

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ

-----o0o-----



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC
NGÀNH: CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN – ĐIỆN TỬ
CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ
ĐỀ TÀI: THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG HỆ THỐNG
GIÁM SÁT THỜI TIẾT TRONG NÔNG NGHIỆP
ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ LORAWAN

Người hướng dẫn : Ts.Nguyễn Thị Khánh Hồng
Sinh viên thực hiện : Nguyễn Huy Hoàng
Mã sinh viên : 1811514110110
Lớp : 18D4

Đà Nẵng, 12/2022

**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ**

-----o0o-----



**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC
NGÀNH: CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN – ĐIỆN TỬ
CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ**

**ĐỀ TÀI: THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG HỆ THỐNG
GIÁM SÁT THỜI TIẾT TRONG NÔNG NGHIỆP
ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ LORAWAN**

Người hướng dẫn : Ts.Nguyễn Thị Khánh Hồng
Sinh viên thực hiện : Nguyễn Huy Hoàng
Mã sinh viên : 1811514110110
Lớp : 18D4

Đà Nẵng, 12/2022

TÓM TẮT

Tên đề tài: Thiết kế và thi công hệ thống giám sát thời tiết trong nông nghiệp ứng dụng công nghệ LoRaWAN.

Sinh viên thực hiện: Nguyễn Huy Hoàng

Mã sinh viên : 1811514110110

Lớp : 18D4

Chương 1 – Tổng quan về đề tài.

Nội dung chương này bày về mục tiêu, nội dung nghiên cứu, lý do chọn đề tài, sơ đồ khối của hệ thống, phạm vi ứng dụng của mô hình, một số mô hình nông nghiệp công nghệ cao hiện nay.

Chương 2 – Tổng quan về công nghệ LoRa và các giao thức truyền thông trong hệ thống.

Trong chương này sẽ trình bày về một số mạng truyền thông không dây phổ biến hiện nay, khái niệm LoRa, nguyên lý hoạt động, các tham số của LoRa. Khái niệm về giao thức LoRaWAN, cấu trúc của một hệ thống LoRaWAN, ưu và nhược điểm của LoRaWAN, ứng dụng LoRa trong thực tiễn hiện nay.

Chương 3 – Tìm hiểu về vi điều khiển, các module cảm biến sử dụng trong đề tài và cách lấy dữ liệu từ cảm biến.

Chương này tìm hiểu vi điều khiển ARDUINO UNO R3, module ESP32 – WiFi LoRa 32 board, module SX1278 mạch thu phát LoRa SPI 433MHz, các cảm biến được sử dụng trong đề tài và cách đọc giá trị từ cảm biến.

Chương 4 – Thiết kế phần mềm và kết quả

Ở chương này em sẽ giới thiệu về Endnode, lưu đồ thuật toán của LoRaWAN Endnode, giao thức SPI, khung truyền giữa LoRa Gateway và LoRa Node, cấu trúc thư viện LoRa, thuật toán truyền LoRa, LoRaWAN Gateway, LoRaWAN Server.

Cũng trong chương này em sẽ trình bày về sơ đồ nguyên lý, mạch in của node, chất lượng tín hiệu khi truyền và nhận, giao diện hệ thống và ưu nhược điểm của hệ thống.

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Giảng viên hướng dẫn: TS. Nguyễn Thị Khánh Hồng

Sinh viên thực hiện: Nguyễn Huy Hoàng

Mã SV: 1811514110110

1. Tên đề tài:

Thiết kế và thi công hệ thống giám sát thời tiết trong nông nghiệp ứng dụng công nghệ LoRaWAN.

2. Các số liệu, tài liệu ban đầu:

- Tài liệu ban đầu:

Trạm thời tiết không dây dựa trên LoRa với Arduino & ESP32:

<https://how2electronics.com/lora-based-wireless-weather-station-with-arduino-esp32/>

Giám sát cảm biến LoRa ESP32 với Máy chủ web (Giao tiếp tầm xa)

<https://randomnerdtutorials.com/esp32-lora-sensor-web-server/>

LoRa Based Smart City Air Quality Monitoring © MIT:

https://create.arduino.cc/projecthub/taifur/lora-based-smart-city-air-quality-monitoring-3b5f1d?ref=tag&ref_id=lora&offset=17

3. Nội dung chính của đồ án:

Chương 1: Tổng quan về đề tài.

- Trình bày về vấn đề cần đặt ra lý do chọn đề tài, mục tiêu, nội dung nghiên cứu.

Chương 2: Giới thiệu công nghệ LoRa.

- Giới thiệu công nghệ Lora, truyền thông dữ liệu không dây LoRaWAN và những điểm nổi bật của LoRa so với công nghệ khác.

Chương 3: Tìm hiểu linh kiện và cách thức giao tiếp.

- Tìm hiểu về module Arduino UNO R3, module SX1278 mạch thu phát LoRa SPI 433MHz, các cảm biến.
- Hiểu được cách thức giao tiếp của các module với các cảm biến.

Chương 4: Thiết kế, thi công thực hiện mô hình hệ thống.

- Thiết kế phần cứng, viết và nạp chương trình cho mạch.

Chương 5: Lắp đặt thử nghiệm và phân tích số liệu.

- Lắp đặt và vận hành thử nghiệm mô hình, phân tích những số liệu gửi về có chính xác không.

Chương 6: Tổng kết, đánh giá kết quả thực hiện được và hướng phát triển.

- Trình bày kết quả thu được, những mặt còn hạn chế và tìm hướng đi để phát triển sản phẩm.

4. Các sản phẩm dự kiến.

Trạm giám sát thời tiết, Gateway để nhận dữ liệu từ trạm và ứng dụng trên điện thoại di động hiển thị số liệu.

5. Ngày giao đồ án:

6. Ngày nộp đồ án: 20/12/2022

Trưởng Bộ môn

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2022

Người hướng dẫn

LỜI NÓI ĐẦU

Nông nghiệp vẫn đang đóng một vai trò quan trọng trong thành phần kinh tế của đất nước, tạo ra công ăn việc và thu nhập cho người dân. Nông nghiệp còn phát huy vai trò quan trọng của mình là đảm bảo an ninh lương thực cho quốc gia. Nhiều nước vẫn xem nông nghiệp là một thành phần kinh tế quan trọng trong nền kinh tế của đất nước. Nhưng nông nghiệp đang phải đứng trước thách thức đối mặt với biến đổi khí hậu ngày càng khốc liệt với tần số ngày càng nhiều. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến trồng trọt, chăn nuôi, năng suất, chất lượng nông sản bị suy giảm, dẫn đến nhiều nước rơi vào tình trạng thiếu lương thực. Đứng trước nguy cơ đó thì việc áp dụng khoa học kỹ thuật tiên tiến vào trong sản xuất là một điều trở nên tất yếu và cần thiết ngay lúc này. Từ vấn đề đó em đã quyết định chọn đề tài “ **Hệ thống giám sát thời tiết trong nông nghiệp ứng dụng công nghệ LoRaWAN** ”.

Để thực hiện đề án tốt nghiệp đề tài “ **Thiết kế và thi công hệ thống giám sát thời tiết trong nông nghiệp ứng dụng công nghệ LoRaWAN**” hoàn thành một cách thuận lợi, thì trước hết em xin cảm ơn đến sự giúp đỡ của mọi người cho em trong suốt thời gian vừa qua.

Trước tiên, em xin gửi lời cảm ơn đến TS.Nguyễn Thị Khánh Hồng đã giúp đỡ nhóm trong quá trình thực hiện đề án tốt nghiệp này. Đồng thời, xin cảm ơn các thầy cô trong khoa Điện, đã giảng dạy, cung cấp kiến thức cho chúng em trong những năm tháng học tại trường Đại học.

Vì kiến thức còn hạn chế, nên trong không tránh khỏi thiếu sót trong quá trình thực hiện đề án. Em rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của quý thầy cô để báo cáo tốt nghiệp đạt được kết quả tốt nhất.

Em xin chân thành cảm ơn!

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2022

CAM ĐOAN

Đồ án này là công trình nghiên cứu của em. Tất cả các đoạn văn, ý kiến, quan điểm của người khác sử dụng trong bài đều được dẫn nguồn và lập danh mục tham khảo ở cuối đồ án. Đồ án này chỉ được nộp với mục đích thực hiện đồ án tốt nghiệp.

Tôi thực hiện đề tài không sao chép từ bất kì một bài viết nào đã được công bố mà không trích dẫn nguồn gốc. Nếu có bất kì sự vi phạm nào, tôi thực hiện sẽ chịu hoàn toàn trách nhiệm.

Đã thực hiện chỉnh sửa, bổ sung, hoàn thiện theo ý kiến góp ý của Giảng viên phản biện và Hội đồng chấm Đồ án tốt nghiệp.

Sinh viên thực hiện

MỤC LỤC

TÓM TẮT	i
LỜI NÓI ĐẦU.....	iv
CAM ĐOAN.....	v
MỤC LỤC	vi
DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ.....	ix
DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU , CHỮ VIẾT TẮT	xi
MỞ ĐẦU.....	1
Chương 1 – TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI	2
1.1. Giới thiệu chương.....	2
1.2. Đặt vấn đề.	2
1.2.1. Tổng quan về mô hình.	4
1.2.2. Các mô hình nông nghiệp công nghệ cao đang có hiện nay trên thế giới.....	5
1.4. Mục tiêu của đề tài.	10
1.5. Sơ đồ khối.....	10
1.6. Nội dung nghiên cứu.	11
1.7. Phạm vi ứng dụng.	12
1.8. Kết luận chương.	12
Chương 2 – TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ LORA VÀ CÁC GIAO THỨC TRUYỀN THÔNG TRONG HỆ THỐNG	13
2.1. Giới thiệu chương.....	13
2.2. Các mạng truyền thông không dây phổ biến hiện nay.	13
2.2.1. Bluetooth.	13
2.2.2. Zigbee.	13
2.2.3. WiFi.	14
2.2.4. NFC.....	14
2.2.5. LoRa.	15
2.3. Mạng truyền thông không dây diện rộng công suất thấp LoRa.	16
2.3.1. Định nghĩa.....	16
2.3.2. Một số tham số của LoRa.	17
2.3.3. Nguyên lý hoạt động.....	17
2.4. Giao thức LoRaWAN.....	18
2.4.1. Khái niệm.....	18

2.4.2. Cấu trúc của hệ thống LoRaWAN.....	19
2.5. Ưu nhược điểm của LoRaWAN.....	20
2.5.1. Ưu điểm.....	20
2.5.2. Nhược điểm.....	20
2.6. Ứng dụng LoRa.....	20
2.7. Giao thức MQTT.....	20
2.7.1. Định nghĩa.....	20
2.7.2. Kiến trúc giao thức MQTT.....	21
2.8. Giao thức truyền thông Modbus RTU.....	22
2.8.1. Cấu trúc Query và Response.....	22
2.8.2. Khung truyền của Modbus RTU.....	23
2.9. CRC (Cyclic Redundancy Check).....	23
2.9.1. Cách tính CRC.....	23
2.10. Kết luận chương.....	24
Chương 3 – TÌM HIỂU VI ĐIỀU KHIỂN, CÁC MODULE CẢM BIẾN SỬ DỤNG TRONG HỆ THỐNG VÀ CÁCH ĐỌC GIÁ TRỊ TỪ CẢM BIẾN	25
3.1. Giới thiệu chương.....	25
3.2. Board mạch vi điều khiển Arduino UNO R3.....	25
3.3. Module SX1278 mạch thu phát LoRa SPI 433MHz	26
3.4. ESP32 – Wifi LoRa 32 board.....	27
3.5. Các module cảm biến.....	28
3.5.1. Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11	28
3.5.2. Cảm biến độ ẩm đất đầu dò chống ăn mòn.....	29
3.5.3. Cảm biến mưa MKE-S12.....	29
3.6. Kết luận chương.....	31
Chương 4 – THIẾT KẾ CÁC THÀNH PHẦN TRONG HỆ THỐNG VÀ KẾT QUẢ	32
4.1. Giới thiệu chương.....	32
4.2. Các thành phần trong hệ thống.....	32
4.3. Thiết bị LoRaWAN.....	32
4.3.1. Endnode.....	32
4.3.2. Lưu đồ thuật toán của LoRaWAN Endnode.....	33
4.3.3. Thiết kế phần cứng cho Endnode.....	34
4.4. Giao tiếp với SX1278 mạch thu phát Lora SPI 433MHz.....	35
4.4.1. Giao thức SPI.....	35
4.4.2. Khung truyền giữa LoRa Gateway và LoRa Node.....	36

4.4.3. Thuật toán truyền LoRa.....	37
4.5. LoRaWAN Gateway.....	38
4.6. LoRaWAN Server.....	38
4.7. Schematic Capture, PCB Layout.....	41
4.8. Lắp đặt thử nghiệm thực tế.....	42
4.9. Kết quả và đánh giá.....	44
4.9.1. Kết quả.....	44
4.9.2. Đánh giá kết quả.....	45
4.10. Kết luận chương.....	45
KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN.....	47
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	48
PHỤ LỤC.....	49

DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ

Bảng 2.1 Bảng sự thật phép XOR.	24
Hình 1.1 Mô hình ứng dụng IoT trong nông nghiệp công nghệ cao tại 1 nông trại ở Thái Lan	5
Hình 1.2 Nông trại thẳng đứng AeroFarms lớn nhất thế giới có diện tích 6400m ² , cung cấp 900 tấn rau lá xanh một năm.	6
Hình 1.3 Bên trong trang trại Modular Farms tại Canada.....	7
Hình 1.4 Mô hình nông trại thông minh.....	8
Hình 1.5 Mô hình vườn rau khí canh sử dụng năng lượng Mặt Trời tại Lâm Đồng.....	9
Hình 1.6 Máy bay không người lái đang phun thuốc cho cánh đồng.	10
Hình 1.7 Sơ đồ khối của một trạm giám sát thời tiết ứng dụng công nghệ LoRaWAN	11
Hình 2.1 Mô hình LoRa giám sát các chỉ số môi trường.	16
Hình 2.2 Tín hiệu up-chirp (nguồn: Semtech).	17
Hình 2.3 Mạng hình sao LoRaWAN.....	19
Hình 2.4 Mô hình giao thức MQTT.	21
Hình 2.5 Mô hình publish-subscribe.	21
Hình 2.6 Cấu trúc Query và Response.	22
Hình 2.7 Khung truyền Modbus RTU.....	23
Hình 3.1 Board mạch Arduino UNO R3.....	25
Hình 3.2 Module SX1278 LoRa SPI 433MHz.....	26
Hình 3.3 ESP32 – Wifi LoRa 32 board.....	28
Hình 3.4 Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11 Temperature Humidity Sensor.....	28
Hình 3.5 Cảm biến độ ẩm đất chống ăn mòn.	29
Hình 3.6 Cảm biến mưa MKE-S12	30
Hình 4.1 Sơ đồ các thành phần trong hệ thống.	32
Hình 4.2 Cấu tạo LoRaWAN Endnode.	33
Hình 4.3 Lưu đồ thuật toán của LoRaWAN Endnode.	34
Hình 4.4 Sơ đồ nguyên lý của Endnode.	35
Hình 4.5 Mô tả kết nối Master với Slave trong giao thức SPI.	36
Hình 4.6 Lưu đồ thuật toán truyền LoRa Message.	37
Hình 4.7 Cấu tạo LoRaWAN Gateway.	38
Hình 4.8 Sơ đồ chi tiết của khối LoRaWAN Server.	38
Hình 4.9 Code đọc cảm biến và gửi của Endnode.	40
Hình 4.10 Code nhận giá trị trên web server.....	40
Hình 4.11 Sơ đồ nguyên lý của node.....	41

Hình 4.12 Mạch in của node.....	42
Hình 4.13 Hình ảnh node thực tế.....	43
Hình 4.14 Hình ảnh mạch điều khiển của node.	44
Hình 4.15 Giao diện hiển thị.	45

DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU , CHỮ VIẾT TẮT

CRC	: Cyclic Redundancy Check.
CSS	: Chirp Spread Spectrum.
IoTs	: Internet of Things.
LCD	: Liquid-Crystal Display (Màn hình).
LED	: Light Emitting Diode (Đèn).
LoRa	: Long Range.
MQTT	: Message Queue Telemetry Transport.
RTU	: Remote Terminal Unit (Thiết bị đầu cuối từ xa).
LoRaWAN	: Long Range Wireless Area Network.
TTN	: The Things Network.
IOS	: iPhoneOS.
BLE	: Bluetooth Low Energy.
ADC	: Analog-to-Digital Converter, DAC: Digital Analog Converter.
DMA	: Direct memory access.
IC	: Integrated circuit, ID: Identification.
WiFi	: Wireless Fidelity.
NFC	: Near-Field Communications.
I2C	: Inter – Integrated Circuit.
SPI	: Serial Peripheral Interface.
LSB	: Least significant bit.
HTTP	: HyperText Transfer Protocol.
MCU	: Multipoint Control Unit.
APP	: Application, API: Application Programming Interface.
SCK	: Serial Clock.
MISO	: Master Input Slave Output.
MOSI	: Master Output Slave Input.
SS	: Slave Select.
MAC	: Media Access Control.
QoS	: Quality of Service.
Kbps	: Kilo bit per second, Mbps: Megabit per second.
UART	: Universal Asynchronous Receiver / Transmitter.
USART	: Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter.
TCP/IP	: Transmission Control Protocol/ Internet Protocol.

