

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ
BỘ MÔN KỸ THUẬT MÁY TÍNH – VIỄN THÔNG

----- oOo -----



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN
VÀ GIÁM SÁT AN TOÀN NHÀ MÁY DỆT MAY

NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT MÁY TÍNH

Sinh viên thực hiện: ĐÀO NGỌC MINH HUY

MSSV: 20119045

PHAN NHẬT MINH

MSSV: 20119033

TP. HỒ CHÍ MINH – 07/2024

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ
BỘ MÔN KỸ THUẬT MÁY TÍNH – VIỄN THÔNG

----- oOo -----



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN
VÀ GIÁM SÁT AN TOÀN NHÀ MÁY DỆT MAY

NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT MÁY TÍNH

Sinh viên thực hiện: **ĐÀO NGỌC MINH HUY**

MSSV: 20119045

PHAN NHẬT MINH

MSSV: 20119033

Giảng viên hướng dẫn: **ThS. HUỲNH HOÀNG HÀ**

TP. HỒ CHÍ MINH – 07/2024

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

----***----

TP. Hồ Chí Minh, ngày 20 tháng 06 năm 2024

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Họ tên sinh viên: Đào Ngọc Minh Huy **MSSV:** 20119045

Phan Nhật Minh **MSSV:** 20119033

Ngành: Công nghệ Kỹ thuật Máy tính

Giảng viên hướng dẫn: ThS. Huỳnh Hoàng Hà

Ngày nhận đề tài:

Ngày nộp đề tài:

1. Tên đề tài: Thiết kế và thi công hệ thống điều khiển và giám sát an toàn nhà máy dệt may

2. Các số liệu và tài liệu ban đầu:

- Tìm hiểu về các tác nhân nguy hiểm trong nhà máy dệt may.
- Tìm hiểu về các tiêu chuẩn đảm bảo an toàn trong nhà máy dệt may.
- Tìm hiểu về các thiết bị phần cứng, cảm biến phù hợp với yêu cầu đề bài.
- Nghiên cứu, tìm hiểu và đưa ra các phương án phù hợp với chủ đề.
- Thiết kế, lắp đặt mô hình sản phẩm và thiết bị.

3. Sản phẩm: Mô hình hệ thống điều khiển và giám sát an toàn nhà máy dệt may.

TRƯỞNG NGÀNH

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN PHẢN BIỆN

Họ tên sinh viên: Đào Ngọc Minh Huy

MSSV: 20119045

Phan Nhật Minh

MSSV: 20119033

Ngành: Công nghệ Kỹ thuật Máy tính

Đề tài: Thiết kế và thi công hệ thống điều khiển và giám sát an toàn nhà máy dệt may.

Giảng viên phản biện:

NHẬN XÉT

1. Về nội dung đề tài & khối lượng thực hiện:

.....
.....

2. Ưu điểm:

.....
.....

3. Nhược điểm:

.....
.....

4. Đề nghị cho bảo vệ hay không?

.....

5. Đánh giá loại:

6. Điểm: (Bằng chữ:)

GIẢNG VIÊN PHẢN BIỆN

DẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ

Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

Bộ Môn: KTMT - VT

-----***-----

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN

Họ và tên Sinh viên: Phan Nhật Minh MSSV: 20119033

Đào Ngọc Minh Huy MSSV: 20119045

Ngành: Công nghệ Kỹ thuật Máy tính

Tên đề tài: Thiết Kế Và Thi Công Hệ Thống Điều Khiển Và Giám Sát An Toàn
Nhà Máy Dệt May.

Giáo viên hướng dẫn: ThS. Huỳnh Hoàng Hà

NHẬN XÉT

1. Về nội dung đề tài & khối lượng thực hiện (*khả năng ứng dụng, tính mới, sáng tạo, mức độ đóng góp của sinh viên, ...*):

- Kết quả đề tài đáp ứng được yêu cầu.
 - Khối lượng thực hiện phù hợp với 1 đề tài khóa luận tốt nghiệp.
2. Hình thức trình bày quyển báo cáo (*Văn phong, trích dẫn tài liệu tham khảo, chất lượng các hình ảnh, bảng biểu, tỷ lệ trùng lặp,*):
- Trình bày đúng mẫu quy định.
3. Những hạn chế cần chỉnh sửa, bổ sung:
-
-
4. Đề xuất của GVHD (*Đồng ý cho bảo vệ, đề nghị chỉnh sửa để được bảo vệ, không đồng cho bảo vệ*)
- Đồng ý cho bảo vệ.

TP. Hồ Chí Minh, ngày 20 tháng 06 năm 2024

GIÁNG VIÊN HƯỚNG DẪN

ThS. Huỳnh Hoàng Hà

Tp. Hồ Chí Minh, ngày 1 tháng 7 năm 2024

**BIÊN BẢN HỘI ĐỒNG BẢO VỆ KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP
NGÀNH CNKT MÁY TÍNH**

HỘI DÒNG 3

Dịa điểm: Phòng A3-308

Thành viên hội đồng:

1.	PGS.TS. Phạm Ngọc Sơn	Chủ tịch
2.	GVC.ThS. Lê Minh Thành	Uỷ viên
3.	GVC.ThS. Lê Minh	Uỷ viên
4.	GVC.ThS. Huỳnh Thị Thu Hiền	Uỷ viên
5.	GVC.ThS. Đặng Phước Hải Trang	Thư ký

Tên đề tài: Thiết kế và thi công hệ thống điều khiển và giám sát an toàn nhà máy dệt may

Sinh viên thực hiện:

Dào Ngọc Minh Huy	MSSV 20119045
Phan Nhật Minh	MSSV 20119033

I. Nhận xét, đánh giá

II. Kiến nghị (Các yêu cầu chính sửa)

- Danh mien tu xuat tinh theo the ABC.
- Sach trinh dan TTK nhan tinh hieu... (ví dụ [2].)
- Trong cau hieu nhan la cung vua doan nhap
- Nguoi Sx luan de co the tra ve "ket thuc"
- Thong tin nhan tang ket luu nhung muc tieu nhan? phan loai do dai nhac
- Chinh sach loi luu tieu hieu tang ≤ 10% va cong, e die tai ≤ 15%
- Muc tieu tieu nhan tang the thap thang sao? sau khieu that binh gi?

III. Kết luận của hội đồng

Điểm trung bình:

Thư Ký Hội đồng

(Ký và ghi rõ họ tên)

Chủ Tịch Hội đồng

(Ký và ghi rõ họ tên)

Đinh
Đặng Phúc Hải Trung

LỜI CAM ĐOAN

LỜI CẢM ƠN

Lời cảm ơn đầu tiên, nhóm thực hiện xin được gửi lời cảm ơn chân thành đến thầy Huỳnh Hoàng Hà – Giảng viên hướng dẫn đã giúp đỡ và hướng dẫn nhóm trong khoảng thời gian thực hiện Đồ án Tốt nghiệp.

Trong quá trình thực hiện, Giảng viên đã giúp đỡ, đề xuất các phương pháp giải quyết, chia sẻ các kiến thức và các kinh nghiệm cần thiết, quý giá về đề tài mà nhóm đang nghiên cứu và thực hiện. Chính những điều này trở thành động lực to lớn cho nhóm hoàn thành đề tài Đồ án Tốt nghiệp.

Bài báo cáo tuy được dành nhiều tâm huyết để hoàn thành nhưng vì một số hạn chế nên một số sai sót nhất định là điều khó tránh khỏi. Đồng thời bản thân báo cáo là kết quả của một quá trình học tập, nghiên cứu, tổng kết và thu thập kết quả từ việc khảo sát thực tế. Nhóm thực hiện báo cáo rất mong có được những ý kiến đóng góp của thầy, cô để bài báo cáo và bản thân nhóm thực hiện báo cáo hoàn thiện hơn, có nền tảng vững chắc hơn để tiến xa trong tương lai.

Nhóm thực hiện báo cáo xin chân thành cảm ơn.

TP. Hồ Chí Minh, ngày 20 tháng 06 năm 2024

Nhóm thực hiện

Đào Ngọc Minh Huy Phan Nhật Minh

TÓM TẮT

Trong thời đại 4.0 với sự phát triển bùng nổ của công nghệ kỹ thuật. Việc ứng dụng công nghệ vào việc quản lý và giám sát trong công nghiệp đã dần trở nên phổ biến và cần thiết để thay thế dần cho người lao động nhất là trong những môi trường nguy hiểm có ảnh hưởng đến sức khỏe con người.

Mục tiêu của nhóm thực hiện hướng đến là nghiên cứu và phát triển một hệ thống điều khiển và giám sát an toàn trong nhà máy dệt may tích hợp ứng dụng Web và IoT. Hệ thống cho phép người dùng theo dõi các yếu tố môi trường để đảm bảo tính an toàn cho người lao động trong môi trường làm việc như nồng độ bụi, nhiệt độ, độ ẩm, khí CO₂, ánh sáng và báo cháy (khói và lửa). Ngoài ra hệ thống có thể thực hiện điều khiển các thiết bị trong nhà máy thông qua giao diện điều khiển hoặc ứng dụng web. Nội dung nhóm thực hiện sẽ thiết kế và thi công các thiết bị cảm biến – thu thập các giá trị cảm biến, thiết bị điều khiển – điều khiển thiết bị, cảnh báo nguy hiểm và bộ xử lý trung tâm – điều khiển, thu thập dữ liệu các thiết bị. Giao tiếp giữa các thiết bị, bộ xử lý trung tâm sẽ thông qua LoRa. Hệ thống có thể quản lý, điều khiển các thiết bị một cách gián tiếp bằng kết nối với bộ xử lý trung tâm thông qua ứng dụng Web (Firebase) hoặc trực tiếp thông qua giao diện màn hình ở bộ trung tâm.

Sau quá trình thiết kế và thi công nhóm thực hiện đã thực hiện triển khai hệ thống và kiểm tra ngoài thực tế, hệ thống hoạt động ổn định, hiệu suất cao và độ trễ thấp. Ngoài ra nhóm thực hiện tiến hành kiểm tra hệ thống với các yếu tố nguy hiểm để kiểm nghiệm hoạt động cảnh báo và các kiểm nghiệm, đánh giá khác về điều khiển, giám sát đảm bảo khả năng hoạt động liên tục của hệ thống.

Kết quả cuối cùng, nhóm đã hoàn thành công hệ thống điều khiển và giám sát an toàn trong nhà máy dệt may có tích hợp ứng dụng web và IoT. Thành quả thu được có thể tiếp tục nghiên cứu và phát triển trong tương lai.

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
TÓM TẮT	iii
MỤC LỤC.....	iv
DANH MỤC ẢNH	vii
DANH MỤC BẢNG.....	x
CÁC TỪ VIẾT TẮT	xi
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN.....	1
1.1. LÝ DO CHỌN ĐỀ TÀI.....	1
1.2. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI	2
1.3. MỤC TIÊU	3
1.4. GIỚI HẠN ĐỀ TÀI	3
1.5. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU HIỆN NAY (TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC).....	4
1.6. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU	5
1.7. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	5
1.8. BỘ CỤC QUYỀN BÁO CÁO	6
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT	7
2.1. GIỚI THIỆU CÁC CHUẨN GIAO THÚC VÀ GIAO THÚC TRUYỀN THÔNG SỬ DỤNG	7
2.1.1. WiFi.....	7
2.1.2. LoRa.....	8

2.1.3.	I2C.....	9
2.1.4.	SPI.....	11
2.1.5.	UART	13
2.2.	GIỚI THIỆU VỀ GOOGLE FIREBASE	15
2.3.	THIẾT KẾ VÀ TỔNG QUAN PHẦN CỨNG	16
2.3.1.	Ví điều khiển ESP32	16
2.3.2.	Cảm biến bụi mịn trong không khí PMS7003	17
2.3.3.	Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm SHT31	18
2.3.4.	Cảm biến khí CO2 CCS811	19
2.3.5.	Module LORA E32 – 433T20D.....	21
2.3.6.	Cảm biến ánh sáng BH1750FVI	22
2.3.7.	Cảm biến khí dễ cháy MP-4.....	23
2.3.8.	Cảm biến lửa KY-026	24
2.3.9.	Thời gian thực DS1307	25
2.3.10.	Màn hình TFT LCD 3.5 inch (ILI9488)	27
2.3.11.	Module phát âm thanh MP3.....	27
2.3.12.	Relay 5V	28
	CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ HỆ THỐNG	30
3.1.	YÊU CẦU ĐỐI VỚI HỆ THỐNG.....	30
3.1.1.	Yêu cầu tính năng sản phẩm	30
3.1.2.	Yêu cầu kỹ thuật	31
3.2.	ĐẶC TẢ KIẾN TRÚC HỆ THỐNG.....	31
3.2.1.	Sơ đồ khái toàn bộ hệ thống	31
3.2.2.	Thiết bị cảm biến	32

3.2.3.	Thiết bị điều khiển	33
3.2.4.	Bộ xử lý trung tâm	34
3.3.	THIẾT KẾ PHẦN CỨNG.....	35
3.3.1.	Ví điều khiển	35
3.3.2.	Thiết bị cảm biến	38
3.3.3.	Thiết bị điều khiển	42
3.3.4.	Bộ xử lý trung tâm	42
3.3.5.	Khối nguồn.....	42
3.4.	SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ	45
3.5.	THIẾT KẾ PHẦN MỀM.....	47
3.4.1.	Thiết bị cảm biến	48
3.4.2.	Thiết bị điều khiển	51
3.4.3.	Bộ xử lý trung tâm	53
CHƯƠNG 4: THI CÔNG HỆ THỐNG VÀ KẾT QUẢ		63
4.1.	GIỚI THIỆU HỆ THỐNG	63
4.2.	THI CÔNG HỆ THỐNG.....	64
4.3.	KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM.....	65
4.3.1.	Phần cứng hệ thống	66
4.3.2.	Giao diện trang quản lý (WEB)	71
4.4.	NHẬN XÉT VÀ ĐÁNH GIÁ	74
CHƯƠNG 5: KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN		78
5.1.	KẾT LUẬN	78
5.2.	HƯỚNG PHÁT TRIỂN	78
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....		80

DANH MỤC ẢNH

Hình 2.1: Sơ đồ kết nối I2C	9
Hình 2.2: Khung truyền dữ liệu của I2C [9]	10
Hình 2.3: Sơ đồ kết nối SPI.....	12
Hình 2.4: Sơ đồ kết nối UART.....	13
Hình 2.5: Khung truyền dữ liệu của UART [13].....	14
Hình 2.6: So sánh Google Firebase với cơ sở dữ liệu truyền thống	15
Hình 2.7: Cảm biến nồng độ bụi PMS7003 [17]	17
Hình 2.8: Nguyên lý hoạt động của cảm biến PMS7003 [17]	18
Hình 2.9: Cảm biến SHT31 [18]	19
Hình 2.10: Cảm biến CCS811 [21]	20
Hình 2.11: Module LORA E32 – 433T20D	21
Hình 2.12: Cảm biến BH1750FVI [24].....	23
Hình 2.13: Sơ đồ chân cảm biến MP-4 gas sensor [26]	24
Hình 2.14: Thiết kế và sơ đồ chân cảm biến KY-026 [27].....	25
Hình 2.15: Module thời gian thực DS1307 [28]	25
Hình 2.16: Thiết kế màn hình TFT LCD 3.5 inch [30]	27
Hình 2.17: Thiết kế và sơ đồ chân module MP3-TF-16P [31].....	28
Hình 3.1: Sơ đồ khái toàn bộ hệ thống	31
Hình 3.2: Sơ đồ khái thiết bị cảm biến	32
Hình 3.3: Sơ đồ khái thiết bị điều khiển	33
Hình 3.4: Sơ đồ khái bộ xử lý trung tâm.....	34
Hình 3.5: Sơ đồ nguyên lý bộ xử lý trung tâm.....	45

Hình 3.6: Sơ đồ nguyên lý thiết bị cảm biến.....	46
Hình 3.7: Sơ đồ nguyên lý thiết bị điều khiển	47
Hình 3.8: Lưu đồ giải thuật chức năng thiết bị cảm biến.....	48
Hình 3.9: Lưu đồ tác vụ đọc dữ liệu cảm biến.....	49
Hình 3.10: Lưu đồ giải thuật tác vụ truyền/nhận lệnh và dữ liệu từ LoRa	50
Hình 3.11: Lưu đồ giải thuật thiết bị điều khiển	51
Hình 3.12: Tác vụ nhận lệnh từ LoRa và thực hiện lệnh	52
Hình 3.13: Lưu đồ giải thuật bộ xử lý trung tâm	53
Hình 3.14: Lưu đồ giải thuật gửi lệnh yêu cầu dữ liệu đến các thiết bị cảm biến (Node Sensor).....	55
Hình 3.15: Lưu đồ giải thuật chức năng nhận dữ liệu và câu trả lời từ LoRa	56
Hình 3.16: Lưu đồ giải thuật tác vụ cập nhật dữ liệu lên màn hình hoặc nhận lệnh thực hiện từ màn hình.....	57
Hình 3.17: Lưu đồ giải thuật tác vụ gửi lệnh đến thiết bị điều khiển	58
Hình 3.18: Lưu đồ giải thuật tác vụ gửi dữ liệu đến Web quản lý	59
Hình 3.19: Lưu đồ giải thuật tác vụ nhận lệnh điều khiển từ web quản lý	60
Hình 3.20: Lưu đồ giải thuật chức năng Timer của ứng dụng màn hình điều khiển Timer	61
Hình 3.21: Lưu đồ giải thuật chức năng chi tiết của Timer	62
Hình 4.1: Mạch in thiết bị cảm biến.....	64
Hình 4.2: Mạch in thiết bị điều khiển	65
Hình 4.3: Mạch in bộ xử lý trung tâm (Gateway).....	65
Hình 4.4: Phần cứng thiết bị cảm biến	66
Hình 4.5: Thiết bị cảm biến sau khi đóng hộp	66
Hình 4.6: Phần cứng thi công thiết bị điều khiển.....	67

Hình 4.7: Phần cứng thiết bị điều khiển khi đóng hộp.....	67
Hình 4.8: Phần cứng bộ xử lý trung tâm	68
Hình 4.9: Phần cứng bộ xử lý trung tâm sau khi đóng hộp	68
Hình 4.10: Giao diện ứng dụng màn hình bộ xử lý trung tâm (Gateway)	69
Hình 4.11: Giao diện trang điều khiển hệ thống	71
Hình 4.12: Giao diện trang giám sát dữ liệu cảm biến các thiết bị cảm biến (Node Sensor).....	71
Hình 4.13: Giao diện trang lịch sử dữ liệu của cảm biến theo thời gian.....	72
Hình 4.14: Giao diện thay đổi mật khẩu tài khoản của người quản lý.....	73
Hình 4.15: Giao diện trang đăng nhập trang web quản lý	73

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2.1: Bảng thông số kỹ thuật cảm biến PMS7003 [17]	17
Bảng 2.2: Thông số kỹ thuật SHT31 [19]	19
Bảng 2.3: Thông số kỹ thuật Module LoRa E32 433T20D [22] [23]	22
Bảng 2.4: Thông số kỹ thuật cảm biến MP-4 gas sensor [26].....	24
Bảng 2.5: Thông số kỹ thuật cảm biến KY-026 [27].....	25
Bảng 2.6: Thông số kỹ thuật DS1307 [29].....	26
Bảng 2.7: Thông số kỹ thuật màn hình TFT LCD 3.5 inch [30]	27
Bảng 2.8: Thông số kỹ thuật module MP3-TF-16P [31].....	28
Bảng 2.9: Thông số kỹ thuật Relay 5V [32].....	29
Bảng 3.1: Thông số ESP32-WROOM-32 và ESP32-S3-WROOM-1 [15] [16] .	36
Bảng 3.2: So sánh các loại cảm biến nồng độ bụi [34]	38
Bảng 3.3: So sánh cảm biến DHT11, DHT22 và SHT31 [35]	39
Bảng 3.4: So sánh cảm biến CCS811 và MH-Z19B	39
Bảng 3.5: So sánh cảm biến BH1750 và TSL2561	40
Bảng 3.6: So sánh cảm biến MQ – 2 và MP – 4	41
Bảng 3.7: So sánh cảm biến DS1307 và DS3231 [36].....	41
Bảng 3.8: Thông số nguồn thiết bị cảm biến.....	43
Bảng 3.9: Thông số nguồn thiết bị điều khiển.....	44
Bảng 3.10: Thông số nguồn bộ xử lý trung tâm.....	44
Bảng 4.1: Tổng hợp số lượng linh kiện được sử dụng trong hệ thống.....	63
Bảng 4.2: Bảng thử nghiệm chức năng của hệ thống.....	75

CÁC TỪ VIẾT TẮT

Viết tắt	Định nghĩa
I2C	Inter - Integrated Circuit
IoT	Internet of Things
LCD	Liquid Crystal Display
LORA	Long Range Radio
RTC	Real – Time Clock
RF	Radio Frequency
SPI	Serial Peripheral Interface
TFT	Thin Film Transistor
UART	Universal Asynchronous Receiver - Transmitter
WIFI	Wireless Fidelity

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN

1.1. LÝ DO CHỌN ĐỀ TÀI

Ngành công nghiệp dệt may là ngành sản xuất các mặt hàng may mặc nhằm đáp ứng các nhu cầu về may mặc và thời trang cho người dân trong nước cũng như xuất khẩu. Cùng với sự tiến bộ của kinh tế, đời sống và xã hội, ngành dệt may không chỉ dừng lại ở việc phát triển trang phục mà còn sản xuất các mặt hàng khác nhằm phục vụ cho đời sống con người.

Ngành công nghiệp dệt may ở Việt Nam đã phát triển một cách nhanh chóng sau khi thoát khỏi chiến tranh và đến hiện tại đóng một vai trò rất quan trọng trong nền kinh tế quốc dân ở Việt Nam.

Vì là một trong nhiều ngành công nghiệp trọng điểm ở Việt Nam nên dệt may thu hút một số lượng rất lớn người lao động tham gia vào quá trình sản xuất đi đôi với điều này công tác đảm bảo an toàn cho người lao động cũng đóng một vai trò rất quan trọng cần được quan tâm, nguyên nhân là trong ngành dệt may người lao động phải thường xuyên làm việc trong môi trường có nhiều tác nhân độc hại và nguy hiểm. Các tác nhân có thể liệt kê ra là: bụi bông, bụi hóa chất, khí thải do các máy móc thải ra, làm việc trong môi trường thiếu sáng, các vật liệu dễ bắt lửa gây hỏa hoạn, ... Các tác nhân này sẽ khiến cho người lao động dễ mắc các bệnh liên quan đến phổi, mắt, tai, mũi, họng và các triệu chứng bệnh nghề nghiệp khác. Để đảm bảo an toàn cho người lao động, nhà nước và các công ty đã đề ra các quy định và yêu cầu để người lao động tuân theo trong quá trình tham gia lao động ví dụ như khi thực hiện công việc trong công ty nhà máy phải đeo khẩu trang và găng tay, ... Tuy đã có các quy định về việc đảm bảo an toàn này tuy nhiên vẫn sẽ xảy ra một số tình trạng nguy hiểm bất thường như các thông số về không khí, ánh sáng cao hơn mức cho phép, sự cố cháy nổ xảy ra bất ngờ, ... Vì vậy mỗi công ty, nhà máy đều có một bộ phận chịu trách nhiệm giám sát về những vấn đề này và đảm bảo an toàn cho người lao động.

Sự giám sát của bộ phận này có thể thực hiện thông qua con người hoặc các hệ thống giám sát tự động tích hợp IoT (Internet of Things). Tuy nhiên trong thời

đại công nghệ kỹ thuật hiện nay, hệ thống giám sát tự động sẽ mang lại nhiều ưu điểm hơn so với việc sử dụng nhân viên cho việc giám sát an toàn. Các hệ thống này sẽ được đặt tại nhiều nơi trong xưởng và có một số ưu điểm sau: hoạt động liên tục 24/7, độ chính xác cao, khả năng giám sát toàn diện, nhanh chóng phản ứng lại với những nguy hiểm đang xảy ra và thực hiện cảnh báo với người lao động, giám sát từ xa giảm rủi ro cho con người (khi thực hiện giám sát trong những vùng sản xuất nguy hiểm như xưởng máy nhuộm, xưởng máy gia công, ...), ghi chép, phân tích dữ liệu, điều khiển các thiết bị điện từ xa mà không cần người điều khiển trực tiếp nhất là trong các khu vực có nguy hiểm nhất định như nhuộm hóa chất, hấp, Ngoài ra hệ thống sẽ giúp giảm chi phí theo thời gian (mặc dù có chi phí lắp đặt ban đầu nhưng theo thời gian chi phí này sẽ ít hơn khi không phải sử dụng nhiều nhân viên giám sát mà chỉ cần sử dụng số lượng nhân viên nhất định trong phòng giám sát).

Tổng hợp lại những điều đã nêu nhóm thực hiện đã đề xuất các hướng tiếp cận cho đề tài khóa luận tốt nghiệp. Từ đó, nhóm thực hiện đã đề xuất ý tưởng cho đề tài khóa luận tốt nghiệp là: “**THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN VÀ GIÁM SÁT AN TOÀN NHÀ MÁY DỆT MAY**”, ý tưởng này thiết thực và có tính ứng dụng cao. Hoàn thành đề tài này sẽ là giải pháp tốt cho việc thực hiện giám sát và đảm bảo an toàn cho người lao động trong ngành công nghiệp may mặc nói chung và cũng như là cơ sở tư liệu cho việc thực hiện các hệ thống cho ngành sản xuất khác.

1.2. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Hiện nay đã có nhiều hệ thống sát an toàn tự động được thực hiện trong và ngoài nước. Những đề tài này đều có những ưu điểm và điểm đặc biệt riêng. Tuy nhiên một số sản phẩm chỉ thích hợp đáp ứng nhu cầu cho nhà máy sản xuất có quy mô lớn còn các nhà máy quy mô nhỏ sẽ không thích hợp vì nhiều lý do. Vì thế các nhà máy có quy mô nhỏ này sẽ cần một hệ thống thích hợp với các thiết bị phù hợp, chi phí lắp đặt và vận hành thấp hơn mà vẫn đáp ứng được những chức năng và yêu cầu cơ bản được đặt ra và phù hợp với quy định an toàn.

1.3. MỤC TIÊU

Đề tài đồ án tốt nghiệp nhóm thực hiện sẽ có mục tiêu là điều khiển và giám sát tự động tích hợp IoT cho phép thực hiện các chức năng từ xa, các chức năng chính và cơ bản của hệ thống bao gồm:

- Giám sát và thu thập các giá trị cảm biến nồng độ bụi (PM1, PM2.5, PM10), khí CO2, nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, báo cháy (khói, khí dễ cháy và lửa) trong nhà máy thông qua LoRa.
- Thực hiện cảnh báo nếu có tình trạng nguy hiểm ảnh hưởng đến sức khỏe.
- Thiết kế giao diện màn hình trên màn hình cảm ứng.
- Hiển thị các giá trị lên màn hình giám sát bộ xử lý trung tâm và trang web quản lý.
- Điều khiển thiết bị điện (đèn, quạt thông gió và các thiết bị điện khác tùy chọn) thông qua màn hình điều khiển hoặc qua trang web quản lý, lệnh điều khiển được truyền qua LoRa.
- Có các chế độ hẹn giờ điều khiển thiết bị.
- Có tệp tin lưu trữ dữ liệu cảm biến để khôi phục dữ liệu sau khi mất kết nối mạng với trang web.
- Trang web quản lý có lưu đồ thể hiện lịch sử các dữ liệu.

1.4. GIỚI HẠN ĐỀ TÀI

Đề tài “Thiết kế và thi công hệ thống điều khiển và giám sát an toàn nhà máy dệt may” sẽ có giới hạn đang là một mô hình bao gồm: một bộ xử lý trung tâm, một thiết bị cảm biến (một node cảm biến) và hai thiết bị điều khiển (node điều khiển), bộ xử lý trung tâm sẽ kết nối với các thiết bị và giao tiếp với trang web quản lý.

Sản phẩm tạo ra có khả năng sử dụng cho các nhà máy có quy mô vừa và nhỏ để thay thế cho các hệ thống công nghiệp chỉ phù hợp cho các nhà máy quy mô lớn. Hệ thống hoạt động định các chức năng cơ bản với những nhà máy có quy mô nhỏ.

1.5. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU HIỆN NAY (TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC)

Trong khoảng thời gian nghiên cứu này, nhóm thực hiện cũng đã tham khảo các đề tài liên quan đến giám sát an toàn. Trong nước, nhóm tìm hiểu và nghiên cứu một số đề tài, nghiên cứu liên quan. Nghiên cứu “Thiết kế và thi công hệ thống cảnh báo, phòng chống hỏa hoạn và rò rỉ khí gas” của Trần Minh Tâm – Đỗ Thị Huệ, nghiên cứu này cho thấy được sự nguy hiểm và hậu quả nghiêm trọng của các vụ hỏa hoạn đồng thời cũng cung cấp các kiến thức về các giao thức, nền tảng lập trình, các loại cảm biến liên quan đến hệ thống phòng chống cháy nổ, các module WiFi, RF, và nền tảng IoT Web Thingspeak [1]. Nghiên cứu “Hệ thống đo lường và giám sát chất lượng không khí từ xa ứng dụng nền tảng kết nối vạn vật” của Phạm Văn Khoa – Nguyễn Văn Thái, trong nội dung của nghiên cứu này các tác giả đã cung cấp kiến thức về tầm quan trọng trong việc quan tâm đến chất lượng không khí sau đó giới thiệu một hệ thống hoàn chỉnh giá rẻ trên nền tảng phần cứng ESP8266 trong việc giám sát chất lượng không khí trong nhà và ngoài trời ngoài ra còn các kiến thức về các cảm biến chất lượng không khí, giao thức truyền thông không dây LoRa, WiFi và WebServer [2]. Nghiên cứu “Thiết kế và xây dựng mạng lưới giám sát bụi PM2,5 và PM10 theo thời gian thực” của Nguyễn Thành Trung, Đinh Thị Phương Lan, Đàm Hồng Duân và Lê Hữu Tuyển, nghiên cứu này có chủ đề tương tự với nghiên cứu ở trên tuy nhiên các cảm biến trong hai đề tài là khác nhau, có thể thấy được tùy thuộc vào mục đích sử dụng có thể thay đổi cảm biến sử dụng sao cho phù hợp bên cạnh đó nghiên cứu còn cung cấp các kiến thức về cách xây dựng một mạng cảm biến không dây dùng để truyền dữ liệu về server hiển thị lên web ở khoảng cách xa bằng cách sử dụng GSM/GPRS thông qua module SIM [3]. Nghiên cứu “Thiết kế hệ thống giám sát liên tục nồng độ khí thải của nhà máy xi măng” của Lê Ngọc Thành Vinh, nghiên cứu này cung cấp một hệ thống hoàn chỉnh sử dụng để giám sát nồng độ khí thải trong nhà máy sản xuất xi măng ứng dụng phần cứng Arduino Uno R3, các cảm biến giám sát chất lượng không khí và ứng dụng nền tảng IoT [4]. Ngoài nước nhóm thực hiện có tham khảo bài báo khoa học với

đề tài “GSM Based Industrial Safety Detection and Prevention System using Arduino” của Mrs.D. Aruna Kumari và Dr. Karunaiah Bonigala, nghiên cứu này thực hiện giám sát nguy cơ cháy nổ, nhiệt độ và nồng độ khí gas sau đó đưa ra các phản ứng cảnh báo và các thông báo thông qua module SIM [5].

