

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

KHOA ĐIỆN ĐIỆN TỬ

BỘ MÔN KỸ THUẬT MÁY TÍNH - VIỄN THÔNG



ĐỒ ÁN MÔN HỌC 1

NGÀNH HỆ THỐNG NHÚNG VÀ IOT

ĐỀ TÀI

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG TRANG TRẠI NẤM
THÔNG MINH**

GVHD: Th.S. TRƯƠNG QUANG PHÚC

SVTH: ĐƯỜNG NGỌC BẢO

MSSV: 22139002

LƯƠNG KIẾN BÌNH

MSSV: 22139005

TP. HỒ CHÍ MINH – 06/2025

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

KHOA ĐIỆN ĐIỆN TỬ

BỘ MÔN KỸ THUẬT MÁY TÍNH - VIỄN THÔNG

ĐỒ ÁN MÔN HỌC 1

NGÀNH HỆ THỐNG NHÚNG VÀ IOT

ĐỀ TÀI

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG TRANG TRẠI NẤM
THÔNG MINH**

Sinh viên: **ĐƯỜNG NGỌC BẢO**

MSSV: 22139002

LƯƠNG KIẾN BÌNH

MSSV: 22139005

GVHD: **Th.S. TRƯƠNG QUANG PHÚC**

TP. HỒ CHÍ MINH – 06/2025

LỜI CẢM ƠN

Trong suốt quá trình học tập và thực hiện đồ án 1, chúng tôi đã nhận được rất nhiều sự giúp đỡ, chỉ dẫn và tạo điều kiện thuận lợi từ quý thầy cô, cũng như bạn bè. Chúng tôi xin chân thành gửi lời cảm ơn sâu sắc nhất đến tất cả những người đã luôn đồng hành, và hỗ trợ trong suốt thời gian qua.

Trước tiên, nhóm chúng tôi xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành đến thầy Trương Quang Phúc, người đã hướng dẫn, chỉ bảo nhóm trong suốt quá trình thực hiện đồ án. Ngay từ bước đầu tiên chọn đề tài, tìm hướng phát triển, nhóm đã được thầy chỉnh sửa và góp ý để đề tài được hoàn thiện hơn. Nhờ sự hướng dẫn của thầy mà trong quá trình thực hiện dự án nhóm chúng tôi đã có cơ hội tiếp thu thêm kiến thức mới cũng như phát triển kỹ năng của mình.

Nhóm chúng tôi cũng xin cảm ơn các quý thầy cô đã và đang công tác tại Trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật Thành phố Hồ Chí Minh đã giảng dạy, truyền đạt kiến thức nền tảng vững chắc cho em trong suốt quá trình học tập. Đây chính là hành trang quan trọng để em có thể áp dụng trong quá trình nghiên cứu và thực hiện đồ án.

Bên cạnh đó, em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến gia đình, bạn bè, và anh chị đi trước đã chia sẻ tài liệu, kinh nghiệm, góp phần giúp em vượt qua những khó khăn trong quá trình làm đồ án.

Mặc dù đã rất cố gắng nhưng do thời gian, kinh nghiệm và kiến thức còn hạn chế, đồ án chắc chắn không thể tránh khỏi những thiếu sót. Em rất mong nhận được sự thông cảm và góp ý từ quý thầy cô để em có thể học hỏi, và hoàn thiện hệ thống của dự án trong tương lai.

Một lần nữa, em xin chân thành cảm ơn!

TÓM TẮT

Trong đề tài này chúng ta tập trung vào vào nghiên cứu và phát triển 1 hệ thống giám sát và điều chỉnh điều môi trường cho cây trồng trong nông nghiệp và cụ thể là mô hình trang trại cho cây nấm với mức độ tự thích nghi cao với môi trường giúp tăng trưởng tốt trong môi trường thay đổi . Với những thách thức và giáp pháp từ đặc thù sinh trưởng của cây trồng mà từ đó thiết kế hệ thống phù hợp với tiêu chí đưa ra của người dùng

Trong phần Tổng quan (Chương 1) của đề tài đề cập đến tính cấp thiết của đề tài , mục tiêu , đối tượng nghiên cứu và tình hình nghiên cứu của IoT trong nông nghiệp .Từ đó cho thấy được cái nhìn tổng quan về đề tài nghiên cứu hướng đến

Trong phần Cơ sở lý thuyết (Chương 2) cung cấp các khái niệm về phần cứng , ngoại vi , các giao thức truyền thông để làm cơ sở lựa chọn và thiết kế các công đoạn của đề tài nghiên cứu từ đó nắm rõ được quá trình phát triển của đề tài

Phần Thiết kế hệ thống (Chương 3) bao gồm qua trình thiết kế và thi công phần cứng và phần mềm . Cách thức hoạt động liên kết các phần trong hệ thống để tạo thành 1 mô hình hoàn chỉnh

Trong phần Kết quả (Chương 4) là kết quả sau khi hoàn thiện đề tài mô hình đưa vào hoạt động dữ liệu và độ chính xác khi hoạt động được thể hiện trong phần này .

Phần cuối Kết luận và hướng phát triển , sau khi nhận thu được kết quả từ chương 4 phần này sẽ đánh giá lại kết quả thu được từ đó phân tích những ưu điểm và khuyết điểm còn tồn tại để từ đó tiếp tục phát triển thêm các tính năng về sau

Tóm lại , đề tài này được ứng dụng những kiến thức đã được đào tạo ở Ngành Hệ thống Nhúng và IoT cùng với những tài liệu khoa học được công bố để góp phần xây dựng được 1 hệ thống trang trại nấm thông minh với độ ứng dụng công nghệ và thực tế cao

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN.....	ii
TÓM TẮT.....	iii
MỤC LỤC.....	iv
DANH MỤC ẢNH.....	vii
DANH MỤC BẢNG.....	ix
CÁC TỪ VIẾT TẮT.....	x
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN.....	1
1.1. Tính cấp thiết của đề tài.....	1
1.2. Mục tiêu nghiên cứu.....	2
1.3. Nhiệm vụ nghiên cứu.....	3
1.4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.....	4
1.5. Phương pháp nghiên cứu.....	4
1.6. Tình hình nghiên cứu.....	5
1.7. Bố cục đề tài.....	5
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT.....	7
2.1 Các thông số môi trường ảnh hưởng đến sự phát triển của nấm.....	7
2.1.1 Khái niệm.....	7
2.1.2 Lợi ích của trang trại nấm thông minh.....	7
2.1.3 Hạn chế của trang trại nấm thông minh.....	7
2.2 Các thông số môi trường ảnh hưởng đến sự phát triển của nấm.....	8
2.3 Internet of Thing (IoT) trong nông nghiệp.....	9
2.4 Firebase – Nền tảng lưu trữ dữ liệu thời gian thực.....	10
2.5 Giao thức truyền thông HTTP.....	11
2.5.1 HTML.....	11
2.5.2 CSS.....	12
2.5.3 Javascripts.....	12
2.5 Các linh kiện trong hệ thống.....	12
2.5.1 Vi điều khiển PIC 16F877A.....	12

2.5.2. Vi điều khiển ESP32	15
2.5.3 Cảm biến nhiệt độ , độ ẩm DHT11	17
2.5.4. Đèn LED điều khiển	19
2.5.5. Cảm biến ánh sáng LM393	20
2.5.6. Motor điều khiển – 5v	21
2.5.7 Động cơ servo 180 5V	22
2.6. Truyền thông Uart	23
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ HỆ THỐNG	24
3.1. Yêu cầu hệ thống	24
3.2 Đặc tả hệ thống	24
3.2.1. Mô tả tổng quát toàn hệ thống	24
3.2.2. Sơ đồ khối của hệ thống	26
3.2.3. Mô tả hoạt động của hệ thống	27
3.3. Thiết kế phần cứng	28
3.3.1 Khối xử lý trung tâm	31
3.3.1.1 Vy xử lý chính PIC16F877A	31
3.3.1.2 Vy điều khiển ESP32	32
3.3.1.3 Kết nối hai vy xử lý thành vy xử lý trung tâm	33
3.3.2 Khối cảm biến nhiệt độ và độ ẩm	34
3.3.3 Khối cảm biến cường độ ánh sáng	36
3.3.4 Khối chức năng phun sương	37
3.3.5 Khối chức năng che bật	38
3.3.6 Khối chức năng bật tắt đèn	40
3.3.7 Khối nguồn	41
3.3.8 Sơ đồ nguyên lý của toàn hệ thống	44
3.4 Thiết kế phần mềm	45
3.4.1 Lưu đồ giải thuật toàn bộ hệ thống	45
3.4.2 Lưu đồ giải thuật thu thập dữ liệu	47
3.4.3 Lưu đồ giải thuật điều khiển các thiết bị	49

3.4.3 Lưu đồ giải thuật truyền dữ liệu uart giữa PIC16F877A và ESP32	52
3.4.4 Lưu đồ giải thuật gửi dữ liệu từ ESP32 lên Firebase	54
3.5 Xây dựng webs	55
CHƯƠNG 4: KẾT QUẢ	57
4.1 Mô hình phần cứng	57
4.2 Giá trị dữ liệu được cập nhật từ hệ thống lên giao diện người dùng	60
4.3 Giao diện người dùng	60
CHƯƠNG 5: Tổng kết	63
5.1 Kết luận	63
5.2 Kết quả đạt được	63
5.3 Ưu điểm và hạn chế của dự án	64
5.4 Hướng phát triển trong tương lai	65
TÀI LIỆU THAM THẢO	67
PHỤ LỤC	68

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 2.1: Trang đầu của Firebase	11
Hình 2.2: Vy xử lý PIC16F877A	14
Hình 2.3: Vy điều khiển ESP32	16
Hình 2.4: Cảm biến DHT11	18
Hình 2.5: Đèn LED 3V3	19
Hình 2.6: Cảm biến LM393	20
Hình 2.7: Động cơ 5V DC	21
Hình 2.8: Động cơ Servo 180 độ	22
Hình 3.1: Mô hình tổng quát của hệ thống	24
Hình 3.2: Sơ đồ khối của hệ thống	26
Hình 3.3: Sơ đồ hoạt động của hệ thống	27
Hình 3.4: Sơ đồ phần cứng của hệ thống	29
Hình 3.5: Sơ đồ chân của PIC16F877A	31
Hình 3.6: Sơ đồ chân của ESP32	32
Hình 3.7: Kết nối hai vy xử lý thành khối xử lý trung tâm	33
Hình 3.8: Sơ đồ nguyên lý kết nối cảm biến DHT11 với PIC16F877A	35
Hình 3.9: Sơ đồ nguyên lý kết nối cảm biến LM393 với PIC16F877A	36
Hình 3.10: Sơ đồ nguyên lý kết nối IC L293D+MOTOR với PIC16F877A	37
Hình 3.11: Sơ đồ nguyên lý kết nối Servo với PIC16F877A	39
Hình 3.12: Sơ đồ nguyên lý kết nối LED với PIC16F877A	40
Hình 3.13: Sơ đồ nguyên lý của hai bộ nguồn	42
Hình 3.14: Sơ đồ nguyên lý phần cứng của cả hệ thống	44
Hình 3.15: Lưu đồ giải thuật toàn hệ thống	45
Hình 3.16 Lưu đồ giải thuật đọc nhiệt độ, độ ẩm bằng DHT11	47
Hình 3.17 Lưu đồ đọc cảm biến ánh sáng	48
Hình 3.18 Lưu đồ điều khiển thiết bị phun sương	49
Hình 3.19 Lưu đồ điều khiển thiết bị màn che	50

Hình 3.20 Lưu đồ điều khiển đèn	51
Hình 3.21 Lưu đồ giải thuật gửi dữ liệu từ PIC16F877A	52
Hình 3.22 Lưu đồ giải thuật nhận dữ liệu từ PIC trên ESP32	53
Hình 3.23 Lưu đồ giải thuật gửi dữ liệu từ ESP32 lên Firebase	54
Hình 3.24 Giao diện Website	55
Hình 4.1: Bố trí mạch in PCB ở chế độ 2D và 3D	57
Hình 4.2: Bố trí mạch in PCB ngoài thực tế	58
Hình 4.3: Mô hình thực tế mô phỏng hệ thống trang trại nấm thông minh	59
Hình 4.4: Dữ liệu môi trường trang trại được ESP32 truyền lên FIREBASE	60
Hình 4.5: Giao diện WEB ở trạng thái 1	61
Hình 4.6: Giao diện WEB ở trạng thái 2	62

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2.1: Thông số kỹ thuật của PIC16F877A	14
Bảng 2.2: Thông số kỹ thuật của ESP32	16
Bảng 2.3: Thông số kỹ thuật của cảm biến DHT11	18
Bảng 2.4: thông số kỹ thuật của đèn LED	19
Bảng 2.5: Thông số kỹ thuật của cảm biến LM393	20
Bảng 2.6: Thông số kỹ thuật của động cơ 5V DC	21
Bảng 2.7: Thông số kỹ thuật của động cơ Servo 180 độ	22
Bảng 3.1: Sơ đồ nối dây giữa cảm biến DHT11 với PIC16F877A	34
Bảng 3.2: Sơ đồ nối dây giữa cảm biến LM393 với PIC16F877A	36
Bảng 3.3: Sơ đồ nối dây giữa IC L293D với PIC16F877A, IC L293D với Motor	37
Bảng 3.4: Sơ đồ nối dây giữa Servo với PIC16F877A	38
Bảng 3.5: Sơ đồ nối dây giữa LED với PIC16F877A	40
Bảng 3.6: Thông số về dòng điện, điện áp và công suất tiêu thụ của các linh kiện	41

CÁC TỪ VIẾT TẮT

IoT	Internet of Things	Internet vạn vật
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter	Bộ thu phát không đồng bộ phổ quát
ADC	Analog to Digital Converter	Bộ chuyển đổi tương tự sang số
SPI	Serial Peripheral Interface	Giao tiếp ngoại vi nối tiếp
I2C	Inter-Integrated Circuit	Mạch tích hợp liên kết nội bộ
PCB	Printed Circuit Board	Bảng mạch in
GPIO	General Purpose Input/Output	Cổng vào/ra mục đích chung
PWM	Pulse Width Modulation	Điều chế độ rộng xung
HTTP	HyperText Transfer Protocol	Giao thức truyền tải siêu văn bản
HTML	HyperText Markup Language	Ngôn ngữ đánh dấu siêu văn bản
CSS	Cascading Style Sheets	Ngôn ngữ tạo kiểu
JS	JavaScript	Ngôn ngữ lập trình JavaScript

EEPROM	Electrically Erasable Programmable ROM	Bộ nhớ chỉ đọc có thể lập trình và xóa bằng điện
--------	---	---

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN

1.1. Tính cấp thiết của đề tài

Nấm không chỉ là một loại thực phẩm giàu dinh dưỡng mà còn được ứng dụng rộng rãi trong ngành dược phẩm và công nghiệp chế biến thực phẩm, góp phần nâng cao giá trị kinh tế cho nông nghiệp Việt Nam. Tuy nhiên, để sản xuất nấm đạt năng suất cao, chất lượng tốt và ổn định, việc kiểm soát các yếu tố môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, độ thông thoáng trong quá trình trồng nấm là vô cùng quan trọng. Những yếu tố này cần được duy trì trong phạm vi giới hạn chặt chẽ, bởi vì sự thay đổi nhỏ trong các chỉ số môi trường có thể ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình sinh trưởng, phát triển của nấm, thậm chí dẫn đến thất thu hoặc giảm chất lượng sản phẩm.

Hiện nay, phương pháp quản lý nhà nấm tại nhiều nơi vẫn dựa chủ yếu vào kinh nghiệm truyền thống và quan sát thủ công từ người trồng, dẫn đến khó khăn trong việc duy trì sự ổn định liên tục của các thông số môi trường. Bên cạnh đó, việc theo dõi thủ công không thể thực hiện 24/7, gây ra hiện tượng sai sót, xử lý chậm các biến đổi bất thường của môi trường, ảnh hưởng không nhỏ đến hiệu quả canh tác. Mặt khác, trong bối cảnh áp lực về tăng năng suất, giảm chi phí nhân công và phát triển nông nghiệp hiện đại, việc ứng dụng các phương pháp quản lý tự động, chính xác và linh hoạt trở nên rất cần thiết.

Thực tế cũng cho thấy, thị trường nấm ngày càng có nhu cầu cao về sản phẩm đạt tiêu chuẩn chất lượng đồng đều và an toàn vệ sinh thực phẩm. Điều này đặt ra yêu cầu cấp thiết về việc xây dựng một hệ thống quản lý thông minh giúp giám sát liên tục, thu thập và phân tích dữ liệu môi trường trong quá trình sản xuất. Qua đó, hệ thống có thể hỗ trợ người quản lý ra quyết định kịp thời và chính xác trong việc điều chỉnh các yếu tố môi trường nhằm tối ưu hóa điều kiện sinh trưởng cho nấm, giảm thiểu tổn thất và nâng cao năng suất, chất lượng sản phẩm.

Ngoài ra, việc áp dụng công nghệ quản lý hiện đại cũng giúp tăng khả năng giám sát từ xa, tiết kiệm thời gian và chi phí vận hành, đồng thời giúp người trồng có thể theo dõi tình trạng nhà nắm bất cứ lúc nào, từ đó nâng cao hiệu quả sản xuất, góp phần phát triển nông nghiệp bền vững và hội nhập công nghệ trong lĩnh vực nông nghiệp hiện đại.

Do đó, việc nghiên cứu và phát triển một hệ thống quản lý nhà nắm thông minh, có khả năng theo dõi và kiểm soát chính xác các yếu tố môi trường là vô cùng cần thiết và cấp bách nhằm đáp ứng được các yêu cầu về năng suất, chất lượng cũng như tính kinh tế trong sản xuất nắm hiện đại.

1.2. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu chính của đề tài là xây dựng một hệ thống quản lý nhà nắm thông minh, giúp giám sát và điều khiển các yếu tố môi trường ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng của nắm một cách chính xác và hiệu quả. Cụ thể, đề tài hướng đến:

- **Giám sát liên tục** các thông số môi trường quan trọng như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng nhằm đảm bảo điều kiện sinh trưởng phù hợp cho nắm trong suốt quá trình nuôi trồng.
- **Tự động hóa việc điều khiển** các thiết bị như màn che nắng, hệ thống phun sương, đèn chiếu sáng để duy trì ổn định các yếu tố môi trường theo ngưỡng đã thiết lập.
- **Thu thập, lưu trữ và truyền tải dữ liệu** môi trường lên hệ thống đám mây, cho phép người quản lý có thể theo dõi và điều chỉnh từ xa qua giao diện web hoặc ứng dụng di động.
- **Nâng cao hiệu quả sản xuất** nắm bằng cách giảm thiểu sai số trong quá trình kiểm soát môi trường, đồng thời giảm công sức và chi phí vận hành so với phương pháp thủ công truyền thống.

- **Tạo cơ sở cho việc mở rộng** và ứng dụng công nghệ IoT trong nông nghiệp, góp phần phát triển mô hình nông nghiệp thông minh và bền vững.

1.3. Nhiệm vụ nghiên cứu

Tìm hiểu đặc điểm sinh trưởng của nấm

- Nghiên cứu các điều kiện môi trường tối ưu cho quá trình phát triển của nấm (nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng...).
- Xác định ngưỡng kiểm soát phù hợp cho từng thông số môi trường.

Khảo sát và lựa chọn các cảm biến phù hợp

- Lựa chọn các loại cảm biến có khả năng đo nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng có độ chính xác cao và phù hợp với môi trường nhà nấm.
- Đánh giá độ tin cậy và độ bền của cảm biến trong điều kiện thực tế.

Thiết kế hệ thống phản ứng điều khiển

- Xây dựng mạch thu thập dữ liệu từ các cảm biến sử dụng vi điều khiển PIC.
- Thiết kế mạch điều khiển thiết bị đầu ra như quạt, máy phun sương, đèn chiếu sáng theo tín hiệu môi trường.

Tích hợp truyền thông không dây

- Thiết lập truyền dữ liệu từ hệ thống cảm biến sang ESP32.
- Cấu hình ESP32 để truyền dữ liệu thời gian thực lên cơ sở dữ liệu đám mây (Firebase).

Thiết kế giao diện giám sát trực quan trên web

- Xây dựng giao diện web thân thiện cho người dùng giúp theo dõi các thông số môi trường và trạng thái hoạt động của thiết bị.
- Cung cấp khả năng điều khiển thiết bị từ xa thông qua web nếu cần.

Thử nghiệm và đánh giá hệ thống

- Kiểm tra độ chính xác và độ ổn định của hệ thống trong điều kiện thực tế.
- Đánh giá hiệu quả của hệ thống so với phương pháp truyền thống về năng suất và khả năng duy trì môi trường ổn định.

1.4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đề tài tập trung nghiên cứu và phát triển một hệ thống quản lý nhà nấm thông minh, trong đó đối tượng chính là quá trình giám sát và điều khiển môi trường trồng nấm nhằm đảm bảo điều kiện tối ưu cho sự sinh trưởng và phát triển của nấm. Cụ thể, hệ thống cần theo dõi các thông số môi trường quan trọng như nhiệt độ, độ ẩm và ánh sáng, đồng thời điều khiển các thiết bị như quạt, máy phun sương, đèn chiếu sáng, màn che để duy trì các thông số này trong khoảng cho phép.

Bên cạnh đó, hệ thống cũng được nghiên cứu để thu thập và truyền dữ liệu từ các cảm biến lên nền tảng đám mây (Firebase), từ đó hiển thị lên giao diện web giúp người dùng có thể giám sát trạng thái nhà nấm từ xa theo thời gian thực.

Phạm vi nghiên cứu của đề tài giới hạn trong việc triển khai mô hình thu nhỏ, phù hợp với điều kiện phòng thí nghiệm và thử nghiệm. Đề tài tập trung vào các yếu tố cơ bản bao gồm: tích hợp cảm biến, xây dựng mạch thu thập dữ liệu bằng vi điều khiển PIC, kết nối truyền thông không dây bằng ESP32, thiết kế cơ sở dữ liệu đám mây đơn giản và xây dựng giao diện web trực quan.