MỞ ĐẦU

- Mục đích nghiên cứu.
 - Tổng quan về một số mô hình nông nghiệp công nghệ cao ứng dụng IoTs hiện nay.
 - Thiết kế, thi công trạm giám sát thời tiết ứng dụng công nghệ LoRaWAN.
- Phạm vi nghiên cứu.
 - Công nghệ truyền nhận dữ liệu không dây diện rộng công suất thấp LoRa.
 - Các giao thức truyền thông truyền nhận dữ liệu ESP32.
 - Xây dựng thuật toán và chương trình cho thiết bị nhúng dựa trên ngôn ngữ lập trình C.
- Phương pháp nghiên cứu của đề tài là kết hợp nghiên cứu lý thuyết kết hợp với thực tiễn để làm rõ nội dung đề tài.
 - Nghiên cứu về các yếu tố môi trường ảnh hưởng tới nông nghiệp và một số hệ thống nông nghiệp thông minh.
 - Nghiên cứu và lựa chọn mạng truyền thông công suất thấp diện rộng LoRa, đồng thời nghiên cứu một số giao thức truyền thông.
 - Tìm hiểu về vi điều khiển, các module cảm biến và cách đọc giá trị từ cảm biến.
 - Thi công mô hình bao gồm phần cứng và phần mềm cho các thiết bị.
 - Lắp đặt thử nghiệm thực tế, đánh giá kết quả.
- Cấu trúc đồ án tốt nghiệp.

Chương 1 – TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI

1.1. Giới thiệu chương.

Nội dung chương này bày về mục tiêu, nội dung nghiên cứu, lý do chọn đề tài, sơ đồ khối của hệ thống, phạm vi ứng dụng của mô hình, một số mô hình nông nghiệp công nghệ cao hiện nay.

1.2. Đặt vấn đề.

Từ thời xưa, nông nghiệp đã là chìa khóa để duy trì nền văn minh. Nông nghiệp vẫn đóng một vai trò quan trọng trong đời sống con người, cung cấp lương thực, thực phẩm mà còn đóng góp một phần không nhỏ vào GDP, nhiều nước vẫn xem nông nghiệp là ngành kinh tế quan trọng để phát triển đất nước. Nông nghiệp đã trải qua một chặng đường dài từ phương pháp trồng cây thủ công không hiệu quả đến trồng trọt quy mô lớn tự động có thể sử dụng máy móc với các kỹ thuật xử lý môi trường đất, môi trường không khí khác nhau và hạt giống năng suất cao. Về cơ bản, ngành này một mặt tiếp tục bị đe dọa bởi sự bất thường của thời tiết do hiệu ứng nóng lên toàn cầu, mặt khác dịch bệnh và sâu bệnh hại cây trồng. Đồng thời, sự gia tăng nhanh chóng của dân số toàn cầu ảnh hưởng tới diện tích đất nông nghiệp ngày càng bị hạn chế.

Nông nghiệp là một ngành cốt lõi trong nền kinh tế Việt Nam. Ngành này vốn dĩ được biết đến với việc phụ thuộc vào những kinh nghiệm của người nông dân, kinh nghiệm trong canh tác và sản xuất để có thể đạt được năng suất cao. Nhưng không phải lúc nào năng suất, sản lượng cũng được theo như ý muốn vì có nhiều yếu tố tác động.

Chính vì lý do đó, với tình hình khí hậu cũng như dân số và lương thực thì việc ứng dụng khoa học, công nghệ và kỹ thuật vào nông nghiệp là tất yếu. Theo xu hướng của thế giới trong thời đại công nghiệp 4.0, việc áp dụng công nghệ vào trong nông nghiệp là một giải pháp tối ưu và có thể giúp người nông dân đạt được nhiều kết quả cao. Ứng dụng IoT nông nghiệp giúp sử dụng phân bón một cách hiệu quả, giảm thiểu sử dụng tài nguyên, giảm chất ô nhiễm môi trường, tăng năng suất và chất lượng nông sản. Từ những thực trạng đó, em đã quyết định chọn đề tài “**Hệ thống giám sát thời tiết trong nông nghiệp ứng dụng công nghệ LoRaWan**” để nghiên cứu.

Nông nghiệp công nghệ cao là gì?

Nông nghiệp công nghệ cao hay nền công nghiệp kỹ thuật số thực chất là việc áp dụng công nghệ hiện đại vào nông nghiệp. Bao gồm công nghệ thông tin, công nghệ sinh học, công nghệ vật liệu, công nghệ tự động hóa, chọn lọc giống khỏe và cho năng suất cao,... Cùng với các mô hình sản xuất dây chuyền tiên tiến, canh tác hữu cơ hướng tới việc bảo vệ môi trường.

Qua đó, góp phần làm tăng năng suất và chất lượng nông sản. Cải thiện chất lượng cuộc sống cho người nông dân, đồng thời đảm bảo sức khỏe cho cộng đồng.

IoT trong nông nghiệp là gì?

IoT – Internet of Things là đề cập đến hàng tỷ thiết bị vật lý trên khắp thế giới hiện được kết nối với mạng internet, thu nhập, truyền tải, trao đổi thông tin và chia sẻ dữ liệu. Cho phép các thiết bị vật lý giao tiếp với nhau mà không cần sự tham gia trực tiếp của con người. IoT đã phát triển từ sự hội tụ của công nghệ không dây, công nghệ về cơ điện tử và internet. Nói đơn giản hơn, đó là sự tập hợp các thiết bị có khả năng kết nối với nhau, với internet và thế giới bên ngoài để thực hiện một công việc nào đó.

IoT trong nông nghiệp là các thiết bị thông minh, cảm biến được nối với điều khiển tự động trong suốt quá trình vận hành sản xuất canh tác góp phần tránh bị biến đổi khí hậu và hiệu ứng nhà kính.

Thêm vào đó, ứng dụng IoT trong nông nghiệp giúp nâng cao sản lượng và chất lượng sản phẩm, giảm sử dụng tài nguyên và chi phí, tối ưu hóa quá trình sản xuất. Đồng thời, đảm bảo được sức khỏe cộng đồng.

Tại sao nên ứng dụng IoT nông nghiệp?

Với mô hình nông nghiệp hiện đại, việc áp dụng IoT trong nông nghiệp đang là xu hướng toàn cầu, đặc biệt là đối với những đất nước lấy nông nghiệp làm trọng tâm, trong đó có Việt Nam.

IoT sẽ biến nông nghiệp từ một lĩnh vực sản xuất định tính thành một lĩnh vực sản xuất chính xác dựa vào những số liệu thu thập, tổng hợp và phân tích thống kê.

Việc ứng dụng IoT vào trong nông nghiệp không chỉ giúp gia tăng năng suất và chất lượng, giảm chi phí và tài nguyên mà còn giúp người nông dân tiếp cận được với nền khoa học kỹ thuật tối tân của nhân loại, cùng với đó đem đến cho người sử dụng vô vàn lợi ích không tưởng.

Lợi ích của ứng dụng IoT trong nông nghiệp

Hiệu quả vượt trội – Giải pháp nông nghiệp tối ưu

Hiện nay, đất nông nghiệp đang bị quy hoạch để đầu tư vào các dự án, khai thác tài nguyên, khu công nghiệp... Làm cho diện tích đất nông nghiệp ngày càng giảm đi. Song song với đó thì nhu cầu về lương thực thực phẩm của thế giới ngày càng tăng. Đất đai ngày càng đi xuống do khâu canh tác không đúng kỹ thuật, thiếu khoa học, cộng thêm biến đổi khí hậu.

Trước tình hình đó, ứng dụng IoT vào nông nghiệp ra đời giúp người nông dân kiểm soát, theo dõi sản phẩm và điều kiện cũng như tình hình canh tác theo thời gian thực. IoT trong nông nghiệp thu nhập các thông tin, số liệu và dự đoán trước các vấn đề như dịch bệnh, sự phát triển của cây... Để người nông dân đưa ra quyết định kịp thời.

Áp dụng IoT vào nông nghiệp giúp tiết kiệm được thời gian và công sức lao động hơn thông qua quy trình tự động hóa. Như tưới cây, bón phân, robot thu hoạch tự động...

Phủ sóng nông nghiệp thông minh

Đáp ứng nhu cầu về lương thực và việc đô thị hóa ngày càng tăng. Các mô hình trồng cây, rau trong nhà kính và thủy canh ra đời dựa trên IoT trong nông nghiệp để cung ứng kịp thời cho thị trường các sản phẩm loại trái cây và rau ngắn ngày ví dụ như cải ngọt, rau muống, dâu tây, ngô,...

Hệ thống nông nghiệp thông minh kết hợp với chu trình khép kín cho phép trồng trọt ở mọi nơi như ban công, sân thượng... để phục vụ cho đời sống hằng ngày.

Nhanh chóng, tiết kiệm thời gian – cải thiện tốc độ và thích nghi với điều kiện phức tạp.

Với sự hỗ trợ từ công nghệ thông minh của IoT ứng dụng vào trong nông nghiệp giúp theo dõi và dự đoán được các thay đổi về thời tiết, độ ẩm, chất lượng không khí, tình hình phát triển và dịch bệnh của vườn cây. Nhờ sự tiện ích đó, môi trường sống và phát triển của cây trong từng giai đoạn đều ở mức lý tưởng.

Qua đó, giúp cây phát triển nhanh chóng và ít bị sâu bệnh.

Giảm thiểu sử dụng tài nguyên – Tiết kiệm chi phí

Ứng dụng IoT trong nông nghiệp đã được lập trình sẵn các chế độ để tối ưu hóa việc sử dụng các tài nguyên như nước, đất đai, năng lượng. Thực hiện canh tác dựa trên hệ thống cảm biến giúp người nông dân phân bổ tài nguyên đồng đều và chính xác. Giúp tiết kiệm được chi phí và đem lại hiệu quả cao hơn.

Quy trình nuôi trồng sạch và an toàn

Hệ thống IoT trong nông nghiệp ứng dụng không chỉ giúp giảm thiểu việc sử dụng tài nguyên mà còn giảm thiểu sử dụng thuốc trừ sâu và phân bón hóa học. Điều này hướng đến sản phẩm cuối cùng tới người tiêu dùng sạch sẽ và đảm bảo an toàn hơn.

Cải thiện chất lượng nông sản cho nông dân

Hình thức sản xuất nông nghiệp dựa trên công nghệ hiện đại thông minh giúp gia tăng sản lượng và chất lượng hơn. Như việc sử dụng cảm biến, giám sát bằng máy bay không người lái và lập bản đồ trang trại để theo dõi sự phát triển cũng như tình hình sâu bệnh.

Một số mô hình nông nghiệp công nghệ cao hiện nay.

1.2.1. Tổng quan về mô hình.

Tổng quan về một mô hình giám sát sự phát triển của cây trồng.



Hình 1.1 Mô hình ứng dụng IoT trong nông nghiệp công nghệ cao tại 1 nông trại ở Thái Lan

Các chức năng của hệ thống:

- Hệ thống nuôi trồng và chăm sóc tự động hóa hoàn toàn.
- Đo đạc các chỉ số dinh dưỡng, độ pH, ánh sáng, nhiệt độ, độ ẩm tự động 24/7.
- Người dùng có thể điều khiển các khối cơ cấu chấp hành từ xa qua các app hoặc điều khiển trực tiếp tại các trạm điều khiển.

Ưu nhược điểm của mô hình:

- Ưu điểm
 - Có các phần mềm, app để theo dõi, giám sát các thông số môi trường và điều khiển các khối cơ cấu chấp hành.
 - Tốc độ truyền dữ liệu nhanh.
 - Tốn ít thời gian để quản lý nông trại.
 - Sử dụng công nghệ điện toán đám mây để lưu trữ dữ liệu.
- Nhược điểm
 - Vì sử dụng Wifi nên bị giới hạn về khoảng cách.
 - Phụ thuộc vào điện lưới.

1.2.2. Các mô hình nông nghiệp công nghệ cao đang có hiện nay trên thế giới.

Nông nghiệp công nghệ cao là gì?

Nông nghiệp công nghệ cao là mô hình ứng dụng công nghệ tiên tiến vào sản xuất nhằm thu được hiệu quả về năng suất, chất lượng nông sản, tiết kiệm sức lao động,...

Ưu điểm của việc ứng dụng công nghệ cao trong nông nghiệp

- Việc ứng dụng sự tiên tiến của khoa học công nghệ vào trong nông nghiệp nhằm tới một số hiệu quả nhất định bao gồm:
- Kiểm soát được yếu tố môi trường trong trồng trọt và chăn nuôi.
- Tiết kiệm sức lao động.
- Kiểm soát từ xa.
- Nâng cao năng suất và chất lượng cây trồng, vật nuôi.
- Tiết kiệm nguyên nhiên liệu nông nghiệp.
- Bảo vệ môi trường.
- Hạn chế tác động của sâu bệnh hại đến nông sản.
- Bảo quản nông sản tốt hơn.

Các mô hình nông nghiệp công nghệ cao trên thế giới [1]

AeroFarms – Nông trại thẳng đứng lớn nhất thế giới

Khi nhắc đến lĩnh vực trồng rau sạch trong nhà sẽ thật thiếu sót nếu chúng ta không nhắc đến AeroFarms. Đây được xem là nông trại thương mại dẫn đầu thế giới về quy trình canh tác dự báo được sản lượng, thời gian thu hoạch. Mô hình này đặc biệt không hề gây ô nhiễm môi trường và chất lượng lương thực thực phẩm tốt hơn hẳn.



Hình 1.2 Nông trại thẳng đứng AeroFarms lớn nhất thế giới có diện tích 6400m², cung cấp 900 tấn rau lá xanh một năm.

Trang trại AeroFarms sử dụng hệ thống khí canh và không dùng ánh sáng mặt trời. Cây trồng ở đây hấp thụ ánh sáng thông minh từ hệ thống đèn LED có thể điều chỉnh tự động. Nông trại còn có một hệ thống dữ liệu giám sát tình hình phát triển của từng cây kèm phân tích dự báo.

Modular Farms – Nông trại trong container



Hình 1.3 Bên trong trang trại Modular Farms tại Canada

Nói đến nông nghiệp công nghệ cao trên thế giới không thể không kể đến mô hình Modular Farms đến từ Canada. Hệ thống canh tác được thiết kế trong nhà dưới dạng module. Bao gồm các container dễ dàng tháo lắp và vận chuyển bằng tàu biển, tàu hỏa, xe tải. Các lớp cách nhiệt đặc biệt trong container giúp cho rau xanh phát triển quanh năm mà không lo ngại về thời tiết.

Modular Farms bao gồm các module chính và các module phụ bổ sung giúp cho người dân có thể tích hợp thêm các chức năng hoặc mở rộng hoạt động kinh doanh hiệu quả. Module chính được vận hành theo quy trình khép kín và đóng vai trò nền tảng. Module bổ sung sẽ có chức năng chuyên dụng như: cấp nước, bảo quản, lưu trữ...có khả năng tăng hiệu suất canh tác đến 150%.

Mô hình Nông trại thông minh



Hình 1.4 Mô hình nông trại thông minh

Mô hình này tương đối phổ biến trên thế giới, trong mô hình này các sản phẩm nông nghiệp được quy hoạch thành từng khu vực chuyên biệt, đồng thời sử dụng các công nghệ canh tác hiện đại, thông minh.

- Một số công nghệ được ứng dụng vào trong mô hình này bao gồm:
 - Nhà kính điều khiển khí hậu ở Pháp.
 - Canh tác nhiều tầng ở Singapore.
 - Công nghệ sản xuất nhà màng và tưới thông minh tại Israel...

Mô hình Chuỗi cung ứng khép kín

Mô hình Chuỗi cung ứng khép kín là một loại mô hình nông nghiệp công nghệ cao cho phép tích hợp nhiều hình thức từ trồng trọt đến chăn nuôi và canh tác.... trong cùng một khu vực nông trại, mục đích tạo ra một vòng cung ứng khép kín.

Ứng dụng mô hình chuỗi cung ứng khép kín này giúp doanh nghiệp có thể chủ động, kiểm soát được chất lượng đầu vào của thức ăn cũng như chất lượng sản phẩm khi tung ra thị trường, tạo dựng thương hiệu cho sản phẩm.

Mô hình trồng rau “khí canh”

Đây là mô hình nông nghiệp công nghệ cao khá mới. Trong mô hình này, rau sẽ được trồng lơ lửng trên không, ứng dụng hệ thống phun sương để cung cấp nước cho rau và có thiết bị lấy lại nước bay hơi để tận dụng lại.



