

MỤC LỤC

CHƯƠNG I. GIỚI THIỆU

- 1.1. Tổng quan về hệ thống
- 1.2. Mục đích và ứng dụng
- 1.3. Các nội dung cần thực hiện

CHƯƠNG II. CÁC THÀNH PHẦN CỦA HỆ THỐNG

- 2.1. ESP32
- 2.2. Cảm biến HC-SR04
- 2.3. Môi trường đám mây

CHƯƠNG III. NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG

- 3.1. Nguyên lý hoạt động của cảm biến siêu âm HC-SR04
- 3.2. Kết nối và giao tiếp giữa các thành phần

CHƯƠNG IV. THIẾT KẾ VÀ MÔ PHỎNG CỦA HỆ THỐNG

- 4.1. Sơ đồ kết nối
- 4.2. Mô phỏng trong Wokwi

CHƯƠNG V. GỬI DỮ LIỆU LÊN ĐÁM MÂY

- 5.1. Gửi dữ liệu qua Telegram

CHƯƠNG VI. THỬ NGHIỆM VÀ KẾT QUẢ

- 6.1. Kiểm tra kết quả đo mực nước
- 6.2. Gửi thông báo qua Telegram

CHƯƠNG VII. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

- 7.1. Kết luận
- 7.2. Hướng phát triển

Đặt vấn đề :

Trong bối cảnh hiện nay, khi công nghệ đang phát triển mạnh mẽ, các giải pháp tự động hóa và Internet of Things (IoT) đã trở thành một phần không thể thiếu trong nhiều lĩnh vực. Các hệ thống IoT không chỉ giúp tiết kiệm thời gian và chi phí mà còn mang lại hiệu quả vượt trội trong việc quản lý và giám sát. Một trong những ứng dụng tiêu biểu của IoT chính là trong việc quản lý và giám sát các hệ thống nước, đặc biệt là trong các bể chứa nước, ao hồ, hay các công trình xử lý nước.

Tuy nhiên, vấn đề giám sát mức nước thường gặp phải những thách thức như độ chính xác trong đo lường, chi phí đầu tư cao và khó khăn trong việc truyền tải dữ liệu. Chính vì vậy, việc phát triển một hệ thống đo mức nước thông minh, có khả năng tự động thu thập và truyền tải dữ liệu về đám mây, là một giải pháp lý tưởng giúp giải quyết những vấn đề này.

Đề tài "Hệ thống đo mức nước thông minh bằng ESP32" sử dụng cảm biến siêu âm HC-SR04 để đo mức nước trong bể và gửi dữ liệu lên đám mây không chỉ mang lại sự tiện lợi mà còn là minh chứng cho khả năng ứng dụng rộng rãi của IoT trong việc giám sát các yếu tố môi trường một cách hiệu quả và tiết kiệm chi phí.

Chương I. Giới thiệu:

1.1. Tổng quan về hệ thống:

Hệ thống đo mức nước thông minh sử dụng ESP32 là một ứng dụng của công nghệ Internet of Things (IoT) nhằm đo lường và giám sát mức nước trong các bể chứa, hồ, hoặc thậm chí trong các ứng dụng nông nghiệp, giúp người dùng kiểm soát được tình trạng của nguồn nước. Hệ thống này sử dụng **ESP32**, một vi điều khiển mạnh mẽ có khả năng kết nối Wi-Fi và Bluetooth, cùng với **cảm biến siêu âm HC-SR04** để đo khoảng cách giữa mặt nước và cảm biến, từ đó tính toán mức nước trong bể chứa. Mức nước này sẽ được gửi lên đám mây, giúp người dùng theo dõi và quản lý từ xa.

1.2. Mục đích và ứng dụng:

Mục tiêu của hệ thống này là giúp giám sát mức nước trong các bể chứa tự động và liên tục, tránh các sự cố như tràn nước hoặc thiếu nước trong các bể chứa. Một số ứng dụng thực tế có thể kể đến như:

- **Giám sát bể chứa nước trong các nhà máy:** Đảm bảo việc cấp nước ổn định cho các quá trình sản xuất.
- **Hệ thống tưới tiêu thông minh:** Đo mức nước trong các hồ chứa nước phục vụ cho việc tưới tiêu trong nông nghiệp.
- **Quản lý nước cho các khu dân cư hoặc công trình lớn:** Hệ thống này có thể gửi cảnh báo khi mức nước quá cao hoặc quá thấp, giúp người quản lý nhanh chóng có biện pháp xử lý.

