

Mục lục

1. Giới thiệu.....	3
1.1 Giới thiệu đề tài	3
1.2 Tổng quát về tưới tiêu sử dụng esp32.....	3
1.3 Mục tiêu thiết kế hệ thống	4
2. Thiết kế hệ thống tưới.....	4
2.1 Xác định lần tưới nhu cầu nước/lần tưới và khả năng cung cấp nước:	4
2.2 Phân chia khu tưới	5
3. Tổng quan công nghệ	6
3.1 Giới thiệu về ESP32 lý do lựa chọn.....	6
3.2 Cấu trúc phần cứng.....	7
3.2.1 ESP32	7
3.2.2 DTH22	9
3.2.3 Cảm biến độ ẩm đất	10
3.2.4 Bơm nước.....	10
3.2.5 Replay.....	10
4. Thiết kế phần cứng.....	10
5. Thiết kế phần mềm.....	11
5.1 Giới thiệu telegram.....	12
5.2 Hoạt động.....	12
6. Kết quả thực nghiệm	14
7. Đánh giá và hướng phát triển	14
7.1 Ưu điểm	14
7.2 Nhược điểm	14
7.3 Định hướng phát triển hệ thống.....	15
<u>Tài Liệu Tham Khảo.....</u>	<u>16</u>

Danh mục hình ảnh

Hình 1: Hệ thống phun sương tự động.....	6
Hình 2 Mạch ESP32	9
Hình 3 DHT22	9
Hình 4 : Cảm biến độ ẩm đất	10
Hình 5 : Hình ảnh Replay	10
Hình 6 : Sơ đồ kết nối linh kiện.....	11
Hình 7 : Giới thiệu telegram.....	12
Hình 8 : Sơ đồ hoạt động	13
Hình 9 : Mô tả hoạt động.....	13
Hình 10: Mô phỏng.....	14

1. Giới thiệu

1.1 Giới thiệu đề tài

Ngày nay, khoa học công nghệ phát triển mạnh mẽ, các dòng vi điều khiển như AVR và PIC ngày càng phổ biến và hoàn thiện hơn. Tuy nhiên, sự ra đời của Arduino vào năm 2005 tại Ý đã mở ra một hướng đi mới, giúp việc lập trình và thiết kế với vi điều khiển trở nên đơn giản hơn, đặc biệt là đối với những người mới bắt đầu mà không có nhiều kiến thức chuyên sâu về điện tử và lập trình nhúng.

Arduino cung cấp phần cứng mã nguồn mở với nhiều chức năng tích hợp sẵn, cùng với đó là hệ sinh thái thư viện phong phú được chia sẻ miễn phí. Ngôn ngữ lập trình sử dụng C/C++, dễ tiếp cận và phù hợp cho nhiều ứng dụng nhúng. Trong đề tài này, thay vì sử dụng Arduino IDE, em lựa chọn PlatformIO – một môi trường phát triển mạnh mẽ trên Visual Studio Code. PlatformIO hỗ trợ quản lý thư viện tốt hơn, tích hợp nhiều công cụ debug, biên dịch tối ưu hơn và có thể làm việc với nhiều dòng vi điều khiển khác nhau, không chỉ giới hạn ở Arduino.

Trên cơ sở kiến thức đã học trong môn học : Nhập Môn Lập Trình, Lập Trình Hướng Đối Tượng và số... cùng với những hiểu biết về các thiết bị điện tử, em đã quyết định thực hiện đề tài : Hệ Thống Tưới Cây Thông Minh Sử Dụng ESP32

1.2 Tổng quát về tưới tiêu sử dụng esp32

Khái niệm : Thiết kế hệ thống tưới cây tự động đòi hỏi phải có một số thông tin về các vật tư thiết bị, về bộ vi xử lý, các bộ cảm biến, bộ điều khiển đóng cắt... Vậy nên việc đặt ra bài toán thiết kế là rất cần thiết.

Tổng quan : Để thiết kế hệ thống tưới nước cho cây trồng, cần quan tâm đến các vấn đề sau:

- Hình dạng vùng tưới.
- Diện tích vùng tưới.
- Số cây cần cung cấp nước tưới.
- Nhu cầu nước của loại cây trồng/đơn vị thời gian (lít/ngày).
- Địa hình khu tưới.