1.5. Phương pháp nghiên cứu

Đề tài sử dụng kết hợp nhiều phương pháp nghiên cứu để đảm bảo tính khả thi và khoa học. Trước tiên, phương pháp thu thập và phân tích tài liệu được áp dụng để tìm hiểu đặc điểm sinh trưởng của nấm, các yếu tố môi trường ảnh hưởng và các mô hình nông nghiệp thông minh có liên quan. Tiếp theo là phương pháp thực nghiệm, trong đó mô hình nhà nấm quy mô nhỏ được xây dựng để đo lường và kiểm tra khả năng giám sát – điều khiển môi trường. Phương pháp thiết kế và chế tạo được dùng để xây dựng hệ thống phần cứng, bao gồm kết nối cảm biến với vi điều khiển PIC và tích hợp

ESP32 để truyền dữ liệu. Đồng thời, đề tài sử dụng phương pháp lập trình để phát triển các chương trình nhúng cho vi điều khiển và thiết kế giao diện web hiển thị dữ liệu theo thời gian thực. Cuối cùng, hệ thống được đánh giá và kiểm thử nhằm xác định độ chính xác, độ ổn định và khả năng phản ứng trong các tình huống thực tế, từ đó rút ra kết luận và đề xuất cải tiến.

1.6. Tình hình nghiên cứu

Hiện nay, việc ứng dụng công nghệ trong nông nghiệp – đặc biệt là các hệ thống canh tác thông minh – đang được nhiều cá nhân, tổ chức và cơ sở sản xuất quan tâm và triển khai. Trong lĩnh vực trồng nấm, một số nghiên cứu trong và ngoài nước đã xây dựng các mô hình điều khiển nhiệt độ, độ ẩm và ánh sáng dựa trên vi điều khiển hoặc nền tảng IoT nhằm tối ưu hóa môi trường nuôi trồng. Các mô hình sử dụng Arduino, Raspberry Pi hay ESP32 kết hợp cảm biến DHT11, DHT22, BH1750... đã được công bố rộng rãi trong các bài báo khoa học, diễn đàn kỹ thuật và các cuộc thi công nghệ. Tuy nhiên, phần lớn các hệ thống này chỉ dừng lại ở mức cơ bản hoặc mang tính thử nghiệm, chưa tối ưu cho việc triển khai thực tế lâu dài. Một số đề tài chỉ giám sát mà chưa tích hợp điều khiển tự động, hoặc chưa hỗ trợ truyền dữ liệu và giám sát từ xa qua internet. Ở Việt Nam, các mô hình nhà nấm thông minh còn tương đối ít, đặc biệt là những mô hình sử dụng vi điều khiển PIC thay vì các nền tảng phổ biến như Arduino. Do đó, việc xây dựng một hệ thống có khả năng giám sát – điều khiển môi trường trồng nấm tự động, truyền dữ liệu lên nền tảng đám mây và giám sát qua giao diện web là hướng tiếp cận thiết thực, góp phần bổ sung cho các nghiên cứu hiện có và phù hợp với xu thế nông nghiệp số hóa.

1.7. Bố cục đề tài

Chương 1. Tổng quan đề tài : Giới thiệu lý do chọn đề tài và mục tiêu hướng đến

Chương 2. Cơ sở lý thuyết: Trình bày ngắn gọn và rõ ràng các linh kiện được sử dụng trong mô hình, các cơ sở lý thuyết liên quan, mô tả đặc điểm của các phần mềm thiết kế hệ thống.

Chương 3.Thiết kế hệ thống: Trình bày các yêu cầu, sơ đồ khối và chức năng từng khối trong hệ thống. Mô tả hoạt động của hệ thống.

Chương 4.Kết quả thi công: Trình bày kết quả cuối cùng đạt được từ phần cứng và phần mềm. Kiểm tra chức năng toàn hệ thống.

Chương 5.Kết luận và hướng phát triển :Đưa ra kết.luận và hướng phát triển dựa trên những mặt còn hạn chế.

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1 Giới thiệu về trang trại nấm thông minh

2.1.1 Khái niệm

Trang trại nấm thông minh IoT là một mô hình nông nghiệp ứng dụng công nghệ cảm biến và kết nối internet để tự động giám sát, điều khiển các yếu tố môi trường phục vụ cho việc nuôi trồng nấm. Thay vì người nông dân phải canh chỉnh thủ công nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, mức khí CO₂ hay quá trình tưới phun sương, hệ thống IoT cho phép giám sát các thông số này theo thời gian thực và đưa ra hành động tự động hoặc thông báo đến người quản lý khi có sự bất thường. Dữ liệu được thu thập từ các cảm biến sẽ được xử lý thông qua vi điều khiển hoặc gửi lên nền tảng đám mây để phân tích và điều khiển hệ thống. Mô hình này giúp biến quá trình trồng nấm trở nên chính xác, bền vững và hiệu quả hơn.

2.1.2 Lợi ích của trang trại nấm thông minh

Ứng dụng IoT trong trang trại nấm mang lại nhiều lợi ích thiết thực. Trước hết, nó giúp tăng năng suất và chất lượng nấm nhờ khả năng kiểm soát tối ưu các điều kiện sinh trưởng. Nhờ việc giám sát liên tục, người trồng có thể phát hiện sớm các bất thường như nhiệt độ tăng cao hoặc độ ẩm giảm đột ngột, từ đó đưa ra biện pháp xử lý kịp thời. Hệ thống còn giúp tiết kiệm công sức và chi phí lao động nhờ tự động hóa các quy trình như tưới nước, phun sương, chiếu sáng hoặc thông gió. Ngoài ra, việc lưu trữ dữ liệu và theo dõi lịch sử điều kiện trồng cũng tạo điều kiện cho việc phân tích, đánh giá và cải tiến quy trình trồng nấm theo hướng hiện đại, bền vững.

2.1.3 Hạn chế của trang trại nấm thông minh

Bên cạnh những lợi ích nổi bật, trang trại nấm thông minh IoT vẫn tồn tại một số hạn chế nhất định. Một trong những rào cản chính là chi phí đầu tư ban đầu cho thiết bị phần cứng, hệ thống mạng và phần mềm có thể khá cao, gây khó khăn cho các

nông hộ nhỏ. Việc thiết kế và vận hành hệ thống đòi hỏi kiến thức kỹ thuật về lập trình, cảm biến và điều khiển – điều mà không phải người nông dân nào cũng có sẵn. Hơn nữa, hệ thống phụ thuộc vào kết nối mạng và nguồn điện ổn định, do đó trong các vùng nông thôn hẻo lánh, việc triển khai có thể gặp khó khăn. Ngoài ra, bảo trì, sửa chữa thiết bị khi có sự cố cũng là một thách thức nếu không có đội ngũ kỹ thuật hỗ trợ kịp thời.

2.2 Các thông số môi trường ảnh hưởng đến sự phát triển của nấm

Quá trình sinh trưởng và phát triển của nấm bị chi phối mạnh mẽ bởi các yếu tố môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng và lưu thông không khí. Mỗi giai đoạn trong vòng đời của nấm – từ ươm sợi, hình thành quả thể cho đến thu hoạch – đều có yêu cầu môi trường riêng biệt.

- Nhiệt độ là yếu tố quan trọng hàng đầu, ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ phát triển của sợi nấm. Đối với nhiều loại nấm phổ biến như nấm rơm, nấm bào ngư hoặc nấm mộc nhĩ, nhiệt độ lý tưởng thường nằm trong khoảng từ 25°C đến 30°C. Nếu nhiệt độ quá thấp, nấm phát triển chậm; nếu quá cao, có thể làm chết sợi nấm hoặc gây nhiễm khuẩn.
- Độ ẩm không khí cũng đóng vai trò thiết yếu, đặc biệt là trong giai đoạn ra quả thể, khi nấm cần độ ẩm cao (thường từ 85% đến 95%) để hình thành và phát triển. Thiếu ẩm sẽ làm quả thể nhỏ, khô, còn độ ẩm quá cao kéo dài có thể gây ra hiện tượng thối rữa hoặc nhiễm nấm mốc.
- Ánh sáng tuy không phải yếu tố chính để nấm quang hợp như cây xanh, nhưng lại ảnh hưởng đến quá trình ra quả thể và hướng phát triển. Nấm cần ánh sáng khuếch tán với cường độ thấp trong thời gian nhất định mỗi ngày, đặc biệt ở giai đoạn tạo quả thể, để hình thành hình dạng và màu sắc đều đẹp.
- Lưu thông không khí giúp duy trì nồng độ CO₂ và O₂ ổn định trong môi trường nuôi trồng. Khi mật độ nấm dày hoặc nhà trồng kín, lượng CO₂ dễ tích tụ, gây

ức chế sự phát triển và làm biến dạng quả thể. Do đó, hệ thống quạt thông gió cần được vận hành hợp lý.

Việc kiểm soát và duy trì các thông số môi trường trên ở mức tối ưu là điều kiện tiên quyết để đảm bảo năng suất và chất lượng nấm trong quá trình nuôi trồng. Đây cũng chính là mục tiêu cốt lõi của hệ thống nhà nấm thông minh mà đề tài hướng đến.

2.3 Internet of Thing (IoT) trong nông nghiệp

Internet of Things (IoT) – là một khái niệm chỉ mạng lưới các thiết bị vật lý được tích hợp cảm biến, phần mềm và kết nối mạng, cho phép chúng thu thập và trao đổi dữ liệu với nhau hoặc với con người thông qua Internet. Trong nông nghiệp, IoT đã và đang mở ra hướng đi mới, giúp hiện đại hóa các mô hình canh tác truyền thống bằng việc số hóa và tự động hóa các quy trình sản xuất.

Ứng dụng IoT trong nông nghiệp được gọi là nông nghiệp thông minh (smart agriculture), cho phép theo dõi và kiểm soát các yếu tố môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, độ ẩm đất, độ pH, nồng độ dinh dưỡng, tốc độ gió... một cách chính xác và liên tục. Nhờ đó, người nông dân có thể đưa ra các quyết định kịp thời, tiết kiệm chi phí và tăng năng suất, đồng thời giảm phụ thuộc vào kinh nghiệm thủ công hay thời tiết.

Trong hệ thống IoT nông nghiệp điển hình, các cảm biến sẽ được bố trí tại khu vực canh tác để thu thập dữ liệu theo thời gian thực. Dữ liệu này được gửi về vi điều khiển trung tâm hoặc gateway (có thể là ESP32, Arduino, Raspberry Pi...), sau đó được truyền lên nền tảng điện toán đám mây (cloud) như Firebase, AWS, Blynk hoặc ThingsBoard. Từ đó, dữ liệu có thể được lưu trữ, phân tích và hiển thị thông qua các giao diện web. Ngoài ra, người dùng có thể thiết lập các ngưỡng tự động để hệ thống điều khiển các thiết bị như bơm nước, quạt, đèn, máy phun sương... mà không cần sự can thiệp trực tiếp.

Cụ thể trong lĩnh vực trồng nấm, ứng dụng IoT cho phép giám sát các thông số môi trường vốn ảnh hưởng lớn đến năng suất và chất lượng nấm. Việc sử dụng IoT

giúp hệ thống hoạt động ổn định, tự động hóa cao, giảm công sức lao động thủ công và tăng tính chính xác trong việc điều chỉnh môi trường trồng nấm. Đồng thời, khả năng kết nối từ xa giúp người dùng có thể theo dõi tình trạng nhà nấm qua mạng Internet mọi lúc mọi nơi, hỗ trợ phản ứng nhanh trong các tình huống bất thường.

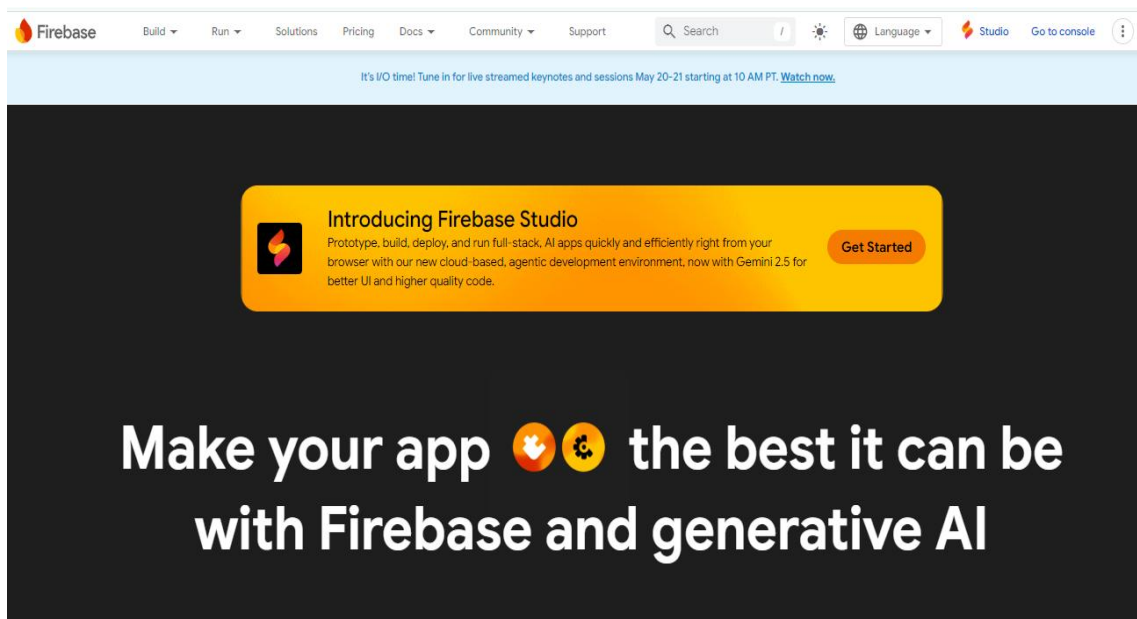
Tóm lại, IoT đóng vai trò như một cầu nối giữa công nghệ số và sản xuất nông nghiệp, đặc biệt là trong bối cảnh chuyển đổi số và nhu cầu phát triển bền vững ngày càng cao. Trong khuôn khổ đề tài, việc áp dụng mô hình IoT vào quản lý nhà nấm là một hướng đi khả thi, thực tiễn và có ý nghĩa lâu dài.

2.4 Firebase – Nền tảng lưu trữ dữ liệu thời gian thực

Firebase là một nền tảng phát triển ứng dụng toàn diện được Google cung cấp, hỗ trợ xây dựng các ứng dụng web và di động với khả năng mở rộng linh hoạt. Một trong những thành phần cốt lõi của Firebase là Realtime Database – hệ thống cơ sở dữ liệu NoSQL dựa trên JSON, cho phép lưu trữ và đồng bộ dữ liệu giữa các client theo thời gian thực. Điều này có nghĩa là khi một thiết bị thay đổi dữ liệu, các thiết bị khác đang kết nối cũng sẽ nhận được bản cập nhật gần như ngay lập tức, mà không cần tải lại ứng dụng hay gửi yêu cầu truy vấn mới.

Với các ứng dụng IoT, trong đó bao gồm đề tài quản lý nhà nấm thông minh, Firebase đặc biệt hữu ích khi cần truyền dữ liệu cảm biến (như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng) từ thiết bị nhúng (ESP32, Raspberry Pi, v.v.) lên cloud. Firebase hỗ trợ API thân thiện, tốc độ phản hồi cao, bảo mật tốt nhờ hệ thống xác thực và quy tắc truy cập dữ liệu linh hoạt. Ngoài ra, nó còn tương thích với nhiều nền tảng như Android, iOS, Web, giúp việc xây dựng giao diện người dùng và giám sát từ xa trở nên thuận tiện và hiệu quả.

Tổng thể, việc tích hợp Firebase vào hệ thống giúp người phát triển giảm đáng kể thời gian triển khai backend, đồng thời có được một nền tảng mạnh mẽ để lưu trữ, quản lý và phân tích dữ liệu thiết bị một cách trực quan, ổn định và theo thời gian thực.



Hình 2.1: Trang đầu của Firebase

2.5 Giao thức truyền thông HTTP

HTTP (HyperText Transfer Protocol) là một giao thức truyền thông thuộc tầng ứng dụng trong mô hình OSI, được sử dụng phổ biến để truyền tải dữ liệu giữa client và server qua mạng Internet. HTTP hoạt động theo mô hình yêu cầu – phản hồi (request – response), trong đó client gửi yêu cầu truy cập hoặc gửi dữ liệu, và server phản hồi lại kết quả tương ứng.

Trong các hệ thống IoT, HTTP thường được dùng để truyền dữ liệu từ các thiết bị nhúng (như ESP32) lên máy chủ hoặc dịch vụ lưu trữ đám mây như Firebase. Ưu điểm của HTTP là đơn giản, dễ triển khai và tương thích tốt với các nền tảng web hiện nay.

2.5.1 HTML

HTML (HyperText Markup Language) là ngôn ngữ cơ bản và cốt lõi dùng để xây dựng cấu trúc của một trang web. HTML không phải là ngôn ngữ lập trình mà là ngôn ngữ đánh dấu, dùng để xác định các thành phần như tiêu đề, đoạn văn, hình ảnh, liên kết, bảng biểu, biểu mẫu,... Một trang HTML gồm nhiều thẻ (tags) lồng nhau, giúp trình duyệt hiểu được cách hiển thị nội dung cho người dùng. HTML đóng vai trò là "bộ xương" của trang web, quyết định bố cục và nội dung được trình bày trên giao

diện, từ đó tạo nền tảng để các công nghệ khác như CSS và JavaScript hoạt động hỗ trợ.

2.5.2 CSS

CSS (Cascading Style Sheets) là ngôn ngữ dùng để định dạng và thiết kế giao diện hiển thị của các phần tử HTML. Thông qua CSS, lập trình viên có thể tùy chỉnh màu sắc, kích thước, phông chữ, lề, khoảng cách, bố cục và nhiều yếu tố thẩm mỹ khác của trang web. CSS giúp tách biệt phần nội dung (HTML) và phần trình bày (CSS), từ đó nâng cao khả năng tái sử dụng và dễ bảo trì mã nguồn. Ngoài ra, CSS còn hỗ trợ thiết kế web phản hồi (responsive), giúp giao diện trang web hiển thị tốt trên nhiều loại thiết bị khác nhau như điện thoại, máy tính bảng và máy tính để bàn.

2.5.3 Javascripts

JavaScript là một ngôn ngữ lập trình phổ biến trong lập trình web, được dùng để tạo ra các chức năng tương tác và xử lý động cho trang web. Nếu HTML là phần khung và CSS là phần trang trí, thì JavaScript là bộ não giúp trang web trở nên sinh động và thông minh hơn. Nhờ JavaScript, người dùng có thể thực hiện các hành động như nhấp chuột, nhập liệu, gửi biểu mẫu, hiển thị dữ liệu thời gian thực, tạo hiệu ứng động,... mà không cần tải lại trang. JavaScript có thể chạy trực tiếp trên trình duyệt, đồng thời cũng có thể kết hợp với các thư viện và framework mạnh mẽ như React, Vue, hoặc Node.js để xây dựng ứng dụng web hiện đại.

2.6 Các linh kiện trong hệ thống

2.6.1 Vi điều khiển PIC 16F877A

PIC 16F877A là một vi điều khiển 8-bit thuộc dòng PIC16 của hãng Microchip, được sử dụng phổ biến trong các ứng dụng nhúng nhờ tính ổn định, dễ lập trình và chi phí thấp. Vi điều khiển này hoạt động với kiến trúc RISC, có tốc độ xử lý cao với chu kỳ lệnh trung bình là 200 ns khi chạy ở tần số 20 MHz.

PIC 16F877A tích hợp nhiều chức năng như: bộ nhớ Flash 14 KB, RAM 368 byte, EEPROM 256 byte, 33 chân I/O có thể lập trình, 8 kênh ADC 10-bit, các timer 8/16-bit, giao tiếp USART, SPI, I2C,... Những đặc điểm này giúp vi điều khiển này linh hoạt trong việc thu thập dữ liệu cảm biến, điều khiển thiết bị và giao tiếp với các module ngoại vi khác.

Với ưu điểm dễ triển khai và được hỗ trợ bởi nhiều công cụ phát triển như MPLAB X IDE và trình biên dịch MPLAB XC8, PIC 16F877A là lựa chọn phù hợp cho các đề tài nghiên cứu và các hệ thống điều khiển tự động đơn giản, điển hình như hệ thống giám sát và điều khiển môi trường trong mô hình nhà nấm thông minh

PIC 16F877A là một vi điều khiển 8-bit thuộc dòng PIC16 của hãng Microchip, được sử dụng phổ biến trong các ứng dụng nhúng nhờ tính ổn định, dễ lập trình và chi phí thấp. Vi điều khiển này hoạt động với kiến trúc RISC, có tốc độ xử lý cao với chu kỳ lệnh trung bình là 200 ns khi chạy ở tần số 20 MHz.

PIC 16F877A tích hợp nhiều chức năng như: bộ nhớ Flash 14 KB, RAM 368 byte, EEPROM 256 byte, 33 chân I/O có thể lập trình, 8 kênh ADC 10-bit, các timer 8/16-bit, giao tiếp USART, SPI, I2C,... Những đặc điểm này giúp vi điều khiển này linh hoạt trong việc thu thập dữ liệu cảm biến, điều khiển thiết bị và giao tiếp với các module ngoại vi khác.

Với ưu điểm dễ triển khai và được hỗ trợ bởi nhiều công cụ phát triển như MPLAB X IDE và trình biên dịch MPLAB XC8, PIC 16F877A là lựa chọn phù hợp cho các đề tài nghiên cứu và các hệ thống điều khiển tự động đơn giản, điển hình như hệ thống giám sát và điều khiển môi trường trong mô hình nhà nấm thông minh.



