

ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
TRƯỜNG CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG



BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN
IoT VÀ ỨNG DỤNG

Tên đề tài: Hệ thống tưới cây thông minh

Nhóm: 3

Mã lớp học: 162317

Giảng viên hướng dẫn: Thầy Lê Bá Vui

Danh sách sinh viên:
Lê Hồng Sáng - 20225154
Hoàng Khắc Tiến - 20225414
Tạ Minh Quân - 20225386
Nguyễn Trần Nam Khánh -
20225344

HÀ NỘI, 1/7/2025

Mục lục

Chương 1: MÔ TẢ YÊU CẦU BÀI TOÁN	3
1.1. Mục tiêu hệ thống.....	3
1.2. Tổng quan hệ thống IoT	3
1.2.1. ESP8266	3
1.2.2. Tổng quan cảm biến đo độ ẩm đất TH-50K và cảm biến nhiệt độ-độ ẩm DHT11.....	5
1.3. Yêu cầu chức năng	6
Chương 2: Phân tích thiết kế	8
2.1. Sơ đồ hệ thống	8
2.2. Sơ đồ Use case.....	11
2.2.1 Sơ đồ usecase tổng quan	11
2.2.2. Sơ đồ phân rã usecase.....	11
2.3. Đặc tả Use case	14
2.3.1. Quản lý tài khoản.....	14
2.3.2. Quản lý cây	15
2.3.3. Quản lý vườn	18
2.3.4. Xem dữ liệu cảm biến	22
2.3.5. Quản lý tưới cây	22
2.4. Sơ đồ tuần tự	28
2.4.1. Tạo vườn	28
2.4.2. Tìm kiếm cây	29
2.4.3. kết nối EspDevice	29
2.4.4	30
2.4.5. Tưới cây theo lịch.....	30
2.4.6. Tưới cây theo ngưỡng độ ẩm đất	31
2.5. Thiết kế sơ đồ database	31
2.5. Thiết kế giao diện	33
Chương 3. Xây dựng hệ thống	35
3.1. Công nghệ sử dụng.....	35
3.1.1 Vi điều khiển.....	35
3.1.2. BackEnd.....	36
3.1.3. App	36
3.1.3 Web.....	36
3.2. Triển khai hệ thống.....	37
3.2.1 Kiến trúc hệ thống.....	37
3.2.2. Luồng hoạt động	37

Chương 4. Phân công nhiệm vụ.....	37
Chương 5. Source code, sản phẩm.....	38
5.1. Source code:.....	38
5.2. Video demo:.....	38
Chương 6. Kết luận và hướng phát triển.....	38
6.1. Kết luận.....	38
6.2. Hạn chế	38
6.3. Hướng phát triển.....	39

Chương 1: MÔ TẢ YÊU CẦU BÀI TOÁN

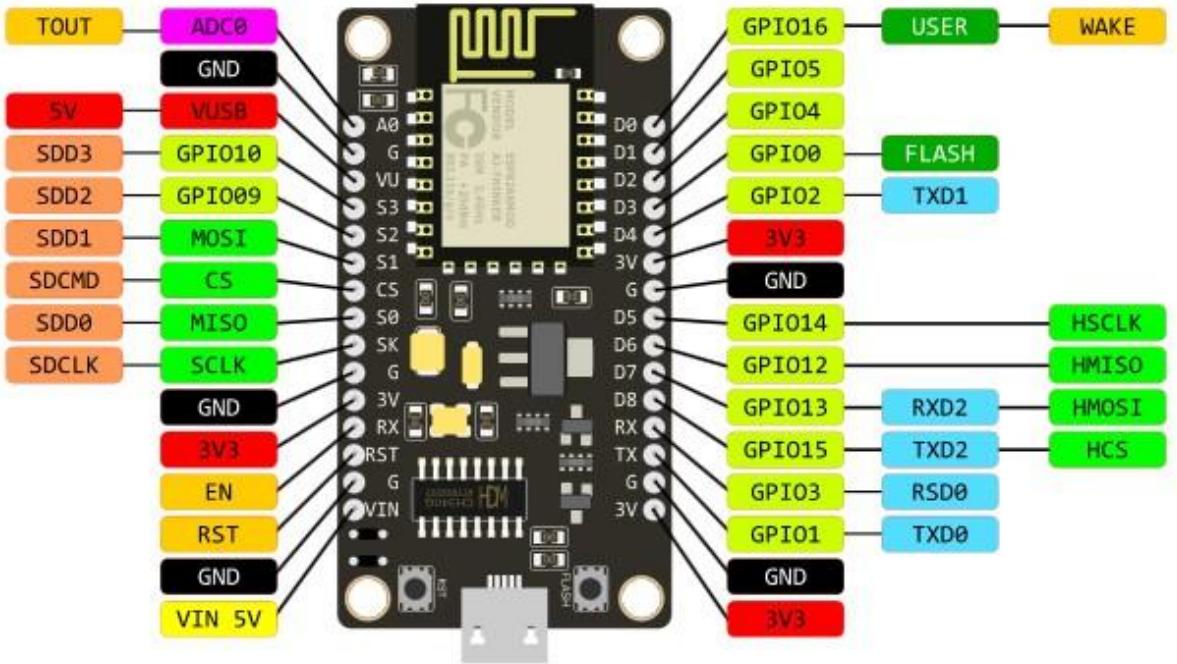
1.1. Mục tiêu hệ thống

- Xây dựng mô hình “Vườn cây thông minh” có khả năng giám sát và điều khiển tự động các yếu tố môi trường như độ ẩm đất, nhiệt độ và độ ẩm không khí, nhằm tối ưu hóa quá trình chăm sóc và phát triển cây trồng.
- Hệ thống kết hợp sử dụng vi điều khiển ESP8266 với các cảm biến môi trường để thu thập dữ liệu và điều khiển thiết bị tưới tiêu tự động. Dữ liệu được truyền và đồng bộ thời gian thực thông qua giao thức MQTT và Broker HiveMQ, giúp người dùng theo dõi, điều khiển và quản lý vườn cây từ xa một cách hiệu quả.

1.2. Tổng quan hệ thống IoT

1.2.1. NodeMCU ESP8266 (CH340)

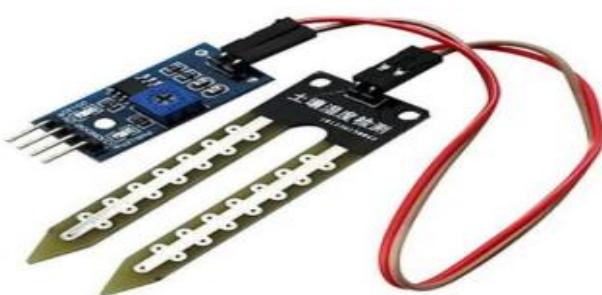
- **NodeMCU ESP8266 CH340** là kit phát triển dựa trên chip Wifi SoC ESP8266, hỗ trợ lập trình trực tiếp bằng Arduino IDE. Module cho phép kết nối Wifi để thu thập dữ liệu và điều khiển thiết bị từ xa, rất phù hợp cho các ứng dụng IoT. Kit sử dụng chip giao tiếp USB–UART **CH340**, cần cài driver khi kết nối với máy tính.



NodeMCU ESP8266 (CH340)

1.2.2. Tổng quan cảm biến đo độ ẩm đất TH-50K và cảm biến nhiệt độ-độ ẩm DHT11 và hệ thống máy bơm gồm Relay 1 kênh (5V) và Bơm chìm mini 5V

- Cảm biến độ ẩm đất TH-50K là cảm biến chuyên dùng để đo hàm lượng ẩm trong đất, hoạt động dựa trên nguyên lý thay đổi điện trở theo độ ẩm. Cảm biến cho tín hiệu ngõ ra dạng analog, dễ dàng kết nối với các vi điều khiển như Arduino hoặc ESP8266 để giám sát độ ẩm đất và điều khiển hệ thống tưới tự động.