Để xác định hình dáng, diện tích vùng tưới, không có cách nào khác hơn là phải đo đạc. Khoảng cách giữa các cây cũng là yếu tố tạo nên chất lượng yêu cầu đề ra. Khoảng cách cũng tạo ra sự chênh lệch lượng nước tới nếu không đều chênh lệch cũng cao tạo sản phẩm kém. Với diện tích to quy hoạch lớn chúng ta nên đo chính xác vừa đủ với lưu lượng nước chúng ta cần tưới phù hợp với công suất bơm. Khi đã có “cái nền” là hình dáng, diện tích ta bắt đầu phát họa sơ đồ bố trí cây trồng.

1.3 Mục tiêu thiết kế hệ thống

Arduino được ứng dụng rộng rãi trong các mô hình hệ thống tự động, đặc biệt trong lĩnh vực nông nghiệp thông minh. Một ví dụ điển hình là hệ thống tưới tiêu tự động, sử dụng cảm biến độ ẩm đất và cảm biến nhiệt độ, độ ẩm không khí để theo dõi điều kiện môi trường. Các cảm biến này kết nối với vi điều khiển **ESP32**, từ đó điều khiển máy bơm nước hoặc van điện từ để tưới cây một cách hợp lý, giúp tiết kiệm nước và tối ưu hóa quá trình chăm sóc cây trồng.

Hệ thống hoạt động hoàn toàn tự động theo các thông số đã được lập trình sẵn. Dữ liệu từ cảm biến sẽ được ESP32 xử lý để quyết định có tưới cây hay không, tùy theo điều kiện thời tiết và độ ẩm đất. Điều này giúp đảm bảo cây trồng luôn được cung cấp nước đầy đủ mà không gây lãng phí.

Với sự hướng dẫn của giáo viên, em đã lựa chọn và phát triển đề tài theo hướng sử dụng kit ESP32, kết hợp với PlatformIO để lập trình và triển khai hệ thống một cách linh hoạt, hiệu quả hơn. PlatformIO không chỉ giúp quản lý dự án tốt hơn mà còn tối ưu hóa quá trình phát triển phần mềm với các công cụ mạnh mẽ, hỗ trợ tốt hơn cho việc lập trình và triển khai trên ESP32.

2. Thiết kế hệ thống tưới

2.1 Xác định lần tưới nhu cầu nước/lần tưới và khả năng cung cấp nước:

Tùy thuộc loại cây trồng, ta xác định lần tưới và nhu cầu nước cho mỗi lần tưới. Số lần tưới phụ thuộc vào đặc tính của loài cây trồng và khả năng giữ ẩm của đất. Ta chỉ cần tính toán gần đúng thông số về lần tưới dùng để tính toán nguồn nước.

Trong sản xuất, sẽ dựa vào thực tế đất đai, thời tiết để điều chỉnh số lần tưới cho phù hợp. Nhu cầu nước/lần tưới là thông số quan trọng để tính toán, thiết kế hệ thống tưới và tính toán nguồn nước. Chuyên ngành thủy lợi có bảng tra nhu cầu nước cho các loại cây trồng/vụ hoặc ngày hoặc có thể tra nghiên cứu trên mạng; tuy nhiên, người trồng cũng có nhiều kinh nghiệm thực tế để xác định nhu cầu nước tưới cho mỗi loại cây trồng. Trong thực tế, nhu cầu nước của cây trồng ít hơn nhiều so với lượng nước ta cung cấp; do vậy mà lượng nước tưới tùy thuộc vào phương pháp tưới. Thông thường nhu cầu nước tưới cho một cây cần tưới giao động từ 5-10 lít (tưới nhỏ giọt); 15-20 lít (tưới phun tia) 30 đến 40 lít nước (tưới rãnh, tưới phun mưa).

Từ xác định được nhu cầu nước của cây cho mỗi lần tưới, số lần tưới/tháng, số tháng cần tưới, ta xác định được nhu cầu nguồn nước tưới.

2.2 Phân chia khu tưới

Nếu bạn chỉ tưới cho diện tích nhỏ trở lại thì chỉ là 1 khu tưới; nhưng nếu diện tích tưới lớn hơn phải phân chia vùng tưới thành nhiều khu tưới. Nếu chỉ khu tưới quá lớn, công suất máy bơm và đường kính ống dẫn nước chính sẽ tăng lên rất lớn dẫn đến không có hiệu quả kinh tế.

