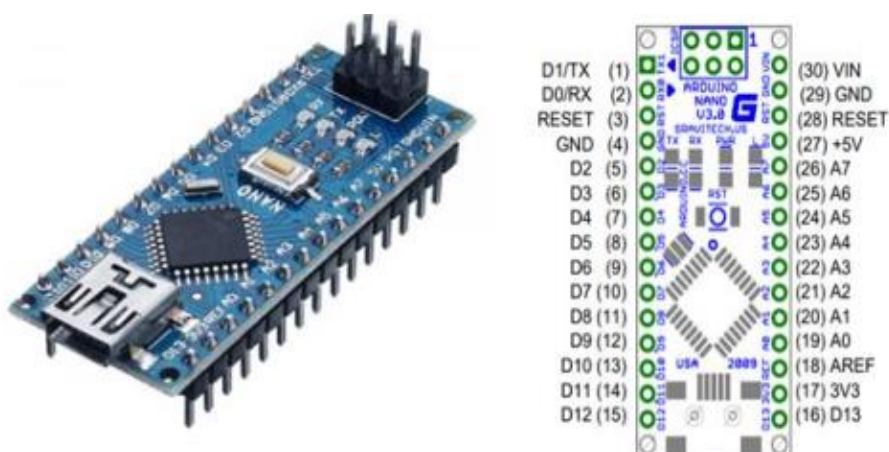


*Cấu tạo phần cứng:*

- Sử dụng Module ESP-12, bộ nhớ Flash 4MB
- Sử dụng IC CP1202 để giao tiếp với máy tính
- Cấp nguồn 5VDC qua cổng Micro-USB hoặc Vin
- Tích hợp 2 nút nhấn: 1 reset và 1 flash

## 2.4.2 Giới thiệu phần cứng Arduino Nano

Nhìn chung, Arduino Nano là một board mạch vi điều khiển được phát triển bởi Arduino.cc với thiết kế nhỏ gọn, linh hoạt hơn các sản phẩm board vi điều khiển khác. Điều khiển cho Arduino trở thành một trong những lựa chọn hàng đầu phục vụ nhu cầu nghiên cứu thiết kế các hệ thống IoT đó là vì nó có chức năng giống hệt Arduino Uno vì cùng sử dụng chip Atmega328 nhưng với kích thước tối ưu hơn.



*Hình 2.11: Board Vi điều khiển Arduino Nano[18].*

*Bảng 2.9: Thông số kỹ thuật của Arduino Nano[18].*

Vi xử lý	Atmega328P, xung nhịp 16MHz, cấu trúc AVR
RAM	520kBytes SRAM
Dòng tiêu thụ	40mA
Số chân A,D và PWM	8 Analog, 22 Digital trong đó có 6 PWM
Bộ nhớ	EEPROM 1KB, Flash 32KB, SRAM 2KB
Điện áp ngõ vào	7-12 VDC



Điện áp hoạt động	5 VDC
Kích thước	18 x 45 mm

## 2.5 GIỚI THIỆU MẠCH THU PHÁT RF LORA SX1278 RA-01

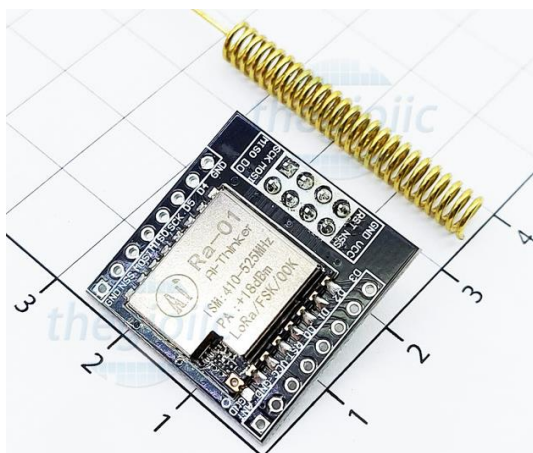
### 2.5.1 LoRa là gì?

Công nghệ LoRa (Long-Range) là một giao thức không dây được phát triển bởi Semtech với tính năng chính là truyền thông tầm xa, năng lượng thấp. Phổ của LoRa sử dụng ít bị nhiễu điện từ, do đó tín hiệu mà LoRa phát đi có thể kéo dài một khoảng cách xa với năng lượng tiêu tốn rất ít. Điều này rất phù hợp với các hệ thống IoT đòi hỏi tiết kiệm năng lượng và chi phí đầu tư thấp nói chung, và đề tài này nói riêng.

Về nguyên lý hoạt động: LoRa sử dụng kỹ thuật điều chế Chirp Spread Spectrum. Cụ thể là dữ liệu cần phát đi sẽ được băm bằng các xung cao tần để tín hiệu sau khi xử lý có tần số cao hơn tần số ban đầu. Sau đó, tín hiệu được mã hóa thành các chuỗi hình sin có tần số thay đổi theo thời gian (bit 1 sẽ sử dụng up-chirp có tần số tăng theo thời gian, bit 0 sẽ sử dụng down-chirp có tần số giảm theo thời gian). Cuối cùng, tín hiệu chứa dữ liệu sẽ được truyền ra Anten để gửi đi.

### 2.5.2 Mạch thu phát RF LoRa SX1278 433MHz SPI Ra-01

Mạch thu phát RF LoRa SX1278 433MHz SPI Ra-01 sử dụng chip SX1278 chuẩn giao tiếp LoRa. Với thiết kế nhỏ gọn, module dễ dàng tích hợp trên các thiết kế mạch, các hệ thống IoT.



Hình 2.12: Mạch thu phát RF LoRa SX1278 433MHZ SPI Ra-01[19].

*Bảng 2.10: Thông số kỹ thuật của mạch thu phát[19].*

Tần số	433MHz
Điều chế	FSK/GFSK/MSK/LoRa
Giao tiếp	SPI
Độ nhạy	-136dBm
Công suất ngõ ra	+20dBm
Tốc độ truyền dữ liệu	<300 kbps
Dải rộng RSSI	127dB
Điện áp hoạt động	1,8-3,6 VDC

*Giao tiếp với Vi điều khiển – giao thức giao tiếp SPI:* là một giao thức giao tiếp phổ biến có chức năng truyền dữ liệu từ thiết bị này đến thiết bị khác tương tự như I2C hoặc UART. Nhưng SPI có một ưu điểm hơn hẳn đó là khả năng truyền dữ liệu không bị gián đoạn hay giới hạn dung lượng. Ở giao thức SPI các thiết bị có mối quan hệ Master – Slave với nhau.

Giao thức SPI yêu cầu 4 đường kết nối: MOSI (Master OUT Slave IN) là đường truyền dữ liệu từ Master đến Slave, MISO (Master IN Slave OUT) là đường truyền dữ liệu từ Slave đến Master, SCLK là đường cho tín hiệu xung nhịp, SS/CS (Slave Select/ Chip Select) là đường giúp cho Master chọn Slave nào nhận tín hiệu.

### **2.5.3 Phương pháp giao tiếp Multiples Node – Master Node**

Yêu cầu của đề tài đặt ra là tại các phường xã sẽ lắp đặt các trạm thu thập dữ liệu từ các điểm quan trắc đặt tại các vị trí thuộc địa bàn phường xã. Từ đó, tôi thấy rằng cần phải có phương pháp giao tiếp giữa các điểm quan trắc với trạm thu thập dữ liệu. Với mô hình hệ thống cần thực hiện là một điểm chính quản lý nhiều điểm phụ, tôi đã tìm hiểu và nghiên cứu phương pháp giao tiếp Multiples Node – Master Node. Cụ thể như sau:

- Các điểm quan trắc và trạm thu thập sẽ có riêng biệt 1 địa chỉ để giao tiếp (Ví dụ: 0xFF, 0xBB, 0xCC,...). Ngoài ra, các điểm quan trắc sẽ có thêm 1 chuỗi số riêng tạm gọi là “mật khẩu”.

- Trạm thu thập sẽ luân phiên gửi lệnh gọi thực thi đến từng điểm quan trắc để nhận các giá trị thông số môi trường của từng điểm. Việc luân phiên gửi lệnh gọi sẽ được thực hiện theo chu kì thời gian có thể lập trình thay đổi được thông qua việc ngắt Timer của bộ xử lý trung tâm tại trạm thu thập.

- Các điểm quan trắc sẽ liên tục chờ lệnh gọi thực thi từ trạm thu thập. Các lệnh gọi thực thi từ trạm thu thập sẽ bao gồm: địa chỉ nguồn, địa chỉ đích, mật khẩu, độ dài lệnh gọi. Các điểm quan trắc đều đồng thời nhận được lệnh gọi này sau đó phân tích ra địa chỉ nguồn, địa chỉ đích, mật khẩu và độ dài lệnh gọi. Nếu các địa chỉ không đúng hoặc mật khẩu không đúng thì điểm quan trắc sẽ biết đó không phải lệnh gọi dành cho mình và tiếp tục chờ. Nếu địa chỉ nguồn đúng là địa chỉ nguồn quản lý của điểm quan trắc thì sẽ kiểm tra đến địa chỉ đích và mật khẩu nếu đúng thì điểm quan trắc sẽ lưu trữ lệnh gọi. Sau đó, điểm quan trắc sẽ so sánh độ dài lệnh gọi khi nhận được có bằng độ dài lệnh gọi khi gửi đi không để tránh trường hợp nhiễu hoặc mất dữ liệu.

- Sau khi kiểm tra hoàn tất và mọi thứ đều đúng, điểm quan trắc sẽ thực thi việc nhận thông số từ các cảm biến tính toán chuyển đổi thành dữ liệu và tổng hợp thành gói dữ liệu gửi đến trạm thu thập. Gói dữ liệu gửi đi bao gồm: địa chỉ nguồn là địa chỉ điểm quan trắc, địa chỉ đích là địa chỉ trạm thu thập, các thông số môi trường và độ dài của gói dữ liệu khi gửi đi.

- Trạm thu thập nhận được gói dữ liệu sẽ dựa vào địa chỉ nguồn để xác định điểm quan trắc đã gửi, so sánh độ dài gói dữ liệu nhận được để đảm bảo không mất dữ liệu. Sau đó phân tích, tính toán để có được: vị trí điểm quan trắc gửi, độ ẩm đất, tốc độ gió, lượng mưa tại đó. Từ đó, thực hiện các cảnh báo nếu cần thiết và cập nhật các giá trị lên CSDL.

## **2.6 TỔNG QUAN VỀ MẠNG GSM, TIN NHẮN SMS VÀ MODULE SIM900A**

### **2.6.1 Tổng quan về hệ thống thông tin di động GSM**

#### **2.6.1.1 Đặc điểm của công nghệ GSM**

Có thể gửi nhận những tin nhắn văn bản với độ dài tối đa 126 kí tự.

Thực hiện chuyển giao, FAX, nhận dữ liệu giữa các mạng GSM với tốc độ tối đa có thể đạt được là 9600bps.

Ngoài việc chuyển giao trong cùng 1 mạng, công nghệ GSM còn cho phép chuyển giao giữa các mạng GSM một cách đơn giản. Do đó tính phủ sóng cao được xem là tính năng nổi bật nhất của công nghệ GSM.

GSM sử dụng công nghệ phân chia theo thời gian TDM (Time Division Multiplexing).

Công suất phát ở băng tần GSM 850/900 MHz là 2W và GSM 1800/900 MHz là 1W

#### 2.6.1.2 Cấu trúc mạng GSM

Mạng GSM có thể chia thành 3 thành phần chính:

- Phân hệ chuyển mạch NSS (Network Switching Subsystem).
- Phân hệ trạm gốc BSS (Base Station Subsystem).
- Phân hệ bảo dưỡng và khai thác OSS (Operation Subsystem).

### 2.6.2 Tổng quan về tin nhắn SMS

#### 2.6.2.1 Giới thiệu về tin nhắn SMS

Short Message Service là một công nghệ dịch vụ gửi và nhận các đoạn tin nhắn ngắn giữa các điện thoại với nhau. Như tên gọi của nó, dung lượng của một tin nhắn SMS có giới hạn khá ngắn 1120 bit dữ liệu. Ngoài dạng text thông thường thì để phục vụ nhu cầu gửi nhạc chuông, hình ảnh,... thì tin nhắn SMS còn có thể mang dữ liệu hệ nhị phân. Với tính năng có thể được gửi/ nhận và đọc tại bất kỳ thời điểm nào cũng như là hiện nay hầu hết mọi người đều sở hữu điện thoại di động cho nên việc nghiên cứu ứng dụng tin nhắn SMS vào đề tài là rất phù hợp.

#### 2.6.2.2 Cấu trúc của một tin nhắn SMS

Một tin nhắn SMS khi được gửi đi gồm 5 thành phần:

- Instructions to Air-Interface: Kết nối với Air-Interface
- Instructions to SMSC: Kết nối với trung tâm tin nhắn SMS Center
- Instructions to handset: Kết nối bắt tay

- Instructions to SIM(optional): Kết nối, nhận biết SIM
- Message body: Nội dung tin nhắn SMS.

### 2.6.2.3 Ưu điểm của tin nhắn SMS

Tin nhắn có thể gửi và đọc tại bất cứ thời điểm nào.

Tin nhắn vẫn có thể gửi đến điện thoại dù bị tắt nguồn.

Gửi tin nhắn trên cùng mạng hoặc khác mạng đều được

## 2.6.3 Tổng quan về module SIM900A

### 2.6.3.1 Giới thiệu về module SIM900A

Là module GSM/GPRS được phát triển bởi SIM-com. Module SIM900A có đầy đủ các chức năng gọi điện thoại, gửi tin nhắn và GPRS.



Hình 2.13: Module SIM900A[20].

Bảng 2.11: Thông số kỹ thuật của module SIM900A[20].

Điện áp hoạt động	4,7-5VDC
Dòng tiêu thụ	1,5mA
Nhiệt độ hoạt động	-40 – 85°C
Điều khiển	Tập lệnh AT
Băng tần kép	900/1800MHz
Tốc độ truyền dữ liệu	1200 - 115200
GPRS multi-slot class	10/8
GPRS mobile station	Class B
Kích thước	24 x 24 x 3 mm

### 2.6.3.2 Giao tiếp với vi điều khiển – giao thức UART

UART là một giao thức truyền thông phần cứng với các thức giao tiếp nối tiếp không đồng bộ. Không đồng bộ có nghĩa là giao tiếp giữa 2 thiết bị không có sự xuất hiện của xung đồng hồ để giám sát việc truyền tín hiệu đi và lấy mẫu tín hiệu nhận được. Thay vào đó giao thức UART sử dụng bit Start và bit Stop để thực hiện việc bắt đầu và kết thúc quá trình truyền nhận một gói dữ liệu. Cách thức hoạt động: dữ liệu ở bên truyền được chuyển đổi từ dạng song song thành nối tiếp kết hợp với bit Parity (kiểm tra chẵn lẻ), sau đó gán thêm 2 bit Start/Stop ở đầu và cuối dữ liệu. Sau đó dữ liệu được truyền từ chân Tx (Transmitter) của bên truyền đến chân Rx (Receiver) của bên nhận.

### 2.6.3.3 Khảo sát tập lệnh AT của module SIM900A

Các lệnh chung:

- AT: Kiểm tra phản hồi của module nếu trả về OK là đang hoạt động.
- ATEx: Bật/tắt chế độ ECHO của module (x=1 là bật, x=0 là tắt)
- AT+IPR=[baud rate]: Cài đặt tốc độ truyền/nhận dữ liệu (baud rate là tốc độ muốn cài đặt).
- AT&W: Lưu lại các lệnh vừa cài đặt

Các lệnh về cuộc gọi:

- AT+CLIP=1: Hiển thị cuộc gọi đến
- ATD[số điện thoại]: Thực hiện cuộc gọi đến số điện thoại
- ATH: Ngắt kết nối cuộc gọi
- ATA: Nhận cuộc gọi

Các lệnh về tin nhắn:

- AT+CMGF=1: Đưa tin nhắn về dạng Text để gửi
- AT+CMGS=[số điện thoại]: Cài đặt số điện thoại cần gửi đến
- AT+CMGR=x: Đọc tin nhắn có địa chỉ là x
- AT+CMGDA="DEL ALL": Xóa toàn bộ tin nhắn trong hộp thư
- AT+CNMI=2,2: Hiển thị tin nhắn đến

## 2.7 GIỚI THIỆU VỀ FIREBASE REALTIME DATABASE

### 2.7.1 Firebase là gì?

Firebase là một nền tảng được sở hữu bởi Google, cung cấp rất nhiều công cụ hỗ trợ và các dịch vụ tiện ích để người dùng phát triển các ứng dụng của chính bản thân họ. Người dùng được cung cấp các dịch vụ cơ sở dữ liệu hoạt động trên nền tảng đám mây với hệ thống máy chủ của Google. Chức năng chính của Firebase là đơn giản hóa các thao tác với cơ sở dữ liệu để từ đó giúp người dùng lập trình các ứng dụng, phần mềm trên các nền tảng web, di động tốt hơn. Tuy nhiên, những điều trên chỉ phù hợp với việc nghiên cứu mô phỏng, các dự án nhỏ khi mà Firebase cung cấp hoàn toàn miễn phí các dịch vụ của mình nhưng chỉ với các ứng dụng nhỏ. Đối với các ứng dụng, hệ thống lớn đòi hỏi nhiều thứ hơn thì chúng ta có thể trả phí để nâng cấp Firebase.

### 2.7.2 Những tính năng chính của Firebase

*Bảo mật:* Việc truyền dữ liệu được thực hiện đảm bảo tiêu chuẩn công nghệ bảo mật SSL. Việc truy vấn và xác định thông tin được quy định bởi các quy tắc (security rules language). Các thiết lập bảo mật dữ liệu được tập trung, thể hiện rõ ràng rất thuận lợi cho việc sửa đổi, cập nhật và kiểm thử.

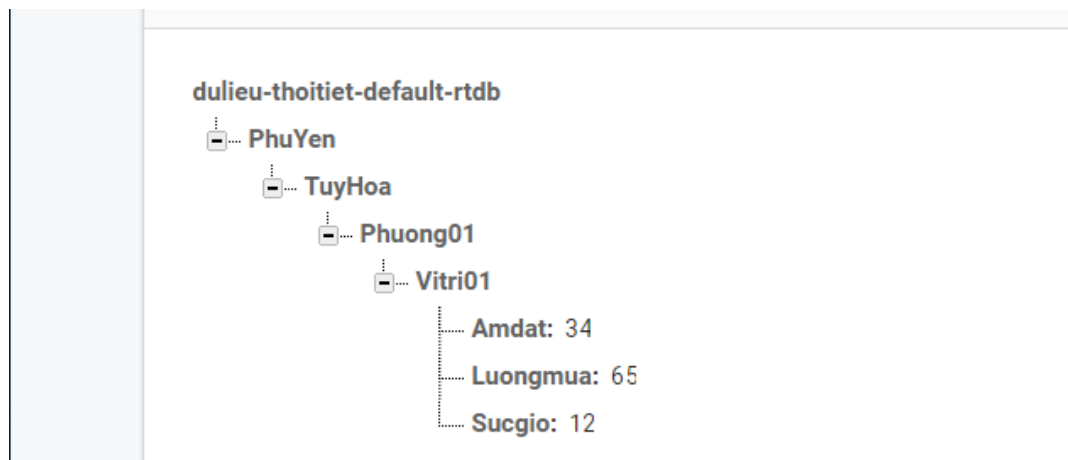
*Làm việc offline:* Việc truyền dữ liệu đến Firebase nếu gặp gián đoạn về kết nối Internet thì dữ liệu đó sẽ được ghi tạm vào một cơ sở dữ liệu tại local. Sau khi kết nối ổn định lại thì dữ liệu tại local được đồng bộ hóa đến Firebase. Việc nhận dữ liệu từ Firebase nếu gặp vấn đề ở kết nối Internet thì sau khi có kết nối trở lại client sẽ nhận bất kỳ thay đổi nào mà nó bỏ lỡ và đồng bộ hóa với cơ sở dữ liệu tại Firebase.

*Firebase Authentication:* Là một chức năng xác thực người dùng cơ bản cần có của một cơ sở dữ liệu phục vụ một ứng dụng, phần mềm. Ngoài ra, ở tính năng này, Firebase còn cho phép người dùng dễ dàng sử dụng chức năng xác thực bằng email, số điện thoại, tài khoản mạng xã hội,... mà không mất quá nhiều thời gian và công sức nghiên cứu.