Hình 2.2: Vy xử lý PIC16F877A

Bảng 2.1: Thông số kỹ thuật của PIC16F877A

Thông số	Giá trị
Kiến trúc	8-bit RISC
Bộ nhớ chương trình (Flash ROM)	14 KB (8K x 14 words)
Bộ nhớ RAM	368 bytes
Bộ nhớ EEPROM	256 bytes
Tần số xung nhịp tối đa	20 MHz
Số chân I/O	33 chân (tổng 40 chân, DIP)
Số Timer	3 (Timer0, Timer1, Timer2)
Bộ chuyển đổi ADC	10-bit, 8 kênh
Giao tiếp nối tiếp	USART (RS232), SPI, I2C

Số lệnh	35 lệnh
Điện áp hoạt động	2.0V - 5.5V
Dòng tiêu thụ	1.5mA @ 5V, 4MHz
Chế độ tiết kiệm năng lượng	Có (SLEEP mode)
PWM (Bộ tạo xung rộng)	2 kênh
Watchdog Timer (WDT)	Có
Brown-out Reset (BOR)	Có

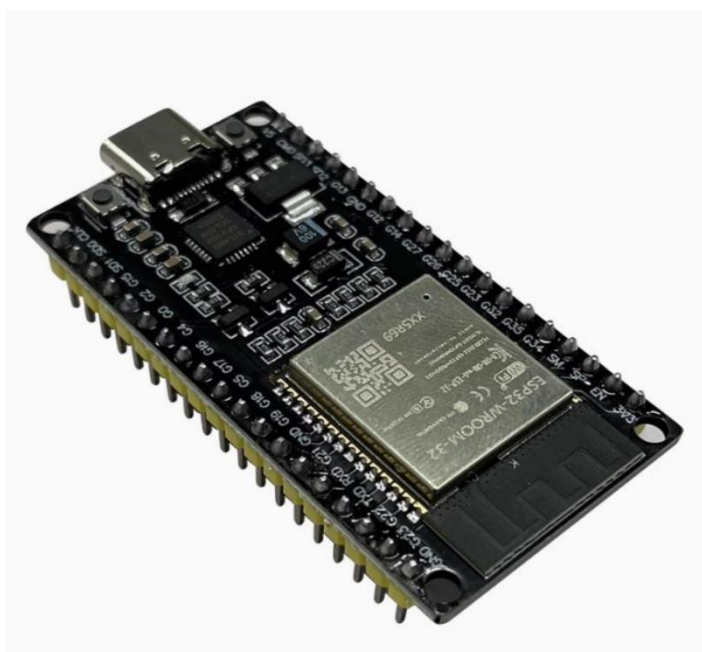
2.5.2. Vi điều khiển ESP32

ESP32-WROOM-32 là một module Wi-Fi và Bluetooth tích hợp, được phát triển bởi hãng Espressif Systems. Đây là phiên bản phổ biến của dòng vi điều khiển ESP32, được thiết kế tối ưu cho các ứng dụng IoT nhờ khả năng xử lý mạnh mẽ, tiết kiệm năng lượng và tích hợp kết nối không dây.

Module này sử dụng vi xử lý lõi kép Tensilica Xtensa LX6 32-bit với xung nhịp lên đến 240 MHz, đi kèm với bộ nhớ SRAM 520 KB và Flash 4MB. ESP32-WROOM-32 hỗ trợ cả Wi-Fi chuẩn 802.11 b/g/n và Bluetooth 4.2 (bao gồm BLE), cho phép giao tiếp linh hoạt với các thiết bị và nền tảng khác như smartphone, máy chủ đám mây hoặc các cảm biến IoT.

Ngoài khả năng kết nối, ESP32-WROOM-32 còn tích hợp nhiều ngoại vi như ADC, DAC, PWM, SPI, I2C, UART và các chân GPIO đa năng, giúp việc giao tiếp với cảm biến và điều khiển thiết bị trở nên đơn giản và hiệu quả. Module này được hỗ trợ bởi nhiều công cụ lập trình như Arduino IDE, PlatformIO, và ESP-IDF, rất thuận tiện cho việc phát triển và triển khai các ứng dụng thời gian thực.

Với kích thước nhỏ gọn, chi phí thấp, khả năng kết nối mạnh mẽ và tài nguyên xử lý cao, ESP32-WROOM-32 là giải pháp lý tưởng cho các dự án IoT như hệ thống giám sát nhà nầm thông minh.



Hình 2.3: Vy điều khiển ESP32

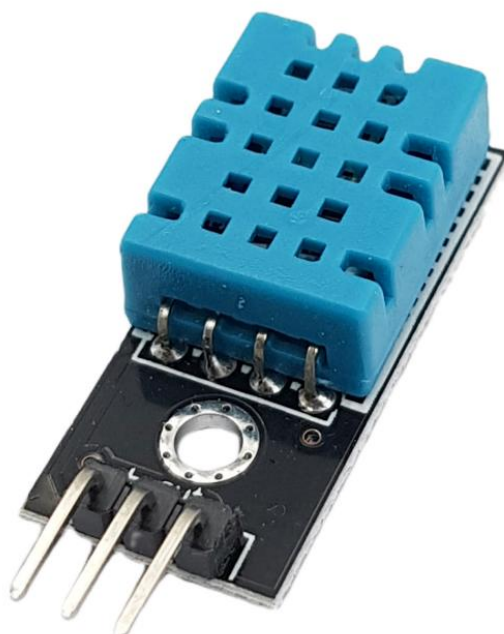
Bảng 2.2: Thông số kỹ thuật của ESP32

Tốc độ xung nhịp	160 MHz - 240 MHz
Cổng giao tiếp	38 chân
Wi-Fi	802.11 b/g/n (2.4 GHz)
Bluetooth	Bluetooth 4.2 (Classic & BLE)
Số chân GPIO	34 chân GPIO có thể lập trình
ADC	12-bit ADC, 18 kênh
DAC	2 kênh DAC 8-bit

Giao tiếp	SPI, I2C, I2S, UART, PWM, CANx`
Điện áp hoạt động	2.2V - 3.6V (thường dùng 3.3V)
Nhiệt độ hoạt động	-40°C đến 85°C
Cảm biến tích hợp	Hall Sensor, Touch Sensor (10 kênh)
Số chân PWM	Hỗ trợ PWM cho tất cả các chân GPIO
Số UART	3 (UART0, UART1, UART2)
Số SPI	2 kênh SPI
Số I2C	Hỗ trợ I2C- 2 kênh(I2C0, I2C1)

2.5.3 Cảm biến nhiệt độ , độ ẩm DHT11

Cảm biến DHT11 có chức năng đo nhiệt độ và độ ẩm không khí, và được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng điều khiển tự động, giám sát môi trường và nhiều thiết bị điện tử khác. Với độ chính xác $\pm 2^{\circ}\text{C}$ cho nhiệt độ và $\pm 5\%$ RH cho độ ẩm, cảm biến này truyền dữ liệu thông qua giao tiếp số một cách đơn giản và hiệu quả. Bên cạnh đó, DHT11 còn có ưu điểm như kích thước nhỏ gọn, tiêu thụ điện năng thấp và giá thành rẻ, nên rất phổ biến trong các dự án IoT và các hệ thống giám sát môi trường



Hình 2.4: Cảm biến DHT11

Bảng 2.3: Thông số kỹ thuật của cảm biến DHT11

Điện áp hoạt động	3.3V - 5V DC
Dòng tiêu thụ	0.5mA
Dải đo nhiệt độ	0°C – 50°C
Sai số nhiệt độ	±2°C
Dải đo độ ẩm	20% – 90% RH
Sai số độ ẩm	±5% RH
Kích thước	15.5mm x 12mm x 5.5mm

2.5.4. Đèn LED điều khiển

Đèn LED (Light Emitting Diode) là một loại đi-ốt bán dẫn phát ra ánh sáng khi có dòng điện chạy qua. Với ưu điểm tiêu thụ điện năng thấp, tuổi thọ cao, kích thước nhỏ và khả năng phát sáng nhanh, LED được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống chiếu sáng và thiết bị điều khiển. Trong các mô hình tự động hóa như nhà nấm thông minh, đèn LED thường được dùng làm chỉ thị trạng thái hệ thống hoặc là nguồn sáng điều khiển theo môi trường.



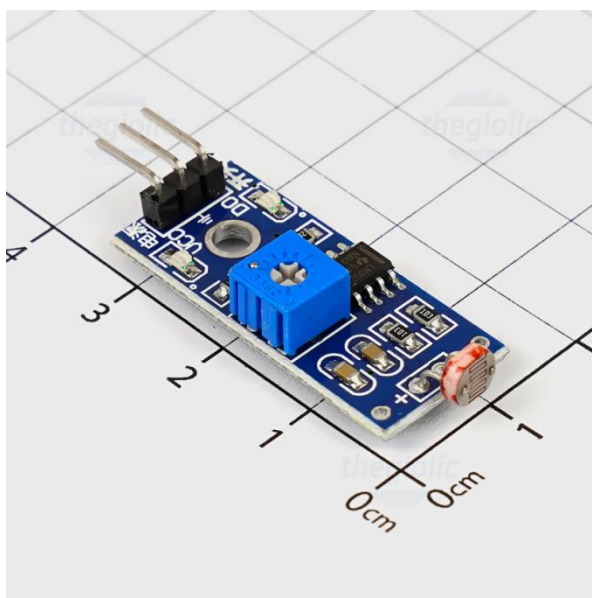
Hình 2.4: Đèn LED 3V3

Bảng 2.4: thông số kỹ thuật của đèn LED

Điện áp hoạt động (Vf)	2.5V - 3.2V
Dòng điện hoạt động (If)	10mA - 20mA
Công suất tiêu thụ	~0.06W (ở 20mA, 3V)
Màu ánh sáng	Trắng (5500K - 6500K)
Độ sáng (Luminous Intensity)	1000 - 3000 mcd (tùy loại)

2.5.5. Cảm biến ánh sáng LM393

Cảm biến ánh sáng LM393 là một module sử dụng quang trở (LDR) kết hợp với bộ so sánh LM393 để phát hiện cường độ ánh sáng môi trường. Khi mức ánh sáng thay đổi, điện trở của LDR thay đổi tương ứng, và LM393 sẽ xử lý tín hiệu đầu ra dạng số (digital) hoặc tương tự (analog) tùy theo cấu hình. Nhờ khả năng phản ứng nhanh, tiêu thụ điện năng thấp và dễ kết nối với vi điều khiển, LM393 được ứng dụng rộng rãi trong các hệ thống tự động điều khiển chiếu sáng, giám sát ánh sáng trong nông nghiệp và nhà thông minh.



Hình 2.5: Cảm biến LM393

Bảng 2.5: Thông số kỹ thuật của cảm biến LM393

Điện áp hoạt động	3.3V - 5V DC
Dòng tiêu thụ	$\leq 5\text{mA}$
Cảm biến ánh sáng	Quang trở LDR
Ngõ ra số (DO)	Mức cao (1) hoặc thấp (0)
Ngõ ra tương tự (AO)	Điện áp tuyến tính theo ánh sáng
Điều chỉnh ngưỡng	Chiết áp trên module

2.5.6. Motor điều khiển – 5v

Mô tơ (motor) là thiết bị điện dùng để chuyển đổi năng lượng điện thành cơ năng, thường được sử dụng để điều khiển chuyển động trong các hệ thống tự động. Trong các mô hình điều khiển môi trường như nhà nấm thông minh, mô tơ có thể dùng để vận hành quạt, điều chỉnh rèm, hoặc đóng/mở các hệ thống tưới tiêu.



Hình 2.6: Động cơ 5V DC

Bảng 2.6: Thông số kỹ thuật của động cơ 5V DC

Điện áp hoạt động	3V - 6V DC (hoạt động tốt nhất ở 5V)
Dòng tiêu thụ	~100mA - 500mA (tùy loại)
Tốc độ quay	1000 - 12000 RPM (tùy loại)
Momen xoắn	10 - 500 g·cm (tùy loại)
Đường kính trục	2mm - 3mm
Đường kính vỏ động cơ	12mm - 37mm
Loại chổi than	Chổi than carbon hoặc kim loại
Tuổi thọ	1000 - 5000 giờ hoạt động liên tục

2.5.7 Động cơ servo 180 5V

Động cơ servo 180 độ 5V là một loại động cơ điều khiển vị trí góc chính xác trong khoảng từ 0 đến 180 độ. Động cơ này hoạt động ở điện áp 5V và được điều khiển bằng tín hiệu PWM (Pulse Width Modulation). Khi nhận được tín hiệu điều khiển phù hợp, trục servo sẽ quay đến một vị trí xác định và giữ nguyên tại đó. Với ưu điểm gọn nhẹ, phản hồi nhanh và dễ lập trình, servo 180 độ thường được sử dụng trong các ứng dụng tự động hóa nhỏ như đóng/mở cửa, điều chỉnh cửa gió, hoặc các cơ cấu chuyển động chính xác trong mô hình nhà nắm thông minh



Hình 2.7: Động cơ Servo 180 độ

Bảng 2.7: Thông số kỹ thuật của động cơ Servo 180 độ

Điện áp hoạt động	4.8V - 6.0V DC
Dòng tiêu thụ	~120mA - 200mA (khi không tải)
Lực mô-men xoắn	1.8 kg.cm 4.8V
Góc quay	180 độ liên tục

Tốc độ quay	~0.11 giây/60 độ @ 4.8V
Loại bánh răng	Nhựa
Trọng lượng	13.4g

2.6. Truyền thông Uart

UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) là một phương thức truyền thông nối tiếp không đồng bộ, được sử dụng phổ biến trong các hệ thống nhúng để trao đổi dữ liệu giữa vi điều khiển và các thiết bị ngoại vi như máy tính, module Wi-Fi, Bluetooth, GSM, cảm biến, v.v.

UART hoạt động dựa trên cơ chế truyền dữ liệu từng bit một qua hai đường dây chính: TX (Transmit) để gửi dữ liệu và RX (Receive) để nhận dữ liệu. Đây là giao tiếp không đồng bộ, nghĩa là không sử dụng tín hiệu xung clock chung giữa hai thiết bị. Thay vào đó, cả hai bên phải được cấu hình thống nhất về các thông số truyền thông như: tốc độ truyền (baud rate), số bit dữ liệu, số bit dừng (stop bit), và bit chẵn lẻ (parity bit).

Một khung truyền dữ liệu UART điển hình bao gồm: 1 bit bắt đầu (start bit), 7 hoặc 8 bit dữ liệu, tùy chọn 1 bit kiểm tra chẵn lẻ (parity bit), và 1 hoặc 2 bit dừng (stop bit). Ví dụ, cấu hình "8N1" (8 bit dữ liệu, không parity, 1 stop bit) là một thiết lập phổ biến.

Mặc dù UART không được chuẩn hóa thành một giao thức truyền thông hoàn chỉnh như I2C hay SPI, nhưng với cơ chế truyền nhận đơn giản, dễ triển khai và chi phí phần cứng thấp, nó vẫn được coi là một hình thức giao tiếp hiệu quả trong nhiều hệ thống nhúng. UART thường được tích hợp sẵn trong các vi điều khiển như STM32, AVR, ESP32, và có thể dễ dàng sử dụng để truyền dữ liệu đến máy tính thông qua các mạch chuyển đổi USB–UART.

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ HỆ THỐNG .

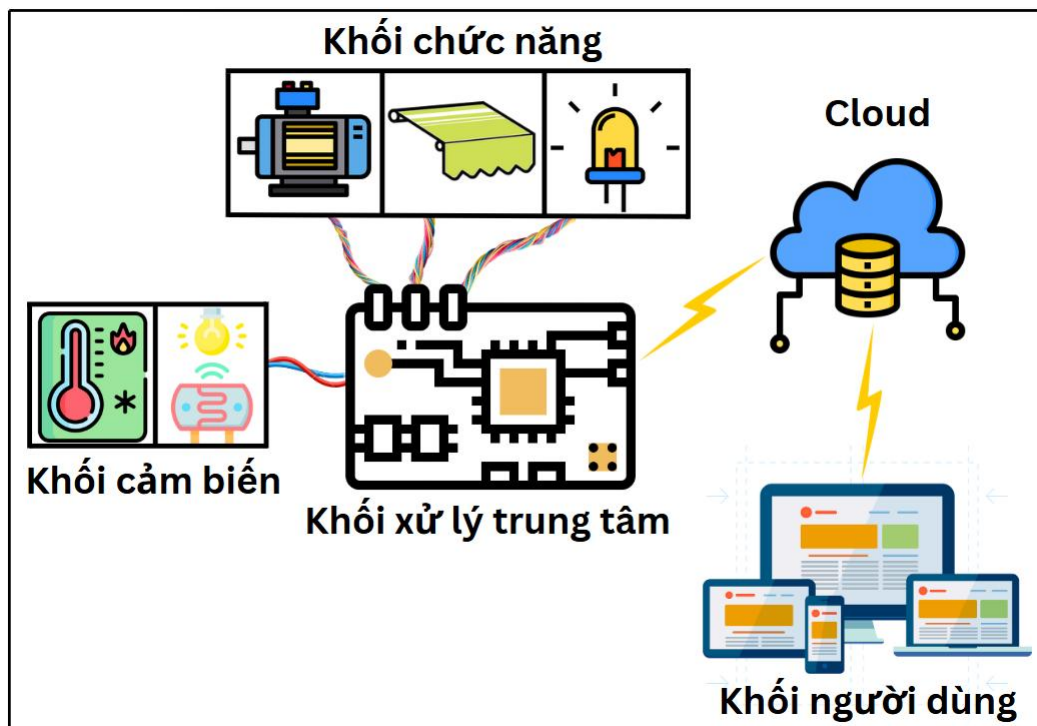
3.1. Yêu cầu hệ thống

Các yêu cầu sau được áp dụng trong quá trình thiết kế hệ thống:

- Đo và giám sát liên tục các thông số môi trường quan trọng ảnh hưởng đến sự phát triển của nấm như: nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng.
- Tự động điều khiển các thiết bị như đóng mở màn che , đèn, máy phun sương hoặc hệ thống tưới dựa trên các ngưỡng thiết lập trước.
- Gửi dữ liệu thời gian thực lên nền tảng lưu trữ
- Hiển thị dữ liệu môi trường và trạng thái thiết bị trên giao diện web, cho phép người dùng theo dõi và điều khiển từ xa.

3.2 Đặc tả hệ thống

3.2.1. Mô tả tổng quát toàn hệ thống



Hình 3.1: Mô hình tổng quát của hệ thống

Với cơ sở là các yêu cầu của hệ thống, một mô hình tổng quát cho hệ thống đã được thái quát như hình 3.1. Mô tả hoạt động của mô hình như sau:

Khối cảm biến: thu thập các thông tin về môi trường chuồng trại nuôi nấm như nhiệt độ, độ ẩm và ánh sáng. Các giá trị của khối cảm biến sẽ được đưa vào khối xử lý trung tâm để thực hiện quá trình xử lý dữ liệu.

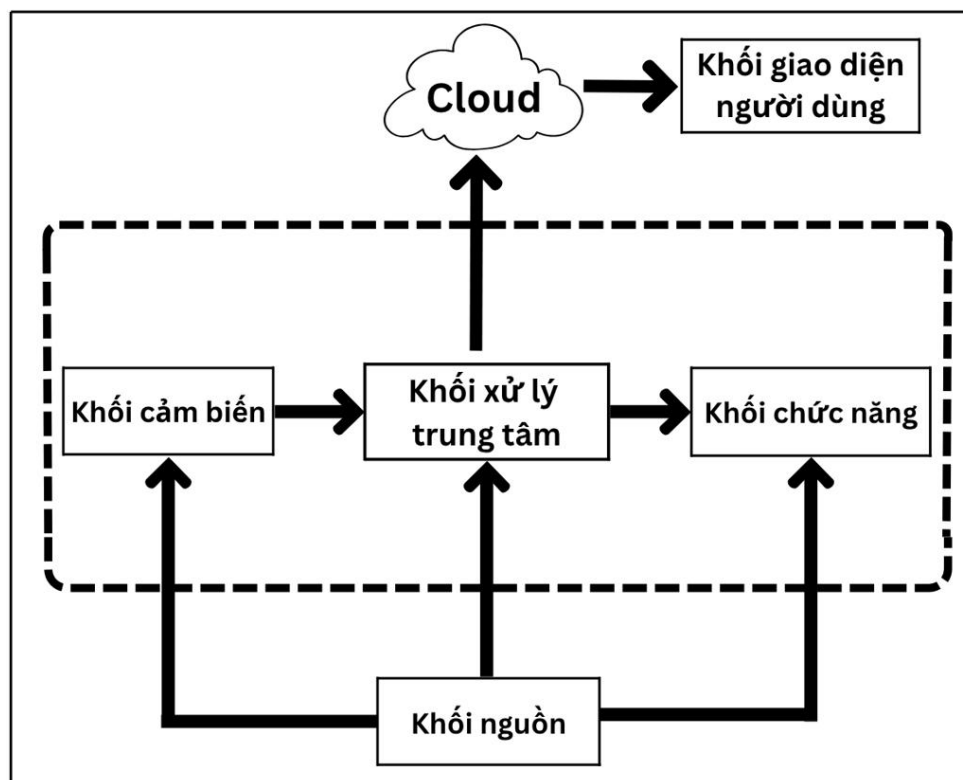
Khối xử lý trung tâm: tiếp nhận dữ liệu từ cảm biến rồi tiến hành tính toán thành các giá trị số và chuỗi dữ liệu. Các giá trị môi trường đã chuẩn hóa sẽ được bộ xử lý quyết định thực hiện nhiệm vụ của khối chức năng nhằm duy trì môi trường ổn định cho nấm, sau đó các giá trị môi trường sẽ được gửi đến khối Cloud thông qua kết nối wifi.

Khối chức năng: khi dữ liệu môi trường đã được xử lý, với mức giá trị đã được thiết lập sẵn thì khi môi trường trang trại có biến động ảnh hưởng xấu đến nấm, khối chức năng sẽ nhận lệnh từ khối xử lý trung tâm. Phun sương khi nhiệt độ trang trại tăng và độ ẩm giảm, ánh sáng sẽ được bật khi môi trường quá tối và che bạt khi môi trường quá sáng. Thực hiện các chức năng nhằm duy trì ổn định cho sự phát triển của nấm.

Cloud: dữ liệu từ khối trung tâm đã được xử lý sẽ được gửi và lưu trữ trên đây, các dữ liệu sẽ được chuẩn hóa thành các thông tin dưới dạng biểu đồ đường và truyền về khối người dùng.