Khi phân chia khu tưới, bạn phải lên bản vẽ thể hiện rõ hình dáng, diện tích từng khu tưới, kích thước các cạnh của khu tưới, vẽ các hàng cây và chiều dài mỗi hàng cây, từ đây ta sẽ tính được số lượng cây trồng trong mỗi khu tưới, tính ra đường kính, chiều dài của đường ống chính.

Tính toán đường ống chính:

Đường ống chính tải nước tưới đến từng khu tưới và cho cả vùng tưới, do đó, ta phải tính toán được chiều dài và đường kính ống phù hợp và cả áp lực để chọn loại ống phù hợp (lớn quá sinh thừa – tốn tiền vô ích, ống nhỏ quá không cung cấp đủ nước cho khu tưới, ống kém dễ hỏng dẫn đến tốn kém...).

Ngoài ra, ta cần tính vị trí lắp đặt đường ống chính và chuyển nó lên bản vẽ. Thông thường nếu khu tưới có địa hình thấp dần thì ta bố trí đường ống chính đi theo cạnh có cao độ lớn nhất của khu tưới, nhờ đó khi xả nước ra

khởi đường ống chính, nước sẽ có khuynh hướng chảy từ nơi cao đến nơi thấp tới có lợi về năng lượng. Nếu đất tương đối bằng phẳng hoặc gợn sóng nhô cao ở giữa đồng đất thì nên bố trí đường ống chạy dọc theo các đỉnh cao xuyên qua đồng đất để chia nước tưới về hai phía.

Tính chiều dài đường ống chính: Dùng thước kẻ ly đo tổng chiều dài đường ống chính trên bản vẽ, nhân với tỷ lệ bản vẽ để xác định tổng chiều dài thực của đường ống chính.

Tính toán đường kính của đường ống chính: Để tính toán được kích thước của đường ống chính ta cần xác định tổng nhu cầu nước tưới cho một lần tưới cho khu tưới lớn nhất của vùng tưới. Căn cứ vào chiều dài của mỗi hàng ta tính được số cây/hàng bằng công thức:

Số cây/hàng = chiều dài hàng chia cự ly trồng (cây cách cây) +1



Hình 1: Hệ thống phun sương tự động

3. Tổng quan công nghệ

3.1 Giới thiệu về ESP32 lý do lựa chọn

Trong quá trình nghiên cứu và phát triển hệ thống tưới cây tự động, em đã cân nhắc nhiều loại vi điều khiển khác nhau. Sau khi xem xét các yếu tố về hiệu suất, khả năng mở rộng và kết nối, em quyết định sử dụng ESP32 thay vì các dòng vi điều khiển khác như Arduino Uno hay ATmega328P.

ESP32 là một vi điều khiển mạnh mẽ do Espressif Systems phát triển, được trang bị vi xử lý dual-core với tốc độ xung nhịp lên đến 240MHz, bộ nhớ RAM lớn hơn so với các dòng vi điều khiển phổ biến khác. Điểm đặc biệt quan trọng là ESP32 hỗ trợ Wi-Fi và Bluetooth tích hợp sẵn, giúp dễ dàng kết nối với các nền tảng IoT như Blynk 2.0, Firebase, MQTT, v.v. Điều này cho phép hệ thống tưới cây có thể được điều khiển và giám sát từ xa thông qua điện thoại hoặc máy tính.

Một số lý do chính để lựa chọn ESP32 trong đề tài này:

- Hiệu năng mạnh mẽ: ESP32 có khả năng xử lý nhanh hơn, đa luồng tốt hơn so với các vi điều khiển như Arduino Uno.
- Kết nối không dây: Tích hợp sẵn Wi-Fi và Bluetooth, không cần module mở rộng như ESP8266 hay NRF24L01.
- Tiêu thụ năng lượng thấp: Hỗ trợ nhiều chế độ tiết kiệm điện, phù hợp với các hệ thống chạy bằng pin hoặc năng lượng mặt trời.
- Khả năng mở rộng: Có nhiều chân I/O hỗ trợ PWM, ADC, DAC, SPI, I2C, UART, giúp dễ dàng kết nối với cảm biến và các thiết bị ngoại vi khác.
- Tương thích với nhiều nền tảng: Hỗ trợ Arduino IDE, PlatformIO, MicroPython, giúp lập trình linh hoạt và dễ dàng hơn.