Từ các đề tài và nghiên cứu trên nhóm đã thấy được có nhiều nghiên cứu trước đó đã ứng dụng nền tảng IoT (Thingspeak, WebServer, MySQL, Firebase) kết hợp với nhiều loại cảm biến (DHT11, DHT22, MQ135, MQ2, SHT31, Plantower PMS7003, SDS011) và các giao thức truyền thông không dây để truyền tải dữ liệu như (LoRa, WiFi, GSM/GPRS) để triển khai các hệ thống giám sát liên quan đến giám sát an toàn như giám sát chất lượng không khí, giám sát cháy nổ, giám sát nhiệt độ, độ ẩm, giám sát khí gas.

Từ các nghiên cứu trước đó nhóm thực hiện đề xuất các một vài đề xuất như tích hợp các cảm biến liên quan, ứng dụng LoRa để truyền nhận dữ liệu và lệnh, sử dụng nền tảng IoT thời gian thực Google Firebase để điều khiển từ xa thông qua Internet và cơ sở dữ liệu Google Firebase Storage, Google Sheets.

Nhóm thực hiện cũng đề xuất một vài chức năng mới là ngoài việc giám sát từ phòng giám sát hệ thống tại mỗi phân xưởng đều có một giao diện người dùng trực quan có thể để cho người lao động sử dụng dễ dàng để giám sát hoặc điều khiển một vài chức năng cơ bản được cho phép của hệ thống, thu thập dữ liệu tự động sau đó tổng hợp lại và gửi về cơ sở dữ liệu, khi có nguy hiểm xảy ra ngoài việc cảnh báo với người lao động, người phụ trách hệ thống còn ngay lập tức đưa ra những giải pháp phù hợp để giảm bớt sự nguy hiểm của vấn đề xảy ra.

1.6. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của đề tài là nghiên cứu cách thức giao tiếp giữa vi điều khiển với các cảm biến và module, các giao thức truyền dữ liệu không dây (LoRa, WiFi), nghiên cứu cách thức giao tiếp giữa nền tảng IoT (backend) với các thành phần phần cứng trong hệ thống.

1.7. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp phân tích yêu cầu: Tìm hiểu, phân tích và xác định chính xác các yêu cầu về chức năng và kỹ thuật của hệ thống.

Phương pháp phân tích, nghiên cứu và tham khảo tư liệu: Tìm hiểu, nghiên cứu và phân tích các tài liệu, báo cáo về các đề tài có liên quan cũng như các tài liệu kỹ thuật phục vụ cho đề tài.

Phương pháp nghiên cứu sản phẩm thực tế: Tham khảo tính năng hoạt động của các sản phẩm thực tế.

Phương pháp thử nghiệm: Thực hiện việc thử nghiệm để đánh giá tính khả thi các chức năng, hiệu suất cũng như trải nghiệm đối với hệ thống. Từ những phản hồi thu được thì tiến hành việc điều chỉnh và hoàn thiện hệ thống.

Phương pháp đánh giá hiệu suất hoạt động của sản phẩm: Thực hiện việc thực nghiệm hệ thống trong một khoảng thời gian để đánh giá hiệu suất, đảm bảo hệ thống hoạt động đúng chức năng, hiệu suất cao và không xảy ra lỗi.

1.8. BỘ CỤC QUYỀN BÁO CÁO

Chương 1 TỔNG QUAN: Tổng quan toàn bộ về đề tài, lý do chọn đề tài, tính cấp thiết, mục tiêu, giới hạn đề tài, đối tượng, phạm vi nghiên cứu và phương pháp nghiên cứu.

Chương 2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT: Khái quát lý thuyết về các giao thức, linh kiện đang được sử dụng và về nền tảng IoT.

Chương 3 THIẾT KẾ HỆ THỐNG: Khái quát toàn bộ về thiết kế hệ thống, sơ đồ khối hệ thống, thiết kế chi tiết từng khối, lý do chọn linh kiện thiết bị để sử dụng, thiết kế phần cứng và phần mềm của hệ thống.

Chương 4 THI CÔNG HỆ THỐNG VÀ KẾT QUẢ: Đưa ra kết quả cuối cùng của hệ thống.

Chương 5 KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN: Từ kết quả của hệ thống đưa ra kết luận về hệ thống, các ưu nhược điểm và hướng phát triển của hệ thống.

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. GIỚI THIỆU CÁC CHUẨN GIAO THỨC VÀ GIAO THỨC TRUYỀN THÔNG SỬ DỤNG

2.1.1. WiFi

WiFi là công nghệ kết nối mạng không dây để truyền tải dữ liệu giữa các thiết bị mà không cần sử dụng dây cáp. WiFi được sử dụng rộng rãi giúp kết nối giữa các thiết bị với nhau, từ điện thoại đến máy tính, TV thông minh cho đến các cảm biến các vi điều khiển. Việc sử dụng wifi giúp cho người dùng thuận tiện và linh hoạt trong việc kết nối các thiết bị với nhau [6].

Nguyên tắc hoạt động: Mạng wifi sử dụng cách thức truyền tải tín hiệu giữa các thiết bị có kết nối WiFi thông qua sóng radio. Gồm hai thành phần chính [6]:

- Điểm truy cập (Access Point): là thiết bị phát tín hiệu, giúp chuyển đổi các tín hiệu dữ liệu từ dây mạng hoặc modem thành các sóng radio và truyền tải nó vào không khí. Không chỉ một mà điểm truy cập còn có thể phát ra các sóng tín hiệu đồng thời ở nhiều tần số khác nhau [6].
- Bộ thu (Wireless Adapter): là các thiết bị nhận tín hiệu sóng radio từ điểm truy cập và chuyển đổi các sóng đó thành dữ liệu. Bộ thu thường được trang bị trên các thiết bị như laptop, điện thoại hoặc có thể kết nối thông qua 1 adapter USB [6].

Các chuẩn wifi hiện nay:

- IEEE 802.11a: băng tần tần số 5GHz, tốc độ tối đa 54Mbps, sử dụng ở các khu vực đông người dùng [6].
- IEEE 802.11: băng tần tần số 2.4GHz, tốc độ tối đa 2Mbps, sử dụng trong các thiết bị điện tử sử dụng hàng ngày [6].
- IEEE 802.11b: băng tần tần số 2.4GHz, tốc độ tối đa 11Mbps, sử dụng trong các hộ gia đình hoặc các khu vực có ít người sử dụng [6].
- IEEE 802.11g: băng tần tần số 2.4GHz, tốc độ tối đa 54Mbps, sử dụng phổ biến nhất, nhất là trong các thiết bị di động [6].

- IEEE 802.11n: băng tần tần số 2.4GHz và 5GHz, tốc độ tối đa 600Mbps [6].
- IEEE 802.11ac: băng tần tần số 5GHz, tốc độ tối đa 6.9Gbps, sử dụng trong các khu có nhiều thiết bị sử dụng Wifi và yêu cầu tốc độ cao [6].
- IEEE 802.11ax (Wifi 6): băng tần tần số 5GHz tốc độ tối đa 10Gbps, băng tần tần số 2.4GHz tốc độ tối đa 1.2Gbps, sử dụng ở các khu tập trung đông người và yêu cầu băng thông cao [6].
- IEEE 802.11ad (WiGig): băng tần tần số 60GHz, tốc độ 7Gbps nhưng do băng tần tần số cao nên tín hiệu không thể xuyên qua các vật cản [6].

2.1.2. LoRa

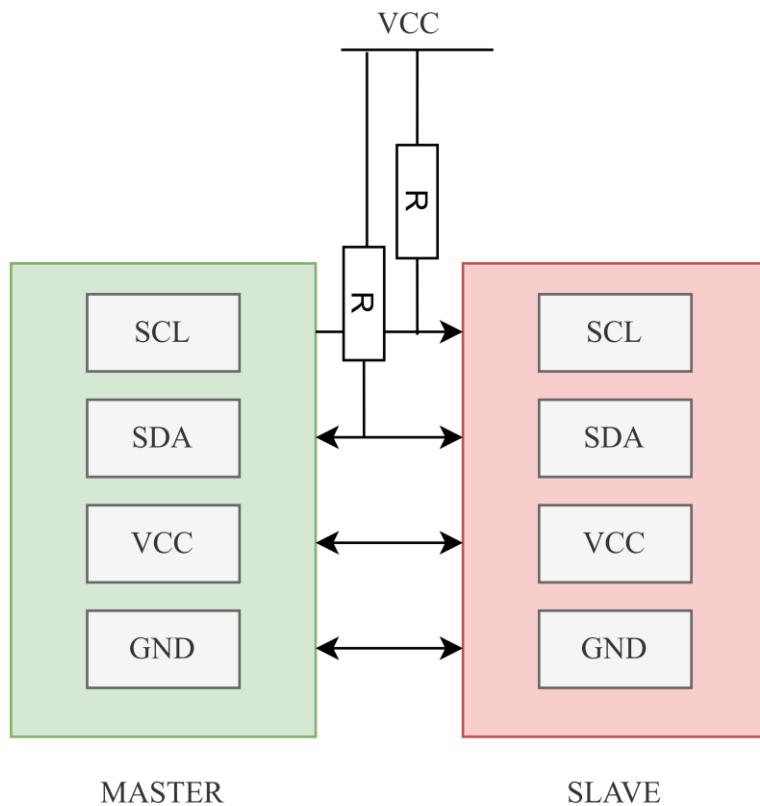
LoRa là một công nghệ điều chế RF có khả năng truyền tải đi xa với chiều dài lên đến 5km đối với khu vực đô thị và từ 10 đến 15km đối với vùng nông thôn. Thuộc sở hữu của công ty Semtech vào năm 2012, LoRa đóng vai trò như một công cụ hỗ trợ truyền tải dữ liệu xa, ít tốn điện năng mà không cần khuếch đại công suất [7] [8].

Nguyên lý hoạt động: sử dụng việc điều chế Chirp Spread Spectrum, tín hiệu dữ liệu trước khi chuyển đi sẽ được khuếch đại lên tần số cao hơn, tiếp theo chuỗi dữ liệu đó sẽ được mã hóa thành các chuỗi chirp và cuối cùng sẽ được gửi đi thông qua tín hiệu anten [7] [8].

Vai trò của LoRa trong IOT: Với ưu điểm ít tiêu thụ điện năng trong quá trình hoạt động giúp hạn chế thay pin trong quá trình sử dụng, dữ liệu cũng sẽ được truyền đi với khoảng cách xa hơn. Ngoài ra, chi phí lắp đặt sử dụng lại thấp hơn khi gửi dữ liệu bằng hệ thống mạng bình thường. Nhờ vậy, quá trình hoạt động và kết nối đến các cảm biến trong hệ thống IOT sẽ không bị gián đoạn, điều này sẽ giúp người sử dụng có thể điều khiển các thiết bị IOT một cách ổn định [7] [8].

2.1.3. I2C

I2C là một chuẩn giao thức giao tiếp với nhau nối tiếp một cách đồng bộ được phát triển bởi Philips Semiconductors, giao thức này có chức năng để truyền nhận dữ liệu giữa nhiều thiết bị hoặc giữa nhiều vi điều khiển, I2C chỉ sử dụng hai đường truyền giữa các thiết bị [9] [10] [11]:



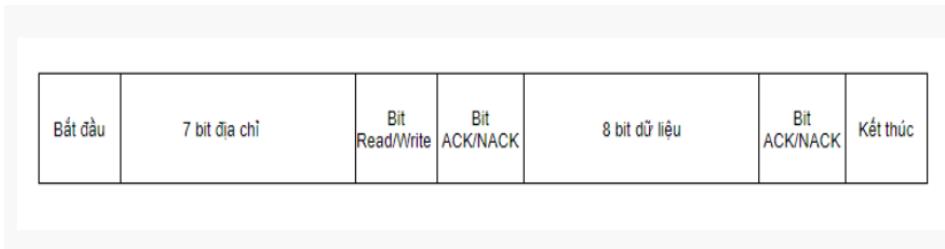
Hình 2.1: Sơ đồ kết nối I2C

- SDA (Serial data): Thiết bị chủ và thiết bị tớ sẽ gửi, nhận dữ liệu với đối phương thông qua SDA.
- SCL (Serial Clock): đường truyền tín hiệu xung nhịp (xung clock).

Thiết bị chủ được sử dụng để điều khiển đường truyền tín hiệu xung clock SCL và sử dụng SDA để thực hiện việc gửi nhận các dữ liệu, lệnh đến các thiết bị trong cùng giao thức.

Thiết bị tớ là các thiết bị nhận dữ liệu hoặc lệnh từ thiết bị chủ.

Một khung truyền dữ liệu của I2C bao gồm:



Hình 2.2: Khung truyền dữ liệu của I2C [9]

Trong giao tiếp I2C, dữ liệu được theo các gói tin. Mỗi gói tin truyền đi được chia thành nhiều khung truyền dữ liệu. Các gói tin của I2C chứa một khung là khung chứa địa chỉ của thiết bị tớ và chứa một hay nhiều khung mang dữ liệu hoặc lệnh cần được truyền. Gói tin cũng bao gồm tín hiệu khởi động và tín hiệu dừng, các bit ACK / NACK và các bit có chức năng đọc/ghi giữa mỗi khung truyền dữ liệu [9] [10] [11]:

- Điều kiện bắt đầu: đường truyền SDA thực hiện việc chuyển từ mức cao (HIGH) xuống mức thấp (LOW), việc này được thực hiện trước khi đường truyền SCL cũng thực hiện việc chuyển từ mức điện áp cao (HIGH) xuống mức điện áp thấp (LOW) [9] [10] [11].
- Điều kiện dừng: thực hiện ngược lại so với điều kiện bắt đầu nhưng lúc này đường truyền SCL sẽ thực hiện trước [9] [10] [11].
- Bit địa chỉ: Việc truyền nhận có thể sẽ thực hiện giữa nhiều thiết bị hoặc nhiều vi điều khiển với nhau, nếu muốn thực hiện việc xác định các thiết bị này cần gắn 1 địa chỉ vật lý gồm 7 hoặc 10bit cố định [9] [10] [11].
- Bit đọc/ghi: Sử dụng bit này thực hiện việc xác nhận quá trình việc truyền hoặc nhận dữ liệu, lệnh từ thiết bị chủ. Nếu thiết bị chủ thực hiện việc gửi đi thì bit này sẽ được thiết lập là mức thấp còn nếu là nhận dữ liệu thì bit này sẽ được thiết lập là mức cao [9] [10] [11].
- Bit ACK/NACK (Acknowledged / Not Acknowledged): Bit này được sử dụng để thực hiện việc đổi chiều bit địa chỉ được nhận với bit địa chỉ vật lý của thiết bị. Nếu hai bit địa chỉ này trùng nhau thì thiết bị tớ sẽ được thiết lập là mức thấp còn nếu ngược lại thì sẽ được thiết lập là mức cao [9] [10] [11].

- Bit dữ liệu: Bit dữ liệu có bao gồm 8 bit, bit này được thiết lập ở thiết bị truyền sau đó được gửi đến thiết bị nhận. Một bit ACK/NACK sẽ được gửi kèm theo sau khi việc gửi các bit dữ liệu này được hoàn thành. Bit ACK/NACK sẽ được thiết lập là mức thấp nếu nhận thành công hoặc ngược lại nếu không thành công [9] [10] [11].

Quá trình thực hiện truyền nhận dữ liệu:

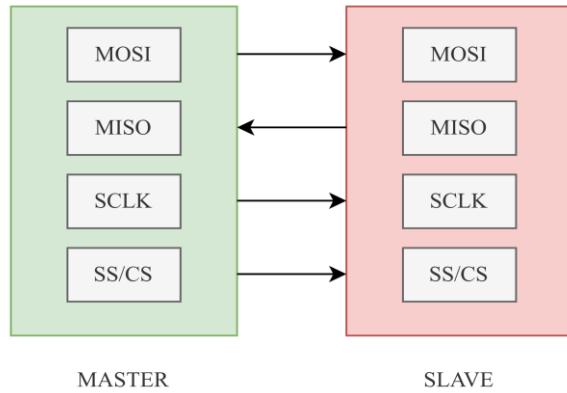
- Bắt đầu: Thiết bị chủ sẽ gửi đi một xung bắt đầu bằng cách kéo lần lượt các đường SDA và SCL từ mức cao xuống mức thấp [9] [10].
- Tiếp theo, thiết bị chủ thực hiện việc gửi 7 bit địa chỉ tới các thiết bị tớ kèm với bit đọc/ghi [9] [10] [11].
 - Thiết bị tớ thực hiện so sánh địa chỉ vừa được gửi tới với địa chỉ vật lý. Nếu giống nhau, thiết bị tớ thực hiện xác nhận thông qua việc đưa đường SDA xuống mức thấp và thiết lập bit ACK/NACK bằng là mức thấp. Trong trường hợp không giống nhau thì SDA và bit ACK/NACK đều được thiết lập là mức cao [9] [10] [11].
 - Thiết bị chủ thực hiện việc gửi hoặc nhận dữ liệu từ thiết bị tớ. Nếu gửi dữ liệu thì bit đọc/ghi là mức thấp còn nếu nhận thì bit đọc/ghi ở mức cao [9] [10] [11].
 - Nếu truyền thành công khung dữ liệu thì bit ACK/NACK được thiết lập thành mức thấp để báo hiệu cho thiết bị chủ tiếp tục thực hiện [9] [10] [11].
 - Nếu gửi thành công tất cả dữ liệu và lệnh đến thiết bị tớ, thiết bị chủ truyền một tín hiệu kết thúc đến cho tất cả các thiết bị tớ thông báo việc quá trình truyền đã kết thúc thông qua việc thiết lập lần lượt đường truyền SDA và SCL từ mức thấp lên mức cao [10] [11].

2.1.4. SPI

SPI, giao diện ngoại vi nối tiếp, được tạo ra bởi Motorola. Được ứng dụng trong rất nhiều thiết bị [12].

Truyền dữ liệu theo chế độ Full – Duplex (Quá trình truyền và nhận có thể diễn ra cùng lúc, tại một thời điểm) [12].

Là giao tiếp đồng bộ, bất kì công việc nào được thực hiện đều phải đồng bộ với xung đồng hồ của thiết bị chủ [12].



Hình 2.3: Sơ đồ kết nối SPI

SPI sử dụng 4 đường giao tiếp:

- SCK (Serial Clock): thiết bị chủ tạo xung tín hiệu SCK, cung cấp cho thiết bị tớ. Xung SCK dùng để giữ nhịp, đồng bộ trong SPI. Mỗi nhịp của chân SCK báo 1bit dữ liệu gửi hoặc nhận → Quá trình hạn chế lỗi và tăng tốc độ truyền [12].
- MISO (Master Input Slave Output): Tín hiệu tạo và gửi bằng thiết bị tớ và nhận bởi thiết bị chủ. Đường MISO phải kết nối giữa thiết bị chủ và thiết bị tớ [12].
- MOSI (Master Output Slave Input): Đây là một đường truyền tín hiệu, tín hiệu sẽ được tạo ra và gửi đi bởi thiết bị chủ và nhận bởi thiết bị tớ. Đường MOSI phải được kết nối giữa thiết bị chủ và thiết bị tớ [12].
- SS (Slave Select): Dùng để lựa chọn thiết bị tớ để giao tiếp. Khi thiết bị chủ muốn chọn một thiết bị tớ để thực hiện việc giao tiếp, thiết bị chủ sẽ kéo mức điện áp của đường SS ở thiết bị tớ xuống mức thấp (LOW). Đường truyền này còn có thể được gọi là CS (Chip Select). Chân SS có thể tạo bằng cách cấu hình một ngoại vi GPIO bất kỳ ở chế độ ngõ ra [12].

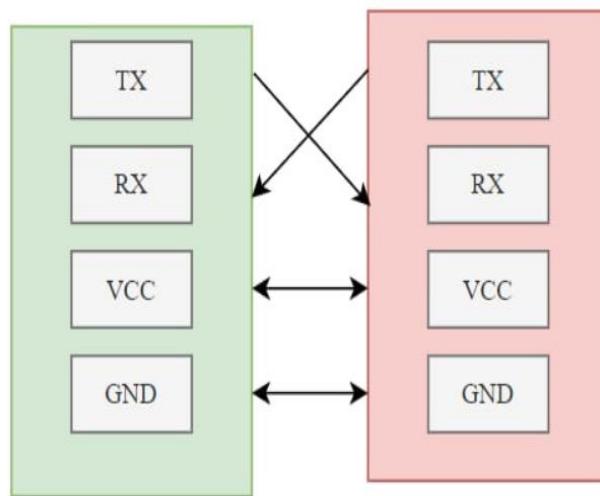
Các bước truyền dữ liệu SPI [12]:

- Tín hiệu xung nhịp sẽ được tạo ra bởi thiết bị chủ.

- Thiết bị chủ chọn và chuyển chân SS/CS của thiết bị sang điện áp thấp, kích hoạt thiết bị tớ.
- Thiết bị chủ thực hiện việc truyền dữ liệu từng bit một đến thiết bị tớ theo đường MOSI. Thiết bị tớ sẽ nhận và đọc các bit.
- Nếu cần câu trả lời hoặc dữ liệu phản hồi, thiết bị tớ thực hiện việc truyền lại dữ liệu, dữ liệu sẽ được truyền lại theo từng bit một cho thiết bị chủ thông qua đường MISO. Sau khi nhận được thiết bị chủ sẽ nhận và đọc các bit đó.

2.1.5. UART

UART khác với SPI và I2C, những chuẩn giao tiếp phần mềm, UART là truyền, nhận dữ liệu dạng nối tiếp giữa hai bên [13].



Hình 2.4: Sơ đồ kết nối UART

UART sử dụng 2 dây chính TX (Transmitter) dây thực hiện việc truyền dữ liệu và RX (Receiver) dây nhận dữ liệu để truyền và nhận giữa các thiết bị với nhau. Dây TX của thiết bị thứ nhất sẽ truyền đến dây RX của thiết bị thứ 2 và ngược lại [13].

Một số thông tin thêm cho chuẩn UART [13]:

- Số lượng dây sử dụng: 2 TX và RX
- Tốc độ truyền nhận: từ 9600bps đến 115200bps tùy vào thiết bị sử dụng
- Phương thức truyền dữ liệu: Không đồng bộ
- Kiểu truyền dữ liệu: Truyền nối tiếp

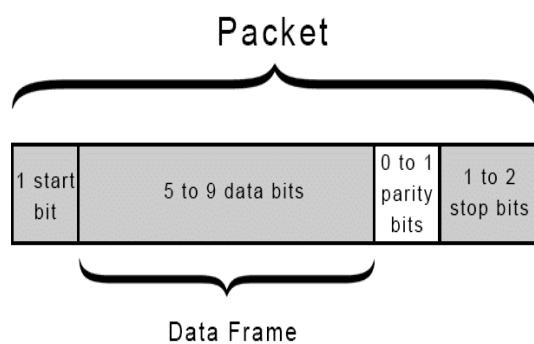
- Số lượng thiết bị chủ: 1
- Số lượng thiết bị tớ: 1

Cách truyền dữ liệu: Các UART thực hiện việc truyền, nhận dữ liệu bằng một bus dữ liệu, bus này được sử dụng gửi dữ liệu đến UART bởi một thiết bị khác như vi điều khiển, module, Dữ liệu trong bus sẽ được truyền đến UART 1 theo dạng song song [13].

Sau khi dữ liệu được nhận song song bởi UART1 từ bus dữ liệu, UART 1 sẽ thêm các bit như bit Start, bit Stop cũng như bit Parity (bit chẵn lẻ) giúp khi truyền qua thiết bị thứ 2, thiết bị đó sẽ biết khi nào chuỗi dữ liệu bắt đầu và kết thúc. Tiếp tục, gói dữ liệu được truyền nối tiếp từng bit tại chân TX của UART1 đến chân RX của UART 2 [13].

Sau khi nhận được gói dữ liệu, UART 2 sẽ chuyển đổi dữ liệu lại thành dạng song song và thực hiện việc xóa bỏ bit Start, bit Stop và bit Parity. Sau cùng, UART 2 chuyển gói dữ liệu song song tới bus dữ liệu ở đầu nhận [13].

Một khung truyền dữ liệu UART có cấu trúc như sau:

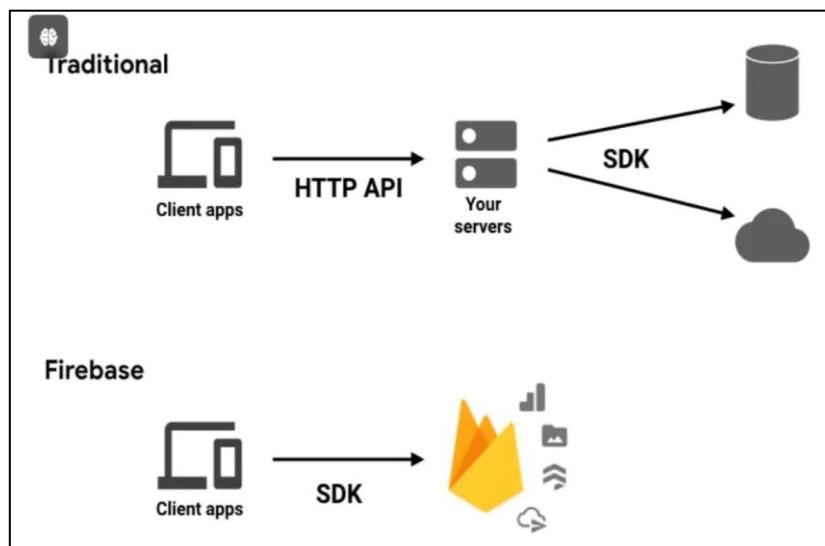


Hình 2.5: Khung truyền dữ liệu của UART [13]

Hình 2.5 là cấu trúc của một gói dữ liệu (Packets) bao gồm 1 bit Start, 5 đến 9bit dữ liệu, 1 bit Parity chẵn hoặc lẻ và 1 đến 2 bit Stop [13].

2.2. GIỚI THIỆU VỀ GOOGLE FIREBASE

Trong khi tìm hiểu về nền tảng IoT để sử dụng cho Web Server của hệ thống, nhóm đã tìm hiểu về nền tảng IoT như ThingSpeak, Arduino IoT Cloud, Firebase, MySQL cùng với php mỗi nền tảng IoT lại có những ưu nhược điểm riêng. Tuy nhiên nhóm đã chọn sử dụng nền tảng IoT Firebase sử dụng cho đồ án của mình.



Hình 2.6: So sánh Google Firebase với cơ sở dữ liệu truyền thống

Vì nền tảng IoT có nhiều ưu điểm phù hợp với yêu cầu đề ra như dễ dàng sử dụng tiếp cận (thông qua API), dễ dàng quản lý cơ sở dữ liệu, các chức năng phân tích, bảo mật mạnh mẽ, dữ liệu thời gian thực, lưu trữ và tải tệp, các chức năng tin nhắn, không cần thiết lập và quản lý máy chủ, ... người dùng có thể trực tiếp sử dụng các chức năng này của Firebase mà không cần phải phát triển từ đầu giúp người dùng tập trung hơn vào trải nghiệm ứng dụng. Các truy cập vào Firebase có thể thực hiện ở bất cứ đâu trên thế giới chỉ cần có kết nối mạng và có quyền truy cập mà không cần thông qua một điểm trung gian như các ứng dụng Backend truyền thống, Firebase backend sẽ trực tiếp xử lý yêu cầu truy cập này. Từ những yêu cầu và những ưu điểm của Firebase, Firebase sẽ phù hợp với các hệ thống cần một cơ sở dữ liệu đủ an toàn và dung lượng lớn mà không cần tốn thêm các chi phí xây dựng server và hạ tầng quản lý server này. Nhóm quyết định sử dụng Google Firebase cho hệ thống của mình.

Google Firebase là một tiện ích về cơ sở dữ liệu được cung cấp bởi Google trên nền tảng hệ thống điện toán đám mây - Cloud. Google Firebase được hỗ trợ bằng hệ thống máy chủ hiện đại và mạnh mẽ của Google. Chức năng cơ bản của Google Firebase là giúp đỡ việc lập trình các ứng dụng cần cơ sở dữ liệu bằng cách làm đơn giản cách làm việc với cơ sở dữ liệu. Một số hoạt động của Firebase [14]:

- Firebase Realtime Database: Là một nền tảng cơ sở dữ liệu theo dạng thời gian thực, dữ liệu gửi về theo dạng JSON. Các kết nối khách (Client) đến cùng một cơ sở dữ liệu sẽ được đồng bộ theo thời gian thực [14].
- Firebase Authentication: Sử dụng để xác thực kết nối của người dùng giúp đảm bảo cơ sở dữ liệu được an toàn tránh việc đánh cắp thông tin. Có thể xác thực thông qua Github, Gmail, Email,... [14].
- Firebase Storage (Cloud Storage): Firebase cung cấp dịch vụ lưu trữ đám mây linh hoạt, cho phép người dùng lưu trữ và quản lý các tệp và dữ liệu của ứng dụng một cách dễ dàng và bảo mật [14].