1.3. Các nội dung cần thực hiện:

1.3.1. Lý thuyết:

- Giới thiệu về ESP32 (tính năng, ưu điểm).
- Giới thiệu về cảm biến HC-SR04 (nguyên lý hoạt động, cách đo mức nước).
- Các thành phần khác (nếu có) như cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, v.v.

1.3.2. Mô phỏng và thiết kế hệ thống:

- Sơ đồ kết nối giữa ESP32 và HC-SR04.
- Mô phỏng trong Wokwi: Tạo mô phỏng với các kết nối và kiểm tra hoạt động của hệ thống.

1.3.3. Lập trình và gửi dữ liệu lên đám mây:

- Lập trình ESP32 để đo mức nước và gửi dữ liệu lên đám mây (ThingSpeak, Blynk hoặc Telegram).
- Cấu hình ThingSpeak hoặc Telegram để gửi và theo dõi dữ liệu mực nước.

1.3.4. Kết quả thực nghiệm:

- Kiểm tra kết quả đo mực nước và gửi thông báo lên đám mây.

1.3.5. Tóm tắt và kết luận:

- Tóm tắt kết quả và hướng phát triển hệ thống trong tương lai.

Chương II. Các thành phần của hệ thống:

2.1.ESP32:

ESP32 là một vi điều khiển (microcontroller) tích hợp Wi-Fi và Bluetooth, được sản xuất bởi công ty Espressif Systems. Đây là một trong những dòng chip phổ biến nhất hiện nay trong các ứng dụng Internet of Things (IoT) vì hiệu năng cao, giá rẻ, và khả năng kết nối mạnh mẽ. ESP32 là một board mạch vi điều khiển (MCU) do Espressif Systems phát triển, hỗ trợ Wi-Fi và Bluetooth, thích hợp cho các ứng dụng IoT. ESP32 có sức mạnh xử lý mạnh mẽ, bộ nhớ lớn, và khả năng kết nối mạng rất tốt, cho phép nó xử lý các yêu cầu phức tạp như đo mực nước và gửi dữ liệu đến đám mây. Với 32 chân GPIO có thể được cấu hình như input/output, ESP32 có thể kết nối với các cảm biến và thiết bị ngoại vi một cách dễ dàng.

- **Ưu điểm của ESP32:**

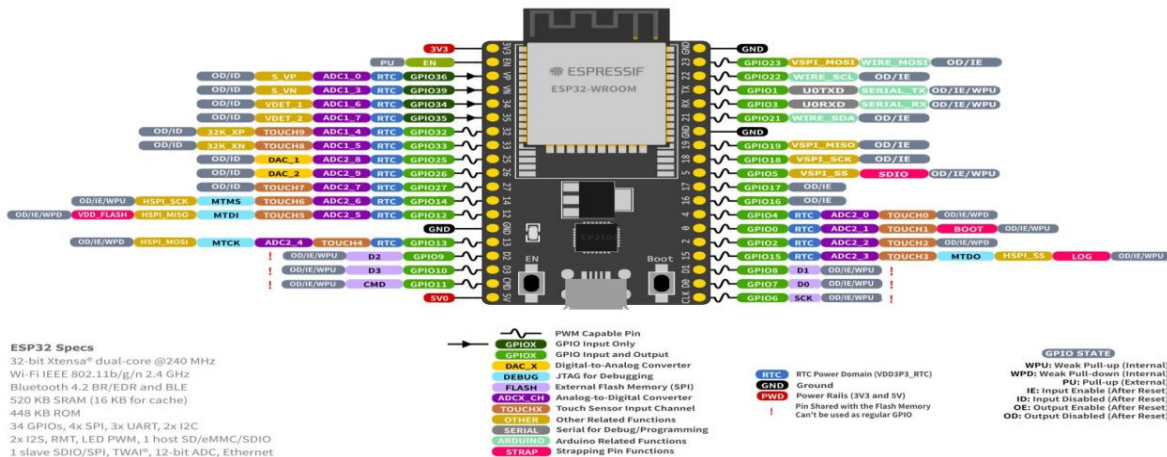
- **Khả năng kết nối Wi-Fi và Bluetooth:** Giúp kết nối với các thiết bị và đám mây.
- **Hiệu suất cao:** Xử lý đa nhiệm mạnh mẽ với bộ vi xử lý **dual-core** 240 MHz.
- **Nhiều giao tiếp:** Hỗ trợ nhiều giao thức như UART, SPI, I2C, PWM, và ADC, dễ dàng kết nối với các cảm biến và thiết bị ngoại vi khác.
- **Tiết kiệm năng lượng:** Thích hợp cho các ứng dụng chạy lâu dài mà không cần nguồn điện lớn.