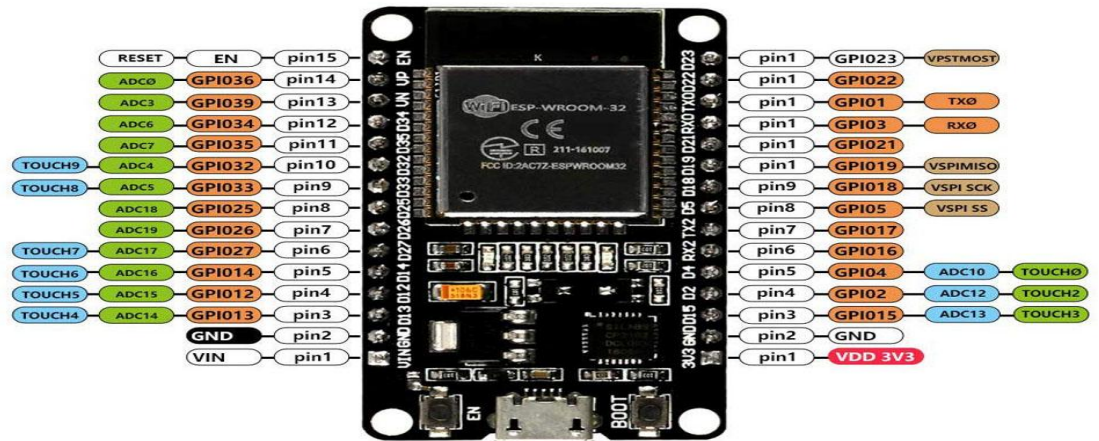
Với những ưu điểm trên, ESP32 là lựa chọn lý tưởng để phát triển hệ thống tưới cây thông minh, giúp tiết kiệm tài nguyên, tăng tính tự động hóa và dễ dàng giám sát từ xa.

3.2 Cấu trúc phần cứng

3.2.1 ESP32

- CPU: ESP32 có hai nhân xử lý (dual-core) với kiến trúc Xtensa® 32-bit LX6. Tốc độ xung nhịp có thể lên đến 240 MHz.

- Bộ nhớ: ESP32 có từ 512 KB đến 4 MB bộ nhớ flash, tùy thuộc vào phiên bản cụ thể.
- RAM: Có khoảng 520 KB RAM, có thể mở rộng tùy chọn với bộ nhớ ngoài.
- I/O Ports: ESP32 cung cấp một số chân GPIO (General Purpose Input/Output) lên đến 34 chân, với nhiều tính năng hỗ trợ như PWM, ADC, DAC, UART, SPI, I2C, v.v.
- Wi-Fi: ESP32 hỗ trợ chuẩn Wi-Fi 802.11 b/g/n với tính năng Wi-Fi Direct, Station, và Access Point.
- Bluetooth: ESP32 hỗ trợ cả Bluetooth Classic và Bluetooth Low Energy (BLE), cho phép nó giao tiếp với các thiết bị di động hoặc các thiết bị Bluetooth khác.
- Ethernet (Optional): Một số phiên bản ESP32 có thể sử dụng Ethernet thông qua một module bổ sung.
- ADC/DAC: ESP32 có nhiều kênh ADC (Analog-to-Digital Converter) và DAC (Digital-to-Analog Converter) để xử lý tín hiệu analog.
- PWM: Hỗ trợ PWM (Pulse Width Modulation) cho điều khiển động cơ, đèn LED, v.v.
- Sensor: ESP32 hỗ trợ nhiều giao thức cảm biến như I2C, SPI để kết nối với các cảm biến hoặc thiết bị ngoại vi.
- LoRa: Một số phiên bản ESP32 hỗ trợ LoRa cho các ứng dụng truyền thông khoảng cách xa.
- ESP32 được thiết kế để tiết kiệm năng lượng, hỗ trợ nhiều chế độ tiết kiệm năng lượng như deep sleep.
- Với chế độ ngủ sâu, ESP32 có thể kéo dài thời gian hoạt động từ vài tháng đến một năm khi sử dụng với nguồn điện như pin.