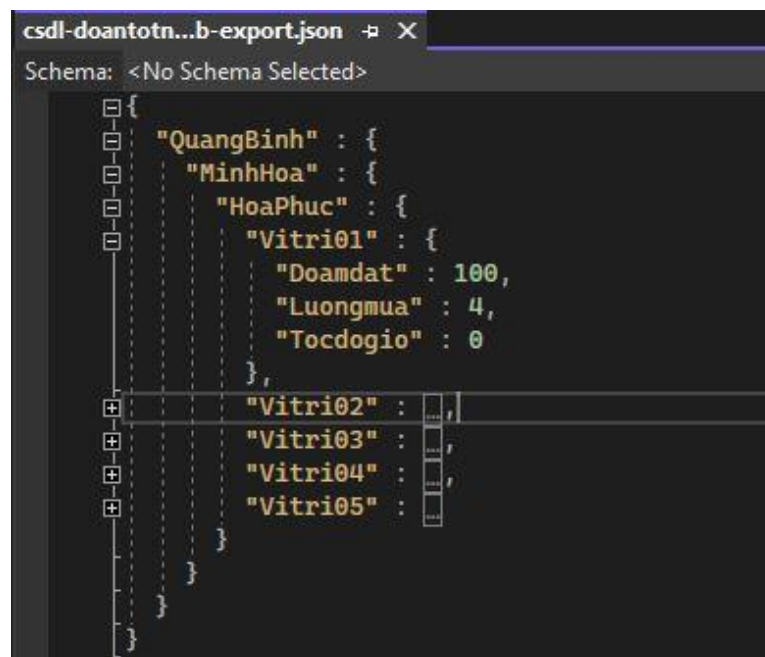
Ngoài ra, Firebase còn có rất nhiều tính năng khác như: Firebase Cloud Storage – là một không gian lưu trữ dữ liệu gần giống ổ cứng, google drive; Firebase Analytics – giúp người dùng phân tích hành vi của người sử dụng; Machine Learning Kit, Firebase Cloud Function, Firebase Realtime Database.

### 2.7.3 Firebase Realtime Database

Firebase Realtime Database là một cơ sở dữ liệu thời gian thực, cho phép người dùng lưu trữ và đồng bộ dữ liệu dưới dạng cây Json và đồng bộ theo thời gian thực đối với mọi kết nối.



Hình 2.14: Ví dụ về Firebase Realtime Database.



Hình 2.15: Định dạng Json sau khi xuất dữ liệu từ Firebase RT Database.



## CHƯƠNG 3

# THIẾT KẾ HỆ THỐNG

### 3.1 YÊU CẦU THIẾT KẾ

Yêu cầu hệ thống phải có:

- Các điểm quan trắc: được đặt tại các địa điểm phù hợp cho việc giám sát thu thập các dữ liệu từ môi trường (lượng mưa, độ ẩm đất và tốc độ gió). Các điểm này thực hiện việc thu thập dữ liệu từ môi trường với tần suất 1 giờ/1 lần. Ngoài ra, các điểm được yêu cầu phải có khả năng phát tín hiệu cảnh báo sơ bộ (đèn báo hiệu hoặc còi hiệu) dùng cho trường hợp khẩn cấp người dân có thể tự nhận thấy và ứng biến kịp thời.

- Các trạm thu thập: được đặt tại các trạm cố định tại địa phương, dùng cho việc nhận dữ liệu từ các điểm quan trắc thuộc địa phương và gửi dữ liệu sau khi xử lý lên CSDL. Ngoài ra, các trạm thu thập cần có chức năng quản lý các điểm quan trắc tại địa phương, giúp địa phương có các biện pháp ứng phó kịp thời.

- Ứng dụng di động và tin nhắn cảnh báo: giúp người dân theo dõi được các diễn biến và nhận được các cảnh báo kịp thời.

### 3.2 ĐẶC TẢ KỸ THUẬT

#### 3.2.1 Chức năng kỹ thuật

Với chức năng quan trắc thông số môi trường: Hệ thống sẽ thu thập các thông số môi trường từ các cảm biến được kết nối trong các điểm quan trắc. Từ đó, dữ liệu được gửi về các trạm thu thập dữ liệu để quản lý, xử lý, phân tích và gửi lên CSDL. Một ứng dụng trên thiết bị di động thông minh sẽ có chức năng hiển thị cho người dùng các thông số truy xuất được.

Với chức năng cảnh báo thiên tai: Hệ thống sẽ tính toán, xem xét từ các thông số dữ liệu thu thập được để đưa ra các cảnh báo. Ở cấp cảnh báo đầu tiên, các điểm quan trắc sau khi có được các thông số vượt quá ngưỡng cài đặt sẵn, các điểm quan trắc sẽ phát tín hiệu cảnh báo (đèn báo hiệu hoặc còi hiệu). Ở cấp cảnh báo thứ hai,

các trạm thu thập dữ liệu sau khi nhận và phân tích các thông số môi trường, nếu vượt quá ngưỡng cho phép sẽ thể hiện cảnh báo cho nhân viên trực trạm. Ở cấp cảnh báo thứ ba, các cảnh báo sẽ được gửi về người dùng thông qua ứng dụng di động, hoặc tin nhắn (SMS).

### 3.2.2 Đặc tính kỹ thuật

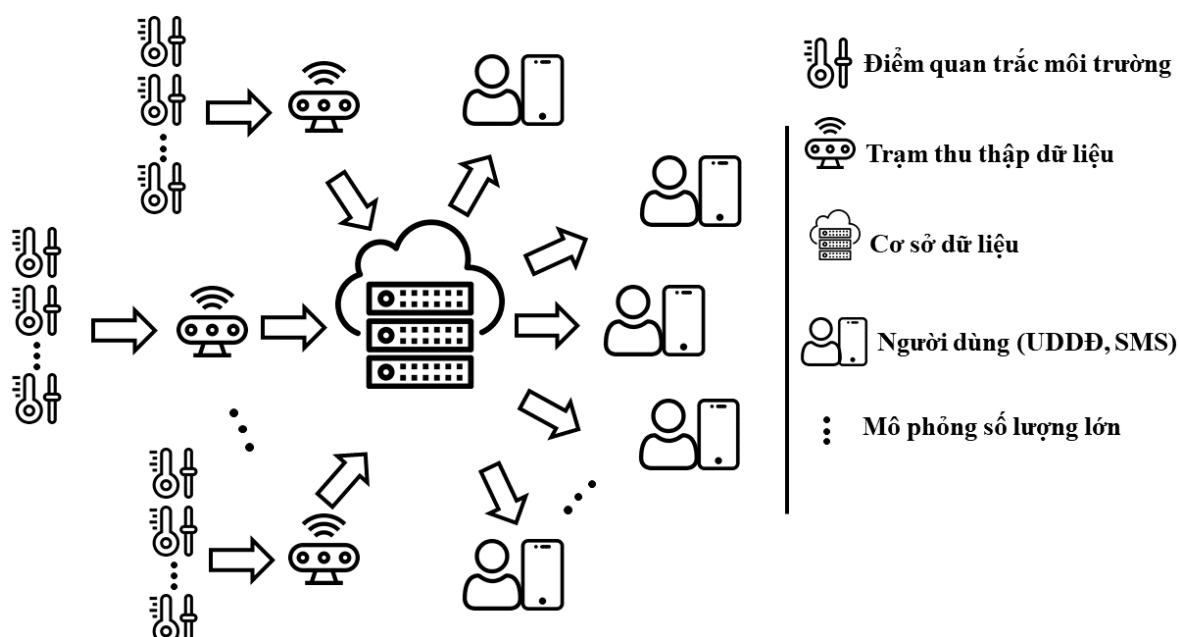
Là một hệ thống quan trắc môi trường và cảnh báo thiên tai cần phải đảm bảo các đặc tính kỹ thuật sau:

- Về độ chính xác của quá trình thu thập thông số môi trường: phải đạt trên 90% đối với ứng dụng thực tế, nghiệm thu đưa vào hoạt động; và đạt trên 80% đối với thực hiện thiết kế mô phỏng vận hành ở cấp độ đề tài sinh viên do các giới hạn đề tài đã nêu ở chương 1.

- Về tốc độ truyền nhận dữ liệu và toàn vẹn dữ liệu trong quá trình truyền nhận: phải đảm bảo độ trễ không vượt quá chu kỳ hoạt động để tránh nhiễu dữ liệu do mạng lưới gồm nhiều điểm quan trắc. Dữ liệu phải đảm bảo toàn vẹn 100% để không xảy ra sai sót số liệu dẫn đến các cảnh báo sai.

## 3.3 TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG

### 3.3.1 Thiết kế sơ đồ khối hệ thống



Hình 3.1: Sơ đồ khối tổng quát của hệ thống.

Với những yêu cầu của đề tài, tôi xây dựng được sơ đồ khối tổng quát của hệ thống như hình 3.1. Cụ thể, chức năng của từng khối thành phần trong sơ đồ khối hình 3.1 như sau:

*Điểm quan trắc môi trường:* Có chức năng thu thập các thông số từ môi trường thông qua các cảm biến, thiết bị đo lường (Cảm biến Moisture sensor v2.0 là cảm biến độ ẩm đất, thiết bị đo lượng mưa, cảm biến tốc độ gió) được kết nối với 1 bộ xử lý (Arduino Nano). Từ đó, các điểm quan trắc truyền các thông số thu thập được cho trạm thu thập dữ liệu qua phương thức truyền thông LoRa. Ngoài ra, các điểm quan trắc phát ra các tín hiệu cảnh báo sơ bộ (đèn nhấp nháy hoặc còi hiệu).

*Trạm thu thập dữ liệu:* Có chức năng nhận các thông số, dữ liệu thu được từ các điểm quan trắc thông qua phương thức truyền thông LoRa. Từ đó, phân tích tính toán các số liệu để thực hiện việc phát tín hiệu cảnh báo cấp 2 cho nhân viên và cảnh báo cấp 3 (tin nhắn SMS) tại các trạm. Sau đó, trạm thu thập dữ liệu sẽ thực hiện việc truyền dữ liệu sau phân tích lên CSDL (Firestore) thông qua Wifi. Bộ vi xử lý của khối này do ESP8266 thực hiện.

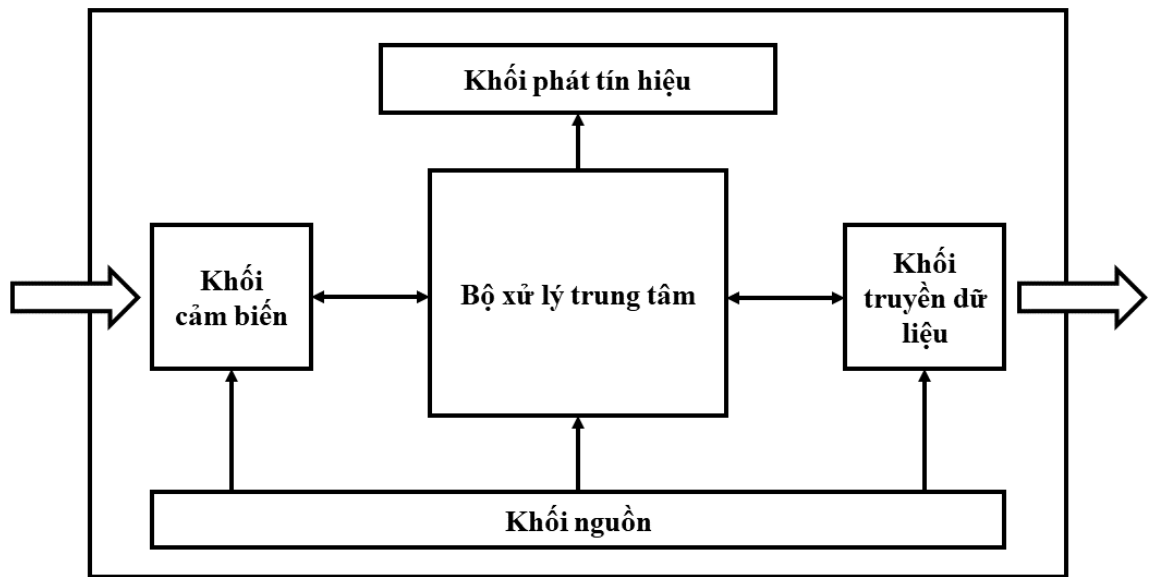
*Cơ sở dữ liệu:* Có chức năng nhận và lưu trữ các dữ liệu thông số được gửi đến từ các trạm. Tại đây dữ liệu được sắp xếp hợp lý theo dạng cây (tỉnh-thành phố/quận-huyện/phường-xã/các vị trí). Đề tài này sử dụng nền tảng Google Firestore để xây dựng khối CSDL.

*Khối người dùng:* Đối với ứng dụng di động trên các thiết bị di động thông minh, khối này có chức năng hiển thị các thông số môi trường được thu thập và các cảnh báo nếu có.

### **3.3.2 Thiết kế phần cứng**

#### **3.3.2.1 Thiết kế các điểm quan trắc môi trường**

Mỗi điểm quan trắc được thiết kế dựa trên sơ đồ khối như hình 3.2 sau đây:



Hình 3.2: Sơ đồ khối của điểm quan trắc.

*Bộ xử lý trung tâm:* của mỗi điểm quan trắc có nhiệm vụ nhận các dữ liệu tín hiệu số hoặc tương tự từ khối cảm biến được kết nối (cụ thể ở đề tài này là cảm biến độ ẩm đất, thiết bị đo lượng mưa và cảm biến độ rung chấn). Sau đó, bộ XLTT thực hiện các thuật toán để chuyển đổi các dữ liệu trên thành thông số môi trường cần thiết. Sau cùng, khối truyền dữ liệu thông qua việc sử dụng phương thức truyền thông LoRa thực hiện truyền các thông số đó đến trạm thu thập dữ liệu. Ngoài ra, bộ XLTT tự so sánh các thông số môi trường thu thập với các giá trị thông số định sẵn để phát ra các tín hiệu cảnh báo cấp 1 tại khối phát tín hiệu.

Với những yêu cầu trên chúng ta có thể dùng một trong những vi điều khiển sau đây để đảm nhận vai trò bộ xử lý trung tâm. Tiếp theo, chúng ta xem xét những hạn chế của từng loại để lựa chọn phù hợp:

- ESP32 nodeMCU 32S: Có thêm tích hợp module Wifi, Bluetooth, lõi xử lý Dual giúp chạy đa nhiệm tốt với các tính năng trên giá thành của vi điều khiển này khá cao khoảng 200.000VND. Nhưng những thế mạnh trên không thực sự cần thiết với yêu cầu thiết kế của *bộ xử lý trung tâm*, vậy nên nếu sử dụng ESP32 sẽ gây lãng phí.

- Arduino UNO và Arduino Mega: Cả hai vi điều khiển này đều có hạn chế là kích thước khá lớn, ngoài ra Arduino Mega được phát triển thêm rất nhiều chân

Digital và Analog có thể xem xét ở các hệ thống lớp hơn, hoặc cần giao tiếp nhiều cảm biến, thiết bị.

- STM32F1xx: Đây là vi điều khiển đáp ứng các thông số nhỏ gọn, tốc độ xử lý nhanh, khả năng ổn định, giá thành ở mức khá cao. Nhưng so với các vi điều khiển khác thì việc lập trình cho vi điều khiển STM32/8 có phần khó khăn hơn, ít nguồn tham khảo cũng như là mã nguồn có sẵn. Từ đó dẫn đến sẽ gây tốn kém khá nhiều ở chi phí nhân lực nghiên cứu phát triển.

- Arduino Nano: Đây là vi điều khiển có thể đáp ứng đủ các yêu cầu thiết kế của hệ thống trên, cùng với giá thành rẻ, hệ sinh thái Arduino phong phú, việc lập trình cũng dễ dàng với nguồn tham khảo miễn phí, cộng đồng phát triển đông đảo.

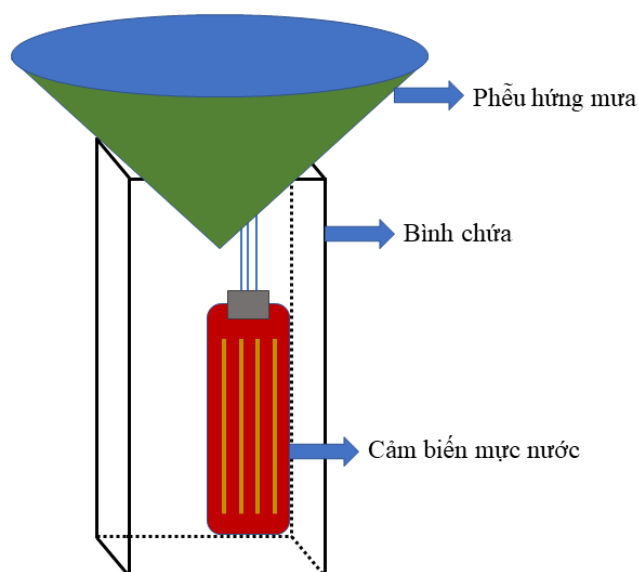
Vậy nên tôi sử dụng Arduino Nano làm *bộ xử lý trung tâm* cho các điểm quan trắc.

*Khối cảm biến:* có vai trò thu thập 3 thông số: độ ẩm đất, lượng mưa, tốc độ gió. Sau đó, khối cảm biến giao tiếp với bộ xử lý trung tâm để gửi những thông số thu được đến đó.

- *Cảm biến độ ẩm đất:* Như đã nghiên cứu, phân tích ở chương 2, trên thị trường hiện nay có rất nhiều sản phẩm, thiết bị về cảm biến độ ẩm đất với giá thành, độ chính xác, hiệu năng, thông số kỹ thuật khác nhau. Nhưng với đề tài đồ án khóa luận tốt nghiệp của sinh viên tôi chọn Moisture Sensor v2.0 để làm cảm biến độ ẩm đất cho hệ thống. Cảm biến trên đáp ứng đủ các tiêu chí cho việc thực hiện đề tài từ chi phí rẻ, độ chính xác phù hợp cho đến thiết kế nhỏ gọn.

- *Thiết bị đo lượng mưa:* Đối với việc áp dụng đề tài này vào thực tiễn, tôi sẽ lựa chọn sử dụng thiết bị đã giới thiệu ở chương 2 để cho ra các kết quả chính xác nhất. Còn đối với việc nghiên cứu và thực hiện đề tài này tôi sẽ dựa các nguyên lý đo lượng mưa cơ bản, thiết kế mô phỏng lại thiết bị đo mưa điện tử có chức năng báo mực nước mưa đã hứng được mô tả bằng hình 3.3. Cụ thể: một phễu hứng mưa, một cốc chứa nước gắn phía dưới, cảm biến mực nước gắn cố định ở trên thành cốc chứa để xác định mực nước, từ đó gửi thông số về cho bộ xử lý. Với cảm biến mực chất lỏng, tín hiệu ngõ ra là tín hiệu Analog. Khi cấp nguồn ổn định

3,3VDC rồi thực hiện 3 lần đo, mỗi lần đo thực hiện đủ các mốc 5mm, 10mm, 15mm, 20mm, 25mm, 30mm, 35mm và 40mm. Kết quả thu được như bảng 3.1:



Hình 3.3: Ý tưởng thiết kế thiết bị đo lượng mưa.