Hình 2. Cảm biến đo độ ẩm đất TH-50K

- Cảm biến độ ẩm và nhiệt độ DHT11 Temperature Humidity Sensor là cảm biến rất thông dụng do chi phí rẻ và giao tiếp dữ liệu thông qua giao tiếp 1 wire (giao tiếp digital 1 dây truyền dữ liệu duy nhất). Bộ tiền xử lý tín hiệu tích hợp trong cảm biến giúp cho dữ liệu nhận được có độ chính xác cao.



Hình 3. Cảm biến nhiệt độ-độ ẩm DHT11

- **Relay** là thiết bị đóng cắt điện hoạt động như một công tắc điều khiển bằng tín hiệu điện áp thấp. Trong hệ thống IoT, relay cho phép vi điều khiển như **NodeMCU ESP8266** điều khiển các thiết bị công suất lớn (AC/DC) một cách an toàn thông qua tín hiệu điều khiển mức thấp. Trong hệ thống, **NodeMCU ESP8266 kích hoạt relay**, relay đóng mạch cấp điện cho **bơm chìm**, từ đó bơm hoạt động tự động theo tín hiệu điều khiển từ hệ thống IoT.

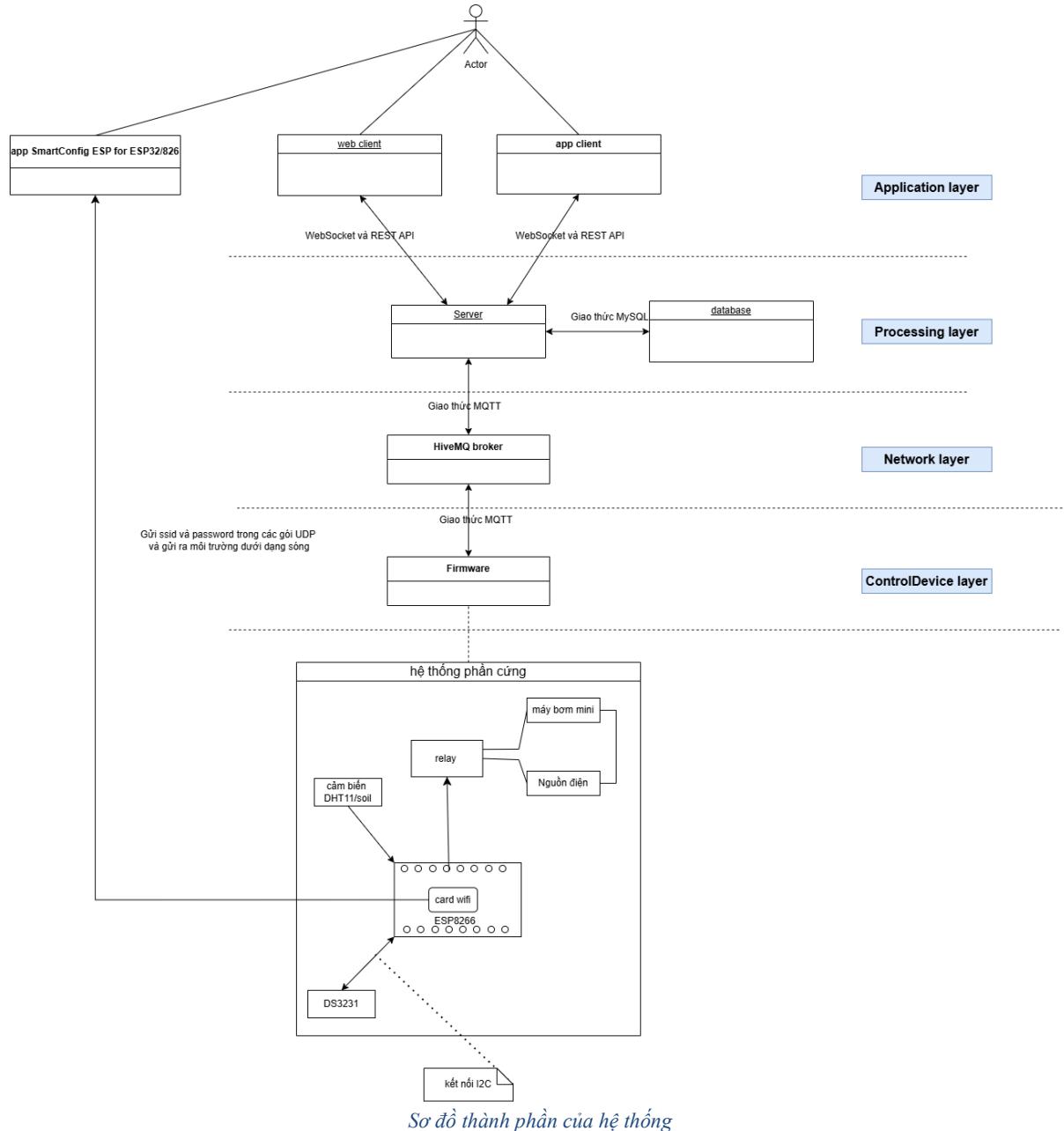


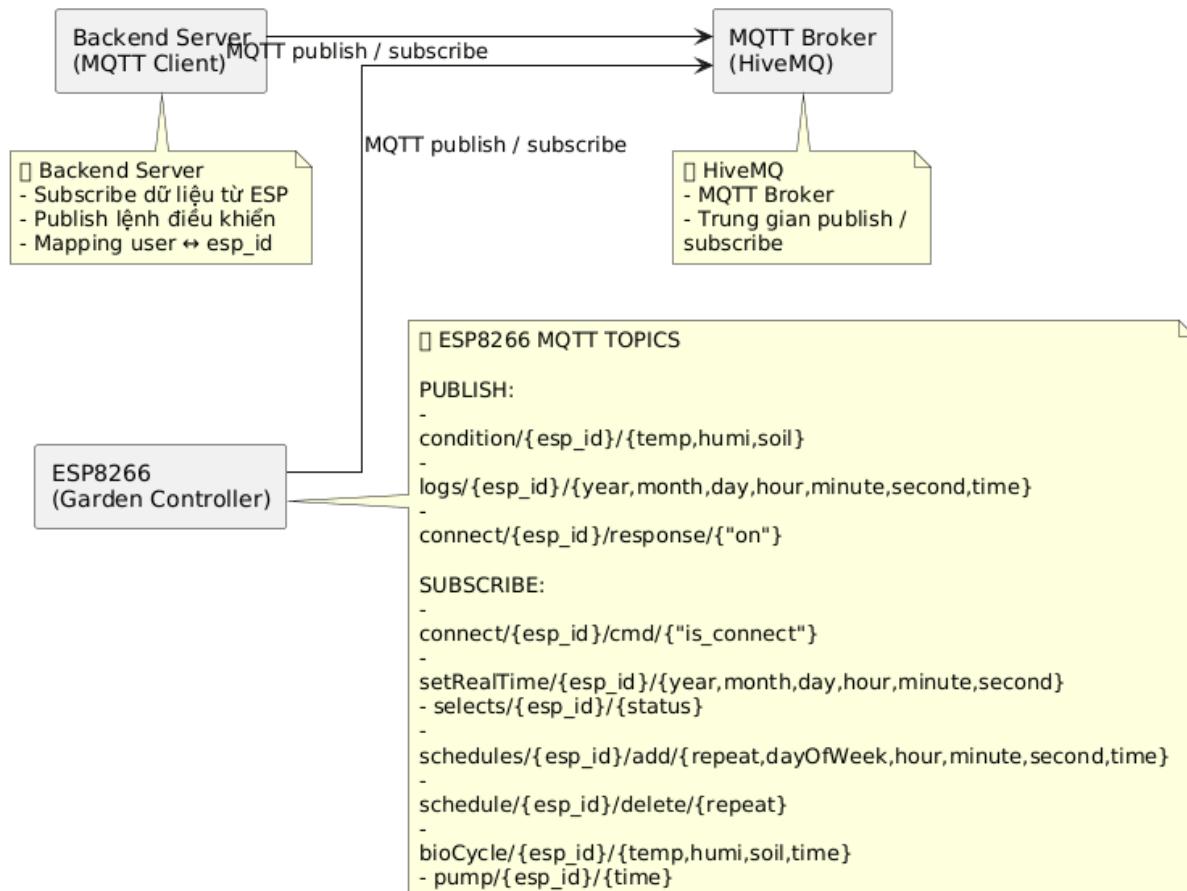
1.3. Yêu cầu chức năng

Nhóm chức năng	Mô tả cụ thể
Điều khiển thủ công (Manual control)	Bật/tắt từng van tưới trực tiếp trên app (tưới ngay lập tức).
Lập lịch tưới (Scheduling)	<ul style="list-style-type: none">- Tạo chương trình tưới (Program A/B/C).- Thiết lập thời gian bắt đầu, thời lượng tưới, và tần suất (hàng ngày, hàng tuần, ngày chẵn/lẻ).