Hình 2 Mạch ESP32

3.2.2 DTH22

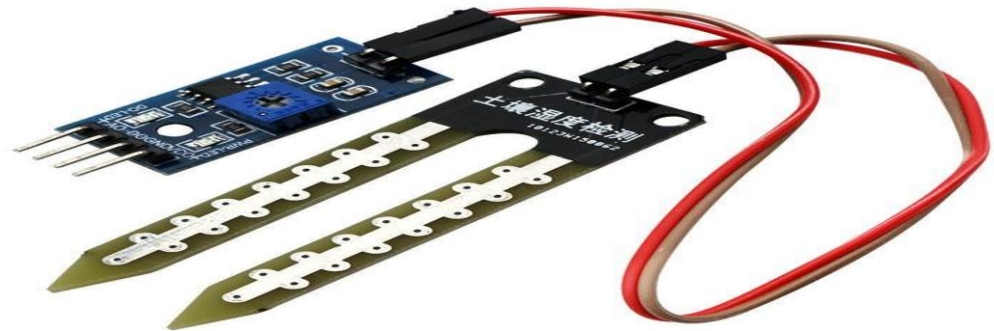
- DHT22 (hay còn gọi là AM2302) là một loại cảm biến kỹ thuật số dùng để đo **hiệt độ** và **độ ẩm**. Đây là một cảm biến rất phổ biến trong các dự án IoT và DIY vì dễ sử dụng, giá thành phải chăng và độ chính xác khá tốt



Hình 3 DHT22

3.2.3 Cảm biến độ ẩm đất

- Cảm biến độ ẩm đất, trạng thái đầu ra mức thấp (OV), khi đất thiếu nước đầu ra sẽ là mức cao (5V), độ nhạy cao chúng ta có thể điều chỉnh được bằng biến trở. Module Cảm biến phát hiện độ ẩm đất có thể sử dụng tưới hoa tự động khi không có người quản lý khu vườn của bạn hoặc dùng trong những ứng dụng tương tự như trồng cây.



Hình 4 : Cảm biến độ ẩm đất

3.2.4 Bơm nước

3.2.5 Replay



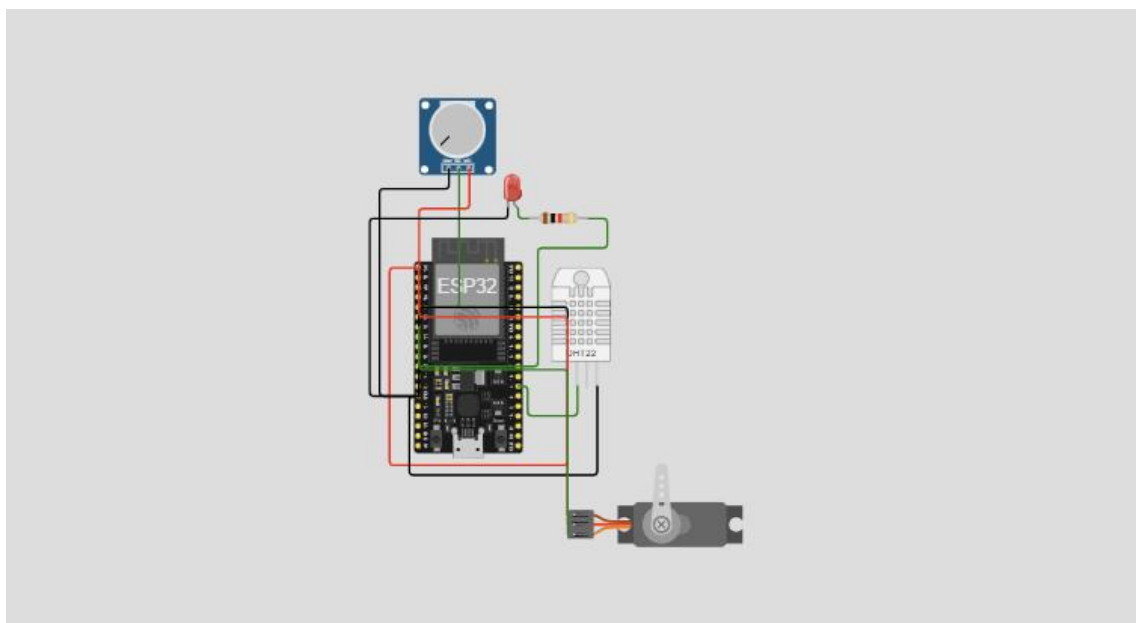
Hình 5 : Hình ảnh Replay

4. Thiết kế phần cứng

4.1 Sơ đồ nối dây phần cứng

- ESP32 DevKitC
- Cảm biến độ ẩm đất

- **Cảm biến DHT22**
- **Relay Module**
- **LED** (giả lập bơm nước)