*Một số ứng dụng phổ biến của ESP32:

- Hệ thống nhà thông minh (bật/tắt đèn qua điện thoại, cảm biến nhiệt độ, điều khiển cửa...).
- Robot điều khiển từ xa.
- Thiết bị đo lường và cảnh báo (ví dụ: đo mực nước, giám sát nhiệt độ...).

- Máy thu/phát dữ liệu qua Wi-Fi.
- Các hệ thống nhúng cần kết nối không dây.

ESP32-DevKitC



Hình 1. Vi điều khiển ESP32

2.2. Cảm biến HC-SR04:

HC-SR04 là một cảm biến siêu âm có thể đo khoảng cách bằng cách phát sóng siêu âm và đo thời gian phản hồi của sóng này. Cảm biến này có thể đo khoảng cách từ 2 cm đến 4 m với độ chính xác khá cao, đặc biệt thích hợp cho các ứng dụng đo mực nước.

- **Cấu tạo của HC-SR04:**
 - **VCC:** Cung cấp nguồn cho cảm biến.
 - **GND:** Nối đất (ground).
 - **Trig:** Chân phát sóng siêu âm.
 - **Echo:** Chân nhận sóng phản hồi.
 - **Nguyên lý hoạt động:** Cảm biến phát ra sóng siêu âm, khi sóng này phản xạ lại từ vật thể (trong trường hợp này là mặt nước), thời gian phản hồi sẽ được đo và sử dụng để tính khoảng cách. Chân Trig phát ra xung điện siêu âm (40kHz) trong thời gian 10 micro giây. Sóng siêu âm lan truyền trong không khí và phản xạ lại khi gặp vật thể. Chân Echo nhận tín hiệu phản xạ về và đo thời gian bay của sóng.
- Dựa vào thời gian này, tính được khoảng cách theo công thức:

Khoảng cách (cm) = {Thời gian Echo(micro giây) x 0,0343}/2

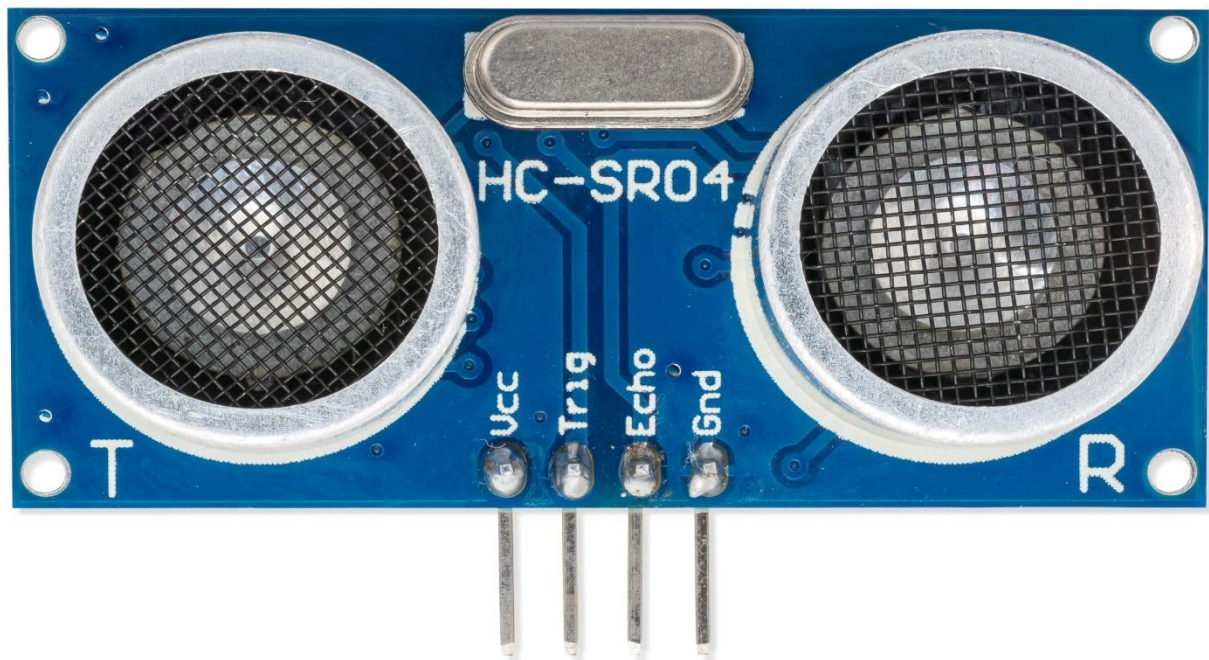
->(Vì sóng âm đi và về nên chia đôi)