Quản lý cảm biến	<ul style="list-style-type: none">- Bật/tắt chế độ cảm biến mưa (rain sensor).- Nếu có cảm biến dòng nước (flow sensor), người dùng có thể theo dõi trạng thái nước.
Theo dõi & lịch sử tưới	<ul style="list-style-type: none">- Xem lịch hoạt động (calendar view).- Kiểm tra vùng nào đã tưới, thời gian tưới, lỗi hệ thống.
Cấu hình vùng tưới (Zones)	<ul style="list-style-type: none">- Gán tên, ảnh hoặc vị trí cho từng vùng (VD: vườn rau, sân cỏ, chậu hoa).
Cảnh báo & thông báo	<ul style="list-style-type: none">- Nhận thông báo khi hệ thống gặp lỗi (ví dụ: cảm biến mưa kích hoạt, thiếu nước, lỗi van).

Chương 2: Phân tích thiết kế

2.1. Sơ đồ thành phần hệ thống

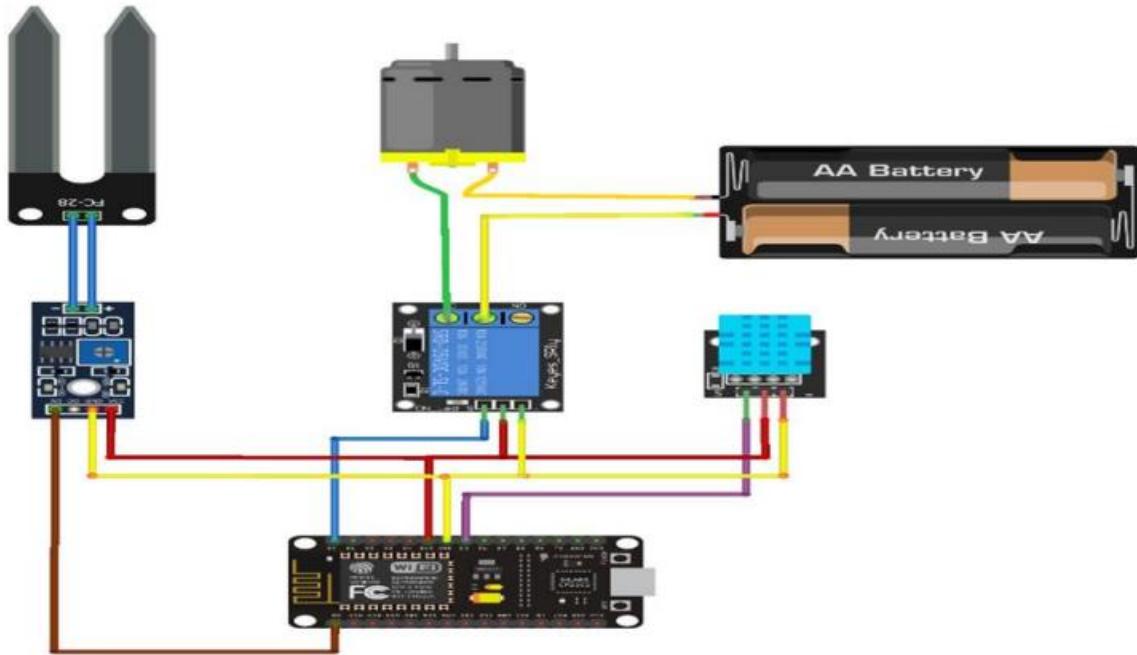




MQTT Communication Diagram

Hệ thống dùng **MQTT (HiveMQ Cloud)** làm trung gian pub/sub.

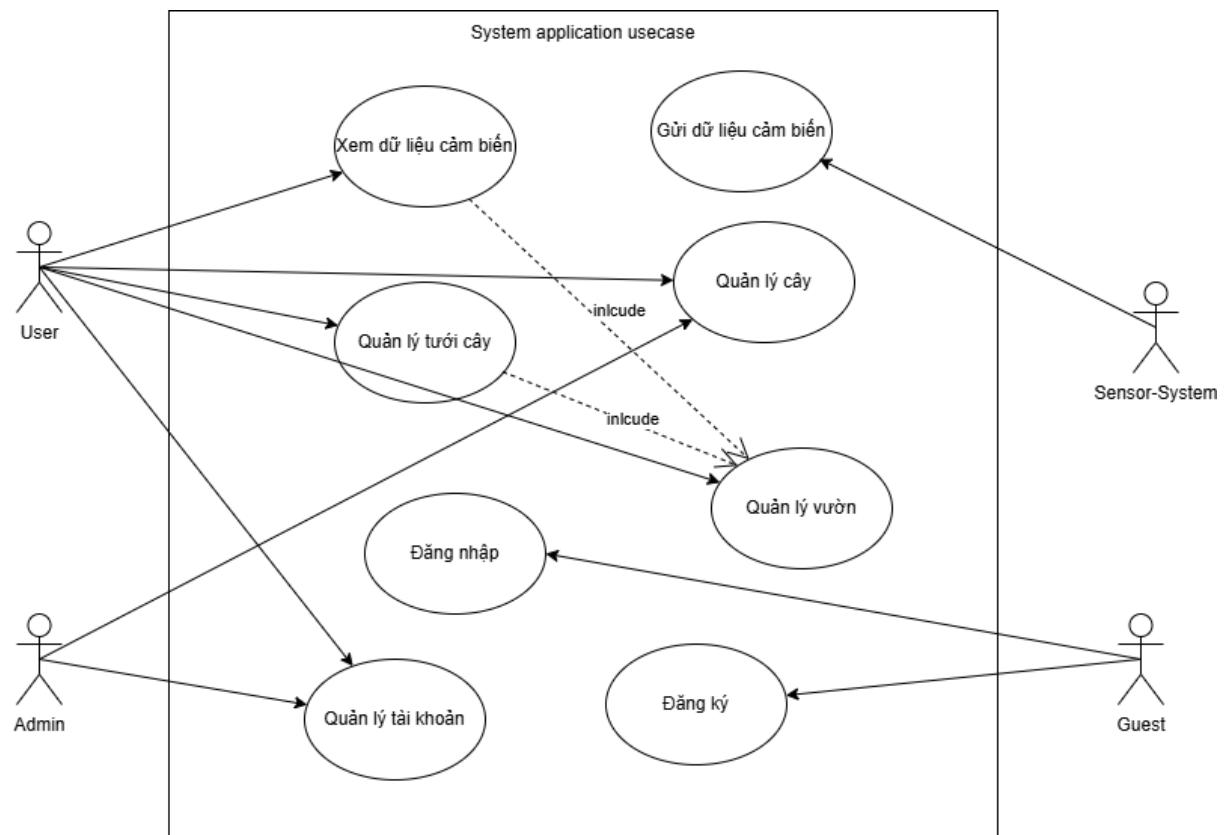
- **ESP8266** thu dữ liệu từ cảm biến và *publish* lên các topic.
- **Server (backend)** subscribe các topic đó để xử lý & lưu trữ; server cũng có thể *publish* lệnh control vào các topic để ESP8266 nhận.
- **App mobile** giao tiếp chính với **Server** qua REST API để hiển thị dữ liệu lịch sử / thực thời gian; khi người dùng bấm điều khiển, app gửi lệnh tới **Server**, server sau đó *publish* lệnh qua MQTT (hoặc app có thể publish trực tiếp nếu được phép).