Hình 6 : Sơ đồ kết nối linh kiện

Linh kiện	ESP32 GPIO
Cảm biến độ ẩm đất	GPIO 34 (ADC)
Cảm biến DHT22	GPIO 4 (Cần điện trở kéo lên 4.7k Ω – 10k Ω giữa chân Data và VCC)
Relay Module	GPIO 5
LED (giả lập bơm)	GPIO 2

5. Thiết kế phần mềm

5.1 Giới thiệu telegram

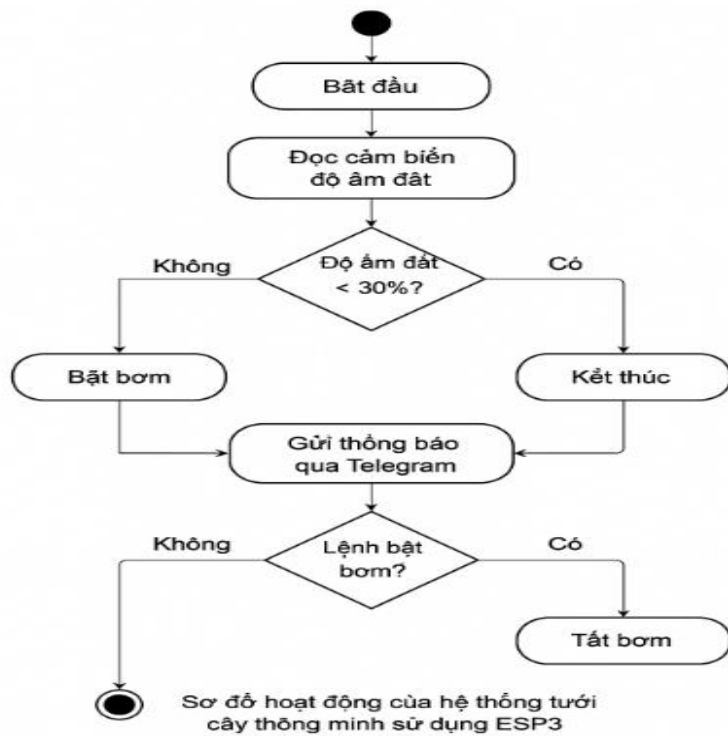
- Telegram là một nền tảng nhắn tin đa nền tảng, mã nguồn mở với giao diện đơn giản, bảo mật cao và hỗ trợ bot – một tính năng đặc biệt hữu ích trong các hệ thống IoT. Trong các ứng dụng IoT, Telegram được sử dụng để giám sát và điều khiển thiết bị từ xa, đồng thời gửi cảnh báo theo thời gian thực đến người dùng thông qua điện thoại thông minh hoặc máy tính.
- Với Telegram Bot API, người dùng có thể dễ dàng tạo các chatbot có khả năng nhận dữ liệu từ hệ thống IoT và phản hồi lại theo yêu cầu. Ví dụ, trong hệ thống tưới cây thông minh, Telegram có thể được dùng để:
 - Gửi thông báo khi độ ẩm đất quá thấp.
 - Gửi dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm môi trường theo chu kỳ.
 - Cho phép người dùng bật/tắt bơm nước từ xa bằng cách gửi lệnh đến bot
- Việc tích hợp Telegram vào hệ thống giúp nâng cao tính tương tác, độ tin cậy và tính linh hoạt, đồng thời không tốn phí duy trì nền tảng. Telegram là một lựa chọn lý tưởng cho những dự án IoT cần kết nối đơn giản, an toàn và hiệu quả với người dùng cuối.



