**BÁO CÁO DỰ ÁN: HỆ THỐNG TƯỚI THÔNG MINH**

**1. Giới thiệu**

Hệ thống tưới thông minh là một giải pháp ứng dụng công nghệ IoT nhằm tự động hóa quá trình tưới cây, giúp cây trồng nhận được lượng nước phù hợp dựa trên dữ liệu cảm biến theo thời gian thực. Hệ thống này giúp tiết kiệm thời gian, công sức và tối ưu hóa lượng nước sử dụng, tránh tình trạng tưới quá nhiều hoặc quá ít.  
Dự án này là một mô hình nhỏ, chỉ áp dụng trong nhà, văn phòng hoặc các không gian làm việc – nơi có điều kiện chăm sóc cây cảnh từ xa để tạo không gian xanh, thư giãn và tăng tính thẩm mỹ cho môi trường sống cũng như nơi làm việc.

Hệ thống có thể được điều khiển từ xa thông qua giao diện web, hiển thị dữ liệu cảm biến trên màn hình LCD và có thể truy cập bằng điện thoại hoặc máy tính.

**2. Mục tiêu**

* **Tự động hóa tưới cây:** Kích hoạt tưới khi đất khô và dừng khi đạt đủ độ ẩm cần thiết.
* **Giám sát & điều khiển từ xa:** Người dùng có thể theo dõi độ ẩm đất, nhiệt độ, độ ẩm không khí và bật/tắt hệ thống qua mạng WiFi.
* **Tiết kiệm tài nguyên:** Chỉ tưới khi cần thiết, giúp tiết kiệm nước và chi phí vận hành.
* **Giao diện thân thiện:** Hiển thị trực quan trên màn hình LCD và giao diện web hiện đại, dễ sử dụng.

**3. Tổng quan hệ thống**

Hệ thống sử dụng vi điều khiển **ESP8266** làm trung tâm kết nối và điều khiển các cảm biến và thiết bị. Các thành phần chính bao gồm:

* **Cảm biến độ ẩm đất:** Đo độ ẩm của đất, quyết định khi nào cần tưới.
* **Cảm biến DHT11:** Đo nhiệt độ và độ ẩm môi trường.
* **Cảm biến ánh sáng:** Nhận biết điều kiện ánh sáng hiện tại.
* **Máy bơm nước & module rơ-le:** Bật/tắt máy bơm nước khi cần thiết.
* **Màn hình LCD I2C:** Hiển thị thông tin cảm biến theo thời gian thực.
* **Kết nối WiFi (ESP8266):** Cho phép điều khiển và giám sát qua website.

**Chế độ hoạt động**

* **Chế độ thủ công:** Người dùng có thể bật/tắt máy bơm qua giao diện web.
* **Chế độ tự động:** Hệ thống sẽ tự động tưới khi độ ẩm đất xuống dưới mức cài đặt (ví dụ: <30%) và duy trì hoạt động trong khoảng thời gian định sẵn (ví dụ: 5 giây).

**4. Phần cứng & Kết nối**

**4.1 Thành phần chính**

* **Vi điều khiển ESP8266**
* **Cảm biến độ ẩm đất** (kết nối cổng Analog A0)
* **Cảm biến DHT11** (kết nối cổng Digital D3)
* **Cảm biến ánh sáng** (kết nối cổng Digital D4)
* **Máy bơm nước (qua module rơ-le)** (kết nối cổng Digital D5)
* **Màn hình LCD I2C** (kết nối với các chân SDA, SCL)

**4.2 Sơ đồ kết nối**

* **Cảm biến độ ẩm đất →** Analog A0
* **Cảm biến DHT11 →** Digital D3
* **Cảm biến ánh sáng →** Digital D4
* **Rơ-le điều khiển máy bơm →** Digital D5
* **Màn hình LCD I2C →** Cổng SDA/SCL

**5. Phần mềm & Lập trình**

Dự án sử dụng ngôn ngữ lập trình **C++ (Arduino)** với các thư viện sau:

* **ESP8266WiFi & ESP8266WebServer:** Kết nối WiFi và tạo server điều khiển từ xa.
* **LiquidCrystal\_I2C:** Điều khiển màn hình LCD.
* **DHT:** Giao tiếp với cảm biến nhiệt độ DHT11.

**5.1 Chức năng chính**

1. **Đọc dữ liệu cảm biến:**
   * Hàm updateSensorData() đọc độ ẩm đất, nhiệt độ, độ ẩm không khí và ánh sáng.
   * Dữ liệu được cập nhật liên tục lên LCD và trang web.
2. **Giao diện web điều khiển:**
   * Trang chính (handleRoot()) hiển thị dữ liệu cảm biến được thiết kế bằng HTML, Bootstrap và Font Awesome với giao diện hiện đại, thân thiện.
3. **Điều khiển từ xa:**
   * **/pump:** Xử lý lệnh bật/tắt máy bơm bằng tay.
   * **/auto:** Kích hoạt hoặc tắt chế độ tưới tự động.
4. **Lập lịch tưới tự động:**
   * Nếu độ ẩm đất <30%, hệ thống tự động bật máy bơm trong 5 giây rồi tự tắt.
   * Dữ liệu cảm biến được cập nhật mỗi 2 giây bằng cách sử dụng hàm millis(), giúp hệ thống luôn phản hồi kịp thời mà không làm gián đoạn hoạt động của web server.