Hình 5: Sơ đồ kết nối mạch

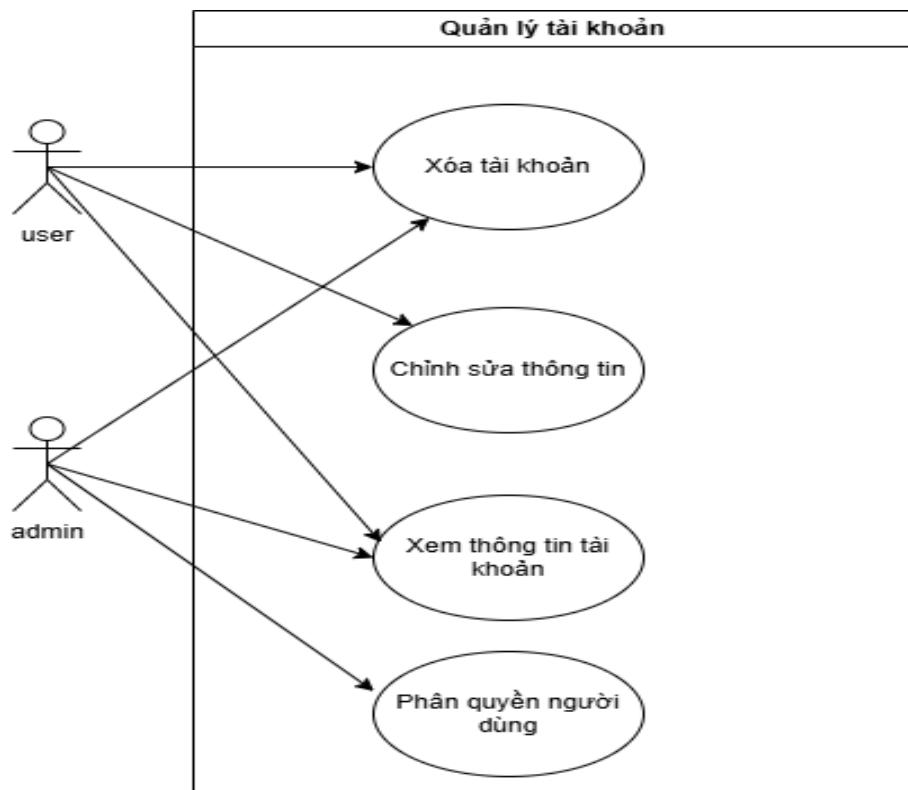
2.2. Sơ đồ Use case

2.2.1 Sơ đồ usecase tổng quan

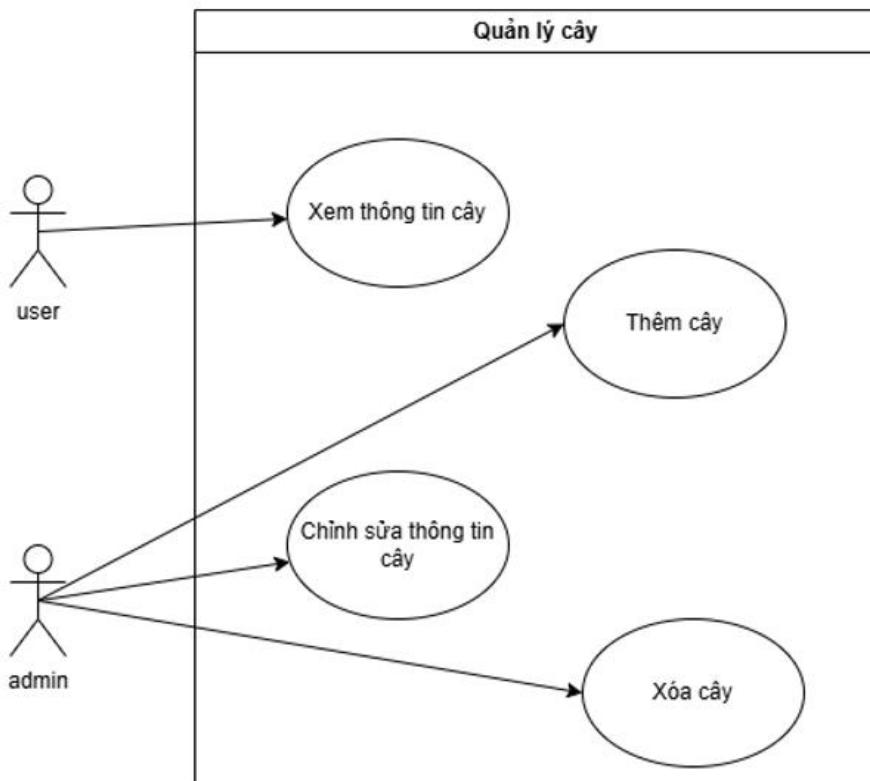


2.2.2. Sơ đồ phân rã usecase

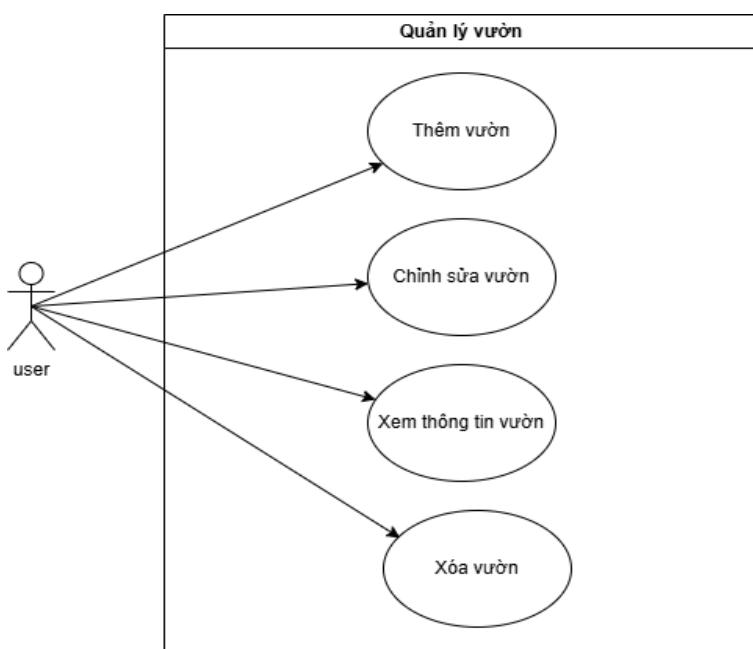
- Quản lý tài khoản



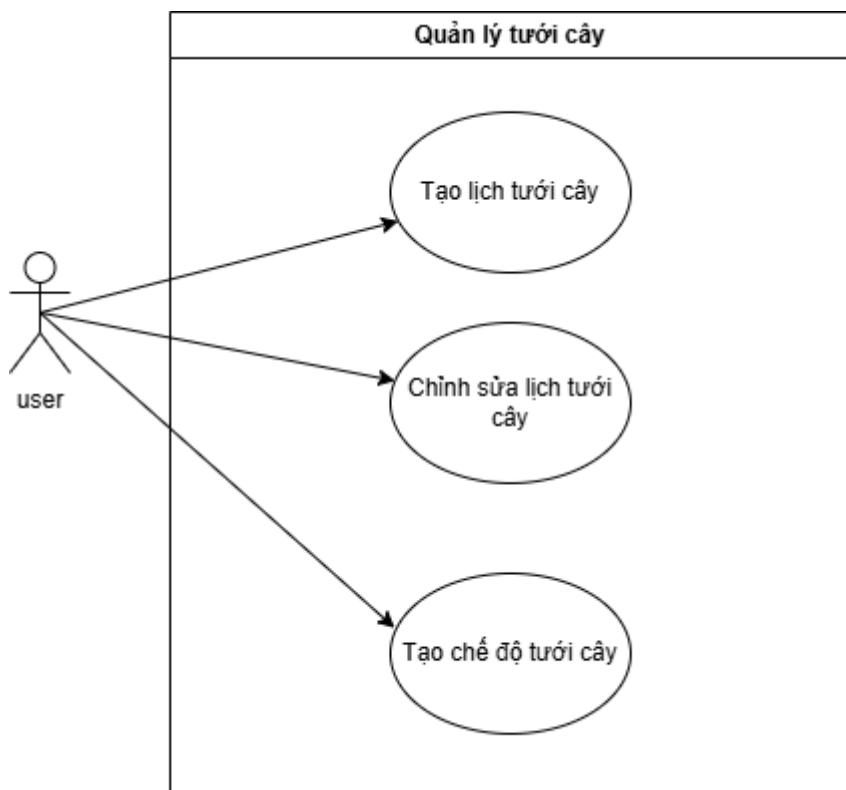
- Quản lý cây



- Quản lý vườn



- Quản lý tưới cây

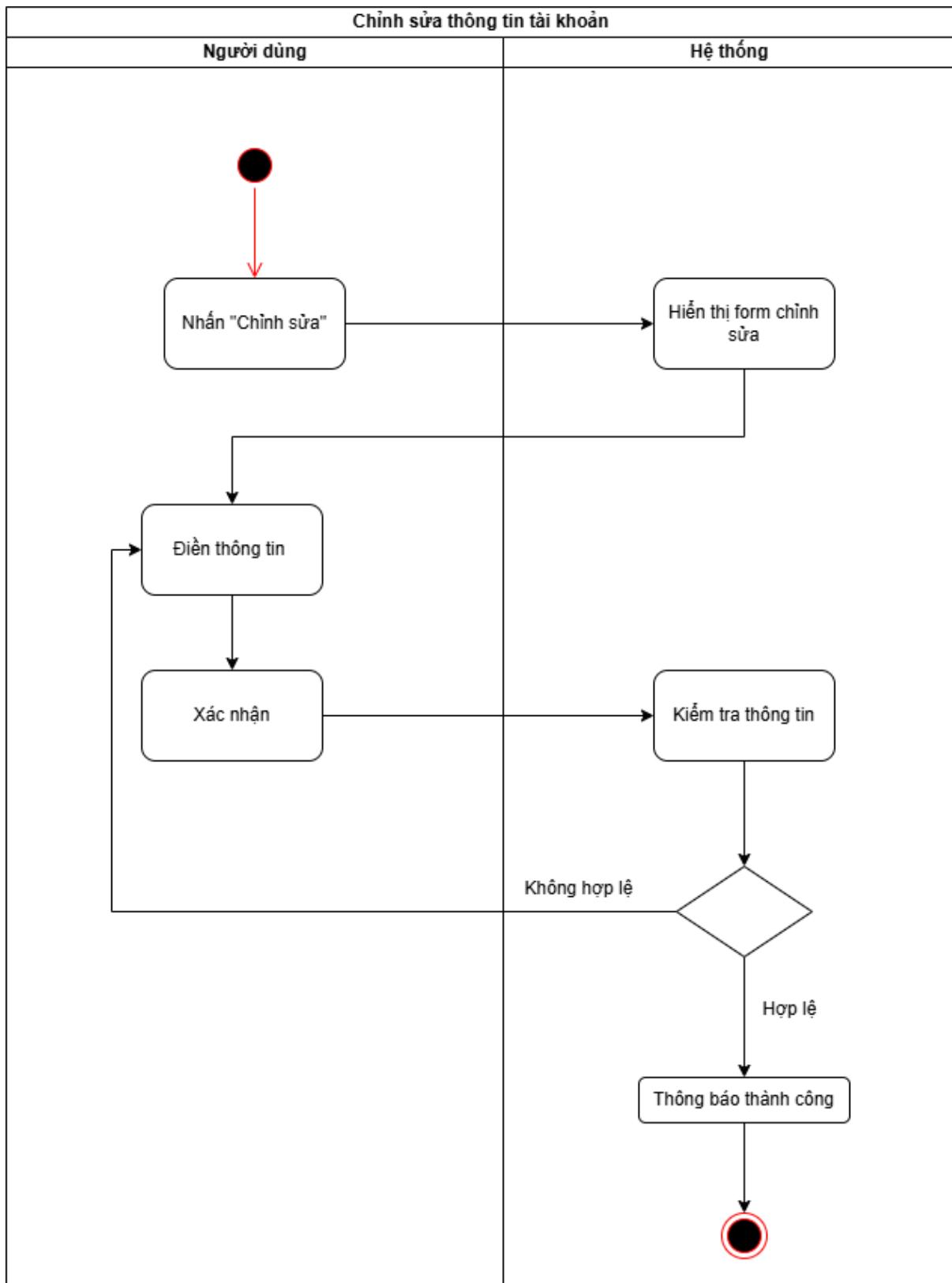


2.3. Đặc tả Use case

2.3.1. Quản lý tài khoản

Mã usecase	UC 01	Tên usecase	chỉnh sửa thông tin
Mô tả sơ lược			
Tác nhân chính	User/Admin đã đăng nhập		