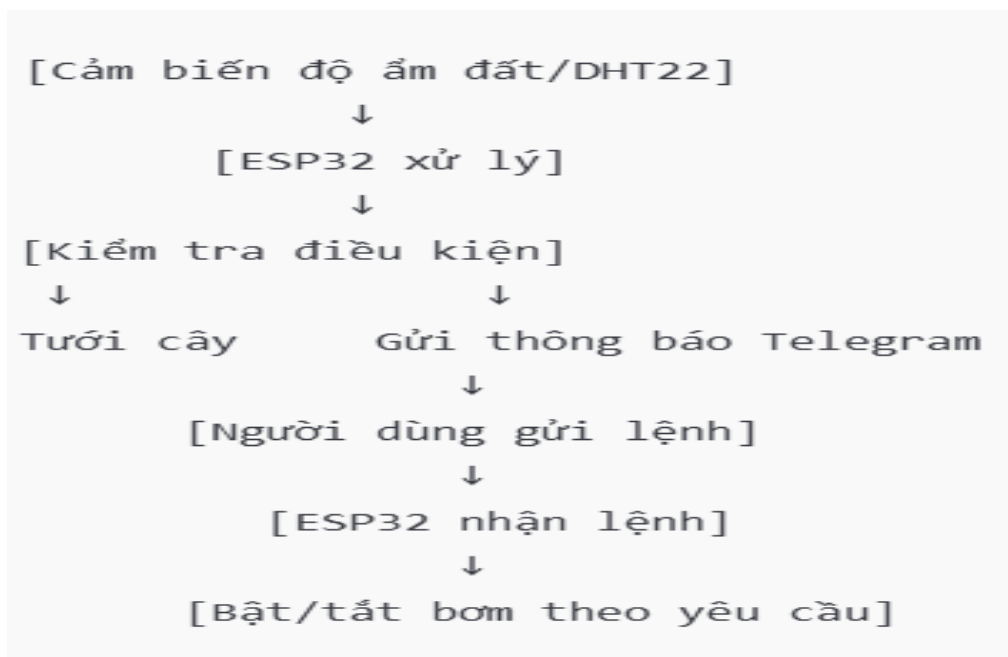
Hình 7 : Giới thiệu telegram

5.2 Hoạt động

- Sơ đồ cho thấy hệ thống hoạt động hoàn toàn tự động dựa trên điều kiện độ ẩm đất. Đồng thời, người dùng cũng có thể điều khiển hoặc giám sát từ xa thông qua lệnh gửi qua Telegram Bot, giúp tăng tính linh hoạt và hiệu quả cho hệ thống.