2.3. THIẾT KẾ VÀ TỔNG QUAN PHẦN CỨNG

2.3.1. Vi điều khiển ESP32

ESP32 là một vi điều khiển dual core đến từ công ty Espressif Systems, là một vi điều khiển thuộc dòng vi điều khiển công suất thấp và có giá thành phù hợp với các hệ thống không quá phức tạp và yêu cầu thực hiện nhiều nhiệm vụ khác nhau. Ngoài ra ESP32 được tích hợp Wifi và Bluetooth – thích hợp các dự án IoT vì vậy ESP32 hoạt động rất linh hoạt, mạnh mẽ và có tính tin cậy cao [15] [16].

ESP32 được thiết kế với khả năng tiêu thụ điện năng thấp, thích hợp cho các hệ thống sử dụng Pin làm nguồn cung cấp. Vi điều khiển còn có hệ thống quản lý năng lượng cho phép nó hoạt động ở nhiều chế độ: deep sleep, light sleep, ... Những chế độ hoạt động này cho phép vi điều khiển ngủ và chỉ thức dậy khi cần thiết giúp kéo dài tuổi thọ nguồn điện và tiết kiệm điện [15] [16].

2.3.2. Cảm biến bụi mịn trong không khí PMS7003

PMS7003 là một trong nhiều loại cảm biến nồng độ các loại hạt bụi trong không khí – PM1, PM2.5, PM10.



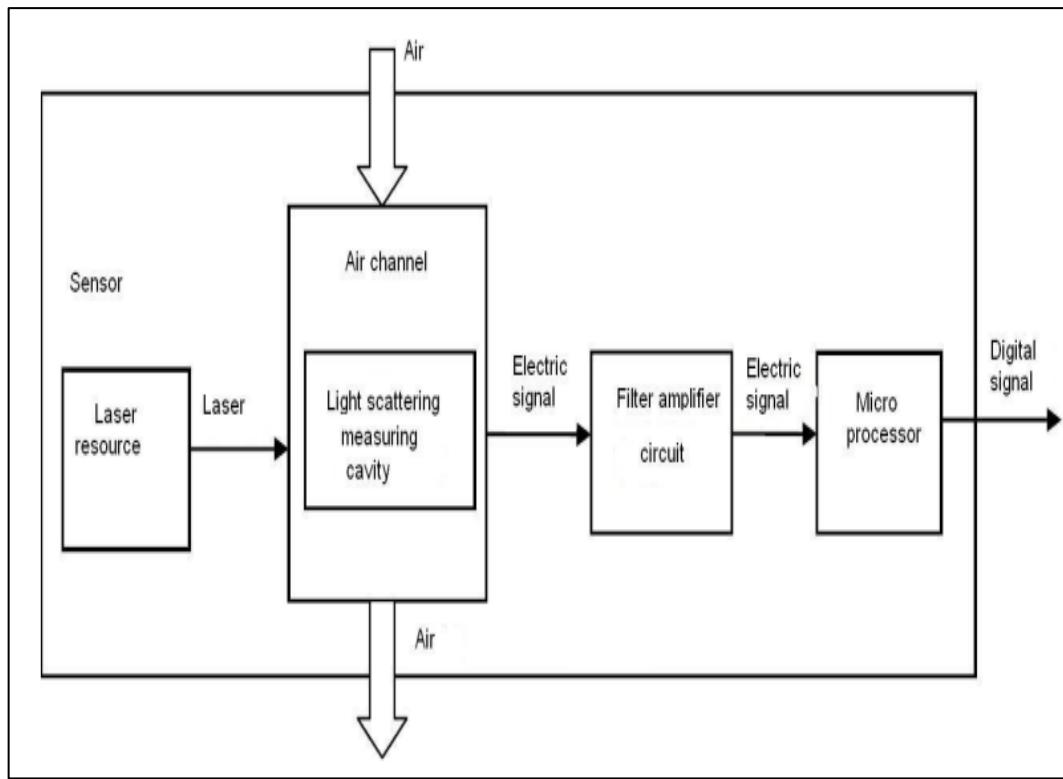
Hình 2.7: Cảm biến nồng độ bụi PMS7003 [17]

Tác dụng của cảm biến là đo số lượng hạt bụi mịn đang tồn tại trong không khí và xuất ra dưới dạng tín hiệu số. Cảm biến này được ứng dụng vào các hệ thống đo nồng độ hạt bụi trong không khí hoặc các thiết bị giám sát và cải thiện môi trường sống nhằm cung cấp các dữ liệu chính xác về nồng độ bụi [17].

Bảng 2.1: Bảng thông số kỹ thuật cảm biến PMS7003 [17]

Nguồn cung cấp (V)	4.5 ~ 5.5
Dòng (A)	Hoạt động: ≤ 100m Dòng duy trì (tắt/tạm dừng): ≤ 200μ
Dải đo (μm)	0.3 ~ 1.0; 1.0 ~ 2.5; 2.5 ~ 10.0
Điều kiện hoạt động	-10°C ~ 60°C 0%RH ~ 99%RH
Khoảng đo hiệu quả (điều kiện tiêu chuẩn PM2.5) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0 ~ 500

Nguyên lý hoạt động của cảm biến PMS7003:



Hình 2.8: Nguyên lý hoạt động của cảm biến PMS7003 [17]

Nguyên lý hoạt động của cảm biến: Cảm biến này hoạt động dựa trên nguyên lý về tán xạ laser – tạo ra sự tán xạ laser bằng cách chiếu tia laser vào vùng không khí được lấy mẫu để phát hiện ra các hạt lơ lửng trong không khí, thu được sự thay đổi của đường cong ánh sáng tán xạ theo thời gian. Bộ vi xử lý của cảm biến sẽ tính toán được đường kính hạt bụi và số lượng hạt bụi đó trong không khí trong một đơn vị thể tích được chọn dựa theo công thức của lý thuyết MIE [17].

2.3.3. Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm SHT31

Cảm biến SHT31 là một cảm biến thuộc dòng cảm biến SHT3x – DIS có chức năng đo nhiệt độ và độ ẩm, nó được xây dựng trên nền tảng cảm biến CMOSens đời mới.



SHT31 I2C Interface



SHT31 Sensor

Hình 2.9: Cảm biến SHT31 [18]

So với các sản phẩm thế hệ trước, các dòng cảm biến này có độ tin cậy và chính xác rất cao. Các chức năng của dòng cảm biến bao gồm xử lý tín hiệu nâng cao, sử dụng 2 địa chỉ I2C riêng biệt và có thể tùy chỉnh tốc độ giao tiếp lên tới 1MHz [19].

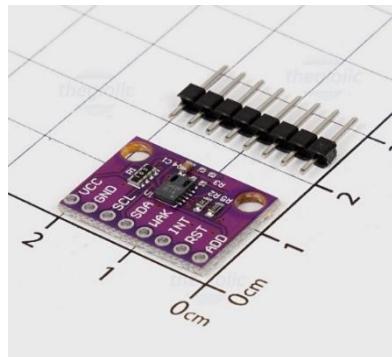
Bảng 2.2: Thông số kỹ thuật SHT31 [19]

Điện áp hoạt động (V)	2.15 ~ 5.5
Dòng hoạt động (μ A)	1500 (Khi đo)
Khoảng nhiệt độ và sai số ($^{\circ}$ C)	- 40 đến 125 Sai số: ± 0.2 (0 ~ 90)
Khoảng độ ẩm và sai số (%RH)	0 ~ 100 Sai số: ± 2

Nguyên lý hoạt động: Dòng cảm biến SHT31 hỗ trợ giao thức I2C tốc độ cao (tần số lên tới 1MHz) và vi điều khiển sẽ gửi các lệnh để giao tiếp với cảm biến. Các lệnh được vi điều khiển gửi tới cảm biến phải cách nhau tối thiểu 1ms trước khi có thể gửi lệnh khác [19].

2.3.4. Cảm biến khí CO2 CCS811

Cảm biến CCS811, một cảm biến khí kỹ thuật số tiêu thụ điện năng cực thấp, cảm biến được tích hợp cảm biến khí Metal Oxide (MOX) để phát hiện CO₂, các loại hợp chất hữu cơ bay hơi (VOCs). Cảm biến được ứng dụng vào việc giám sát chất lượng không khí trong nhà, ngoài trời [20].



Hình 2.10: Cảm biến CCS811 [21]

CCS811 bao gồm 1 vi điều khiển, bộ chuyển Analog sang Digital và giao tiếp I2C. Ưu điểm của cảm biến bao gồm thời gian một chu kỳ đo rất nhanh, độ tin cậy cao và giảm mức tiêu thụ năng lượng [20].

Nguyên lý hoạt động: Cảm biến nhận được lệnh đọc giá trị cảm biến từ vi điều khiển sau đó gửi dữ liệu trả lời [20].

CCS811 có 5 chế độ hoạt động [20]:

- Mode 0: Chế độ rảnh, tiêu thụ thấp.
- Mode 1: Chế độ nguồn không đổi, đo IAQ mỗi giây.
- Mode 2: Chế độ xung làm nóng đo IAQ mỗi 10 giây.
- Mode 3: Chế độ xung mức công suất thấp đo IAQ mỗi 60 giây.
- Mode 4: Chế độ nguồn không đổi, cảm biến đo mỗi 250 ms.

2.3.5. Module LORA E32 – 433T20D

Module LoRa E32-433TX0D là module truyền thông không dây dùng UART để giao tiếp với vi điều khiển, module được xây dựng dựa trên IC RF SX1278 của SEMTECH. Module có nhiều chế độ truyền, hoạt động trong vùng băng thông 410MHz ~ 441MHz (mặc định là 433MHz) [22] [23].



Hình 2.11: Module LORA E32 – 433T20D

Đặc trưng của SX1278: Khoảng cách giao tiếp xa, có lợi thế về mật độ công suất tập trung, độ bảo mật cao, dữ liệu khi truyền đi sẽ được truyền trong không khí có tính ngẫu nhiên, dữ liệu mã hóa và nén lại nên việc chặn truyền là khá khó và vô nghĩa giúp tăng tính an toàn và tin cậy khi truyền dữ liệu [22] [23].

Vì những ưu điểm trên mà LoRa có thể ứng dụng vào những dự án liên quan đến giám sát và đo dữ liệu từ xa, nhà thông minh, vườn cây thông minh, quản lý nhà máy, Nhóm quyết định chọn module LoRa E32 – 433T20D làm module giao tiếp LoRa của nhóm.

Nguyên lý hoạt động: LoRa sẽ xác định trạng thái hoạt động của nó thông qua hai chân M0 và M1, bao gồm 4 trạng thái Normal, Wakeup, Power Saving, Sleep. Nếu LoRa ở Normal và Wakeup thì sẽ có đầy đủ các chức năng truyền và nhận, POWER SAVING LoRa chỉ cho phép nhận, SLEEP tắt hết các chức năng. Trong chế độ truyền nhận có 2 loại truyền nhận là transmission (cùng băng thông) và fixed (có thể khác băng thông). Lệnh truyền sẽ được gửi từ vi điều khiển và dữ liệu nhận được sẽ gửi lại vi điều khiển thông qua UART [22] [23].

Bảng 2.3: Thông số kỹ thuật Module LoRa E32 433T20D [22] [23]

Nguồn cung cấp	2.3V ~ 5.5V
Dòng tiêu thụ	106 mA (Khi truyền) 15 mA (Khi nhận) 4 µA (Khi tắt)
Điện áp giao tiếp	3.3V
Băng thông	410MHz ~ 441MHz
UART	- UART Parity bit - TTL UART baud rate (bps) từ 1200 đến 115200- - Air data rate (bps): 0.3K, 1.2K, 2.4K, 4.8K, 9.6K, 19.2K.
Dung lượng bộ nhớ đệm (buffer)	512 bytes
Điều kiện hoạt động	-40 ~ 85 (°C) 10 ~ 90 (%RH)
Khoảng cách truyền tối đa	3000m
Độ nhạy	-144 ~ -147 (dBm)
Công suất	20dBm (100mW)

2.3.6. Cảm biến ánh sáng BH1750FVI

Cảm biến ánh sáng BH1750FVI là một dòng cảm biến ánh sáng kỹ thuật số sử dụng giao tiếp I2C.



Hình 2.12: Cảm biến BH1750FVI [24]

Cảm biến này rất phù hợp cho việc để lấy dữ liệu ánh sáng xung quanh như trong nhà, nhà máy, nhà kho, ... từ các dữ liệu thu được có thể dùng để điều chỉnh lại độ sáng của đèn xung quanh nhằm đưa giá trị ánh sáng về với giá trị yêu cầu. BH1750FVI có đặc điểm sau: dải đo rộng và độ phân giải cao (1 – 65535 lux), bộ chuyển đổi sang tín hiệu số, hỗ trợ nhiều chế độ đo và 2 địa chỉ I2C slave khác nhau, tiêu thụ nguồn điện thấp với chức năng POWER DOWN, độ sai số khi đo nhỏ, có chức năng loại bỏ nhiễu sáng 50Hz/60Hz, độ nhạy quang phổ xấp xỉ mắt người [25].

Nguyên lý hoạt động: Cảm biến sẽ đo và gửi giá trị cho vi điều khiển thông qua các lệnh mà cảm biến nhận được, khi được cấp nguồn cảm biến sẽ vào trạng thái POWER DOWN (trạng thái không kích hoạt) sau 1 khoảng thời gian ngắn sẽ chuyển sang trạng thái POWER ON (trạng thái chờ lệnh hoạt động) hoặc sẽ bỏ qua trạng thái POWER ON trực tiếp thực hiện lệnh nếu có lệnh gửi đến. Sau khi thực hiện lệnh cảm biến sẽ quay trở lại trạng thái POWER DOWN để tiết kiệm năng lượng. Lệnh đo gồm có 2 loại: đo 1 lần hoặc đo liên tục, mỗi lệnh đo có 3 chế độ: Low Resolution (4 lux độ chính xác – 16ms), High Resolution (1 lux độ chính xác – 120ms), High Resolution 2 (0.5 lux độ chính xác – 120ms) [25].

2.3.7. Cảm biến khí dễ cháy MP-4

Cảm biến MP-4 là một loại cảm biến được dùng để nhận diện khí dễ cháy, cấu tạo cảm biến bao gồm bộ phận gia nhiệt và vật liệu bán dẫn oxit kim loại được phủ trên một tấm Al₂O₃ siêu nhỏ. Điện cực của cảm biến được đặt bên ngoài và bảo vệ bởi một nắp kim loại. Nguyên lý hoạt động của cảm biến là khi tiếp xúc với mục tiêu khí dễ cháy, độ dẫn điện của cảm biến sẽ tăng lên theo

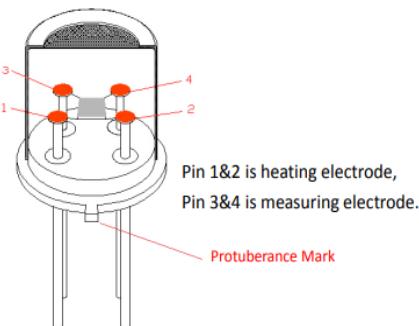
nồng độ khí tăng và giá trị điện áp này có thể đo bằng máy đo hoặc vi điều khiển để xác định giá trị nồng độ khí của mục tiêu [26].

Một số ưu điểm của cảm biến: Tiêu thụ thấp, kích thước nhỏ, phản hồi thấp, độ nhạy cao, khả năng chịu đựng và vòng đời cao [26].

Bảng 2.4: Thông số kỹ thuật cảm biến MP-4 gas sensor [26]

Nguồn điện áp cung cấp (V)	- $V_c \leq 24V$ - $V_H = 5V \pm 0.1V$ DC hoặc AC
Điều kiện hoạt động	$20^{\circ}C \pm 0.2^{\circ}C$; $55\% \pm 5\%$ RH
Dải đo (ppm)	300 – 10000ppm
Loại khí đo được	CH4, Natural Gas

Thiết kế và sơ đồ chân cảm biến MP-4:

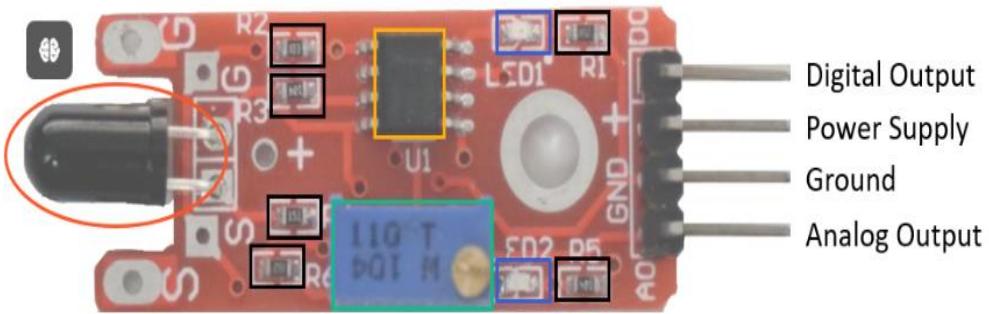


Hình 2.13: Sơ đồ chân cảm biến MP-4 gas sensor [26]

Hình 2.13 là sơ đồ chân MP-4: Chân 1 và 2 nối với mạch gia nhiệt, Chân 3 và 4 nối với mạch đo dữ liệu.

2.3.8. Cảm biến lửa KY-026

Cảm biến lửa KY – 026 được sử dụng để phát hiện sự có mặt của một đám cháy hay một vật gì đó phát ra nhiệt độ cao. Các cảm biến này sẽ được ứng dụng trong các hệ thống giám sát, quản lý hoặc báo cháy nhằm giảm các nguy cơ và thiệt hại của cháy nổ. Nguyên lý hoạt động: Cảm biến lửa hoạt động như một bộ so sánh, nếu phát hiện lửa đầu ra sẽ ở mức thấp và ngược lại, nếu muốn tăng độ nhạy có thể điều chỉnh biến áp trên mạch [27].



Potentiometer | LEDs | Resistors | LM393 dual comparator | YG1006 Infrared Diode

Hình 2.14: Thiết kế và sơ đồ chân cảm biến KY-026 [27]

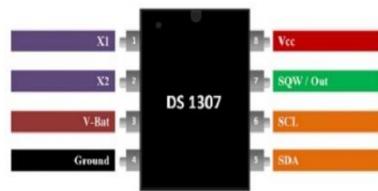
Cấu trúc của module KY – 026 bao gồm: diode hồng ngoại YG1006, LM393, photo transistor NPN silicon, biến trở, các con trở với các nhiệm vụ khác nhau và một led báo hiệu có cháy hoặc không [27].

Bảng 2.5: Thông số kỹ thuật cảm biến KY-026 [27]

Nguồn cung cấp	3.3V ~ 5V
Độ nhạy bức xạ hồng ngoại	0.76μm ~ 1.1μm
Bước sóng đỉnh	0.94μm
Góc phát hiện	0° ~ 60°

2.3.9. Thời gian thực DS1307

Đồng hồ/Lịch thời gian thực DS1307 là một IC công suất thấp, sử dụng hệ mã nhị phân mã hóa đầy đủ (BCD).



Hình 2.15: Module thời gian thực DS1307 [28]

Trong nó còn được tích hợp một SRAM có dung lượng 56 byte để lưu trữ dữ liệu. Việc truyền dữ liệu, địa chỉ, nhận lệnh thông qua 2 dây 2 chiều I2C [29].

Đồng hồ cung cấp cho người dùng đầy đủ các thông tin về thời gian bao gồm: giờ, phút, giây, ngày, tháng, năm, thứ và cả năm nhuận. Đồng hồ có thể hoạt động chế độ 24h hoặc 12h tùy theo yêu cầu người dùng [29].

Trên DS1307 còn được tích hợp mạch cảm biến nguồn để phát hiện bị ngắt nguồn sẽ chuyển sang dùng pin dự phòng để thời gian được đếm một cách chính xác. Trong chế độ dùng pin dự phòng DS1307 sẽ tiêu thụ dòng rất ít ($<500\text{nA}$) [29].

Từ những lý do trên nhóm quyết định sử dụng DS1307 để làm module thời gian thực để cập nhật dữ liệu hoặc lệnh theo thời gian thực cho hệ thống của nhóm [29].

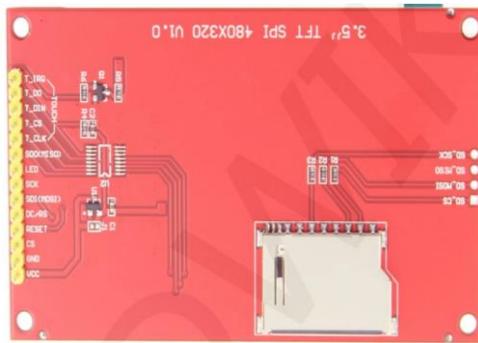
Nguyên lý hoạt động: DS1307 hoạt động như là một thiết bị phụ trên bus nối tiếp. Việc truy cập sẽ bắt đầu khi có điều kiện START, mã nhận dạng thiết bị và địa chỉ thanh ghi sẽ được cung cấp. Việc truy cập các thanh ghi tiếp theo sẽ diễn ra tuần tự cho đến khi có điều kiện dừng (STOP). Khi điện áp giảm xuống $1.25V_{BAT}$, thiết bị sẽ kết thúc việc truy cập, đặt lại bộ đếm thiết bị, không nhận dạng đầu vào thiết bị. Khi điện áp giảm xuống dưới V_{BAT} sẽ chuyển sang hoạt động sao lưu dự phòng bằng PIN. Khi $VCC > V_{BAT} + 0.2V$, DS1307 chuyển từ dùng PIN sang dùng VCC và nhận dạng lại đầu vào khi $VCC > 1.25V_{BAT}$ [29].

Bảng 2.6: Thông số kỹ thuật DS1307 [29]

Điện áp cung cấp (V)	3.3 ~ 5
Điều kiện hoạt động ($^{\circ}\text{C}$)	0 ~ 70 (thương mại) -40 ~ 85 (công nghiệp)
Dòng cung cấp (A)	1.5m (chế độ khởi động) $200\mu\text{A}$ (chế độ chờ)
Điện áp Pin (V)	2.0 ~ 3.5
Dòng của Pin (nA)	300 ~ 500 (SQW/OUT OFF) 480 ~ 800 (SQW/OUT ON)

2.3.10. Màn hình TFT LCD 3.5 inch (ILI9488)

Màn hình TFT LCD 3.5inch là thiết bị màn hình sử dụng giao tiếp SPI với IC driver là ILI9488, độ phân giải 320x480 có khả năng cảm ứng bằng cảm ứng điện dung. Một số đặc trưng của màn hình LCD: hỗ trợ 16bit màu (65K màu), sử dụng SPI nên ít chân hơn các màn hình cùng loại, hỗ trợ thẻ nhớ, ... [30]



Hình 2.16: Thiết kế màn hình TFT LCD 3.5 inch [30]

Màn hình có thể được ứng dụng vào các sản phẩm quản lý, giám sát nhằm quan sát dễ dàng trực quan các dữ liệu được quản lý so với việc sử dụng các màn hình LCD, Oled có kích thước nhỏ hơn khiến dữ liệu khó có thể quan sát một cách trực quan cũng như cảm ứng cũng là một ưu điểm cho màn hình này giúp phần cứng không phải thiết kế thêm các nút nhấn nhằm mục đích điều khiển mà có thể thực hiện trực tiếp thông qua cảm ứng trên màn hình [30].

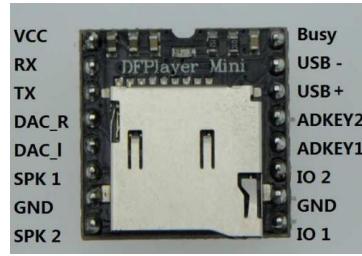
Bảng 2.7: Thông số kỹ thuật màn hình TFT LCD 3.5 inch [30]

Điện áp cung cấp (V)	3.3V/5V
Điều kiện hoạt động (°C)	-20 ~ 70
Dòng cung cấp (mA)	90

2.3.11. Module phát âm thanh MP3

DFPlayer Mini là một module phát âm thanh MP3 giao tiếp thông qua UART, cung cấp các giải pháp tương thích hoàn hảo cho các tệp tin dạng MP3, WAV. Module này hỗ trợ rất tốt trong việc đọc thẻ nhớ TF, FAT16, FAT32; nhiều loại tần số lấy mẫu khác nhau, dữ liệu chia theo thư mục và hỗ trợ lên tới 100 thư mục mỗi thư mục 1000 tệp tin âm thanh. Module cũng có đầy đủ các chức năng

cơ bản để thao tác với các tệp tin âm thanh như phát, tạm dừng, chuyển, lặp, điều chỉnh âm thanh, ... [31]



Hình 2.17: Thiết kế và sơ đồ chân module MP3-TF-16P [31]

Từ sự tiện dụng và đa dụng trên module có thể ứng dụng cho nhiều sản phẩm khác nhau yêu cầu cần có âm thanh như loa phát nhạc, hệ thống cảnh báo, hệ thống thông báo, báo cháy, phù hợp cho phần phát âm thanh cảnh báo của hệ thống [31].

Nguyên lý hoạt động của mạch là nhận lệnh điều khiển của vi điều khiển thông qua UART hoặc qua các chức năng nút nhấn để thực hiện việc phát hay bật tắt bài hát [31].

Bảng 2.8: Thông số kỹ thuật module MP3-TF-16P [31]

Nguồn cung cấp (V)	3.2 ~ 5.0
Dòng cung cấp (mA)	20
Điều kiện hoạt động	-40°C ~ 70°C; 5%RH ~ 95%RH
Baudrate hoạt động UART	9600 (có thể thay đổi)

2.3.12. Relay 5V

Relay (hay còn có tên khác là rơ le), được sử dụng như là một công tắc điện tử dùng để bật tắt một dòng (một áp) lớn hơn dòng đang vận hành, có thể hiểu là relay có tác dụng chuyển mạch cho một dòng lớn hơn dòng đang vận hành [32] [33].

Ngoài chức năng như một công tắc điện tử, relay còn có nhiều chức năng khác như bảo vệ mạch điện (tự động đóng ngắt khi xảy ra tình trạng quá tải hoặc

nguy hiểm giúp bảo vệ các thiết bị điện), chia tín hiệu, kiểm soát hệ thống, tự động hóa, điều khiển thông qua các tín hiệu từ xa [32] [33].

Nguyên lý hoạt động: Có thể hiểu relay bản chất là một nam châm điện, khi dòng điện công suất nhỏ chạy qua mạch điện thứ nhất bên trong relay, sẽ tạo ra một từ trường, từ trường này sẽ hút tiếp điểm để kích hoạt mạch thứ hai cho phép dòng điện lớn hơn đi qua để thiết bị kết nối. Còn khi không có dòng điện, không có từ trường, lò xo gắn bên trong sẽ kéo tiếp điểm về chỗ cũ và không có phép dòng điện đi qua, tương ứng với việc relay bị ngắt [32] [33].

Có 2 loại relay được sử dụng là relay kích hoạt mức cao và relay kích hoạt mức thấp.

Bảng 2.9: Thông số kỹ thuật Relay 5V [32]

Nguồn cung cấp (V)	5VDC
Nguồn/Dòng chuyển mạch tối đa	250VAC/10A
Công suất tiêu hao	0.36W
Dòng tiêu hao	71.4 mA
Thời gian hoạt động	$\leq 10\text{ms}$

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ HỆ THỐNG

3.1. YÊU CẦU ĐỐI VỚI HỆ THỐNG

3.1.1. Yêu cầu tính năng sản phẩm

Đáp ứng được các yêu cầu cơ bản về việc giám sát, phương án ứng phó và cảnh báo đối với các nguy cơ và nguy hiểm đối với người lao động trong nhà máy:

- Thiết bị cảm biến (Giám sát): Dựa theo các quy chuẩn của nhà nước và bộ y tế về các quy chuẩn an toàn đối với sức khỏe con người để đặt hạn mức an toàn tối thiểu cho hệ thống giám sát nếu vượt qua các hạn mức này tùy theo mức độ nặng nhẹ sẽ có các phương án xử lý khác nhau:
 - Giám sát nồng độ hạt bụi mịn, sợi vải, ... trong không khí.
 - Giám sát chất lượng không khí.
 - Giám sát về các hiện tượng cháy nổ.
 - Giám sát nhiệt độ trong nhà máy.
 - Giám sát ánh sáng.
- Thiết bị điều khiển (điều khiển, phương án ứng phó, cảnh báo): Thiết bị điều khiển các thiết bị điện theo lệnh của bộ xử lý trung tâm và phòng giám sát, dựa vào chương trình được thiết lập sẵn để đưa ra các phương án ứng phó một cách tự động tùy thuộc vào mức độ nặng nhẹ của tình trạng đang xảy ra cũng như đưa ra các cảnh báo dành cho người lao động và các nhà quản lý để nhanh chóng giải quyết vấn đề hoặc thực hiện các lệnh bật tắt các thiết bị cần thiết.
- Truyền nhận dữ liệu giữa các thiết bị cảm biến và thiết bị điều khiển với bộ xử lý trung tâm bằng LoRa.
- Thiết bị xử lý trung tâm: Dùng để truyền nhận dữ liệu giữa thiết bị cảm biến và với Server (truyền nhận dữ liệu Server bằng WiFi), điều khiển thiết bị ở thiết bị điều khiển, có giao diện người dùng trực quan (TFT LCD – LVGL) để hiển thị dữ liệu cảm biến, điều khiển.