Tác nhân phụ	Không có		
Tiền điều kiện	User/Admin đăng nhập thành công		
Hậu điều kiện	Hệ thống hiển thị thông tin chỉnh sửa		
Luồng sự kiện	STT	Thực hiện bởi	Hành động

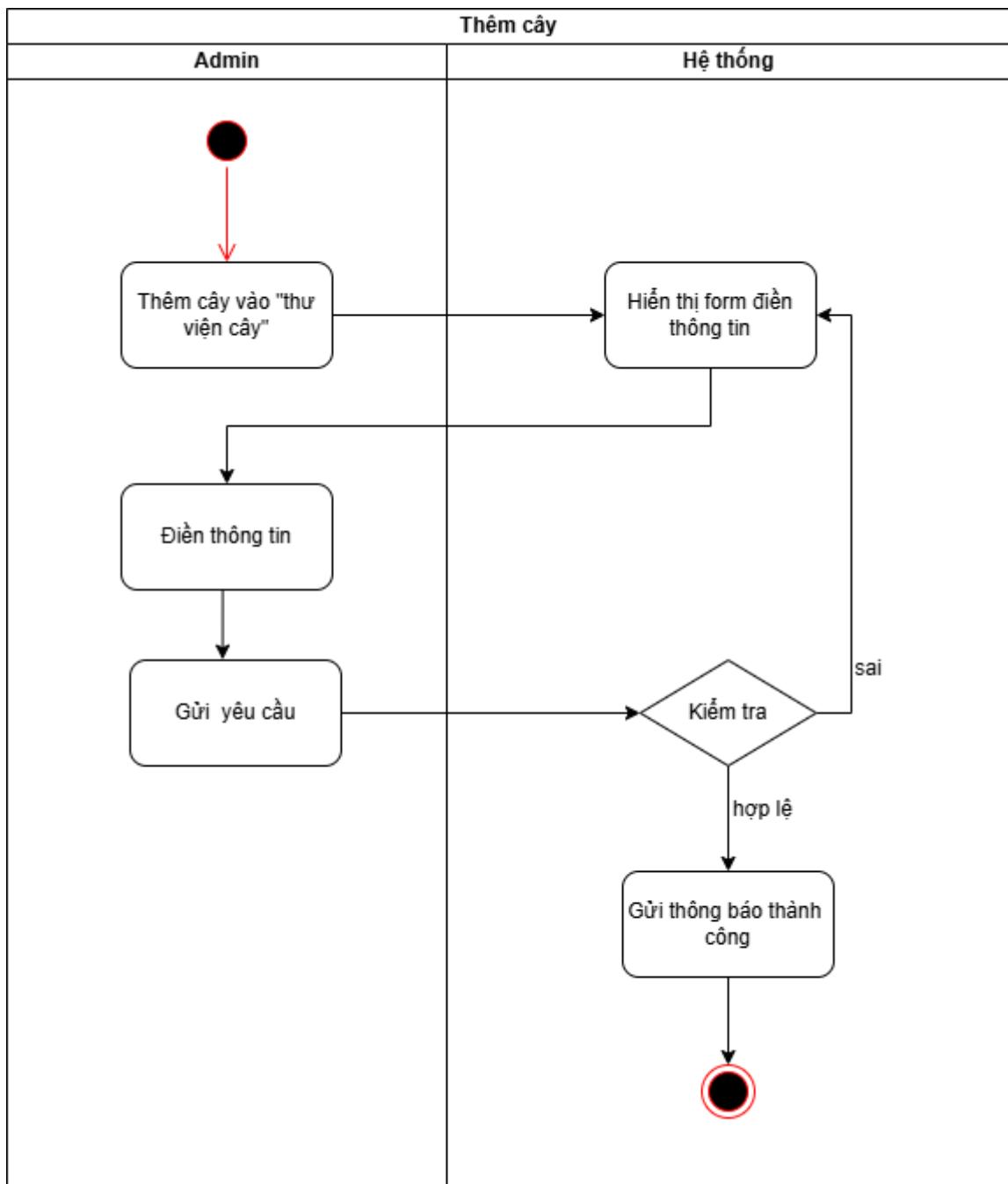
chính			
	1	User	Nhấn chỉnh sửa thông tin
	2	Hệ thống	Hiển thị form chỉnh sửa thông tin
	3	User	Điền thông tin vào form
	4	User	Gửi yêu cầu
	5	Hệ thống	Kiểm tra thông tin
	6	Hệ thống	Hiển thị thành công
Luồng sự kiện thay thế	STT	Thực hiện bởi	Hành động
	6a	Hệ thống	Thông báo không hợp lệ => quay lại bước 2