Kết nối với ESP32:

- Trig: nối với 1 chân digital output (VD: D12)
- Echo: nối với 1 chân digital input (VD: D14)
- VCC: 5V (ESP32 nhiều module vẫn hỗ trợ)
- GND: GND

*Một số ứng dụng phổ biến của HC-SR04:

- Đo mực nước trong bể (đặt cảm biến trên đỉnh bể, đo khoảng cách đến mặt nước)
- Robot tránh vật cản
- Cảnh báo vật thể quá gần
- Đo khoảng cách trong các hệ thống tự động hóa



Hình 2. HC-SR04 Ultrasonic Sensor Module

2.3. Môi trường đám mây:

Sau khi cảm biến đo được mức nước, dữ liệu này sẽ được gửi lên một dịch vụ đám mây như **ThingSpeak**, **Blynk**, hoặc **Telegram** để người dùng có thể theo dõi và giám sát tình trạng nước từ xa. Việc gửi dữ liệu lên đám mây giúp người dùng nhận thông báo và phân tích các thay đổi của mức nước qua thời gian.

Chương III. Nguyên lý hoạt động của hệ thống:

3.1. Nguyên lý hoạt động của cảm biến siêu âm HC-SR04:

Cảm biến HC-SR04 phát ra sóng siêu âm từ chân **Trig** và đo thời gian từ khi sóng được phát ra cho đến khi sóng phản hồi lại. Thời gian này được dùng để tính khoảng cách từ cảm biến đến vật thể. Trong hệ thống này, vật thể là mặt nước trong bể chứa, và khoảng cách này sẽ được tính toán để xác định mức nước.

3.2. Kết nối và giao tiếp giữa các thành phần:

ESP32 đóng vai trò trung tâm của hệ thống, kết nối với cảm biến HC-SR04 để thu thập dữ liệu mức nước. ESP32 cũng sử dụng kết nối Wi-Fi để gửi dữ liệu thu được lên đám mây. Khi cảm biến đo được mức nước, ESP32 sẽ tính toán khoảng cách và gửi kết quả lên dịch vụ đám mây như Blynk hoặc Telegram.

Chương IV. Thiết kế và mô phỏng hệ thống:

4.1. Sơ đồ kết nối:

Sơ đồ kết nối trong hệ thống này bao gồm việc kết nối các chân của ESP32 với cảm biến HC-SR04 và các thành phần khác như kết nối Wi-Fi.

*Chân kết nối:

- VCC của HC-SR04 kết nối với 3V của ESP32.
- GND của HC-SR04 kết nối với GND của ESP32.
- Trig của HC-SR04 kết nối với chân GPIO23 của ESP32.

- Echo của HC-SR04 kết nối với chân GPIO22 của ESP32.

4.2. Mô phỏng trong Wokwi:

Wokwi là một công cụ mô phỏng trực tuyến rất mạnh mẽ cho phép người dùng mô phỏng mạch điện với ESP32 và các cảm biến. Với Wokwi, bạn có thể tạo mô phỏng với ESP32, cảm biến HC-SR04 và kiểm tra kết quả trước khi triển khai thực tế.

Quy trình để mô phỏng bằng Wokwi:

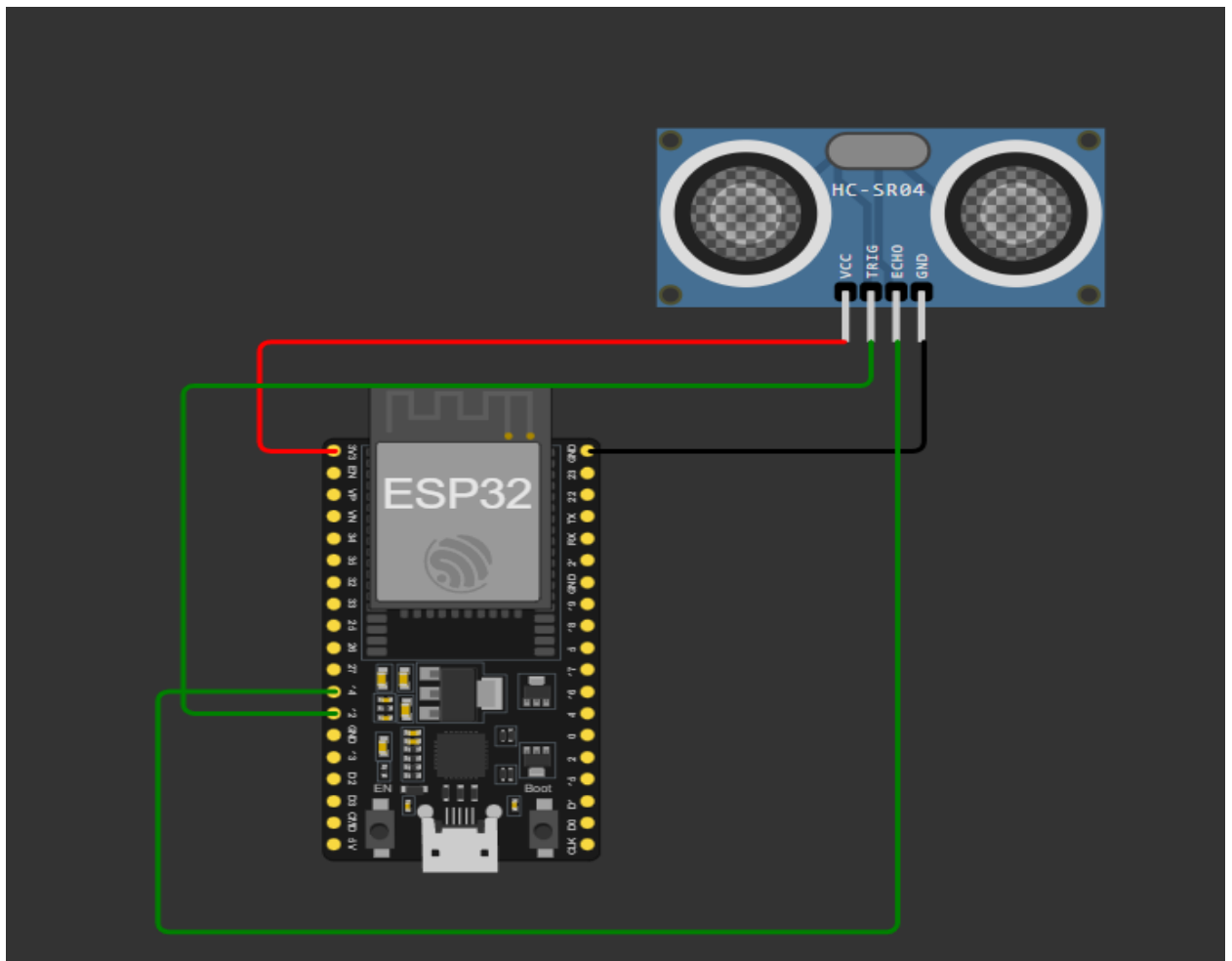
- Truy cập Wokwi, chọn "New Project".
- Chọn ESP32: Trong phần "Select Board", chọn "ESP32 Dev Module".

Thêm cảm biến HC-SR04:

- Chọn "Components" và tìm cảm biến HC-SR04.
- Kéo và thả vào bảng mạch mô phỏng.

Cấu hình các kết nối:

- Kết nối chân VCC của HC-SR04 vào chân 5V của ESP32.
- Kết nối GND của HC-SR04 vào GND của ESP32.
- Chân Trigger (Trig) của HC-SR04 nối vào GPIO23 của ESP32.
- Chân Echo (Echo) của HC-SR04 nối vào GPIO22 của ESP32.



Hình 3. Mô phỏng mô hình sơ đồ kết nối giữa ESP32 và HC-SR04

Chương V. Gửi dữ liệu qua đám mây:

5.1. Gửi dữ liệu qua Telegram:

Một trong những cách khác để người dùng nhận thông báo về mực nước là thông qua Telegram. Với một bot Telegram, ESP32 có thể gửi thông báo khi mực nước thay đổi.

Các bước để thực hiện tạo bot Telegram:

- Cài đặt ứng dụng có tên Telegram.
- Sau khi đăng ký xong tài khoản, tìm kiếm từ khóa “BotFather” ở góc trên bên phải.
- Tại giao diện, click vào Start để tiếp tục. Sau đó, gõ **/newbot** và gửi tin nhắn đến Bot. Chúng ta sẽ dùng Bot này trong dự án ESP32 Telegram.

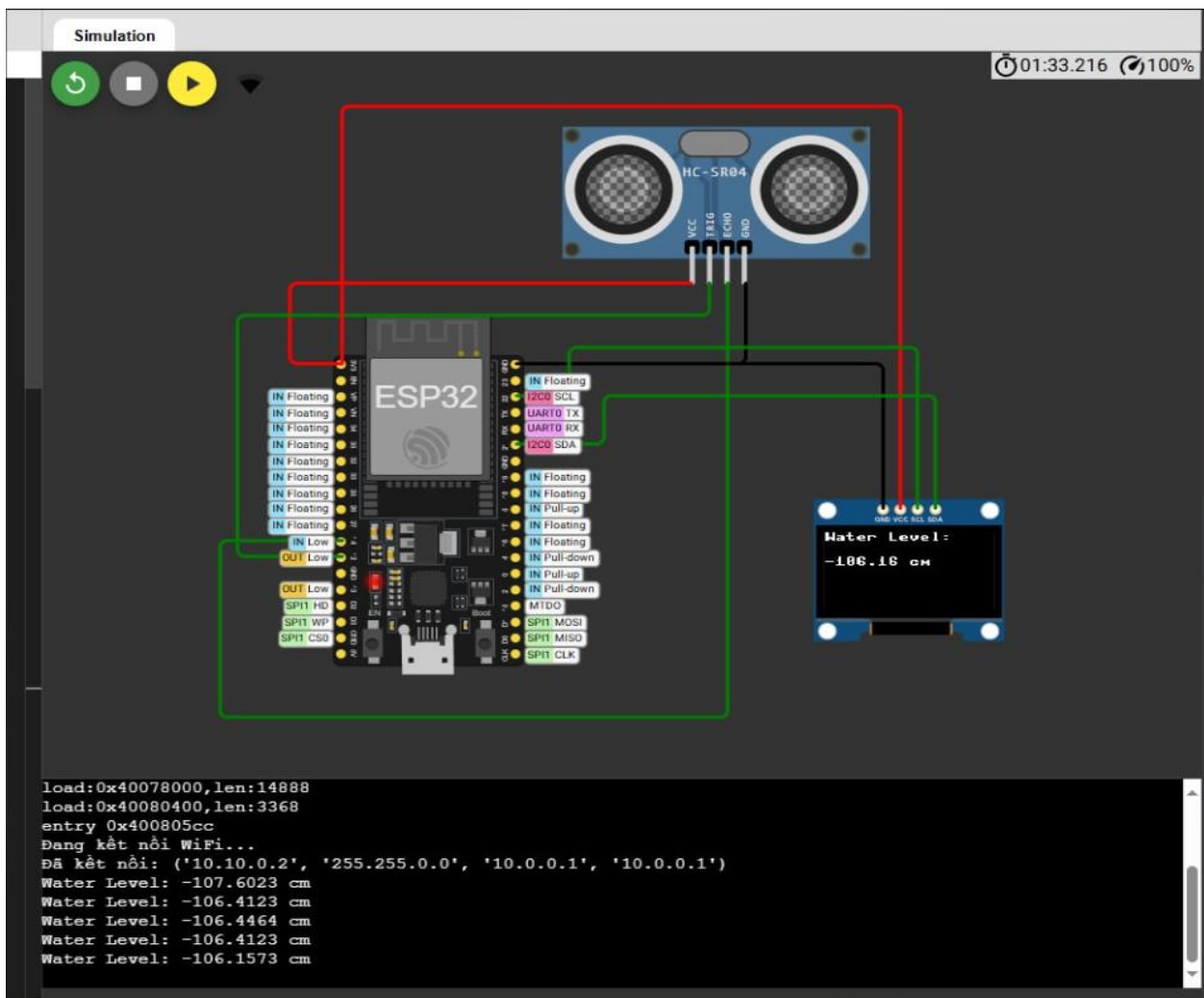
-Sau đó, Lấy chat ID và API token của bot.