3.1.2. Yêu cầu kỹ thuật

3.1.2.1. Chức năng

Thu thập thông tin, dữ liệu về các cảm biến giám sát an toàn: nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ bụi, khí CO₂, ánh sáng.

Điều khiển, giám sát hoạt động của các thiết bị.

Hiển thị thông tin, dữ liệu và tình trạng hoạt động thiết bị.

Xử lý thông tin, dữ liệu.

Truyền dẫn lệnh, thông tin và dữ liệu giữa các thiết bị với Web Server.

3.1.2.2. Đặc tính

Hệ thống sử dụng nguồn 5VDC/12VDC thông qua adapter.

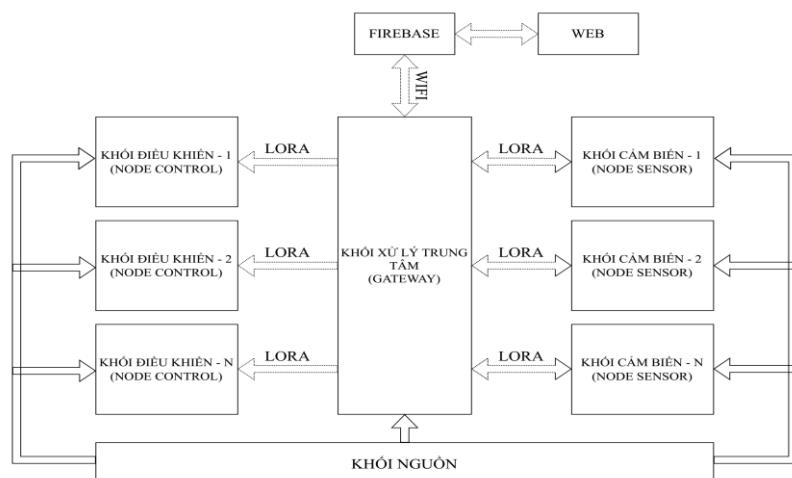
Hệ thống có độ trễ thấp.

Sai số hoạt động $\pm 10\%$.

3.2. ĐẶC TẢ KIẾN TRÚC HỆ THỐNG

3.2.1. Sơ đồ khái toàn bộ hệ thống

Hệ thống bao gồm nhiều thiết bị cảm biến và thiết bị điều khiển giao tiếp với bộ xử lý trung tâm nhưng có thể xem xét toàn bộ hệ thống bao gồm 4 khối chính.



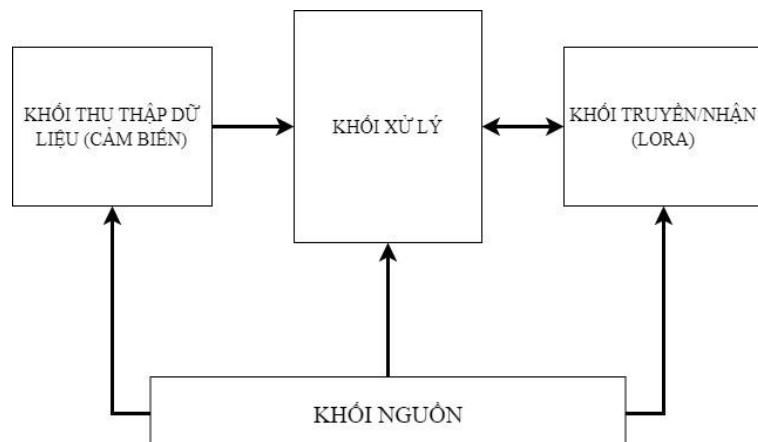
Hình 3.1: Sơ đồ khái toàn bộ hệ thống

Mỗi khối có thiết kế riêng và chức năng khác nhau, toàn bộ 4 khối này liên kết với nhau sẽ tạo thành một hệ thống hoàn chỉnh:

- Thiết bị cảm biến: Là một thiết bị sử dụng các cảm biến được kết nối để thu thập dữ liệu về các thông số được yêu cầu, gửi về bộ xử lý trung tâm thông qua LoRa.
- Thiết bị điều khiển: Là một thiết bị nhận lệnh điều khiển các thiết bị điện, cảnh báo tại một khu vực nhất định từ bộ xử lý trung tâm hoặc từ trên Server thông qua bộ xử lý trung tâm.
- Bộ xử lý trung tâm (GATEWAY): có chức năng thu thập các dữ liệu của các thiết bị cảm biến thông qua LoRa, xử lý các dữ liệu sau đó truyền dữ liệu đến Server và hiển thị ra màn hình quản lý. Ngoài ra còn đảm nhiệm vai trò điều khiển các thiết bị (bật/tắt, hẹn giờ), cảnh báo, cầu nối truyền các lệnh điều khiển giữa Server, thiết bị điều khiển, thiết bị cảm biến.
- Khối nguồn: Có chức năng cung cấp và duy trì năng lượng cho các thiết bị cảm biến, bộ xử lý trung tâm và thiết bị điều khiển. Vì mỗi thiết bị là một hệ thống nhỏ riêng biệt nên yêu cầu về nguồn cũng sẽ khác nhau nên khối nguồn cho mỗi thiết bị sẽ độc lập với nhau.

3.2.2. Thiết bị cảm biến

Thiết bị cảm biến có chức năng chung là kết nối với các cảm biến để thu thập dữ liệu sau đó truyền về bộ xử lý trung tâm (GATEWAY).



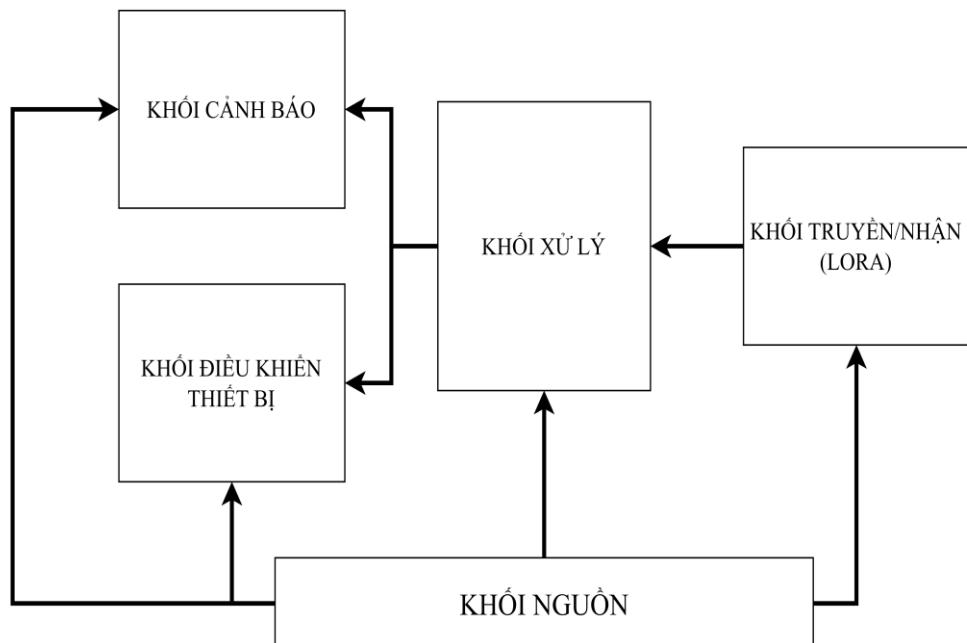
Hình 3.2: Sơ đồ khái niệm thiết bị cảm biến

Thiết bị cảm biến cũng là một hệ thống nhỏ, riêng biệt và có bốn khối chính sau đây:

- Khối thu thập dữ liệu (Cảm biến): Bao gồm các cảm biến được kết nối với khối xử lý thông qua các chân (GPIO) hoặc các chuẩn giao tiếp (Uart, I2C). Mục đích: thu thập dữ liệu cảm biến.
- Khối xử lý: Một vi điều khiển có chức năng điều hành việc thu thập dữ liệu cảm biến, xử lý dữ liệu cảm biến, truyền hoặc nhận dữ liệu/lệnh bằng LoRa.
- Khối truyền nhận (LoRa): có chức năng chính là truyền dữ liệu thông qua LoRa nhận từ vi điều khiển hoặc truyền dữ liệu nhận được thông qua LoRa cho vi điều khiển.
- Khối nguồn: Cung cấp nguồn cho vi điều khiển, các cảm biến và LoRa hoạt động.

3.2.3. Thiết bị điều khiển

Thiết bị điều khiển, một thiết bị có chức năng điều khiển các thiết bị điện theo yêu cầu của người dùng.



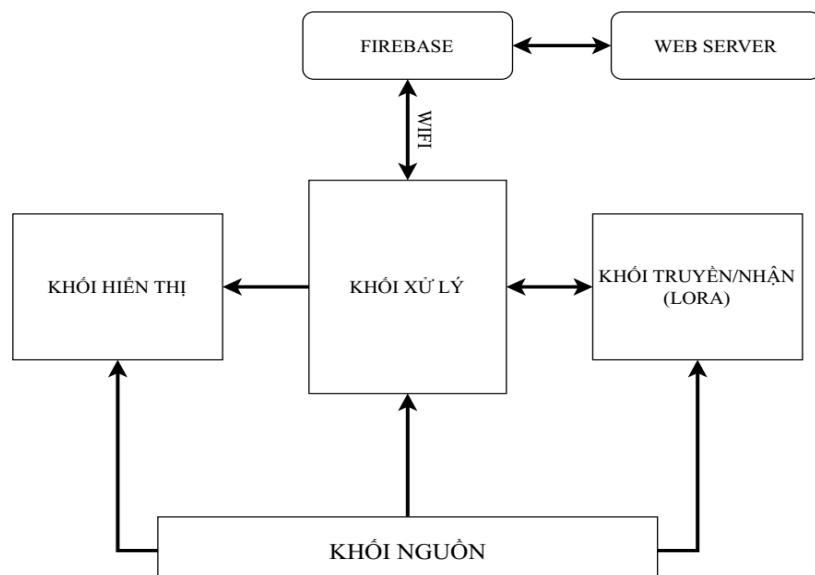
Hình 3.3: Sơ đồ khái niệm thiết bị điều khiển

Thiết bị này cũng là một hệ thống riêng biệt bao gồm các khối nhỏ sau đây:

- Khối điều khiển thiết bị: Là các relay – có chức năng như một công tắc điện sẽ bật hoặc tắt các thiết bị theo lệnh của vi điều khiển.
- Khối cảnh báo: Sẽ thực hiện cảnh báo bằng âm thanh theo lệnh của vi điều khiển.
- Khối xử lý: Một vi điều khiển có chức năng điều khiển thiết bị điều khiển và khói cảnh báo, truyền hoặc nhận dữ liệu/lệnh bằng LoRa.
- Khối truyền nhận (LoRa): có chức năng chính là truyền dữ liệu thông qua LoRa nhận từ vi điều khiển hoặc truyền dữ liệu nhận được thông qua LoRa cho vi điều khiển.
- Khối nguồn: Cung cấp nguồn cho vi điều khiển, module phát âm thanh và LoRa hoạt động.

3.2.4. Bộ xử lý trung tâm

Bộ xử lý trung tâm: Là một thiết bị quản lý cũng như là một cầu nối kết nối các thiết bị cảm biến, điều khiển trong nhà máy với hệ thống quản lý bên ngoài từ xa, các chức năng có bao gồm thu thập và xử lý dữ liệu của các thiết bị cảm biến, quản lý và điều khiển các thiết bị bằng thiết bị điều khiển, cảnh báo.



Hình 3.4: Sơ đồ khái niệm bộ xử lý trung tâm

Thiết bị cũng bao gồm các khối chính sau đây:

- Khối hiển thị: là một màn hình có chức năng hiển thị dữ liệu của các cảm biến để người quản lý tại nhà máy có thể giám sát tại chỗ, điều khiển các thiết bị thông qua chức năng điều khiển trên màn hình.
- Khối xử lý: Một vi điều khiển có chức năng thu nhận xử lý dữ liệu, giao tiếp với Web Server, gửi lệnh điều khiển cũng như xử lý một số chức năng khác.
- Khối truyền nhận (LoRa): có chức năng chính là truyền dữ liệu thông qua LoRa nhận từ vi điều khiển hoặc truyền dữ liệu nhận được thông qua LoRa cho vi điều khiển.
- Web Server: Bộ xử lý sẽ kết nối với Web Server thông qua WiFi bằng nền tảng Google Firebase.
- Khối nguồn: Cung cấp và duy trì nguồn cho vi điều khiển, màn hình và LoRa hoạt động.

3.3. THIẾT KẾ PHẦN CỨNG

Sau khi thực hiện việc tìm hiểu, nghiên cứu, dựa vào những chức năng, yêu cầu về cả chức năng lẫn kỹ thuật và sơ đồ khối của toàn bộ hệ thống nói chung và sơ đồ khối cho từng khối nói riêng (mỗi khối trong sơ đồ khối tổng là một thiết bị riêng) thì nhóm thực hiện đã thực hiện việc lựa chọn vi điều khiển, các module, cảm biến để phù hợp với những điều đã được nêu ra. Phần thiết kế phần cứng sau đây sẽ phân tích chi tiết và lựa chọn các linh kiện phù hợp cho từng khối.

3.3.1. Vi điều khiển

Trong quá trình tìm hiểu, nghiên cứu nhóm thực hiện đã tìm hiểu về nhiều loại vi điều khiển khác nhau như các dòng vi điều khiển của MicroChip (PIC16F887, PIC18F458), ATMEL (ATmega128, ATmega328), Espressif Systems (ESP8266, ESP32) để đáp ứng được các yêu cầu được đề ra cho hệ thống như dễ sử dụng, tối ưu các kết nối để có thể tiếp nhận được dữ liệu từ nhiều các cảm biến khác nhau, chia đa luồng để xử lý các tác vụ - các tác vụ bao gồm xử lý dữ liệu được gửi đến để hiển thị lên các màn hình hiển thị, điều khiển các khối chấp hành, lưu trữ các dữ liệu đã được xử lý, ... Ngoài ra vi điều khiển phải kết nối WiFi để tiếp dẫn các dữ liệu được nhận từ cảm biến để chuyển tiếp

lên Web Server quản lý hoặc nhận tín hiệu điều khiển, điều chỉnh từ Server gửi xuống.

Từ các yêu cầu nói trên thông số một số dòng vi điều khiển của Microchip nói trên khó có thể đáp ứng được lượng yêu cầu công việc được đề ra, các dòng vi điều khiển ATMEL tuy là dễ sử dụng, đáp ứng được một phần lượng công việc và dễ sử dụng do có cộng đồng người dùng lớn được hỗ trợ nhiều tuy nhiên nhược điểm là không thể trực tiếp kết nối WiFi và Bluetooth cũng như để đáp ứng đầy đủ lượng công việc vừa xử lý vừa lưu trữ thì không phù hợp. Trong khi đó các dòng vi điều khiển của Espressif Systems vừa đáp ứng được các yêu cầu về công việc nói trên vừa có thể kết nối trực tiếp với WiFi và Bluetooth (giảm giá thành sản phẩm nếu sản xuất quy mô lớn), sau khi xem xét hai dòng vi điều khiển nói trên, nhóm thực hiện cảm thấy ESP32 sẽ phù hợp nhất với các yêu cầu được đề ra và dòng vi điều khiển này có thể lập trình và thiết lập thông qua trình biên dịch Arduino IDE phù hợp với yêu cầu dễ sử dụng và lập trình. Từ những lý do trên nhóm quyết định chọn vi điều khiển ESP32 để sử dụng làm vi điều khiển chính cho hệ thống của nhóm.

Trong hệ thống của nhóm có hai dòng vi điều khiển ESP32 được sử dụng là ESP32 – WROOM – 32 (bản thường) và ESP32 – S3 – WROOM – 1. ESP32 – WROOM – 32 được sử dụng cho thiết bị cảm biến và thiết bị điều khiển. ESP32 – S3 – WROOM – 1 thì được sử dụng cho bộ xử lý trung tâm, vì dòng vi điều khiển này có nhiều điểm tối ưu hơn dòng ESP32 thường có khả năng xử lý nhiều tác vụ hơn bao gồm xử lý tác vụ của màn hình (nhiều sự kiện và hiển thị dữ liệu), kết nối với WiFi, tiếp nhận dữ liệu từ nhiều thiết bị cảm biến, điều khiển các thiết bị điều khiển.

Bảng 3.1: Thông số ESP32-WROOM-32 và ESP32-S3-WROOM-1 [15] [16]

	ESP32 – WROOM – 32	ESP32-S3-WROOM-1
Nguồn (V_{cc0})	3.0V ~ 3.6V	3.0V ~ 3.6V
Dòng (I_o)	Hoạt động: 80mA (trung bình)	Hoạt động: 80mA (trung bình)

	Cung cấp bởi nguồn: 500mA	Cung cấp bởi nguồn: 500mA
Core	Xtensa dual – core 32-bit LX6	Xtensa dual – core 32-bit LX7
Tần số	80MHz ~ 240MHz	80MHz ~ 240MHz
Flash (byte)	4M	16MB
SRAM (byte)	<ul style="list-style-type: none"> - 520K - 8K RTC FAST & 8K RTC LOW 	<ul style="list-style-type: none"> - 512K - 8K RTC FAST & 8K RTC LOW - PSRAM: 8M
ROM	448K	384K
GPIO	SIO, SD, SPI, UART, I2C, LED, Motor PWM, PWM, IR, I2S, PC (pulse counter), GPIO, cảm biến điện dung, DAC, ADC, TWAI, CAN.	SIO, SD, SPI, UART, I2C, LED, Motor PWM, PWM, IR, I2S, PC (pulse counter), GPIO, cảm biến điện dung, DAC, ADC, TWAI, CAN, kết nối LCD và Camera, GDMA, USB OTG, USB/JTAG.
Crystal	40MHz	40MHz
WiFi	<ul style="list-style-type: none"> - 802.11 b/g/n (tốc độ 802.11n lên tới 150Mbps) – Băng thông 2.4GHz. - Wifi Mode: Station, SoftAP, SoftAP + Station, P2P 	<ul style="list-style-type: none"> - 802.11 b/g/n (tốc độ 802.11n lên tới 150Mbps) – Băng thông 2.4GHz. - Wifi Mode: Station, SoftAP, SoftAP + Station, P2P
Bluetooth	Bluetooth v4.2 BR/EDR Bluetooth LE	Bluetooth v4.2 BR/EDR Bluetooth LE: Bluetooth 5, Bluett

Điều kiện hoạt động	-40°C ~ 85°C	-40°C ~ 85°C
---------------------	--------------	--------------

3.3.2. Thiết bị cảm biến

3.3.2.1. Cảm biến nồng độ bụi trong không khí PMS7003

Cảm biến nồng độ bụi có nhiều loại khác nhau, mỗi loại đều có ưu và nhược điểm riêng, nhóm thực hiện đã tiến hành tìm hiểu một vài loại cảm biến bụi sau đây để tìm ra loại cảm biến thích hợp nhất: PMS7003, SDS011, HPMA115S0. Cảm biến PMS7003 và cảm biến SDS011 dựa trên nguyên lý phân tán tia laser còn HPMA115S0 dựa vào laser. Một vài đặc điểm về dài đo, sai số, tuổi đời và kết quả trả về của các loại cảm biến trên [34]:

Bảng 3.2: So sánh các loại cảm biến nồng độ bụi [34]

	PMS7003	SDS011	HPMA115S0
Dài đo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0 ~ 500 (1000)*	0 ~ 999	0 ~ 100
Sai số	10% & $\pm 10\mu\text{g}/\text{m}^3$	15% & $\pm 10\mu\text{g}/\text{m}^3$	15% & $\pm 10\mu\text{g}/\text{m}^3$
Tuổi đời	8000 giờ	8000 giờ	20000 giờ
Kết quả	PM1, PM2.5, PM10	PM2.5, PM10	PM2.5, PM10
Giá tiền (đồng)	~325000	~ 475000	~475000

Từ bảng so sánh trên, có thể thấy được dòng cảm biến PMS7003 có ưu thế về độ chính xác, tính nhỏ gọn, chắc chắn phù hợp ở những nơi có điều kiện khắc nghiệt chẳng hạn như ở nhà máy, tuổi đời ở mức khá cao và giá thành phù hợp nên sự lựa chọn của nhóm cho cảm biến nồng độ bụi là PMS7003 để phù hợp với việc xây dựng nhiều node cảm biến cho nhà máy.

3.3.2.2. Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm SHT31

Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm có nhiều loại khác nhau, mỗi loại đều có ưu và nhược điểm riêng, nhóm thực hiện đã tiến hành tìm hiểu một vài loại cảm biến nhiệt độ và độ ẩm sau đây để tìm ra loại cảm biến thích hợp nhất: DHT11,

DHT22, SHT31. Sau đây một vài thông số về dải đo dữ liệu, độ chính xác (sai số), độ lặp lại của ba loại cảm biến:

Bảng 3.3: So sánh cảm biến DHT11, DHT22 và SHT31 [35]

	DHT11	DHT22	SHT31
Dải đo độ ẩm (%RH)	20 ~ 80	0 ~ 100	0 ~ 100
Dải đo nhiệt độ	0 ~ 50 (°C)	-40 ~ 80 (°C)	-40 ~ 90 (°C)
Sai số	±5 %RH ±2 °C	±2 %RH ±0.5 °C	±2 %RH ±0.2 °C
Độ lặp lại	±1 %RH ±1 °C	±0.3 %RH ±0.2 °C	±0.1 %RH ±0.06 °C

Từ những thông số trên của các cảm biến, cảm biến SHT31 có dải đo rộng, độ sai số và độ lặp lại nhỏ nhất phù hợp với yêu cầu độ chính xác cao của môi trường công nghiệp. Nhóm quyết định sử dụng cảm biến SHT31 làm cảm biến đo nhiệt độ và độ ẩm của hệ thống.

3.3.2.3. Cảm biến khí CO2 CCS811

Cảm biến khí CO2 là các loại cảm biến được sử dụng để khí CO2 ngoài để đo khí CO2 một số cảm biến còn tích hợp thêm các chức năng đo dữ liệu cảm biến khí TVOC, nhiệt độ. Các cảm biến có thể sẽ có các phương pháp đo khí CO2 khác nhau như hai loại cảm biến được xem xét dưới đây: CCS811 (dùng phản ứng hóa học), MH-Z19B (dùng hồng ngoại).

Bảng 3.4: So sánh cảm biến CCS811 và MH-Z19B

	CCS811 (I2C)	MH-Z19B (UART)
Nguồn cung cấp	1.8 ~ 3.6 (V)	4.5 ~ 5.5 (V)
Dòng cung cấp	30 (mA)	60 (mA)
Tiêu thụ năng lượng	60 (mW)	

Điều kiện hoạt động	-5 ~ 50 (°C) 10 ~ 95 (%RH)	0 ~ 50 (°C)
Dải đo CO2	400 ~ 8192 (ppm)	0 ~ 5000 (ppm) 0 ~ 2000 (ppm)
Phạm vi đo TVOC	0 ~ 1187 ppb	

Từ bảng 3.4 có thể thấy được dải đo CO2 của lớn hơn MH-Z19B và tiêu thụ năng lượng thấp hơn MH-Z19B từ đó nhóm quyết định chọn CCS811 làm cảm biến đo CO2 của hệ thống.

3.3.2.4. Cảm biến ánh sáng BH1750FVI

Khi tìm hiểu về cảm biến ánh sáng nhóm tìm hiểu được nhiều loại cảm biến ánh sáng khác nhau, mỗi cảm biến sẽ có ưu và nhược điểm riêng, phù hợp với từng loại trường hợp và từng môi trường khác nhau. Nhưng nhóm xem xét đề xuất hai loại cảm biến sau:

Bảng 3.5: So sánh cảm biến BH1750 và TSL2561

	BH1750	TSL2561
Điện áp cung cấp (V)	2.4 ~ 3.6	2.7 ~ 3.6
Điều kiện hoạt động (°C)	-40 ~ 85	-30 ~ 80
Dòng cung cấp (μ A)	120 ~ 190	240 ~ 600
Phạm vi đo (lux) + Sai số	1 ~ 65535 ($\pm 20\%$)	0.1 ~ 40000

Từ bảng thông số trên, nhóm nhận thấy cảm biến ánh sáng BH1750FVI có nhiều điểm tốt hơn so với cảm biến TSL2561: dải đo rộng, tiêu thụ năng lượng thấp hơn và hoạt động được trong điều kiện khắc nghiệt hơn. Những điểm trên rất thích hợp với việc ứng dụng trong nhà máy.

3.3.2.5. Cảm biến khí dễ cháy MP-4

Khi lựa chọn cảm biến khí dễ cháy để cảnh báo khi có khí dễ cháy hoặc có khói khi đám cháy xảy ra, nhóm thực hiện đã xem xét hai loại cảm biến là MQ2 của dòng cảm biến MQ và MP4:

Bảng 3.6: So sánh cảm biến MQ – 2 và MP – 4

	MQ – 2	MP – 4
Chất cảm biến khí	SnO ₂	Al ₂ O ₃
Điện áp hoạt động	- V _c ≤ 24V - V _H =5V±0.1V DC hoặc AC	5V
Loại khí phát hiện	LPG, cồn, khí H ₂ , CH ₄ , khói	Khói, CH ₄ , khí gas tự nhiên
Khoảng đo	10 – 5000 ppm	300 – 10000ppm

Từ bảng thông số trên, nhóm nhận thấy cảm biến MP - 4 có nhiều điểm tốt hơn so với cảm biến MQ – 2: dài đo rộng, nhạy cảm với nhiều tác nhân gây cháy hơn so với cảm biến MQ – 2. Nên nhóm sử dụng cảm biến MP – 4 làm cảm biến phát hiện khí dễ cháy cho hệ thống.

3.3.2.6. Thời gian thực DS1307

Dùng cho việc làm một module đồng hồ thời gian thực để hệ thống thực hiện các tác vụ một cách chính xác theo thời gian thực tế. Nhóm tìm hiểu được hai loại module thời gian thực phù hợp từ nhiều loại:

Bảng 3.7: So sánh cảm biến DS1307 và DS3231 [36]

	DS1307	DS3231
Điện áp hoạt động (V)	4.5 ~ 5.5	2.3 ~ 5.5
Dòng hoạt động (mA)	1.5	0.2
Bộ nhớ (bytes)	56	0
Dung lượng pin (ngày)	24	7

Từ bảng thông số trên, nhóm nhận thấy DS1307 sẽ phù hợp với môi trường trong nhà máy hơn so với DS3231 do có bộ nhớ để lưu trữ thời gian thực đang đếm, dung lượng pin lớn hơn để tiếp tục đếm thời gian thực khi xảy ra việc mất nguồn.

3.3.3. Thiết bị điều khiển

Relay 5V:

Trong quá trình thực hiện, khi tìm hiểu về Relay nhóm nhận thấy có thể chia Relay thành 2 loại là có opto và không có opto. Nhóm quyết định chọn Relay có opto vì ưu điểm chính sau là cách ly điện áp giữa hai mạch điện. Mạch relay sẽ dùng một tín hiệu điện thấp điều khiển hoạt động của những thiết bị điện có điện áp cao (220V AC), nếu không có opto có thể xảy ra tình trạng nhiễu của đầu vào và đầu ra điều khiển của relay khiến mạch điều khiển xảy ra tình trạng hư hỏng do nhiễu của nguồn đầu ra rất lớn các mạch của hệ thống sẽ không chịu được.

3.3.4. Bộ xử lý trung tâm

Màn hình TFT LCD 3.5 inch:

Nguyên nhân chính để nhóm thực hiện quyết định sử dụng màn hình TFT LCD 3.5 inch làm màn hình hiển thị của bộ xử lý trung tâm:

- Các màn hình LCD thường và OLED có kích thước quá nhỏ không phù hợp để hiển thị toàn bộ các dữ liệu cảm biến.
- Khi mong muốn xây dựng các chức năng điều khiển trên màn hình này phải sử dụng thêm các nút bấm và bàn phím khiến phần cứng trở nên phức tạp và tiêu thụ năng lượng nhiều hơn.
- Màn hình TFT LCD 3.5 inch có phần mềm hỗ trợ việc lập trình giao diện giúp việc quan sát và điều khiển trở nên dễ dàng hơn.

3.3.5. Khối nguồn

Vì mỗi khối trong hệ thống là một hệ thống riêng biệt nên việc lựa chọn nguồn cho mỗi khối trong hệ thống rất quan trọng:

3.3.5.1. Khối nguồn thiết bị cảm biến

Bảng 3.8: Thông số nguồn thiết bị cảm biến

STT	Tên	Dòng (mA)	Nguồn (V)	Số lượng	Tổng (mA)
1	ESP32-WROOM-32	80	3.3	1	80
2	Cảm biến đo bụi mịn trong môi trường không khí PMS7003	100	4.5 ~ 5.5	1	100
3	Cảm biến đo nhiệt độ và độ ẩm SHT31	1.5	2.5 ~ 5.5	1	1.5
4	Cảm biến đo cường độ ánh sáng BH1750FVI	0.19	2.4 ~ 3.6	1	0.19
5	Cảm biến chất lượng không khí CCS811	30	1.8 ~ 3.6	1	30
6	Cảm biến phát hiện khí dễ cháy MP – 4	51	5	1	51
7	Cảm biến phát hiện lửa KY – 026	15	3.3 ~ 5	1	15
8	LoRa E32-433T20D	106	3.3	1	106
9	Module thời gian thực RTC DS1307	1.5	3.3 ~ 5	1	1.5
10	FT232R USB UART IC	15	4.0 ~ 5.25	1	15
	Tổng				401.19

Dựa vào bảng thông số trên nhóm thực hiện quyết định lựa chọn sử dụng một adapter chuyển đổi điện áp từ 220VAC sang 5VDC có dòng chịu tải 1A là nguồn cho thiết bị cảm biến.