2.3.2. Quản lý cây

- Tạo cây

Mã usecase	UC 02	Tên usecase	Tạo cây
Mô tả sơ lược			
Tác nhân chính	Admin đã đăng nhập		
Tác nhân phụ	Không có		
Tiền điều kiện	Admin đăng nhập thành công		
Hậu điều kiện	Hệ thống hiển thị thông tin cây vào “thư viện cây”		
Luồng sự kiện chính	STT	Thực hiện bởi	Hành động
	1	Admin	Tạo cây
	2	Hệ thống	Hiển thị form (Tên cây, nhiệt độ, độ ẩm thích hợp, mô tả,...)
	3	Admin	Điền thông tin vào form
	4	Admin	Gửi yêu cầu
	5	Hệ thống	Kiểm tra thông tin
	6	Hệ thống	Hiển thị thành công
Luồng sự kiện thay thế	STT	Thực hiện bởi	Hành động
	6a	Hệ thống	Thông báo không hợp lệ => quay lại bước 2



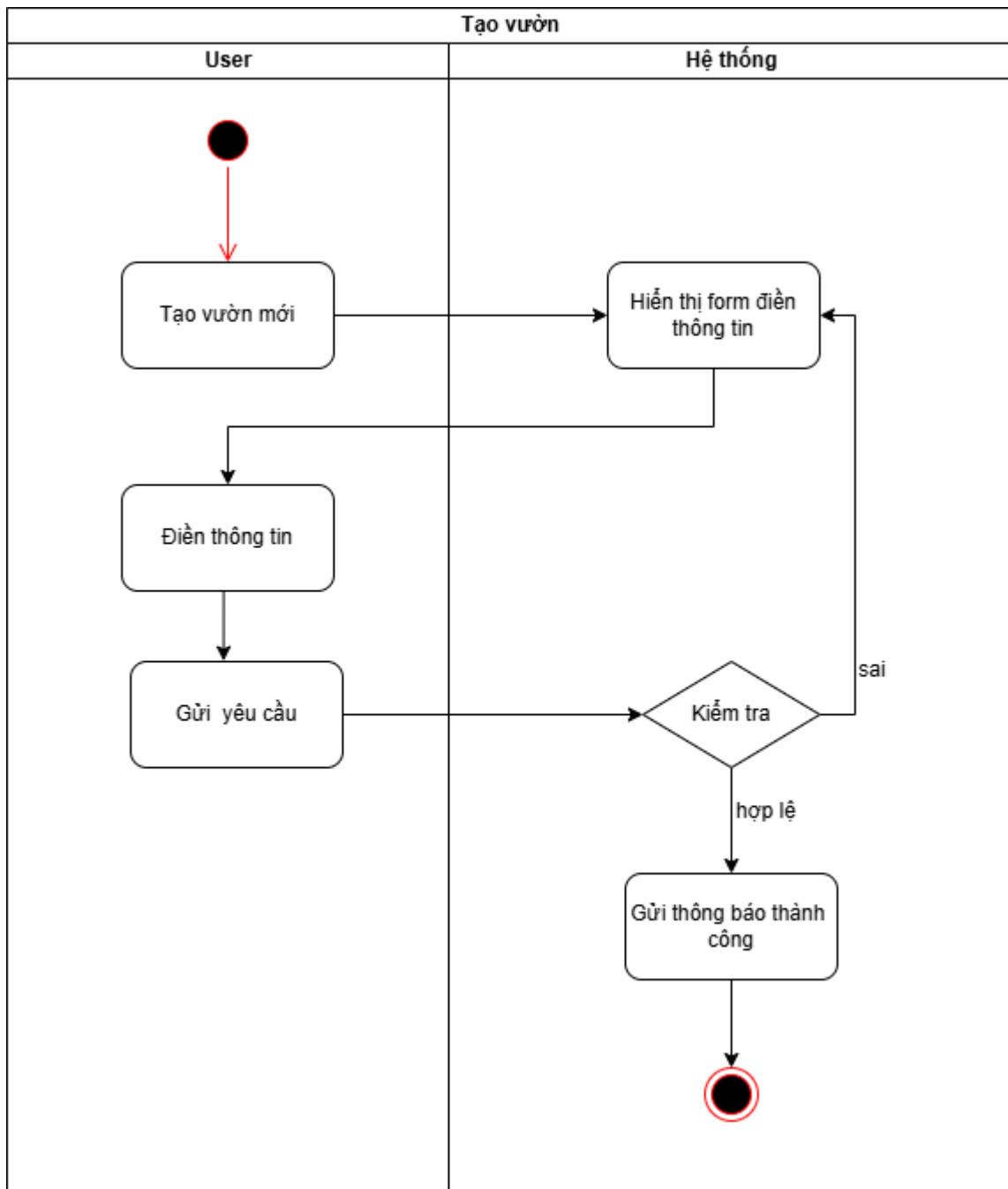
- **Chỉnh sửa thông tin cây**

Mã usecase	UC 03	Tên usecase	Chỉnh sửa thông tin cây
Mô tả sơ lược			
Tác nhân chính	Admin đã đăng nhập		
Tác nhân phụ	Không có		
Tiền điều kiện	Admin đăng nhập thành công		
Hậu điều kiện	Hệ thống hiển thị thông tin cây đã chỉnh sửa vào “thư viện cây”		
Luồng sự kiện chính	STT	Thực hiện bởi	Hành động
	1	Admin	Nhấn chỉnh sửa thông tin cây
	2	Hệ thống	Hiển thị form (Tên cây, nhiệt độ, độ ẩm thích hợp, mô tả,...)
	3	Admin	Điền thông tin vào form
	4	Admin	Gửi yêu cầu
	5	Hệ thống	Kiểm tra thông tin
	6	Hệ thống	Hiển thị thành công
Luồng sự kiện thay thế	STT	Thực hiện bởi	Hành động
	6a	Hệ thống	Thông báo không hợp lệ => quay lại bước 2