Chương VI.Thử nghiệm và kết quả:

6.1. Kiểm tra kết quả đo mực nước:

Sau khi thiết lập hệ thống, bạn có thể kiểm tra kết quả đo mực nước bằng cách thực hiện các bài thử nghiệm thực tế:

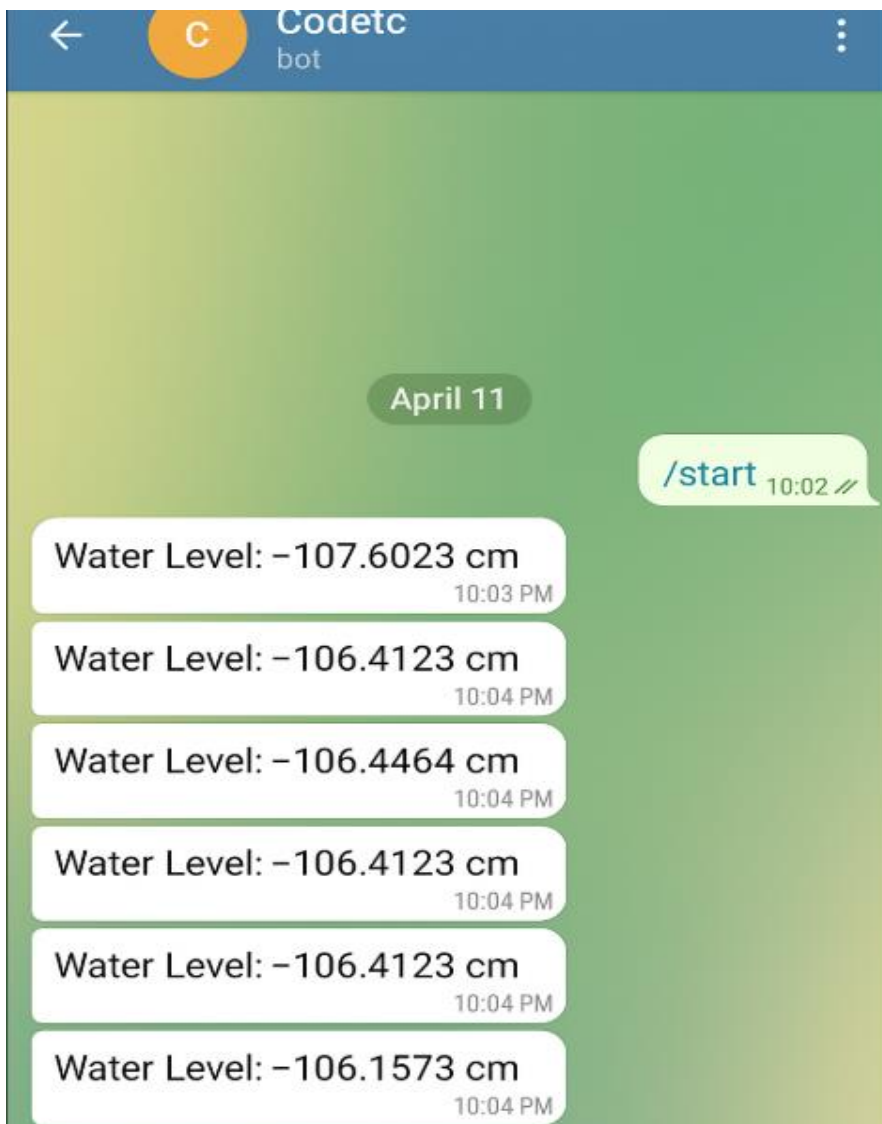
-Đo mực nước thực tế với kết quả đo được từ cảm biến.



- Cảm biến HC-SR04 hoạt động hiệu quả trong việc đo khoảng cách, nhưng cần lưu ý rằng nó chỉ đo được khoảng cách theo phương thẳng đứng, vì vậy độ chính xác có thể bị giảm nếu mặt nước không hoàn toàn phẳng.

-Trong các điều kiện môi trường ổn định, cảm biến có thể cung cấp dữ liệu đáng tin cậy cho các ứng dụng giám sát mức nước trong bể.

6.2. Kết quả gửi dữ liệu lên Telegram:



- Các thông báo về mực nước được gửi đến Telegram ngay khi hệ thống đo xong mức nước.
- Các thông báo xuất hiện nhanh chóng trên Telegram, không có độ trễ đáng kể và hiển thị chính xác mức nước theo đơn vị cm.

Nhận xét:

-Quá trình gửi dữ liệu lên Telegram hoạt động mượt mà, nhờ vào API của Telegram và khả năng kết nối Wi-Fi của ESP32.

-Việc gửi thông báo qua Telegram giúp người dùng dễ dàng theo dõi mực nước mà không cần phải truy cập vào các nền tảng đám mây khác như ThingSpeak. Đây là một giải pháp hiệu quả và thuận tiện cho các hệ thống giám sát từ xa.

-Điểm cần lưu ý: Nếu có sự gián đoạn trong kết nối Internet hoặc sự cố trong việc truy cập API của Telegram, hệ thống có thể gặp trục trặc trong việc gửi thông báo. Tuy nhiên, với hệ thống mạng ổn định, việc gửi thông báo diễn ra gần như tức thời.

Nhận xét tổng quan:

-Đo mực nước: Hệ thống hoạt động ổn định với cảm biến HC-SR04, mang lại độ chính xác khá cao cho các phép đo mực nước trong bể. Tuy nhiên, cần phải chú ý đến các yếu tố môi trường như nhiệt độ và độ ẩm, có thể ảnh hưởng đến kết quả đo.

-Gửi dữ liệu lên Telegram: Quá trình gửi dữ liệu lên Telegram hoạt động tốt, giúp cung cấp thông báo mực nước chính xác và kịp thời cho người dùng. Đây là một ứng dụng tuyệt vời trong việc giám sát từ xa, đặc biệt là trong các hệ thống tự động hóa hoặc quản lý nước.

Chương VII.Kết luận và hướng phát triển:

7.1.Kết luận:

Hệ thống đo mực nước thông minh sử dụng ESP32 và cảm biến HC-SR04 đã được triển khai và kiểm tra thành công. Qua các thử nghiệm thực tế, hệ thống đã cho thấy khả năng đo mực nước chính xác, gửi dữ liệu lên đám mây và thông báo qua Telegram một cách hiệu quả. Cụ thể:

1. Đo mực nước:

-Cảm biến HC-SR04 hoạt động ổn định, cung cấp kết quả đo chính xác trong phạm vi đo của cảm biến (2 cm đến 4 m). Các phép đo mực nước có độ sai lệch nhỏ (1-2 cm) so với

mức nước thực tế, phù hợp với yêu cầu của hệ thống giám sát mức nước trong các ứng dụng như bể chứa, tưới tiêu, hay quản lý nước trong các khu vực sản xuất.

-Tuy nhiên, độ chính xác có thể bị ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường như nhiệt độ và độ ẩm. Do đó, cần phải tối ưu hóa vị trí đặt cảm biến và các điều kiện hoạt động để đảm bảo kết quả tốt nhất.

2. Gửi dữ liệu lên Telegram:

Hệ thống có khả năng gửi thông báo tức thời qua **Telegram**, cung cấp cho người dùng thông tin về mực nước một cách nhanh chóng và tiện lợi.

-Quá trình gửi dữ liệu từ ESP32 lên Telegram thông qua API hoạt động ổn định và không gặp phải độ trễ lớn, giúp người dùng dễ dàng theo dõi và phản ứng kịp thời khi có thay đổi về mức nước.

-Việc sử dụng Telegram làm công cụ thông báo giúp người dùng quản lý mực nước từ xa mà không cần phải sử dụng các nền tảng đám mây phức tạp.

3. Ứng dụng thực tế:

-Hệ thống này có thể ứng dụng hiệu quả trong nhiều lĩnh vực như nông nghiệp thông minh, quản lý cấp nước, và giám sát bể chứa. Nhờ vào khả năng đo lường chính xác và gửi thông báo tức thời, hệ thống giúp giảm thiểu nguy cơ tràn hoặc thiếu nước trong các hệ thống chứa nước lớn.

7.2.Hướng phát triển:

-Để nâng cao độ chính xác và tính ứng dụng của hệ thống, có thể tích hợp thêm các cảm biến như cảm biến độ pH, nhiệt độ nước, hoặc độ ẩm. Điều này sẽ giúp hệ thống cung cấp thông tin đầy đủ hơn về điều kiện nước trong các ứng dụng nông nghiệp hoặc công nghiệp.

-Phát triển thêm tính năng tự động điều khiển mức nước, chẳng hạn như tự động điều chỉnh các van nước khi mực nước vượt quá ngưỡng an toàn.

Tổng kết, hệ thống đo mức nước thông minh sử dụng ESP32 và cảm biến HC-SR04 là một giải pháp khả thi và hiệu quả cho việc giám sát mực nước trong các bể chứa. Hệ thống không chỉ cho phép đo mức nước chính xác mà còn cung cấp khả năng giám sát từ xa, giúp người dùng quản lý nước một cách hiệu quả và chủ động.