3.3.5.2. Khối nguồn thiết bị điều khiển

Bảng 3.9: Thông số nguồn thiết bị điều khiển

STT	Tên	Dòng (mA)	Nguồn (V)	Số lượng	Tổng (mA)
1	ESP32-WROOM-32	80	3.3	1	80
2	LoRa E32-433T20D	106	3.3	1	106
3	Module thời gian thực RTC DS1307	1.5	3.3 ~ 5	1	1.5
4	Module phát âm thanh MP3 – TF – 16P	20	3.2 ~ 5.0	1	20
5	Relay 5V	71.4	5	4	285.6
	Tổng				493.1

Dựa vào bảng thông số trên nhóm thực hiện quyết định lựa chọn sử dụng một adapter chuyển đổi điện áp từ 220VAC sang 5VDC có dòng chịu tải 1A là nguồn cho thiết bị điều khiển.

3.3.5.3. Khối nguồn bộ xử lý trung tâm

Bảng 3.10: Thông số nguồn bộ xử lý trung tâm

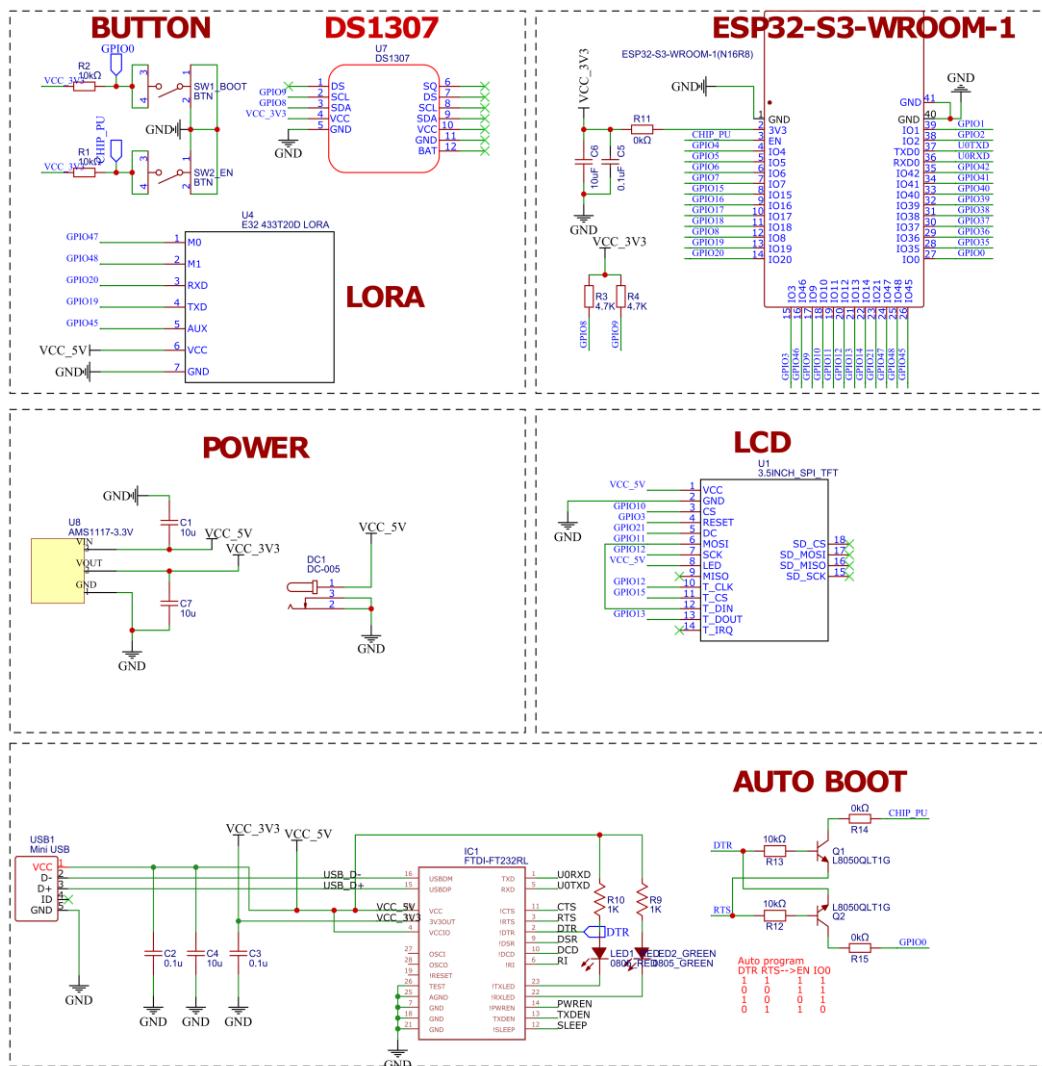
STT	Tên	Dòng (mA)	Nguồn (V)	Số lượng	Tổng (mA)
1	ESP32-S3-WROOM-1	80	3.3	1	80
2	LoRa E32-433T20D	106	3.3	1	106
3	Module thời gian thực RTC DS1307	1.5	3.3 ~ 5	1	1.5
4	Màn hình TFT LCD 3.5inch	90	3.3/5	1	90

10	FT232R USB UART IC	15	4.0 ~ 5.25	1	15
	Tổng				292.5

Dựa vào bảng thông số trên nhóm thực hiện quyết định lựa chọn sử dụng một adapter chuyển đổi điện áp từ 220VAC sang 5VDC có dòng chịu tải 1A là nguồn cho bộ xử lý trung tâm.

3.4. SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ

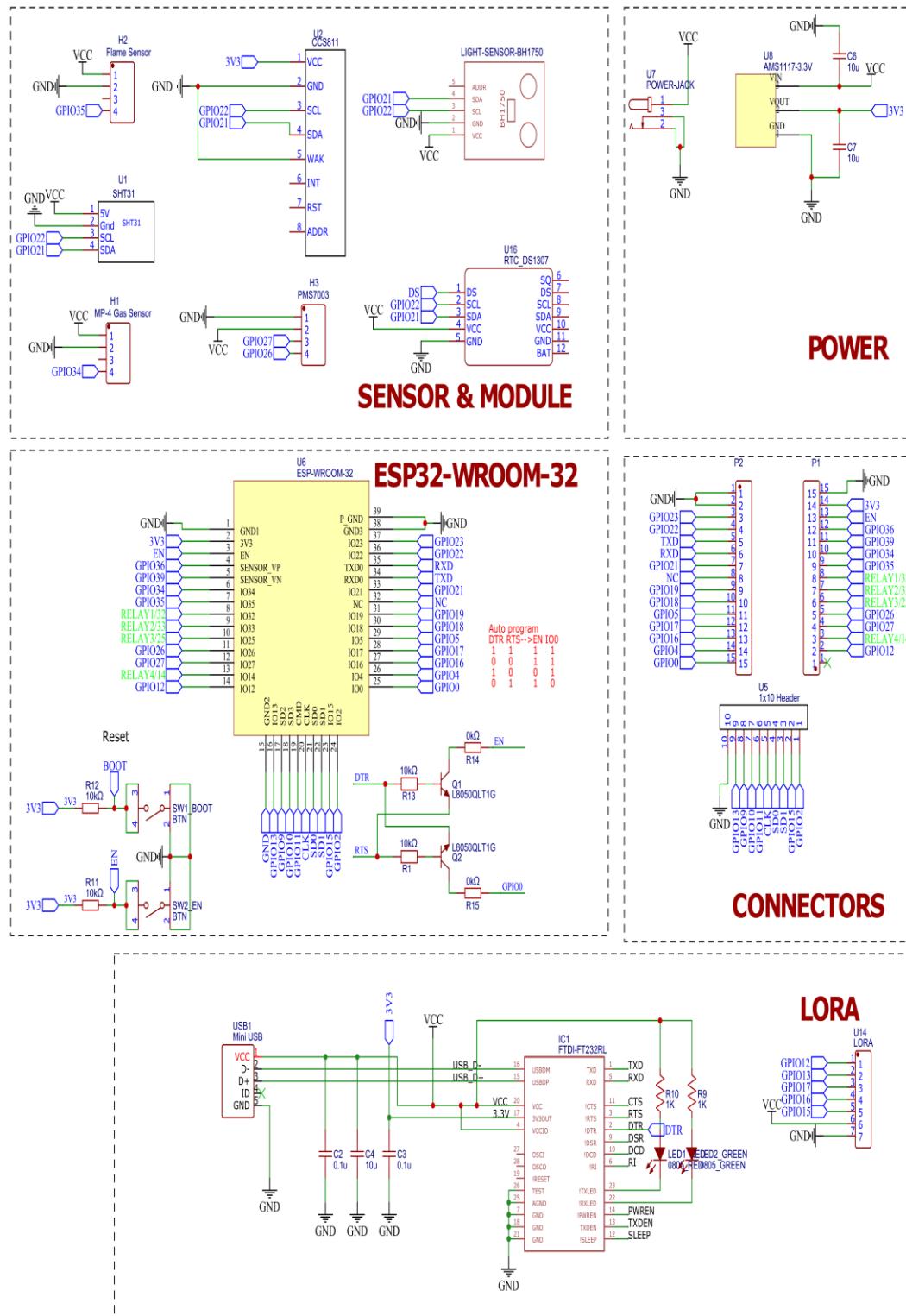
Sau khi thiết kế, sơ đồ nguyên lý bộ xử lý trung tâm sẽ bao gồm các phần sau:



Hình 3.5: Sơ đồ nguyên lý bộ xử lý trung tâm

Hình 3.5 là sơ đồ nguyên lý kết nối các module cần thiết với vi điều khiển của bộ xử lý trung tâm. Gồm 1 màn hình cảm ứng LCD, MCU ESP32, 1 bộ nguồn 5V và 1 LORA để giao tiếp với thiết bị cảm biến và thiết bị điều khiển.

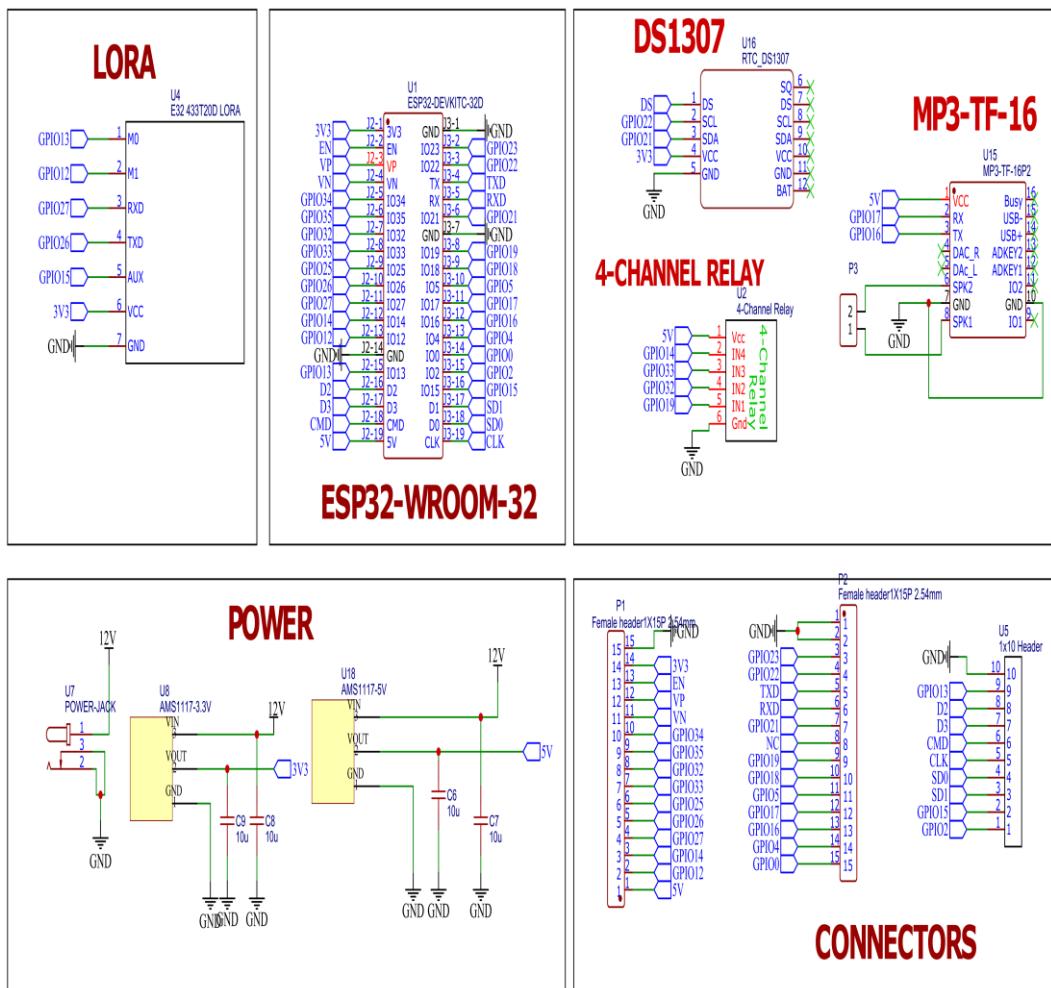
Sơ đồ nguyên lý thiết bị cảm biến sau khi thiết kế:



Hình 3.6: Sơ đồ nguyên lý thiết bị cảm biến

Hình 3.6 là sơ đồ nguyên lý kết nối các module cảm biến cần thiết và LoRa với vi điều khiển của thiết bị cảm biến.

Sơ đồ nguyên lý thiết bị điều khiển sau khi thiết kế:



Hình 3.7: Sơ đồ nguyên lý thiết bị điều khiển

Hình 3.7 là sơ đồ nguyên lý kết nối các module cần thiết với vi điều khiển của thiết bị điều khiển.

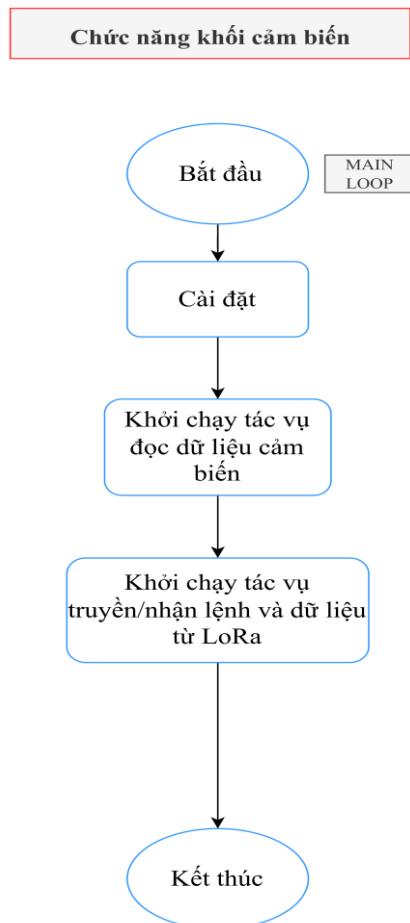
3.5. THIẾT KẾ PHẦN MỀM

Hệ thống bao gồm có 3 khối lớn: thiết bị cảm biến, bộ xử lý trung tâm, thiết bị điều khiển, mỗi khối là một hệ thống nhỏ và có chức năng khác nhau nên mỗi khối sẽ có lưu đồ giải thuật cho chức năng khác nhau.

Mỗi khối tuy sẽ có chức năng khác nhau nhưng điểm chung là khi cấp nguồn hệ thống sẽ khởi chạy các tác vụ đầu tiên là cài đặt các thiết bị, cảm biến và chức năng cần thiết để cho hệ thống hoạt động một cách chính xác như: kết nối LoRa, WiFi, các cảm biến,

3.4.1. Thiết bị cảm biến

Lưu đồ giải thuật chức năng cơ bản của thiết bị cảm biến bao gồm hai chức năng là đọc giá trị cảm biến và truyền/nhận lệnh và dữ liệu bằng LoRa, hai chức năng này sẽ được thực hiện trong một vòng lặp.

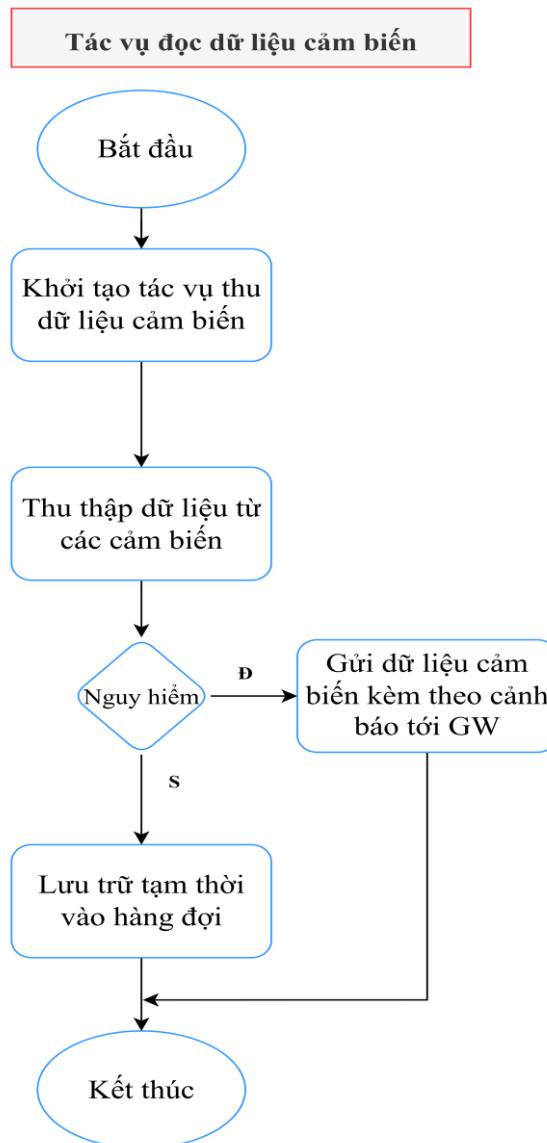


Hình 3.8: Lưu đồ giải thuật chức năng thiết bị cảm biến

Giải thích lưu đồ lưu đồ giải thuật chức năng thiết bị cảm biến (Hình 3.8):

Bước đầu tiên khi cấp nguồn, vi điều khiển sẽ thực hiện các thiết lập ban đầu như thiết lập các chân của vi điều khiển, kết nối với các cảm biến trong khói và cài đặt hoạt động cho các cảm biến, cài đặt và kết nối với module LoRa và các module khác. Sau khi thực hiện đầy đủ các bước thiết lập ban đầu vi điều khiển sẽ thực hiện lần lượt và lặp lại các chức năng được lập trình sẵn.

Lưu đồ chi tiết giải thuật tác vụ đọc dữ liệu cảm biến:

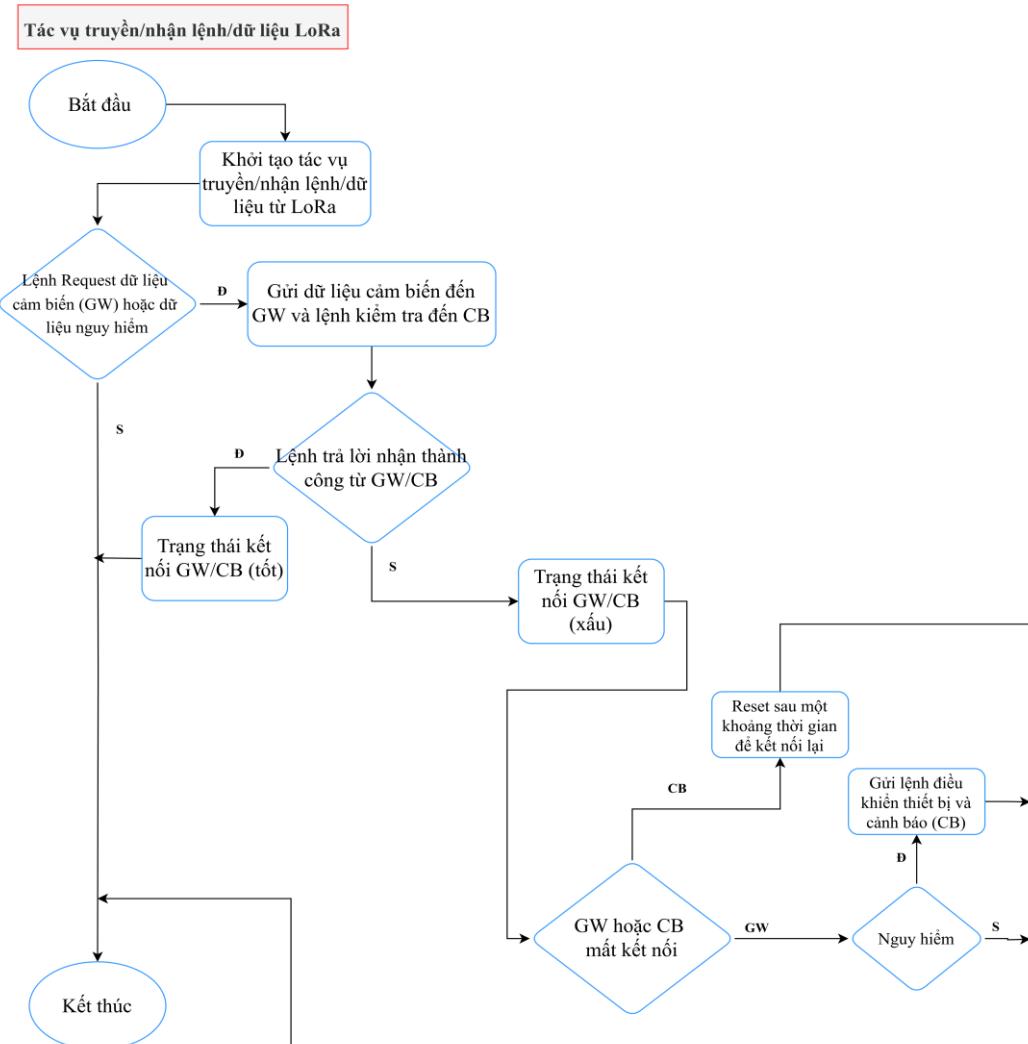


Hình 3.9: Lưu đồ tác vụ đọc dữ liệu cảm biến

Giải thích lưu đồ tác vụ tác vụ đọc dữ liệu cảm biến:

Cứ sau một khoảng thời gian ngắn được quy định, vi điều khiển sẽ tiến hành khởi tạo tác vụ thu thập giá trị từ các cảm biến, nếu trong dữ liệu thu thập được có chứa một hoặc nhiều loại dữ liệu vượt mức nguy hiểm thì sẽ được gửi cho bộ xử lý trung tâm thông qua LoRa hoặc nếu dữ liệu bình thường sẽ lưu trữ tạm thời vào hàng đợi thì khi có lệnh yêu cầu gửi dữ liệu từ bộ xử lý trung tâm thì dữ liệu mới nhất sẽ được gửi đi. Sau khi thực hiện xong tác vụ sẽ kết thúc để vi điều khiển thực hiện tác vụ khác.

Lưu đồ chi tiết giải thuật tác vụ truyền/nhận lệnh và dữ liệu từ LoRa từ bộ xử lý trung tâm:



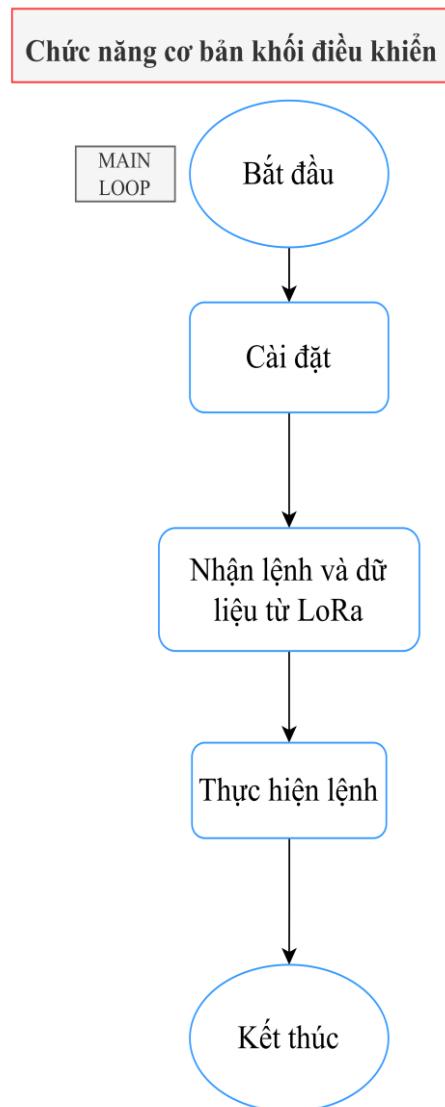
Hình 3.10: Lưu đồ giải thuật tác vụ truyền/nhận lệnh và dữ liệu từ LoRa

Giải thích lưu đồ giải thuật tác vụ truyền/nhận lệnh và dữ liệu từ LoRa:

Tác vụ này có chức năng truyền/nhận lệnh và dữ liệu bằng LoRa giữa các khôi, khi thực hiện chức năng truyền dữ liệu đồng thời nó cũng thực hiện một chức năng kiểm tra kết nối giữa các khôi, nếu mất kết nối với bộ xử lý trung tâm thì thiết bị cảm biến lúc này sẽ đóng vai trò như một trung tâm điều khiển thiết bị điều khiển tương ứng trong khu vực chỉ khi xảy ra tình trạng nguy hiểm còn nếu mất kết nối với thiết bị điều khiển thì thiết bị cảm biến sẽ tự động khởi động lại thiết bị để kết nối lại lần nữa sau một khoảng thời gian.

3.4.2. Thiết bị điều khiển

Lưu đồ giải thuật chức năng cơ bản của thiết bị điều khiển bao gồm hai chức năng chính là nhận lệnh, dữ liệu từ LoRa và thực hiện lệnh được yêu cầu.

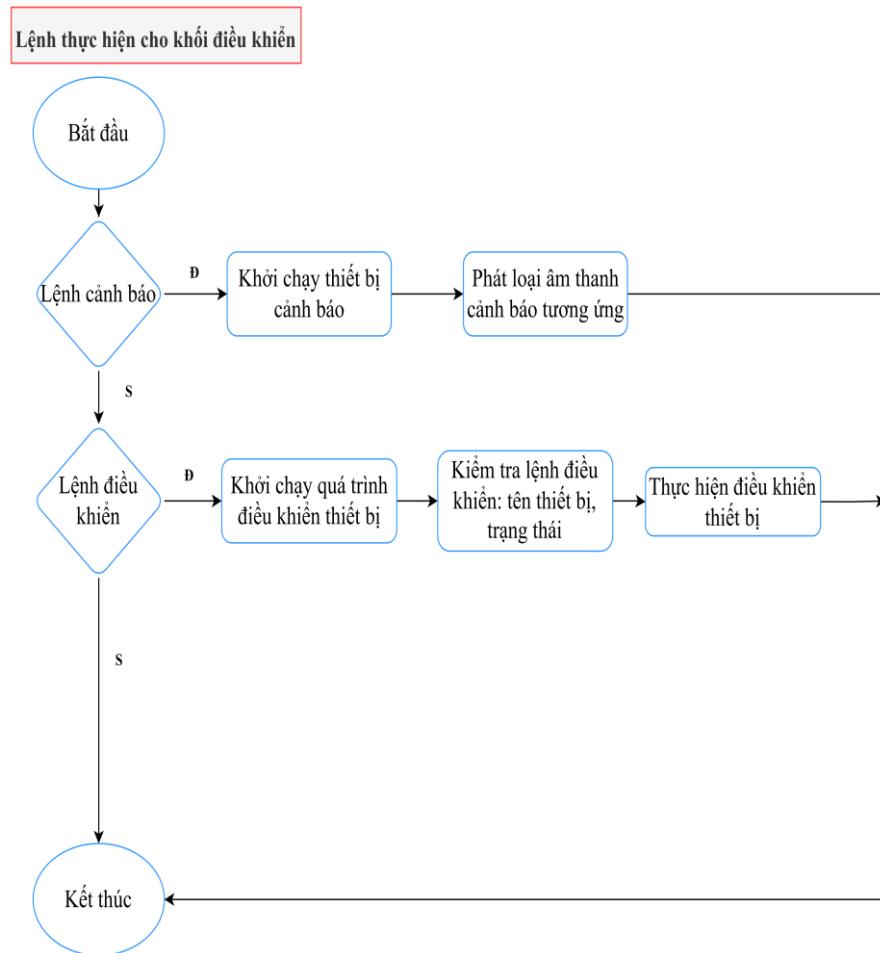


Hình 3.11: Lưu đồ giải thuật thiết bị điều khiển

Giải thích lưu đồ giải thuật thiết bị điều khiển:

Tương tự như thiết bị cảm biến bước đầu tiên của thiết bị điều khiển là thực hiện các thiết lập ban đầu như thiết lập các chân vi điều khiển, thiết lập các module theo cài đặt của thư viện sau đó sẽ thực hiện các chức năng được lập trình sẵn.

Lưu đồ giải thuật khi khôi phục lệnh điều khiển, cảnh báo và thực hiện các lệnh này.