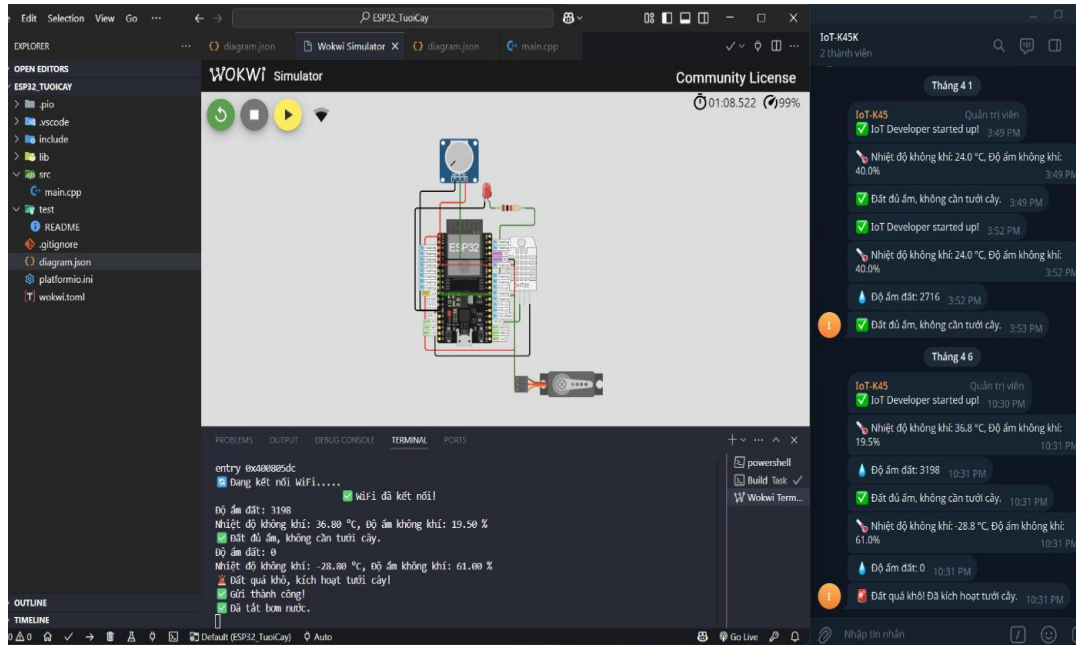


Hình 8 : Sơ đồ hoạt động



Hình 9 : Mô tả hoạt động

6. Kết quả thực nghiệm



Hình 10: Mô phỏng

7. Đánh giá và hướng phát triển

7.1 Ưu điểm

- Tự động hóa cao: Hệ thống có thể tự động tưới cây dựa vào các thông số cảm biến như độ ẩm đất, ánh sáng, nhiệt độ, giúp tiết kiệm thời gian và công sức cho người trồng cây.
- Tiết kiệm nước: Nhờ vào việc chỉ tưới khi cần thiết (dựa trên độ ẩm đất), hệ thống giúp giảm lượng nước tiêu thụ, đặc biệt hữu ích trong điều kiện khan hiếm nước.
- Điều khiển từ xa: Người dùng có thể giám sát và điều khiển hệ thống tưới cây thông qua ứng dụng di động hoặc giao diện web sử dụng kết nối Wi-Fi và Blynk.
- Chi phí thấp: Việc sử dụng ESP32 và các cảm biến phổ biến giúp giảm chi phí so với các hệ thống nông nghiệp thông minh phức tạp khác.
- Dễ triển khai và mở rộng: Thiết kế hệ thống đơn giản, dễ dàng mở rộng thêm cảm biến hoặc tích hợp với các hệ thống IoT khác.

7.2 Nhược điểm

- Phụ thuộc vào kết nối Internet: Trong trường hợp mất kết nối Wi-Fi, các tính năng điều khiển từ xa hoặc giám sát dữ liệu sẽ không hoạt động.

- Độ bền thiết bị: Các cảm biến và thiết bị điện tử đặt ngoài trời có thể bị ảnh hưởng bởi thời tiết khắc nghiệt nếu không có giải pháp bảo vệ phù hợp.
- Chưa có phân tích dữ liệu nâng cao: Hệ thống mới chỉ dừng lại ở việc thu thập và phản ứng đơn giản, chưa có khả năng học hỏi thói quen hay tối ưu hóa tưới nước dựa trên dữ liệu lịch sử.
- Bảo mật còn hạn chế: Nếu không có cơ chế xác thực và mã hóa tốt, việc điều khiển thiết bị qua mạng có thể bị khai thác.

7.3 Định hướng phát triển hệ thống

- Tích hợp trí tuệ nhân tạo (AI): Sử dụng AI để phân tích dữ liệu cảm biến, dự báo thời tiết và đưa ra quyết định tưới cây tối ưu hơn.
- Phát triển ứng dụng di động riêng: Xây dựng một ứng dụng Flutter riêng hỗ trợ đăng nhập, phân quyền thiết bị và nhận cảnh báo thông minh, thay vì chỉ dùng giao diện mặc định của Blynk.
- Lưu trữ dữ liệu lịch sử: Sử dụng cơ sở dữ liệu như MongoDB để lưu trữ và hiển thị biểu đồ lịch sử các thông số như độ ẩm đất, nhiệt độ, giúp người dùng theo dõi và đánh giá hiệu quả tưới.
- Bổ sung cảnh báo thông minh: Gửi thông báo đẩy (push notification) qua FCM khi phát hiện có lỗi hệ thống, thiếu nước, hay khi nhiệt độ vượt ngưỡng bất thường.
- Tăng cường tính bảo mật: Áp dụng các cơ chế như xác thực JWT, mã hóa dữ liệu khi truyền qua WebSocket hoặc HTTP để bảo vệ hệ thống.
- Hỗ trợ nhiều khu vực tưới: Mở rộng hệ thống để điều khiển tưới theo vùng, mỗi vùng có thể cài đặt lịch và điều kiện riêng biệt.

Tài Liệu Tham Khảo

- [1] Phạm Minh Anh (2016). Luận văn tốt nghiệp: Thiết kế hệ thống tưới cây tự động. Truy cập từ: <https://fr.slideshare.net/slideshow/luan-van-tot-nghiep-thiet-ke-he-thong-tuoi-cay-tu-dong-hay/160192737> vào ngày 01/04/2025.
- [2] Nguyễn Văn Khít (2021). Tóm tắt đồ án: Hệ thống tưới cây thông minh dựa trên IoT sử dụng cảm biến độ ẩm của đất và ESP8266. Truy cập từ: <https://luanvan.org/tom-tat-do-an-he-thong-tuoi-cay-thong-minh-dua-tren-iot-su-dung-cam-bien-do-am-cua-dat-va-esp8266-4135/> vào ngày 01/04/2025.
- [3] ChatGPT (2025). Trợ giúp nghiên cứu về thiết kế hệ thống tưới cây thông minh. Truy cập từ: <https://chat.openai.com> vào ngày 01/04/2025.
- [4] Grok AI (2025). Trợ giúp nghiên cứu về thiết kế hệ thống tưới cây thông minh. Truy cập từ: <https://grok.ai> vào ngày 01/04/2025.