**5.2 Cấu trúc chương trình**

* **Khởi tạo hệ thống:** Kết nối WiFi, khởi tạo LCD, cảm biến, và web server.
* **Vòng lặp chính:**
  + Cập nhật dữ liệu cảm biến.
  + Kiểm tra và kích hoạt máy bơm nếu chế độ tự động đang bật.
  + Xử lý các yêu cầu từ web server.
* **Xử lý yêu cầu web:**
  + handleRoot(): Trả về trang HTML hiển thị dữ liệu cảm biến và trạng thái hệ thống.
  + handlePump(): Xử lý lệnh bật/tắt máy bơm.
  + handleAuto(): Xử lý lệnh bật/tắt chế độ tưới tự động.

**6. Vận hành hệ thống**

**6.1 Khởi động**

* Hệ thống khởi động, kết nối với WiFi, khởi động các cảm biến, bơm và màn hình LCD.
* Web server được khởi chạy, sẵn sàng nhận lệnh điều khiển từ xa.

**6.2 Giám sát dữ liệu**

* **Trên màn hình LCD:** Hiển thị nhiệt độ, độ ẩm không khí, độ ẩm đất và trạng thái ánh sáng.
* **Trên giao diện web:** Dữ liệu cảm biến được cập nhật mỗi 2 giây để phản ánh tình trạng thực tế.

**6.3 Điều khiển**

* **Thủ công:** Người dùng có thể bật/tắt máy bơm bằng nút điều khiển trên giao diện web.
* **Tự động:** Khi độ ẩm đất thấp, hệ thống tự động kích hoạt máy bơm trong 5 giây rồi tự động tắt.

**7. Sơ đồ thuật toán**

Sơ đồ thuật toán mô tả quy trình hoạt động của hệ thống:

1. **Khởi tạo:**
   * Kết nối WiFi, khởi tạo LCD, cảm biến và web server.
2. **Vòng lặp chính:**
   * Đọc dữ liệu từ các cảm biến (độ ẩm đất, nhiệt độ, độ ẩm không khí, ánh sáng).
   * Cập nhật dữ liệu lên LCD và giao diện web.
   * Kiểm tra trạng thái chế độ tự động:
     + Nếu tự động bật và độ ẩm đất <30% → bật máy bơm trong 5 giây.
     + Sau 5 giây → tắt máy bơm.
   * Xử lý các yêu cầu từ web server (bật/tắt máy bơm hoặc chuyển đổi chế độ tự động).
3. **Kết thúc vòng lặp:**
   * Quay lại bước đọc dữ liệu và cập nhật liên tục.

**8. Kết quả thử nghiệm**

* Hệ thống kết nối WiFi và hiển thị dữ liệu trên giao diện web thành công.
* Các cảm biến hoạt động chính xác, nhận diện được mức độ ẩm của đất và các chỉ số môi trường khác.
* Máy bơm được điều khiển đúng theo các lệnh cài đặt thủ công và tự động.
* Giao diện web trực quan, thân thiện và dễ dàng điều khiển từ xa.

**9. Kết luận & Hướng phát triển**

**9.1 Kết luận**

Hệ thống tưới thông minh là một giải pháp hiệu quả cho việc chăm sóc cây cảnh trong môi trường nội thất, văn phòng hoặc nơi làm việc. Dự án giúp tự động hóa quá trình tưới nước, tiết kiệm tài nguyên và cho phép người dùng giám sát, điều khiển từ xa. Hệ thống không chỉ đáp ứng nhu cầu cơ bản của việc chăm sóc cây mà còn mở ra tiềm năng mở rộng, tích hợp thêm các cảm biến và chức năng thông minh khác để nâng cao hiệu suất và độ tin cậy.

**9.2 Hướng phát triển**

* **Thêm cảm biến mới:** Tích hợp cảm biến pH, cảm biến dinh dưỡng đất để đánh giá đầy đủ hơn về sức khỏe cây trồng.
* **Ứng dụng di động:** Phát triển ứng dụng Android/iOS giúp điều khiển và nhận thông báo nhanh chóng hơn.
* **Lưu trữ dữ liệu trên đám mây:** Ghi lại lịch sử dữ liệu (độ ẩm, nhiệt độ) để phân tích xu hướng và tối ưu hóa quy trình tưới.
* **Nâng cao độ tin cậy:** Cải tiến thuật toán điều khiển, bổ sung cơ chế dự phòng khi mất kết nối mạng để hệ thống hoạt động ổn định hơn.

**10. Tài liệu tham khảo (References)**

1. TS. Nguyễn Chí Nhân, “Bài giảng: Phát triển ứng dụng Internet vạn vật - Internet of Things (IoT)”, Bộ môn Vật lý Điện tử, Khoa Vật lý-Vật lý Kỹ thuật, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG TP.HCM.
2. Video hướng dẫn: <https://www.youtube.com/watch?v=TiKZPfPyTbw&t=702s>
3. Hướng dẫn sử dụng cảm biến và module: <https://arduinokit.vn/cam-bien-do-am-he-thong-tuoi-tu-dong-su-dung-arduino/>

Bạn có thể sao chép nội dung này và dán vào tài liệu Word của bạn. Nếu cần thêm chỉnh sửa hoặc bổ sung, hãy cho tôi biết!