Bảng 3.1: Kết quả đo thực tế thiết bị đo lượng mưa

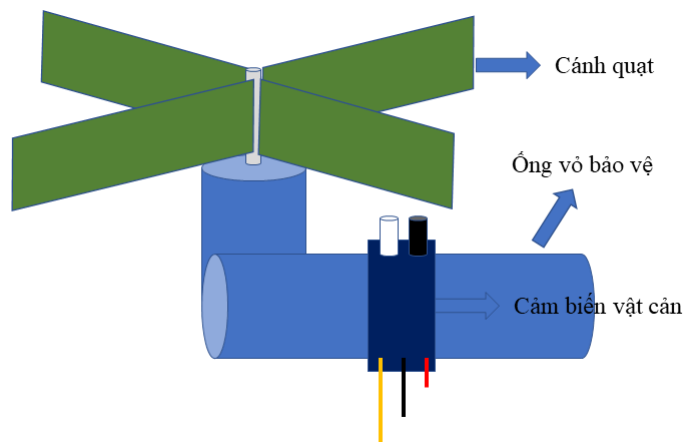
Mốc đo	Lần đo 1	Lần đo 2	Lần đo 3
5mm	98 ~ 101 (2)	97 ~ 102(3)	101 ~ 105(5)
10mm	197 ~ 202(3)	197 ~ 202(3)	199 ~ 200(1)
15mm	301 ~ 304(4)	294 ~ 303(6)	303 ~ 305(5)
20mm	401 ~ 402(2)	397 ~ 400(3)	397 ~ 402(3)
25mm	497 ~ 499(3)	492 ~ 501(8)	503 ~ 506(6)
30mm	605 ~ 606(6)	602 ~ 603(3)	598 ~ 607(7)
35mm	695 ~ 701(5)	697 ~ 704(4)	702 ~ 704(4)
40mm	796 ~ 798(4)	791 ~ 802(8)	798 ~ 804(4)

Từ đó, tôi rút ra được sự tương quan giữa giá trị Analog (a) thu được từ cảm biến với mực nước trong cốc (b) là  $b = a/20$ . Với giá trị chênh lệch lớn nhất là ở mốc 40mm lần đo 2 492 tương ứng với sai số 0,4mm (tỉ lệ sai số là 1%) và sai số trung bình là 0,2125mm. Sở dĩ có sai số không nhỏ so với thiết bị chuyên dụng là vì mô hình của tôi còn thô sơ dẫn đến cốc đo bị dao động ảnh hưởng đến mức nước và một phần do cách đo đạc thủ công.

- *Cảm biến tốc độ gió*: Vì giới hạn đề tài đồ án cho nên cảm biến tốc độ gió chính hãng độ chính xác cao sẽ chỉ nghiên cứu qua ở chương 2. Ở phần thiết kế hệ thống này sinh viên sẽ thiết kế 1 thiết bị có tính năng tương tự cảm biến chính hãng. Cụ thể: một hệ thống quay sẽ được lắp cố định trên đế đứng, phần cánh sẽ tự thiết kế dựa trên tính năng đón gió để thực hiện quay tròn. Kết nối phần cánh vào trục quay, khi có gió tác động vào cánh làm quay trục, từ đó mỗi cánh quay sẽ được xem là vật cản phía trước cảm biến vật cản hồng ngoại. Khi có vật cản chân tín hiệu ra của cảm biến sẽ xuất mức cao (1) khi không có sẽ xuất mức thấp (0). Ta sử dụng thời gian tín hiệu thay đổi từ 0 lên 1 tương ứng với việc quay từ cánh này đến cánh kia kết hợp với khoảng cách để tính được vận tốc quay của thiết bị. Có được vận tốc quay của thiết bị sẽ suy ra được tốc độ gió tương đối. Công thức:

$$V = ((1/4 * C) - D) / T$$

Trong đó: V là tốc độ gió, C là chu vi lớn nhất của hệ thống quay, D là độ dày cánh, T là thời gian mức logic từ thấp lên cao.



Hình 3.4: Ý tưởng thiết kế thiết bị đo tốc độ gió

*Khối truyền dữ liệu:*

Chúng ta cùng xem qua bảng so sánh các phương thức truyền dữ liệu không dây phổ biến sau đây:

Bảng 3.2: Bảng so sánh các phương thức truyền thông không dây phổ biến.

	Bluetooth	Zigbee	Wifi	LoRa
--	-----------	--------	------	------

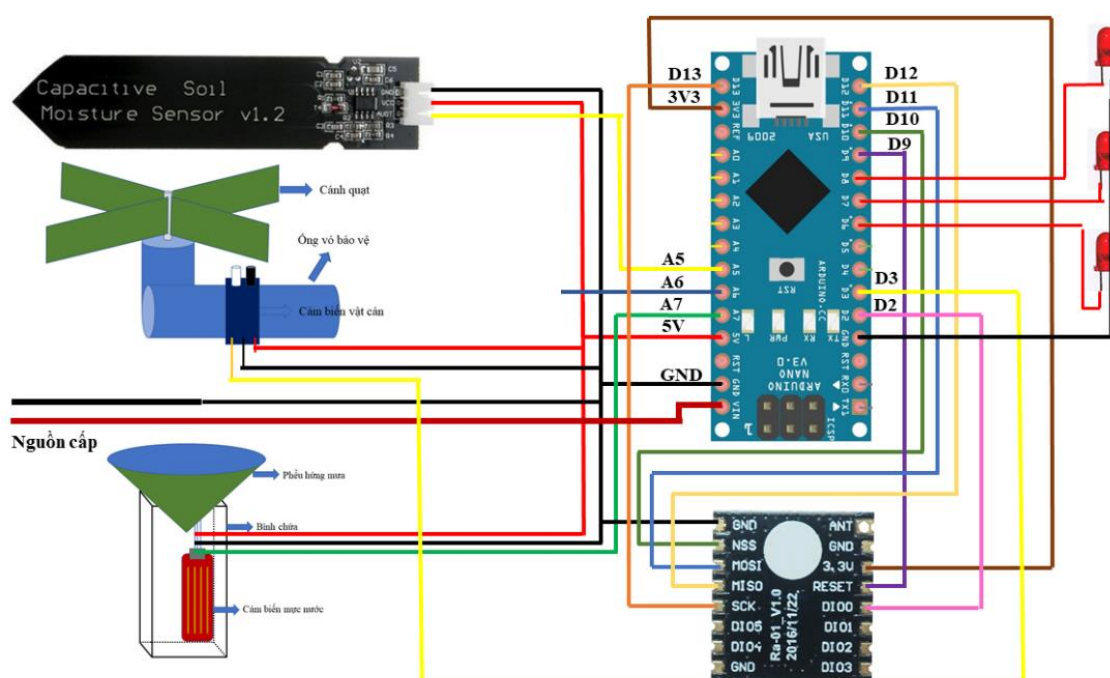
Tần số	2,4GHz	2,4-2,835GHz	2,4GHz, 5GHz	430MHz
Phạm vi	~10m	~75m	~30m	>5000m
Tốc độ dữ liệu	1-3Mbps	20-250Kbps	1-100Mbps	

Từ đó ta nhận thấy, đối với đề tài này thì nên dùng LoRa làm phương thức truyền thông giữa các điểm quan trắc và trạm thu thập dữ liệu để đáp ứng đủ khoảng cách truyền dữ liệu. Và sử dụng mạch thu phát RF LoRa SX1278 433MHz SPI Ra-01 để đảm nhận vai trò của khối truyền dữ liệu. Khối này sẽ kết nối với bộ xử lý trung tâm thông qua giao thức SPI.

*Khối phát tín hiệu:* Ở đề tài này, tôi sử dụng led đơn để thể hiện tín hiệu cảnh báo. Cụ thể là 3 led vàng thể hiện cho mức “Cảnh báo” của 3 thông số môi trường, 3 led đỏ thể hiện cho mức “Nguy hiểm” của 3 thông số môi trường.

*Khối nguồn:* Tôi sử dụng nguồn cấp trực tiếp từ đường dây điện của các trụ điện, trụ viễn thông, sau đó biến đổi phù hợp để cấp nguồn cho các thiết bị trong điểm quan trắc. Với yêu cầu nguồn cấp vào là 5VDC – 1A. Trong đề tài này tôi thực hiện với nguồn điện dân dụng xoay chiều 220V – 10A.

Bộ xử lý trung tâm và các thiết bị, cảm biến tại các điểm quan trắc được kết nối như hình 3.5 và bảng 3.2 bên dưới:



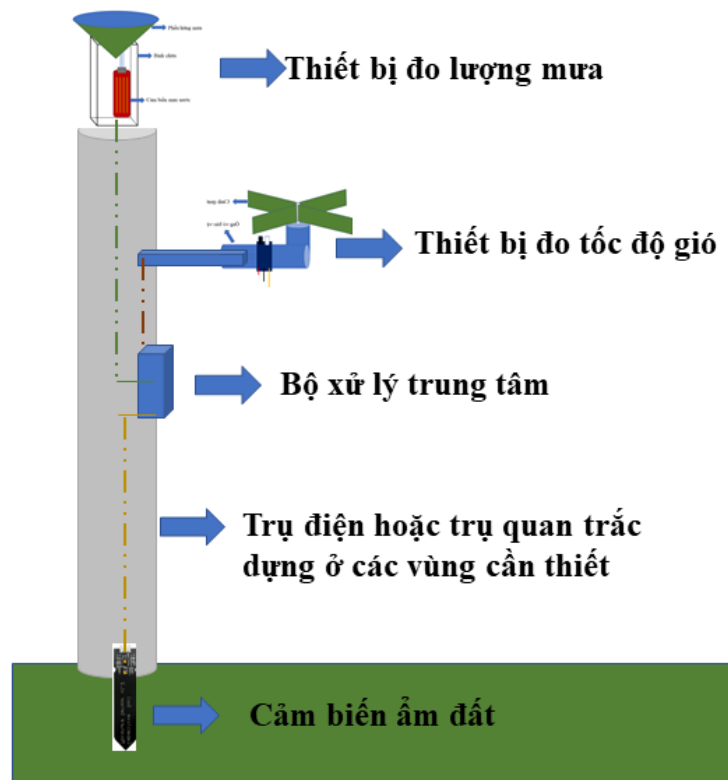


Hình 3.5: Sơ đồ kết nối tại các điểm quan trắc

Bảng 3.3: Bảng thông tin kết nối của các thiết bị, cảm biến tại điểm quan trắc.

STT	Arduino	SX1278	STT	Arduino	Âm đất
1	3V3	VCC	9	5V	VCC
2	GND	GND	10	GND	GND
3	D10	NSS	11	A5	AOUT
4	D11	MOSI	12	Arduino	Tốc độ gió
5	D12	MISO	13	5V	VCC
6	D9	RESET	14	GND	GND
7	D13	SCK	15	D3	OUT
8	D2	D0	16	Arduino	Lượng mưa
			17	5V	VCC
			18	GND	GND
				A7	S

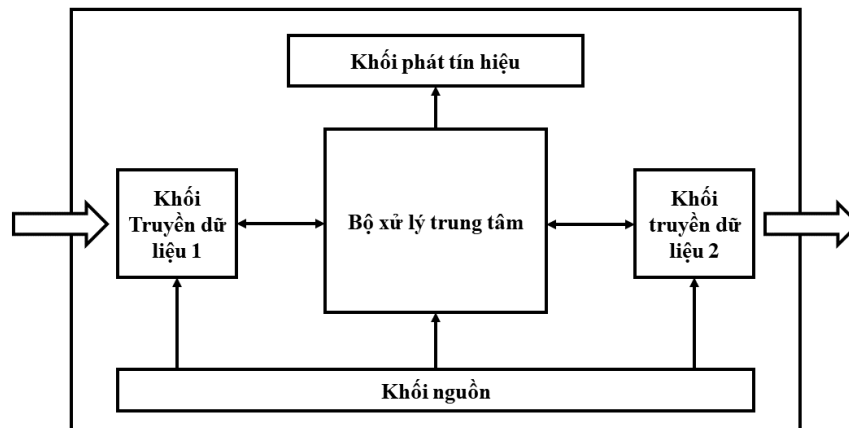
Dưới đây là ý tưởng lắp đặt điểm quan trắc tại địa phương



Hình 3.6: Cách lắp đặt điểm quan trắc tại địa phương.

### 3.3.2.2 Thiết kế trạm thu thập dữ liệu

Mỗi trạm thu thập dữ liệu sẽ được thiết kế theo sơ đồ khối hình 3.6 dưới đây:



Hình 3.7: Sơ đồ khối của trạm thu thập dữ liệu

**Bộ xử lý trung tâm:** Bộ xử lý trung tâm thực hiện vai trò nhận dữ liệu từ các điểm quan trắc thông qua khối truyền nhận dữ liệu (LoRa). Dữ liệu sau đó được xử lý và truyền đến khối truyền nhận dữ liệu (Wifi) để truyền đến Firebase

Realtime Database để lưu trữ dữ liệu. Sử dụng mạch phát triển ESP8266 nodeMCU 12E để đảm nhận vai trò khối này.

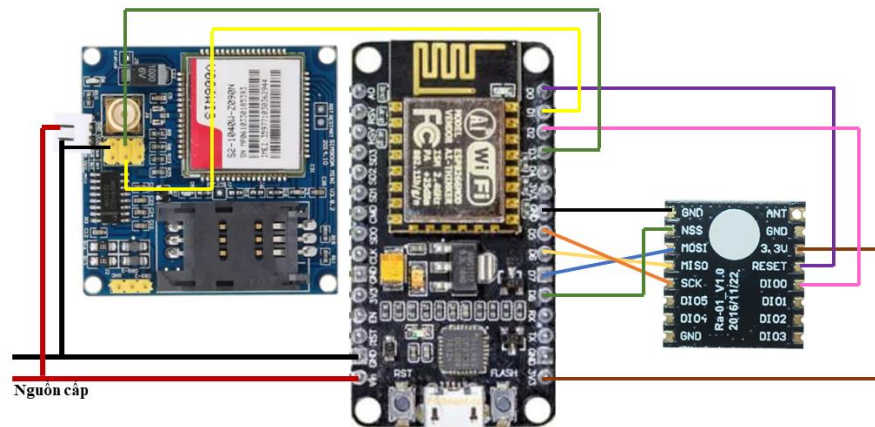
*Khối truyền nhận dữ liệu 1 (LoRa):* Sử dụng mạch thu phát RF LoRa SX1278 433MHz SPI Ra-01 để đảm nhận vai trò khối này. Khối này sẽ kết nối với bộ xử lý trung tâm thông qua giao thức SPI.

*Khối truyền nhận dữ liệu 2 (Wifi):* module Wifi tích hợp sẵn trong ESP8266 sẽ đảm nhận vai trò khối này.

*Khối phát tín hiệu:* module SIM900A với chức năng gửi tin nhắn SMS sẽ đảm nhận vai trò của khối này. Module SIM900A kết nối với bộ xử lý trung tâm thông qua giao thức UART

*Khối nguồn:* Tôi sử dụng nguồn cấp trực tiếp từ nguồn điện dân dụng, sau đó biến đổi và cấp nguồn cho các khối trong trạm thu thập dữ liệu. Ngoài ra do yêu cầu dòng cấp của module SIM900A phải lớn hơn 1,5A cho nên sử dụng nguồn cấp vào là 5VDC – 2A.

Bộ xử lý trung tâm và các thiết bị, cảm biến tại các trạm thu thập được kết nối như hình 3.7 và bảng 3.4 bên dưới:



Hình 3.8: Sơ đồ kết nối tại các trạm thu thập

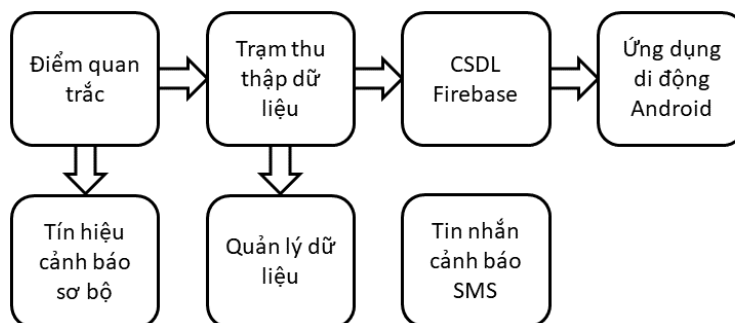
Bảng 3.4: Bảng thông tin kết nối của các thiết bị, cảm biến tại trạm thu thập

STT	ESP8266	SX1278	STT	ESP8266	SX1278
1	3V3	VCC	7	D6	MISO

2	GND	GND	8	D5	SCK
3	D8	NSS	STT	ESP8266	SIM900A
4	D7	MOSI	10	GND	GND
5	D2	D0	11	D1	Tx5V
6	D0	RESET	12	D3	Rx5V

### 3.3.3 Thiết kế phần mềm

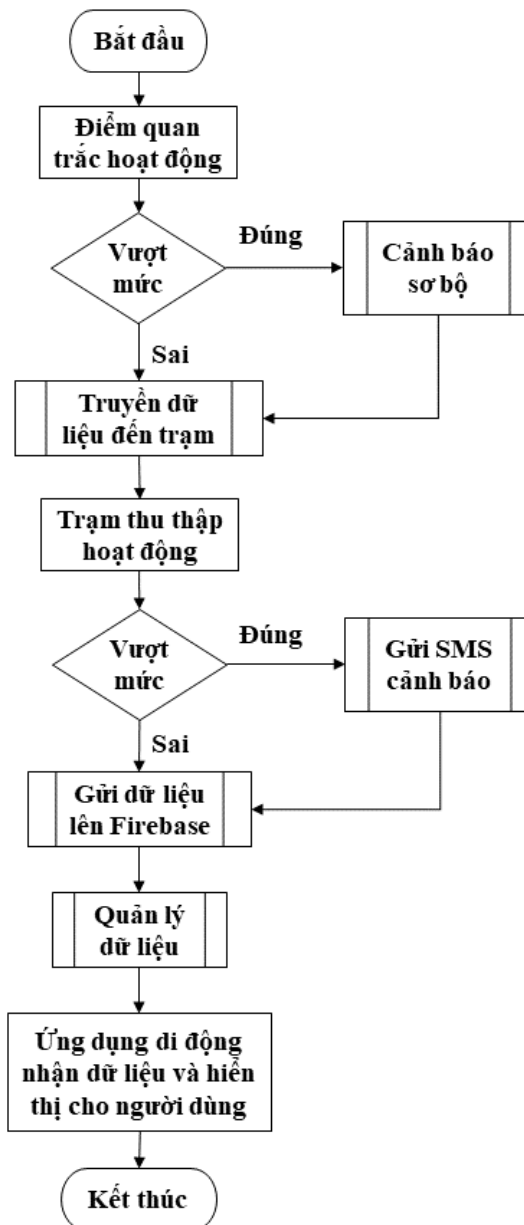
Hệ thống sẽ hoạt động theo tiến trình: các điểm quan trắc thu thập các thông số môi trường sau đó chuyển đổi thành dữ liệu phù hợp để khởi truyền dữ liệu bên trong (LoRa) truyền đến trạm thu thập dữ liệu. Tại trạm thu thập dữ liệu, dữ liệu sẽ được xử lý phân tích thành các thành phần riêng biệt và cập nhật vào vị trí phù hợp trên CSDL – Firebase. Khi dữ liệu trên CSDL – Firebase được cập nhật, ứng dụng di động (Android) sẽ cập nhật các thông tin dữ liệu về điện thoại và hiển thị cho người dùng. Ngoài ra, hệ thống có thêm các tính năng cảnh báo sơ bộ ở tại điểm quan trắc, quản lý dữ liệu tại trạm thu thập dữ liệu và tin nhắn cảnh báo (SMS) đến người dùng.



Hình 3.9: Tiến trình hoạt động của hệ thống

#### 3.3.3.1 Lưu đồ toàn hệ thống

Hệ thống sẽ vận hành theo lưu đồ như hình 3.9 bên dưới:



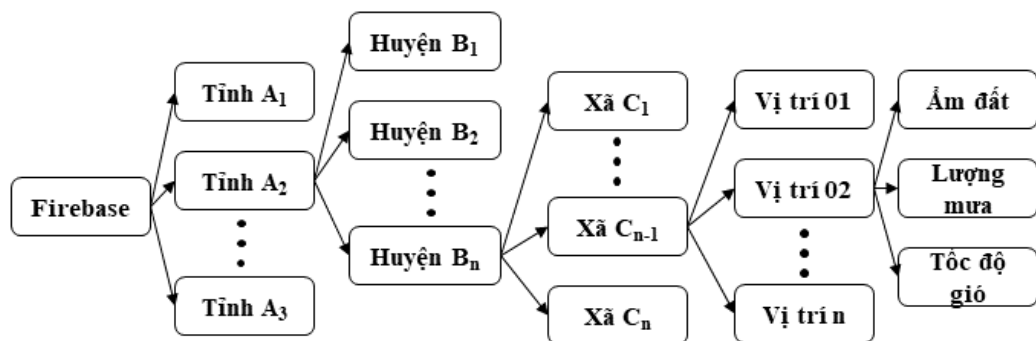
Hình 3.10: Lưu đồ hoạt động toàn hệ thống

### 3.3.3.2 Phương thức quản lý các thông số môi trường

Miền Trung bao gồm 19 tỉnh/thành phố, ở mỗi tỉnh thành sẽ bao gồm rất nhiều quận huyện, dưới cấp quận huyện là phường xã. Tại các phường xã tôi sẽ lắp đặt 1 trạm thu thập dữ liệu để quản lý và thu thập dữ liệu từ các điểm quan trắc đặt tại các khu vực trong địa bàn phường xã. Trên thực tế, các điểm quan trắc sẽ được khảo sát trước khi lắp đặt, để việc quản lý và thu thập các thông số môi trường thực sự hiệu quả. Từ đó, các phường xã sẽ tự thành lập được bản đồ và danh sách các điểm quan trắc tại địa phương.