Khối người dùng: hiển thị số liệu và biểu đồ thời gian thực về các giá trị nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng của môi trường trang trại nấm từ khối Cloud lên màn hình trực tiếp của website.

3.2.2. Sơ đồ khối của hệ thống



Hình 3.2: Sơ đồ khối của hệ thống

Khối cảm biến: thu thập các dữ liệu của môi trường trang trại năm bao gồm: nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng.

Khối xử lý trung tâm: xử lý dữ liệu từ cảm biến, thực hiện các chức năng nhằm duy trì môi trường ổn định cho năm phát triển, tiếp tục gửi dữ liệu môi trường thời gian thực đã được xử lý đến khối Cloud.

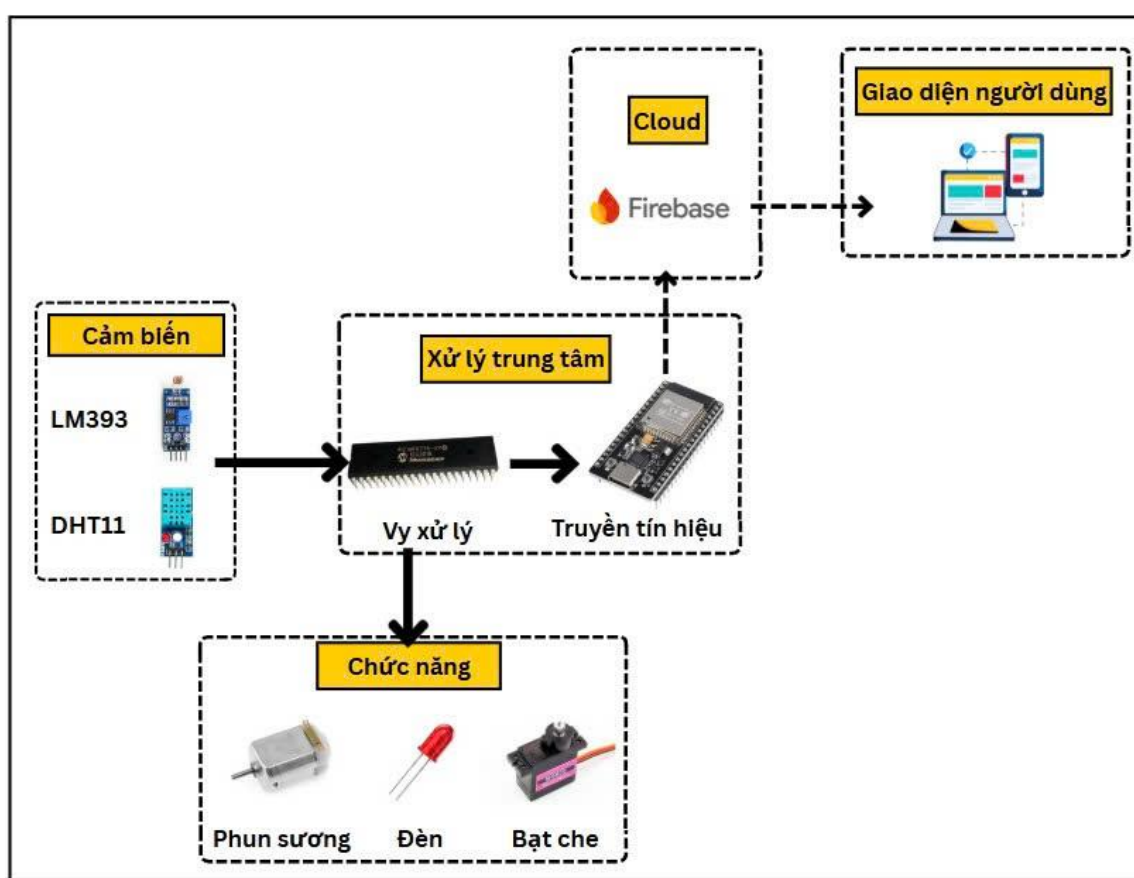
Khối chức năng: nhận lệnh từ khối xử lý trung tâm, tiến hành thực hiện các chức năng như phun sương làm tăng độ ẩm và giảm nhiệt độ môi trường, bật đèn khi môi trường quá tối hoặc che bạt khi môi trường quá sáng giúp năm phát triển ổn định.

Khối Cloud: xử lý, lưu trữ và truyền dữ liệu mà cảm biến đọc được bằng khối xử lý trung tâm đối khối giao diện người dùng.

Khởi giao diện người dùng: bao gồm một website và một ứng dụng điện thoại Android hiển thị các thông số môi trường của trang trại nhận được từ khối Cloud.

3.2.3. Mô tả hoạt động của hệ thống

Hình 3.3 dưới đây miêu tả sự luân chuyển của dữ liệu trong hệ thống, từ quá trình chuyển đổi dữ liệu từ cảm biến đến việc thực hiện các chức năng đảm bảo duy trì môi trường ổn định cho việc nuôi trồng nấm, hiển thị trực tiếp trên giao diện Website và ứng dụng Android dựa vào việc sử dụng cơ sở dữ liệu thời gian thực.



Hình 3.3: Sơ đồ hoạt động của hệ thống

Các dữ liệu môi trường như nhiệt độ và độ ẩm không khí, ánh sáng được các cảm biến (DHT11 và LM393) trong hệ thống thu thập lại. Các cảm biến này sẽ chuyển đổi những thông số môi trường từ miền năng lượng vật lý sang miền tín hiệu điện.

Các dữ liệu môi trường này sẽ được đưa vào bộ xử lý trung tâm, tại đây bộ phận xử lý chính là vi xử lý PIC16F877A sẽ làm nhiệm vụ đọc thông tin môi trường và đưa ra các giải pháp nhằm thực hiện các chức năng cần thiết như phun sương (Motor) làm giảm nhiệt độ và tăng độ ẩm, bật đèn (LED) nếu môi trường quá tối hoặc che bật (Servo) nếu quá sáng.

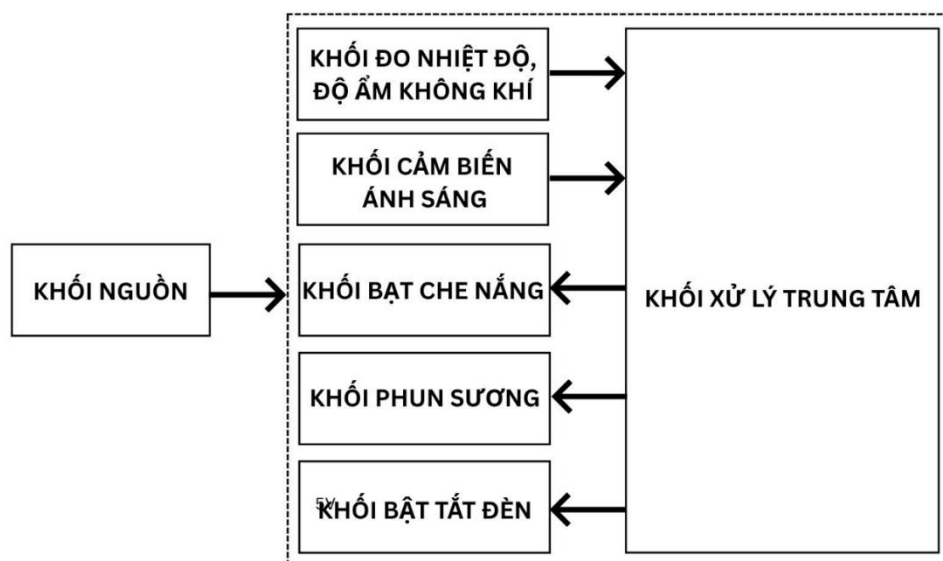
Việc thiết lập kết nối PIC16F877A với ESP32 qua giao thức uart nhằm truyền được dữ liệu môi trường thông qua mạng lưới internet, dữ liệu sẽ được gửi lên Firebase để hai nền tảng này lưu trữ và hiển thị dữ liệu dưới dạng biểu đồ và số liệu trực quan theo thời gian thực.

Thực hiện gửi các yêu cầu HTTP POST và HTTP GET để truy xuất dữ liệu và truyền dữ liệu từ cả Firebase tới giao diện người dùng.

Đối với website, người dùng nhập địa chỉ trang web (tên miền) vào các trình duyệt tìm kiếm để truy cập vào trang web. Máy chủ lưu trữ web sẽ đáp ứng yêu cầu bằng cách gửi lại trang web giám sát dữ liệu môi trường trang trại năm về lại trình duyệt cho người dùng.

3.3. Thiết kế phần cứng

Phần cứng của hệ thống bao gồm khối nguồn cung cấp điện áp cho các khối cảm biến thu thập thông tin môi trường trang trại năm, khối chức năng giúp điều chỉnh các thông số môi trường nuôi năm ở mức ổn định và khối xử lý trung tâm để xử lý dữ liệu từ cảm biến trước khi gửi đến khối lưu trữ đám mây. Điều này cho phép người dùng có thể theo dõi thông tin môi trường trang trại theo thời gian thực thông qua giao diện người dùng. Hình 3.4 sau đây là sơ đồ khối của phần cứng.



Hình 3.4: Sơ đồ phân cứng của hệ thống

Khôi đo nhiệt độ, độ ẩm không khí: sử dụng cảm biến đo nhiệt độ, độ ẩm DHT11, cảm biến DHT11 là một loại cảm biến kỹ thuật số được sử dụng phổ biến để đo nhiệt độ và độ ẩm trong không khí. DHT11 có khả năng đo nhiệt độ trong khoảng từ 0 đến 50°C với sai số khoảng $\pm 2^{\circ}\text{C}$ và đo độ ẩm trong khoảng 20–90% RH với sai số $\pm 5\%$ RH.

Khôi cảm biến ánh sáng: sử dụng cảm biến ánh sáng LM393, đây là một loại cảm biến quang sử dụng mạch so sánh điện áp để phát hiện mức độ ánh sáng xung quanh. Khi cường độ ánh sáng giảm xuống dưới một mức nhất định, cảm biến sẽ xuất ra tín hiệu LOW, ngược lại sẽ xuất tín hiệu HIGH. Người dùng có thể điều chỉnh độ nhạy của cảm biến thông qua một biến trở tích hợp trên module.

Khôi bật che nắng: sử dụng Servo để mô phỏng chuyển động quay của bật che nắng khi có thể kéo ra và thực vào tương tự như cách bật che thật hoạt động. Servo loại này bao gồm một động cơ nhỏ, mạch điều khiển và một bộ giảm tốc, cho phép điều khiển góc quay một cách mượt mà và ổn định. Tùy theo độ rộng của xung PWM (thường từ 1ms đến 2ms trong chu kỳ 20ms), servo sẽ xoay đến góc tương ứng trong khoảng từ 0° đến 180° .

Khởi phun sương: sử dụng một Motor 5V DC làm mô phỏng cho máy phun sương, động cơ DC 5V không có khả năng điều khiển chính xác góc quay như servo nhưng rất thích hợp cho ứng dụng việc mô phỏng một máy bơm đang quay khi bơm nước phun sương. Khi kết hợp với module cầu H là L293D, ta có thể điều khiển tốc độ và hướng quay của động cơ dễ dàng bằng xung PWM từ vi điều khiển.

Khởi bật tắt đèn: sử dụng một LED 3V3 để mô phỏng một bóng đèn phát sáng giúp nắm phát triển ổn định, là một loại đèn phát sáng hoạt động ổn định ở mức điện áp khoảng 3.0 đến 3.3 volt. Loại LED này thường có dòng hoạt động định mức khoảng 10 đến 20 mA, và giống như các loại LED khác, nó có hai chân: chân dương (anode) và chân âm (cathode), trong đó chân dài hơn thường là chân dương.

Khởi xử lý trung tâm: bao gồm một vi xử lý chính là PIC16F877A và một vi xử lý phụ dùng để truyền dữ liệu là ESP32:

Vy xử lý chính PIC16F877A: Vi điều khiển PIC16F877A là bộ điều khiển chính trong hệ thống, chịu trách nhiệm thu thập dữ liệu từ các cảm biến như nhiệt độ, độ ẩm không khí, độ ẩm đất và ánh sáng môi trường. Với nhiều chân I/O, bộ nhớ đủ lớn và khả năng hoạt động ổn định trong môi trường công nghiệp, PIC16F877A điều khiển trực tiếp các thiết bị như máy phun sương, đèn chiếu sáng và servo đóng/mở bạt che. Các điều kiện môi trường được xử lý theo các ngưỡng lập trình sẵn, đảm bảo duy trì môi trường tối ưu cho sự phát triển của nấm.

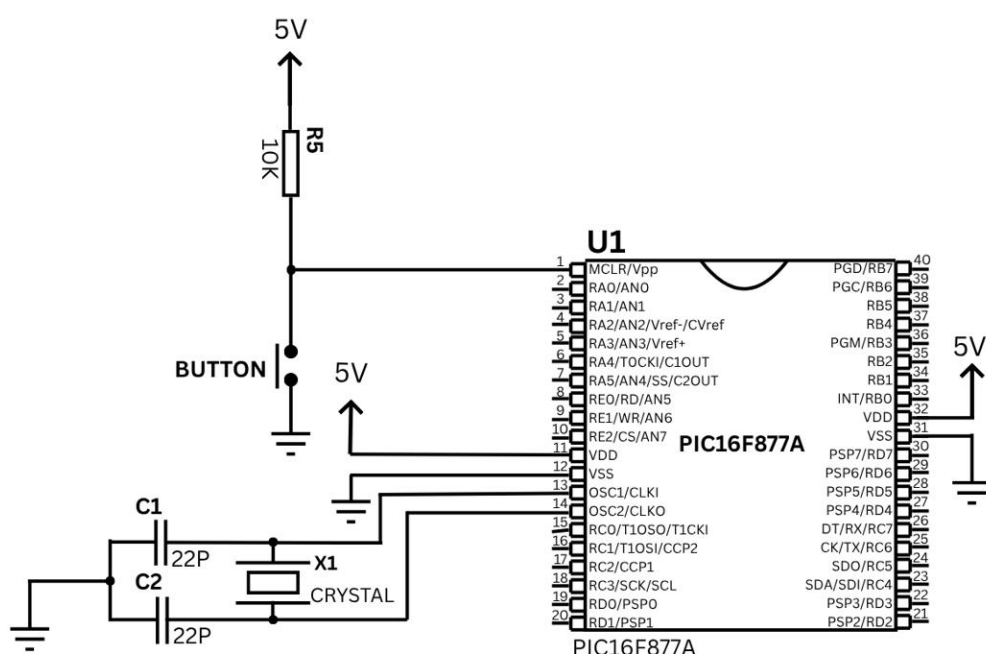
Vy xử lý phụ ESP32: ESP32 đóng vai trò là vi điều khiển phụ, chuyên đảm nhận chức năng kết nối Wi-Fi và truyền dữ liệu thu thập được từ hệ thống lên nền tảng Internet như Firebase. Nhờ tích hợp sẵn Wi-Fi và khả năng giao tiếp nối tiếp với vi điều khiển khác, ESP32 giúp mở rộng khả năng giám sát và điều khiển từ xa thông qua giao diện máy tính.

Khởi nguồn: Sử dụng hai nguồn chính, một nguồn ba pin 18650 tổng ~ 12V dùng để cấp nguồn cho khối xử lý trung tâm, một nguồn hai pin 18650 tổng ~ 9V dùng

để cấp nguồn cho hai khối cảm biến và khối chức năng. Cả hai nguồn đều được nối thông qua hai mạch hạ áp xuống còn 5V để phù hợp với mức điện áp của cả hệ thống, việc chia thành hai nguồn giúp tăng thời gian sử dụng của hệ thống giám sát trạng trại cũng như giúp tránh việc bị sụt giảm áp khi vừa phải tính toán xử lý vừa thực hiện việc thu thập dữ liệu cũng như chạy các chức năng.

3.3.1 Khối xử lý trung tâm

3.3.1.1 Vy xử lý chính PIC16F877A



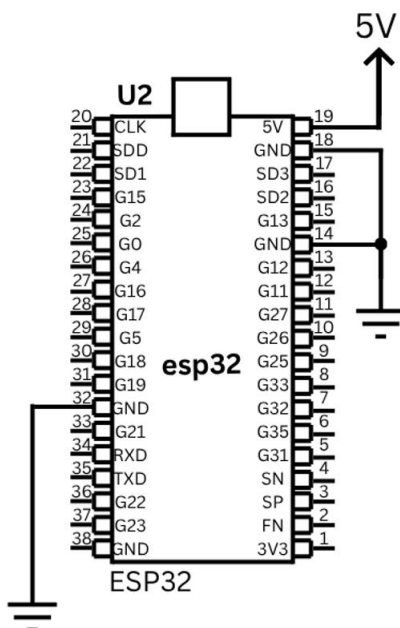
Hình 3.5: Sơ đồ chân của PIC16F877A

PIC16F877A là một vi điều khiển phổ biến của Microchip, rất phù hợp để ứng dụng trong các dự án IoT như trang trại nấm thông minh nhờ vào nhiều ưu điểm nổi bật. Với bộ nhớ chương trình lớn (14 kB), đa dạng các cổng I/O, cùng khả năng hỗ trợ nhiều giao tiếp như UART, SPI, I2C, PIC16F877A dễ dàng kết nối và điều khiển các cảm biến đo nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng – những yếu tố quan trọng trong việc quản lý môi trường nuôi trồng nấm. Ngoài ra, vi điều khiển này có khả năng tiêu thụ điện năng thấp, giúp hệ thống IoT hoạt động ổn định và tiết kiệm năng lượng trong thời gian dài.

Độ tin cậy cao, chi phí thấp và tài liệu hỗ trợ phong phú cũng là điểm cộng giúp PIC16F877A trở thành lựa chọn phù hợp cho việc xây dựng hệ thống tự động hóa trang trại nấm, góp phần nâng cao hiệu suất và giảm thiểu công sức quản lý. Sơ đồ chân của PIC16F877A được thể hiện như hình 3.5

Để PIC16F877A hoạt động bình thường cần có thạch anh phù hợp, thạch anh 20MHz đóng vai trò là bộ dao động ngoài giúp tạo xung nhịp ổn định cho hệ thống xử lý trung tâm. PIC16F877A sử dụng hai chân OSC1/CLKIN (chân 13) và OSC2/CLKOUT (chân 14) để kết nối với thạch anh. Cách đấu nối phổ biến là gắn thạch anh 20MHz vào hai chân này và nối thêm hai tụ điện 22pF từ mỗi chân của thạch anh xuống đất để tạo thành mạch dao động RC chuẩn, đảm bảo dao động chính xác. Thạch anh 20MHz là lựa chọn phổ biến vì nó cung cấp tốc độ xử lý cao, cho phép PIC thực hiện các tác vụ như đọc cảm biến, điều khiển thiết bị, và giao tiếp UART với ESP32 một cách chính xác và ổn định. Việc sử dụng thạch anh ngoài còn giúp giảm sai số và nâng cao độ tin cậy cho hệ thống trang trại nấm.

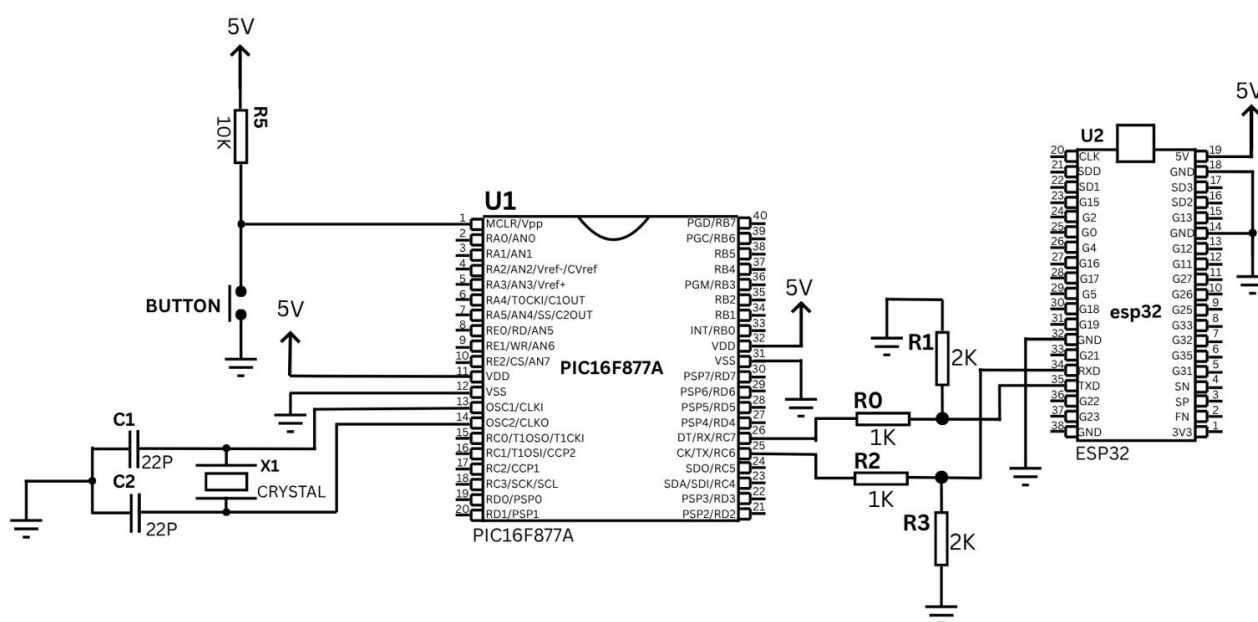
3.3.1.2 Vay điều khiển ESP32



Hình 3.6: Sơ đồ chân của ESP32

ESP32 trong dự án trang trại nuôi nấm được sử dụng như một vi xử lý phụ chuyên trách kết nối mạng và truyền dữ liệu lên các nền tảng đám mây như Firebase để người dùng có thể giám sát qua khối giao diện web một cách dễ dàng. So với PIC16F877A, ESP32 có tích hợp Wi-Fi và Bluetooth sẵn, giúp việc kết nối Internet trở nên nhanh chóng và ổn định mà không cần thêm module bên ngoài. Điều này rất phù hợp trong hệ thống IoT nơi cần truyền dữ liệu liên tục và theo thời gian thực. ESP32 còn có hiệu năng xử lý mạnh mẽ, bộ nhớ lớn và hỗ trợ đa luồng, giúp xử lý các tác vụ mạng phức tạp đồng thời duy trì kết nối mượt mà với PIC16F877A – vi điều khiển chính điều khiển cảm biến tại trang trại. Nhờ đó, ESP32 đảm bảo dữ liệu môi trường nuôi nấm được cập nhật nhanh chóng lên các nền tảng đám mây, giúp người dùng dễ dàng theo dõi từ xa, tăng tính tiện lợi và hiệu quả quản lý trang trại. Sơ đồ chân ESP32 được thể hiện như hình 3.6.