Hình 3.12: Tác vụ nhận lệnh từ LoRa và thực hiện lệnh

Giải thích lưu đồ giải thuật hai tác vụ chính là nhận lệnh từ LoRa và thực hiện lệnh:

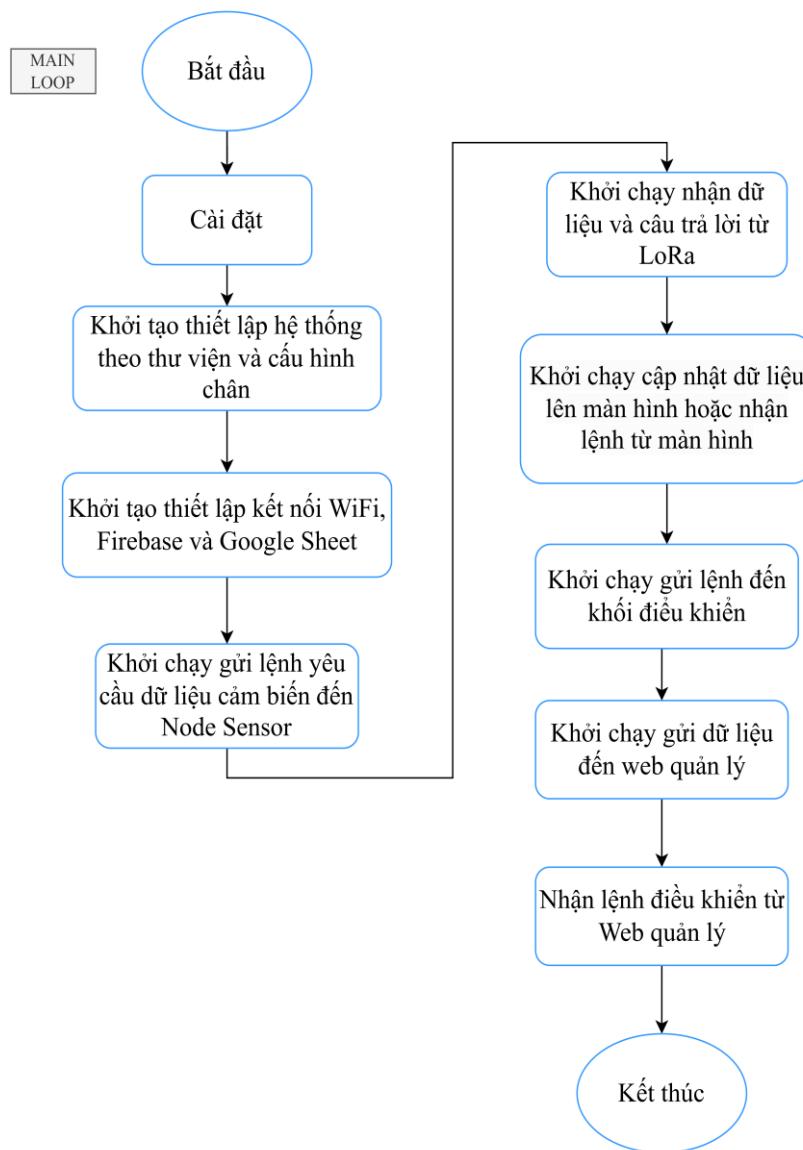
Sau khi thực hiện các thiết lập ban đầu, vi điều khiển bắt đầu thực hiện khởi tạo tác vụ nhận lệnh từ LoRa:

- **Lệnh cảnh báo:** Thực hiện cảnh báo nguy hiểm tùy thuộc vào loại cảnh báo được yêu cầu.
- **Lệnh điều khiển:** Thực hiện điều khiển các thiết bị, tùy thuộc vào loại thiết bị được yêu cầu và trạng thái của thiết bị (bật/tắt).

Sau khi thực hiện xong các nhiệm vụ tác vụ sẽ kết thúc sau đó lại thực hiện lại tác vụ này từ đầu chờ lệnh đến từ LoRa.

3.4.3. Bộ xử lý trung tâm

Chức năng cơ bản của bộ xử lý trung tâm bao gồm các chức năng sau: gửi lệnh yêu cầu dữ liệu cảm biến đến thiết bị cảm biến (thiết bị cảm biến); nhận dữ liệu, lệnh và câu trả lời từ Node; cập nhật dữ liệu lên màn hình hoặc nhận lệnh từ màn hình; gửi lệnh đến thiết bị điều khiển; nhận/gửi lệnh dữ liệu từ web quản lý.



Hình 3.13: Lưu đồ giải thuật bộ xử lý trung tâm

Giải thích lưu đồ giải thuật bộ xử lý trung tâm (Hình 3.13):

Có thể chia các tác vụ trong bộ xử lý trung tâm thành ba loại tác vụ chính:

- Tác vụ liên quan đến LoRa: bao gồm việc gửi các lệnh đến các thiết bị cảm biến, thiết bị điều khiển, thu thập dữ liệu cảm biến truyền thông qua LoRa.
- Tác vụ liên quan xử lý giao diện màn hình: Bao gồm việc xử lý liên quan đến màn hình như chuyển màn, cảm biến, cập nhật dữ liệu lên màn hình, thu nhận dữ liệu lệnh từ màn hình.
- Tác vụ liên quan đến web quản lý: Bao gồm việc truyền dữ liệu lên web quản lý thông qua Firebase và Google Sheet, nhận lệnh điều khiển từ web quản lý.

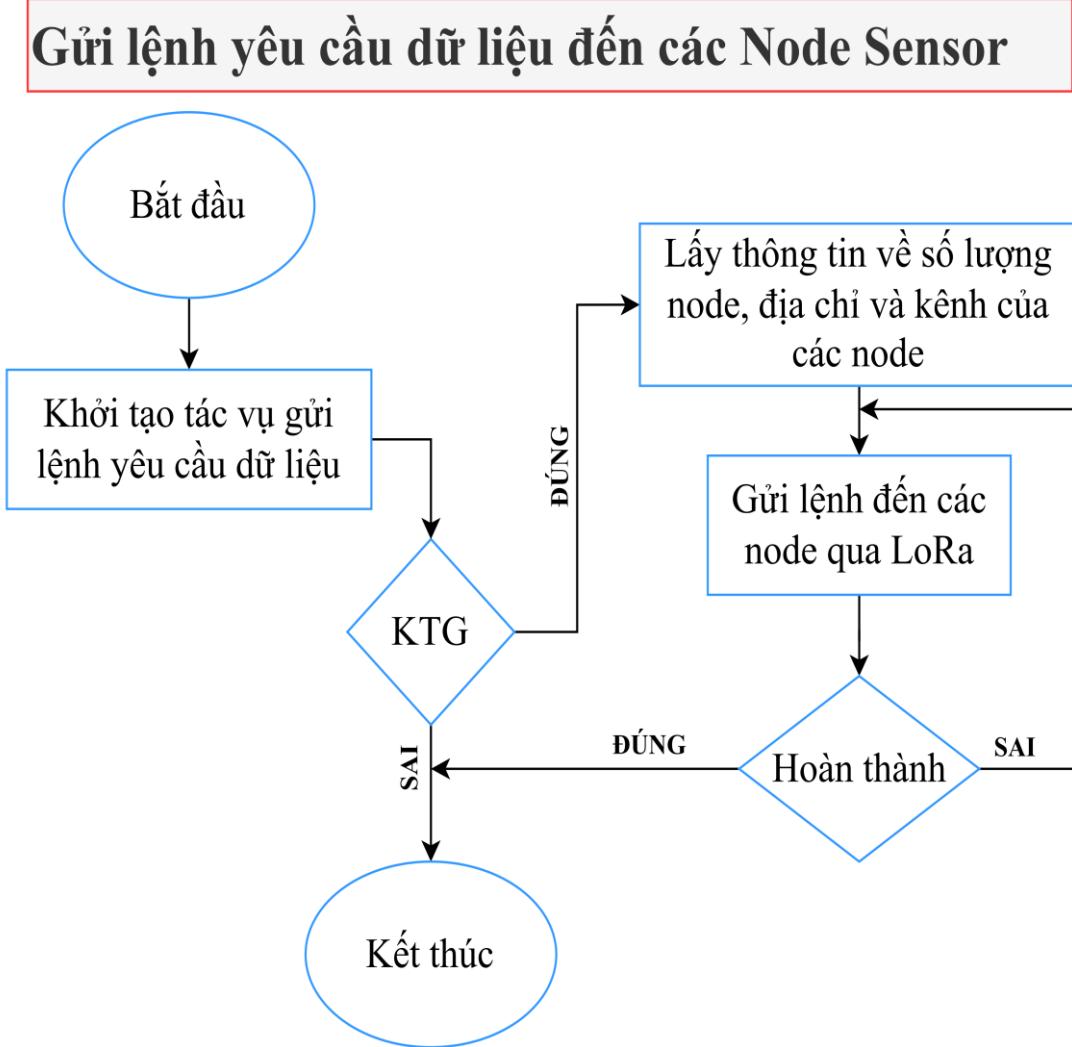
Bước đầu tiên khi cấp nguồn, vi điều khiển sẽ thực hiện các thiết lập ban đầu như thiết lập các ngoại vi của vi điều khiển, kết nối màn hình để khởi tạo giao diện ứng dụng người dùng, cài đặt và kết nối với module LoRa và các module khác, kết nối với Google Firebase và Google Sheet. Sau khi thực hiện việc khởi tạo các thiết lập ban đầu vi điều khiển sẽ thực hiện lần lượt và lặp lại các chức năng được lập trình sẵn. Các tác vụ trong hệ thống sẽ được chạy trong hai Core 1 và Core 0 của vi điều khiển của ESP32.

Các tác vụ liên quan đến web quản lý sẽ ưu tiên ở một Core duy nhất vì tính chất đặc thù của tác vụ này sẽ liên quan đến WiFi nên sẽ tiêu tốn nhiều tài nguyên, bộ nhớ và năng lượng hơn các tác vụ khác. Việc phân chia như vậy cũng tránh cho việc có quá nhiều tác vụ được thực hiện trên cùng một Core làm giảm việc xung đột thời gian thực thi giữa các tác vụ hoặc giảm độ trễ của hệ thống.

Các tác vụ liên quan đến giao diện ứng dụng người dùng cũng cần được thực hiện liên tục và độ trễ giữa các tác vụ cần phải ngắn để các chức năng như cảm ứng, cập nhật giao diện có thể được thực hiện nhanh chóng giảm độ trễ.

Các tác vụ liên quan đến LoRa, chỉ có tác vụ liên quan đến việc nhận dữ liệu LoRa cần thực hiện liên tục với độ trễ ngắn còn các tác vụ liên quan đến việc gửi không cần thiết phải chạy liên tục mà chỉ cần chạy để gửi một lần sau đó kết thúc tác vụ.

Lưu đồ giải thuật tác vụ gửi lệnh yêu cầu dữ liệu đến các thiết bị cảm biến:

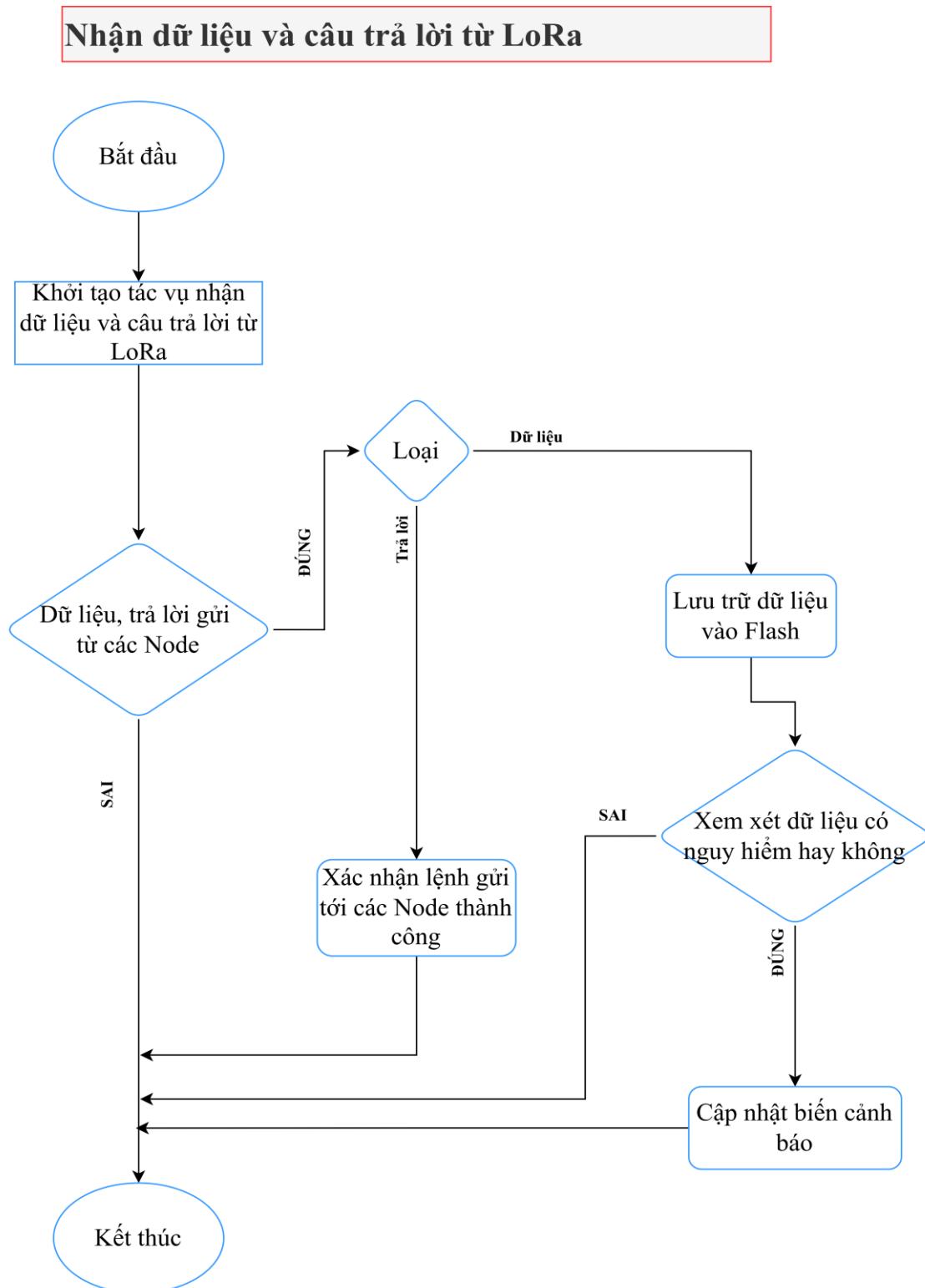


Hình 3.14: Lưu đồ giải thuật gửi lệnh yêu cầu dữ liệu đến các thiết bị cảm biến (Node Sensor)

Giải thích lưu đồ giải thuật tác vụ gửi lệnh yêu cầu dữ liệu đến các thiết bị cảm biến (Hình 3.14):

Tác vụ gửi lệnh yêu cầu dữ liệu đến các thiết bị cảm biến: Tác vụ này khi bắt đầu sẽ xem xét đã hết một khoảng thời gian quy định để truyền lệnh yêu cầu dữ liệu từ bộ xử lý trung tâm đến thiết bị cảm biến hay chưa, nếu đã đủ thời gian yêu cầu khôi sẽ lấy thông tin về thiết bị cảm biến cần gửi đến sau đó gửi lệnh yêu cầu dữ liệu đến đó theo thông tin về băng thông và địa chỉ được lưu trữ. Sau khi hoàn thành việc gửi thì kết thúc tác vụ để thực hiện tác vụ khác.

Lưu đồ giải thuật chức năng nhận dữ liệu và câu trả lời từ LoRa:

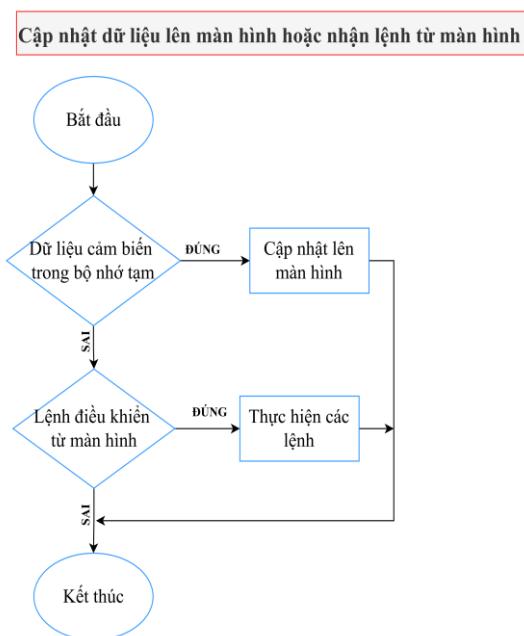


Hình 3.15: Lưu đồ giải thuật chức năng nhận dữ liệu và câu trả lời từ LoRa

Giải thích lưu đồ giải thuật chức năng nhận dữ liệu và câu trả lời từ LoRa (Hình 3.15):

Tác vụ nhận dữ liệu và câu trả lời xác nhận từ các node: Tác vụ này có chức năng chờ đợi dữ liệu và câu trả lời từ các node gửi đến bộ xử lý trung tâm, sau khi được gửi đến sẽ phân loại, nếu là dữ liệu cảm biến thì sẽ được lưu trữ vào bộ nhớ Flash sau đó xem xét dữ liệu cảm biến có nguy hiểm hay không để thực hiện các biện pháp cảnh báo và ứng phó nếu không thì bỏ qua và xác nhận kết nối giữa hai khối vẫn bình thường. Nếu là câu trả lời xác nhận gửi tới thành công từ các thiết bị thì cập nhật kết nối giữa các thiết bị vẫn bình thường.

Lưu đồ giải thuật tác vụ cập nhật dữ liệu lên màn hình hoặc nhận lệnh thực hiện từ màn hình:



Hình 3.16: Lưu đồ giải thuật tác vụ cập nhật dữ liệu lên màn hình hoặc nhận lệnh thực hiện từ màn hình

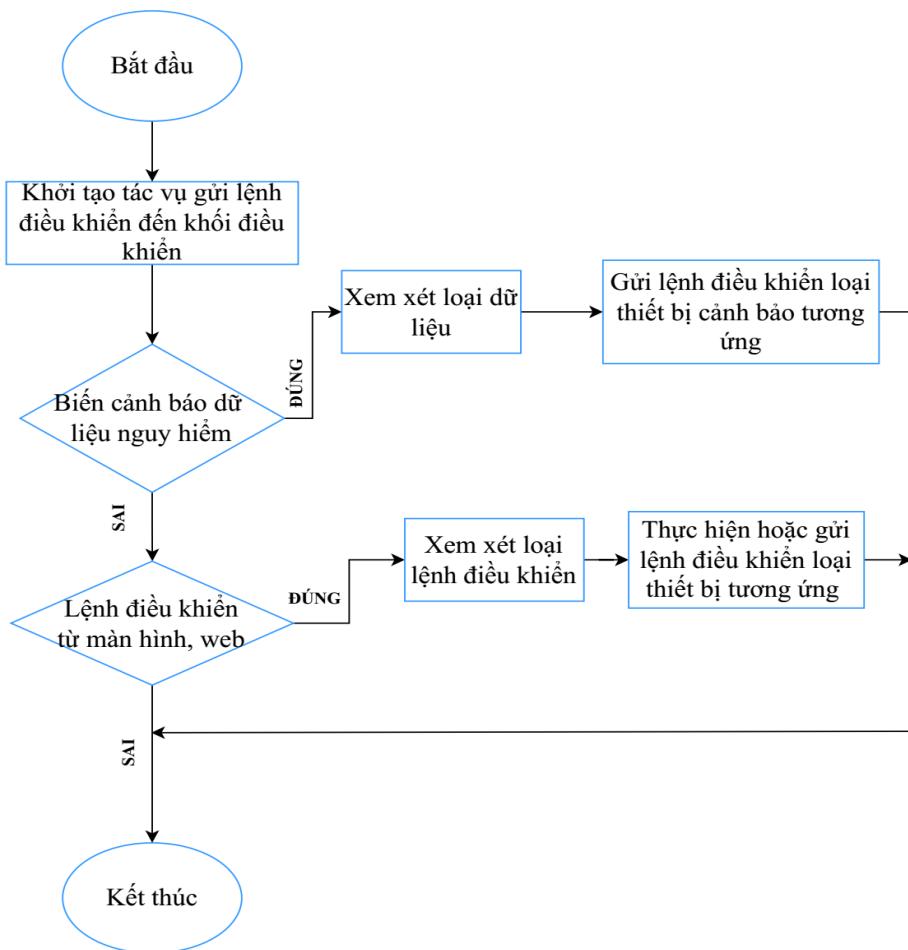
Giải thích lưu đồ giải thuật tác vụ cập nhật dữ liệu lên màn hình hoặc nhận lệnh thực hiện từ màn hình (Hình 3.16):

Tác vụ cập nhật dữ liệu lên màn hình hoặc nhận lệnh từ màn hình: Tác vụ này có chức năng lấy các dữ liệu cảm biến để cập nhật lên màn hình (bao gồm cả thời gian) và thực hiện các thao tác điều khiển được thực hiện trên màn hình (điều

khiến thiết bị, điều chỉnh các thông tin, hẹn giờ bật tắt thiết bị, ...). Ngoài ra khi người dùng thực hiện thao tác trên màn hình như bật tắt công tắc, nhập dữ liệu, thay đổi thông số thì chương trình cũng sẽ cập nhật lại giao diện màn hình theo chu kỳ 5ms.

Lưu đồ giải thuật tác vụ gửi lệnh đến thiết bị điều khiển gồm 2 loại điều khiển:

Gửi lệnh điều khiển đến thiết bị điều khiển



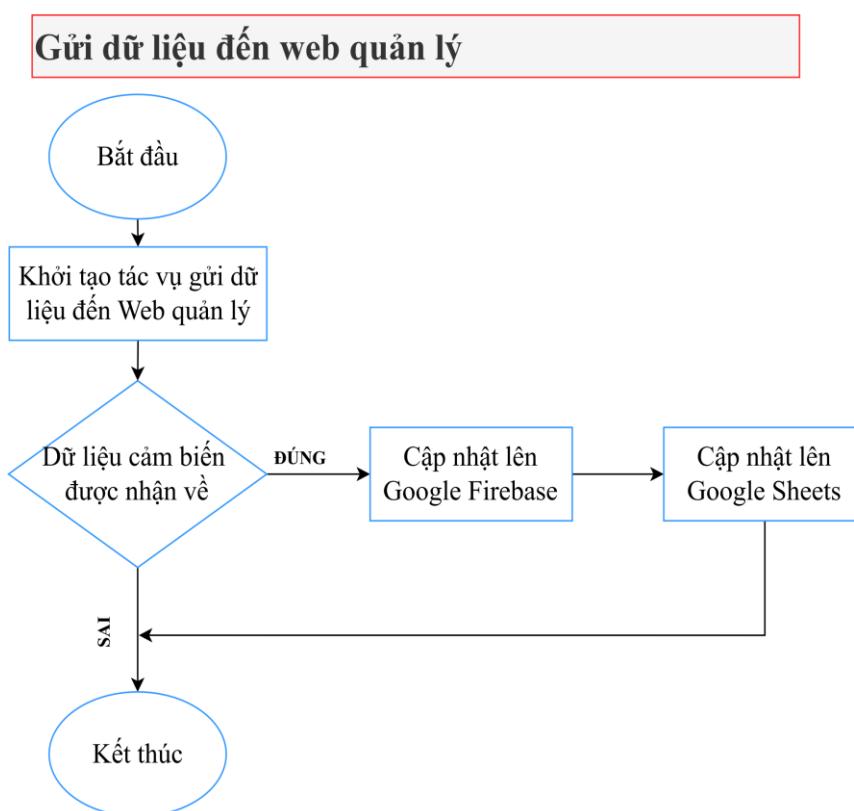
Hình 3.17: Lưu đồ giải thuật tác vụ gửi lệnh đến thiết bị điều khiển

Giải thích lưu đồ giải thuật tác vụ gửi lệnh đến thiết bị điều khiển (Hình 3.17):

Tác vụ gửi lệnh điều khiển đến thiết bị điều khiển: Tác vụ này có hai chức năng chính:

- Nếu nhận được biển cảnh báo dữ liệu nguy hiểm từ đó xem xét biển cảnh báo loại dữ liệu nguy hiểm sau đó sẽ gửi lệnh bật thiết bị cảnh báo tương ứng.
- Nếu nhận được lệnh điều khiển thiết bị từ web server hoặc từ màn hình điều khiển thì sẽ gửi các lệnh này đến các thiết bị điều khiển tương ứng được chọn. Sau khi lệnh được gửi đi thì tác vụ này kết thúc để nhường tài nguyên cho tác vụ khác.

Lưu đồ giải thuật tác vụ gửi dữ liệu đến Web quản lý gồm các bước sau:

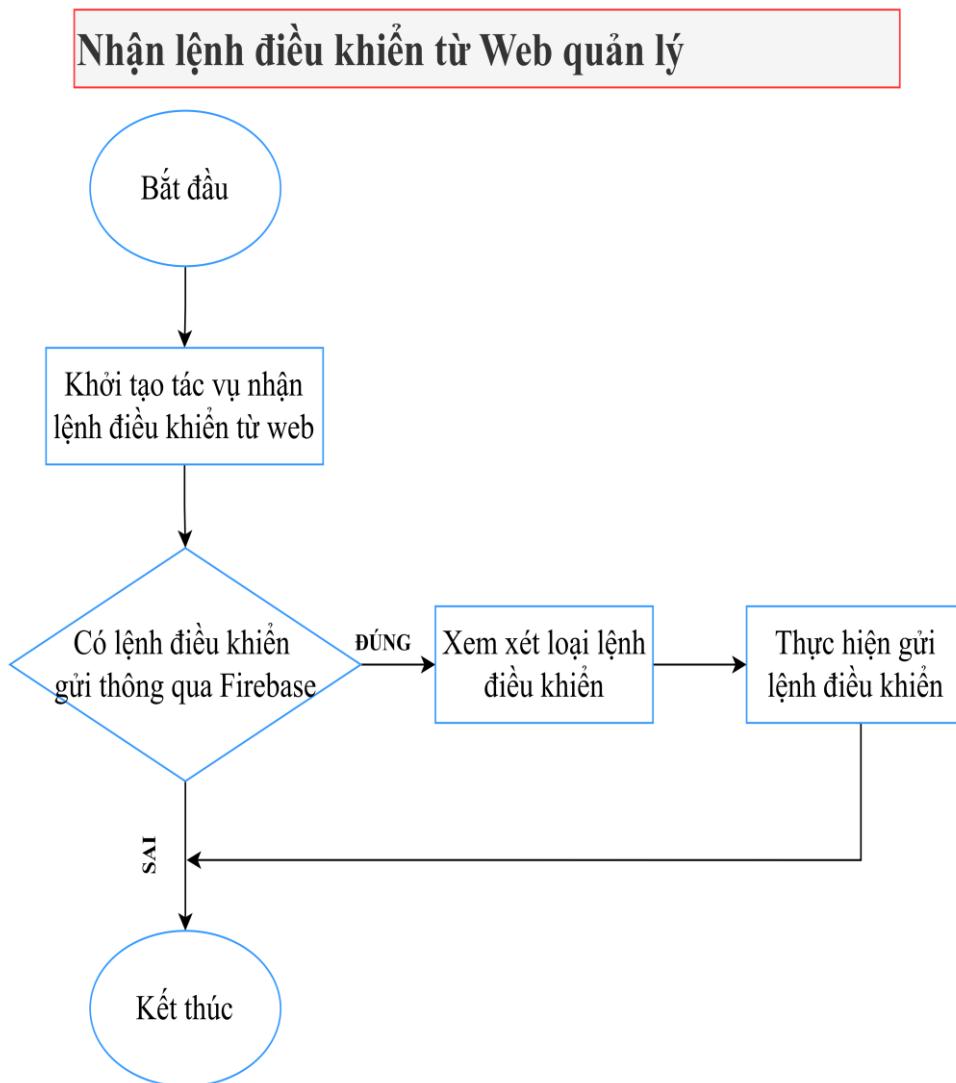


Hình 3.18: Lưu đồ giải thuật tác vụ gửi dữ liệu đến Web quản lý

Giải thích lưu đồ giải thuật tác vụ gửi dữ liệu đến Web quản lý (Hình 3.18):

Tác vụ gửi dữ liệu đến Web quản lý: Tác vụ này có chức năng giao tiếp với Web Server thông qua nền tảng IoT là Google Firebase và sử dụng Google Sheet như một cơ sở dữ liệu đơn giản. Khi nhận được dữ liệu cảm biến được gửi đến từ các thiết bị cảm biến thì hệ thống sẽ lần lượt cập nhật lên Web thông qua Firebase và lưu trữ dữ liệu vào Google Sheets.

Lưu đồ giải thuật tác vụ nhận lệnh điều khiển từ web quản lý gồm các bước như sau:

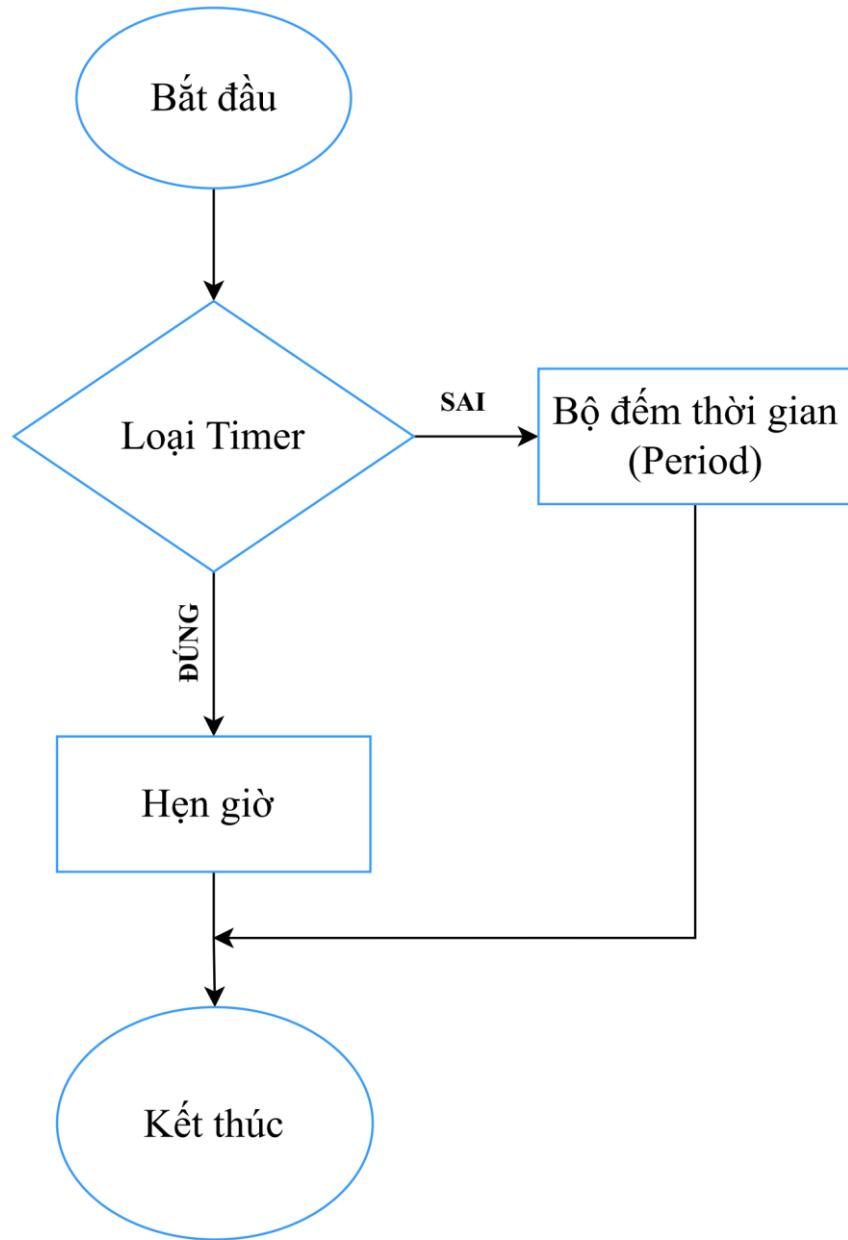


Hình 3.19: Lưu đồ giải thuật tác vụ nhận lệnh điều khiển từ web quản lý

Giải thích lưu đồ giải thuật tác vụ nhận lệnh điều khiển từ web quản lý (Hình 3.19):

Tác vụ nhận lệnh điều khiển từ Web quản lý: Hệ thống sẽ nhận lệnh điều khiển từ web quản lý thông qua việc theo dõi sự điều khiển được cập nhật thông qua Firebase. Nếu có sự điều khiển được thực hiện thì hệ thống sẽ nhận được sau đó sẽ xem xét đó là loại lệnh điều khiển gì và gửi lệnh điều khiển tương ứng đến thiết bị điều khiển được yêu cầu.