Khi hoạt động, các điểm quan trắc sau khi thu thập được thông số môi trường sẽ tổng hợp và gửi dữ liệu qua LoRa bằng gói dữ liệu có thành phần “xx,yy,zz,tt”. Trong đó, “xx” là thông số độ ẩm đất từ 0% đến 99%, “yy” là thông số tốc độ gió từ 0m/s đến 99m/s, “zz” là thông số lượng mưa từ 0mm/phút đến 99mm/phút, “tt” là vị trí của điểm quan trắc tại địa phương. Ví dụ: trạm thu thập tại xã A, huyện B, tỉnh C nhận được gói dữ liệu “34,12,56,01” sau khi phân tích sẽ được: Đây là dữ liệu từ điểm quan trắc 01, với các thông số như sau độ ẩm đất hiện tại là 34%, lượng mưa hiện tại là 56mm/phút, tốc độ gió hiện tại là 12m/s. Sau đó, trạm thu thập sẽ cập nhật vào Firebase tại xã A, huyện B, phường C, vị trí 01 các thông số nhận được. Ngoài ra, nếu thông số vượt mức cho phép sẽ thực hiện việc gửi tin nhắn cảnh báo: “Vị trí 01 xã A, huyện B, tỉnh C cảnh báo gió giật mạnh. Người dân hạn chế ra ngoài.”.

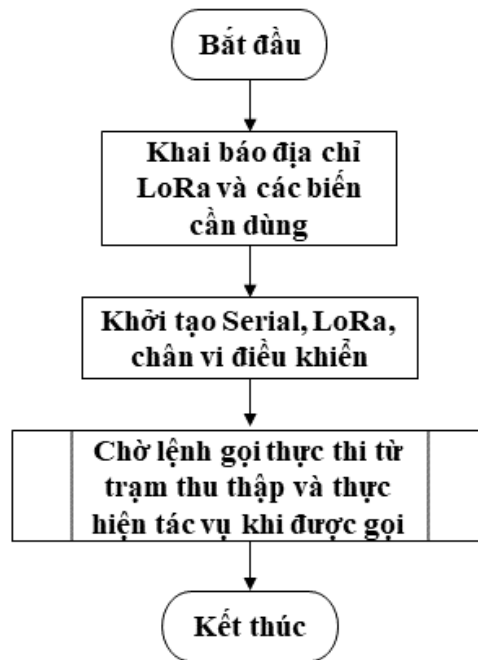
Tại CSDL – Firebase các dữ liệu sẽ được lưu trữ ở dạng cây. Đối với ứng dụng di động, khi truy xuất dữ liệu từ Firebase cũng dựa vào nội dung dữ liệu cần hiển thị mà truy xuất tới chính xác dữ liệu cần truy xuất.



Hình 3.11: Mô phỏng sơ đồ cây quản lý dữ liệu

### 3.3.3.3 Lập trình các điểm quan trắc môi trường

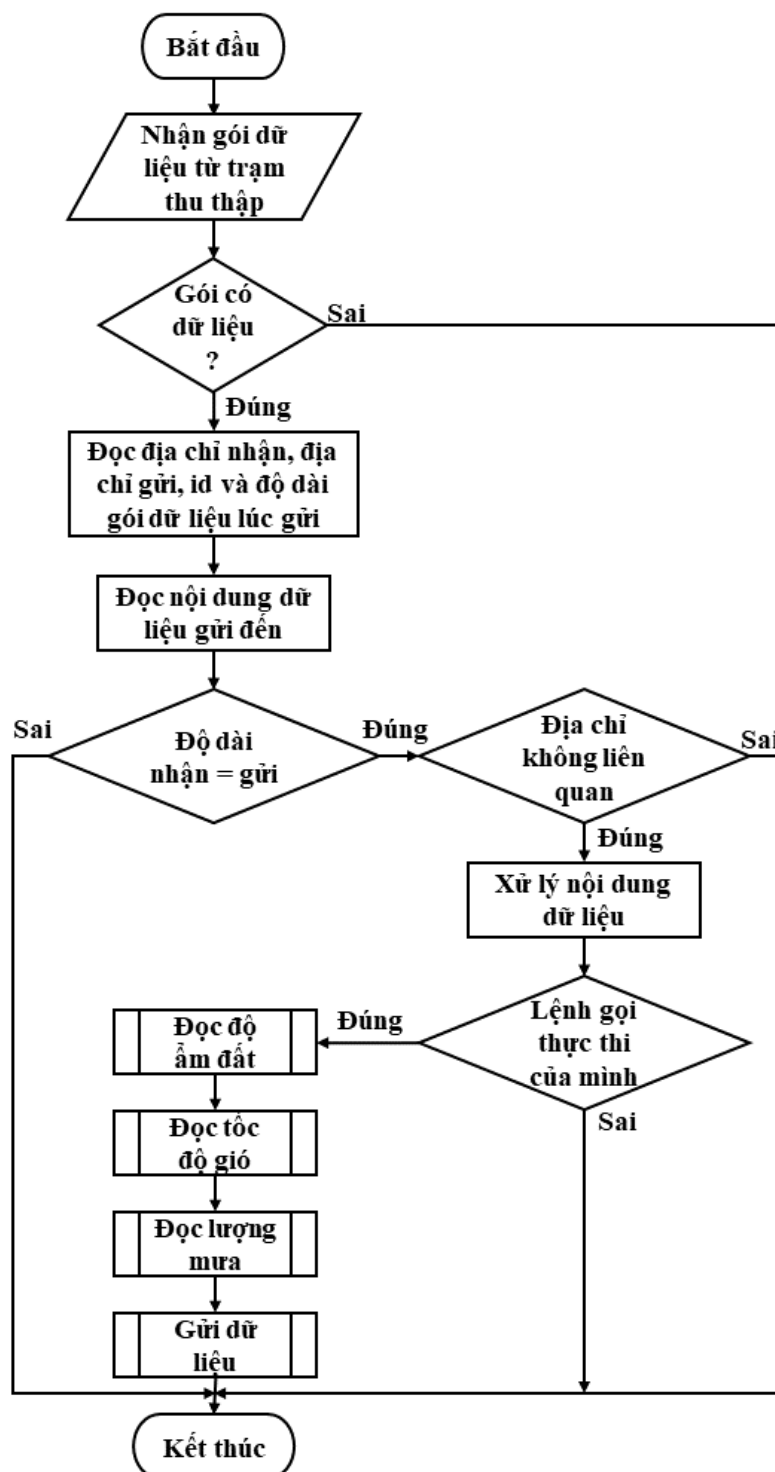
**Chương trình chính:** Điểm quan trắc được lập trình với chức năng thu thập các thông số môi trường và gửi các thông số này đến trạm thu thập dữ liệu khi nhận lệnh gọi thực thi từ trạm thu thập dữ liệu. Giải thuật lập trình được trình bày bằng lưu đồ hình 3.11.



Hình 3.12: Lưu đồ giải thuật chương trình chính của điểm quan trắc

Ban đầu, điểm quan trắc được khởi động và khởi tạo các yếu tố cần thiết để hoạt động. Sau đó, điểm quan trắc sẽ liên tục chờ nhận lệnh thực thi gửi đến từ trạm thu thập dữ liệu. Nếu lệnh thực thi gọi đến đúng địa chỉ có điểm quan trắc và đúng mật khẩu lệnh cũng như là lệnh thực thi khi gửi đi không bị mất dữ liệu nào thì điểm quan trắc sẽ thực hiện các tác vụ thu thập thông số môi trường và gửi dữ liệu.

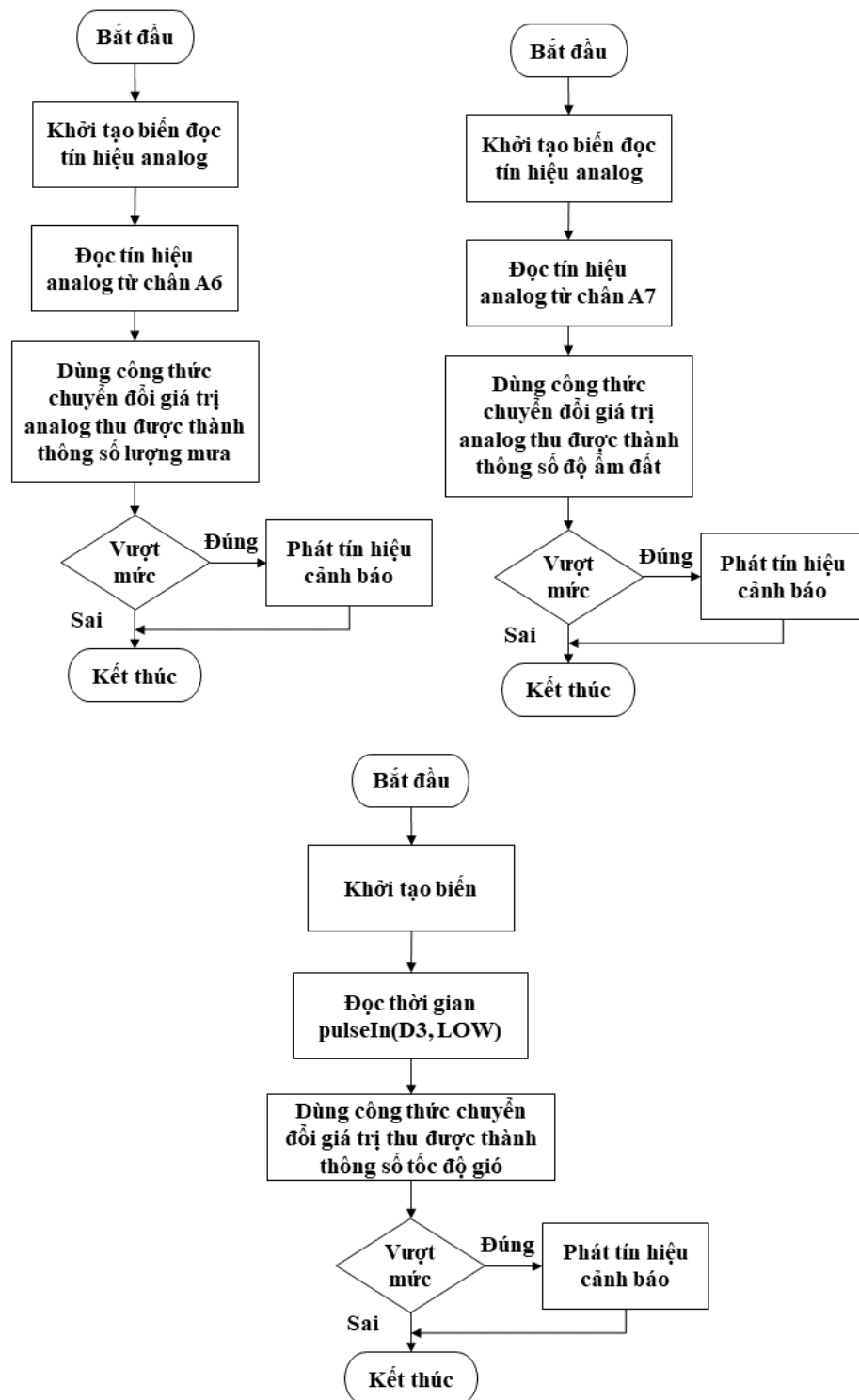
*Chương trình con chờ lệnh gọi thực thi và thực hiện các tác vụ:* Bắt đầu, chương trình sẽ được truyền vào gói dữ liệu lệnh thực thi nhận được, và nếu gói dữ liệu có chứa dữ liệu thì mới tiếp tục đọc. Tiếp đến, chương trình thực hiện việc đọc các địa chỉ gửi nhận, id cùng độ dài gói dữ liệu lúc được gửi và nội dung của gói dữ liệu. Sau đó, chương trình kiểm tra độ dài gói dữ liệu có còn nguyên vẹn nếu không nguyên vẹn sẽ hủy bỏ tác vụ. Nếu gói dữ liệu nguyên vẹn sẽ đi đến kiểm tra các địa chỉ nếu đúng là từ trạm quản lý mình gửi đến mình thì sẽ xử lý nội dung gói dữ liệu. Nếu nội dung gói dữ liệu đúng là mật khẩu lệnh gọi thực thi của mình thì chương trình gọi tiếp các tác vụ đọc thông số môi trường và gửi dữ liệu đáp ứng yêu cầu thực thi cho trạm thu thập dữ liệu.



Hình 3.13: Chương trình chờ lệnh thực thi.

Các chương trình con thu thập thông số môi trường: Đối với cảm biến ẩm đất và thiết bị đo lượng mưa thì thực hiện việc đọc tín hiệu Analog ngõ ra và quy về giá trị thông số môi trường. Đối với thiết bị đo tốc độ gió thì giá trị thông số được xác định dựa trên 2 lần cảm biến gặp cánh và khoảng cách giữa 2 cánh.



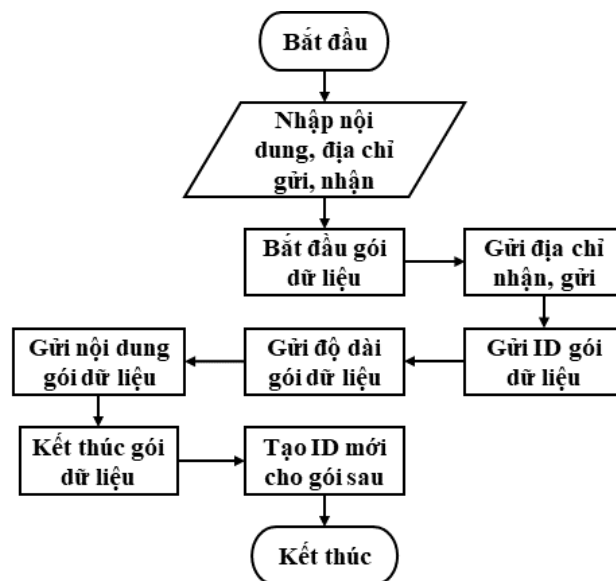


Hình 3.14: Các chương trình con thu thập thông số môi trường

Từ các cơ sở lý thuyết ở chương 2 và tạo sự phù hợp để vận hành thử nghiệm, kiểm nghiệm kết quả ở chương 4, tôi sẽ cố định các giá trị sau đây dùng để thiết đặt và quy ước cho đề tài: thời gian giữa 2 lần thực hiện quan trắc 10 giây (trên

thực tế là 1 giờ), lượng mưa quan trắc sẽ được thực hiện bằng việc cung cấp nước vào bình chứa (mức cho phép của lượng mưa (cường độ mưa) sẽ được thiết đặt cố định là 7mm/h), mức cho phép của tốc độ gió là 14m/s tương ứng cấp gió là 7 và mức cho phép của độ ẩm đất là 60%.

*Chương trình con gửi dữ liệu về trạm thu thập:* Ban đầu, chương trình sẽ được nhập các nội dung gửi đi, địa chỉ gửi địa chỉ nhận. Tiếp theo, chương trình bắt đầu gói dữ liệu: địa chỉ nhận, địa chỉ gửi, id và độ dài khi gửi. Sau đó, chương trình gửi nội dung gói dữ liệu, kết thúc gói dữ liệu và tạo id mới cho gói dữ liệu sau.



Hình 3.15: Chương trình con gửi dữ liệu về trạm thu thập

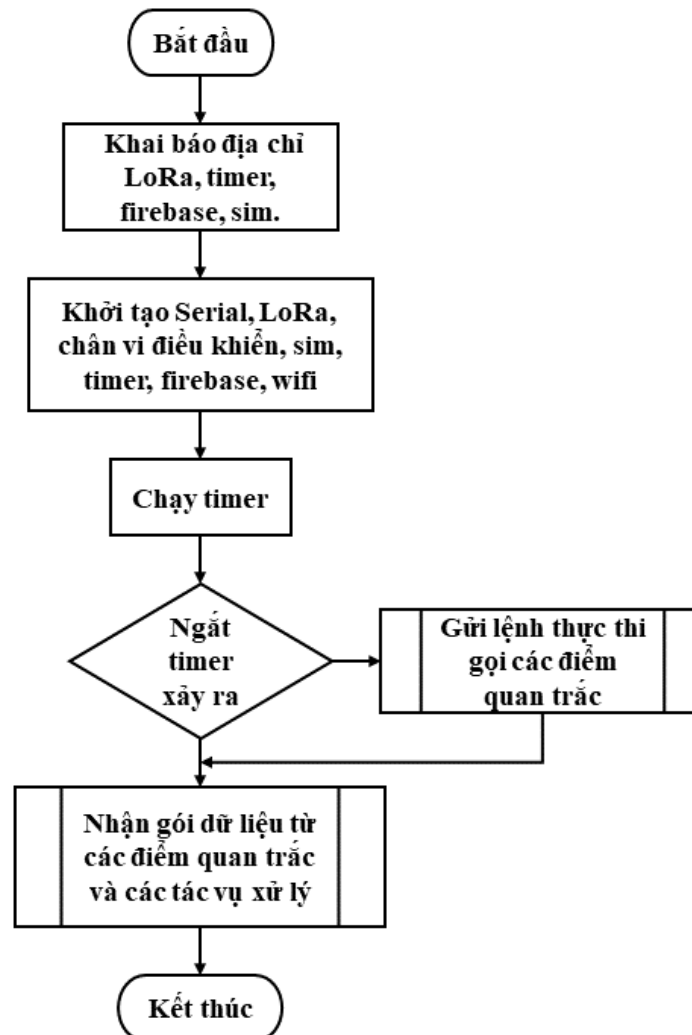
### 3.3.3.4 Lập trình các trạm thu thập dữ liệu

*Chương trình chính:* Trạm thu thập dữ liệu có 2 chức năng chính:

- Quản lý hoạt động của các điểm quan trắc thuộc phạm vi quản lý của trạm thông qua việc gửi lệnh thực thi và mật khẩu thực thi đến các điểm quan trắc. Việc sắp xếp thứ tự gửi lệnh thực thi cho từng điểm quan trắc sẽ được thực hiện bởi chương trình con gọi lệnh thực thi sử dụng chức năng ngắt Timer đảm nhận.

- Nhận dữ liệu thu thập được của điểm quan trắc vừa được gọi lệnh thực thi và phân tích xử lý dữ liệu đó để cập nhật lên Firebase và nếu các thông số vượt các ngưỡng quy định thì thực hiện gửi tin nhắn cảnh báo đến người dùng thông qua

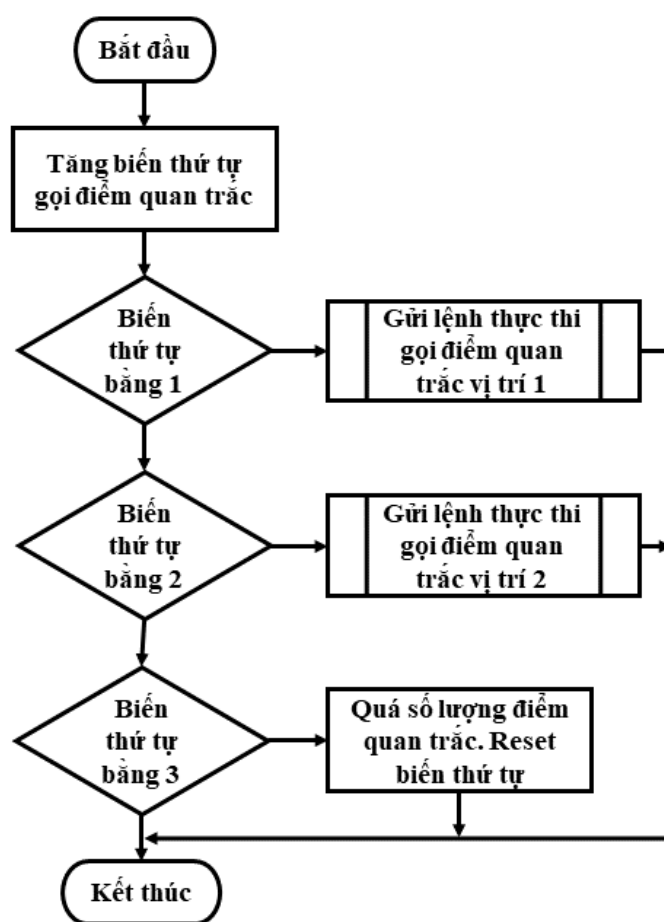
module SIM900A. Để việc nhận dữ liệu được diễn ra chính xác thì gói dữ liệu khi gửi/nhận giữa điểm quan trắc và trạm thu thập phải có cả thông tin địa chỉ đích (nhận), địa chỉ nguồn (gửi), id và độ dài của gói dữ liệu.