Hình 1.5 Mô hình vườn rau khí canh sử dụng năng lượng Mặt Trời tại Lâm Đồng

Ngoài mô hình trồng rau khí canh thì mô hình trồng rau thủy canh được áp dụng phổ biến tại nhiều khu vực ở nước ta. Ưu điểm của mô hình trồng rau này là tận dụng được tất cả rau sạch không bị ung úa, nấm làm hỏng lá như khi trồng rau dưới đất.

Ứng dụng máy bay trong nông nghiệp phun thuốc, gieo hạt, bón phân

Với sự phát triển của khoa học công nghệ, nhiều loại máy móc ra đời được ứng dụng trong sản xuất nông nghiệp, giúp tăng năng suất, chất lượng nông sản, đồng thời giải phóng sức lao động cho con người. Một trong những thành tựu đó không thể không nhắc đến máy bay nông nghiệp không người lái. Máy bay nông nghiệp không người lái được sử dụng như một công cụ đặc lực cho người nông dân trong các công việc như: gieo sạ giống, rải phân bón, rải thức ăn chăn nuôi cho tôm, phun thuốc trừ sâu.



Hình 1.6 Máy bay không người lái đang phun thuốc cho cánh đồng.

Với các dòng máy bay nông nghiệp hiện đại nhất hiện nay như: DJI Agras T20P, DJI Agras T30, DJI Agras T40, AgriDrone Việt Nam mang đến cho bà con giải pháp tốt nhất cho các công việc: bón phân, gieo hạt giống, phun thuốc trừ sâu. Nhờ đó giúp tối ưu hóa công việc, tăng năng suất và giải phóng sức lao động cho con người.

Ứng dụng máy bay nông nghiệp không người lái là xu hướng tất yếu trong thời đại 4.0, giúp nền nông nghiệp Việt Nam ngày càng phát triển, cải thiện đời sống cho người nông dân.

1.4. Mục tiêu của đề tài.

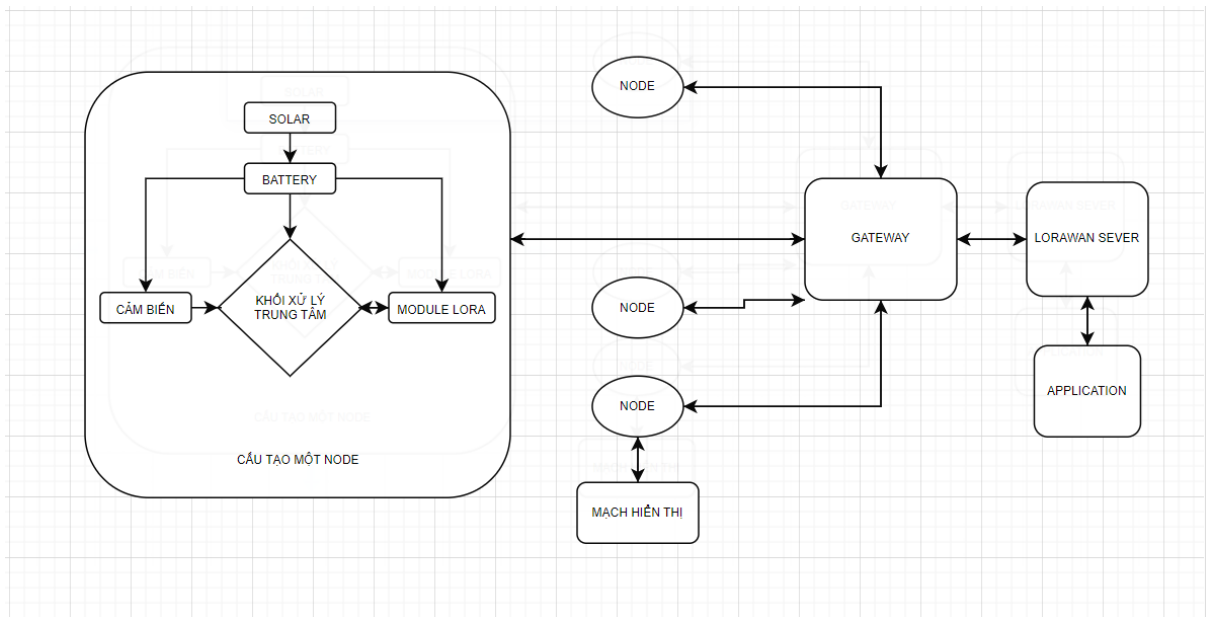
Nhóm đã đặt ra những mục tiêu của đề án như sau: thiết kế và thi công hệ thống giám sát thời tiết trong nông nghiệp ứng dụng mạng LoRaWAN.

Để đạt được mục tiêu này, nhóm cần phải thực hiện các nội dung sau:

- Tìm hiểu về công nghệ LoRa.
- Tìm hiểu về giao thức LoRaWAN và một số giao thức không dây khác.
- Thiết kế LoRaWAN Endnode để thu thập dữ liệu từ.
- Cảm biến, điều khiển, truyền dữ liệu lên gateway, thiết kế giao diện website cho người dùng sử dụng.

1.5. Sơ đồ khối.

Sơ đồ tổng quát của một trạm giám sát thời tiết ứng dụng công nghệ LoRaWAN.



Hình 1.7 Sơ đồ khối của một trạm giám sát thời tiết ứng dụng công nghệ LoRaWAN

Vai trò của từng khối:

- **Khối solar:** Chuyển đổi năng lượng ánh sáng mặt trời thành điện năng → Cung cấp điện năng cho hoạt động của từng Node và đồng thời sạc vào pin để dự trữ điện năng.
- **Khối battery:** Cung cấp điện năng cho Node buổi tối và những ngày không có nắng để cấp điện áp từ Solar.
- **Khối cảm biến:** Đọc các giá trị nhiệt độ, độ ẩm, áp suất,... để đưa dữ liệu vào khối xử lý trung tâm.
- **Khối xử lý trung tâm:** Xử lý các tín hiệu đầu vào và xuất tín hiệu đầu ra cho module LoRa.
- **Gateway:** Nhận dữ liệu từ Node sau đó gửi lên LoRaWAN Sever.
- **LoRaWAN Server:** Hiện thị giao diện người dùng, xây dựng các biểu đồ thể hiện các giá trị đọc từ cảm biến và lưu trữ giá trị đó để đánh giá khả năng hoạt động của hệ thống và các chức năng điều khiển thiết bị.

Nguyên lý hoạt động của hệ thống:

Khi có nguồn từ Battery hoặc Solar thì các module cảm biến sẽ đọc giá trị từ môi trường đưa về khối xử lý trung tâm để xử lý dữ liệu. Sau đó khối xử lý trung tâm sẽ đưa dữ liệu vào module LoRa. Từ module LoRa, dữ liệu sẽ tiếp tục được truyền đến Gateway nhờ mạng LoRa. Từ Gateway dữ liệu sẽ được gửi lên LoRaWAN Sever, ở đây dữ liệu sẽ được lưu trữ và người dùng cần cài đặt app hoặc vào web để có thể quan sát được các giá trị từ cảm biến truyền về.

1.6. Nội dung nghiên cứu.

Các nội dung chính cần thực hiện:

- Tìm hiểu về các yếu tố thời tiết liên quan đến nông nghiệp
- Thiết kế sơ đồ, cấu trúc hệ thống
- Tìm hiểu về vi điều khiển, vi xử lý
- Tìm hiểu về truyền thông dữ liệu không dây LoRaWAN
- Tìm hiểu về nền tảng ứng dụng người dùng
- Thi công thực hiện mô hình hệ thống
- Lắp đặt thử nghiệm và phân tích số liệu

1.7. Phạm vi ứng dụng.

Đề tài có thể ứng dụng cho một trang trại, trại chăn nuôi, các cánh đồng trồng trọt rộng lớn, trong thành phố,...

1.8. Kết luận chương.

Chương này đã trình bày về sơ đồ khối sơ đồ khối của hệ thống, nguyên lý hoạt động, những mục tiêu, những nội dung cần thực hiện trong quá trình nghiên cứu đề tài, tổng quan về một mô hình và trình bày một số mô hình công nghệ cao trong thực tế hiện nay. Chương tiếp theo em sẽ giới thiệu về công nghệ LoRa và các giao thức truyền thông trong hệ thống.

Chương 2 – TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ LORA VÀ CÁC GIAO THỨC TRUYỀN THÔNG TRONG HỆ THỐNG

2.1. Giới thiệu chương.

Nội dung chương này sẽ trình bày về một số mạng truyền thông không dây phổ biến hiện nay, khái niệm LoRa, nguyên lý hoạt động, các tham số của LoRa. Khái niệm về giao thức LoRaWAN, cấu trúc của một hệ thống LoRaWAN, ưu và nhược điểm của LoRaWAN, ứng dụng LoRa trong thực tiễn hiện nay.

2.2. Các mạng truyền thông không dây phổ biến hiện nay.

2.2.1. Bluetooth.

Hiện nay, Bluetooth đã xuất hiện hầu hết ở các thiết bị như máy tính, điện thoại,... và nó được dự kiến là chìa khóa cho các sản phẩm IoTs đặc biệt, cho phép giao tiếp thiết bị với các smartphone.

Hiện nay, BLE – Bluetooth Low Energy – hoặc Bluetooth Smart là một giao thức được sử dụng đáng kể cho các ứng dụng IoTs. Quan trọng hơn, cùng với một khoảng cách truyền tương tự như Bluetooth, BLE được thiết kế để tiêu thụ công suất ít hơn rất nhiều.

Tuy nhiên, BLE không thực sự được thiết kế cho các ứng dụng dùng để truyền file và sẽ phù hợp hơn cho khối dữ liệu nhỏ. Nó có một lợi thế vô cùng lớn trong bối cảnh hiện nay, khi mà smartphone là một thiết bị không thể thiếu của mỗi người. Theo Bluetooth SIG, hiện có hơn 90% điện thoại smartphone được cài bluetooth, bao gồm các hệ điều hành IOS, Android và Window.

Một số thông tin kỹ thuật về Bluetooth 4.2

- Tần số: 2.4GHz
- Phạm vi: < 400m (Smart/BLE)
- Dữ liệu truyền được: 1Mbps.[2]

2.2.2. Zigbee.

Zigbee là một loại truyền thông trong khoảng cách ngắn, hiện được sử dụng với số lượng lớn và thường được sử dụng trong công nghiệp. Điển hình, Zigbee Pro và Zigbee remote control (RF4CE) được thiết kế trên nền tảng giao thức IEEE802.15.4 – là một chuẩn giao thức truyền thông vật lý trong công nghiệp hoạt động ở 2.4 GHz thường được sử dụng trong các ứng dụng khoảng cách ngắn và dữ liệu truyền tin ít nhưng thường xuyên, được đánh giá phù hợp với các ứng dụng trong smarhome hoặc trong một khu vực đô thị, chung cư.

Zigbee và RF4CE có một lợi thế đáng kể trong các hệ thống phức tạp cần các điều

như: tiêu thụ công suất thấp, tính bảo mật cao, khả năng mở rộng số lượng các node cao,... ví dụ như yêu cầu của các ứng dụng M2M và IoTs là điển hình. Phiên bản mới nhất của Zigbee là 3.0, trong đó điểm nổi bật là sự hợp nhất của các tiêu chuẩn Zigbee khác nhau thành một tiêu chuẩn duy nhất.

Một số thông số kỹ thuật

- Tiêu chuẩn: Zigbee 3.0 dựa trên IEEE802.15.4
- Tần số 2.4GHz
- Khoảng cách: <100m
- Tốc độ truyền: 250kbps.[2]

2.2.3. WiFi.

Wifi (Wireless Fidelity hay mạng 802.11) là hệ thống mạng không dây sử dụng sóng vô tuyến, cũng giống như điện thoại di động, truyền hình và radio. Kết nối Wifi thường là sự lựa chọn hàng đầu của rất nhiều kỹ sư giải pháp bởi tính thông dụng và kinh tế của hệ thống Wifi và mạng LAN với mô hình kết nối trong một phạm vi địa lý có giới hạn.

Các sóng vô tuyến sử dụng cho Wifi gần giống với các sóng vô tuyến sử dụng cho thiết bị cầm tay, điện thoại di động và các thiết bị khác. Nó có thể chuyển và nhận sóng vô tuyến, chuyển đổi các mã nhị phân 0 và 1 sang sóng vô tuyến và ngược lại. Tuy nhiên, sóng Wifi có một số khác biệt so với các sóng vô tuyến ở chỗ: chúng truyền và phát tín hiệu ở tần số 2.4GHz và 5GHz. Tần số này cao hơn so với các tần số sử dụng cho điện thoại di động, các thiết bị cầm tay và truyền hình. Tần số cao hơn cho phép tín hiệu mang theo nhiều dữ liệu hơn.

Hiện nay, đa số các thiết bị Wifi đều tuân thủ theo chuẩn 802.11n, được phát ở tần số 2.4GHz và đạt tốc độ xử lý tối đa 300Mbps.

Thông số kỹ thuật cơ bản

- Tiêu chuẩn: dựa trên 802.11n
- Tần số: 2.4GHz và 5GHz
- Phạm vi: <150m
- Tốc độ truyền: tối đa 600Mbps, nhưng điển hình là 150-200Mbps. [2]

2.2.4. NFC.

NFC (Near-Field Communication) là công nghệ kết nối không dây trong phạm vi tầm ngắn trong khoảng cách 4 cm. Công nghệ này sử dụng cảm ứng từ trường để thực hiện kết nối giữa các thiết bị (smartphone, table, loa, tai nghe,...) khi có sự tiếp xúc chạm.

Khi hai thiết bị đều có kết nối NFC, bạn có thể chạm chúng vào nhau để kích hoạt tính năng này và nhanh chóng truyền tập tin gồm danh bạ, nhạc, hình ảnh, video, ứng dụng hoặc địa chỉ Website,... Ở các nước phát triển, NFC còn được xem là ví điện tử khi có thể thanh toán trực tuyến, tiện lợi và nhanh chóng.

Ngoài việc giúp truyền tải dữ liệu như trên thì NFC còn mở rộng với những công dụng ví dụ như bạn đến quán cà phê có một thẻ NFC để trên bàn, trong thẻ này đã cài đặt sẵn Wifi, thông tin của quán,... lúc này bạn lấy chiếc điện thoại chạm vào NFC này thì máy sẽ bật tất cả các tính năng được cài sẵn trong thẻ đó mà không cần phải nhờ gọi nhân viên. Hoặc tiên tiến hơn thì sau này có thể mua hàng hóa trong siêu thị lớn thì quét NFC của điện thoại để thanh toán tiền hàng.

Thông số kỹ thuật cơ bản

- Tiêu chuẩn: ISO/IEC 18000-3
- Tần số: 13.56MHz (ISM)
- Phạm vi: <20cm
- Tốc độ truyền: 100-420kbps.[2]

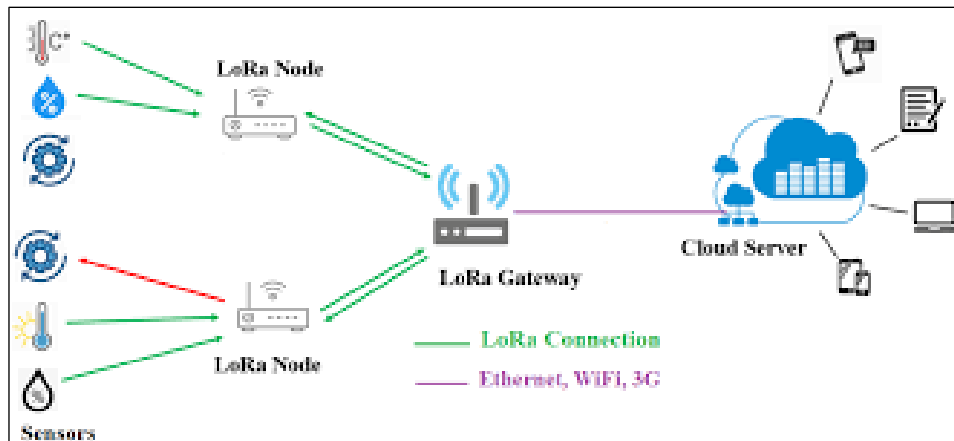
2.2.5. LoRa.

LoRa là viết tắt của Long Range Radio được nghiên cứu và phát triển bởi Cycleo và sau này được mua lại bởi công ty Semtech năm 2012. Với công nghệ này, chúng ta có thể truyền dữ liệu với khoảng cách lên hàng km mà không cần các mạch khuếch đại công suất; từ đó giúp tiết kiệm năng lượng tiêu thụ khi truyền/nhận dữ liệu. Do đó, LoRa có thể được áp dụng rộng rãi trong các ứng dụng thu thập dữ liệu như sensor network trong đó các sensor node có thể gửi giá trị đo đạc về trung tâm cách xa hàng km và có thể hoạt động với battery trong thời gian dài trước khi cần thay pin.