3.3.1.3 Kết nối hai vi xử lý thành vi xử lý trung tâm



Hình 3.7: Kết nối hai vi xử lý thành khối xử lý trung tâm

Trong dự án nuôi trồng nấm IoT, việc kết nối ESP32 với PIC16F877A thông qua giao thức UART tạo thành một khối xử lý trung tâm hiệu quả, kết hợp giữa khả năng

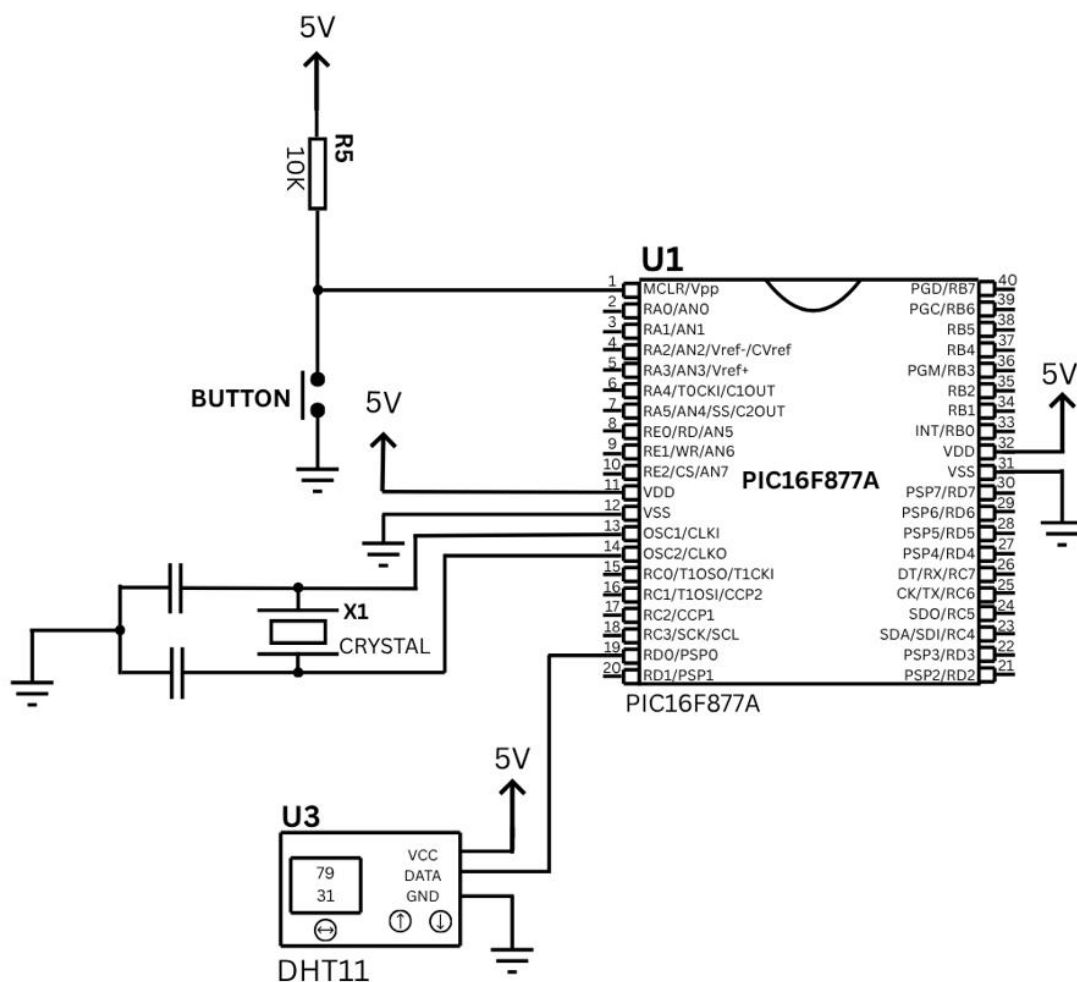
năng điều khiển ngoại vi và giao tiếp mạng. PIC16F877A đảm nhận vai trò thu thập dữ liệu từ các cảm biến như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, sau đó gửi dữ liệu này sang ESP32 thông qua cổng UART – một giao thức nối tiếp đơn giản nhưng ổn định. ESP32, với khả năng kết nối Wi-Fi tích hợp, tiếp nhận dữ liệu từ PIC và thực hiện xử lý mạng, truyền thông tin lên Firebase để lưu trữ và hiển thị dưới dạng giao diện web cho người dùng.

Cấu trúc này phân tách rõ ràng nhiệm vụ giữa hai vi điều khiển: PIC lo phần điều khiển phần cứng, còn ESP32 đảm nhiệm phần kết nối và hiển thị. Cách thiết kế này không chỉ tận dụng tốt thế mạnh của từng loại vi điều khiển mà còn tăng tính ổn định và mở rộng cho hệ thống. Trong tương lai, có thể nâng cấp thêm nhiều cảm biến hoặc chức năng giám sát và điều khiển từ xa mà không cần thay đổi toàn bộ kiến trúc hệ thống. Sơ đồ kết nối được thể hiện qua hình 3.7.

3.3.2 Khối cảm biến nhiệt độ và độ ẩm

Bảng 3.1: Sơ đồ nối dây giữa cảm biến DHT11 với PIC16F877A

Cảm biến DHT11	PIC16F877A
DATA	RD1



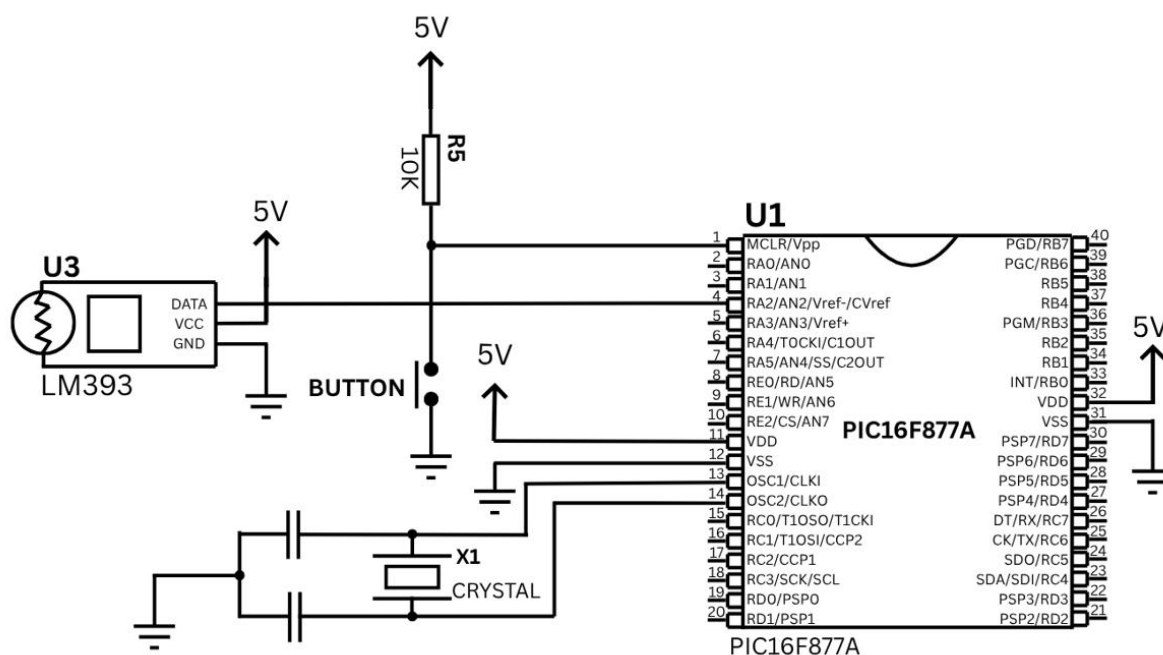
Hình 3.8: Sơ đồ nguyên lý kết nối cảm biến DHT11 với PIC16F877A

Trong hình 3.8 kết hợp với bảng 3.1 ta thấy cảm biến DHT11 (U3) được kết nối với vi điều khiển PIC16F877A để thu thập dữ liệu nhiệt độ và độ ẩm – hai yếu tố cực kỳ quan trọng trong việc kiểm soát môi trường nuôi trồng nấm. Cụ thể, chân DATA của DHT11 được nối đến một chân I/O của PIC16F877A (chân RD0), trong khi các chân VCC và GND của cảm biến được cấp nguồn 5V và nối đất tương ứng. DHT11 hoạt động theo giao thức 1-wire, yêu cầu vi điều khiển gửi tín hiệu khởi động để bắt đầu quá trình truyền dữ liệu.

3.3.3 Khôi cảm biến cường độ ánh sáng

Bảng 3.2: Sơ đồ nối dây giữa cảm biến LM393 với PIC16F877A

LM393	PIC16F877A
DATA	RA2



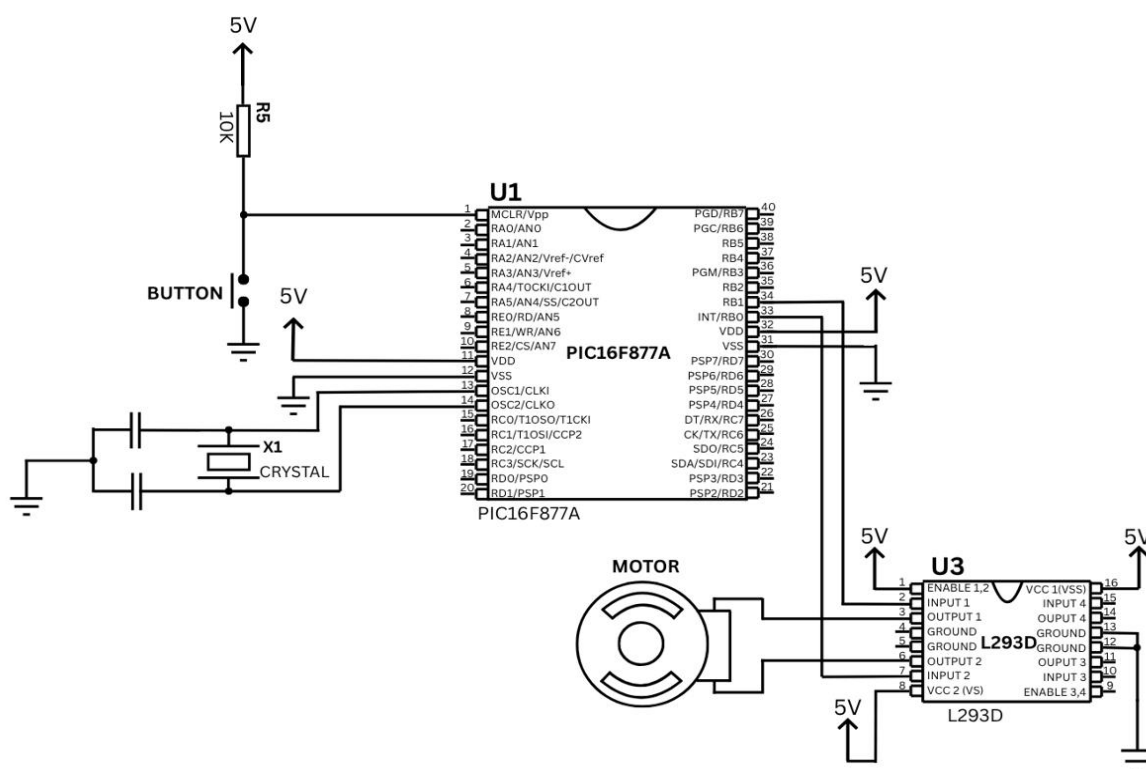
Hình 3.9: Sơ đồ nguyên lý kết nối cảm biến LM393 với PIC16F877A

Trong hình 3.9 kết hợp với bảng 3.2 ta có thể thấy cảm biến ánh sáng LM393 (U4) được kết nối với vi điều khiển PIC16F877A để đo mức độ ánh sáng trong môi trường nuôi trồng nấm. Chân DATA của LM393 được nối đến một chân số của PIC (chân RA2), trong khi chân VCC và GND của cảm biến được cấp nguồn 5V và nối đất tương ứng. LM393 hoạt động như một cảm biến so sánh mức ánh sáng – thường tích hợp một quang trở và một mạch so sánh điện áp – xuất ra tín hiệu số (0 hoặc 1) tùy vào ngưỡng ánh sáng đã đặt trước.

3.3.4 Khôi chức năng phun sương

Bảng 3.3: Sơ đồ nối dây giữa IC L293D với PIC16F877A, IC L293D với Motor

L293D	PIC16F877A
INPUT 1	RB1
INPUT 2	RB0
L293D	Motor
OUTPUT 1	Chân 1
OUTPUT 2	Chân 2



Hình 3.10: Sơ đồ nguyên lý kết nối IC L293D+MOTOR với PIC16F877A

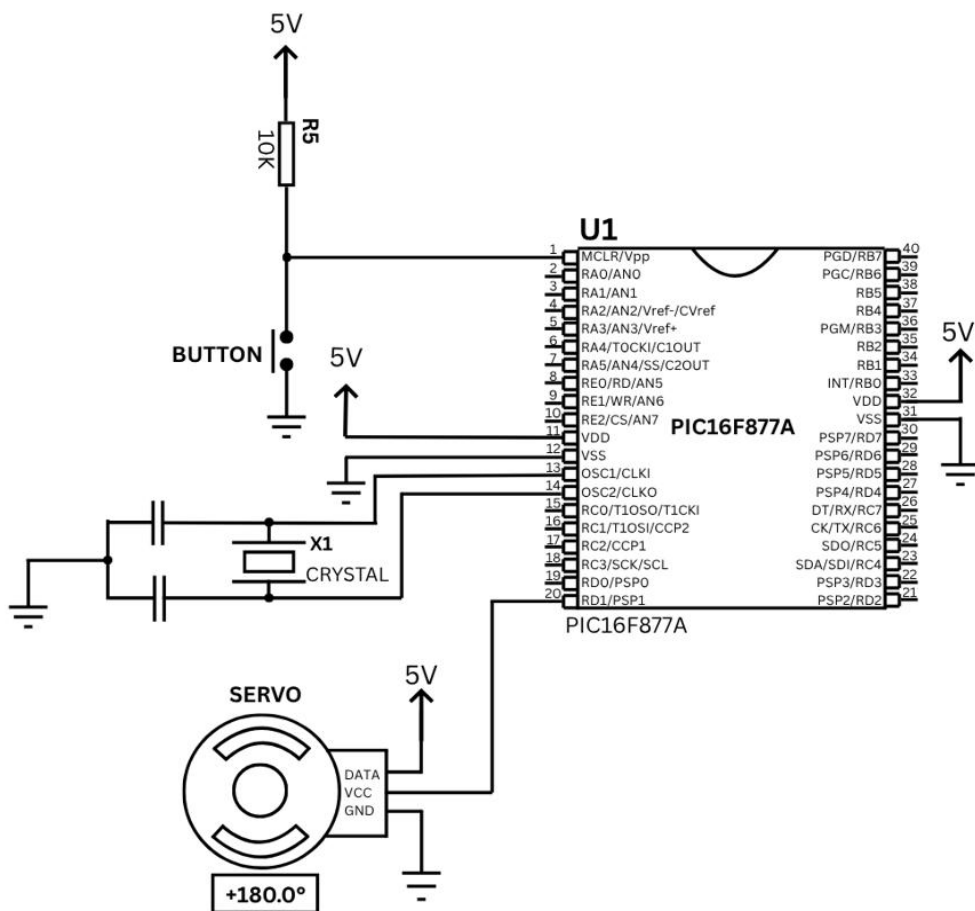
Dựa vào hình 3.10 và bảng 3.3, chức năng phun sương tự động được điều khiển thông qua IC cầu H L293D (U3) và một động cơ DC (MOTOR), tất cả đều được điều khiển bởi vi điều khiển PIC16F877A (U1). Đây là một phần quan trọng trong hệ thống IoT nuôi trồng nấm, giúp duy trì nhiệt độ và độ ẩm tối ưu cho môi trường phát triển của nấm.

Cụ thể, IC L293D đóng vai trò là mạch điều khiển công suất trung gian, cho phép PIC16F877A – vốn chỉ có khả năng xuất tín hiệu logic yếu – có thể điều khiển được dòng điện đủ lớn để vận hành motor mô phỏng máy phun sương. Trong sơ đồ, các chân điều khiển của L293D (IN1, IN2) được nối tới các chân số của PIC (RB0 và RB1), còn chân OUTPUT1 và OUTPUT2 nối tới motor phun sương. Khi PIC gửi tín hiệu điều khiển (mức cao/thấp) tới IN1 và IN2, motor sẽ quay theo chiều xác định để kích hoạt bơm phun sương. Chức năng này được tích hợp với cảm biến độ ẩm (DHT11), để hệ thống tự động kiểm tra nhiệt độ và độ ẩm không khí để kích hoạt phun sương khi giá trị giảm hoặc tăng dưới ngưỡng cài đặt. Điều này giúp giữ môi trường trồng nấm luôn trong điều kiện ổn định, tránh khô hạn làm giảm năng suất hoặc chết nấm.

3.3.5 Khối chức năng che bạt

Bảng 3.4: Sơ đồ nối dây giữa Servo với PIC16F877A

Servo	PIC16F877A
DATA	RD1



Hình 3.11: Sơ đồ nguyên lý kết nối Servo với PIC16F877A

Dựa vào hình 3.11 và bảng 3.4 ta thấy động cơ servo được kết nối với vi điều khiển PIC16F877A để thực hiện chức năng điều khiển bật che nắng tự động, một phần quan trọng trong việc kiểm soát ánh sáng cho trang trại nấm. Servo thường được sử dụng vì khả năng quay chính xác theo góc xác định (thường từ 0° đến 180°), phù hợp để kéo/mở bật che theo mức độ ánh sáng cần thiết.

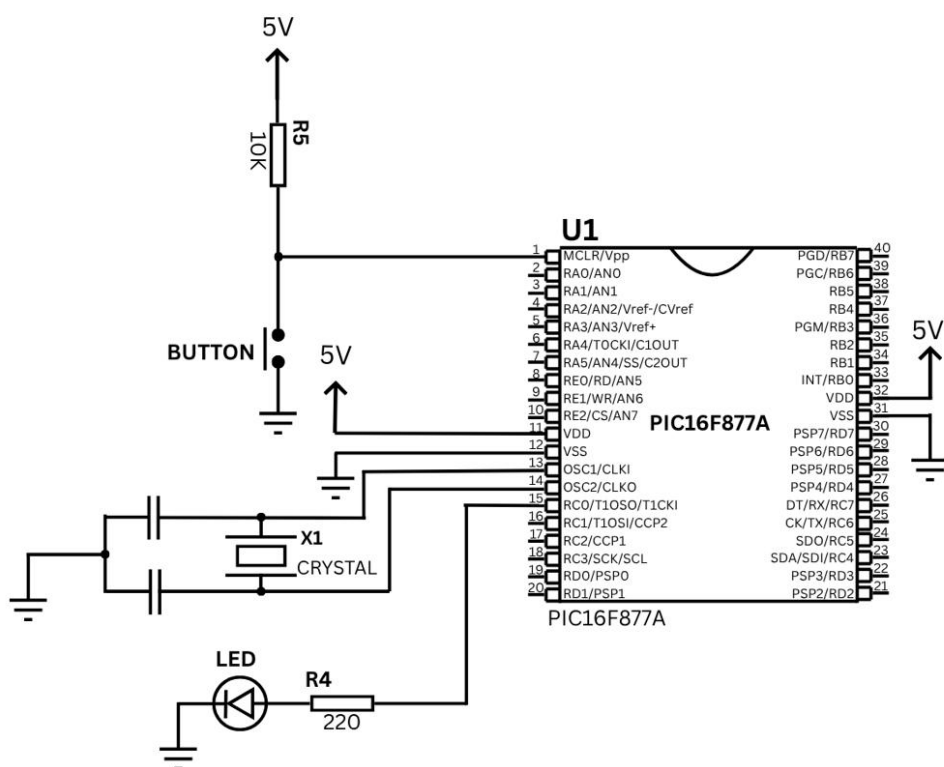
Cụ thể, chân DATA của servo được nối đến một chân I/O (RD1) của PIC để nhận tín hiệu điều khiển dạng xung PWM. Hai chân còn lại là VCC và GND cấp nguồn 5V. Trong quá trình hoạt động, PIC sẽ tạo ra xung PWM với độ rộng thích hợp để điều khiển góc quay của servo. Dữ liệu đầu vào để xác định góc quay đến từ cảm

biến ánh sáng LM393, giúp hệ thống tự động kéo bạt che khi ánh sáng quá mạnh hoặc mở bạt khi ánh sáng yếu.

3.3.6 Khởi chức năng bật tắt đèn

Bảng 3.5: Sơ đồ nối dây giữa LED với PIC16F877A

LED	PIC16F877A
Chân dương	RC0



Hình 3.12: Sơ đồ nguyên lý kết nối LED với PIC16F877A

Dựa vào hình 3.12 và bảng 3.5, đèn LED được kết nối với vi điều khiển PIC16F877A để thực hiện chức năng chiếu sáng tự động khi trời tối, hoạt động ngược

lại với cơ chế điều khiển bật che nắng bằng servo. Đây là một phần quan trọng trong hệ thống trang trại nấm, giúp bổ sung ánh sáng nhân tạo trong điều kiện thiếu sáng – đảm bảo môi trường ánh sáng ổn định cho sự phát triển của nấm.