Hình 3.16: Lưu đồ giải thuật chương trình chính trạm thu thập dữ liệu.

Bắt đầu khởi động, chương trình khởi tạo và khai báo các chức năng, địa chỉ, biến cần thiết. Tại vòng lặp thực hiện chương trình, chương trình con nhận dữ liệu từ điểm quan trắc sẽ được chạy liên tục cùng với đó là sự kiện ngắt timer sẽ xảy ra sau mỗi chu kỳ 6 giây. Khi ngắt timer xảy ra thì chương trình con gọi lệnh thực thi sẽ được hoạt động để gửi một gói dữ liệu gồm lệnh thực thi và mật khẩu đến điểm quan trắc theo thứ tự. Sau đó, chương trình con nhận dữ liệu từ điểm quan trắc sẽ nhận, phân tích, xử lý dữ liệu nhận được và thực hiện các tác vụ cập nhật lên Firebase và gửi tin nhắn cảnh báo nếu vượt ngưỡng.

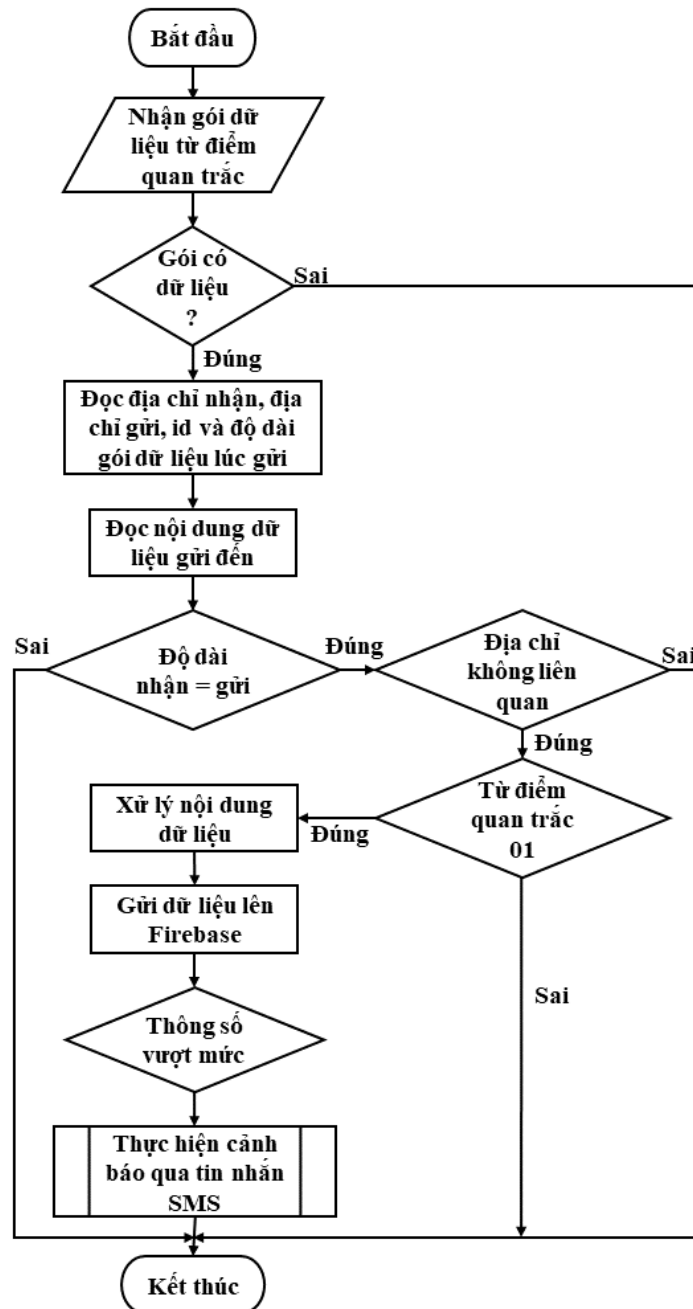
*Chương trình con gọi lệnh thực thi:* Chương trình này được hoạt động khi có ngắt Timer xảy ra sau chu kỳ được thiết lập trước (ở đề tài này là chu kỳ 6 giây). Bắt đầu, biến quản lý thứ tự các điểm quan trắc sẽ được tăng lên sau mỗi lần ngắt Timer tương ứng với việc lần lượt các điểm quan trắc sẽ được gọi thực thi lần lượt. Nếu biến thứ tự bằng 1 thì lệnh thực thi sẽ được gửi đi với địa chỉ nhận và mật khẩu riêng của điểm quan trắc vị trí 01. Tương tự đối với các điểm quan trắc khác theo thứ tự.



Hình 3.17: Lưu đồ giải thuật chương trình gọi lệnh thực thi.

*Chương trình con xử lý dữ liệu nhận được từ các điểm quan trắc:* Bắt đầu, chương trình sẽ được truyền vào gói dữ liệu nhận được, và nếu gói dữ liệu có chứa dữ liệu thì mới tiếp tục đọc. Tiếp đến, chương trình thực hiện việc đọc các địa chỉ gửi nhận, id cùng độ dài gói dữ liệu lúc được gửi và nội dung của gói dữ liệu. Sau đó, chương trình kiểm tra độ dài gói dữ liệu có còn nguyên vẹn nếu không nguyên vẹn sẽ hủy bỏ tác vụ. Nếu gói dữ liệu nguyên vẹn sẽ đi đến kiểm tra các địa chỉ

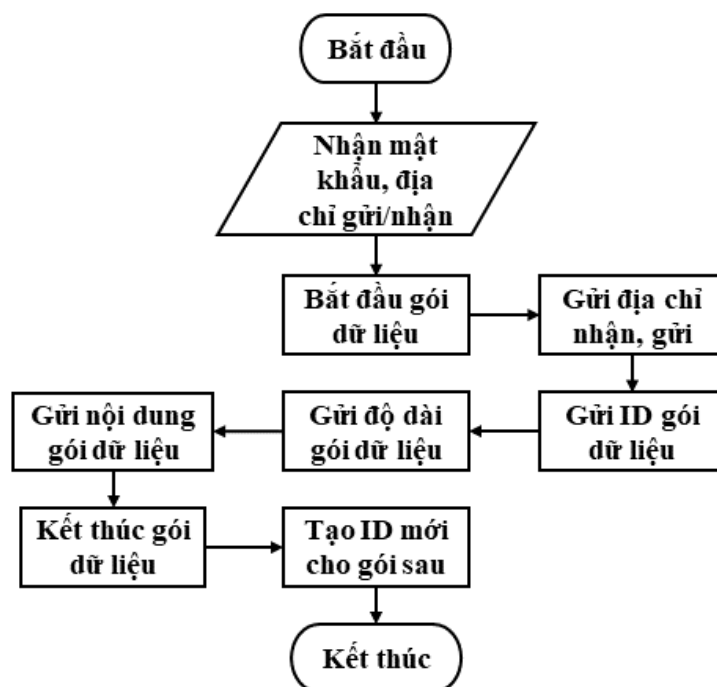
nếu đúng là từ điểm quan trắc thuộc phạm vi quản lý gửi đến thì sẽ xử lý nội dung gói dữ liệu. Nếu nội dung gói dữ liệu đến từ điểm quan trắc nào thì sẽ được phân loại và cập nhật lên Firebase phù hợp cũng như là gửi tin nhắn cảnh báo cụ thể vị trí nếu cần thiết.



Hình 3.18: Lưu đồ giải thuật chương trình xử lý dữ liệu từ điểm quan trắc.

Chương trình con gửi lệnh yêu cầu thực thi: Ban đầu, chương trình sẽ được nhập các nội dung gửi đi, địa chỉ gửi địa chỉ nhận. Tiếp theo, chương trình bắt đầu

gói dữ liệu: địa chỉ nhận, địa chỉ gửi, id và độ dài khi gửi. Sau đó, chương trình gửi nội dung gói dữ liệu, kết thúc gói dữ liệu và tạo id mới cho gói dữ liệu sau. Cụ thể được thể hiện qua lưu đồ giải thuật hình 3.18:



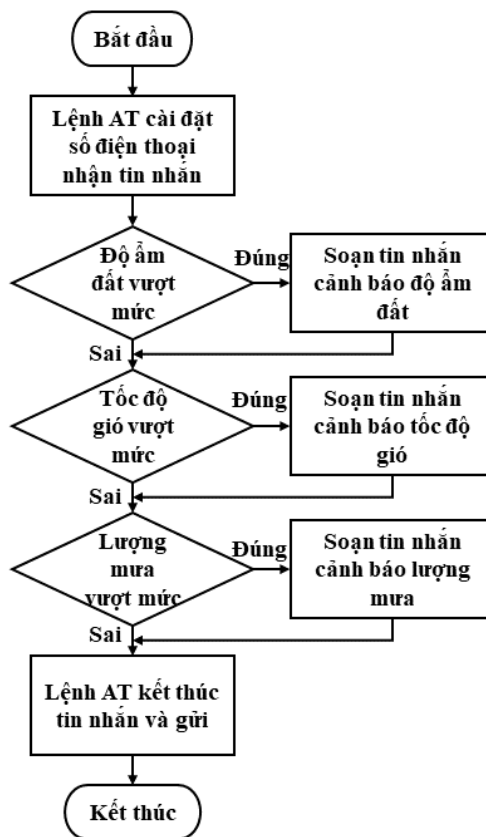
Hình 3.19: Lưu đồ giải thuật chương trình gửi lệnh yêu cầu thực thi.

**Chương trình con gửi tin nhắn SMS cảnh báo:** Chương trình này sẽ được gọi khi mà một trong ba thông số môi trường của điểm quan trắc gửi về vượt mức cho phép. Bắt đầu, chương trình sẽ gửi 1 lệnh AT cài đặt số điện thoại nhận tin nhắn về module SIM900A thông qua giao tiếp UART. Tiếp theo, nếu thông số nào vượt mức cho phép thì sẽ gửi một tin nhắn cảnh báo về thông số đó đến người dùng.

Cú pháp tin nhắn: “Canh bao! [Tình trạng]. [Lời nhắc nhở].”. Tình trạng và lời nhắc nhở phải phù hợp với các trường hợp thông số vượt mức cho phép. Bên cạnh đó tính rõ ràng, rành mạch, dễ hiểu của tin nhắn cảnh báo cũng cần được quan tâm chú trọng.

Nếu độ ẩm đất vượt mức cho phép thì tin nhắn sẽ là “Canh bao! Do am dat cao. Co nguy co sat lo dat tai vi tri 01.” Nếu lượng mưa vượt mức cho phép thì tin nhắn sẽ là “Canh bao! Luong mua cao. Nguoi dan de phong ngap lut.”. Nếu tốc độ

gió vượt mức cho phép thì tin nhắn sẽ là “Canh bao! Gio giat manh. Nguoi dan han che ra ngoai.”.



Hình 3.20: Lưu đồ giải thuật chương trình gửi tin nhắn SMS cảnh báo.

### 3.3.3.5 Thiết kế giao diện quản lý tại các trạm sử dụng WFA – C#

Tôi chọn sử dụng thư viện xây dựng giao diện là Window Forms kết hợp với ngôn ngữ lập trình C# chạy trên trình biên dịch của phần mềm Visual Studio 2022 Communication để phục vụ cho việc thiết kế ứng dụng quản lý tại các trạm thu thập dữ liệu. Giao diện ứng dụng quản lý trạm thu thập dữ liệu thiết kế bằng Windows Forms mang lại nhiều lợi ích như dễ sử dụng, dễ thao tác, hiển thị thông tin trực quan, ổn định. Giao diện gồm các nút chức năng, tiêu đề, biểu đồ quan trắc, thông báo,... Giao diện được thiết kế với chức năng: phục vụ cho công tác theo dõi tình hình các thông số môi trường có ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng xảy ra sạt lở đất, gió giật hoặc bão. Giao diện bao gồm khung kết nối với phần cứng trạm thu thập dữ liệu và các khung hiển thị thông số, tình trạng môi trường mô tả trực quan bởi các biểu đồ đường.

Cụ thể hơn, trong đề tài tôi đã thiết kế 1 giao diện duy nhất – mô tả bởi hình 3.20 dưới đây, bao gồm các thành phần như sau:

*Hình 3.21: Giao diện quản lý trạm thu thập dữ liệu*

- Khung **QUẢN LÝ KẾT NỐI**: có chức năng cho phép người dùng lựa chọn cổng COM giao tiếp (danh sách các cổng COM đang được kết nối với máy tính sẽ được quét và hiển thị), tốc độ truyền dữ liệu (Baud Rate) để thực hiện kết nối với phần cứng trạm thu thập dữ liệu.

*Hình 3.22: Giao diện khung quản lý kết nối.*

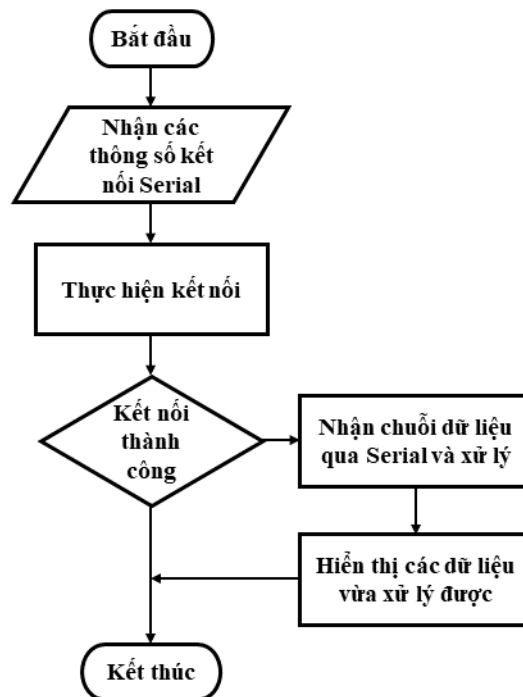
- Khung **HIỂN THỊ THÔNG SỐ VÀ CẢNH BÁO**: tuy phần cứng đề tài chỉ thực hiện 1 điểm quan trắc môi trường được quản lý bởi 1 trạm thu thập dữ liệu nhưng ở giao diện này tôi thực hiện 5 vị trí điểm quan trắc (1 điểm thực và 4 điểm ảo). Thông số của các điểm được thể hiện trực quan thông qua các biểu đồ đường (Spline). Mỗi biểu đồ thể hiện thông số (độ ẩm đất, lượng mưa, tốc độ gió) bằng 3 màu khác nhau, ngoài ra giao diện còn thể hiện số liệu cụ thể bên



cạnh biểu đồ giúp người dùng dễ dàng theo dõi. Về chức năng cảnh báo, giao diện thực hiện việc cảnh báo thông qua màu sắc trên khung của từng vị trí.



Hình 3.23: Giao diện khung hiển thị thông số và cảnh báo.



Hình 3.24: Lưu đồ giải thuật giao diện Winform

Người dùng nhập các giá trị thông số (tên cổng COM, tốc độ Baud) để thực hiện kết nối Serial với phần cứng trạm thu thập dữ liệu. Sau khi thực hiện kết nối thành công, chuỗi dữ liệu từ phần cứng sẽ được gửi đến Window Forms Application để tách chuỗi, xử lý và hiển thị ra giao diện.

### 3.3.3.6 Thiết kế ứng dụng di động Android sử dụng Android Studio

Android Studio là một phần mềm dùng để phát triển các ứng dụng chạy trên các thiết bị sử dụng hệ điều hành Android ví dụ như: smartphone, tablet,... Android Studio bao gồm rất nhiều các bộ công cụ khác nhau để đáp ứng đủ các nhu cầu của người dùng như: textview, button, edittext, imageview,... và nhiều hơn thế nữa. Tôi lựa chọn sử dụng Android Studio để xây dựng ứng dụng di động phục vụ cho đề tài vì tính ổn định, hiện đại và chuyên nghiệp. Android Studio sử dụng ngôn ngữ Java để vận hành và ngôn ngữ XML để thiết kế các giao diện người dùng.

Trong đề tài, tôi đã thiết kế các giao diện chính gồm:

- + Giao diện giới thiệu: hiển thị các thông tin về ứng dụng, người phát triển, đơn vị phụ trách phát triển.
- + Giao diện bảng chọn vị trí (Drawer) để chọn một trong các huyện được bố trí theo các tỉnh của Việt Nam mà người dùng muốn xem chi tiết.. Giao diện được thể hiện qua hình 3.24 (trái).



Hình 3.25: Giao diện ứng dụng di động.

- + Giao diện chọn trạm thu thập dữ liệu (theo xã) mà người dùng muốn theo dõi. Giao diện được mô tả qua hình 3.24 (giữa).

- + Giao diện hiển thị thông số môi trường của các điểm quan trắc môi trường thuộc xã vừa chọn. Điểm quan trắc nào có cả 3 thông số vượt mức cho phép sẽ được cảnh báo bằng màu đỏ, có 1 hoặc 2 thông số vượt mức sẽ được cảnh báo bằng màu vàng, còn nếu không có thông số nào vượt mức cho phép sẽ hiển thị màu xanh lá. Giao diện được mô tả bởi hình 3.24 (phải).

## CHƯƠNG 4

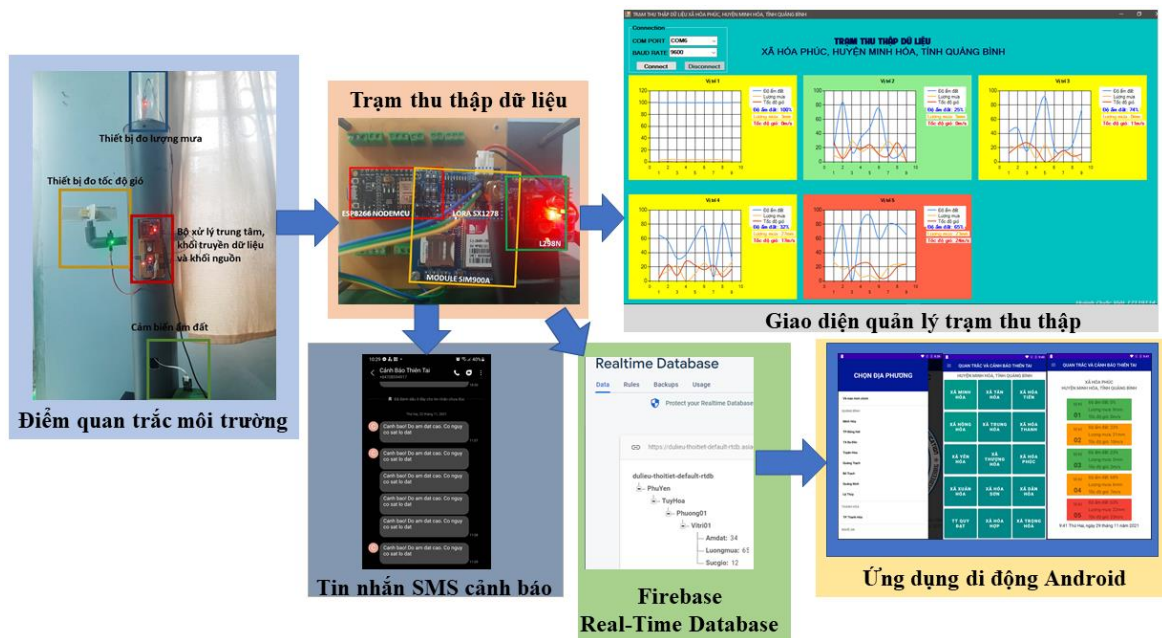
# KẾT QUẢ VÀ ĐÁNH GIÁ

### 4.1 KẾT QUẢ

#### 4.1.1 Kết quả đạt được

Sau khi hoàn thành đề tài, tôi đã tích lũy thêm nhiều kiến thức và hiểu biết về rất nhiều thứ một hệ thống IoT, cụ thể như: các giao thức giúp cảm biến, thiết bị giao tiếp với vi điều khiển (UART, SPI); các chuẩn truyền thông không dây (LoRa, Wifi). Bên cạnh đó là được tìm hiểu thêm về mạng GSM, tin nhắn SMS, cũng như là các loại module SIM. Ngoài ra, tôi đã trau dồi thêm khả năng của bản thân về ngôn ngữ Java để lập trình ứng dụng di động Android và ngôn ngữ C# để lập trình giao diện Window Forms Application, cùng với cơ sở dữ liệu – Google Firebase Real-Time Database.