Lưu đồ giải thuật chức năng Timer của ứng dụng màn hình điều khiển Timer có trình tự như sau:

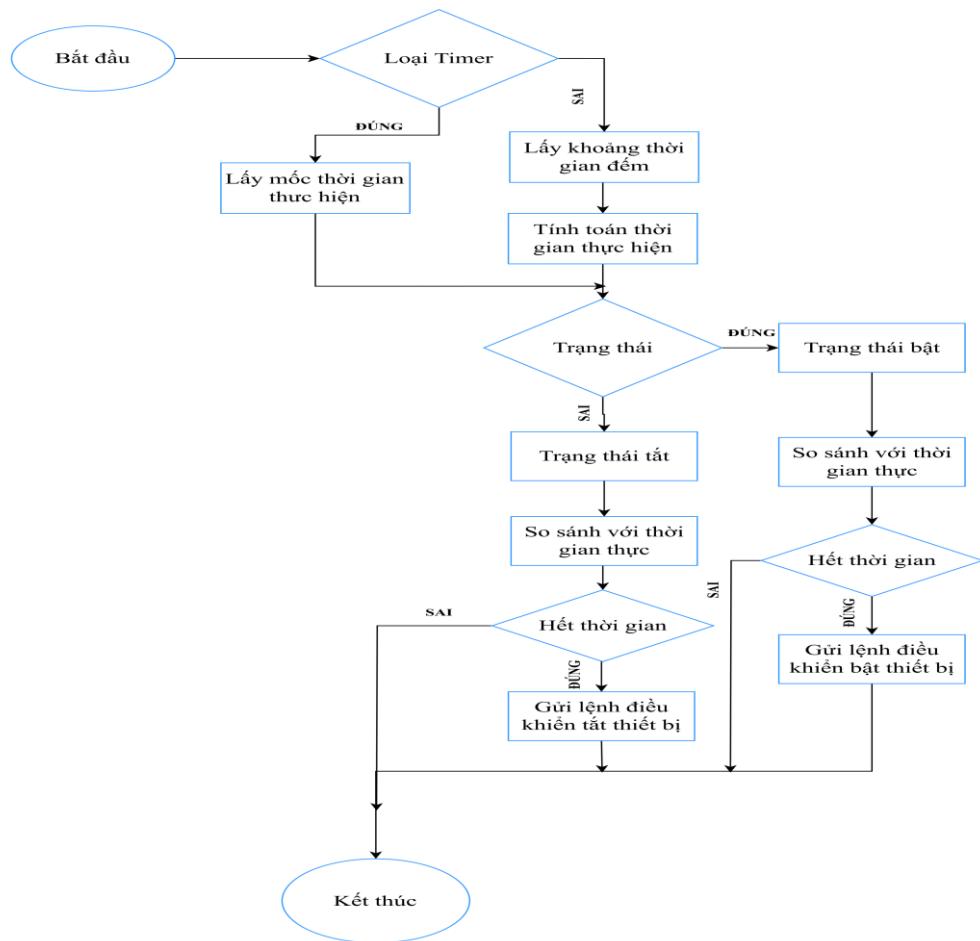


Hình 3.20: Lưu đồ giải thuật chức năng Timer của ứng dụng màn hình điều khiển Timer

Giải thích lưu đồ giải thuật chức năng Timer của ứng dụng màn hình điều khiển Timer (Hình 3.20):

Trong chức năng Timer của bộ xử lý trung tâm có 2 chức năng chính là bộ đếm thời gian và hẹn giờ. Bộ đếm thời gian có chức năng là sẽ sau một khoảng

thời gian sẽ thực hiện lệnh điều khiển được yêu cầu. Hẹn giờ có chức năng là đến một mốc thời gian nhất định nào đó sẽ thực hiện lệnh điều khiển.



Hình 3.21: Lưu đồ giải thuật chức năng chi tiết của Timer

Giải thích lưu đồ giải thuật chức năng chi tiết của Timer (Hình 3.21):

Chức năng bộ đếm thời gian sẽ hoạt động như sau: khi người dùng thực hiện sử dụng bộ đếm thời gian để điều khiển thiết bị, hệ thống sẽ lấy khoảng thời gian người dùng cài đặt sau đó tính toán sau một khoảng thời gian đó sẽ là thời gian nào, thực hiện so sánh với thời gian thực. Đến đúng thời điểm sẽ gửi lệnh điều khiển.

Chức năng hẹn giờ: khi người dùng sử dụng chức năng hẹn giờ để điều khiển thiết bị, hệ thống sẽ cập nhật mốc thời gian người dùng cài đặt sau đó sẽ so sánh với thời gian thực được lấy từ module thời gian thực. Đến đúng thời điểm sẽ gửi lệnh điều khiển theo trạng thái được cài đặt.

CHƯƠNG 4: THI CÔNG HỆ THỐNG VÀ KẾT QUẢ

4.1. GIỚI THIỆU HỆ THỐNG

Sau quá trình thực hiện thiết kế hệ thống, nhóm thực hiện đã lựa chọn được đầy đủ các linh kiện thích hợp dựa trên các yêu cầu được đưa ra về chức năng. Sau đó nhóm sẽ thực hiện công việc tiếp theo là thi công hệ thống.

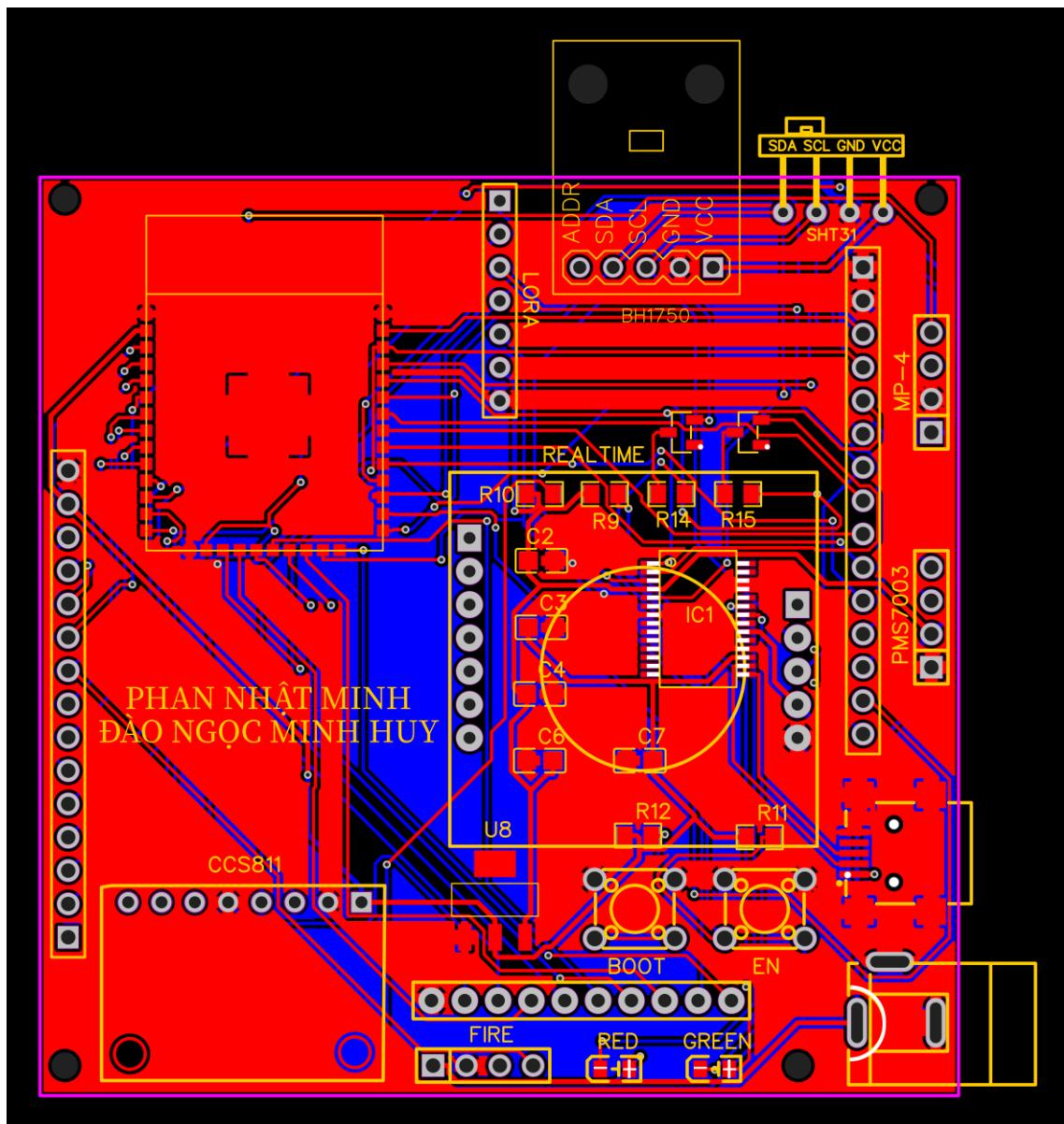
Bảng 4.1: Tổng hợp số lượng linh kiện được sử dụng trong hệ thống

Linh kiện	Số lượng	Chức năng
Module ESP32	3	Vị điều khiển cho từng khói.
Cảm biến nồng độ bụi PMS7003	1	Xác định nồng độ bụi trong không khí.
Cảm biến nhiệt độ và độ âm SHT31	1	Xác định giá trị nhiệt độ và độ ẩm không khí xung quanh.
Cảm biến khí CO2 CCS811	1	Xác định nồng độ khí CO2 trong không khí.
Module LoRa E32 – 433T20D	3	Truyền dữ liệu và lệnh không dây giữa các thiết bị.
Cảm biến ánh sáng BH1750FVI	1	Xác định cường độ ánh sáng.
Cảm biến khí dễ cháy MP – 4	1	Xác định khí dễ cháy hoặc khói khi đám cháy xảy ra.
Cảm biến lửa KY – 026	1	Xác định lửa có xảy ra hay không.
Module thời gian thực DS1307	3	Cung cấp thời gian thực cho các thiết bị hoạt động chính xác.
Màn hình TFT LCD 3.5inch	1	Thiết bị trung tâm dùng để giám sát điều khiển.

Module MP3 – TF – 16	1	Phát âm thanh
Relay 5V	4	Điều khiển bật tắt thiết bị điện

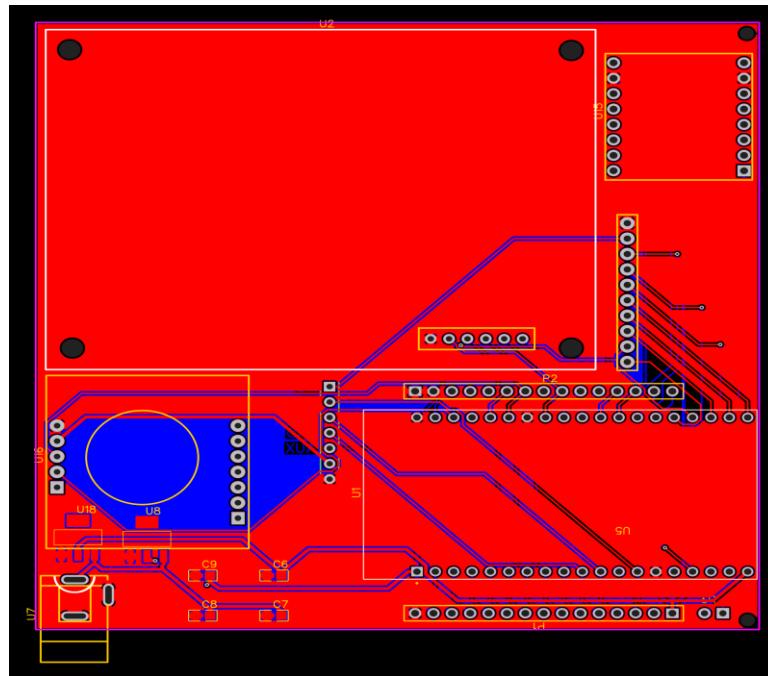
4.2. THI CÔNG HỆ THỐNG

Mạch in của thiết bị cảm biến, thiết bị điều khiển và bộ xử lý trung tâm:



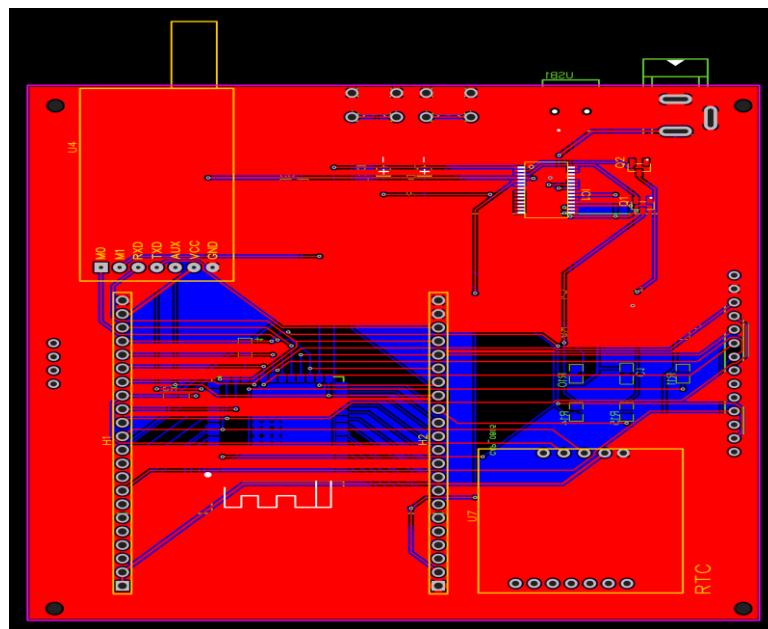
Hình 4.1: Mạch in thiết bị cảm biến

Mạch in của thiết bị cảm biến (Hình 4.1) được thiết kế dựa trên sơ đồ nguyên lý và bằng phần mềm EasyEDA, mạch in có kích thước 70mm x 70mm.



Hình 4.2: Mạch in thiết bị điều khiển

Mạch in của thiết bị điều khiển (Hình 4.2) được thiết kế dựa trên sơ đồ nguyên lý và bằng phần mềm EasyEDA, mạch in có kích thước 98mm x 99mm.



Hình 4.3: Mạch in bộ xử lý trung tâm (Gateway)

Mạch in của bộ xử lý trung tâm được thiết kế dựa trên sơ đồ nguyên lý và bằng phần mềm EasyEDA, mạch in có kích thước 100mm x 100mm.

4.3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

4.3.1. Phần cứng hệ thống

4.3.1.1. Thiết bị cảm biến

Phần cứng các thiết bị cảm biến sau khi hoàn thành thi công và hàn linh kiện:



Hình 4.4: Phần cứng thiết bị cảm biến

Hình 4.4 là thiết bị cảm biến (Node Sensor) sau khi thi công hoàn thành từ mạch in, có chức năng chính là thu thập dữ liệu cảm biến trong một vùng nhất định theo thời gian thực sau đó truyền về bộ xử lý trung tâm (Gateway).

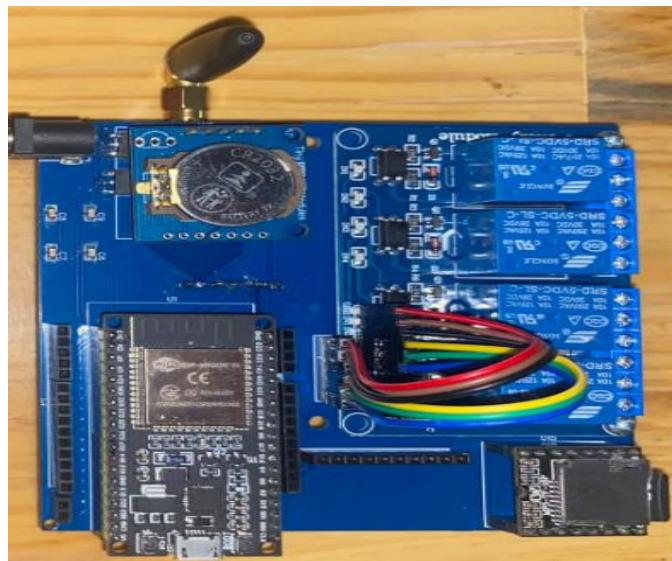


Hình 4.5: Thiết bị cảm biến sau khi đóng hộp

Hình 4.5 là thiết bị cảm biến (Sensor Node) sau khi đóng hộp.

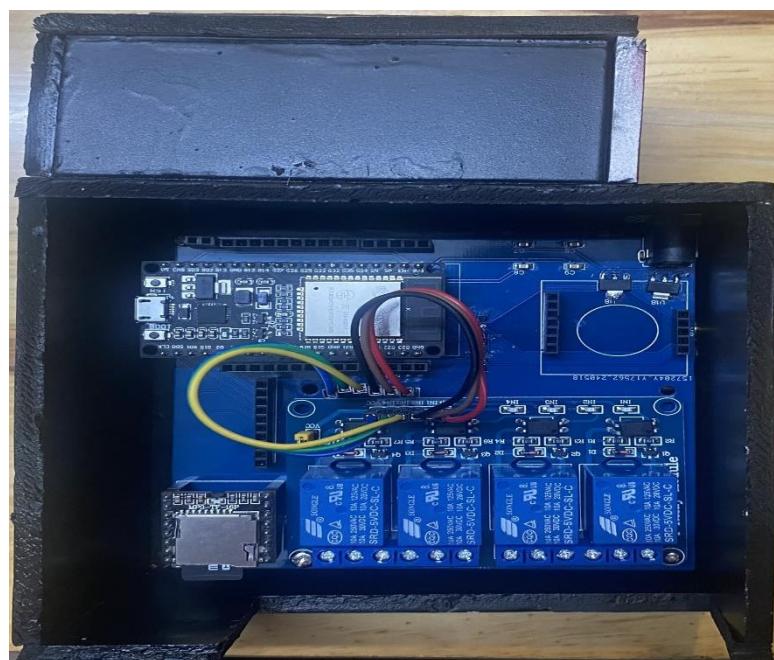
4.3.1.2. Thiết bị điều khiển

Phần cứng các thiết bị điều khiển khi hoàn thành thi công và hàn linh kiện:



Hình 4.6: Phần cứng thi công thiết bị điều khiển

Hình 4.6 là thiết bị điều khiển (Node Control) sau khi thi công hoàn thành từ mạch in.



Hình 4.7: Phần cứng thiết bị điều khiển khi đóng hộp

Hình 4.7 là thiết bị điều khiển (Control Node) sau khi đóng hộp.

4.3.1.3. Bộ xử lý trung tâm

Phần cứng các bộ xử lý trung tâm sau khi hoàn thành thi công và hàn linh kiện:



Hình 4.8: Phần cứng bộ xử lý trung tâm

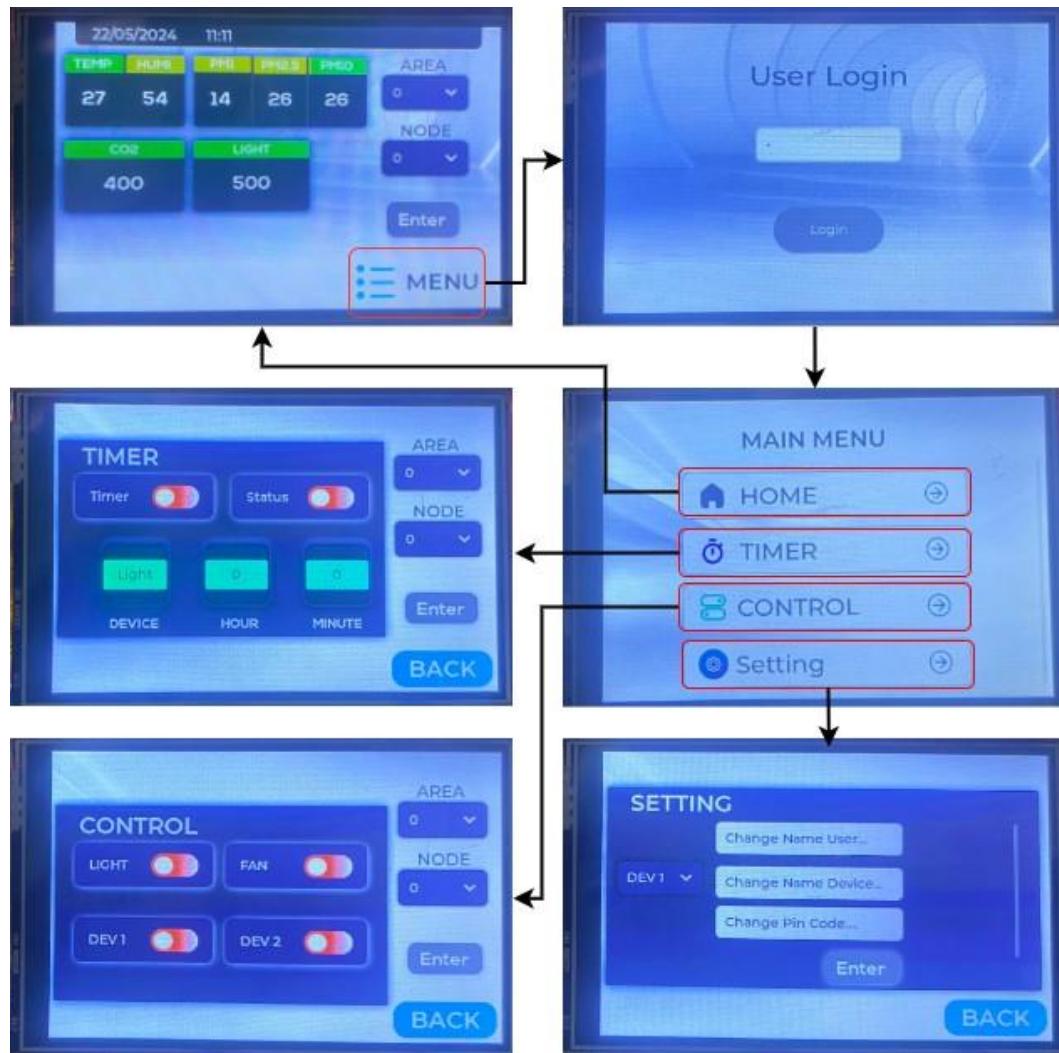
Hình 4.8 là bộ xử lý trung tâm (Gateway) sau khi thi công hoàn thành từ mạch in.



Hình 4.9: Phần cứng bộ xử lý trung tâm sau khi đóng hộp

Hình 4.9 là phần cứng bộ xử lý trung tâm sau khi đóng hộp.

Giao diện màn hình cảm ứng bao gồm 6 giao diện mỗi giao diện sẽ có một chức năng khác nhau:



Hình 4.10: Giao diện ứng dụng màn hình bộ xử lý trung tâm (Gateway)

Sau khi được cấp nguồn hoạt động, hệ thống hoàn thành các thiết lập ban đầu và khởi chạy, người sử dụng sẽ thấy một màn hình chính, màn hình này cho phép người dùng quan sát các giá trị cảm biến thu thập từ các cảm biến của các thiết bị cảm biến, các giá trị lúc này sẽ là giá trị trung bình nếu muốn quan sát cụ thể một thiết bị cảm biến ở một khu vực nào đó có thể lựa chọn thông qua hai mục: AREA và NODE.

Khi muốn sử dụng các chức năng khác của hệ thống, người sử dụng sẽ bấm vào nút MENU trên màn hình chính, lúc này giao diện sẽ đổi sang màn hình đăng

nhập vì yêu cầu bảo mật nên muốn sử dụng các chức năng khác cần nhập mật khẩu cần thiết. Nếu mật khẩu không chính xác sẽ không vào được phần MENU.

Nếu mật khẩu chính xác màn hình cho phép lựa chọn các chức năng sẽ xuất hiện (MENU), trong này bao gồm các chức năng là Control – điều khiển các thiết bị, Timer – Hẹn giờ bật tắt thiết bị, Setting – Thay đổi các thông tin về thiết bị. Khi bạn lựa chọn một chức năng màn hình chức năng đó sẽ xuất hiện nếu muốn sử dụng chức năng khác thì cần phải quay lại màn hình MENU một lần nữa để thực hiện việc lựa chọn.

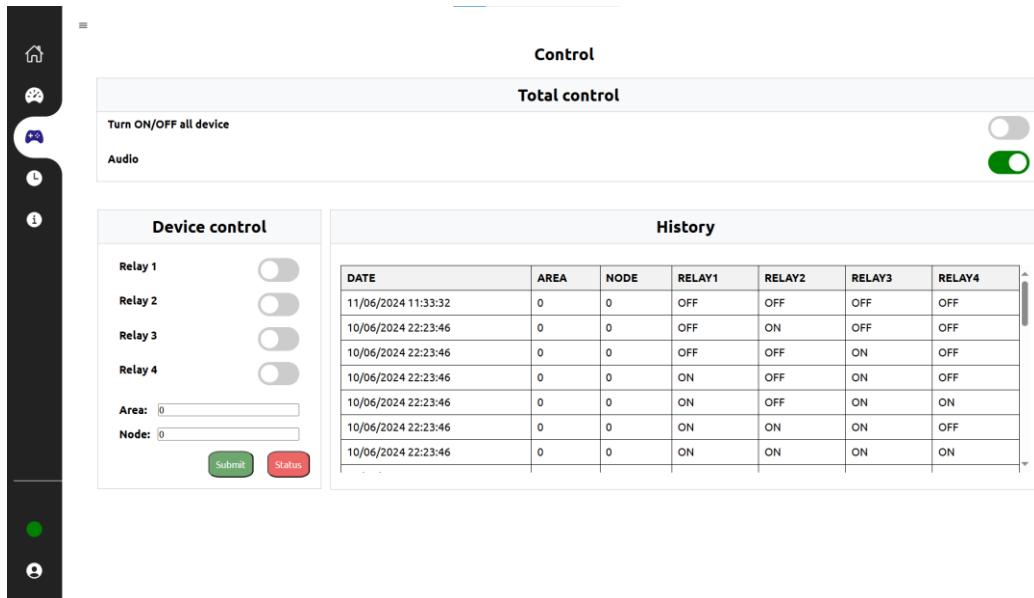
Màn hình chức năng Control cho phép người dùng dùng bật tắt các thiết bị điện thông qua các thiết bị điều khiển. Người sử dụng sẽ chọn chế độ bật hoặc tắt (công tắc gạt sang màu đỏ là tắt, màu xanh là bật) sau đó sẽ chọn điều khiển một thiết bị điều khiển cụ thể hoặc điều khiển toàn bộ các thiết bị điều khiển thông qua việc lựa chọn hai mục AREA và NODE sau đó nhấn Enter để xác nhận.

Màn hình chức năng Timer cho phép người dùng hẹn giờ bật hoặc tắt một thiết bị điện thông qua điều khiển thiết bị điều khiển. Có hai loại Timer người dùng có thể sử dụng là hẹn đến một thời gian nào đó để điều khiển bật hoặc tắt hoặc hẹn trong bao lâu sẽ điều khiển bật hoặc tắt – người dùng lựa chọn bằng cách gạt công tắc Timer (nếu bật là hẹn đến mốc thời gian, nếu tắt là hẹn sau một khoảng thời gian). Công tắc Status cho phép người dùng chọn chế độ bật hoặc tắt. Các mục chọn Device, Hour và Minute cho phép người dùng chọn để hẹn thời gian cho một thiết bị, một lần chọn chỉ cho phép hẹn giờ cho một thiết bị nếu muốn hẹn giờ cho một thiết bị khác thì chọn thiết bị khác trong mục Device sau đó thay đổi thời gian nếu cần và nhấn nút Enter để xác nhận và lưu lại các thiết lập hẹn giờ.

Màn hình chức năng Setting cho phép người dùng thay đổi mật khẩu đăng nhập của hệ thống, thay đổi tên người dùng và thiết bị. Sau khi lựa chọn mục muốn thay đổi hoặc thay đổi tất cả, người dùng phải nhập mật khẩu xác nhận một lần nữa để xác nhận sự thay đổi này.

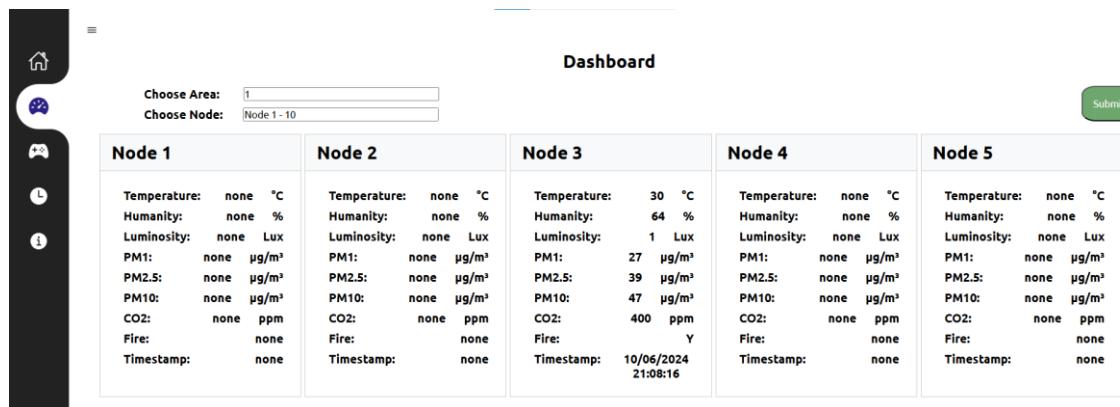
4.3.2. Giao diện trang quản lý (WEB)

Giao diện các trang web của đề tài:



Hình 4.11: Giao diện trang điều khiển hệ thống

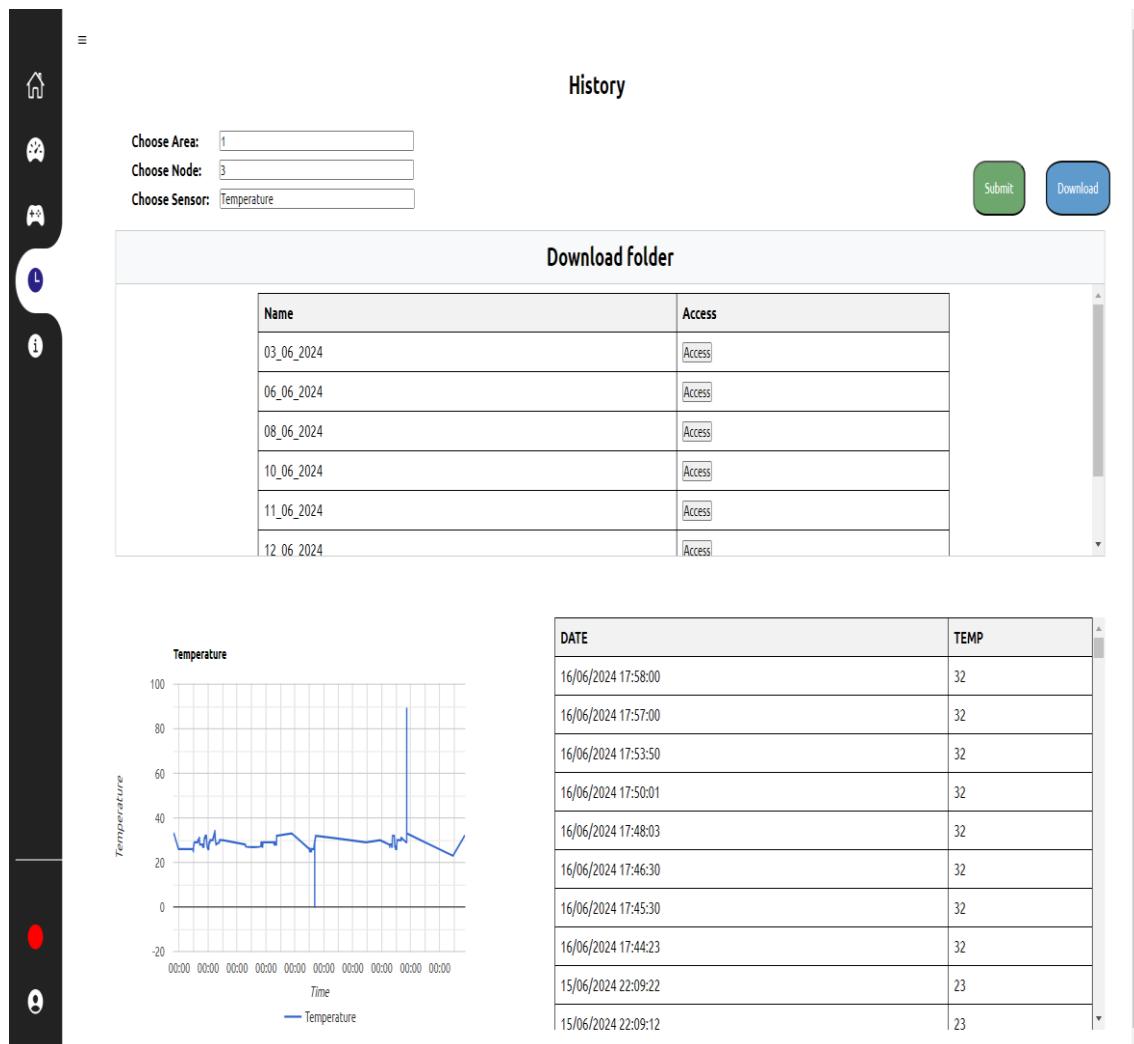
Giao diện trang điều khiển hệ thống cho phép người dùng bật tắt các thiết bị của một dây chuyền (node) thông qua một thiết bị điều khiển trong một khu vực. Có thể thực hiện việc điều khiển thiết bị thông qua việc nhập địa chỉ cần được điều khiển hoặc bật tắt toàn bộ các thiết bị điện cùng lúc thông qua nút bật tắt toàn bộ.



Hình 4.12: Giao diện trang giám sát dữ liệu cảm biến các thiết bị cảm biến (Node Sensor)

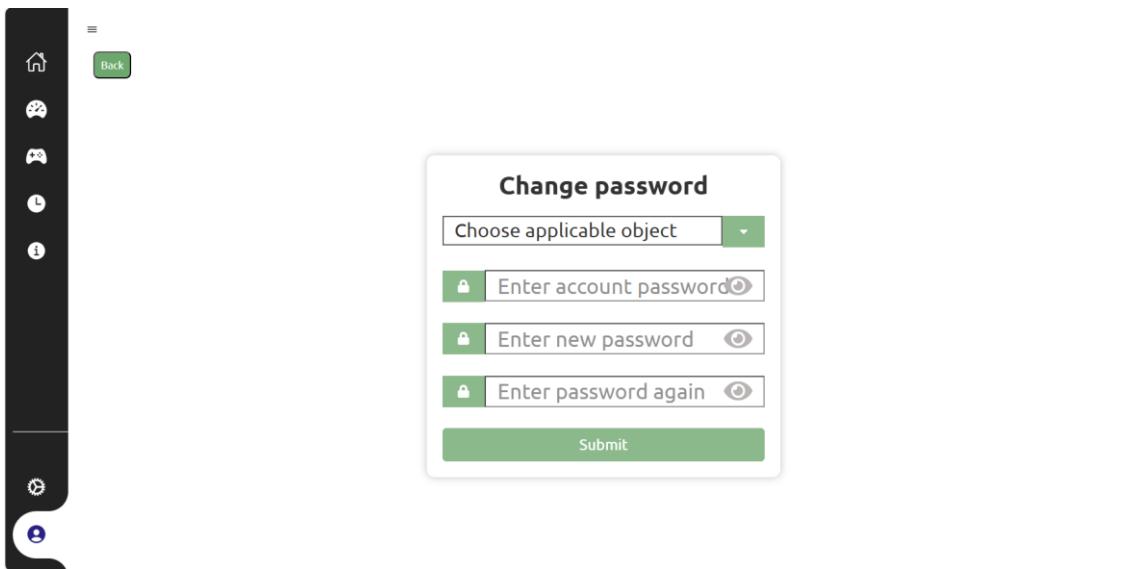
Hình 4.12 là giao diện trang giám sát dữ liệu cảm biến các thiết bị cảm biến: Cho phép người dùng giám sát trực tiếp các dữ liệu của các thiết bị cảm biến ở

các khác vực khác nhau trong nhà máy, các dữ liệu sẽ được cập nhật theo thời gian thực, trong bức ảnh đang giám sát dữ liệu các cảm biến của khu vực 1 (Area1).



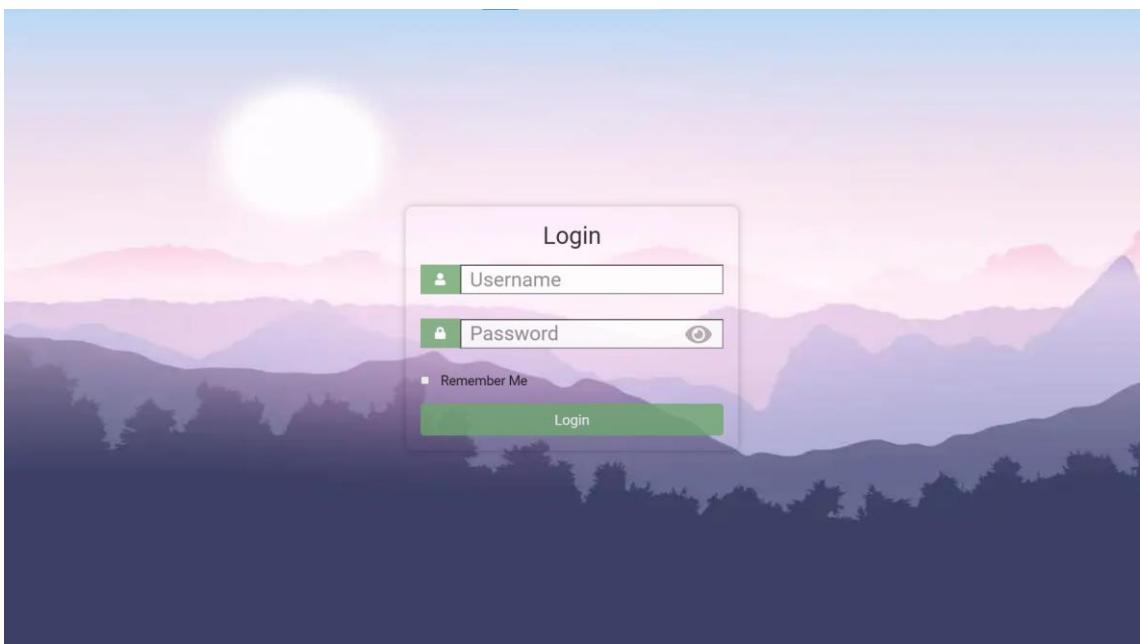
Hình 4.13: Giao diện trang lịch sử dữ liệu của cảm biến theo thời gian

Giao diện trang lịch sử giám sát dữ liệu cảm biến (Hình 4.13) các thiết bị cảm biến theo thời gian: Cho phép người dùng giám sát trực tiếp, lâu dài dữ liệu của các thiết bị cảm biến ở các khu vực khác nhau trong nhà máy, các dữ liệu sẽ được cập nhật theo thời gian thực và người dùng có thể giám sát sự thay đổi các giá trị cảm biến theo thời gian để phán đoán trước các tình huống có thể xảy ra, bức ảnh thể hiện giám sát dữ liệu cảm biến nhiệt độ của khu vực 1, thiết bị số 3. Ngoài ra trang quản lý này cho phép người dùng tải những tệp tin dữ liệu cảm biến trong quá khứ.



Hình 4.14: Giao diện thay đổi mật khẩu tài khoản của người quản lý

Giao diện thay đổi mật khẩu tài khoản người quản lý hoặc thay đổi mật khẩu truy cập của bộ xử lý trung tâm: Cho phép người quản lý thay đổi mật khẩu sau một khoảng thời gian để đảm bảo tính bảo mật cho trang quản lý và bộ xử lý.



Hình 4.15: Giao diện trang đăng nhập trang web quản lý

Hình 4.15 là giao diện trang đăng nhập của web khi người dùng nhập chính xác tên tài khoản và mật khẩu thì mới đăng nhập được để sử dụng các chức năng khác nếu sai quá 5 lần sẽ bị tạm khóa 30s.

4.4. NHẬN XÉT VÀ ĐÁNH GIÁ

Quá trình thực hiện phân tích, thiết kế, thực hiện và hoàn thiện sản phẩm đồ án tốt nghiệp, nhóm thực hiện đã gặp khá nhiều khó khăn trong việc phân tích chức năng hệ thống sau đó thực hiện thiết kế, việc lựa chọn các linh kiện sao cho phù hợp với yêu cầu tính năng và yêu cầu kỹ thuật của sản phẩm. Tuy nhiên sau khoảng thời gian phân tích, nghiên cứu và tìm hiểu nhóm thì hệ thống đã được nhóm thiết kế và hoàn thiện một cách hoàn chỉnh. Bằng việc mô phỏng và thực nghiệm nhiều lần trong môi trường thực tế thì nhìn chung hệ thống đã đáp ứng được các mục tiêu, yêu cầu chức năng và kỹ thuật được đề ra từ đầu. Hệ thống hoạt động một cách ổn định nhưng còn vài điểm hạn chế cần được phát triển thêm nếu muốn ứng dụng cho một quy mô lớn hơn.

❖ **Ưu điểm của hệ thống:**

- Hệ thống hoạt động một cách ổn định, liên tục, thu thập dữ liệu từ các thiết bị cảm biến, điều khiển các thiết bị điều khiển và truyền dữ liệu về trang quản lý.
- Đồng bộ hóa toàn bộ các thông tin dữ liệu giữa các thiết bị với bộ xử lý trung tâm sau đó đồng bộ với trang web quản lý thông qua Firebase.
- Thiết bị cảm biến đo chính xác các giá trị cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ bụi, CO₂ và ánh sáng.
- Thiết bị điều khiển điều khiển một cách chính xác thiết bị được yêu cầu.
- Trang web quản lý cho phép truy cập từ xa thông qua Internet nhưng cần tài khoản quản lý.
- Hệ thống có thể thực hiện cảnh báo một cách tự động thông qua việc thu thập các dữ liệu từ các thiết bị cảm biến nếu xảy ra tình trạng nguy hiểm.
- Trang web quản lý có bảng đồ thị thể hiện lịch sử dữ liệu của cảm biến.
- Trang web quản lý có thể nhận được sự kết nối của thiết bị cảm biến và bộ xử lý trung tâm.
- Trang web có lịch sử điều khiển các thiết bị bằng cách lưu trạng thái điều khiển ở Google Sheet.

- Có cơ sở dữ liệu đơn giản bằng Google Sheet và phương án dự phòng lưu trữ lại dữ liệu khi mất mạng bằng cách lưu trữ một tệp tin lưu trong bộ nhớ Flash khi có kết nối Internet thì gửi lên Firebase Storage để lưu trữ lại.

❖ Nhược điểm:

- Bộ xử lý trung tâm còn khi giao tiếp với trang quản lý sẽ phụ thuộc khá nhiều vào tốc độ của WiFi nên sẽ xảy ra tình trạng cập nhật trang thái dữ liệu hoặc trạng thái điều khiển sau 2 đến 3s sau khi thực hiện.
- Tối ưu chưa tốt về phần cứng như tối ưu công suất, dòng điện tiêu thụ và chưa có nguồn dự phòng khi xảy ra sự cố về nguồn.
- Số liệu lấy mẫu phụ thuộc vào chất lượng cảm biến và môi trường bên ngoài nếu không được bảo dưỡng thường xuyên.
- Thiếu các biện pháp cảnh báo khi xảy ra hỏng hóc cảm biến do tác nhân bên ngoài.
- Chưa có biện pháp phát hiện kịp thời khi một thiết bị mất tín hiệu chỉ phát hiện định kỳ sau một khoảng thời gian.
- Cơ sở dữ liệu đơn giản và các biện pháp bảo mật còn đơn giản.
- Trong quá trình truyền dữ liệu bằng LoRa chưa được mã hóa có thể xảy ra việc đánh cắp dữ liệu.
- Có độ trễ trong kết nối lại với WiFi sau khi mất kết nối Internet, giá trị cập nhật lên Firebase và Google Sheets có độ trễ.

Bảng 4.2: Bảng thử nghiệm chức năng của hệ thống

Công việc thực hiện	Số lần thử/Thời gian	Số lần thành công	Dánh giá	Ghi chú
Khởi động (3 thiết bị)	50 lần/1 thiết bị	Ôn định	Đạt	
Thời gian hoạt động (3 thiết bị)	24 tiếng	Ôn định	Đạt	
Truyền nhận dữ liệu bằng LoRa	Thực hiện liên tục 24 tiếng	Ôn định	Đạt	Độ trễ truyền nhận xấp xỉ 1s

Thu thập dữ liệu cảm biến (Thiết bị cảm biến)	24 tiếng	Ôn định	Đạt	Thu thập dữ liệu cảm biến liên tục trong 24 tiếng, sai số xấp xỉ 10%
Điều khiển thiết bị điện (Thiết bị điều khiển)	Ôn định	Ôn định	Đạt	Bật/Tắt thiết bị thông qua Relay
Cập nhật dữ liệu cảm biến và trạng thái lên màn hình	24 tiếng	Ôn định	Đạt	Độ trễ $\leq 1s$
Bật/tắt thiết bị điều khiển thông qua màn hình	~ 100 lần	98 ~ 99 lần	Đạt	Độ trễ $\leq 1s$ (Khoảng thời gian 2 lần điều khiển là 2s)
Cài đặt thời gian bật tắt thiết bị (Timer)	30 lần	30 lần	Đạt	Thời gian sai số so với thời gian thực không quá 10s
Kích hoạt cảnh báo	30 lần	Ôn định	Đạt	Các cảnh báo khác nhau sẽ cảnh báo lần lượt, ưu tiên báo cháy ở mức cao nhất
Bật/Tắt thiết bị thông qua web	~ 100 lần	98 ~ 99 lần	Đạt	Độ trễ ~ 2s (Khoảng cách

quản lý				giữa 2 lần điều khiển cần tối thiểu 5s)
Gửi dữ liệu cảm biến lên Firebase	24 tiếng	Ôn định	Đạt	Độ trễ $\leq 1s$
Gửi dữ liệu cảm biến lên Google Sheet	24 tiếng	Ôn định	Đạt	Độ trễ $\leq 6s$ (Khoảng cách giữa 2 lần gửi là 5s)
Gửi file Backup dữ liệu	1 tiếng 1 lần	Ôn định	Đạt	Độ trễ tùy thuộc vào độ nặng tệp tin
Giao tiếp giữa Web và Firebase	24 tiếng	Ôn định	Đạt	Độ trễ $\leq 1s$
Giao tiếp giữa Web và Google Sheet (Lịch sử dữ liệu và đồ thị)	1 phút / 1 lần	Ôn định	Đạt	Độ trễ $\leq 1s$

CHƯƠNG 5: KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

5.1. KẾT LUẬN

Trong khoảng thời gian 16 tuần vừa tìm hiểu, nghiên cứu, phát triển và thi công hệ thống nhóm thực hiện đã thu được những kết quả sau đây:

- Giám sát và thu thập các giá trị cảm biến nồng độ bụi (PM1, PM2.5, PM10), khí CO2, nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, báo cháy (khói, khí dễ cháy và lửa) trong nhà máy thông qua LoRa.
- Thực hiện cảnh báo tự động nếu có tình trạng nguy hiểm ảnh hưởng đến sức khỏe.
- Thiết kế giao diện màn hình trên màn hình cảm ứng.
- Hệ thống có màn hình giao diện ứng dụng cho phép người dùng có thể giám sát trực tiếp các giá trị cảm biến và trang web quản lý.
- Điều khiển thiết bị điện (đèn, quạt thông gió và các thiết bị điện khác tùy chọn) thông qua màn hình điều khiển hoặc qua trang web quản lý, lệnh điều khiển được truyền qua LoRa.
- Có các chế độ hẹn giờ điều khiển thiết bị.
- Tốc độ phản hồi, giao tiếp thông qua LoRa cao và ổn định, ít bị ảnh hưởng bởi các yếu tố ngăn chặn hoặc nhiễu từ môi trường xung quanh.
- Trang web quản lý toàn bộ các hoạt động và trạng thái của hệ thống.
- Hệ thống có bộ lưu trữ lại dữ liệu theo dạng tệp tin theo ngày để có thể xem lại hoặc xem lại lịch sử trực tiếp trên trang web quản lý thông qua biểu đồ tạo bằng Google Sheet.
- Sản phẩm nhỏ gọn, linh hoạt có tính ứng dụng và phổ biến cao.

5.2. HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Qua nhược điểm và những điểm hạn chế đã nêu về hệ thống, đề tài có thể phát triển thêm theo những hướng sau:

- Xây dựng thêm cơ chế bảo mật bằng cách mã hóa khi truyền tin thông qua LoRa.

- Bổ sung thêm tính năng lưu trữ dữ liệu điều khiển, chỉnh sửa thông số của người dùng và cập nhật lên lại màn hình khi cần thiết.
- Xây dựng cơ sở dữ liệu dưới dạng máy chủ thay vì sử dụng Google Sheet và Firebase để có thể chủ động hơn trong việc quản lý.
- Có thể thay thế việc sử dụng wifi, Internet bằng cách kết nối thẳng LoRa với Server để tránh phụ thuộc vào tốc độ mạng.
- Bổ sung thêm các chức năng điều khiển tự động thông qua các cảm biến nhận diện hay xử lý ảnh bằng camera.
- Bổ sung nguồn dự phòng cho hệ thống (through qua năng lượng mặt trời hoặc ắc quy).
- Xây dựng thêm một thiết bị cho phép người dùng cài đặt các thông số LoRa mà không cần thông qua phần mềm của nhà sản xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] T. M. Tâm và Đ. T. Huệ, “Thiết kế và thi công hệ thống cảnh báo, phòng chống hỏa hoạn và rò rỉ khí gas,” Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh, Hồ Chí Minh, 2019.
- [2] P. V. Khoa và N. V. Thái, “Hệ thống đo lường và giám sát chất lượng không khí từ xa ứng dụng nền tảng kết nối vạn vật,” Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng, Đà Nẵng, 2022.
- [3] N. T. Trung, Đ. T. P. Lan, Đ. H. Duân và L. H. Tuyến, “THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG MẠNG LUỐI GIÁM SÁT BỤI PM_{2,5} VÀ PM10 THEO THỜI GIAN THỰC,” Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCNXD) - ĐHXDHN, Hà Nội, 2020.
- [4] L. N. T. Vinh, “Thiết kế hệ thống giám sát liên tục nồng độ khí thải của nhà máy xi măng,” Trường đại học Bách Khoa Hà Nội, Hà Nội, 2019.
- [5] A. Kumari và K. Bonigala, “GSM Based Industrial Safety Detection and Prevention,” IJIRT International Journal of Innovative Research in Technology (IJIRT), 2023.
- [6] “WiFi là gì? Sóng WiFi có ảnh hưởng đến sức khỏe của con người không? Nguyên tắc hoạt động của WiFi,” TOPZONE, 20 3 2023. [Trực tuyến]. Available: <https://www.topzone.vn/tekzone/wifi-la-gi-1518841>.
- [7] “What are LoRa and LoRaWAN?,” The Things Network, [Trực tuyến]. Available: <https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/what-is-lorawan/>.
- [8] “What Is LoRa?,” SEMTECH, [Trực tuyến]. Available: <https://www.semtech.com/lora/what-is-lora>.
- [9] “CHUẨN GIAO TIẾP I2C LÀ GÌ,” ĐIỆN TỬ TUƠNG LAI, [Trực tuyến]. Available: <https://dientutuonglai.com/chuan-giao-tiep-i2c-la-gi.html>.

- [10] “Giao thức I2C,” DEVIOT, 2023. [Trực tuyến]. Available: <https://iot95.xyz/posts/lap-trinh-vi-dieu-khien/giao-thuc-i2c>.
- [11] “Thegioiic,” Thegioiic, 14 10 2022. [Trực tuyến]. Available: <https://www.thegioiic.com/tin-tuc/tim-hieu-ve-chuan-giao-tiep-i2c>.
- [12] “ GIỚI THIỆU VỀ SPI MỀM,” LINHKIENNGANHLANH.COM, 25 10 2018. [Trực tuyến]. Available: <https://linhkiennghanhlanh.com/gioi-thieu-ve-spi-mem/>.
- [13] “#2 _ Chuẩn giao tiếp UART,” KYSUNGHEO.COM, 3 4 2023. [Trực tuyến]. Available: <https://kysungheo.com/chuan-giao-tiep-uart/>.
- [14] “Firebase là gì?,” FPT CLOUD, 31 12 2021. [Trực tuyến]. Available: <https://fptcloud.com/firebase-la-gi/>.
- [15] “ESP32-WROOM-32 Datasheet,” Espressif Systems, 2023. [Trực tuyến]. Available: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf.
- [16] “ESP32-S3 Series Datasheet,” Espressif Systems, 2023. [Trực tuyến]. Available: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-s3_datasheet_en.pdf.
- [17] Z. Yong, “Digital universal particle concentration sensor - PMS7003 series data manual,” PLANTOWER, 2016. [Trực tuyến]. Available: <https://www.espruino.com/datasheets/PMS7003.pdf>.
- [18] “How2Electronics,” How2Electronics, 21 8 2022. [Trực tuyến]. Available: <https://how2electronics.com/esp8266-sht31-humidity-temperature-monitoring-thingspeak/>.
- [19] “Datasheet SHT3x-DIS,” Sensirion AG, 12 2022. [Trực tuyến]. Available: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/897975/ETC2/SHT31.html>.
- [20] “CCS811 - Ultra-Low Power Digital Gas Sensor for Monitoring Indoor Air

- Quality,” AMS AG, 23 12 2016. [Trực tuyến]. Available: https://cdn.sparkfun.com/assets/learn_tutorials/1/4/3/CCS811_Datasheet-DS000459.pdf.
- [21] “THEGIOIIC,” THEGIOIIC, [Trực tuyến]. Available: <https://www.thegioiic.com/ccs811-mach-cam-bien-khi-co2-chat-luong-khong-khi>.
- [22] “E32-TTL-100 Datasheet v1.2,” Chengdu Ebyte Electronic Technology Co., Ltd., [Trực tuyến]. Available: <https://pdf.direnc.net/upload/e32-ttl-100-datasheet-en-v1-0.pdf>.
- [23] “E32-433T20DT_Usermanual_EN_v1.6,” Chengdu Ebyte Electronic Technology Co.;Ltd.
- [24] “Arduino with BH1750 Ambient Light Sensor,” Random Nerd Tutorials, [Trực tuyến]. Available: <https://randomnerdtutorials.com/arduino-bh1750-ambient-light-sensor/>.
- [25] “BH1750FVI_Rohm,” ROHM Semiconductor, 11 2011. [Trực tuyến]. Available: https://datasheetspdf.com/pdf-down/B/H/1/BH1750FVI_Rohm.pdf.
- [26] “Flammable Gas Sensor (Model: MP-4),” Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., Ltd, 1 5 2014. [Trực tuyến]. Available: [https://www.winsen-sensor.com/d/files/PDF/Flat-surfaced%20Gas%20Sensor/MP-4\(V1.3\).pdf](https://www.winsen-sensor.com/d/files/PDF/Flat-surfaced%20Gas%20Sensor/MP-4(V1.3).pdf).
- [27] “KY-026 Flame Sensor Tutorial for Arduino, ESP8266 and ESP32,” DIYIOT, [Trực tuyến]. Available: <https://diyi0t.com/flame-sensor-arduino-esp8266-esp32/>.
- [28] “MECSU,” MECSU , 1 8 2023. [Trực tuyến]. Available: <https://mecsuvn.vn/ho-tro-ky-thuat/ds1307-real-time-clock-i2c-rtc.OYp>.
- [29] “DS1307 64 x 8 Serial Real-Time Clock,” DALLAS Semiconductor, [Trực tuyến]. Available:

<https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/DS1307.pdf>.

- [30] “3.5inch SPI Module MSP3520 User Manual,” LCDWIKI, [Trực tuyến]. Available:
http://www.lcdwiki.com/res/MSP3520/3.5inch_SPI_Module_MSP3520_User_Manual_EN.pdf.
- [31] “DFR0299 DFPlayer Mini Manual,” DFRobot, [Trực tuyến]. Available:
<https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/DFR0299-DFPlayer-Mini-Manual.pdf>.
- [32] “SRD Series SUBMINATURE HIGH POWER RELAY 7A/10A/15A,” SONGLE RELAY, [Trực tuyến]. Available:
<http://www.songlerelay.com/Public/Uploads/20161104/581c81ac16e36.pdf>.
- [33] “Relay là gì? Relay có chức năng và nguyên lý hoạt động như thế nào?,” NGUYENGIANG.VN, 27 1 2023. [Trực tuyến]. Available:
<https://nguyengiang.vn/blogs/news/relay-la-gi-relay-co-chuc-nang-va-nguyen-ly-hoat-dong-nhu-the-nao>.
- [34] B. Nguyen, “ResearchGate: PM2.5 low-cost sensors and calibration data for SDS011 and PMS7003,” ResearchGate, 19 6 2019. [Trực tuyến]. Available:
https://www.researchgate.net/publication/333891464_PM25_low-cost_sensors_and_calibration_data_for_SDS011_and_PMS7003.
- [35] Z.-t. SHAO, M.-x. HUANG, D. WU, X. ZHANG và A. HUANG, “ResearchGate: Design of a Simplified Wireless Sensor Network Node Based on MQTT Protocol,” ResearchGate, 2018. [Trực tuyến]. Available:
https://www.researchgate.net/publication/329490016_Design_of_a_Simplified_Wireless_Sensor_Network_Node_Based_on_MQTT_Protocol.
- [36] B. Goncalves, “Real-time Clock ICs with Arduino,” 8 9 2015. [Trực tuyến]. Available: <https://bengoncalves.wordpress.com/2015/09/08/real-time-clock-ics-with-arduino/>.

- [37] “Công nghệ LoRa là gì?,” TFS Solution IAS, [Trực tuyến]. Available: <https://solutionias.com/tong-quan-ve-cong-nghe-lora/>.