Cụ thể, đèn LED được nối với một chân xuất dữ liệu số (RC0) của PIC16F877A thông qua điện trở hạn dòng ($R4 = 220\Omega$) để bảo vệ LED khỏi dòng điện quá lớn. Vi điều khiển sẽ điều khiển trạng thái bật/tắt LED dựa trên tín hiệu đầu vào từ cảm biến ánh sáng (LM393). Khi cảm biến phát hiện ánh sáng môi trường xuống thấp dưới ngưỡng định sẵn (trời tối hoặc ánh sáng yếu), tín hiệu đầu ra từ cảm biến sẽ thay đổi, và PIC sẽ bật chân xuất để cấp dòng cho LED sáng.

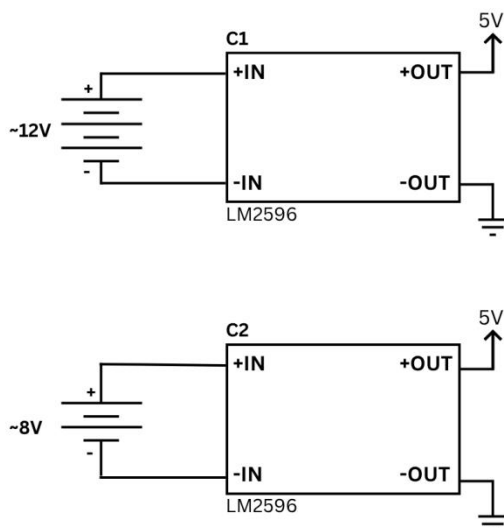
Tính năng này hoạt động ngược với hệ thống bật che nắng: khi ánh sáng yếu → bật đèn LED, còn khi ánh sáng mạnh → kích hoạt servo kéo bạt che. Cơ chế kết hợp này tạo nên một hệ thống kiểm soát ánh sáng thông minh và toàn diện trong trang trại nấm, giúp tiết kiệm năng lượng và tối ưu điều kiện vi khí hậu cho từng giai đoạn sinh trưởng của nấm.

3.3.7 Khối nguồn

Bảng 3.6: Thông số về dòng điện, điện áp và công suất tiêu thụ của các linh kiện

Linh kiện	Dòng điện hoạt động	Điện áp hoạt động	Công suất tiêu thụ
PIC16F877A	20mA	5V	100mW
ESP32	240mA	5V	790mW
L293D+MOTOR	600mA	5V	7,2mW
SERVO	250mA	5V	1.25mW
LED	20mA	5V	100mW
DHT11	2.5mA	5V	12.5mW

LM393	1mA	5V	5mW
-------	-----	----	-----

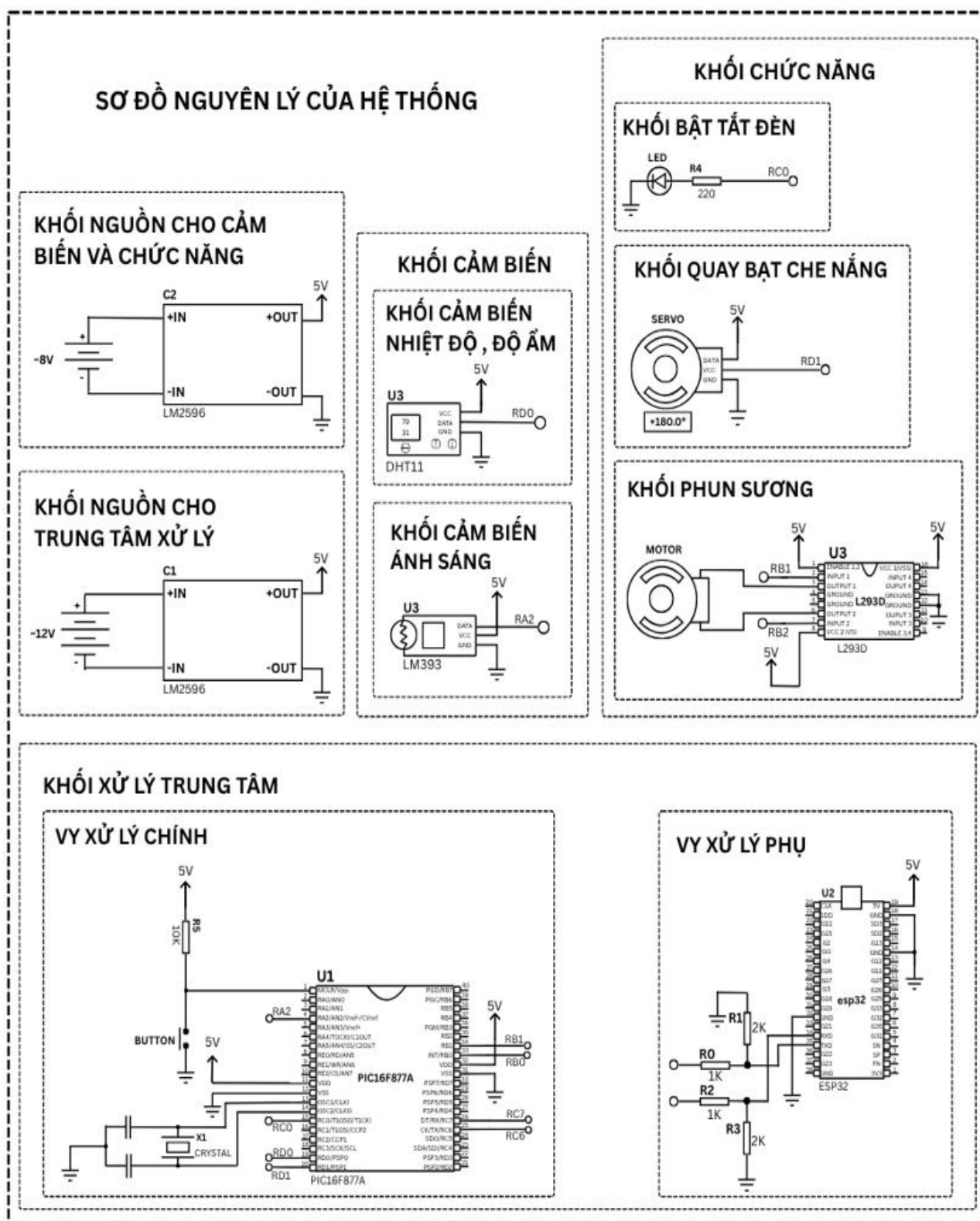


Hình 3.13: Sơ đồ nguyên lý của hai bộ nguồn

Trong dự án hệ thống trang trại nấm, nguồn điện được thiết kế thành hai khối riêng biệt sử dụng PIN 18650 và IC LM2596 để đảm bảo tính ổn định và tối ưu hiệu suất hoạt động. Khối nguồn thứ nhất sử dụng đầu vào $\sim 9V$ và được điều chỉnh xuống 5V để cung cấp cho các thiết bị chức năng như motor kết hợp với IC L293D, servo điều khiển bật che, đèn LED, cảm biến ánh sáng LM393, cùng cảm biến nhiệt độ độ ẩm DHT11. Tổng dòng tiêu thụ trung bình của khối này vào khoảng 570mA, tương ứng với công suất khoảng 2.85W. Khối nguồn thứ hai sử dụng đầu vào $\sim 12V$ và cũng hạ xuống 5V, chuyên cấp cho các vi điều khiển xử lý như PIC16F877A và ESP32. Tổng dòng tiêu thụ trung bình của khối này vào khoảng 192mA, tương đương công suất tiêu thụ 0.96W. Việc tách hai nguồn riêng biệt không chỉ giúp tránh nhiễu và sụt áp khi motor hoặc servo hoạt động, mà còn đảm bảo PIC và ESP32 hoạt động ổn định, đặc biệt trong quá trình giao tiếp và truyền dữ liệu thời gian thực lên Firebase. Thiết kế

nguồn này góp phần duy trì hiệu năng ổn định và tuổi thọ cho toàn hệ thống trong môi trường nông nghiệp tự động.

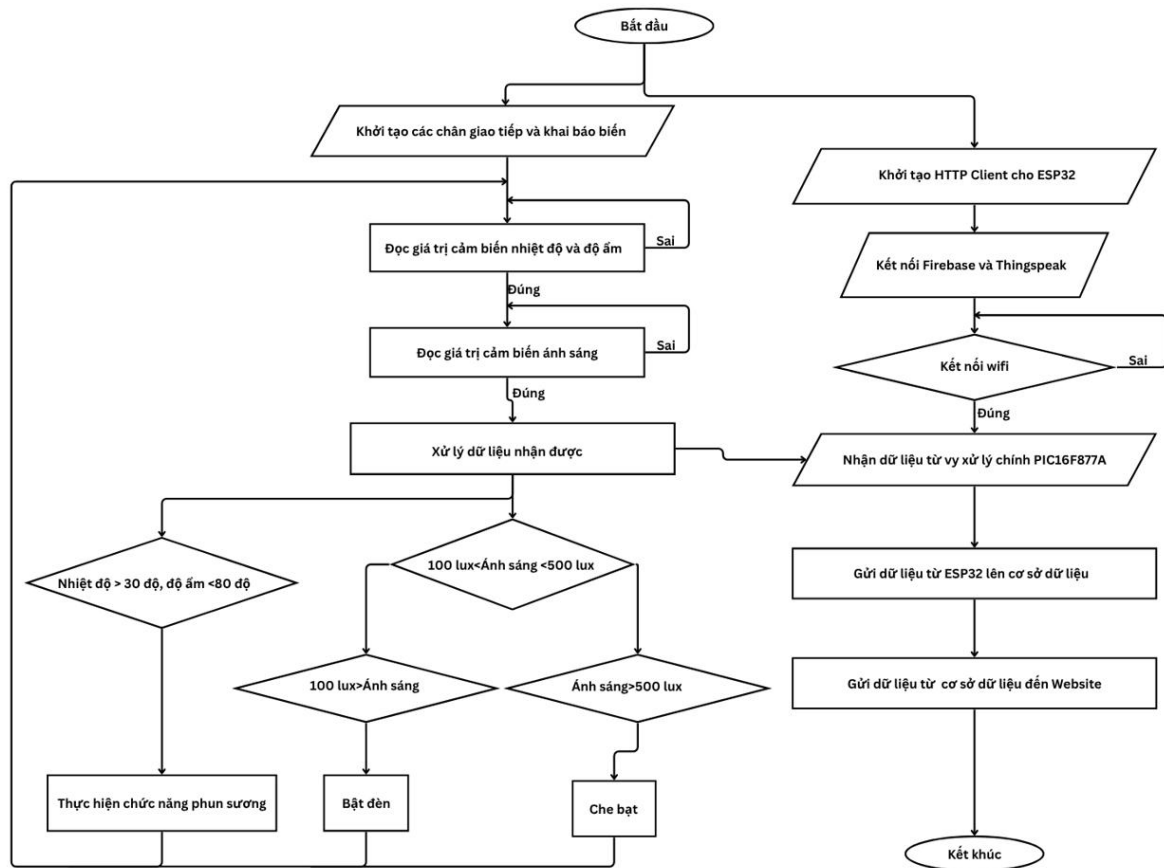
3.3.8 Sơ đồ nguyên lý của toàn hệ thống



Hình 3.14: Sơ đồ nguyên lý phần cứng của cả hệ thống

3.4 Thiết kế phần mềm

3.4.1 Lưu đồ giải thuật toàn bộ hệ thống



Hình 3.15: Lưu đồ giải thuật toàn hệ thống

Lưu đồ giải thuật thể hiện một cách chi tiết quy trình hoạt động của hệ thống điều khiển và giám sát môi trường nuôi trồng nấm thông minh ứng dụng công nghệ IoT, sử dụng vi điều khiển PIC16F877A làm bộ xử lý chính kết hợp với ESP32 để truyền dữ liệu lên nền tảng web. Toàn bộ hệ thống được thiết kế nhằm đảm bảo điều kiện lý tưởng cho sự phát triển của nấm, đồng thời giúp người dùng có thể theo dõi và can thiệp từ xa khi cần thiết.

Quá trình bắt đầu bằng việc khởi tạo các chân giao tiếp của vi điều khiển PIC16F877A, khai báo các biến và chuẩn bị sẵn sàng cho các thiết bị ngoại vi hoạt

động. Song song đó, ESP32 cũng thực hiện khởi tạo giao thức HTTP Client, phục vụ cho việc truyền tải dữ liệu đến các nền tảng trực tuyến như Firebase .

Sau bước khởi tạo, vi điều khiển PIC tiến hành đọc dữ liệu từ cảm biến DHT11, nhằm thu thập các thông số nhiệt độ và độ ẩm trong khu vực nuôi nấm. Nếu dữ liệu đọc bị lỗi (do sai kết nối, nhiễu tín hiệu, hoặc cảm biến chưa sẵn sàng), hệ thống sẽ quay lại bước đọc cho đến khi nhận được dữ liệu hợp lệ. Tương tự, sau khi đọc thành công cảm biến DHT11, hệ thống tiếp tục đọc giá trị ánh sáng từ cảm biến LM393 — đây là cảm biến ánh sáng dùng mạch so sánh để đưa ra mức tín hiệu số tương ứng với cường độ ánh sáng môi trường.

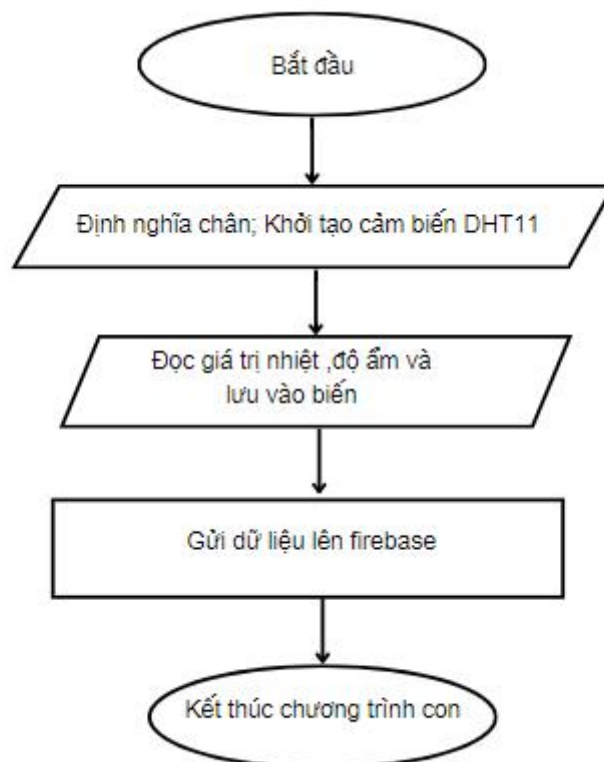
Khi đã có đầy đủ các thông số môi trường, PIC sẽ thực hiện xử lý dữ liệu để đưa ra quyết định điều khiển. Dựa vào logic lập trình trong lưu đồ, hệ thống sẽ kiểm tra trước tiên xem nhiệt độ có vượt quá 30°C và độ ẩm có nhỏ hơn 80% hay không. Nếu điều kiện này đúng, hệ thống sẽ kích hoạt chức năng phun sương, sử dụng một động cơ DC điều khiển thông qua IC cầu H L293D, nhằm giảm nhiệt và tăng độ ẩm cho phù hợp với môi trường phát triển của nấm. Tiếp theo, hệ thống xử lý dữ liệu ánh sáng: Nếu ánh sáng nằm trong khoảng từ 100 lux đến dưới 500 lux, điều đó cho thấy môi trường thiếu sáng trung bình nên hệ thống sẽ bật đèn LED để bổ sung ánh sáng cho quá trình sinh trưởng. Nếu cường độ ánh sáng đạt từ 500 lux trở lên, có thể là do nắng gắt chiếu trực tiếp vào khu vực nuôi trồng, và hệ thống sẽ kích hoạt servo để kéo bạt che, đảm bảo nấm không bị ảnh hưởng bởi ánh nắng mạnh. Ngược lại, nếu ánh sáng thấp hơn hoặc bằng 100 lux, tức là điều kiện môi trường quá tối, hệ thống cũng sẽ bật đèn LED để đảm bảo đủ ánh sáng tối thiểu cho nấm.

Trong khi đó, ESP32 thực hiện kết nối với Wi-Fi, nếu thất bại thì thiết bị sẽ liên tục kiểm tra lại cho đến khi thành công. Sau khi Wi-Fi được kết nối, ESP32 sẽ nhận dữ liệu đã xử lý từ PIC16F877A thông qua cổng giao tiếp UART hoặc một giao thức truyền thông tương thích. Những dữ liệu này sẽ được gửi lên cơ sở dữ liệu trực tuyến, giúp lưu trữ và xử lý thông tin thời gian thực. Từ cơ sở dữ liệu, dữ liệu tiếp tục được

đưa lên website giao diện, nơi người dùng có thể truy cập để giám sát trực tuyến các thông số nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, đồng thời biết được trạng thái của hệ thống phun sương, đèn chiếu sáng và bật che.

3.4.2 Lưu đồ giải thuật thu thập dữ liệu

Lưu đồ giải thuật đọc nhiệt độ, độ ẩm bằng DHT11

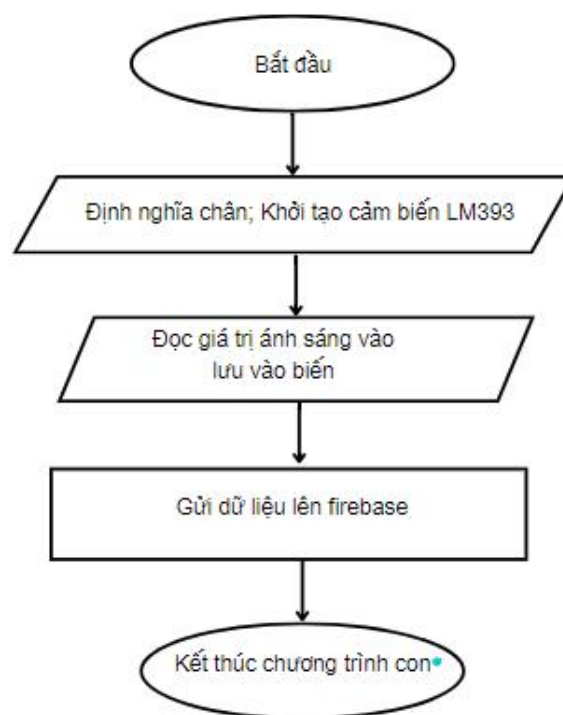


Hình 3.16 Lưu đồ giải thuật đọc nhiệt độ, độ ẩm bằng DHT11

Hình 3.16 là lưu đồ giải thuật của chương trình con đọc các giá trị nhiệt độ và độ ẩm từ cảm biến DHT11 thông qua giao tiếp giữa chân GPIO19 (RD0) của PIC16F877A và chân tín hiệu của cảm biến. Hàm Read() sẽ bắt đầu khởi tạo các biến giá trị của nhiệt độ và độ ẩm, sau đó hàm sẽ gửi một tín hiệu yêu cầu đọc dữ liệu đến cảm biến và chờ phản hồi từ cảm biến để trả lại một dãy dữ liệu 5 byte chứa thông tin về nhiệt độ và độ ẩm. Các giá trị sau đó sẽ được lưu vào các biến đã khởi tạo ban đầu

và truyền sang ESP32 thông qua giao thức UART. Trước khi truyền dữ liệu sẽ được kiểm tra hợp lệ hay không, nếu không hợp lệ sẽ truyền sang ESP32 thông báo lỗi không nhận được cảm biến. ESP32 sẽ lưu hai giá trị dữ liệu nhiệt độ và độ ẩm nhận được từ PIC vào hai biến rồi tiếp tục truyền dữ liệu lên FIREBASE và hiển thị thông tin nhiệt độ và độ ẩm của môi trường trang trại nấm trên giao diện web.

Lưu đồ đọc cảm biến ánh sáng



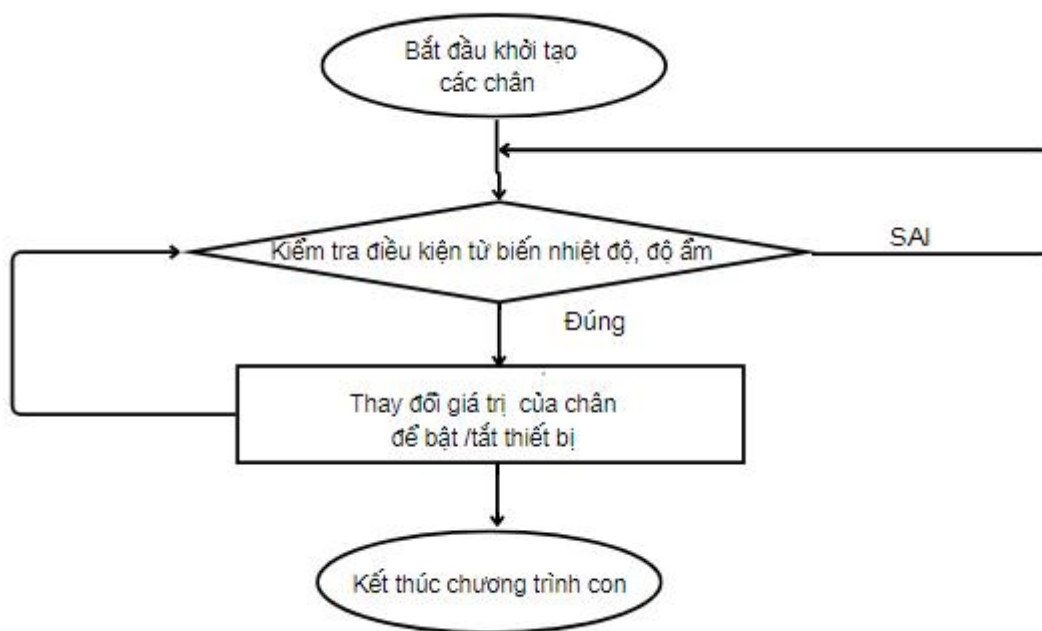
Hình 3.17 Lưu đồ đọc cảm biến ánh sáng

Hình 3.17 là lưu đồ giải thuật của cảm biến ánh sáng LM393, bắt đầu khởi tạo chân cảm biến được kết nối với chân GPIO4 (RA2) của PIC16F877A, hàm `light_value = input(LIGHT_SENSOR);` giúp PIC đọc giá trị ánh sáng từ cảm biến và lưu vào giá trị `light_value`. Giá trị này sẽ được gửi sang ESP32 thông qua giao thức UART và trước khi truyền sẽ được kiểm tra hợp lệ, khi tín hiệu lỗi sẽ gửi thông báo nhận lỗi tín hiệu. ESP32 sẽ tiếp tục lưu tín hiệu này vào một biến giá trị và truyền lên FIREBASE

để hiển thị trên web người dùng thông tin về dữ liệu ảnh sáng hiện tại trong trang tại nấm.