Kèm theo đó, mô hình hệ thống tôi xây dựng đã đạt được những mục tiêu và yêu cầu đề ra, cụ thể nhưng sau:



Hình 4.1: Kết quả toàn bộ hệ thống đã xây dựng

- Điểm quan trắc hoạt động tốt: thu thập được các thông số môi trường như yêu cầu đề tài và truyền dữ liệu đó đến trạm thu thập dữ liệu.

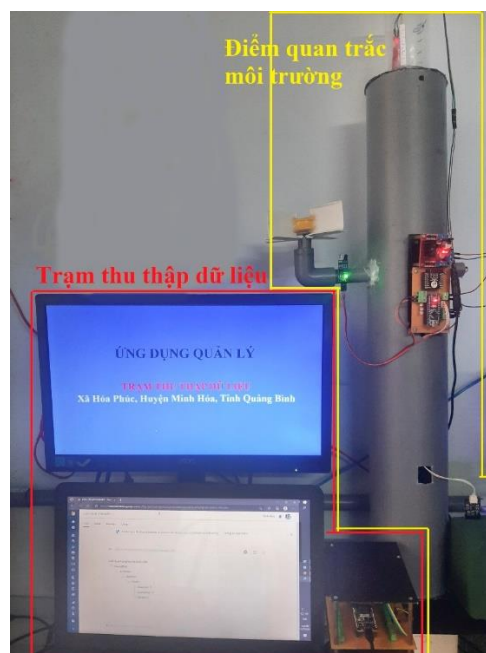
- Trạm thu thập hoạt động ổn định: thu thập các dữ liệu được truyền đến từ điểm quan trắc và tiếp hành các chức năng cập nhật lên CSDL – Firebase.
- Hệ thống đáp ứng được việc gửi tin nhắn cảnh báo.
- Hệ thống có ứng dụng di động đáp ứng cho yêu cầu theo dõi tình hình môi trường, thời tiết của người dùng.
- Hệ thống có giao diện quản lý riêng tại các trạm thu thập nhận trực tiếp dữ liệu từ phần cứng trạm đảm bảo tính tức thời.
- Giá thành phù hợp: chi phí cho điểm quan trắc là khoảng 300.000VND, chi phí cho trạm thu thập là 500.000VND.
- Độ trễ của hệ thống trên thực tế là 1-2 giây, như so với chu kỳ quản lý hoạt động của từng điểm quan trắc môi trường là 1 giờ thì không ảnh hưởng.

#### 4.1.2 Kết quả thực hiện

##### 4.1.2.1 Kết quả thực hiện phần cứng

###### *Phần cứng toàn hệ thống:*

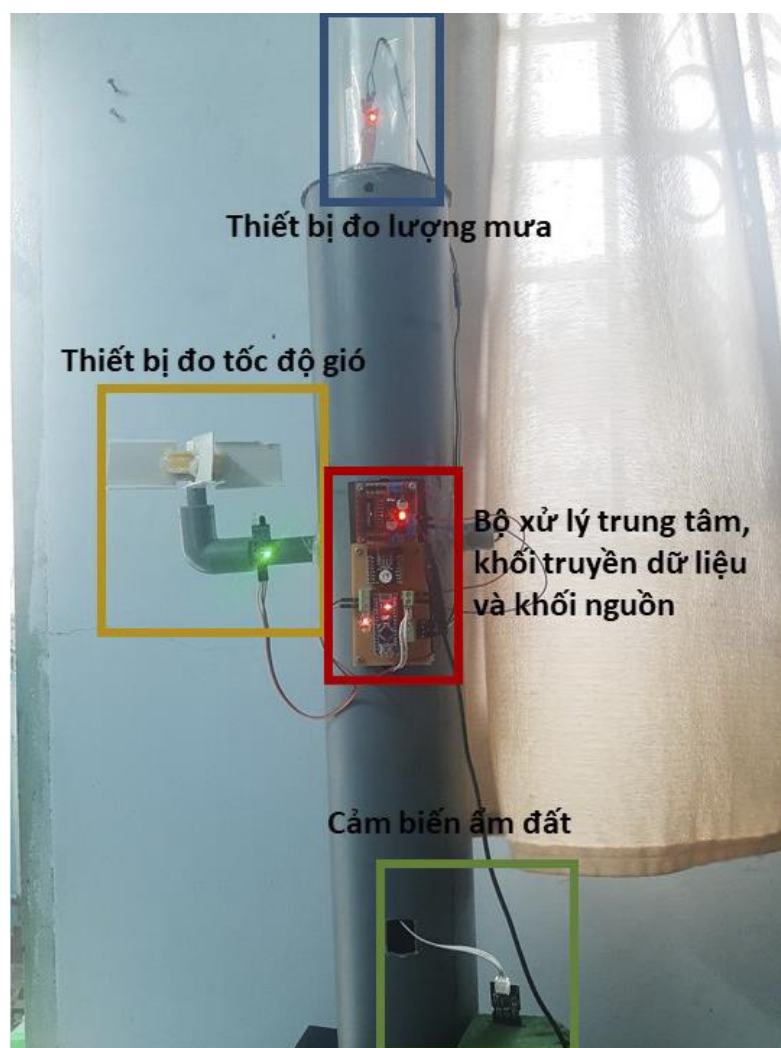
Phần cứng toàn hệ thống được mô tả trong hình 4.1 bao gồm điểm quan trắc và trạm thu thập dữ liệu.



Hình 4.2: Kết quả phần cứng của hệ thống

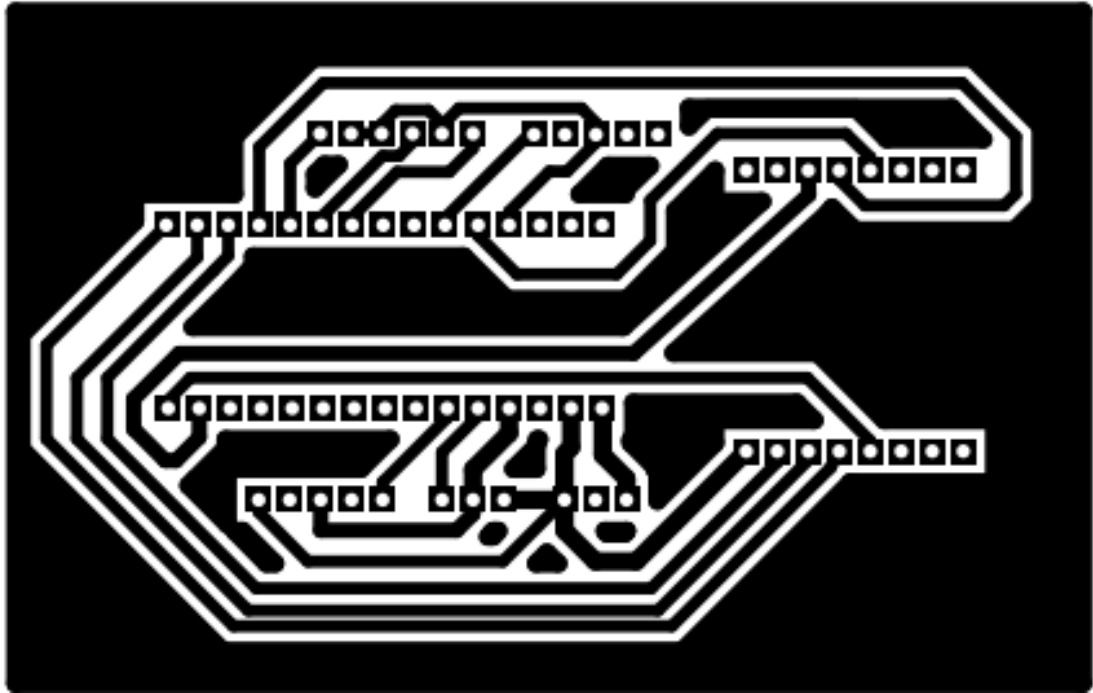
### ***Phần cứng điểm quan trắc môi trường:***

Điểm quan trắc môi trường thực hiện chức năng thu thập các thông số môi trường (độ ẩm đất, tốc độ gió và lượng mưa). Điểm quan trắc môi trường được thiết kế với vi điều khiển Arduino Nano làm bộ xử lý trung tâm. Module thu phát LoRa SX1278 Ra-01 làm khối truyền nhận dữ liệu. Cảm biến ẩm đất là cảm biến điện dung Moisture Sensor V2.0, thiết bị đo lượng mưa và thiết bị đo tốc độ gió đều do tôi tự tính toán và thiết kế đã trình bày ở hình 3.3 và hình 3.4. Nguồn cấp sử dụng adapter 12VDC thông qua mạch ổn áp cho ra nguồn 5VDC ổn định, ít nhiễu hơn so với adapter 5VDC. Tất cả thành phần trên được kết nối với nhau theo sơ đồ kết nối và bảng thông tin kết nối đã trình bày ở hình 3.5 và bảng 3.2, cùng với việc mô phỏng cách lắp đặt điểm quan trắc đã trình bày ở hình 3.6.



**Hình 4.3: Kết quả phần cứng của điểm quan trắc môi trường**

Ngoài ra, để đảm bảo cho tính ổn định và hoạt động hiệu quả của điểm quan trắc môi trường thì việc kết nối vi điều khiển Arduino Nano, module thu phát LoRa SX1278, led báo hiệu và các chân cắm (domino) được thiết kế mạch in PCB và hàn chì cố định.

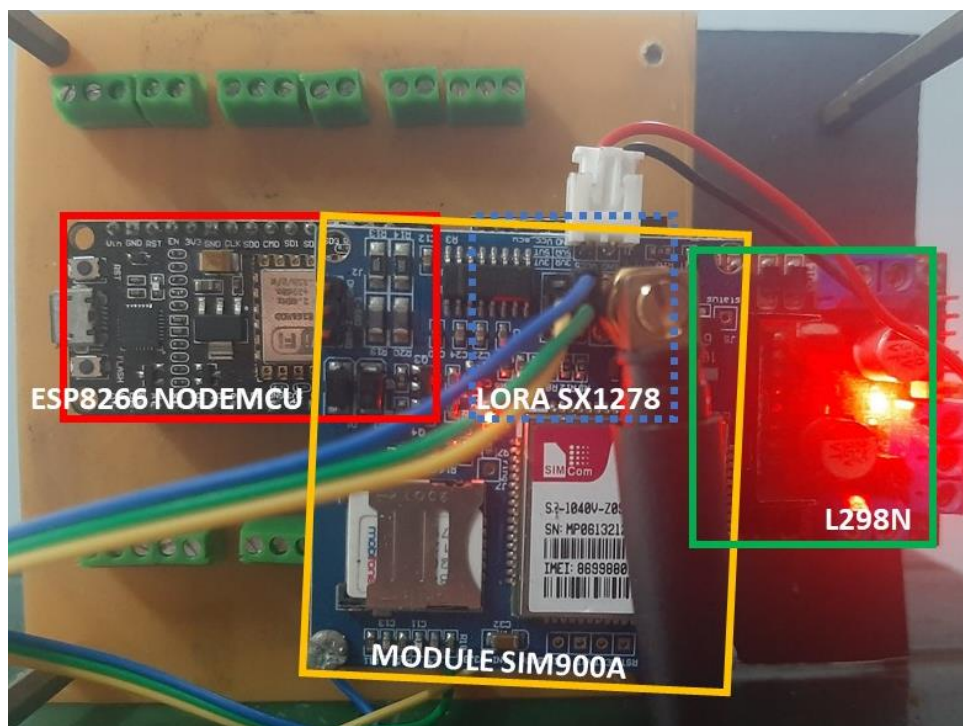


*Hình 4.4: Mạch PCB tại điểm quan trắc*

#### ***Phần cứng trạm thu thập dữ liệu:***

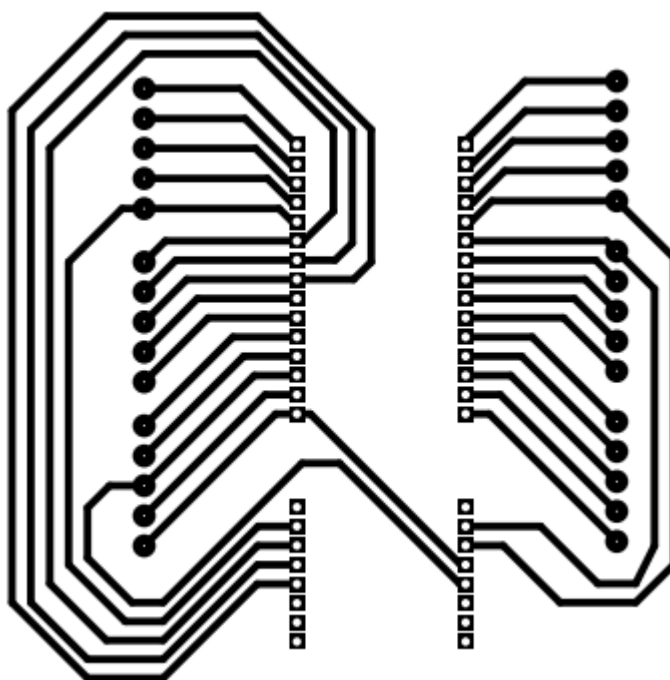
Trạm thu thập dữ liệu thực hiện chức năng thu thập dữ liệu từ các điểm quan trắc thuộc quyền quản lý thông qua khối truyền nhận dữ liệu module thu phát LoRa SX1278 Ra-01. Bộ xử lý trung tâm là vi điều khiển ESP8266 NodeMCU, ngoài ra vi điều khiển còn đáp ứng thêm tính nhắn cập nhật dữ liệu lên CSDL Firebase thông qua kết nối Wifi. Để phục vụ cho việc thực hiện các tin nhắn SMS cảnh báo về tình hình thời tiết tôi đã sử dụng module SIM900A. Nguồn cấp sử dụng adapter 12VDC thông qua mạch ổn áp cho ra nguồn 5VDC ổn định, ít nhiễu hơn so với adapter 5VDC. Tất cả thành phần trên được kết nối với nhau theo sơ đồ kết nối và bảng thông tin kết nối đã trình bày ở hình 3.7 và bảng 3.3.





Hình 4.5: Kết quả phần cứng của trạm thu thập dữ liệu

Ngoài ra, để đảm bảo cho tính ổn định và hoạt động hiệu quả của trạm thu thập dữ liệu thì việc kết nối vi điều khiển ESP8266 NodeMCU, module thu phát LoRa SX1278 và các chân cắm (domino) được thiết kế mạch in PCB và hàn chì cố định.

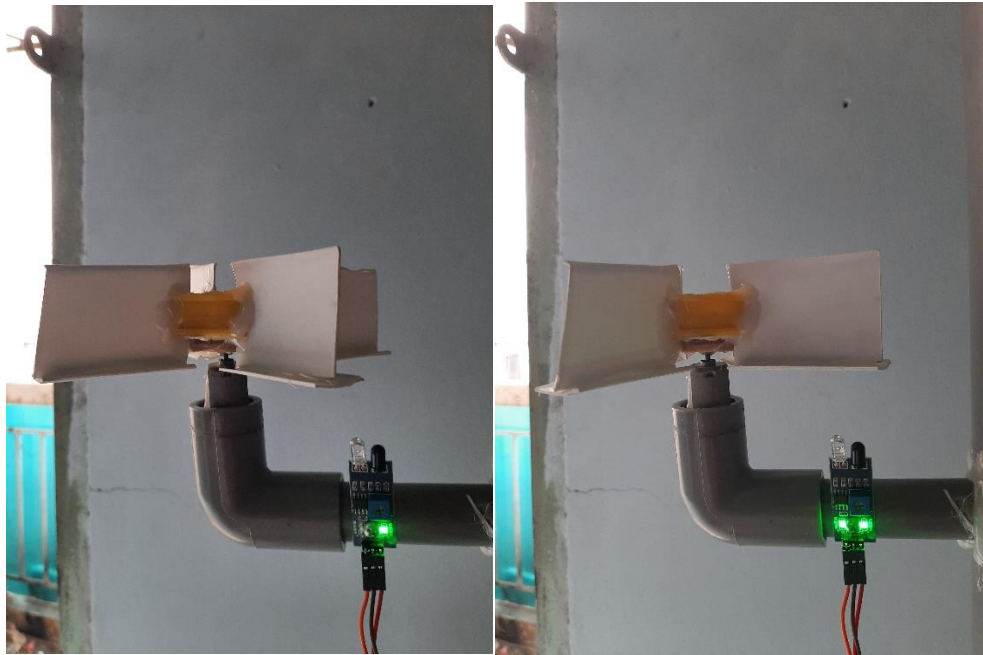


Hình 4.6: Mạch PCB của trạm thu thập dữ liệu

#### 4.1.2.2 Kết quả thực hiện phần mềm

*Hoạt động của thiết bị đo tốc độ gió tự thiết kế:*

Với nguyên lý hoạt động và các tính toán phục vụ cho thiết kế đã trình bày ở chương 3, hình 3.4 tôi đã hoàn thành việc thiết kế thiết bị đo tốc độ gió với kết quả như sau:



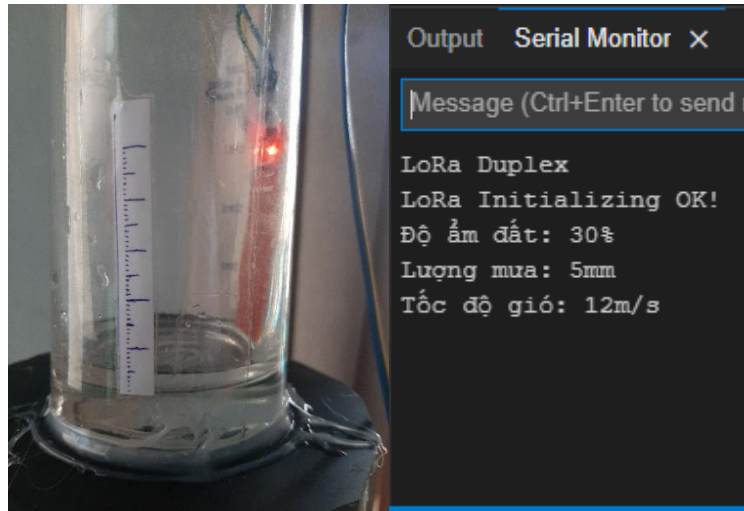
*Hình 4.7: Trạng thái của cảm biến đôi với cánh quạt.*

Từ khi cảm biến không phát hiện được cánh quạt (tín hiệu ngõ ra là LOW) đến khi cảm biến phát hiện được cánh quạt (tín hiệu ngõ ra là HIGH) sẽ tồn tại một khoảng thời gian. Từ đó, vi điều khiển được lập trình tính toán sẽ cho ra kết quả tốc độ quay của cánh quạt cũng chính là tốc độ gió.