2.3.3. Quản lý vườn

- Tạo vườn

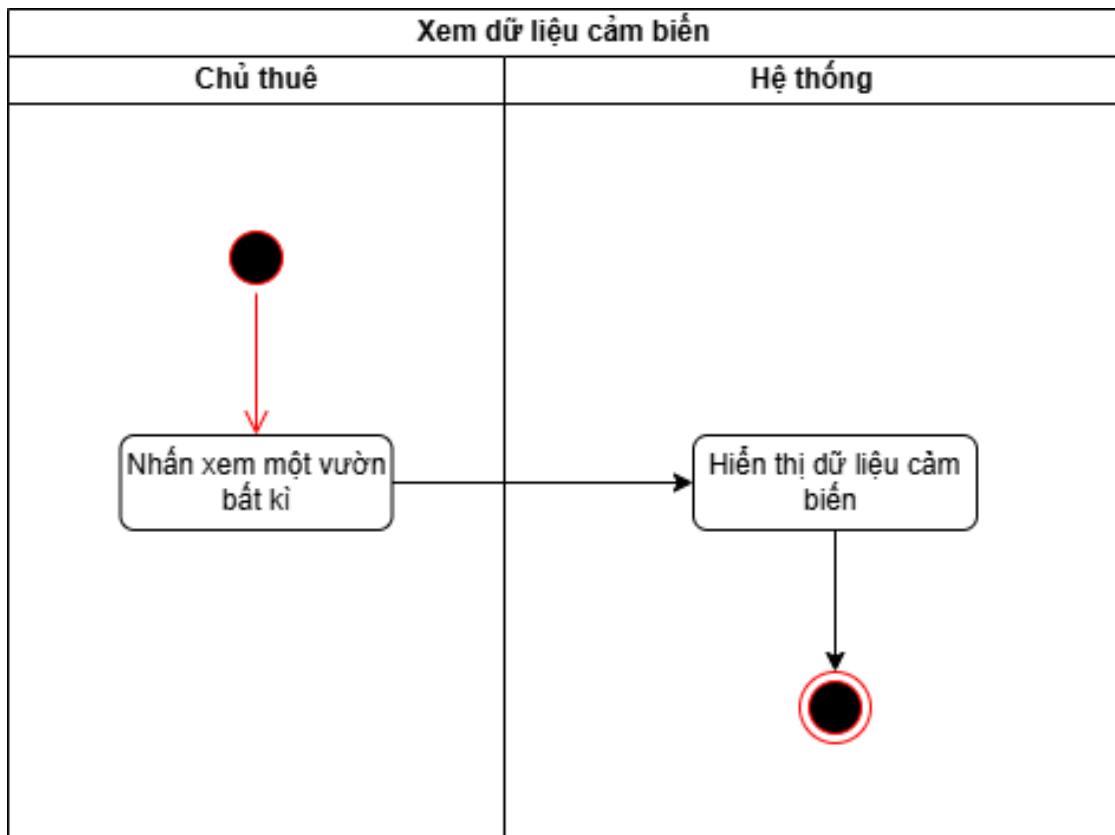
Mã usecase	UC 04	Tên usecase	Tạo vườn
Mô tả sơ lược			
Tác nhân chính	User đã đăng nhập		
Tác nhân phụ	Không có		
Tiền điều kiện	User đăng nhập thành công		
Hậu điều kiện	Hệ thống hiển thị thông tin vườn vào danh sách vườn của user		
Luồng sự kiện chính	STT	Thực hiện bởi	Hành động
	1	Admin	Tạo vườn
	2	Hệ thống	Hiển thị form (Tên vườn, id cây trồng)
	3	Admin	Điền thông tin vào form
	4	Admin	Gửi yêu cầu
	5	Hệ thống	Kiểm tra thông tin
	6	Hệ thống	Hiển thị thành công
Luồng sự kiện thay thế	STT	Thực hiện bởi	Hành động
	6a	Hệ thống	Thông báo không hợp lệ => quay lại bước 2



- Xóa vườn

Mã usecase	UC 05	Tên usecase	Xóa vườn
Mô tả sơ lược			
Tác nhân chính	User		
Tác nhân phụ	Không có		
Tiền điều kiện	User đã có tạo vườn		
Hậu điều kiện	Hệ thống hiển thị yêu cầu xóa thành công		
Luồng sự kiện chính	STT	Thực hiện bởi	Hành động
	1	User	Xóa cây
	2	Hệ thống	Hiển thị yêu cầu xác nhận
	3	User	Xác nhận
	4	Hệ thống	Hiển thị thành công
Luồng sự kiện thay thế	STT	Thực hiện bởi	Hành động