3.4.3 Lưu đồ giải thuật điều khiển các thiết bị

Lưu đồ điều khiển thiết bị phun sương

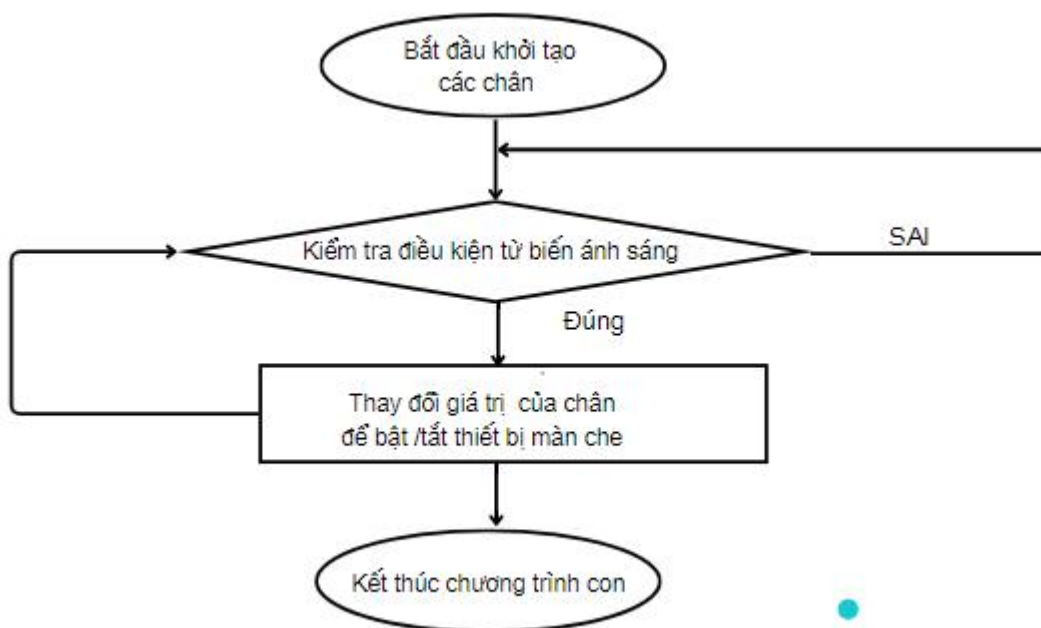


Hình 3.18 Lưu đồ điều khiển thiết bị phun sương

Hình 3.18 là lưu đồ giải thuật của chức năng điều khiển thiết bị phun sương giúp hạ nhiệt và tạo độ ẩm cho môi trường trang trại nuôi nấm. Bắt đầu bằng cách khởi tạo các chân GPIO34(RB1) và GPIO33(RB0) từ PIC16F877A, các chân này kết nối lần lượt với chân INPUT1 và chân INPUT2 của IC L293D đây là IC điều khiển động cơ DC với chân OUTPUT1 và chân OUTPUT2 được gắn với hai chân động cơ MOTOR DC. Khi dữ liệu của nhiệt độ và độ ẩm được tiếp nhận, vi xử lý sẽ xem xét dữ liệu để thực hiện chức năng phun sương, với nhiệt độ trên 30 độ và độ ẩm dưới 80% thì sẽ cho tín hiệu HIGH ở chân GPIO34 để kích hoạt IC L293D giúp chạy

MOTOR DC phun sương, khi nhiệt độ và độ ẩm đã về mức ổn định thì sẽ trả về tín hiệu LOW ở chân GPIO34 giúp IC L239D nhận biết và tắt MOTOR. Đồng thời trạng thái của thiết bị phun sương cũng sẽ được ESP32 truyền lên FIREBASE và hiển thị trên giao diện web nhờ vào điều kiện từ dữ liệu của cảm biến.

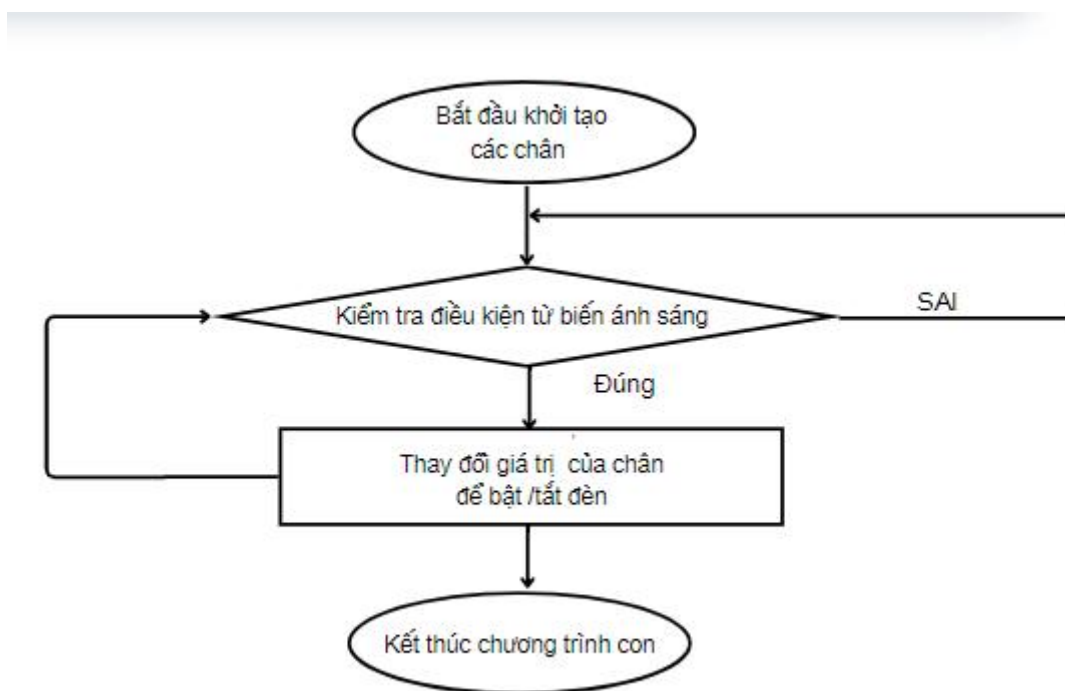
Lưu đồ điều khiển thiết bị màn che



Hình 3.19 Lưu đồ điều khiển thiết bị màn che

Hình 3.19 là lưu đồ của chức năng che nắng của hệ thống, bắt đầu bằng cách khởi tạo biến từ chân GPIO20 của PIC16F877A đã kết nối với động cơ SERVO. Khi tiếp nhận dữ liệu ánh sáng từ cảm biến LM393, vi xử lý sẽ kiểm tra giá trị của dữ liệu ánh sáng được gửi từ cảm biến, nếu giá trị vượt quá ngưỡng chịu đựng của nấm khoảng từ hơn 500 lux trở lên thì bạc che nắng sẽ nhận được tín hiệu và quay một góc 180 độ để căng màn che nắng. Trạng thái của thiết bị được ESP32 cập nhật lên FIREBASE thông qua việc xem xét giá trị của ánh sáng tại thời điểm đó.

Lưu đồ điều khiển đèn

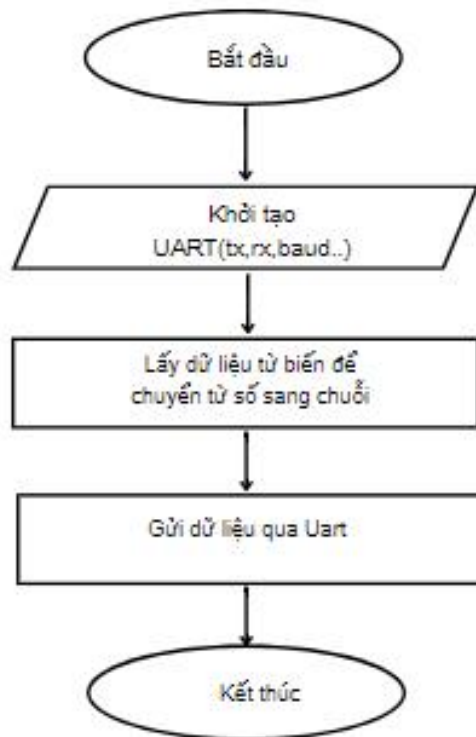


Hình 3.20 Lưu đồ điều khiển đèn

Hình 3.20 là lưu đồ hoạt động của chức năng bật tắt đèn của hệ thống trang trại nấm. Khởi tạo biến của chân GPIO15(RC0) của PIC16F877A được kết nối với chân của đèn LED. Hệ thống sẽ kiểm tra ánh sáng môi trường của trang trại nấm thông qua cảm biến LM393, dữ liệu được xử lý kiểm tra nếu cường độ ánh sáng dưới 200 lux thì sẽ truyền tín hiệu HIGH thông qua chân GPIO15 để kích hoạt bật đèn LED. Cường độ sáng của đèn LED không quá cao cùng với màu sắc thích hợp không làm cho cường độ ánh sáng vượt quá 500 lux giúp duy trì độ ổn định của quá trình phát triển của nấm.

3.4.3 Lưu đồ giải thuật truyền dữ liệu uart giữa PIC16F877A và ESP32

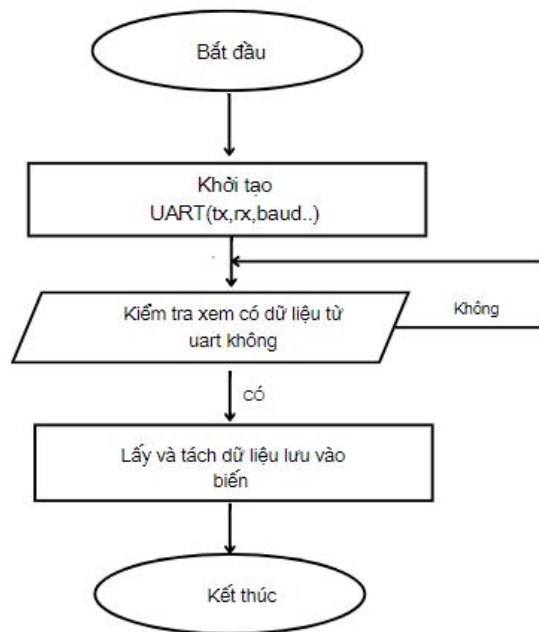
Lưu đồ giải thuật gửi dữ liệu từ PIC16F877A



Hình 3.21 Lưu đồ giải thuật gửi dữ liệu từ PIC16F877A

Hình 3.21 là lưu đồ giải thuật của việc gửi dữ liệu từ PIC16F877A sang ESP32, hàm `#use rs232(baud=9600, xmit=PIN_C6, rcv=PIN_C7, bits=8)` giúp khởi tạo các chân GPIO25(RC6) và chân GPIO26(RC7) của PIC để truyền các dữ liệu của các cảm biến thông qua giao thức UART. Dữ liệu được chuyển từ số sang chuỗi và được gửi sang ESP32. Các tín hiệu sẽ được kiểm tra trước khi gửi và nếu vấn đề trong quá trình truyền thì sẽ gửi một chuỗi thông báo lỗi cho ESP32.

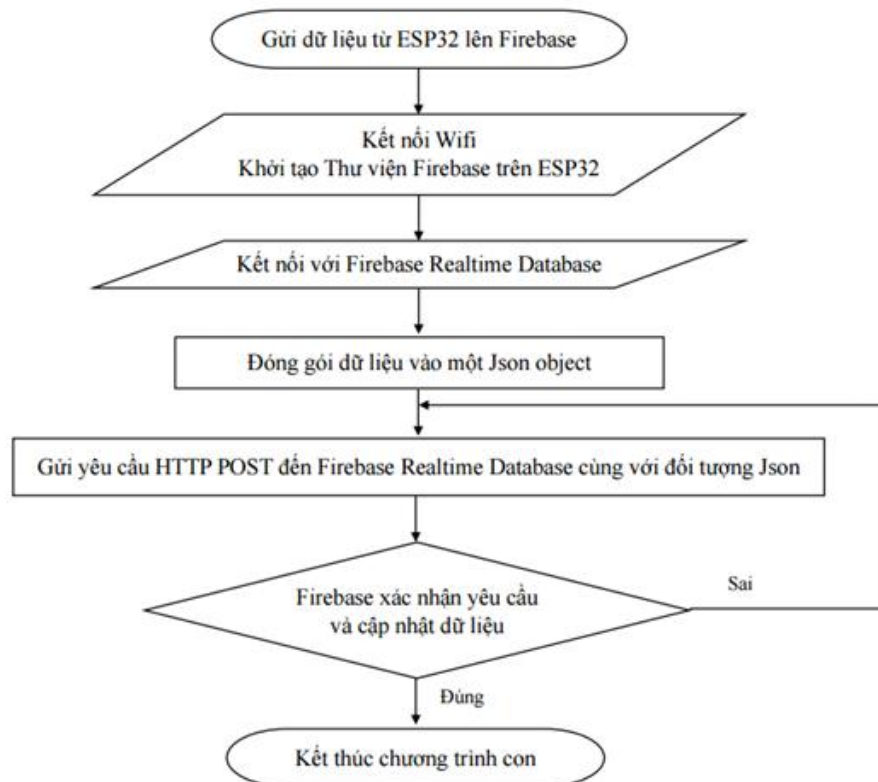
Lưu đồ giải thuật nhận dữ liệu từ PIC trên ESP32



Hình 3.22 Lưu đồ giải thuật nhận dữ liệu từ PIC trên ESP32

Hình 3.22 là lưu đồ giải thuật nhận dữ liệu từ PIC16F877A trên ESP32, khởi tạo biến chân GPIO21 là RX và chân GPIO22 là TX bằng hàm `HardwareSerial mySerial(2);`. Sau đó ESP32 sẽ bắt đầu nhận dữ liệu từ PIC16F877A thông qua giao thức UART, các giá trị được gửi về dưới dạng chuỗi số và cần được tách ra để lưu dữ liệu vào trong các biến được giá trị là nhiệt độ, độ ẩm và ánh sáng. Các biến sau đó sẽ được truyền lên trên FIREBASE và hiện thông tin môi trường lên trên giao diện web người dùng. Nếu các giá trị được gửi bị lỗi sẽ in ra thông báo lỗi của giá trị đó và nguyên nhân lỗi và tương tự cho lỗi truyền.

3.4.4 Lưu đồ giải thuật gửi dữ liệu từ ESP32 lên Firebase



Hình 3.23 Lưu đồ giải thuật gửi dữ liệu từ ESP32 lên Firebase

Hình 3.23 là lưu đồ giải thuật của việc gửi dữ liệu từ ESP32 lên FIREBASE, đầu tiên kết nối với internet bằng hàm connect() và khởi tạo thư viện FIREBASE trên ESP32. Sau đó kết nối với FIREBASE REALTIME DATABASE và nhận dữ liệu được gửi thông qua đối tượng Json, FIREBASE sau khi nhận yêu cầu sẽ cập nhật dữ liệu lên trên giao diện web. Nếu quá trình gửi có vấn đề sẽ quay lại bước gửi yêu cầu HTTP.

3.5 Xây dựng Webs



Hình 3.24: Giao diện Website

Giao diện web của hệ thống quản lý trang trại nấm được thiết kế trực quan và hiện đại, nhằm mang đến trải nghiệm thân thiện cho người dùng trong việc theo dõi các thông số môi trường quan trọng. Trên màn hình chính, người dùng dễ dàng quan sát được các dữ liệu thời gian thực như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, trạng thái phun sương, đèn chiếu sáng và bật che. Mỗi thông tin được hiển thị trong một ô màu riêng biệt, đi kèm biểu tượng minh họa sinh động và các giá trị số rõ ràng. Điều này không chỉ giúp việc giám sát trở nên dễ dàng hơn mà còn giúp người vận hành nhanh chóng nắm bắt tình trạng của nhà nấm từ xa mà không cần có mặt trực tiếp tại hệ thống.

Giao diện web được hình thành nhờ sự kết hợp giữa phần cứng cảm biến thu thập dữ liệu và hệ thống xử lý – truyền thông tin qua Internet đến trình duyệt của người dùng. Dữ liệu môi trường như nhiệt độ và độ ẩm được thu thập từ cảm biến DHT11, trong khi cường độ ánh sáng được đo bằng cảm biến LM393. Các cảm biến

này được kết nối với vi điều khiển trung tâm PIC16F877A, có vai trò đọc dữ liệu và xử lý sơ bộ. Từ đó, thông tin được truyền qua giao tiếp UART đến ESP32 – một vi điều khiển tích hợp Wi-Fi.

ESP32 tiếp nhận dữ liệu và thực hiện nhiệm vụ truyền tải lên cơ sở dữ liệu đám mây, cụ thể là nền tảng Firebase Realtime Database. Nhờ kết nối Internet, dữ liệu có thể được cập nhật liên tục, đảm bảo người dùng luôn nhận được thông tin mới nhất về môi trường trong nhà trồng nấm.

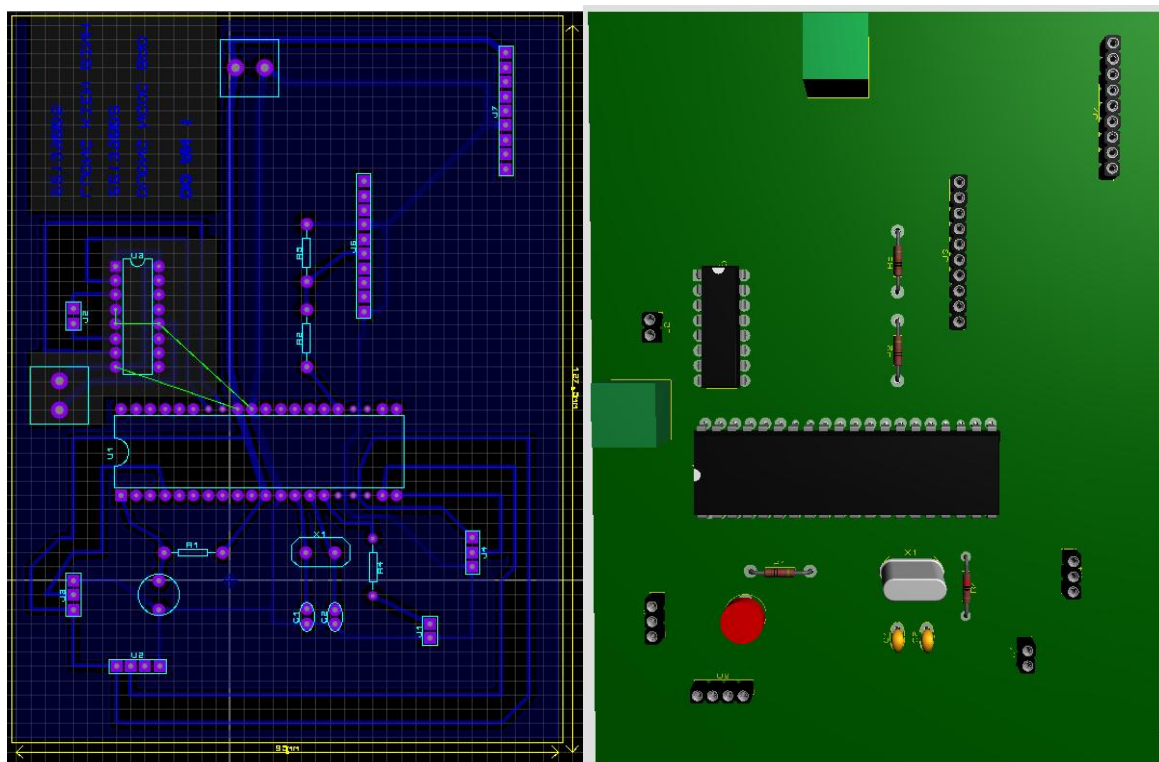
Giao diện web được thiết kế bằng cách sử dụng các công nghệ lập trình frontend như HTML, CSS và JavaScript. Giao diện này được liên kết trực tiếp với cơ sở dữ liệu đám mây, từ đó nhận và hiển thị các giá trị mà hệ thống gửi về. Khi người dùng truy cập trang web, trình duyệt sẽ tải các giá trị mới nhất và hiển thị chúng trong các khối thông tin đã được định dạng sẵn.

Tóm lại, giao diện web là một phần không thể thiếu của hệ thống IoT trong nông nghiệp thông minh. Với khả năng giám sát thời gian thực, truy cập từ xa và thiết kế thân thiện, trang web này giúp người nông dân tiết kiệm thời gian, nâng cao năng suất và tối ưu hóa điều kiện sinh trưởng cho cây trồng – trong trường hợp này là nấm.