*Hoạt động của thiết bị đo lượng mưa tự thiết kế:*

Với nguyên lý hoạt động, công thức quy đổi và các dữ liệu đo đạc phục vụ cho thiết kế đã trình bày ở chương 3, hình 3.3 tôi đã hoàn thành việc thiết kế thiết bị đo lượng mưa với kết quả như sau:



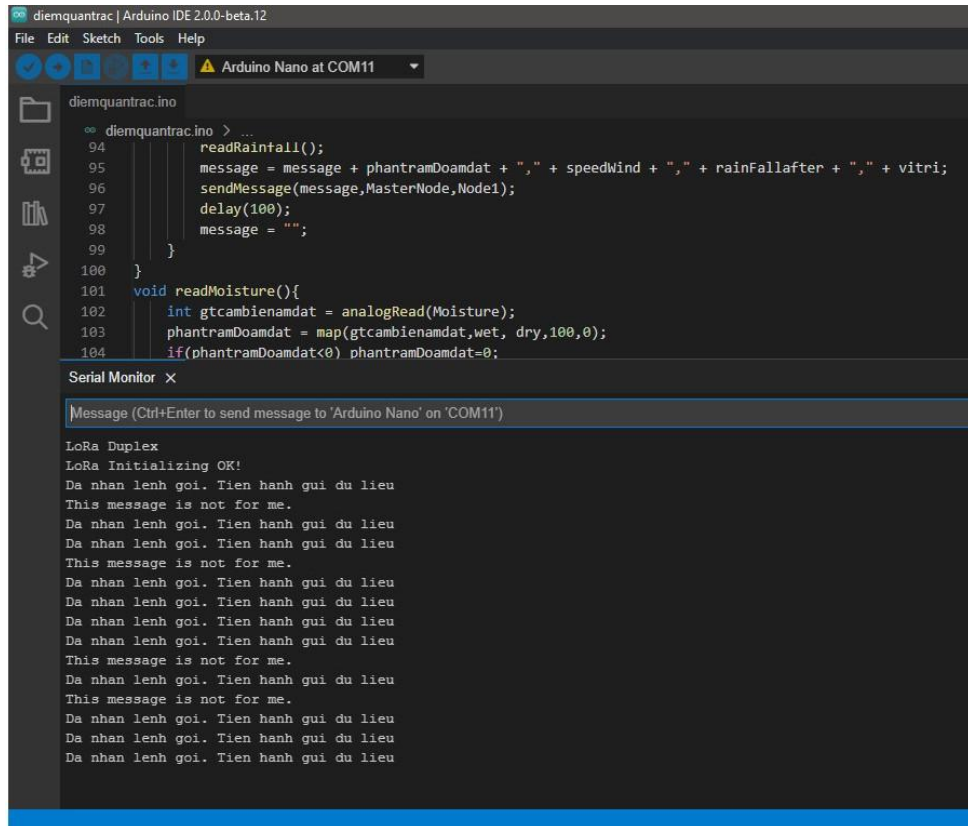


Hình 4.8: Mực nước (lượng mưa) đo được thực tế khi vận hành hệ thống.

Khi cảm biến cảm nhận được mực nước sẽ xuất giá trị Analog gửi về vi điều khiển, với hằng số có được ở 3 lần thử nghiệm ở chương 3 vi điều khiển quy đổi giá trị Analog thành giá trị thực.

*Hoạt động của điểm quan trắc môi trường:*

Dưới đây là hình ảnh khi điểm quan trắc môi trường hoạt động:



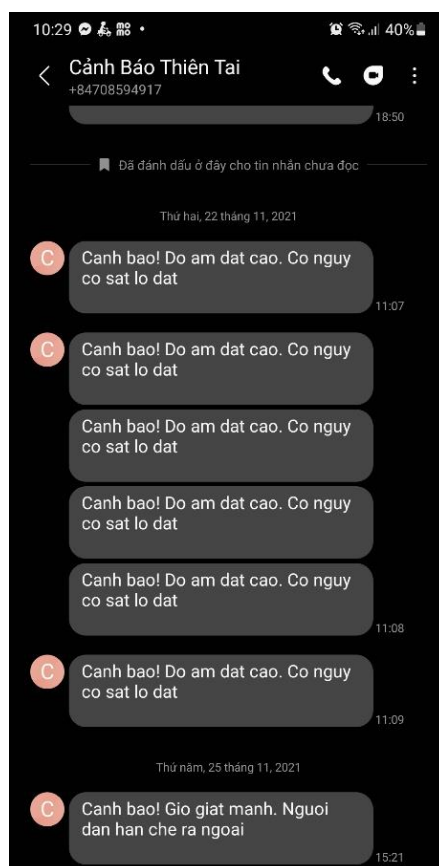
Hình 4.9: Hoạt động phần mềm của điểm quan trắc môi trường

Khi điểm quan trắc môi trường hoạt động, điểm quan trắc sẽ liên tục đợi lệnh gọi thực thi và mật khẩu từ trạm thu thập dữ liệu gửi đến. Nếu như nhận được lệnh và đúng mật khẩu thì điểm quan trắc môi trường sẽ thực hiện các công việc của mình: quan trắc thông số môi trường, gửi dữ liệu thông số về trạm thu thập dữ liệu và phát tín hiệu cảnh báo sơ cấp.

*Hoạt động của trạm thu thập dữ liệu:*

*Tính năng gửi cảnh báo bằng tin nhắn SMS thông qua module SIM900A:*

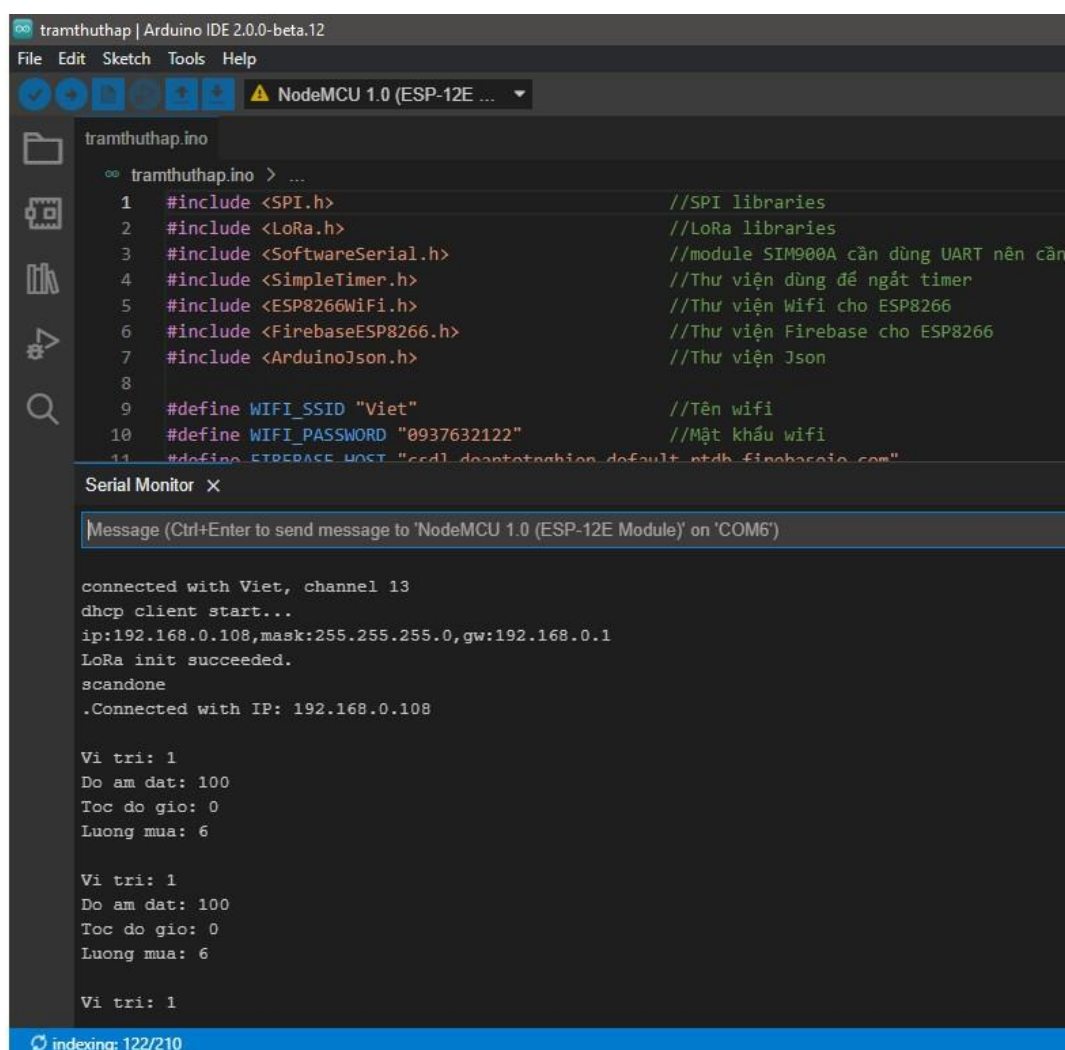
Với cơ sở lý thuyết về tập lệnh AT để điều khiển module SIM900A và nguyên lý hoạt động của module SIM900A đã trình bày ở chương 2 phần 2.5.3, tôi đã thiết kế và lập trình chức năng đạt được các kết quả như sau:



*Hình 4.10: Tin nhắn cảnh báo nhận từ trạm thu thập dữ liệu.*

Tính năng này hoạt động khi các thông số môi trường (độ ẩm đất, lượng mưa, tốc độ gió) vượt mức cho phép, tin nhắn cảnh báo sẽ gửi về người dân ngay lập tức để có những biện pháp ứng phó kịp thời.

Dưới đây là hình ảnh khi trạm thu thập dữ liệu hoạt động:



```
tramthuthap | Arduino IDE 2.0.0-beta.12
File Edit Sketch Tools Help
NodeMCU 1.0 (ESP-12E ...)
tramthuthap.ino
tramthuthap.ino > ...
1 #include <SPI.h> //SPI libraries
2 #include <LoRa.h> //LoRa libraries
3 #include <SoftwareSerial.h> //module SIM900A cần dùng UART nên cần
4 #include <SimpleTimer.h> //Thư viện dùng để ngắt timer
5 #include <ESP8266WiFi.h> //Thư viện Wifi cho ESP8266
6 #include <FirebaseESP8266.h> //Thư viện Firebase cho ESP8266
7 #include <ArduinoJson.h> //Thư viện Json
8
9 #define WIFI_SSID "Viet" //Tên wifi
10 #define WIFI_PASSWORD "0937632122" //Mật khẩu wifi
11 #define FIREBASE_HOST "csdl-doantatoghien-default-rtsh.firebaseio.com"

Serial Monitor X
Message (Ctrl+Enter to send message to 'NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module)' on 'COM6')

connected with Viet, channel 13
dhcp client start...
ip:192.168.0.108,mask:255.255.255.0,gw:192.168.0.1
LoRa init succeeded.
scandone
Connected with IP: 192.168.0.108

Vi tri: 1
Do am dat: 100
Toc do gio: 0
Luong mua: 6

Vi tri: 1
Do am dat: 100
Toc do gio: 0
Luong mua: 6

Vi tri: 1
Do am dat: 100
Toc do gio: 0
Luong mua: 6

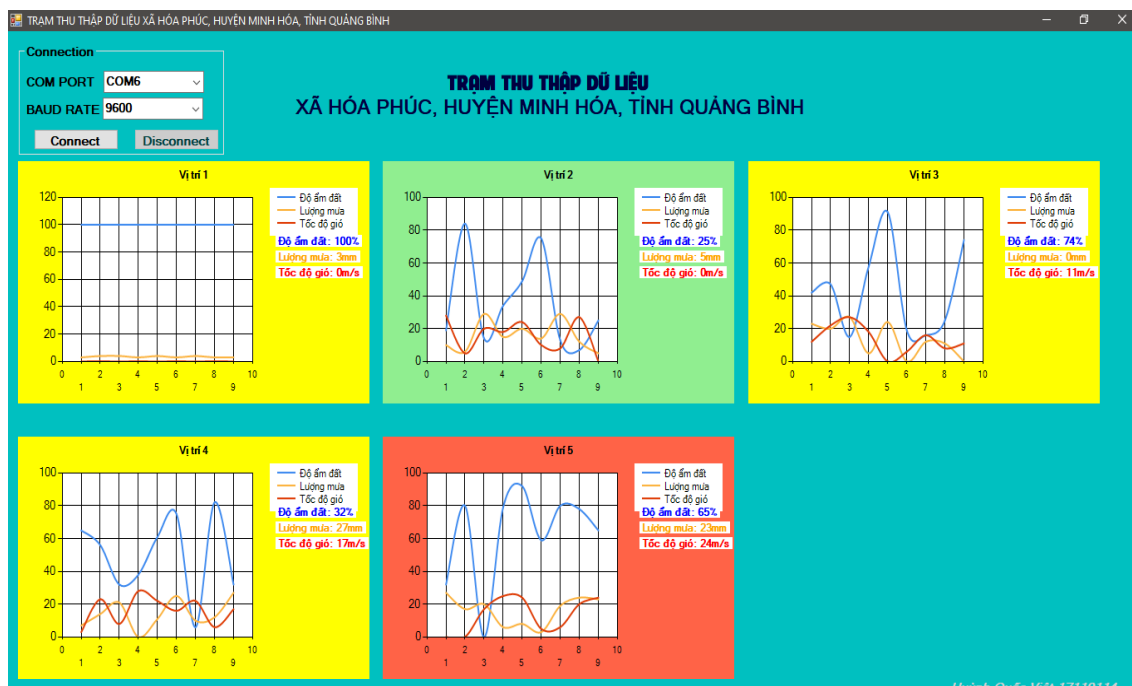
indexing: 122/210
```

Hình 4.11: Hoạt động phần mềm của trạm thu thập dữ liệu.

Khi trạm thu thập dữ liệu hoạt động, trạm thu thập dữ liệu sẽ thực hiện kết nối vào Internet để sẵn sàng cho việc cập nhật dữ liệu lên CSDL – Firebase, tiếp theo là kết nối và thiết lập giao thức truyền thông LoRa. Sau đó, trạm thu thập dữ liệu dựa vào ngắt timer để thực hiện việc truyền lệnh gọi thực thi và mật khẩu cho các điểm quan trắc môi trường. Từ đó, trạm thu thập dữ liệu nhận về các giá trị thông số môi trường để cập nhật lên CSDL và quản lý dữ liệu.

#### *Giao diện quản lý tại trạm thu thập dữ liệu:*

Dưới đây là các hình ảnh về kết quả thu được từ việc thiết giao diện quản lý tại trạm thu thập dữ liệu.



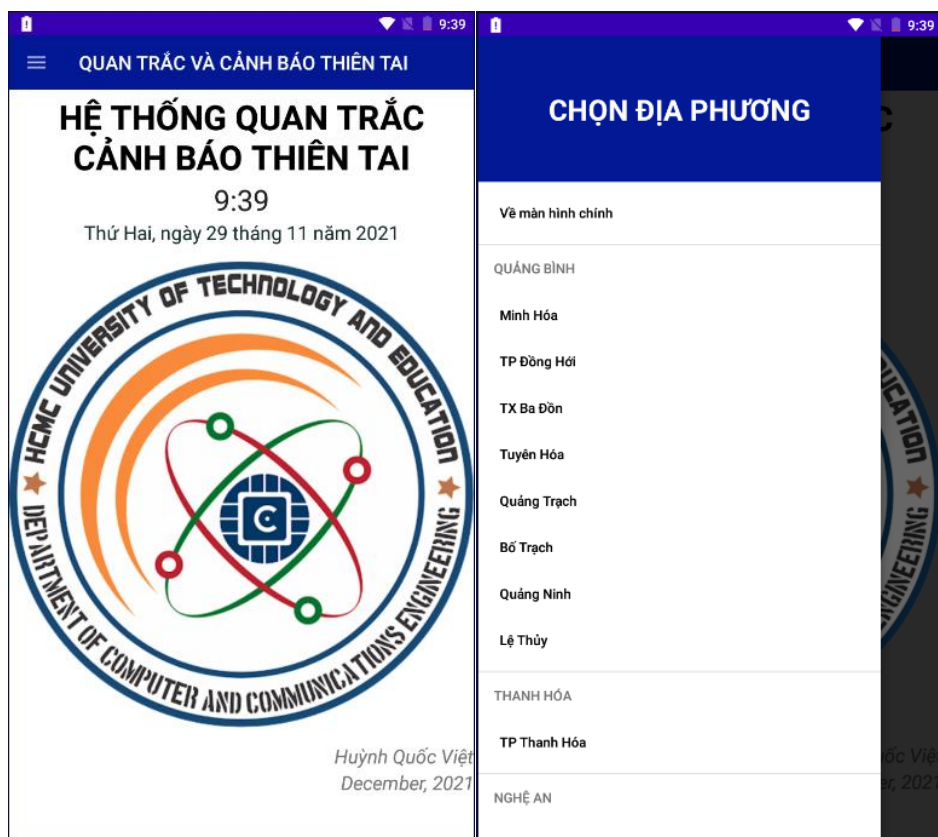
Hình 4.12: Kết quả thiết kế giao diện quản lý tại trạm thu thập dữ liệu.

Ở phía trên góc bên trái của giao diện là khung quản lý kết nối đến phần cứng của trạm thu thập dữ liệu (Cổng kết nối Serial là COM6, tốc độ truyền dữ liệu là 9600). Trên cùng là phần tên giao diện cùng với các thông tin về giao diện. Việc thể hiện các thông số môi trường của 5 vị trí đặt điểm quan trắc được thực hiện bởi các biểu đồ một cách rất trực quan. Ngoài ra, ở tính năng cảnh báo thì như chúng ta đang thấy Vị trí 1,3,4 có 1 hoặc 2 trên 3 thông số vượt mức cho phép nên được thể hiện bằng màu vàng là mức Cảnh báo, Vị trí 5 có cả 3 thông số đều vượt mức cho phép nên được thể hiện bằng màu đỏ là mức Nguy hiểm, còn Vị trí 2 thì cả 3 thông số đều ở mức cho phép nên được thể hiện bằng màu xanh là mức An toàn.

#### Ứng dụng di động của người dùng:

Ứng dụng di động được phát triển với chức năng cho phép người dùng theo dõi liên tục các thông số dữ liệu thời tiết tại các khu vực và nhận được các cảnh báo tức thời để có các ứng biến kịp thời. Vì để người dùng có thể truy cập nhanh trong lúc cần thiết cũng như là ứng dụng không cần đến sự bảo mật người dùng vậy nên tôi không sử dụng bất kỳ chức năng đăng nhập hay quản lý người dùng nào vào ứng dụng này.

Dưới đây là hình ảnh các kết quả thu được từ việc thiết kế ứng dụng di động phát triển để phục vụ đề tài.



Hình 4.13: Màn hình giao diện thực tế của ứng dụng di động.

Màn hình chính được trang trí và thể hiện các thông tin liên quan đến ứng dụng (Tên ứng dụng, tên người phát triển và ngày cập nhật mới nhất). Ngoài ra, màn hình chính còn hiển thị thêm cho người dùng về ngày giờ hiện tại.

Tại màn hình chính – hình 4.13 (trái), ở góc trái trên có một biểu tượng “hamburger”, khi nhấp vào biểu tượng này thì danh sách lựa chọn – hình 4.13 (phải) sẽ xuất hiện để người dùng dễ dàng lựa chọn địa phương mà mình muốn theo dõi. Hiện tại, ứng dụng mới chỉ có thể hoạt động ở địa phương huyện Minh Hóa tỉnh Quảng Bình.

Sau khi chọn được địa phương thì màn hình tiếp theo như hình 4.14 (trái) dưới đây sẽ xuất hiện.



Hình 4.14: Kết quả thực tế của ứng dụng di động.

Tại hình 4.14 (trái) đây là bảng lựa chọn trạm thu thập (Xã). Bảng thể hiện tất cả các Phường, Xã, Thị trấn,... trực thuộc Huyện vừa chọn ở hình 4.13 (phải). Người dùng cần nhấp chọn trạm thu thập mà mình muốn theo dõi.

Sau khi người dùng chọn xong trạm thu thập dữ liệu thì giao diện như hình 4.14 (phải) sẽ xuất hiện và cung cấp cho người dùng thông tin của tất cả các điểm quan trắc môi trường thuộc quản lý của trạm thu thập vừa chọn. Và màu sắc của các điểm quan trắc môi trường sẽ thay đổi đúng như thiết kế ở chương 3 hình 3.24.

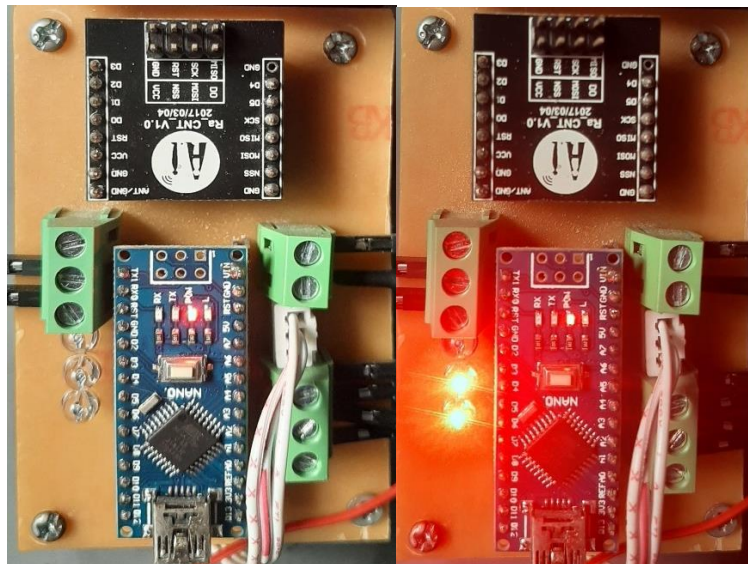
#### 4.1.2.3 Kết quả vận hành

Chức năng quan trắc môi trường thông qua các kết quả ở trên cũng đã được trình bày rõ. Nên ở phần này tôi xin trình bày kết quả về chức năng cảnh báo thiên tai của hệ thống. Chức năng cảnh báo thiên tai của hệ thống gồm 3 cấp: cấp 1 là thực hiện cảnh báo sơ bộ tại điểm quan trắc môi trường thông qua đèn phát sáng ở đề tài này tôi thực hiện là 3 led đỏ tương ứng với 3 thông số nếu vượt mức cho phép, cấp 2 là cảnh báo ở giao diện quản lý tại các trạm thu thập dữ liệu thông qua



màu của từng vị trí hiển thị, cấp 3 là cảnh báo cho người dân thông qua ứng dụng di động hoặc tin nhắn SMS.