Thông số kỹ thuật cơ bản

- Tiêu chuẩn: IEEE802.15.4
- Tần số:
 - 430MHz cho châu Á
 - 780MHz cho Trung Quốc
 - 433MHz hoặc 866MHz cho châu Âu
 - 915MHz cho USA
- Phạm vi: lên đến hàng kilomet
- Tốc độ truyền: 0.25-50kbps.

Công nghệ LoRa đã tạo một bước tiến lớn bằng cách cho phép truyền nhận dữ liệu trong một khoảng cách xa trong khi tiêu thụ rất ít năng lượng. Các nhược điểm của các công nghệ không dây khác như là yêu cầu băng thông cao, năng lượng tiêu thụ cao và giới hạn về khoảng cách truyền đều được LoRa khắc phục. Trên thực tế, công nghệ LoRa có thể sử dụng rất linh hoạt trong các ứng dụng như thành phố thông minh, nhà thông minh, nông nghiệp thông minh và chuỗi cung ứng thông minh.[3]



Hình 2.1 Mô hình LoRa giám sát các chỉ số môi trường.

2.3. Mạng truyền thông không dây diện rộng công suất thấp LoRa.

2.3.1. Định nghĩa.

LoRa là một kỹ thuật điều chế (modulation) dựa trên kỹ thuật Spread-Spectrum và một biến thể của Chirp Spread Spectrum (CSS), do đó chúng ta có thể truyền dữ liệu với khoảng cách lên hàng km mà không cần các mạch khuếch đại công suất; từ đó giúp tiết kiệm năng lượng tiêu thụ khi truyền/nhận dữ liệu.

Băng tần làm việc của LoRa từ 430MHz đến 915MHz cho từng khu vực khác nhau trên thế giới. Hệ thống sử dụng băng tần 430MHz được cho phép ở khu vực châu Á.

Nhờ sử dụng chirp signal mà các tín hiệu LoRa với các chirp rate khác nhau có thể hoạt động trong cùng 1 khu vực mà không gây nhiễu cho nhau. Điều này cho phép nhiều thiết bị LoRa có thể trao đổi dữ liệu trên nhiều kênh đồng thời (mỗi kênh cho 1 chirprate).

Các đặc trưng của điều chế LoRa:

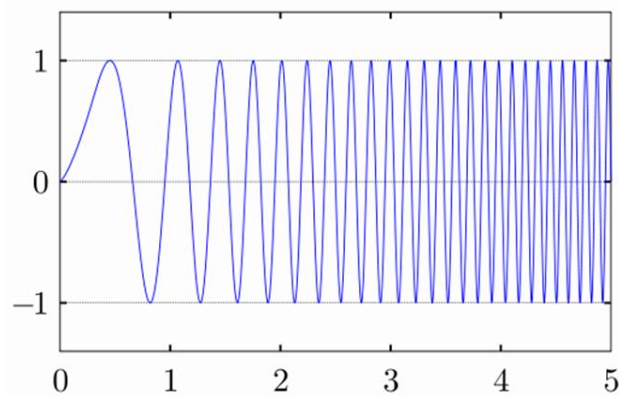
- Khả năng mở rộng băng thông: Điều chế LoRa có thể được sử dụng cho cả ứng dụng nhảy tần băng tần hẹp và ứng dụng băng rộng
- Công suất phát thấp: việc sử dụng các chirp để điều chế đã giúp cho tín hiệu LoRa có thể dễ dàng thu được vì vậy công suất của tín hiệu phát chỉ cần ở mức thấp

- Khả năng chống nhiễu tốt.
- Chống lại hiện tượng fading: do các chirp của LoRa có băng thông tương đối rộng.[3]

2.3.2. Một số tham số của LoRa.

- Hệ số lan truyền (SF – Spreading Factor): là số lượng tín hiệu chirp mã hóa tín hiệu của dữ liệu, SF nằm trong khoảng từ 7 đến 12. Ví dụ SF=12 nghĩa là một mức logic sẽ được mã hóa thành 12 tín hiệu chirp.
- Băng thông (BW): Băng thông xác định độ rộng tần số mà tín hiệu chirp có thể thay đổi, thông thường BW = 125kHz, 250kHz hoặc 500kHz.
- Tỷ lệ mã hóa (CR – Coding Rate): là tỉ lệ bit được thêm vào trong gói tin để bên nhận có thể sử dụng để khôi phục lại một số bit dữ liệu nhận sai và từ đó khôi phục lại toàn bộ dữ liệu.
- RSSI là công suất tín hiệu thu được ở máy thu, đo bằng mW hoặc dBm. Thường là giá trị âm khi đo bằng dBm, càng gần 0 tín hiệu càng mạnh. Trong thực tế thì khi truyền LoRa: 30dBm (tín hiệu mạnh), 120dBm (tín hiệu yếu).
- Data Rate (hay còn gọi là Bit Rate) là số lượng bit truyền đi trong 1 đơn vị thời gian.
- Symbol rate là đại diện cho 1 hoặc nhiều bit tín hiệu. [3]

2.3.3. Nguyên lý hoạt động.



Hình 2.2 Tín hiệu up-chirp (nguồn: Semtech).

LoRa sử dụng kỹ thuật điều chế gọi là Chirp Spread Spectrum. Có thể hiểu là dữ liệu sẽ được băm bằng các xung cao tần để tạo ra tín hiệu có dải tần số cao hơn tần số của dữ liệu gốc (gọi là chipped); sau đó tín hiệu cao tần này tiếp tục được mã hoá theo các chuỗi chirp signal là các tín hiệu hình sin có tần số thay đổi theo thời gian; có 2 loại chirp signal là up-chirp có tần số tăng theo thời gian và down-chirp có tần số giảm theo thời

gian; và việc mã hoá theo nguyên tắc bit 1 sẽ sử dụng up-chirp, và bit 0 sẽ sử dụng down-chirp trước khi truyền ra anten để gửi đi.

Theo Semtech công bố thì nguyên lý này giúp giảm độ phức tạp và độ chính xác cần thiết của mạch nhận để có thể giải mã và điều chế lại dữ liệu; hơn nữa LoRa không cần công suất phát lớn mà vẫn có thể truyền xa vì tín hiệu Lora có thể được nhận ở khoảng cách xa ngay cả độ mạnh tín hiệu thấp hơn cả nhiều môi trường xung quanh.[3]

2.4. Giao thức LoRaWAN.

2.4.1. Khái niệm.

Giao thức LoRaWAN là giao thức được xây dựng để truyền nhận dữ liệu giữa các thiết bị sử dụng công nghệ truyền thông tầm xa năng lượng thấp với Server. Giao thức LoRaWAN được xây dựng bởi liên minh LoRa và được chính thức hóa trong đặc tả LoRaWAN tại trang web của liên minh LoRa.

Thông số khu vực: LoRaWAN hoạt động trong phổ vô tuyến không cần cấp phép, điều này có nghĩa là bất kỳ ai cũng có thể sử dụng mà không phải trả phí. Nó tương tự như WiFi, sử dụng băng tần ISM 2.4GHz và 5GHz trên toàn thế giới. Bất kỳ ai cũng được phép thiết lập bộ định tuyến WiFi và truyền tín hiệu WiFi mà không cần giấy phép. LoRaWAN sử dụng tần số vô tuyến thấp hơn với phạm vi xa hơn. Thực tế là các tần số có phạm vi dài hơn cũng đi kèm với nhiều hạn chế hơn thường mang tính quốc gia cụ thể. Điều này đặt ra một thách thức cho LoRaWAN, đó là cố gắng đồng nhất ở tất cả các khu vực khác nhau trên thế giới. Do đó, LoRaWAN được chỉ định cho một số băng tần cho các vùng này. LoRaWAN có thông số kỹ thuật khu vực chính thức được quy định bởi Liên minh LoRa

Mạng LoRaWAN luôn được triển khai theo cấu trúc liên kết hình sao. Không giống như cấu trúc liên kết lưới, cấu trúc liên kết hình sao là lý tưởng cho các nút cuối hạn chế năng lượng (tức là hoạt động bằng pin) (cảm biến) vì nó chỉ phải truyền các thông điệp của chính nó và không phải lãng phí tuổi thọ pin khi chuyển tiếp các thông báo từ các nút cuối xung quanh. Mạng LoRaWAN bao gồm một hoặc nhiều cổng LoRaWAN được kết nối với một bộ điều phối mạng trung tâm, hay còn được gọi là máy chủ mạng (NS).

Không giống như các trạm gốc di động có mức độ phức tạp phần cứng và phần mềm cao và do đó chi phí cao, các cổng LoRaWAN là cầu nối giao thức cơ bản với chi phí thấp hơn nhiều. Mỗi cổng nhận được các thông điệp vô tuyến được điều chế LoRa từ tất cả các nút cuối LoRaWAN trong khoảng cách vô tuyến. [3]

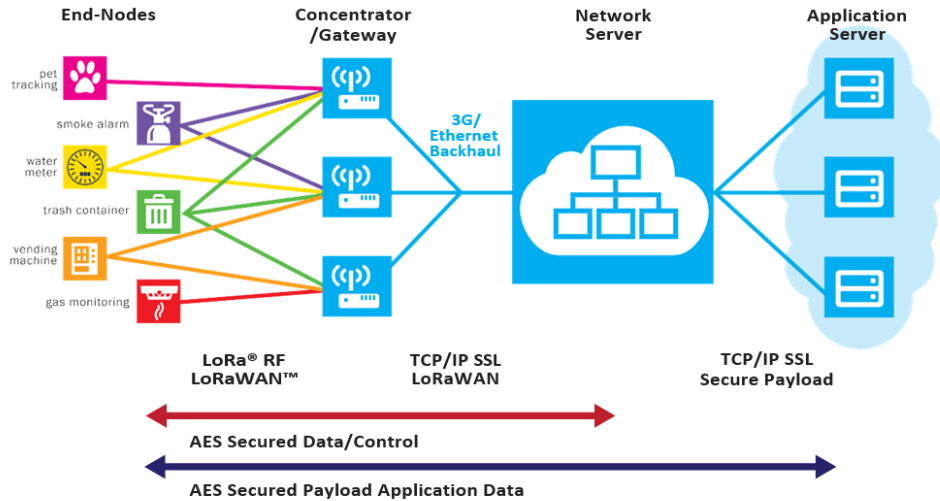


Figure 5: LoRaWAN Star Network Topology

Hình 2.3 Mạng hình sao LoRaWAN

2.4.2. Cấu trúc của hệ thống LoRaWAN.

Kiến trúc của hệ thống LoRaWAN được triển khai theo cấu trúc liên kết hình sao bao gồm

- Nodes: cảm biến lấy dữ liệu từ môi trường, sẽ mã hóa các dữ liệu thu thập được thành các gói tin rồi gửi về gateway.
- Gateways: đảm nhận vai trò như một thiết bị trung gian giúp liên kết các nodes với internet. Trong môi trường truyền thì một gateway có thể nhận nhiều gói tin từ các node sensor khác nhau. Việc của gateway là sắp xếp các gói tin nhận được rồi đưa qua network servers để xử lý.
- Network Servers: đây là trung tâm điều khiển, quản lý các gói tin. Bởi trong hệ thống sẽ có nhiều gateway, các gateway này có thể nhận trùng gói tin của nhau hoặc việc nhận các gói tin bị trễ, không đồng thời. Network server sẽ chờ cho các gói tin được nhận đủ sau đó so sánh để loại bỏ các gói tin trùng lặp, rồi giải mã chúng về dạng dữ liệu mà người dùng cần.
- Application Servers: có thể là một website hoặc app, người dùng chỉ cần truy cập vào để xem được giá trị mà từ node gửi về.[3]

2.5. Ưu nhược điểm của LoRaWAN.

2.5.1. Ưu điểm.

- Hoạt động trên tần số miễn phí, không cần cấp phép.
- Một gateway Lora đơn được thiết kế để chăm sóc hàng ngàn thiết bị đầu cuối hoặc node.
- Tầm xa cho phép các giải pháp ứng dụng như thành phố thông minh, nông nghiệp thông minh,.....
- Truyền thông tầm xa, lên đến hàng chục km.
- Tiết kiệm năng lượng, tăng tuổi thọ pin.
- Chi phí thấp.
- Bảo mật gói tin.

2.5.2. Nhược điểm.

- Dữ liệu thời gian thực.
- Không phù hợp với các ứng dụng yêu cầu băng thông cao.
- Vì là tần số mở nên có thể bị nhiễu và tốc độ truyền không ổn định.

2.6. Ứng dụng LoRa.

- Ứng dụng LoRa trong thành phố thông minh như: quản lý giao thông, giám sát môi trường, giám sát năng lượng tiêu thụ, hệ thống chiếu sáng,...
- Ứng dụng LoRa các tòa nhà như: phát hiện rò rỉ nước, phát hiện cháy, giám sát an ninh,.....
- Ứng dụng LoRa vào trong nông nghiệp như giám sát thời tiết, theo dõi sức khỏe vật nuôi, giám sát an ninh trang trại,..

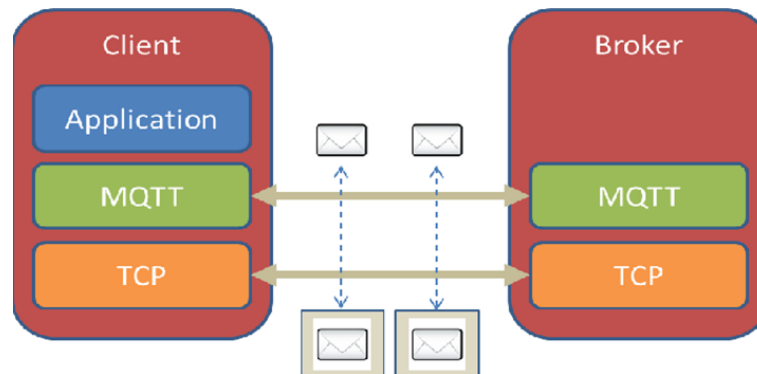
2.7. Giao thức MQTT.

2.7.1. Định nghĩa.

Giao thức MQTT là giao thức truyền thông điệp (message) theo mô hình publish/subscribe (xuất bản – theo dõi), sử dụng băng thông thấp, độ tin cậy cao và có khả năng hoạt động trong điều kiện đường truyền không ổn định. Giao thức có các đặc điểm sau:

- Các message trong MQTT không đồng bộ .
- Gửi nhận các message theo publish/Subscribe.
- Có 3 cấp độ QoS (Qualities of service) là 0, 1, 2
- Giao thức MQTT chạy trên nền tảng TCP/IP.

2.7.2. Kiến trúc giao thức MQTT.



Hình 2.4 Mô hình giao thức MQTT.

Publisher và subscriber: Mô hình publish/subscribe là một mô hình được sử dụng thay thế cho mô hình khách – chủ truyền thống. Trong mô hình giao thức MQTT, các client có thể trao đổi các gói tin với nhau bằng cách xuất bản gói tin (gọi là publisher) hoặc đăng ký nhận gói tin (gọi là subscriber), tuy nhiên các client không hề biết đến sự tồn tại của nhau. Có một thành phần thứ ba, đóng vai trò như một server trung tâm (được gọi là broker) là nơi mà các client có thể biết đến và đóng vai trò trung gian có khả năng lọc các gói tin nhận từ các publisher để gửi đến các subscriber phù hợp.



Hình 2.5 Mô hình publish-subscribe.

MQTT Broker: Đối tác của các MQTT client là MQTT broker, đây chính là trái tim của bất kỳ một giao thức tổ chức theo mô hình publish/subscribe. Tùy thuộc vào các công việc cụ thể, một broker có thể xử lý hàng ngàn kết nối đồng thời từ các client. MQTT broker chịu trách nhiệm chính trong việc nhận tất cả các gói tin, lọc gói tin và quyết định gửi gói tin đến các client đã đăng ký nhận các gói tin đó.

Topic: Là nơi mà các Publisher sẽ gửi message tới và các Subscriber đã đăng kí topic đó sẽ được nhận message.

Message: Các message sẽ chứa các thông tin mà các Publisher/Subscriber muốn trao đổi.[4]

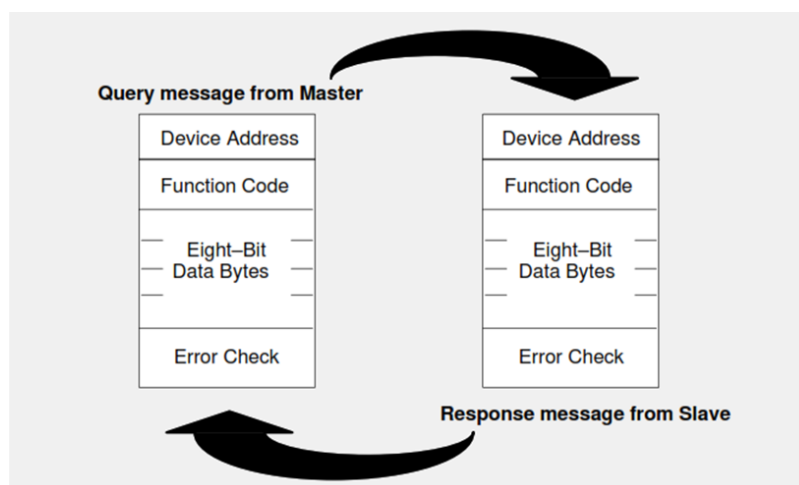
2.8. Giao thức truyền thông Modbus RTU.