CHƯƠNG 4: KẾT QUẢ

4.1 Mô hình phân cứng

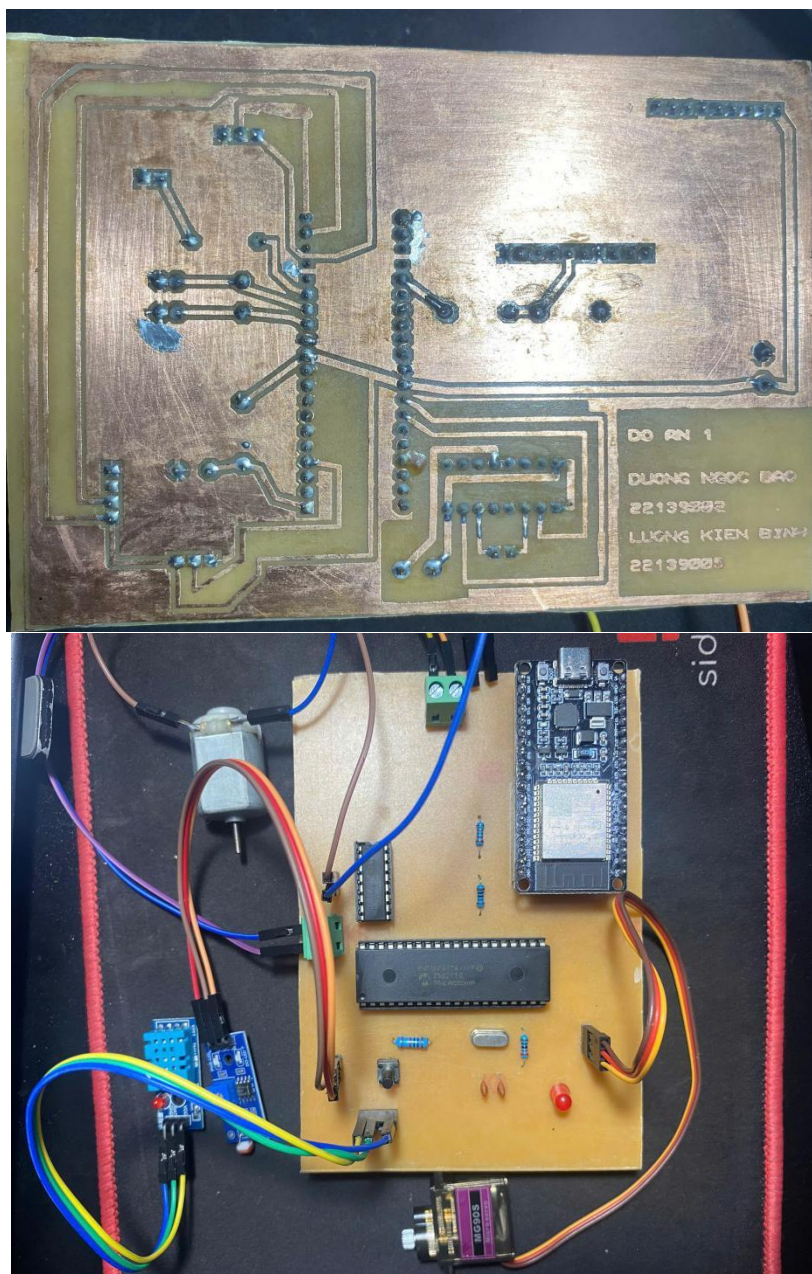
Dựa trên sơ đồ nguyên lý đã xây dựng nhằm kết nối các linh kiện phân cứng theo yêu cầu hệ thống, quá trình tiếp theo là thực hiện các bước tính toán và thiết kế mạch in (PCB). Mục tiêu của bước này là tạo ra bố cục vật lý cho các đường dẫn điện và vị trí hàn linh kiện trên một tấm nền cách điện. Toàn bộ thiết kế PCB được thực hiện trên phần mềm Proteus với kích thước mạch là 127mm x 95mm. Hình ảnh bố trí mạch in ở chế độ 2D và mô phỏng ở chế độ 3D lần lượt được thể hiện trong hình 4.1.



Hình 4.1: Bố trí mạch in PCB ở chế độ 2D và 3D

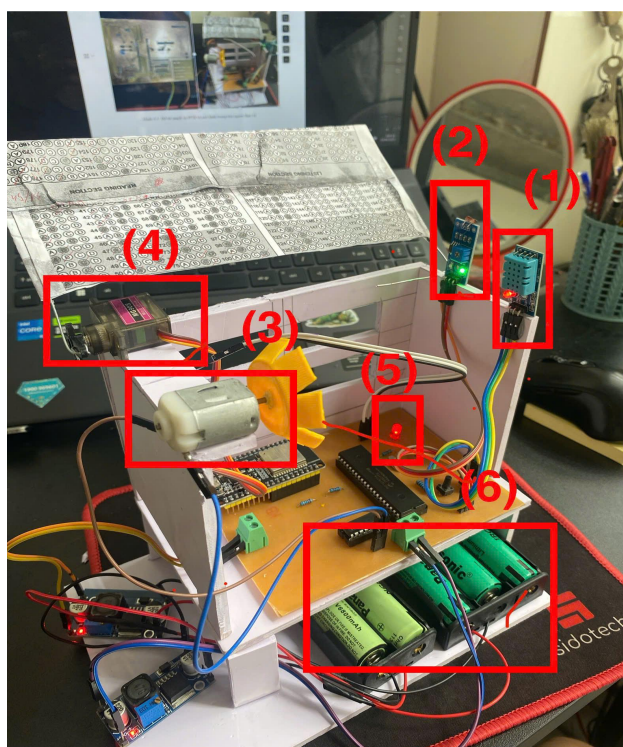
Sau khi có được mạch PCB (mạch in), nhóm tiến hành các bước như dán mạch, rửa đồng, khoan chân, và hàn các chân để kết nối các linh kiện vào mạch để chạy thử. Mạch sau khi hoàn thành có thể chạy ổn định, hệ thống có thể đọc được các giá trị thông số của các cảm biến và được vy điều khiển xử lý để thực hiện các chức năng đã

được lập trình sẵn. Dữ liệu của các cảm biến và trạng thái của các chức năng sau đó được truyền qua ESP32 để thực hiện bước cập nhật giá trị dữ liệu và trạng thái chức năng lên FIREBASE tiếp tục hiển thị thông qua giao diện người dùng bằng web. Hình ảnh thực tế của mạch in sau khi hoàn thành và được lắp đầy đủ linh kiện hệ thống được thể hiện như hình 4.2 bên dưới.



Hình 4.2: Bố trí mạch in PCB ngoài thực tế

Để hệ thống thêm tính sinh động và trực quan nhóm đã thiết kế một mô hình hộp của hệ thống trang trại nuôi nấm thông minh như hình 4.3 bên dưới. Hệ thống được tinh giản để có thể nhìn rõ cách hoạt động của các chức năng cũng và cách tác động đến hệ thống trang trại nấm. Theo hình 4.3 hệ thống đã tinh giản việc có đầy đủ vách ngăn của một trang trại để có thể nhìn rõ bên trong. Việc thay thế motor phun sương thành một motor có cánh quạt giúp mô phỏng quá trình bơm và phun sương, điều này giúp tránh việc phun sương thật có thể làm chập cháy hệ thống mô phỏng. Bạc che nắng được làm đơn giản bằng giấy để phù hợp với khả năng chịu tải của servo hơn, cũng như led được làm một bóng để thể hiện sự phát sáng môi trường ở một mức vừa phải giúp nấm phát triển ổn định. Các cảm biến ánh sáng và cảm biến nhiệt độ độ ẩm cũng được đưa lên cao để dễ dàng lấy được giá trị dữ liệu từ môi trường hơn. Nguồn được thiết kế riêng một ngăn bên dưới để làm trọng tâm cũng như làm gọn đi không gian phía trong.

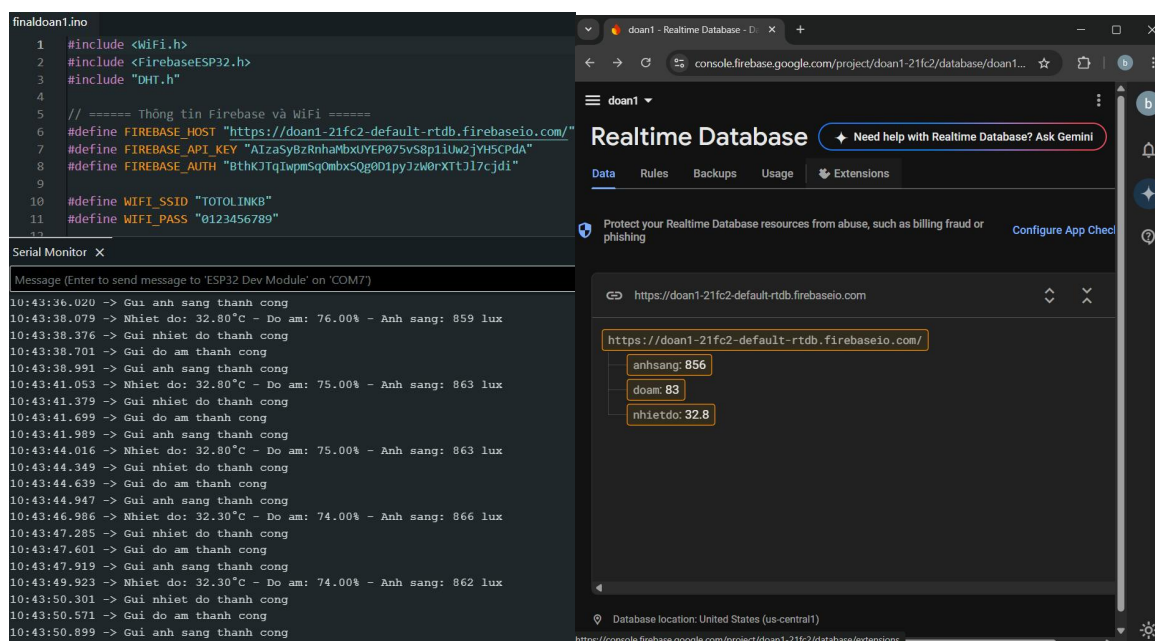


- (1) Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm DHT11
- (2) Cảm biến ánh sáng LM393
- (3) Chức năng phun sương dùng MOTOR
- (4) Chức năng che màn bạc bằng SERVO
- (5) Chức năng duy trì ánh sáng bằng LED
- (6) Khối nguồn của cả hệ thống

Hình 4.3: Mô hình thực tế mô phỏng hệ thống trang trại nấm thông minh

4.2 Giá trị dữ liệu được cập nhật từ hệ thống lên giao diện người dùng

Sau khi tiến hành nạp code cho hệ thống phần cứng, PIC16F877A truyền giá trị dữ liệu của các biến môi trường cho ESP32 và được cập nhật lên trên FIREBASE như hình 4.4. Hệ thống sẽ cập nhật liên tục các thống số môi trường của trang trại nấm như nhiệt độ, độ ẩm, và ánh sáng lên trên FIREBASE theo thời gian thực, các giá trị sau đó tiếp tục được truyền thông qua giao thức HTTP để đến giao diện người dùng web.



Hình 4.4: Dữ liệu môi trường trang trại được ESP32 truyền lên FIREBASE

4.3 Giao diện người dùng

Việc sử dụng giao diện người dùng dạng website mang lại sự thuận tiện và hiệu quả cao cho việc giám sát môi trường trong trại nấm thông minh. Tất cả các thông số quan trọng như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng đều được hiển thị rõ ràng theo thời gian thực với các màu sắc phân biệt trực quan, giúp người dùng dễ dàng theo dõi tình trạng môi trường hiện tại chỉ qua một cái nhìn. Ngoài ra, hệ thống còn cho phép quan sát tình trạng hoạt động của các thiết bị như phun sương, đèn chiếu sáng và màn che với các trạng thái được cập nhật rõ ràng. Giao diện dạng lưới gọn gàng, bố cục hợp lý giúp

người quản lý truy cập thông tin nhanh chóng và thao tác dễ dàng trên các thiết bị máy tính. Nhờ đó, người dùng có thể chủ động kiểm tra, đánh giá và đưa ra các điều chỉnh kịp thời để duy trì điều kiện tối ưu cho sự phát triển của nấm, kể cả khi không có mặt trực tiếp tại trang trại.

Giải thích cho cách hoạt động của hệ thống thông qua giao diện người dùng ở hình 4.5 cho thấy rằng cảm biến nhiệt độ và độ ẩm đang ở mức ổn định nên chức năng phun sương đang ở chế độ tắt, cường độ ánh sáng đang rất cao và ảnh hưởng đến sự phát triển của nấm nên chức năng bậc che đã đóng và duy trì độ sáng ổn định bằng cách mở chức năng đèn led.



Hình 4.5: Giao diện WEB ở trạng thái 1

Cách hoạt động của hệ thống dưới hình 4.6 được biểu diễn thông qua giao diện người dùng web một cách trực quan. Hệ thống đang cho thấy nhiệt độ và độ ẩm đang ở mức gây hại cho nấm nên đã khởi động chức năng phun sương nhằm làm ổn định môi

trường trạng trại. Ngoài ra nguồn sáng đang không đủ để duy trì cho nấm phát triển nên chức năng bạc che đã mở để lấy thêm ánh sáng từ bên ngoài, chức năng đèn led cũng được bật nhằm duy trì độ sáng ổn định của nấm.



Hình 4.6: Giao diện WEB ở trạng thái 2

CHƯƠNG 5: TỔNG KẾT

5.1 Kết luận

Hệ thống trang trại nấm ứng dụng công nghệ Internet of Things (IoT) là một giải pháp hiện đại, giúp tự động hóa quá trình theo dõi và điều chỉnh môi trường canh tác nấm. Trong dự án này, vi điều khiển PIC16F877A đóng vai trò là bộ xử lý trung tâm, điều khiển hoạt động của các thiết bị ngoại vi và cảm biến. Bộ vi xử lý ESP32 đảm nhận chức năng kết nối mạng và gửi dữ liệu lên các nền tảng lưu trữ đám mây như Firebase để giám sát từ xa.

Thông qua việc kết hợp các thiết bị phần cứng như DHT11 (đo nhiệt độ và độ ẩm), LM393 (đo ánh sáng), servo motor (mở/đóng bạt che), motor DC (phun sương qua IC L293D), và LED (chiếu sáng bổ sung), hệ thống có thể tự động kiểm soát các yếu tố ảnh hưởng đến sự phát triển của nấm như độ ẩm, nhiệt độ và ánh sáng. Đây là bước tiến quan trọng trong việc ứng dụng công nghệ vi điều khiển và truyền thông không dây vào mô hình nông nghiệp thông minh.

5.2 Kết quả đạt được

Sau quá trình thiết kế, lập trình và thử nghiệm, hệ thống đã vận hành ổn định và đáp ứng đầy đủ các chức năng được đặt ra. Cụ thể:

- Cảm biến DHT11 thu thập nhiệt độ và độ ẩm môi trường, gửi dữ liệu đến PIC để so sánh với ngưỡng cài đặt. Nếu nhiệt độ hoặc độ ẩm vượt ngưỡng, motor DC sẽ được kích hoạt qua IC L293D để thực hiện phun sương làm mát và tăng độ ẩm.
- Cảm biến ánh sáng LM393 đánh giá cường độ ánh sáng môi trường. Khi ánh sáng vượt mức giới hạn, servo sẽ điều khiển bạt che nắng để giảm cường độ sáng. Ngược lại, nếu ánh sáng yếu, LED sẽ được bật để bổ sung nguồn sáng cho khu vực trồng nấm.

- ESP32 nhận dữ liệu từ PIC qua UART, sau đó gửi dữ liệu lên nền tảng Firebase hoặc ThingSpeak cho phép người dùng theo dõi trực tuyến các thông số môi trường từ xa qua trình duyệt web.
- Hệ thống vận hành hoàn toàn tự động, không cần sự can thiệp thủ công trong điều kiện hoạt động bình thường, từ đó tối ưu thời gian và công sức của người trồng nấm.

5.3 Ưu điểm và hạn chế của dự án

Ưu điểm:

- Chi phí thấp, linh kiện phổ biến: Các thành phần như PIC16F877A, ESP32, DHT11, L293D và LM393 đều dễ tìm, giá rẻ và có cộng đồng hỗ trợ phát triển mạnh.
- Tính mở rộng cao: Việc sử dụng PIC kết hợp với ESP32 và các cổng giao tiếp linh hoạt (UART, ADC, PWM) giúp hệ thống dễ dàng nâng cấp thêm cảm biến hoặc thiết bị điều khiển khác trong tương lai.
- Giám sát từ xa hiệu quả: ESP32 giúp hệ thống dễ dàng kết nối Wi-Fi và cập nhật dữ liệu môi trường lên đám mây, nâng cao khả năng quản lý và theo dõi từ xa qua điện thoại hoặc máy tính.
- Hoạt động tiết kiệm năng lượng: Việc sử dụng nguồn 5V qua bộ hạ áp LM2596 giúp hệ thống ổn định và tiết kiệm điện, phù hợp với các mô hình nhỏ lẻ hoặc hộ gia đình.
- Tự động hóa cao: Tất cả quá trình theo dõi và điều khiển được thực hiện tự động, giúp tối ưu hiệu suất trồng trọt, đảm bảo điều kiện lý tưởng cho sự phát triển của nấm quanh năm.

Hạn chế:

- Tuy nhiên, hệ thống cũng còn tồn tại một số hạn chế cần được khắc phục để nâng cao hiệu quả:

- Độ chính xác cảm biến chưa cao: Cảm biến DHT11 có sai số tương đối lớn và thời gian phản hồi chậm, dễ gây sai lệch nếu điều kiện môi trường thay đổi nhanh.
- Cảm biến ánh sáng dạng digital: LM393 chỉ cung cấp tín hiệu mức cao/thấp, không đo được giá trị ánh sáng theo mức độ, gây khó khăn khi muốn điều khiển ánh sáng theo giá trị cụ thể.
- Chưa có giao diện điều khiển nâng cao: Hệ thống mới chỉ hiển thị thông số trên nền tảng web cơ bản, chưa có ứng dụng điều khiển chuyên sâu hoặc cảnh báo qua tin nhắn/email.
- Phụ thuộc vào Wi-Fi: Khi mất kết nối internet, hệ thống vẫn hoạt động cục bộ nhưng dữ liệu sẽ không được cập nhật lên web, ảnh hưởng đến việc giám sát thời gian thực.
- Thiếu chức năng an toàn: Hiện tại, hệ thống chưa có cơ chế phát hiện lỗi phần cứng hay cảnh báo khi cảm biến ngưng hoạt động, dễ gây sai sót nếu người dùng không thường xuyên kiểm tra.

5.4 Hướng phát triển trong tương lai

Để nâng cấp và hoàn thiện hệ thống hơn nữa, một số định hướng phát triển trong tương lai bao gồm:

- Nâng cấp cảm biến: Thay thế DHT11 bằng DHT22 hoặc SHT20 để tăng độ chính xác, độ bền và dải đo rộng hơn. Đồng thời sử dụng cảm biến ánh sáng analog như LDR kết hợp với bộ chia áp để có được giá trị ánh sáng liên tục.
- Mở rộng cảm biến môi trường: Tích hợp thêm các cảm biến như CO₂, độ ẩm đất, cảm biến pH, giúp giám sát sâu hơn về môi trường trồng nấm.
- Xây dựng giao diện điều khiển thông minh: Phát triển ứng dụng điện thoại (Android/iOS) hoặc giao diện web có khả năng cấu hình ngưỡng điều khiển, nhận cảnh báo, và điều khiển thủ công.
- Tích hợp trí tuệ nhân tạo: Ứng dụng AI học máy để phân tích dữ liệu theo thời gian thực và đề xuất tự động điều chỉnh môi trường phù hợp cho từng loại nấm.

- Bổ sung tính năng an toàn: Thêm chức năng tự động kiểm tra phần cứng, cảnh báo qua email/SMS khi hệ thống gặp sự cố.
- Hỗ trợ nguồn dự phòng: Tích hợp pin lithium hoặc UPS mini, đảm bảo hệ thống hoạt động liên tục khi mất điện đột ngột.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Thị Trang. (2025, tháng 3 10). ESP32 – Vi điều khiển đa năng cho dự án IoT. Chợ Trời HN. <https://chotroi.vn/esp32-vi-dieu-khien-da-nang-cho-du-an-iot>
2. Arduino.vn. (2013, tháng 1 10). Làm dự án xe với module điều khiển động cơ L293D. <https://arduino.vn/bai-viet/429-lam-du-xe-voi-module-dieu-khien-dong-co-l293d>
3. Quan Mai. (2025, tháng 4 20). Lập trình IoT – Vi điều khiển PIC16F877A/PIC16F887 [Khóa học trực tuyến]. Udemy. <https://www.udemy.com/course/lap-trinh-nhung-pic16f877a-pic16f887>
4. FUVITECH. (2021, tháng 8 23). Xây dựng trạm thời tiết ứng dụng IoT với ESP32. FUVITECH Blog. <https://fuvitech.vn/2021/08/23/xay-dung-tram-thoi-tiet-ung-dung-iot-voi-esp32>
5. Pattshibang. (2025, tháng 2). Servo Motor Control with L293D Motor Driver Shield. Hackster.io. <https://www.hackster.io/pattshibang/servo-motor-control-with-l293d-motor-driver-shield-4eaafb>
6. VnExpress. (2023). Ứng dụng IoT giảm nhiễm khuẩn khi trồng nấm mốc đen. VnExpress. Truy xuất từ <https://vnexpress.net/ung-dung-iot-giam-nhiem-khuan-khi-trong-nam-moi-den-4683587>
7. Microchip Technology Inc. (2001). PIC16F877A Datasheet. Retrieved from <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582b.pdf>
8. Hussain, M., Javaid, N., & Nasir, A. (2019). IoT-based environment monitoring system for mushroom cultivation. In Proceedings of the International Conference on Smart Electronics and Communication (pp. 65–70). Springer

PHỤ LỤC

Các chương trình điều khiển, chương trình thiết kế web, file thiết kế phần cứng của hệ thống được đặt trong đường dẫn sau:

<https://github.com/BinhKien/SMART-MUSHROOM-PROJECT>

Link truy cập vào giao diện người dùng của hệ thống:

<http://127.0.0.1:5500/dashboard/giaodien.html>

Link video chạy demo hệ thống:

<https://youtu.be/pcl6sfKhQQs?si=KjfYiF2nglYFyfDk>

Link github cá nhân : <https://github.com/BinhKien>

Link dẫn đến slide powerpoint báo cáo của nhóm:

https://www.canva.com/design/DAGqzeEarDQ/CGRBmk9utgzq38rUb5s8wA/edit?utm_content=DAGqzeEarDQ&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton