

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

SỐ PHÁCH:.....

ĐỀ TÀI TIỂU LUẬN

HỆ THỐNG GIÁM SÁT VƯỜN RAU THỦY CANH BẰNG ESP32

PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG IoT - NHÓM 5

2024-2025.2.TIN4024.005

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN: VÕ VIỆT DŨNG

HUẾ, THÁNG 04 NĂM 2025

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

CHƯƠNG 1: MỞ ĐẦU

1.1. Giới thiệu về đề tài

Trong bối cảnh hiện nay, khi diện tích đất canh tác ngày càng bị thu hẹp do quá trình đô thị hóa nhanh chóng và biến đổi khí hậu, nông nghiệp thủy canh nổi lên như một giải pháp hiệu quả và bền vững. Thủy canh là phương pháp trồng cây không sử dụng đất mà dựa vào dung dịch dinh dưỡng để nuôi cây. Phương pháp này giúp tiết kiệm diện tích, nước tưới và loại bỏ sự phụ thuộc vào điều kiện đất đai tự nhiên.

Bên cạnh đó, nhu cầu về thực phẩm sạch, an toàn cho sức khỏe người tiêu dùng ngày càng tăng. Hệ thống thủy canh có khả năng kiểm soát chặt chẽ nguồn nước, dinh dưỡng và điều kiện môi trường, từ đó giảm thiểu tối đa việc sử dụng thuốc trừ sâu và hóa chất độc hại. Nhờ đó, nông sản thủy canh đáp ứng được tiêu chuẩn vệ sinh an toàn thực phẩm, phù hợp với xu hướng tiêu dùng hiện đại, nhất là ở các đô thị lớn.

Không những thế, thủy canh còn cho phép sản xuất quanh năm, rút ngắn chu kỳ sinh trưởng và tăng năng suất so với phương pháp canh tác truyền thống. Điều này góp phần quan trọng vào việc đảm bảo an ninh lương thực trong tương lai.

Internet vạn vật (IoT) đang trở thành một phần không thể thiếu trong quá trình hiện đại hóa nông nghiệp. Với các thiết bị cảm biến, bộ điều khiển và hệ thống kết nối thông minh, IoT cho phép giám sát và điều khiển tự động nhiều khía cạnh trong sản xuất nông nghiệp như độ ẩm đất, nhiệt độ không khí, ánh sáng, nồng độ dinh dưỡng hay lượng nước tưới.

Nhờ đó, nông dân có thể theo dõi tình trạng cây trồng theo thời gian thực và đưa ra các quyết định kịp thời, chính xác, thay vì dựa vào kinh nghiệm truyền thống. Việc tự động hóa quy trình tưới tiêu, bón phân và chăm sóc cây trồng giúp tiết kiệm nhân công, tài nguyên và chi phí sản xuất, đồng thời nâng cao năng suất và chất lượng nông sản.

Trong mô hình nông nghiệp thủy canh, IoT đóng vai trò then chốt trong việc kiểm soát chính xác các yếu tố môi trường như pH, EC (độ dẫn điện), nhiệt độ nước và không khí. Từ đó, hệ thống có thể điều chỉnh kịp thời để duy trì điều kiện lý tưởng cho cây phát triển, giảm thiểu rủi ro và nâng cao hiệu quả kinh tế.

Tóm lại, sự kết hợp giữa thủy canh và IoT không chỉ mang đến giải pháp tối ưu cho tình trạng thiếu đất và nhu cầu thực phẩm sạch, mà còn mở ra hướng phát triển nông nghiệp công nghệ cao bền vững, thông minh và thân thiện với môi trường.

1.2. Mục tiêu của hệ thống

Mục tiêu chính của dự án là xây dựng một hệ thống giám sát và điều chỉnh tự động các yếu tố môi trường quan trọng trong mô hình trồng rau thủy canh, bao gồm:

- Độ pH của dung dịch dinh dưỡng
- Nhiệt độ nước
- Cường độ ánh sáng

Hệ thống được thiết kế để hoạt động một cách hoàn toàn tự động, đảm bảo điều kiện tối ưu cho sự phát triển của cây trồng trong mọi thời điểm.

Để hiện thực hóa mục tiêu này, hệ thống sử dụng ESP32 làm bộ điều khiển trung tâm, có nhiệm vụ:

- Thu thập dữ liệu từ các cảm biến (pH, nhiệt độ, ánh sáng)
- Xử lý thông tin để xác định sự thay đổi của môi trường
- Gửi lệnh điều khiển các thiết bị như bơm, quạt, đèn LED để điều chỉnh điều kiện trồng

Ngoài ra, dữ liệu sẽ được gửi lên nền tảng IoT (như Blynk hoặc ThingSpeak) để người dùng có thể giám sát và điều khiển từ xa qua điện thoại thông minh, góp phần nâng cao tính hiện đại và tiện lợi của hệ thống.

1.3. Phạm vi nghiên cứu

Trong khuôn khổ dự án này, phạm vi nghiên cứu được giới hạn ở các nội dung sau:

- Thiết kế phần cứng: Tập trung xây dựng sơ đồ hệ thống và lắp ráp các linh kiện điện tử, bao gồm ESP32, cảm biến pH, cảm biến nhiệt độ nước (DS18B20), cảm biến ánh sáng (LDR hoặc BH1750), relay và các thiết bị điều khiển như bơm, đèn LED, quạt.
- Lập trình phần mềm: Phát triển chương trình điều khiển sử dụng Arduino IDE hoặc Wokwi mô phỏng, bao gồm thu thập dữ liệu từ cảm biến, xử lý logic điều kiện, và điều khiển thiết bị tương ứng.
- Tích hợp cảm biến với ESP32: Kết nối và hiệu chuẩn các cảm biến để đảm bảo dữ liệu thu thập chính xác, đồng thời đảm bảo giao tiếp ổn định giữa các linh kiện và vi điều khiển.

Phạm vi nghiên cứu không bao gồm việc xây dựng hệ thống trồng thực tế quy mô lớn, thiết kế cơ khí cho mô hình thủy canh, hay các yếu tố liên quan đến sinh học cây trồng. Dự án tập trung vào tự động hóa giám sát và điều khiển môi trường thủy canh bằng công nghệ vi điều khiển và IoT.

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1 Tổng quan về thủy canh

2.1.1 Khái niệm:

Nông nghiệp thủy canh (Hydroponics) là phương pháp trồng cây không sử dụng đất mà thay vào đó, cây được nuôi dưỡng bằng dung dịch chứa đầy đủ các chất dinh dưỡng cần thiết. Rễ cây được ngâm trực tiếp trong dung dịch hoặc trong các giá thể trung tính như xơ dừa, đá perlite, vermiculite... để giữ ẩm và nâng đỡ cây.



Hình 1: Trồng rau thủy canh quy mô công nghiệp.

Phương pháp này cho phép kiểm soát hoàn toàn điều kiện sinh trưởng của cây trồng như dinh dưỡng, độ ẩm, pH, ánh sáng và nhiệt độ, từ đó mang lại hiệu quả cao và phù hợp với xu hướng nông nghiệp hiện đại.

Ưu điểm nổi bật của nông nghiệp thủy canh:

- Tiết kiệm nước:
 - So với phương pháp canh tác truyền thống, thủy canh tiết kiệm đến 90% lượng nước. Nước trong hệ thống được tuần hoàn liên tục và chỉ

mất đi do bốc hơi hoặc do cây hấp thụ, giúp giảm thiểu lãng phí tài nguyên nước – một vấn đề ngày càng cấp thiết hiện nay.

- Không cần đất:
 - Với thủy canh, cây không cần đất để phát triển. Điều này giúp loại bỏ các yếu tố bất lợi từ đất như sâu bệnh, cỏ dại hay đất bị nhiễm phèn, nhiễm mặn. Thủy canh phù hợp với các khu vực đô thị, vùng đất xấu hoặc diện tích hạn chế, thậm chí có thể áp dụng trên sân thượng, ban công hoặc nhà kính.
- Kiểm soát môi trường tốt hơn:
 - Hệ thống thủy canh cho phép người trồng kiểm soát chính xác các yếu tố môi trường: lượng dinh dưỡng, pH, ánh sáng, độ ẩm, nhiệt độ... giúp cây sinh trưởng tối ưu, ít bị sâu bệnh và không phụ thuộc vào thời tiết bên ngoài.
 - Nhờ môi trường được kiểm soát chặt chẽ, cây trồng phát triển nhanh hơn, năng suất cao hơn và đảm bảo chất lượng đồng đều, an toàn vệ sinh thực phẩm.

2.1.2 Các thông số quan trọng trong nông nghiệp thủy canh

Để đảm bảo cây trồng phát triển khỏe mạnh và đạt năng suất cao trong hệ thống thủy canh, việc duy trì và kiểm soát các thông số kỹ thuật là yếu tố then chốt. Dưới đây là ba thông số quan trọng cần theo dõi thường xuyên:

- Độ pH của dung dịch dinh dưỡng (5.5 – 6.5):
pH là chỉ số đo độ axit hoặc kiềm của dung dịch. Trong thủy canh, pH ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng hấp thụ chất dinh dưỡng của cây.
 - Mức pH lý tưởng thường dao động từ 5.5 đến 6.5, tùy theo loại cây trồng.
 - Nếu pH quá thấp (quá axit) hoặc quá cao (kiềm), cây sẽ không hấp thụ được đầy đủ dinh dưỡng, dẫn đến sinh trưởng kém hoặc mắc bệnh sinh lý.
- Nhiệt độ nước (20 – 25°C):
Nhiệt độ của dung dịch dinh dưỡng cũng ảnh hưởng lớn đến sự phát triển của cây:

- Khoảng nhiệt độ tối ưu là từ 20 đến 25°C.
- Nhiệt độ quá thấp có thể làm chậm quá trình trao đổi chất, trong khi nhiệt độ quá cao sẽ làm giảm lượng oxy hòa tan trong nước, khiến rễ cây bị "ngộp thở" và dễ nhiễm bệnh.
- Cường độ ánh sáng:
Ánh sáng là nguồn năng lượng chính cho quá trình quang hợp – yếu tố quyết định tốc độ sinh trưởng và chất lượng rau:
 - Cường độ ánh sáng cần thiết tùy thuộc vào từng loại rau.
 - Ví dụ: Rau ăn lá như rau xà lách, rau cải thường cần ánh sáng trung bình đến mạnh (~10.000 – 20.000 lux).
 - Một số loại rau gia vị hoặc rau ưa bóng có thể phát triển tốt ở mức ánh sáng thấp hơn.
 - Trong các hệ thống trồng trong nhà, ánh sáng nhân tạo (LED grow light) thường được sử dụng để thay thế hoặc bổ sung ánh sáng tự nhiên.

Việc theo dõi và điều chỉnh các thông số này một cách chính xác và liên tục sẽ giúp hệ thống thủy canh vận hành ổn định, cây trồng phát triển đồng đều, hạn chế sâu bệnh và nâng cao hiệu quả sản xuất.

2.2 Giới thiệu về IoT và ESP32

Công nghệ Internet vạn vật (IoT – Internet of Things) đang ngày càng đóng vai trò quan trọng trong việc hiện đại hóa nông nghiệp. Bằng cách tích hợp các cảm biến, bộ điều khiển và kết nối mạng, IoT cho phép:

- Giám sát thời gian thực:
Các cảm biến IoT có thể liên tục đo lường và truyền dữ liệu môi trường như độ ẩm, nhiệt độ, ánh sáng, pH, EC... lên hệ thống điều khiển trung tâm hoặc nền tảng đám mây. Điều này giúp người trồng theo dõi tình trạng cây trồng mọi lúc, mọi nơi, giảm thiểu rủi ro và xử lý kịp thời các sự cố.
- Điều khiển từ xa:
Nhờ kết nối internet, người dùng có thể điều khiển các thiết bị như bơm nước, hệ thống chiếu sáng, quạt thông gió, van điện... thông qua ứng dụng

trên điện thoại hoặc máy tính. Việc này giúp tự động hóa quy trình chăm sóc cây trồng, tiết kiệm thời gian, công sức và nâng cao hiệu quả sản xuất.



Hình 2: IoT – Internet of Things

IoT không chỉ mang đến sự tiện lợi mà còn giúp tối ưu tài nguyên, nâng cao năng suất và hướng đến nền nông nghiệp thông minh, bền vững hơn.

Trong các giải pháp nông nghiệp IoT, **ESP32** là một trong những vi điều khiển được sử dụng phổ biến nhất nhờ vào những đặc điểm nổi bật sau:

- **Tích hợp Wi-Fi và Bluetooth:**

ESP32 hỗ trợ kết nối không dây mạnh mẽ, cho phép giao tiếp với mạng internet và các thiết bị khác mà không cần phần cứng bổ sung.

- **Nhiều chân GPIO:**

Với hơn 30 chân I/O, ESP32 có thể kết nối được với nhiều cảm biến, relay, mô-đun điều khiển... giúp mở rộng khả năng điều khiển linh hoạt trong hệ thống.

- **Khả năng xử lý mạnh mẽ:**

Được trang bị CPU lõi kép (dual-core) 32-bit và tốc độ lên đến 240 MHz, ESP32 có thể xử lý nhiều tác vụ cùng lúc, phù hợp cho các ứng dụng cần

xử lý dữ liệu nhanh và ổn định.

- **Tiết kiệm năng lượng:**
ESP32 hỗ trợ nhiều chế độ tiết kiệm điện, rất phù hợp với các hệ thống sử dụng pin hoặc năng lượng mặt trời.



Hình 3: ESP32

Nhờ vào sự kết hợp giữa hiệu năng cao, kết nối không dây và chi phí hợp lý, ESP32 đang trở thành "trái tim" của nhiều hệ thống giám sát và điều khiển tự động trong nông nghiệp hiện đại.

2.3 Cảm biến được sử dụng

Trong nông nghiệp thủy canh hiện đại, việc sử dụng cảm biến giúp giám sát chính xác các thông số môi trường, từ đó điều chỉnh hệ thống tự động hóa để cây trồng luôn được duy trì trong điều kiện lý tưởng. Dưới đây là ba loại cảm biến quan trọng thường được sử dụng:

2.3.1 Cảm biến pH – Đo độ axit/kiềm của dung dịch dinh dưỡng:

Cảm biến pH dùng để đo độ axit hoặc độ kiềm của dung dịch thủy canh – một yếu tố then chốt ảnh hưởng đến khả năng hấp thụ chất dinh dưỡng của cây trồng.

- Khoảng pH lý tưởng thường từ **5.5 đến 6.5** tùy theo loại cây.
- Việc đo pH liên tục giúp hệ thống có thể tự động điều chỉnh dung dịch để tránh tình trạng mất cân bằng dinh dưỡng.
- Cảm biến pH thường cần được hiệu chuẩn định kỳ để đảm bảo độ chính xác.



Hình 4: Cảm biến pH

2.3.2 Cảm biến nhiệt độ nước – Theo dõi nhiệt độ dung dịch:

Nhiệt độ của dung dịch dinh dưỡng ảnh hưởng lớn đến quá trình hấp thụ chất dinh dưỡng và lượng oxy hòa tan trong nước.

- DS18B20 là loại cảm biến nhiệt độ kỹ thuật số phổ biến, có độ chính xác cao, dễ lập trình và chịu được môi trường ẩm ướt.
- Khoảng nhiệt độ lý tưởng của dung dịch là 20–25°C.
- Khi nhiệt độ vượt ngưỡng, hệ thống có thể tự động kích hoạt quạt, làm mát hoặc cảnh báo người dùng.

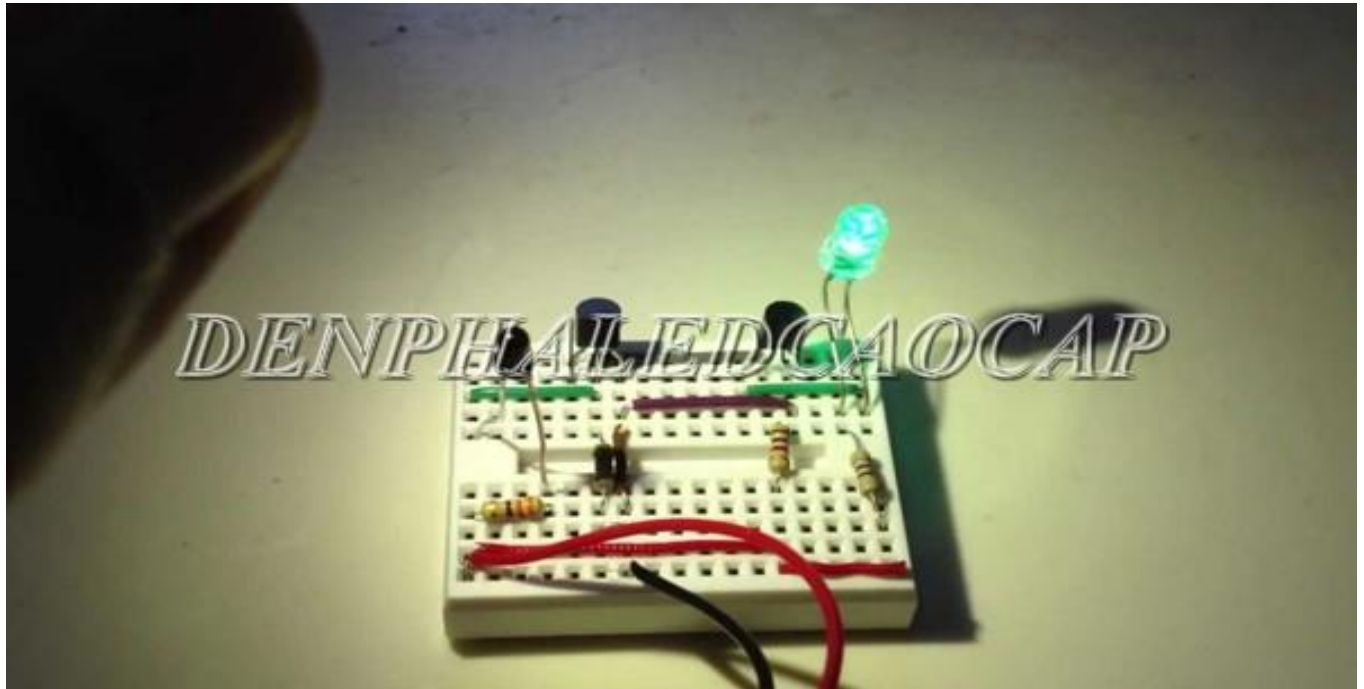


Hình 5: Cảm biến nhiệt độ nước

2.3.3 Cảm biến ánh sáng – Đo cường độ ánh sáng để điều chỉnh đèn:

Ánh sáng là yếu tố quan trọng cho quá trình quang hợp. Việc đo cường độ ánh sáng giúp đảm bảo cây nhận đủ ánh sáng trong ngày, đặc biệt trong hệ thống trồng trong nhà.

- LDR (Light Dependent Resistor): loại cảm biến đơn giản, giá rẻ, phù hợp cho các ứng dụng cơ bản.



Hình 6: Cảm biến ánh sáng-LRD

- BH1750: cảm biến ánh sáng kỹ thuật số với độ nhạy cao, có thể đo cường độ ánh sáng theo đơn vị lux, phù hợp với các hệ thống cần đo lường chính xác.



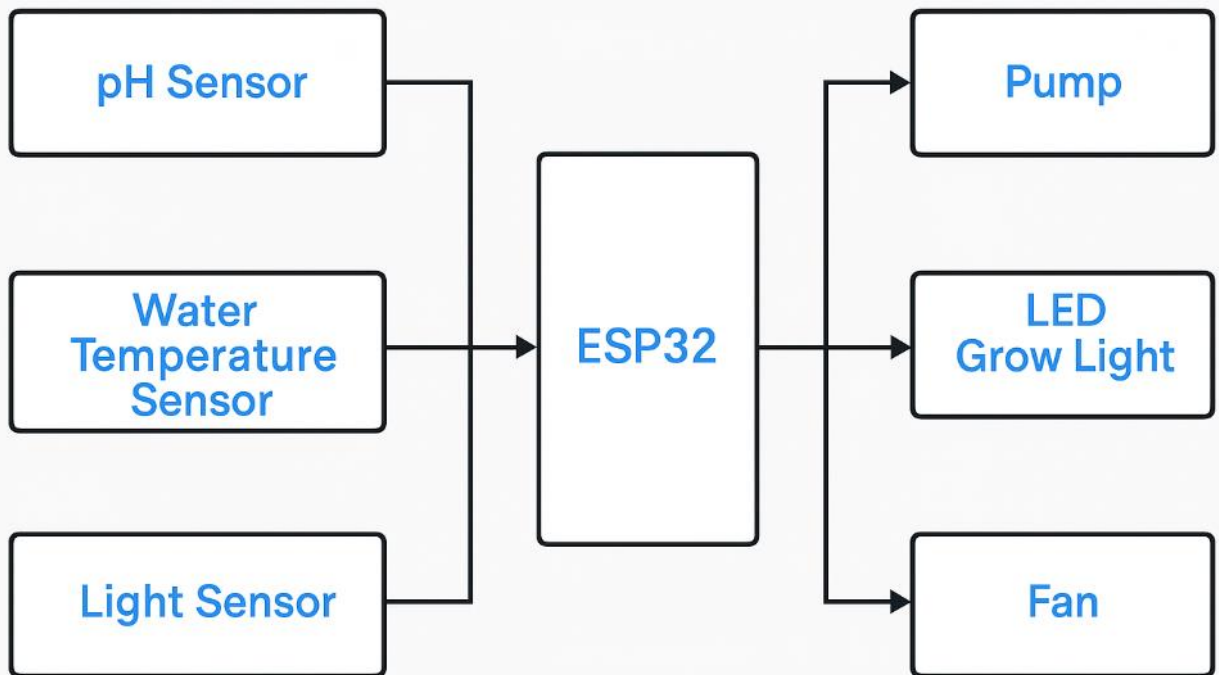
Hình 6: Cảm biến ánh sáng-BH1750

- Khi ánh sáng yếu, hệ thống có thể tự động bật đèn LED grow light để đảm bảo cây vẫn phát triển bình thường.

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ HỆ THỐNG

3.1. Kiến trúc tổng thể

Sơ đồ khối của hệ thống:



Hệ thống bao gồm các thành phần chính được kết nối với nhau như sau:

- Bộ điều khiển trung tâm: ESP32
- Các cảm biến:
 - Cảm biến pH (đo độ axit/kiềm của dung dịch)
 - Cảm biến nhiệt độ nước DS18B20
 - Cảm biến ánh sáng LDR hoặc BH1750
- Thiết bị điều khiển:

- Relay để bật/tắt bơm nước, bơm dung dịch điều chỉnh pH
- Đèn LED grow light
- Quạt làm mát

3.2. Quy trình hoạt động

- Thu thập dữ liệu:
ESP32 liên tục đọc giá trị từ các cảm biến (pH, nhiệt độ, ánh sáng).
- Xử lý dữ liệu:
ESP32 so sánh các giá trị đo được với ngưỡng tối ưu đã thiết lập.
- Điều khiển thiết bị:
Dựa trên dữ liệu phân tích, ESP32 kích hoạt các thiết bị như:
 - Nếu pH thấp → bơm dung dịch kiềm.
 - Nếu nhiệt độ quá cao → bật quạt làm mát.
 - Nếu ánh sáng yếu → bật đèn LED.
- Giao tiếp IoT:
ESP32 sử dụng Wi-Fi để cập nhật dữ liệu theo thời gian thực lên nền tảng như :
 - Gửi dữ liệu thời gian thực lên ứng dụng Blynk hoặc ThingSpeak.
 - Có thể điều khiển thiết bị từ xa thông qua smartphone.

3.3. Phần cứng

Bộ xử lý trung tâm:

- ESP32: Vi điều khiển tích hợp Wi-Fi, Bluetooth, có nhiều chân I/O, xử lý mạnh mẽ.

Danh sách linh kiện:

- ESP32.
- Cảm biến pH - Đo độ axit/kiềm trong dung dịch dinh dưỡng.

- Cảm biến nhiệt độ DS18B20 - Đo nhiệt độ nước chính xác, giao tiếp 1-Wire.
- Cảm biến ánh sáng LDR (hoặc BH1750) - Đo cường độ ánh sáng.
- Relay module - Điều khiển bơm, đèn LED, quạt.
- Đèn LED grow light - Hỗ trợ ánh sáng cho cây quang hợp
- Nguồn DC 5V/12V - Cung cấp năng lượng cho hệ thống.
- Bơm mini / quạt - Thay đổi pH, làm mát

3.4. Phần mềm

Ngôn ngữ lập trình:

- Arduino IDE (phổ biến, dễ học)
- Hoặc MicroPython (nếu muốn lập trình Python trên ESP32)

Thuật toán xử lý cơ bản:

Loop:

```

Đọc pH, nhiệt độ, ánh sáng
Nếu pH < 5.5 → bật bơm kiềm
Nếu pH > 6.5 → bật bơm axit
Nếu nhiệt độ > 25°C → bật quạt
Nếu ánh sáng < ngưỡng → bật đèn LED
Gửi dữ liệu lên ThingSpeak/Blynk

```

Giao tiếp dữ liệu:

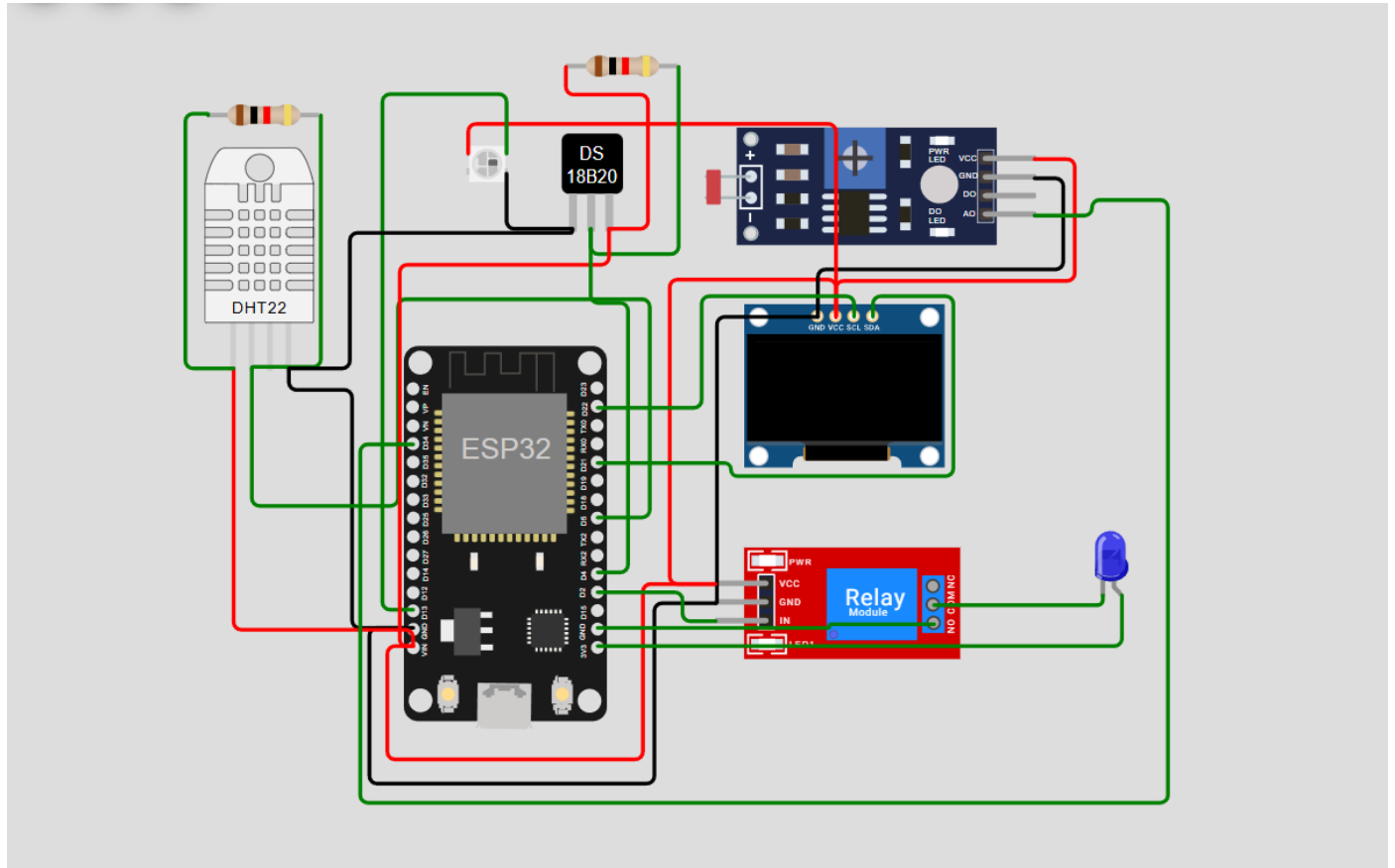
- Sử dụng kết nối Wi-Fi của ESP32 để gửi dữ liệu lên nền tảng cloud:
 - Blynk: giao diện thân thiện, dễ tạo dashboard trên điện thoại
 - ThingSpeak: tốt cho lưu trữ dữ liệu và biểu đồ thời gian thực

3.5. Tính năng tự động

- Tự động điều chỉnh pH:
Dựa trên cảm biến, hệ thống kích hoạt bơm axit hoặc kiềm để đưa dung dịch về mức pH tối ưu.
- Tự động làm mát:
Khi nhiệt độ dung dịch vượt quá mức cho phép, hệ thống bật quạt hoặc bơm tuần hoàn để hạ nhiệt.
- Tự động chiếu sáng:
Cảm biến ánh sáng đo cường độ môi trường. Nếu ánh sáng yếu (trong nhà, ngày nhiều mây), hệ thống tự động bật đèn LED bổ sung.
- Giám sát từ xa
Xem giá trị thời gian thực từ điện thoại (qua Wi-Fi)

CHƯƠNG 4: KẾT QUẢ DỰ KIẾN

4.1. Mô phỏng mẫu thực tế



4.2. Lập trình

```
// Thư viện cần thiết
#include <WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

// Thông tin Wi-Fi và Blynk
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "YOUR_TEMPLATE_ID" // Thay
// bằng Template ID từ Blynk
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Hydroponics"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "YOUR_AUTH_TOKEN" // Thay
// bằng Auth Token từ Blynk
const char* ssid = "YOUR_WIFI_SSID"; // Thay bằng SSID
// Wi-Fi
const char* password = "YOUR_WIFI_PASSWORD"; // Thay
```

bằng mật khẩu Wi-Fi

```
// Định nghĩa chân kết nối
#define PH_SENSOR_PIN 34 // Chân analog cho cảm biến
    pH
#define ONE_WIRE_BUS 4    // Chân cho DS18B20
#define LDR_PIN 35        // Chân analog cho LDR
#define ACID_PUMP 25       // Relay điều khiển bơm dung
    dịch axit
#define BASE_PUMP 26       // Relay điều khiển bơm dung
    dịch kiềm
#define LED_LIGHT 27       // Relay điều khiển đèn LED
#define FAN 14             // Relay điều khiển quạt

// Khởi tạo cảm biến DS18B20
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

// Biến lưu trữ dữ liệu
float pHValue = 0.0;
float temperature = 0.0;
int lightIntensity = 0;

// Ngưỡng môi trường
const float PH_MIN = 5.5;
const float PH_MAX = 6.5;
const float TEMP_MIN = 20.0;
const float TEMP_MAX = 25.0;
const int LIGHT_THRESHOLD = 500; // Ngưỡng ánh sáng
    (tùy chỉnh)

// Hàm đọc giá trị pH
float readPH() {
    int sensorValue = analogRead(PH_SENSOR_PIN); // Đọc
        giá trị analog (0-4095)
    // Chuyển đổi giá trị analog thành pH (cần hiệu
        chỉnh thực tế)
    float voltage = sensorValue * (3.3 / 4095.0); // Giả
        sử ESP32 dùng 3.3V
```

```

// Công thức pH (phụ thuộc cảm biến, cần hiệu chỉnh)
float pH = 7.0 - ((voltage - 2.5) / 0.18); // Ví dụ,
    cần hiệu chỉnh thực tế
if (pH < 0) pH = 0;
if (pH > 14) pH = 14;
return pH;
}

// Hàm đọc cường độ ánh sáng
int readLight() {
    int ldrValue = analogRead(LDR_PIN); // Đọc giá trị
        analog (0-4095)
    return ldrValue; // Càng sáng, giá trị càng thấp
        (tùy LDR)
}

// Hàm điều khiển thiết bị
void controlEnvironment() {
    // Điều chỉnh pH
    if (pHValue < PH_MIN) {
        digitalWrite(ACID_PUMP, LOW); // Tắt bơm axit
        digitalWrite(BASE_PUMP, HIGH); // Bật bơm kiềm
        Serial.println("Bật bơm kiềm để tăng pH");
    } else if (pHValue > PH_MAX) {
        digitalWrite(ACID_PUMP, HIGH); // Bật bơm axit
        digitalWrite(BASE_PUMP, LOW); // Tắt bơm kiềm
        Serial.println("Bật bơm axit để giảm pH");
    } else {
        digitalWrite(ACID_PUMP, LOW); // Tắt cả hai bơm
        digitalWrite(BASE_PUMP, LOW);
        Serial.println("pH ổn định");
    }
}

// Điều chỉnh nhiệt độ
if (temperature > TEMP_MAX) {
    digitalWrite(FAN, HIGH); // Bật quạt làm mát
    Serial.println("Bật quạt để giảm nhiệt độ");
} else {
    digitalWrite(FAN, LOW); // Tắt quạt

```

```

    Serial.println("Nhiệt độ ổn định");
}

// Điều chỉnh ánh sáng
if (lightIntensity < LIGHT_THRESHOLD) {
    digitalWrite(LED_LIGHT, HIGH); // Bật đèn LED
    Serial.println("Bật đèn LED do thiếu sáng");
} else {
    digitalWrite(LED_LIGHT, LOW); // Tắt đèn LED
    Serial.println("Ánh sáng đủ, tắt đèn LED");
}
}

void setup() {
    // Khởi tạo Serial
    Serial.begin(115200);

    // Khởi tạo Blynk
    Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, password);

    // Khởi tạo cảm biến DS18B20
    sensors.begin();

    // Cấu hình các chân
    pinMode(PH_SENSOR_PIN, INPUT);
    pinMode(LDR_PIN, INPUT);
    pinMode(ACID_PUMP, OUTPUT);
    pinMode(BASE_PUMP, OUTPUT);
    pinMode(LED_LIGHT, OUTPUT);
    pinMode(FAN, OUTPUT);

    // Tắt tất cả thiết bị khi khởi động
    digitalWrite(ACID_PUMP, LOW);
    digitalWrite(BASE_PUMP, LOW);
    digitalWrite(LED_LIGHT, LOW);
    digitalWrite(FAN, LOW);

    Serial.println("Hệ thống giám sát thủy canh đã khởi
    động!");
}

```

```

}

void loop() {
  Blynk.run(); // Chạy Blynk

  // Đọc dữ liệu cảm biến
  pHValue = readPH();
  sensors.requestTemperatures();
  temperature = sensors.getTempCByIndex(0); // Đọc
    nhiệt độ (°C)
  lightIntensity = readLight();

  // Hiển thị dữ liệu lên Serial
  Serial.print("pH: ");
  Serial.println(pHValue);
  Serial.print("Nhiệt độ: ");
  Serial.print(temperature);
  Serial.println(" °C");
  Serial.print("Ánh sáng: ");
  Serial.println(lightIntensity);

  // Gửi dữ liệu lên Blynk
  Blynk.virtualWrite(V0, pHValue); // Gửi pH
    lên Virtual Pin V0
  Blynk.virtualWrite(V1, temperature); // Gửi nhiệt
    độ lên V1
  Blynk.virtualWrite(V2, lightIntensity); // Gửi ánh
    sáng lên V2

  // Điều khiển môi trường
  controlEnvironment();

  // Đợi 2 giây trước khi đọc lại
  delay(2000);
}

```


CHƯƠNG 5: THẢO LUẬN

5.1. Ưu điểm của hệ thống:

- Tự động hóa cao: Hệ thống có khả năng giám sát và điều chỉnh các yếu tố môi trường (pH, nhiệt độ, ánh sáng) hoàn toàn tự động, giúp giảm thiểu công sức và thời gian chăm sóc cây trồng cho người dùng.
- Khả năng mở rộng linh hoạt: Nhờ vào số lượng lớn chân GPIO và khả năng xử lý mạnh của ESP32, người dùng dễ dàng mở rộng hệ thống với các cảm biến và thiết bị điều khiển khác như cảm biến EC (độ dẫn điện), cảm biến độ ẩm không khí, cảm biến CO₂,...
- Chi phí thấp: Hệ thống được xây dựng dựa trên ESP32 và các linh kiện phổ biến, giá rẻ, giúp giảm chi phí so với các giải pháp thương mại mà vẫn đảm bảo hiệu quả hoạt động.

5.2. Hạn chế:

- Độ bền cảm biến pH: Cảm biến pH có tuổi thọ không cao khi hoạt động lâu dài trong môi trường nước, cần được bảo trì và hiệu chuẩn định kỳ để duy trì độ chính xác.
- Phụ thuộc vào kết nối Wi-Fi: Hệ thống dựa vào kết nối Internet để gửi dữ liệu và giám sát từ xa. Trong trường hợp mất kết nối Wi-Fi, khả năng truy cập từ xa bị gián đoạn, ảnh hưởng đến tính liên tục của việc giám sát.

5.3. Đề xuất cải tiến:

- Tích hợp năng lượng mặt trời: Sử dụng tấm pin năng lượng mặt trời kết hợp với hệ thống lưu trữ điện giúp vận hành hệ thống ổn định và tiết kiệm điện năng, đặc biệt ở các khu vực ngoài trời hoặc vùng sâu vùng xa.
- Thêm cảm biến EC: Việc đo nồng độ dinh dưỡng (EC) sẽ giúp đánh giá chính xác lượng muối khoáng trong dung dịch, từ đó điều chỉnh để cây phát triển tối ưu hơn.
- Phát triển ứng dụng di động tùy chỉnh: Thay vì sử dụng nền tảng có sẵn như Blynk hay ThingSpeak, việc xây dựng ứng dụng mobile riêng (bằng Flutter hoặc React Native) sẽ giúp giao diện thân thiện hơn, phù hợp với nhu cầu thực tế và có thể mở rộng tính năng về sau.

CHƯƠNG 6: KẾT LUẬN

Trong khuôn khổ dự án này, nhóm đã xây dựng một hệ thống thủy canh thông minh sử dụng vi điều khiển ESP32, kết hợp với các cảm biến pH, nhiệt độ và ánh sáng để giám sát và tự động điều chỉnh môi trường trồng cây. Hệ thống được lập trình để hoạt động hoàn toàn tự động, đồng thời hỗ trợ giám sát từ xa thông qua nền tảng IoT, góp phần tối ưu hóa các điều kiện sinh trưởng cho cây trồng.

Hệ thống mang lại nhiều ý nghĩa thực tiễn, đặc biệt trong bối cảnh nhu cầu về thực phẩm sạch, an toàn ngày càng cao. Việc ứng dụng công nghệ tự động hóa và kết nối không chỉ giảm thiểu công lao động thủ công, mà còn góp phần thúc đẩy nền nông nghiệp hiện đại, thông minh và bền vững.

Trong tương lai, hệ thống có thể tiếp tục được phát triển theo hướng tích hợp trí tuệ nhân tạo (AI) nhằm phân tích dữ liệu lịch sử, từ đó dự đoán xu hướng môi trường và tối ưu hóa việc chăm sóc cây trồng theo thời gian thực. Điều này sẽ mở ra tiềm năng lớn cho việc cá nhân hóa hệ thống trồng trọt thông minh tại hộ gia đình, trường học hoặc các mô hình nông nghiệp đô thị quy mô nhỏ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

<https://denphaledcaocap.com/tu-van/cam-bien-cuong-do-anh-sang.html#2-cam-bien-cuong-do-anh-sang-bh1750>

<https://khuenguyencreator.com/lap-trinh-esp32-tu-a-toi-z/>

<https://khuenguyencreator.com/tong-quan-ve-so-do-chan-esp32-va-ngoai-vi/>