Modbus RTU là giao thức truyền dữ liệu theo kiểu nối tiếp, hỗ trợ cả 2 chuẩn truyền RS232 và RS485. RS485 cho phép kết nối nhiều cảm biến, đồng thời có tính ổn định và truyền được khoảng cách xa.

Trong Modbus RTU, các thiết bị giao tiếp với nhau bằng cách sử dụng cơ chế Master – Slave, trong đó Master là một thiết bị chủ có thể khởi tạo “query” (gọi là truy vấn) chứa địa chỉ của từng Slave. Các Slave sẽ thực hiện hành động được yêu cầu hoặc cung cấp dữ liệu được yêu cầu trong “query”, đồng thời trả lại một “response” cho “query” mà tương ứng với địa chỉ của nó.

Thiết bị Master có thể gọi từng Slave độc lập, hoặc khởi tạo một tin nhắn broadcast (bản tin) cho tất cả các Slave cùng một lúc. Các response sẽ không phản hồi với tin nhắn broadcast từ Master.

2.8.1. Cấu trúc Query và Response.



Hình 2.6 Cấu trúc Query và Response.

Cấu trúc Query:

- Trường địa chỉ (Address Field): sẽ được gán giá trị địa chỉ Slave mà Master muốn gửi đến.
- Trường chức năng (Function Field): sẽ báo cho Slave cái loại hành động để thực hiện.
- Trường dữ liệu (Data Field): sẽ chứa thông tin bổ sung mà Slave cần để thực thi hành động được yêu cầu.
- Trường kiểm tra lỗi (Error-checking Field): cung cấp cho Slave một phương pháp để xác minh tính toàn vẹn của nội dung tin nhắn.

Cấu trúc Response:

- Trường địa chỉ (Address Field): chứa địa chỉ của thiết bị Slave.[5]

- Trường chức năng (Function Field): phản hồi tương tự trường chức năng của Query.
- Trường dữ liệu (Data Field): chứa dữ liệu thu thập được, như là giá trị thanh ghi.
- Trường kiểm tra lỗi (Error-checking Field): cho phép Master xác nhận rằng nội dung tin nhắn là hợp lệ.

Nếu có lỗi xảy ra, function code sẽ được sửa đổi để chỉ ra rằng “response” là một lỗi và data field sẽ chứa đoạn code mô tả lỗi.

2.8.2. Khung truyền của Modbus RTU.

Start	0	1	2	3	4	5	6	P	St
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Mỗi ký tự khung bao gồm

- 1 bit khởi đầu (Startbit)
- 7 bit biểu diễn một chữ số hex của byte cần gửi dưới dạng A-F), trong đó bit thấp nhất được gửi đi trước
- 1 bit parity chẵn/lẻ, nếu sử dụng parity
- 1 bit kết thúc (Stopbit) nếu sử dụng parity hoặc 2 bit kết thúc parity

Hình 2.0.7 Khung truyền Modbus RTU.

Trong chế độ RTU, gói tin bắt đầu với một khoảng thời gian bằng ít nhất 3.5 kí tự (khoảng thời gian này phụ thuộc vào Baudrate đang được sử dụng trong Network).

Kí tự được phép gửi trong tất cả các trường là mã hexadecimal 0-9,A-F.

Khi mà đã nhận xong trường địa chỉ, các thiết bị Slave sẽ giải mã và kiểm tra xem liệu rằng nó có phải là địa chỉ của mình không.

Trước khi hoàn thành khung truyền, nếu có một khoảng thời gian lớn hơn 1.5 kí tự thì thiết bị nhận sẽ xóa toàn bộ đoạn tin nhắn chưa hoàn thành đó và cho rằng byte tiếp theo sẽ là trường địa chỉ của gói tin mới.

Sau khi hoàn thành khung truyền, nếu gói tin mới bắt đầu sớm hơn 3.5 kí tự sau gói tin trước thì thiết bị nhận sẽ coi nó là phần tiếp theo của gói tin trước. Trường hợp này sẽ được xem là lỗi vì giá trị CRC không hợp lệ cho các gói tin nhắn kết hợp.[5]

2.9. CRC (Cyclic Redundancy Check).

2.9.1. Cách tính CRC.

Trường CRC sẽ được thêm dưới dạng trường cuối cùng trong tin nhắn. Khi nó được thực hiện, byte thứ tự thấp nhất của trường được thêm vào trước, sau đó là byte cao nhất.

CRC sẽ được tính bởi thiết bị truyền, thiết bị nhận sẽ tính toán lại CRC trong khi nhận lại tin nhắn, và so sánh giá trị được tính toán với giá trị thực mà nó nhận được trong trường CRC. Nếu 2 giá trị không bằng nhau thì sẽ xuất hiện lỗi.

CRC sẽ được bắt đầu bằng cách tạo ra thanh ghi 16 bit với tất cả giá trị là 1 (0xFFFF). Sau đó một quá trình bắt đầu sử dụng từng 8-bit liên tiếp của tin nhắn vào nội dung của thanh ghi đó. Chỉ dữ liệu 8 bit trong mỗi kí tự được dùng để tạo ra CRC. Các Bit bắt đầu và bit kết thúc, bit kiểm tra chẵn lẻ không được dùng để tính CRC.

A	B	A XOR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Bảng 2.1 Bảng sự thật phép XOR.

Trong quá trình tạo ra CRC, mỗi 8 bit kí tự sẽ được XOR với nội dung thanh ghi. Sau đó kết quả được dịch về phía bit có trọng số thấp nhất (LSB), giá trị 0 được điền vào vị trí bit có trọng số cao nhất (MSB). LSB được trích xuất và kiểm tra. Nếu LSB là 1, Thanh ghi sẽ được XOR với một giá trị đặt trước cố định (XOR Constant - thông thường giá trị này sẽ là 0xA001). Nếu LSB là 0, sẽ không diễn ra phép XOR.

Quá trình này sẽ diễn ra cho đến khi phép dịch bit được thực hiện 8 lần. Sau lần dịch bit cuối (lần thứ 8), 8 bit tiếp theo sẽ được XOR với giá trị hiện tại của thanh ghi, và quá trình sẽ được lặp lại thêm 8 lần dịch như đã mô tả trên. Kết quả cuối cùng của thanh ghi, sau tất cả các byte của tin nhắn được thêm vào, đó là giá trị CRC.[6]

2.10. Kết luận chương.

Chương 2 đã giới thiệu về LoRa và LoRaWAN, các tham số của LoRa, kiến trúc của một LoRaWAN, những ưu và nhược điểm của LoRaWAN, ứng dụng của LoRa vào thực tiễn, đồng thời cũng trình bày một số mạng không dây phổ biến hiện nay và các giao thức truyền thông trong hệ thống. Chương tiếp theo tìm hiểu về vi điều khiển, các module cảm và cách đọc dữ liệu từ cảm biến.

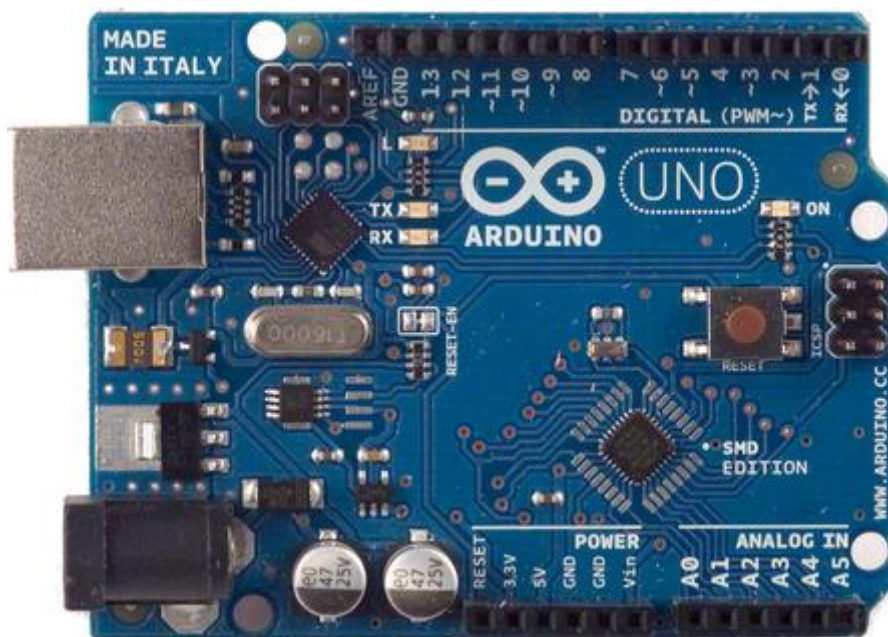
Chương 3 – TÌM HIỂU VI ĐIỀU KHIỂN, CÁC MODULE CẢM BIẾN SỬ DỤNG TRONG HỆ THỐNG VÀ CÁCH ĐỌC GIÁ TRỊ TỪ CẢM BIẾN

3.1. Giới thiệu chương.

Chương này tìm hiểu vi điều khiển Arduino UNO R3, module SX1278 mạch thu phát LoRa SPI 433MHz, module ESP32 – Wifi LoRa 32 Board, các cảm biến được sử dụng trong đề tài và cách đọc giá trị từ cảm biến.

3.2. Board mạch vi điều khiển Arduino UNO R3.

Arduino UNO R3 là kit Arduino UNO thế hệ thứ 3, với khả năng lập trình cho các ứng dụng điều khiển phức tạp do được trang bị cấu hình mạnh cho các loại bộ nhớ ROM, RAM và Flash, các ngõ vào ra digital I/O trong đó có nhiều ngõ có khả năng xuất tín hiệu PWM, các ngõ đọc tín hiệu analog và các chuẩn giao tiếp đa dạng như UART, SPI, I2C.



Hình 3.1 Board mạch Arduino UNO R3.

Một số cấu hình chi tiết của Arduino UNO R3:

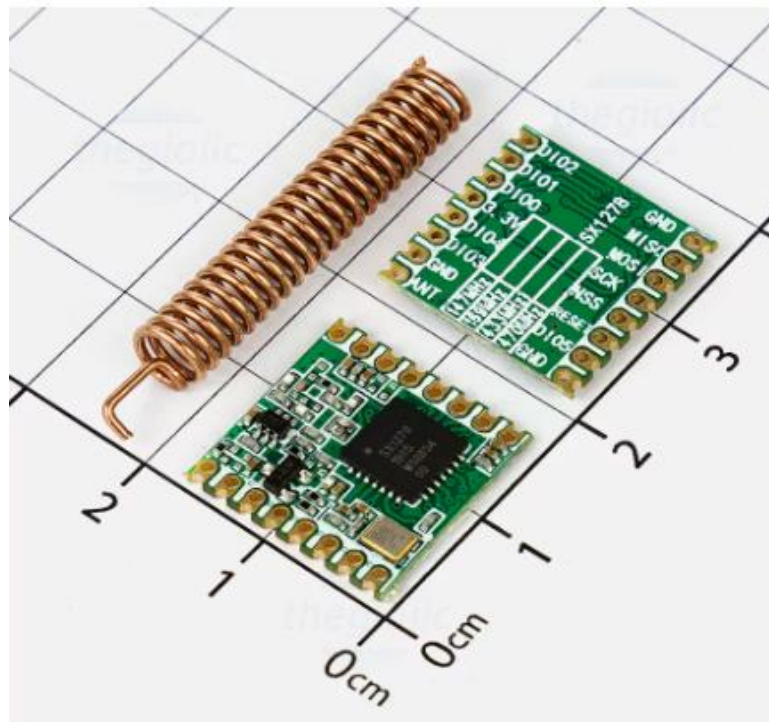
- Lõi: Atmega328P(8bits)
- Điện áp hoạt động: 5V(chỉ được cấp qua cổng USB)
- Tần số hoạt động: 16MHz
- Dòng tiêu thụ: khoảng 30mA
- Điện áp khuyến dùng: 7-12V
- Điện áp giới hạn: 6-20V

- Số chân Digital I/O: 14 chân(6 chân hardware PWM)
- Số chân Analog: 6 chân(độ phân giải 10 bit)
- Dòng tối đa trên mỗi chân I/O: 30mA
- Dòng tối đa (5V): 500mA
- Dòng tối đa (3.3V): 50mA
- Bộ nhớ flash:32KB(Atmega328) với 0.5KB dùng bởi bootloader
- SRAM: 2KB (Atmega328)
- EEPROM: 1KB (Atmega328)[7]

3.3. Module SX1278 mạch thu phát LoRa SPI 433MHz

Mạch SX1278 mạch thu phát LoRa SPI 433MHz 5000m sử dụng chip không dây công nghệ điều chế LoRa mới nhất, module ngoài công nghệ điều chế GFSK truyền thống, mà còn sử dụng công nghệ trải phổ LoRa (từ xa), với giao diện trải phổ khắp cách cực xa lên đến 500m, chống nhiễu cao và giảm thiểu mức tiêu thụ dòng điện.

Mạch sử dụng chế độ LoRa có thể đạt được độ nhạy cao -136dbm và với công suất đầu ra +20dbm tích hợp, bạn có thể đạt được khả năng truyền khoảng cách siêu xa với công suất thấp, module phù hợp với mọi môi trường phức tạp của các ứng dụng truyền dữ liệu không dây, chẳng hạn như: Bảng điều khiển nhà thông minh, thiết bị điện tử từ ô tô, báo động an ninh, hệ thống giám sát là điều khiển công nghiệp, hệ thống điều khiển tưới tiêu nông nghiệp tầm xa và các ứng dụng khác.



Hình 3.2 Module SX1278 LoRa SPI 433MHz

Thông số kỹ thuật:

- Dải tần số: 433MHz
- Điều biến: FSK/GFSK/MSK/LoRa
- Giao tiếp dữ liệu: SPI
- Độ nhạy: -136dBm
- Công suất đầu ra: +20dBm
- Tốc độ dữ liệu: <300 kbps
- Phạm vi hoạt động: RSSI 127dB
- Tự động dò đọc RF và màn hình CAD
- Gói công cụ lên tới 256 byte với CRC
- Nhiệt độ làm việc: -40°C ~ +80°C
- Cảm biến nhiệt độ tích hợp
- Cung cấp điện áp: 1.8 ~ 3.6V[8]

3.4. ESP32 – Wifi LoRa 32 board.

Board ESP32-Wifi LoRa 32 là board phát triển với sự kết hợp giữa chip SoC ESP32, bộ vi xử lý Tensilica LX6, tốc độ 240MHz, 520KB SRAM, Wifi chuẩn 802.11b/g, và dual-module Bluetooth (Bluetooth truyền thống và Bluetooth BLE). Chip LoRa SX1278 hoạt động với tần số 433MHz với khoảng cách 5Km. Board ESP32 – Wifi LoRa 32 với Flash 32Mbyte, ăng-ten Wifi, màn hình OLED màu xanh 0.96 inch được tích hợp sẵn trên board, mạch sạc pin lithium và chip UART CP2102 USB hỗ trợ phát triển trên môi trường Arduino.

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp hoạt động: 3.3V đến 7V
- Nhiệt độ hoạt động: -40°C đến +90°C
- Hỗ trợ chế độ Sniffer, Station, softAP và WiFi Direct
- Tốc độ truyền dữ liệu: 150Mbps 802.11n (HT40), 72bps 802.11n(HT20), 54Mbps 802.11g, 11 Mbps 802.11b
- Công suất phát: 19.5dBm 802.11b, 16.5 dBm 802.11g, 15.5 dBm 802.11n
- Độ nhạy: -98dBm



Hình 3.3 ESP32 – Wifi LoRa 32 board.

Ứng dụng:

Board ESP32 – Wifi LoRa 32 là sự lựa chọn hoàn hảo cho nghiên cứu, phát triển các ứng dụng liên quan đến Wifi, Bluetooth và LoRa là một cách nhanh chóng. [9]

3.5. Các module cảm biến.

3.5.1. Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11

Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11 Temperature Humidity Sensor Ra chân được tích hợp sẵn điện trở 5.1k giúp người dùng dễ kết nối và sử dụng so với cảm biến DHT11 chưa ra chân, module lấy dữ liệu thông qua giao tiếp 1 wire (giao tiếp 1 dây). Bộ tiền xử lý tín hiệu tích hợp trong cảm biến giúp bạn có được dữ liệu chính xác mà không cần phải qua bất kỳ tín toán nào. Module được thiết kế hoạt động ở mức điện áp 5VDC



Hình 3.4 Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11 Temperature Humidity Sensor

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp hoạt động: 5VDC
- Chuẩn giao tiếp: TTL, 1 wire
- Khoảng đo độ ẩm: 20%-90% RH(sai số 5% RH)
- Khoảng đo nhiệt độ: 0-50°C (sai số 2°C)
- Tần số lấy mẫu tối đa: 1Hz (1 giây/ lần)
- Kích thước 28mm x 12mm x 10mm [10]

3.5.2. Cảm biến độ ẩm đất đầu dò chống ăn mòn.

Cảm biến độ ẩm đất đầu dò chống ăn mòn có độ ổn định cao hơn các loại đầu dò làm bằng pcb .Cảm biến giúp xác định độ ẩm của đất qua đầu dò và trả về giá trị Analog, Digital qua 2 chân tương ứng. Ứng dụng :trong các mô hình tưới nước tự động, vườn thông minh...

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp hoạt động: 3.3 ≈12VDC
- Tích hợp đầu dò chống ăn mòn cho độ bền và độ ổn định cao.
- Tín hiệu đầu ra: Analog: theo điện áp cấp nguồn tương ứng.
- Digital: High hoặc Low, có thể điều chỉnh độ ẩm mong muốn bằng biến trở thông qua mạch so sánh LM393 tích hợp.
- Chiều dài dây cảm biến: 1m Kích thước PCB: 3.6 x 1.5cm.[11]



Hình 3.5 Cảm biến độ ẩm đất chống ăn mòn.

3.5.3. Cảm biến mưa MKE-S12

Cảm biến mưa MKE-S12 rain water sensor bao gồm một đầu dò (probe) và mạch chuyển đổi tín hiệu, cảm biến hoạt động theo nguyên lý cảm ứng điện dung nên đầu dò được phủ lớp sơn chống oxy hóa (không hở phần tiếp xúc kim loại như các loại đang sử dụng nguyên lý điện trở) cho độ bền cao, cảm biến trả ra giá trị điện áp Analog tương ứng với lượng nước lưu lại trên đầu dò giúp bạn có thể ghi nhận và xử lý thông tin một cách chính xác nhất, ngoài ra cảm biến còn được bổ sung các thiết kế ổn định, chống nhiễu.

Cảm biến mưa MKE-S12 rain water sensor thuộc hệ sinh thái MakerEDU nên có thể sử dụng trực tiếp an toàn với các board mạch giao tiếp ở cả hai mức điện áp 3.3VDC và 5VDC như: Arduino, Raspberry Pi, Jetson Nano, Micro:bit,... với chuẩn kết nối connector XH2,54 thông dụng.



Hình 3.6 Cảm biến mưa MKE-S12

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp hoạt động: 5VDC
- Chuẩn giao tiếp: Analog
- Điện áp giao tiếp: 0~3.3VDC
- Đo lượng nước lưu lại trên đầu dò theo nguyên lý cảm ứng điện dung và tar ra giá trị điện áp Analog tuyến tính tương ứng.
- Hoạt động theo nguyên lý cảm ứng điện dung nên đầu dò được phủ lớp chống oxi hóa (không hở phần tiếp xúc kim loại như các loại đang sử dụng nguyên lý điện trở) cho độ bền cao.
- Thuộc hệ sinh thái MakerEDU nên có thể sử dụng trực tiếp an toàn với các board mạch giao tiếp ở cả hai mức điện áp 3.3VDC và 5VDC như: Arduino, Raspberry Pi, Jetson Nano, Micro:bit,...
- Bổ sung các thiết kế ổn định, chống nhiễu.
- Chuẩn kết nối:

- o 1 x connector XH2.54 3pins (cổng tín hiệu Analog)

- 1 x connector XH2.54 2 pins (cổng kết nối đầu dò (Probe))
- Cáp đầu dò (Probe) dài 40cm
- Tương thích tốt nhất khi sử dụng với mạch MakerEDU Shield. [12]

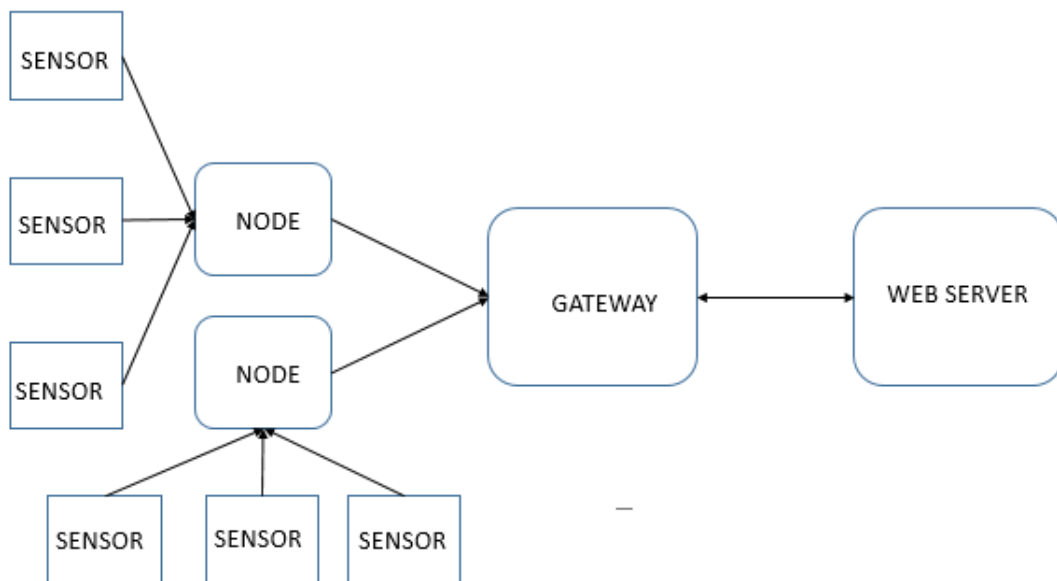
3.6. Kết luận chương.

Trong chương này nhóm đã trình bày một số thông số về Arduino UNO R3, module SX1278 mạch thu phát LoRa SPI 433MHz, module ESP32 – Wifi LoRa 32 Board, các cảm biến được sử dụng trong đề tài và cách đọc giá trị từ cảm biến.

Chương 4 – THIẾT KẾ CÁC THÀNH PHẦN TRONG HỆ THỐNG VÀ KẾT QUẢ

4.1. Giới thiệu chương.

Ở chương này nhóm sẽ giới thiệu về Endnode, trình bày hệ thống phần cứng mà nhóm đã thiết kế và tính toán, lưu đồ thuật toán của LoRaWAN Endnode, giao thức SPI, khung truyền giữa LoRa Gateway, web server, sơ đồ nguyên lý, mạch in của node, chất lượng tín hiệu khi truyền và nhận, giao diện hệ thống và ưu nhược điểm của hệ thống.



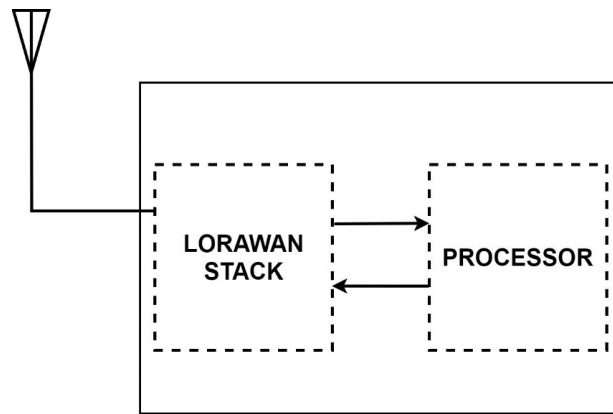
Hình 4.1 Sơ đồ các thành phần trong hệ thống.

4.2. Các thành phần trong hệ thống.

Hệ thống cảm biến lấy dữ liệu từ môi trường, sau đó truyền dữ liệu thu được qua Node xử lý. Sau khi Node xử lý dữ liệu xong sẽ truyền dữ liệu đó đến Gateway thông qua một giao thức truyền thông không dây. Sau đó gửi dữ liệu được gửi lên Server bằng Internet. Dữ liệu từ Gateway được truyền lên Web Server nhờ HTTP intergration.

4.3. Thiết bị LoRaWAN.

4.3.1. Endnode.



Hình 4.2 Cấu tạo LoRaWAN Endnode.

LoRaWAN end-node có nhiệm vụ thu thập các dữ liệu từ cảm biến và gửi về server hoặc thực hiện các lệnh điều khiển nhận được từ server.

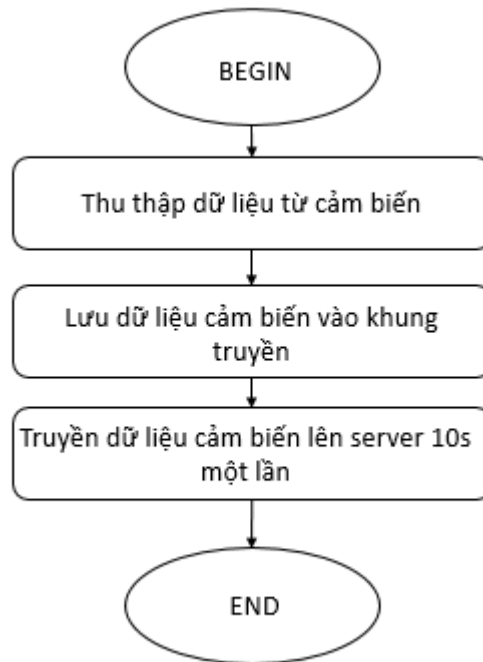
End-node gồm có hai phần chính là LoRaWAN stack và Processor. LoRaWAN stack đảm nhiệm việc truyền nhận thông tin theo đúng giao thức LoRaWAN và được điều khiển bởi Processor. Ngoài việc điều khiển LoRaWAN stack thì Processor còn thực hiện các nhiệm vụ khác tùy theo yêu cầu người dùng như đọc giá trị cảm biến hoặc thực hiện các lệnh điều khiển nhận được từ server.

LoRaWAN end-node sẽ có 3 chế độ hoạt động tương ứng với 3 class là class A, class B và class C

- Class A: đây là chế độ hoạt động mặc định của các thiết bị end-node. Ở class này, thời điểm truyền hay nhận dữ liệu được quyết định hoàn toàn bởi end-node. End-node có thể gửi dữ liệu bất kì lúc nào và sau khi hoàn tất việc gửi dữ liệu, end-node sẽ mở 2 khoảng thời gian để chờ nhận dữ liệu. Nếu trong hai khe thời gian này server không gửi dữ liệu nào cho end-node thì end-node sẽ vào chế độ sleep-mode và phải chờ đến lần gửi dữ liệu tiếp theo của end-node thì server mới có thể gửi dữ liệu cho end-node
- Class B: ở chế độ hoạt động này, ngoài các khe thời gian được mở để chờ dữ liệu nhận về sau mỗi lần gửi dữ liệu đi giống với class A thì end-node còn mở thêm các khe thời gian định kì để nhận dữ liệu về theo thời gian đã được thiết lập trước giữa end-node và server. Chính vì vậy ở class này, gói tin downlink sẽ có độ trễ thấp hơn so với class A
- Class C: ở chế độ hoạt động này, ngoại trừ khoảng thời gian gửi dữ liệu đi thì tất cả thời gian còn lại end-node sẽ luôn luôn chờ để nhận dữ liệu về. Đây là chế độ hoạt động cho phép độ trễ gói tin downlink là thấp nhất.[13]

4.3.2. Lưu đồ thuật toán của LoRaWAN Endnode.

Các Endnode sẽ tiến hành thu thập dữ liệu của các cảm biến. Sau đó lưu trữ dữ liệu của các cảm biến vào mảng theo khung truyền đã quy định sẵn và truyền dữ liệu đó lên LoRaWAN Server. Sau 10 giây, MCU sẽ thực hiện lại công việc gửi dữ liệu.



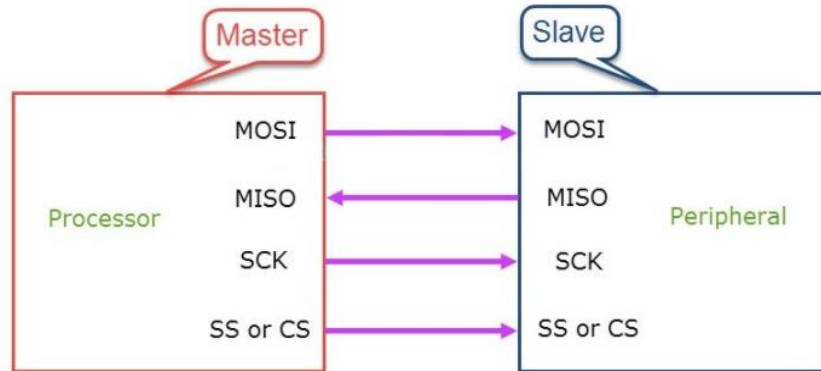
Hình 4.3 Lưu đồ thuật toán của LoRaWAN Endnode.

4.3.3. Thiết kế phần cứng cho Endnode.

Nguyên lý hoạt động của mạch Node:

Mạch được cấp nguồn đầu vào 12V bằng pin. Qua IC ổn áp LM7805 hạ áp xuống khoảng 5V cấp cho Arduino UNO R3, lúc này vi điều khiển đã hoạt động. Nguồn 3,3V để cấp nguồn cho module LoRa được lấy từ chân của Arduino UNO R3. Cấp nguồn 5V từ chân VCC module cảm biến độ ẩm đất, cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, cảm biến mưa. Tất cả chân GND của các cảm biến đều được nối chung với nhau để đồng bộ tín hiệu.

giao thức truyền nhận 4 dây gồm dây SCK clock đồng bộ, dây MISO – Master to Slave, dây MOSI – Slave to Master, dây SS – Slave Select.[12]



Hình 4.5 Mô tả kết nối Master với Slave trong giao thức SPI.

4.4.2. Khung truyền giữa LoRa Gateway và LoRa Node.

Gateway và Node sẽ giao tiếp với nhau thông qua mạng LoRa, khung truyền dữ liệu 2 thiết bị này trao đổi sẽ là chuỗi mã hexadecimal như dưới đây:

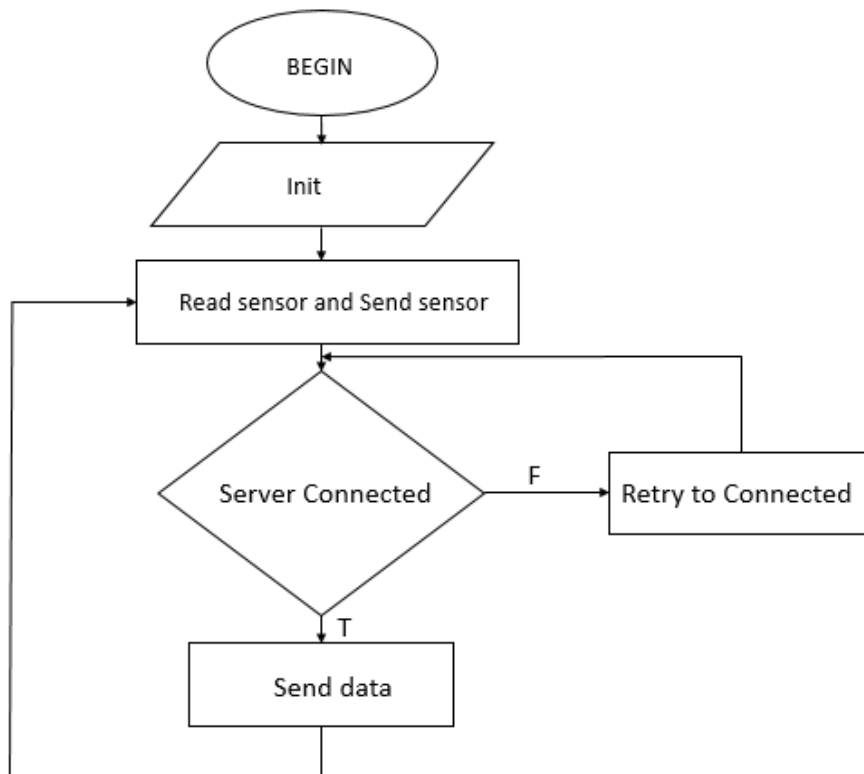
Field	Start (0x3E)	Address High	Address Low	Data length	Data	End (0x0D)
Length (byte)	1	1	1	1	Length of Data	1

Header	Length	Data of Packet	CRC
1 byte	1 byte	Length - 3	2 bytes

- Khung truyền này sẽ bao gồm 6 trường
 - Start Field: Trường này sẽ chứa byte bắt đầu của khung truyền.
 - Address High: Trường này sẽ chứa 8 bit cao của địa chỉ LoRa muốn truyền message tới.
 - Address Low: Trường này sẽ chứa 8 bit thấp của địa chỉ LoRa muốn truyền message tới.
 - Data Length: Trường này sẽ chứa độ dài của trường Data .
 - End: Trường này sẽ chứa byte bắt đầu của khung truyền.
 - Data: Trường này sẽ chứa dữ liệu mà thiết bị muốn truyền đi.

- Các thành phần trong trường Data:
 - Header trong Data field sẽ chứa một byte và mỗi chức năng cụ thể sẽ có giá trị byte Header cụ thể.
 - Length trong Data field sẽ chứa 2 byte, dùng để kiểm tra độ dài của Data of Packet.
 - Data of Packet: Nơi chứa dữ liệu của packet.
 - CRC: chứa 2 byte, dùng để kiểm tra lỗi, được tính từ Header đến byte cuối cùng của Data of Packet.
- Dưới đây là 2 khung truyền cơ bản của:
 - Gateway gửi yêu cầu đến Node và Node phản hồi .
 - Node thông báo một sự kiện cho Gateway và Gateway xác nhận.

4.4.3. Thuật toán truyền LoRa.



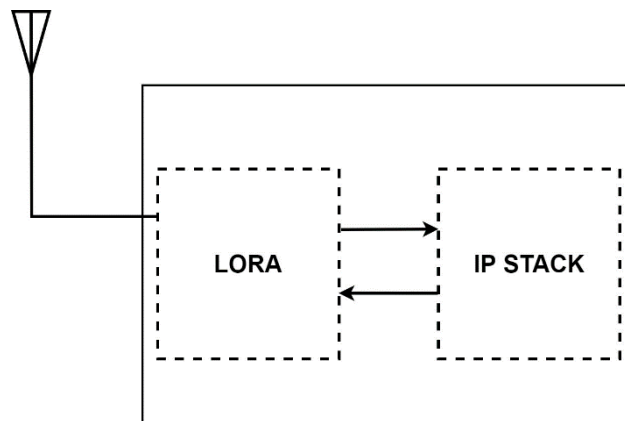
Hình 4.6 Lưu đồ thuật toán truyền LoRa Message.

Đầu tiên chương trình sẽ khởi tạo các thông tin của Node để Server kiểm tra bao gồm: Device Address, Application Session Key, Network Session Key. Sau đó tiến hành đọc cảm biến và gửi Request đến Server thông qua LoRaWAN Gateway. Server sẽ kiểm tra các thông tin đã khai báo để xác minh Node. Nếu các thông tin đã khai báo là đúng, Server sẽ gửi xác nhận đã kết nối xuống Node. Lúc này Node mới gửi bản tin Uplink

theo khung truyền đã quy định sẵn. Sau đó MCU thực hiện quá trình đọc cảm biến và gửi dữ liệu sau 10 giây.

4.5. LoRaWAN Gateway.

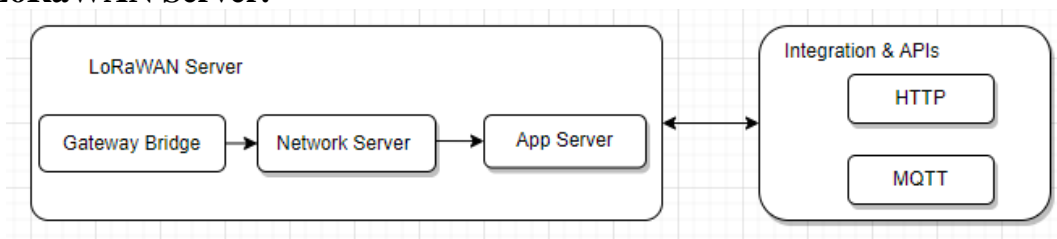
Gateway là thiết bị trung gian giữa end-node và server có nhiệm vụ chuyển tiếp các gói tin nhận được từ end-node đến server và ngược lại.



Hình 4.7 Cấu tạo LoRaWAN Gateway.

LoRaWAN gateway bao gồm 2 khối là khối truyền nhận sóng LoRa và IP stack. Bộ phận truyền nhận LoRa có chức năng nhận gói tin từ end-node và chuyển tiếp lên server thông qua môi trường Internet nhờ khối IP stack, theo chiều ngược lại, gateway sẽ nhận gói tin từ server nhờ IP stack và chuyển tiếp đến các end-node nhờ bộ truyền nhận LoRa. Thông thường ở các gateway, bộ truyền nhận LoRa có thể hoạt động được ở nhiều kênh tần số khác nhau để có thể nhận được các gói tin được end-node gửi ở các tần số khác nhau. Hiện nay trên thị trường có 2 loại gateway chính, một loại chạy chương trình được lập trình sẵn với chức năng cơ bản là chuyển tiếp gói tin, loại này thông thường có giá thành rẻ và không có nhiều chức năng. Loại thứ 2 là loại được tích hợp hệ điều hành và cài đặt một dịch vụ trên nền hệ điều hành để thực hiện các chức năng của gateway. Loại này có nhiều chức năng hơn như cho phép người dùng có thể truy cập quản lý gateway thông qua giao diện đồ họa, có các công cụ để người dùng có thể xem lại lịch sử hoạt động của thiết bị.

4.6. LoRaWAN Server.



Hình 4.8 Sơ đồ chi tiết của khối LoRaWAN Server.

LoRaWAN Server chịu trách nhiệm xử lý tất cả các tác vụ liên quan đến giao thức LoRaWAN, giao thức LoRaWAN là giao thức nằm ở lớp network trong mô hình OSI. Cấu tạo LoRaWAN Server gồm 3 khối chính là Gateway Bridge, Network Server và Application Server.

Gateway Bridge là một bộ phận của LoRaWAN Server có chức năng chính là giao tiếp với các thiết bị LoRaWAN, cụ thể là gateway. Gateway Bridge sẽ thực hiện chuyển đổi các gói tin nhận được ở định dạng Package Forwarder sang định dạng JSON, đây là một định dạng thân thiện với server. Package Forwarder là kiểu định dạng gói tin được Semtech phát triển sử dụng để giao tiếp giữa device với server.

Network Server là bộ phận xử lý chuyên sâu về các kết nối mạng trong giao thức LoRaWAN. Network Server sẽ thực hiện quản lý cũng như lập lịch giao tiếp với gateway. Điều này là cần thiết bởi gateway chỉ có thể thực hiện một tác vụ truyền đến end-node tại một thời điểm. Ngoài ra, Network Server còn quản lý trạng thái của các gateway để phân chia gói tin đến các gateway sao cho đảm bảo việc cân bằng tải trên các gateway.

Nhiệm vụ thứ hai của Network Server là quản lý trạng thái của các end-node trong mạng. Khi tham gia vào mạng LoRaWAN, mỗi end-node sẽ có một địa chỉ định danh, dựa vào địa chỉ này Network Server có thể theo dõi trạng thái của end-node và đồng thời định tuyến các gói tin được gửi lên từ end-node đến đúng các application nằm trong Application Server. Thông thường, khi một end-node gửi đi một gói dữ liệu, sẽ có nhiều gateway cùng lúc nhận được gói dữ liệu này và cùng gửi lên server, Gateway Bridge sẽ nhận được tất cả các gói tin này, chuyển đổi sang định dạng JSON và gửi tất cả đến Network Server. Tại đây, Network Server sẽ phân tích các gói tin, kiểm tra chất lượng tín hiệu của các gói tin đến từ các gateway khác nhau và chỉ giữ lại một gói tin đến từ gateway có chất lượng tín hiệu tốt nhất, loại bỏ đi các gói tin đến từ các gateway có chất lượng tín hiệu yếu hơn.

Application Server có chức năng giải mã các gói tin uplink đến từ end-node cũng như mã hóa các gói tin downlink đến từ người dùng.

```
int soilPin = A0;
int readingID = 0;
int humidity = 0;
int sensorRain_Pin = A2; // chan analog cam bien mua
int sensorRain_Value = 0;
int soil_Value = 0;
String rain;
float temperature = 0; //Stores temperature value
int counter = 0;
String LoRaMessage = "";

void getReadings() {
  temperature = dht.readTemperature();
  humidity = dht.readHumidity();
  soil_Value = analogRead(soilPin);
  soil_Value = map(soil_Value, 0, 1023, 100, 0);
  sensorRain_Value = analogRead(sensorRain_Pin);
  sensorRain_Value = constrain(sensorRain_Value, 150, 440);
  sensorRain_Value = map(sensorRain_Value, 150, 440, 1023, 0);
  if(sensorRain_Value<20){
    rain = "Không mưa";
  }
  else
  {
    rain = "Đang mưa";
  }
}

void sendReadings() {
  LoRaMessage = String(readingID) + "/" + String(temperature) + "&" + String(humidity) + "#" + String(soil_Value) + "@" + rain;
  //Send LoRa packet to receiver
  LoRa.beginPacket();
  LoRa.print(LoRaMessage);
}
```

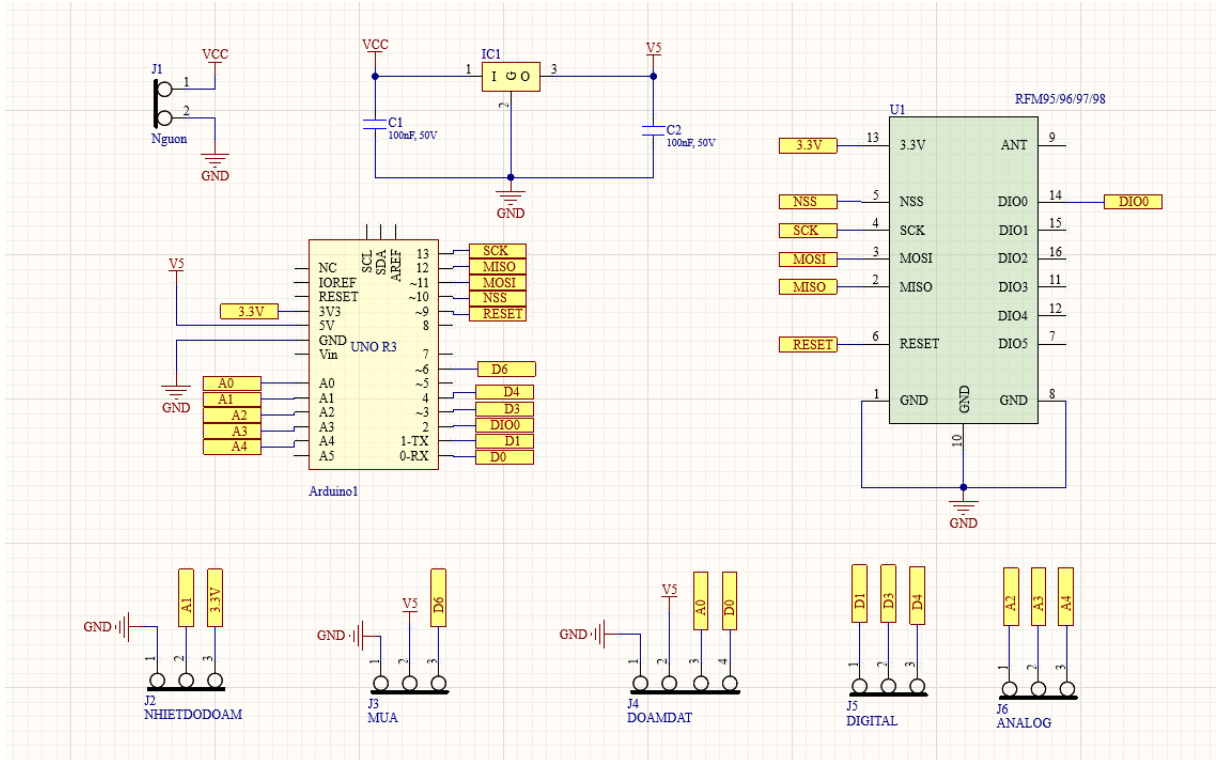
Hình 4.9 Code đọc cảm biến và gửi của Endnode.

```
void getLoRaData() {
  Serial.print("Lora packet received: ");
  // Read packet
  while (LoRa.available()) {
    String LoRaData = LoRa.readString();
    // LoRaData format: readingID/temperature&soilMoisture#batterylevel
    // String example: 1/27.43&654#95.34
    Serial.print(LoRaData);

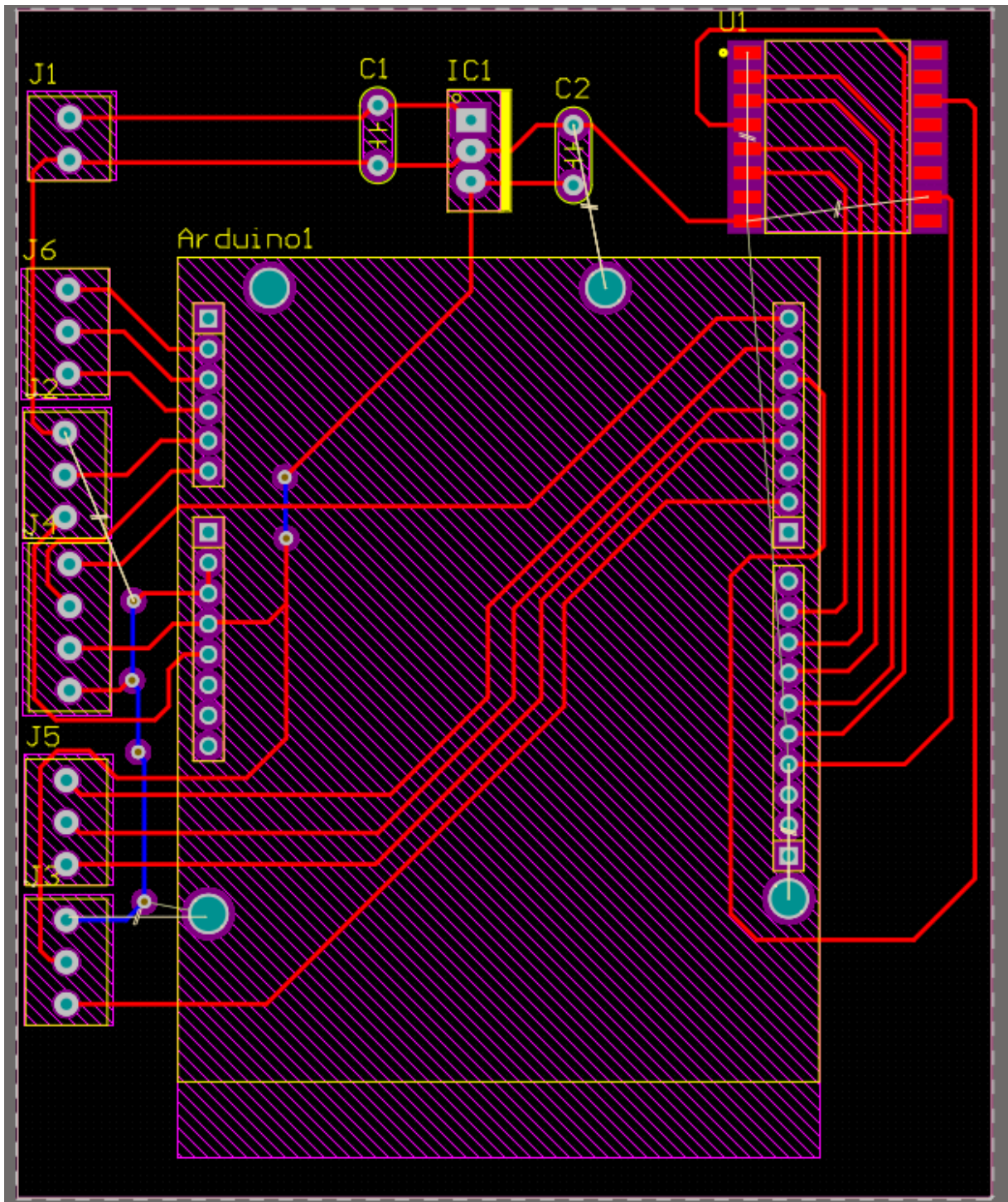
    // Get readingID, temperature and soil moisture
    int pos1 = LoRaData.indexOf('/');
    int pos2 = LoRaData.indexOf('&');
    int pos3 = LoRaData.indexOf('#');
    int pos4 = LoRaData.indexOf('@');
    readingID = LoRaData.substring(0, pos1);
    temperature = LoRaData.substring(pos1 +1, pos2);
    humidity = LoRaData.substring(pos2 +1, pos3);
    soil = LoRaData.substring(pos3 +1, pos4);
    rain = LoRaData.substring(pos4 +1, LoRaData.length());
  }
  // Get RSSI
  rssi = LoRa.packetRssi();
  Serial.print(" with RSSI ");
  Serial.println(rssi);
}
```

Hình 4.10 Code nhận giá trị trên web server

4.7. Schematic Capture, PCB Layout.



Hình 4.11 Sơ đồ nguyên lý của node.



Hình 4.12 Mạch in của node.

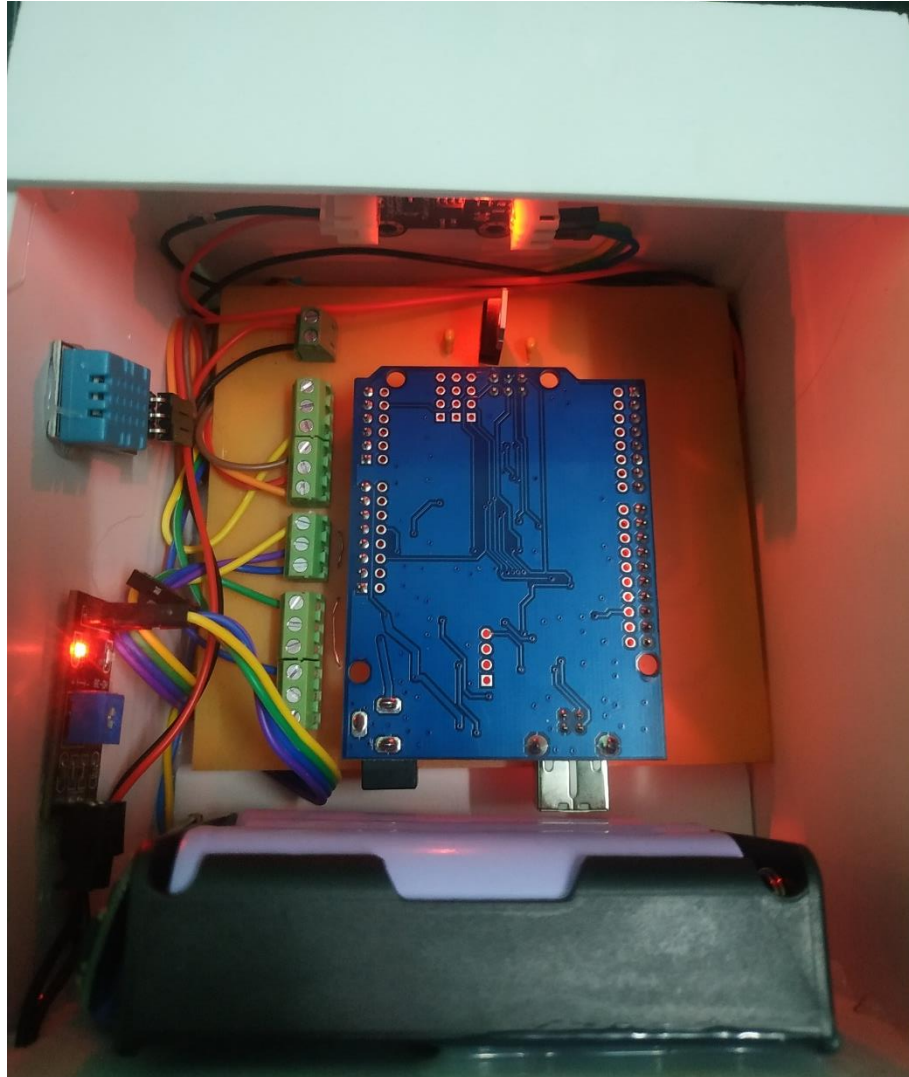
4.8. Lắp đặt thử nghiệm thực tế.

Gateway và Endnode được cấu hình với các thông số như sau:

- Tần số: 433MHz
- Băng thông (BW): 125 kHz
- Một số hình ảnh lắp đặt thực tế:



Hình 4.13 Hình ảnh node thực tế.



Hình 4.14 Hình ảnh mạch điều khiển của node.

4.9. Kết quả và đánh giá.

4.9.1. Kết quả.

Giao diện của hệ thống hiển thị các giá trị như nhiệt độ không khí, độ ẩm không khí, độ ẩm đất, mưa, tốc độ LoRa và thời gian.



Hình 4.15 Giao diện hiển thị.

4.9.2. Đánh giá kết quả.

- Ưu điểm:

- Tỷ lệ mất gói tin thấp.
- Hệ thống có thể thu thập được dữ liệu mà không cần sử dụng đến mạng Wifi.
- Các thiết bị không bị phụ thuộc vào điện lưới.
- Hệ thống có khả năng truyền dữ liệu xa.
- Có thể dễ dàng mở rộng, lắp đặt hệ thống.
- Giao diện hiển thị thân thiện, đơn giản, dễ tiếp cận và sử dụng.
- Các cảm biến có khả năng chịu được thời tiết khắc nghiệt.

- Nhược điểm:

- Thời gian truyền dữ liệu có độ trễ tương đối lớn, và thời gian đó ảnh hưởng bởi các yếu tố như:
 - + Khoảng cách và lượng vật cản truyền nhận giữa LoRa Gateway và LoRa Node
 - + Thời gian chờ cảm biến gửi dữ liệu sau khi Node bật nguồn cho các cảm biến.
- Gói tin bị mất giữa các lần truyền.

4.10. Kết luận chương.

Trong chương này em đã giới thiệu về Endnode, trình bày hệ thống phần cứng mà nhóm đã tính toán thiết kế, lưu đồ thuật toán của LoRaWAN Endnode, giao thức SPI, khung truyền giữa LoRa Gateway và LoRa Node, cấu trúc thư viện LoRa, thuật toán truyền LoRa, LoRaWAN Gateway, LoRaWAN Server, ưu nhược điểm của hệ

thống, chất lượng tín hiệu khi truyền nhận, sơ đồ nguyên lý, mạch in, giao diện hiển thị của hệ thống.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

➤ Những kết quả đạt được.

Trong suốt thời gian thực hiện đề tài, em đã đạt được một số kết quả như sau:

- Hiểu và ứng dụng được công nghệ LoRa cũng như giao thức LoRaWAN trong hệ thống thực tế.
- Thiết kế và thi công thành công hệ thống các LoRaWAN Endnode với các tính năng như: thu thập dữ liệu các cảm biến, sử dụng giao thức Modbus để giao tiếp với cảm biến, giao tiếp giữa Arduino với Module LoRa.
- Hiểu và cài đặt được LoRaWAN Gateway.
- Thiết kế và thi công Website hiển thị.
- Lắp đặt hệ thống thực tế.

➤ Thuận lợi và khó khăn.

• Thuận lợi:

- Được cô Nguyễn Thị Khánh Hồng hỗ trợ trong quá trình nghiên cứu, thi công và lắp đặt hệ thống.

• Khó khăn:

- Do có nhiều kiến thức mới nên tốn khá nhiều thời gian để tìm hiểu.
- Chưa tối ưu hóa chương trình.

➤ Hướng phát triển của đề tài.

Công nghệ LoRa là một công nghệ mới và là một trong những công nghệ được sử dụng nhiều trong lĩnh vực Internet of Things. Ngoài những tính năng mà nhóm đã xây dựng được, em cũng sẽ phát triển thêm đề tài sau này với các nội dung sau:

- Kết nối được nhiều node với nhau
- Cải thiện lại website dễ dàng tiếp cận với người dùng
- Có thể điều khiển các hệ thống tưới tiêu từ xa bằng web/app

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] HiFarm. Tin tức nông nghiệp – Trầm trồ với các mô hình nông nghiệp công nghệ cao trên thế giới, from <https://thehifarm.com/mo-hinh-nong-nghiep-cong-nghe-cao-tren-the-gioi/>
- [2] TAPIT (2018). Một số chuẩn giao tiếp trong IoT (Internet of Things), from <https://tapit.vn/mot-chuan-giao-tiep-trong-iot-internet-things/>
- [3] Smart Industry VN (2021)0. LoRa là gì ? Ứng dụng của LoRa là gì ?, from <https://smartfactoryvn.com/technology/internet-of-things/tim-hieu-ve-cong-nghe-lora-va-cach-hoat-dong/>
- [4] Thanh Thu (2020). MQTT là gì? Vai trò của MQTT trong IoT, from <https://viblo.asia/p/mqtt-la-gi-vai-tro-cua-mqtt-trong-iot-V3m5WL3bKO7>
- [5] ANNGUYỄN. Modbus RTU là gì ?, from <https://congnghedoluong.com/2020/04/10/modbus-rtu-la-gi/>
- [6] ntppro(2018). CRC-32 Checksum, from <https://codelungtung.wordpress.com/2018/04/30/crc-32-calculator/>
- [7] kps(22/05/2014). Arduino UNO R3 là gì?, from <http://arduino.vn/bai-viet/42-arduino-uno-r3-la-gi>
- [8] SX1278 mạch thu phát LoRa SPI 433MHz , from <https://www.thegioic.com/sx1278-mach-thu-phat-lora-spi-433mhz-5000m>
- [9] ESP32 – Wifi LoRa 32, from <https://iotmaker.vn/board-esp32-wifi-lora-32.html>
- [10] Cảm biến nhiệt độ độ ẩm DHT11 ra chân, from <https://hshop.vn/products/cam-bien-do-am-nhiet-do-dht11-ra-chan>
- [11] Cảm biến đo độ ẩm đất đầu dò chống ăn mòn, from <https://hshop.vn/products/cam-bien-do-am-dat-dau-do-chong-an-mon>
- [12] Cảm biến mưa MKE-S12, from <https://hshop.vn/products/cam-bien-mua-mkl-s12-rain-water-sensor>
- [13] LoRaWAN là gì?, from <https://www.mokolora.com/vi/what-is-lorawan/>
- [14] Nhiên Nhiên (2021). Chuẩn giao tiếp SPI – Hướng dẫn sử dụng giao tiếp SPI trên STM32F4, from <https://tapit.vn/chuan-giao-tiep-spi-tren-stm32f4/>

PHỤ LỤC

- **Hàm cài đặt cho Node.**

```
void setup() {  
  //initialize Serial Monitor  
  Serial.begin(9600);  
  while (!Serial);  
  Serial.println("LoRa Sender");  
  if (!LoRa.begin(433E6)) {  
    Serial.println("Starting LoRa failed!");  
    while (1);  
  }
```

- **Hàm đọc cảm biến.**

```
void getReadings(){  
  temperature = dht.readTemperature();  
  humidity = dht.readHumidity();  
  soil_Value = analogRead(soilPin);  
  soil_Value = map(soil_Value, 0, 1023, 100, 0);  
  sensorRain_Value = analogRead(sensorRain_Pin);  
  sensorRain_Value = constrain(sensorRain_Value, 150, 440);  
  sensorRain_Value = map(sensorRain_Value, 150, 440, 1023, 0);  
  if(sensorRain_Value<20){  
    rain = "Không mưa"  
  }  
  else  
  {  
    rain = "Đang mưa";  
  }  
}
```

- **Hàm gửi gói tin.**

```
void sendReadings() {  
  LoRaMessage = String(readingID) + "/" + String(temperature) + "&" +  
  String(humidity) + "#" + String(soil_Value) + "@" + rain; //String(sensorRain_Value);  
  //Send LoRa packet to receiver  
  LoRa.beginPacket();  
  LoRa.print(LoRaMessage);  
  LoRa.endPacket();  
}
```

- **Hàm nhận gói tin và đẩy dữ liệu lên web**

```
#include <WiFi.h>
#include "ESPAsyncWebServer.h"

#include <SPIFFS.h>

//Libraries for LoRa
#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>

//Libraries for OLED Display
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

// Libraries to get time from NTP Server
#include <NTPClient.h>
#include <WiFiUdp.h>

//define the pins used by the LoRa transceiver module
#define SCK 5
#define MISO 19
#define MOSI 27
#define SS 18
#define RST 14
#define DIO0 26

//433E6 for Asia
//866E6 for Europe
//915E6 for North America
#define BAND 433E6

//OLED pins
#define OLED_SDA 4
#define OLED_SCL 15
#define OLED_RST 16
#define SCREEN_WIDTH 128 // OLED display width, in pixels
#define SCREEN_HEIGHT 64 // OLED display height, in pixels

// Replace with your network credentials
```

```

const char* ssid = "Moc Nguyen";
const char* password = "123456789";

// Define NTP Client to get time
WiFiUDP ntpUDP;
NTPClient timeClient(ntpUDP);

// Variables to save date and time
String formattedDate;
String day;
String hour;
String timestamp;

// Initialize variables to get and save LoRa data
int rssi;
String loRaMessage;
String temperature;
String humidity;
String rain;
String soil;
String readingID;

// Create AsyncWebServer object on port 80
AsyncWebServer server(80);

Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RST);

// Replaces placeholder with DHT values
String processor(const String& var){
  Serial.println(var);
  if(var == "TEMPERATURE"){
    return temperature;
  }
  else if(var == "HUMIDITY"){
    return humidity;
  }
  else if(var == "RAIN"){
    return rain;
  }
}

```



```

}
else if(var == "SOIL"){
    return soil;
}
else if(var == "TIMESTAMP"){
    return timestamp;
}
else if (var == "RRSI"){
    return String(rssi);
}
return String();
}

//Initialize OLED display
void startOLED(){
    //reset OLED display via software
    pinMode(OLED_RST, OUTPUT);
    digitalWrite(OLED_RST, LOW);
    delay(20);
    digitalWrite(OLED_RST, HIGH);

    //initialize OLED
    Wire.begin(OLED_SDA, OLED_SCL);
    if(!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3c, false, false)) { // Address 0x3C for
128x32
        Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
        for(;;); // Don't proceed, loop forever
    }
    display.clearDisplay();
    display.setTextColor(WHITE);
    display.setTextSize(1);
    display.setCursor(0,0);
    display.print("LORA SENDER");
}

//Initialize LoRa module
void startLoRA(){
    int counter;
    //SPI LoRa pins

```

```

SPI.begin(SCK, MISO, MOSI, SS);
//setup LoRa transceiver module
LoRa.setPins(SS, RST, DIO0);

while (!LoRa.begin(BAND) && counter < 10) {
  Serial.print(".");
  counter++;
  delay(500);
}
if (counter == 10) {
  // Increment readingID on every new reading
  Serial.println("Starting LoRa failed!");
}
Serial.println("LoRa Initialization OK!");
display.setCursor(0,10);
display.clearDisplay();
display.print("LoRa Initializing OK!");
display.display();
delay(2000);
}

void connectWiFi(){
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  // Connect to Wi-Fi network with SSID and password
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  // Print local IP address and start web server
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected.");
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
  display.setCursor(0,20);
  display.print("Access web server at: ");
  display.setCursor(0,30);

```

```

display.print(WiFi.localIP());
display.display();
}

// Read LoRa packet and get the sensor readings
void getLoRaData() {
  Serial.print("Lora packet received: ");
  // Read packet
  while (LoRa.available()) {
    String LoRaData = LoRa.readString();
    // LoRaData format: readingID/temperature&soilMoisture#batterylevel
    // String example: 1/27.43&654#95.34
    Serial.print(LoRaData);

    // Get readingID, temperature and soil moisture
    int pos1 = LoRaData.indexOf('/');
    int pos2 = LoRaData.indexOf('&');
    int pos3 = LoRaData.indexOf('#');
    int pos4 = LoRaData.indexOf('@');
    readingID = LoRaData.substring(0, pos1);
    temperature = LoRaData.substring(pos1 +1, pos2);
    humidity = LoRaData.substring(pos2 +1, pos3);
    soil = LoRaData.substring(pos3 +1, pos4);
    rain = LoRaData.substring(pos4 +1, LoRaData.length());
  }
  // Get RSSI
  rssi = LoRa.packetRssi();
  Serial.print(" with RSSI ");
  Serial.println(rssi);
}

// Function to get date and time from NTPClient
void getTimeStamp() {
  while(!timeClient.update()) {
    timeClient.forceUpdate();
  }
  // The formattedDate comes with the following format:
  // 2022-12-10T16:00:13Z
  // We need to extract date and time

```

```

formattedDate = timeClient.getFormattedDate();
Serial.println(formattedDate);

// Extract date
int splitT = formattedDate.indexOf("T");
day = formattedDate.substring(0, splitT);
Serial.println(day);
// Extract time
hour = formattedDate.substring(splitT+1, formattedDate.length()-1);
Serial.println(hour);
timestamp = day + " " + hour;
}

void setup() {
  // Initialize Serial Monitor
  Serial.begin(115200);
  startOLED();
  startLoRA();
  connectWiFi();

  if(!SPIFFS.begin()){
    Serial.println("An Error has occurred while mounting SPIFFS");
    return;
  }
  // Route for root / web page
  server.on("/", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
    request->send(SPIFFS, "/index.html", String(), false, processor);
  });
  server.on("/styles", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
    request->send(SPIFFS, "/styles.css", "text/lain");
  });
  server.on("/temperature", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
    request->send_P(200, "text/plain", temperature.c_str());
  });
  server.on("/humidity", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
    request->send_P(200, "text/plain", humidity.c_str());
  });
  server.on("/soil", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
    request->send_P(200, "text/plain", soil.c_str());
  });
}

```

```

});
server.on("/rain", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
    request->send_P(200, "text/plain", rain.c_str());
});
server.on("/timestamp", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
    request->send_P(200, "text/plain", timestamp.c_str());
});
server.on("/rssi", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
    request->send_P(200, "text/plain", String(rssi).c_str());
});
server.on("/relicon", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
    request->send(SPIFFS, "/relicon.jpg", "image/jpg");
});
server.on("/utelogo", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
    request->send(SPIFFS, "/utelogo.jpg", "image/jpg");
});
// Start server
server.begin();

// Initialize a NTPClient to get time
timeClient.begin();
// Set offset time in seconds to adjust for your timezone, for example:
// GMT +1 = 3600
// GMT +8 = 28800
// GMT -1 = -3600
// GMT 0 = 0
timeClient.setTimeOffset(25200);
}

void loop() {
    // Check if there are LoRa packets available
    int packetSize = LoRa.parsePacket();
    if (packetSize) {
        getLoRaData();
        getTimeStamp();
    }
}

```