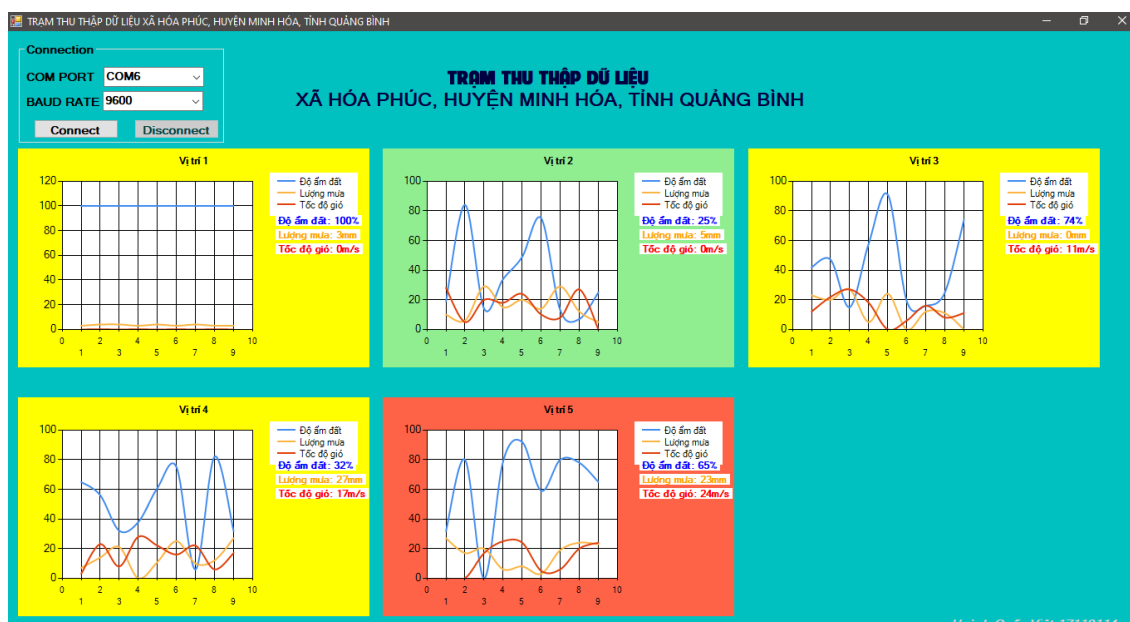
- Cảnh báo cấp 1:



Hình 4.15: Kết quả chức năng cảnh báo cấp 1

Hình 4.15 (trái) là trạng thái không có thông số nào vượt mức cho phép. Hình 4.15 (phải) là trạng thái đèn báo khi thông số độ ẩm đất và tốc độ gió vượt mức cho phép

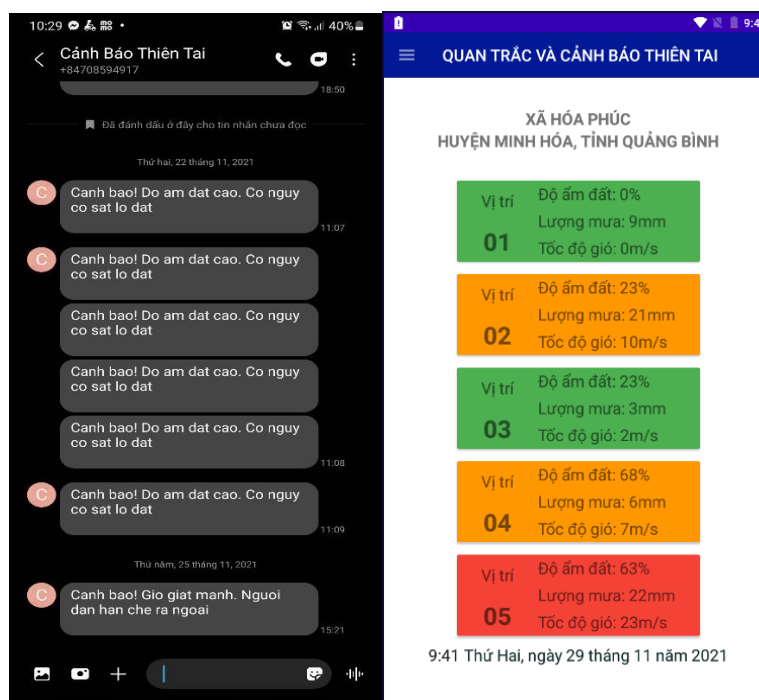
- Cảnh báo cấp 2:



Hình 4.16: Kết quả cảnh báo cấp 2.

Tại cấp 2, giao diện quản lý trạm thu thập dữ liệu sẽ nhận thông số môi trường từ phần cứng thông qua giao tiếp Serial. Đối với các vị trí không có thông số nào vượt mức sẽ hiển thị màu xanh lá, các vị trí có 1 hoặc 2 thông số vượt mức sẽ có màu vàng, vị trí nào có cả 3 thông số đều vượt mức sẽ có màu đỏ.

- Cảnh báo cấp 3:



Hình 4.17: Kết quả cảnh báo cấp 3.

Hình 4.17 (trái) là cảnh báo thông qua tin nhắn SMS gửi đến người dân. Hình 4.17 (phải) là cảnh báo thông qua ứng dụng di động Android với quy tắc màu sắc tương tự giao diện quản lý tại trạm thu thập dữ liệu.

## 4.2 ĐÁNH GIÁ HỆ THỐNG

### 4.2.1 Những điều đã đạt được

Điểm quan trắc môi trường đã được thiết kế và lắp đặt đúng thiết kế và vận hành ổn định. Gói tin truyền và nhận thông qua LoRa đảm bảo được nguyên vẹn và đến đúng vị trí cần nhận nhờ vào nghiên cứu áp dụng phương pháp Multiples node – Master node. Các thiết bị đo tự thiết kế cũng đạt được sự ổn định và độ chính xác tương đối.



Trạm thu thập dữ liệu cũng đã được thiết kế, kết nối cố định và hoạt động ổn định. Dữ liệu truyền nhận thông qua LoRa đảm bảo được nguyên vẹn và việc quản lý hoạt động của các điểm quan trắc môi trường cũng được đảm bảo. Việc kết nối Wifi và cập nhật dữ liệu lên Firebase hoạt động ổn định. Chức năng gửi tin nhắn cảnh báo hoạt động tốt, sau khi chỉnh sửa đã giải quyết được vấn đề nguồn cấp cho module SIM900A tránh tình trạng không đủ dòng điện dẫn đến tự ngắt kết nối sim. Giao thức truyền dữ liệu Serial lên giao diện quản lý hoạt động tốt.

Giao diện quản lý tại trạm thu thập dữ liệu được thiết kế tối giản dễ dàng quan sát và tương tác. Các số liệu được thể hiện 1 cách trực quan và được hỗ trợ bằng biểu đồ rất thuận tiện cho việc theo dõi so sánh sự thay đổi của các thông số. Ứng dụng di động được phát triển phục vụ cho đề tài được thiết kế phù hợp dễ sử dụng.

#### **4.2.2 Những hạn chế của đề tài**

Bên cạnh những kết quả đạt được trên, hệ thống vẫn còn tồn tại một số vấn đề do sự hạn chế về kiến thức và thời gian thực hiện:

- Điểm quan trắc môi trường được lắp đặt thành mô hình mô phỏng lại thực tế nên chưa đảm bảo được độ ổn định kết cấu, mức chịu tác động. Vì vậy, độ chính xác của các thiết bị, cảm biến bị ảnh hưởng rất nhiều.

- Việc mở rộng hệ thống chưa được tối ưu hóa để đơn giản hơn: ví dụ nếu cần thêm 1 điểm quan trắc hoặc 1 trạm thu thập mới vào hệ thống thì cần phải lập trình thêm cho trạm thu thập dữ liệu, giao diện quản lý và cả ứng dụng di động.

- Việc thiết kế phần cứng hệ thống vẫn còn xuất phát từ việc sử dụng các module có sẵn dẫn đến việc lãng phí, thiếu sự đồng bộ.

- Hệ thống chưa tối ưu về yếu tố cấp nguồn cho phần cứng. Nếu vị trí lắp đặt xảy ra sự cố mất nguồn điện cấp thì thành phần đó sẽ không hoạt động được, tuy nhiên toàn bộ hệ thống và các thành phần khác vẫn hoạt động bình thường

- Vẫn còn sử dụng CSDL của bên ngoài là Google Firebase. Trong quá trình cập nhật dữ liệu lên CSDL – Firebase đôi lúc xuất hiện tình trạng độ trễ rất cao do ảnh hưởng của việc kết nối Wifi.

## CHƯƠNG 5

# KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

### 5.1 KẾT LUẬN

Được sự hướng dẫn của giảng viên, sau khoảng thời gian tìm hiểu nghiên cứu và thực hiện đề tài này, tôi đã hoàn thành đề tài đã lựa chọn. Đề tài được hoàn thiện gồm 4 phần:

- Điểm quan trắc môi trường: sử dụng bộ xử lý trung tâm là vi điều khiển Arduino Nano, giao tiếp SPI và đọc thông số từ các cảm biến – thiết bị đo (cảm biến độ ẩm đất, thiết bị đo lượng mưa, thiết bị đo tốc độ gió). Các dữ liệu môi trường từ bộ xử lý trung tâm được gửi đến mạch thu phát RF LoRa SX1278 433MHz Ra-01 để thực hiện việc truyền nhận thông tin với trạm thu thập dữ liệu.

- Trạm thu thập dữ liệu: sử dụng bộ xử lý trung tâm là mạch phát triển ESP8266 NodeMCU, giao tiếp SPI với mạch thu phát RF LoRa SX1278 433MHz Ra-01 sử dụng phương pháp Multiples Node – Master Node để thực hiện việc truyền nhận thông tin cũng như là quản lý các điểm quan trắc môi trường. Bên cạnh đó, bộ xử lý trung tâm thực hiện giao tiếp UART với module SIM900A để thực hiện các phương thức cảnh báo thiên tai qua tin nhắn SMS. Bộ xử lý trung tâm thực hiện việc kết nối wifi để từ đó truyền dữ liệu thông số môi trường cập nhật lên CSDL – Firebase. Cuối cùng là sử dụng giao tiếp Serial để truyền dữ liệu từ phần cứng trạm thu thập dữ liệu ra máy tính để quản lý thông số môi trường và thực hiện các cảnh báo tại trạm.

- Cơ sở dữ liệu: đề tài sử dụng Firebase Realtime Database làm cơ sở dữ liệu lưu trữ các thông số của hệ thống. Từ đó tạo sự thuận tiện và dễ dàng trong việc truy xuất dữ liệu dùng cho ứng dụng di động.

- Ứng dụng di động cho người dùng và giao diện cho nhân viên tại các trạm: tôi đã tự thiết kế 1 ứng dụng di động chạy trên nền tảng hệ điều hành Android, ứng dụng này là phương tiện giúp người dùng có thể theo dõi tình hình thời tiết, thiên tai liên tục, nhanh chóng đảm bảo tính kịp thời. Về giao diện cho nhân viên tại các

trạm: tôi đã tự thiết kế 1 giao diện quản lý dành cho máy tính chạy trên hệ điều hành Window, giao diện này giúp nhân viên trực tại các trạm thu thập dữ liệu có thể kịp thời nắm bắt các tình hình thời tiết và thiên tai.

Thông qua các kết quả đạt được đã trình bày ở phần 4.1 thì hệ thống đạt được hai mục tiêu đề ra của đề tài ở phần 1.3.1 là Quan trắc thông số môi trường và Cảnh báo thiên tai. Ngoài ra, hệ thống còn đáp ứng được các đặc tính kỹ thuật và các yếu tố khác như sau:

- Độ chính xác của quá trình thu thập các thông số môi trường đạt trên 80%.
- Quá trình truyền nhận dữ liệu giữa các khối (điểm quan trắc – trạm thu thập, trạm thu thập – CSDL, CSDL - ứng dụng di động, trạm thu thập – giao diện quản lý) đều đảm bảo được tốc độ truyền nhận và đặc biệt là tính toàn vẹn dữ liệu trong quá trình truyền nhận.
- Chi phí thiết kế và thi công: phù hợp để nâng cao, phát triển đưa vào thực tế.

## **5.2 HƯỚNG PHÁT TRIỂN**

Dựa trên những hạn chế đã nêu ra ở phần 4.2.2, tôi đề xuất những điều cần nghiên cứu và phát triển thêm cho đề tài như sau:

- Thứ nhất, cần tính toán và nghiên cứu phát triển về việc dễ dàng mở rộng hệ thống (cụ thể là thêm/bớt điểm quan trắc môi trường hoặc trạm thu thập dữ liệu). Cách thực hiện là tạo sẵn 1 danh sách địa chỉ và mật khẩu của phương pháp Multiples Node – Master Node cho phần cứng trạm thu thập dữ liệu. Tìm hiểu và tối ưu hơn nữa việc lưu trữ dữ liệu trên CSDL. Ứng dụng di động và giao diện quản lý cần lập trình thêm tính năng thêm/xóa phần hiển thị của các điểm quan trắc.
- Thứ hai, cần chú trọng việc tối ưu thiết kế phần cứng hạn chế việc sử dụng và ghép các module có sẵn để tránh lãng phí các tài nguyên và chi phí. Ngoài ra, cần nghiên cứu và thiết kế khối nguồn phù hợp cho từng phần của hệ thống.
- Cuối cùng, cần nghiên cứu và phát triển một CSDL riêng để sử dụng cho hệ thống thay vì sử dụng CSDL Realtime Database của Google Firebase.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tổ chức Nghiên cứu khí hậu Germanwatch (Đức), Hội nghị COP 25, 2018.
- [2] T.Q.Hoài, “Thiệt hại do thiên tai từ đầu năm 2020 và trong tháng 10/2020 (cập nhật đến ngày 06/11/2020)”, 06/11/2020.[Trực tuyến]. Địa chỉ truy cập: <http://phongchongthientai.mard.gov.vn/Pages/thiet-hai-do-thien-tai-tu-dau-nam-2020-va-trong-thang-10-2020-cap-nhat-den-ngay-6-11-2020-.aspx> [truy cập ngày: 13/10/2021].
- [3] T.H.Thái, “Cần có hệ thống cảnh báo đa thiên tai hiệu quả”, 03/09/2019. [Trực tuyến]. Địa chỉ truy cập: <http://vnmma.gov.vn/cong-tac-pctt-tkcn-130/can-co-he-thong-can-bao-da-thien-tai-hieu-qua-4134.html> [truy cập ngày: 13/10/2021].
- [4] T.T.M.Hương, “Thực trạng Hệ thống quan trắc môi trường ở Việt Nam”, 26/12/2018.[Trực tuyến]. Địa chỉ truy cập: <http://cem.gov.vn/mang-luoi-quan-trac-moi-truong/thuc-trang-he-thong-quan-trac-moi-truong-o-viet-nam> [truy cập ngày: 14/10/2021].
- [5] M.T.P.Quý, “*Nghiên cứu và xây dựng hệ đo mưa, đo mức lũ giá rẻ ứng dụng cho các tỉnh Tây Bắc*”, Đồ án Tốt nghiệp, trường Đại học Công nghệ - Đại học Quốc Gia Hà Nội, Hà Nội, 2016.
- [6] T.H.Lộc, “*Nghiên cứu thiết kế hệ thống cảnh báo lũ sớm*”, Đồ án Tốt nghiệp, trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Hà Nội, 2018.
- [7] S.Azid, B.Sharma, K.Raghuwaiya,..., A Jacquier, “*SMS Based flood monitoring and early warning system*”, tập 10, số 15, 08/2015.
- [8] S.Goudarzi, S.A.Soleymani, M.H.Anisi,..., A.Azmi, “Real-Time and Intelligent flood Forecasting Using UAV-Assisted Wireless Sensor Network”, *Computers, Materials & Continua*, tập 70, số 1, tr.715-738, 2021, DOI: 10.32604.

- [9] N.Đ.Lý, “Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình trượt lở đất đá trên sườn dốc đường giao thông miền núi tỉnh Quảng Bình”, *Tạp chí Thông tin Khoa học & Công nghệ Quảng Bình*, số 6, tr.22-26, 2014.
- [10] Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn TPHCM, “Bảng cấp gió và sóng (Việt Nam)”, 14/11/2007. [Trực tuyến]. Địa chỉ truy cập: <http://www.sonongnghiep.hochiminhcity.gov.vn/chuyennganh/Lists/Posts/Post.aspx?List=675aca85%2D0a42%2D4f28%2Dbbae%2D91fafa866a53&ID=158> [Truy cập ngày: 10/11/2021].
- [11] L.Đ.An, “Một phương pháp nghiên cứu ngưỡng mưa nhằm cảnh báo trượt lở đất”, *Tạp chí Các Khoa học về Trái đất*, số 32(2), tr.97-105, 2010.
- [12] Piddler, “Capacitive Soil Moisture Sensor V2.0”, 10/02/2021. [Trực tuyến]. Địa chỉ truy cập: <https://www.piddlerintheroot.com/capacitive-soil-moisture-sensor-v2-0/#more-2540> [Truy cập ngày: 10/11/2021].
- [13] Giải pháp chung, “Cảm biến tốc độ gió cho Arduino”. [Trực tuyến]. Địa chỉ truy cập: <https://giaiphapchung.vn/cam-bien-toc-do-gio-cho-arduino> [Truy cập ngày: 10/11/2021].
- [14] D.C.Caballero, “How to use a Water Level Sensor Module with Arduino”. [Trực tuyến]. Địa chỉ truy cập: <https://scidle.com/how-to-use-a-water-level-sensor-module-with-arduino/> [Truy cập ngày: 11/11/2021].
- [15] Encardio RITE, “Rain gage & Barometric pressure monitoring model ERG-200/201”, 22/06/2011. [Trực tuyến]. Địa chỉ truy cập: [https://www.encardio.com/uploads/products/ERG-200-201\\_Rainfall\\_and\\_Barometric\\_Pressure\\_Monitoring\\_System.pdf](https://www.encardio.com/uploads/products/ERG-200-201_Rainfall_and_Barometric_Pressure_Monitoring_System.pdf) [Truy cập ngày: 11/11/2021].
- [16] NSHOP, “Cảm biến vật cản hồng ngoại”, 07/03/2019. [Trực tuyến]. Địa chỉ truy cập: <https://nshopvn.com/product/cam-bien-vat-can-hong-ngoai/> [Truy cập ngày: 11/11/2021].

- [17] A.Kurniawan, *Arduino Sketch for ESP8266 development Workshop*, Kindle Edition, USA: PE Press, 2019.
- [18] Microchip Technology, “Atmega48/PA/88A/PA/168A/PA/328/P”, 2018. [Trực tuyến]. Địa chỉ truy cập: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/ATmega48A-PA-88A-PA-168A-PA-328-P-DS-DS40002061A.pdf> [Truy cập ngày: 12/11/2021].
- [19] Thegioiic, “SX1278 Lora Ra-01 AI-Thinker Mạch Thu Phát RF 433MHz 10Km ra chân”, [Trực tuyến]. Địa chỉ truy cập: <https://www.thegioiic.com/products/sx1278-lora-ra-01-ai-thinker-mach-thu-phat-rf-433mhz-10km-ra-chan> [Truy cập ngày: 13/11/2021].
- [20] NSHOP, “Module GSM GPRS SIM900A”, 07/03/2019. [Trực tuyến]. Địa chỉ truy cập: <https://nshopvn.com/product/module-gsm-gprs-sim900a/> [Truy cập ngày: 13/11/2021].