2.3.4. Xem dữ liệu cảm biến

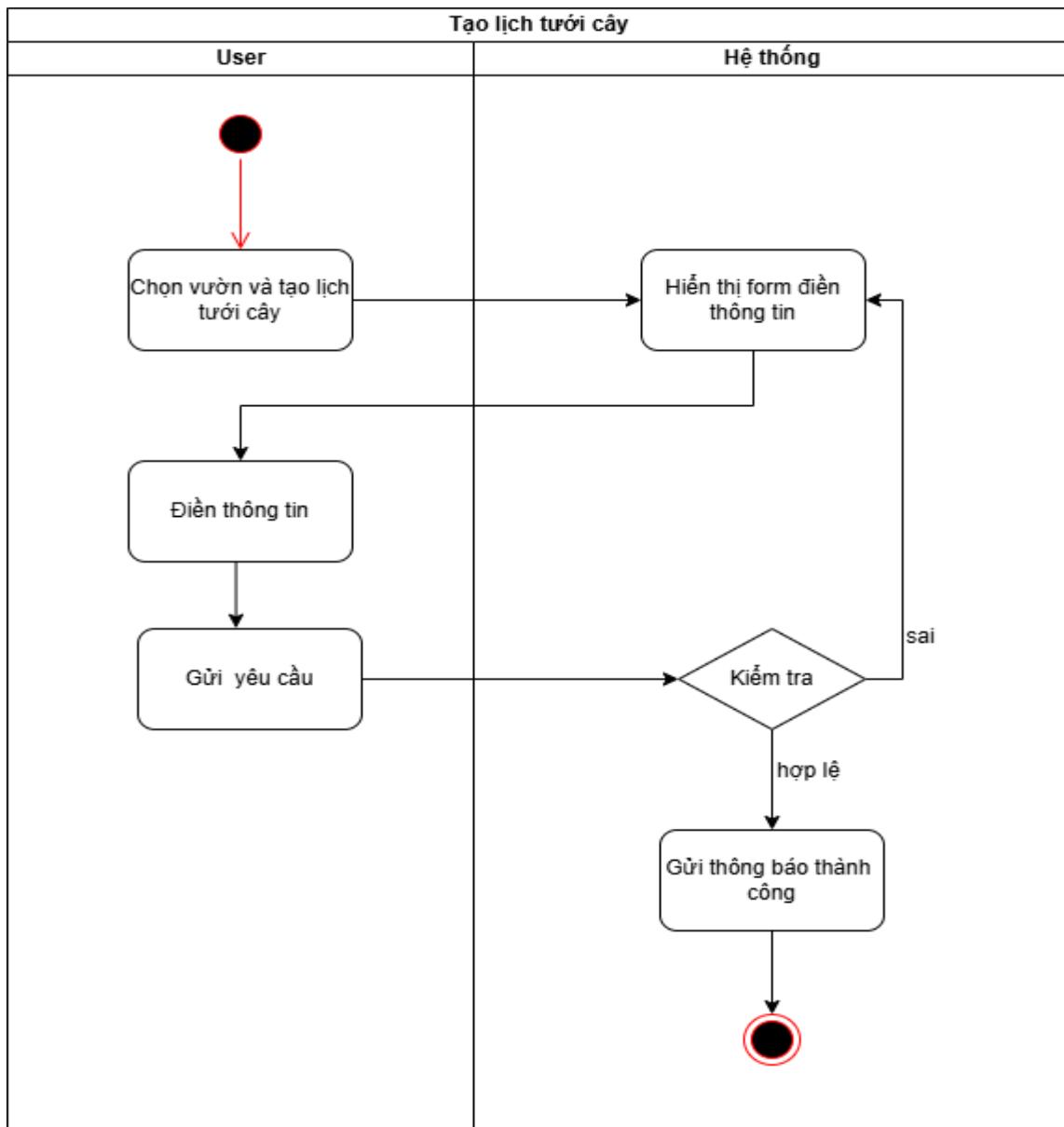


2.3.5. Quản lý tưới cây

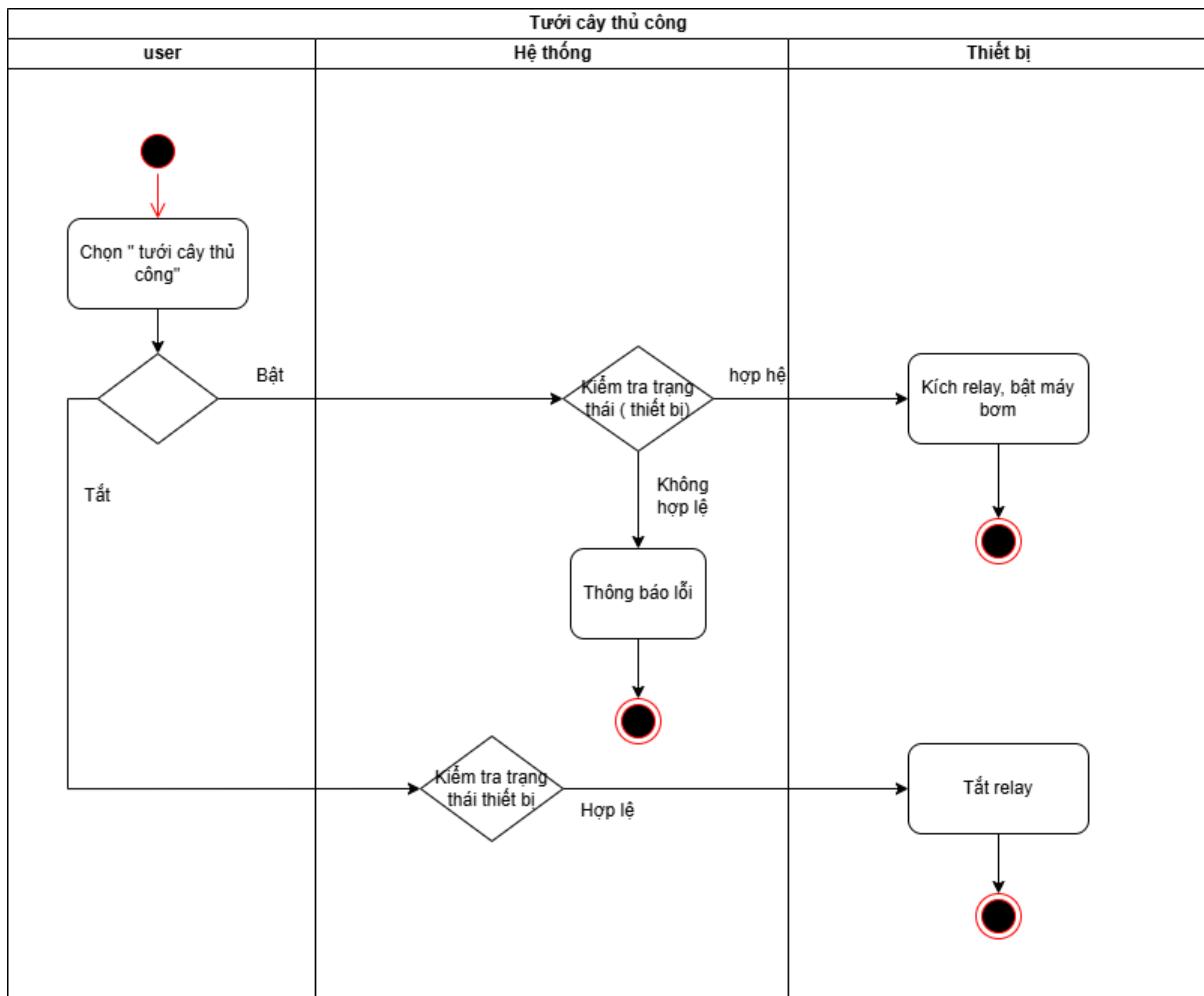
- **Tạo lịch tưới cây**

Mã usecase	UC 06	Tên usecase	Tạo lịch tưới cây
Mô tả sơ lược			
Tác nhân chính	User đã đăng nhập		
Tác nhân phụ	Không có		

Tiền điều kiện	User đã tạo vườn		
Hậu điều kiện	Hệ thống hiển thị lịch trình tưới cây trong vườn đó		
Luồng sự kiện chính	STT	Thực hiện bởi	Hành động
	1	User	Tạo lịch tưới cây
	2	Hệ thống	Hiển thị form (thời gian, cách nhau,...)
	3	User	Điền thông tin vào form
	4	User	Gửi yêu cầu
	5	Hệ thống	Kiểm tra thông tin
	6	Hệ thống	Hiển thị thành công
Luồng sự kiện thay thế	STT	Thực hiện bởi	Hành động
	6a	Hệ thống	Thông báo không hợp lệ => quay lại bước 2



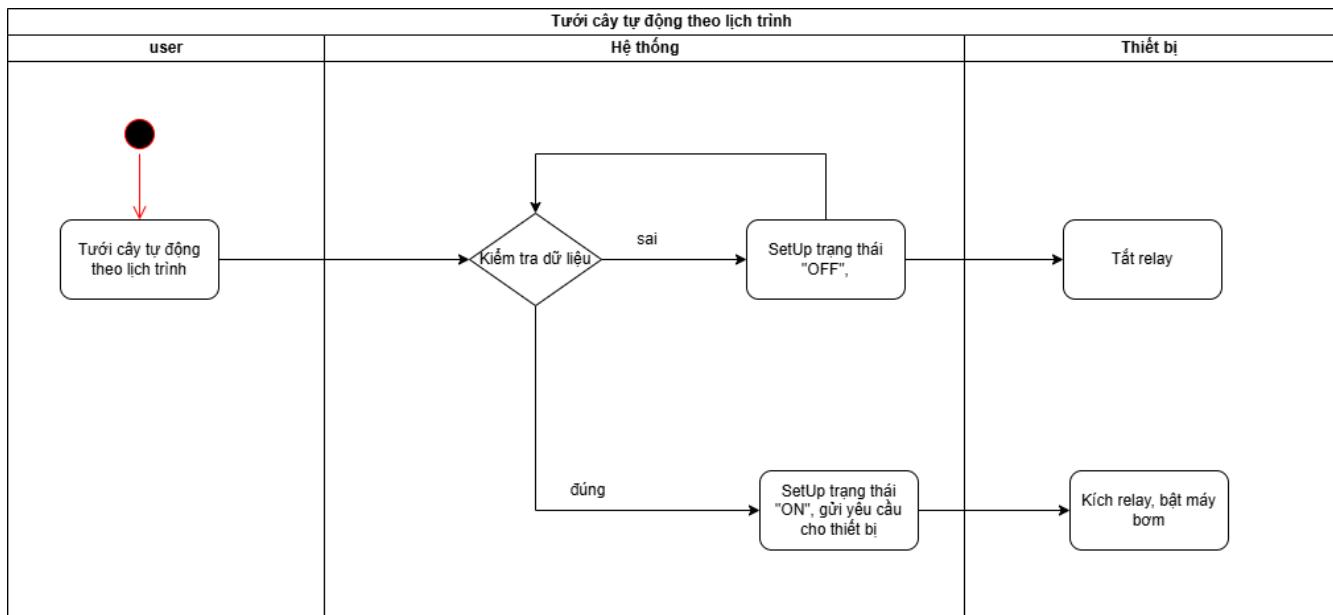
- **Tưới cây thủ công**



- **Tưới cây tự động theo lịch trình**

Mã usecase	UC 07	Tên usecase	Tưới cây tự động theo lịch trình
Mô tả sơ lược			
Tác nhân chính	User		
Tác nhân phụ	Không có		
Tiền điều kiện	User đã có tao vòron		
Hậu điều kiện	Máy bơm được bật theo thời gian chỉ định sẵn		

Luồng sự kiện chính	STT	Thực hiện bởi	Hành động
	1	User	Bật chế độ tưới tự động theo lịch trình
	2	Hệ thống	Kiểm tra lịch trình (máy giờ, trong bao nhiêu phút,...)
	3	Hệ thống	Nếu đến giờ trong lịch trình => gửi yêu cầu tới thiết bị
	4	Thiết bị	Kích relay, bật máy bơm
	5	Hệ thống	Hết thời gian tưới => gửi yêu cầu tắt máy bơm
	6	Thiết bị	Tắt relay
Luồng sự kiện thay thế	STT	Thực hiện bởi	Hành động
	3a	Hệ thống	Nếu chưa đến giờ => hệ thống ở trạng thái chờ, quay lại bước 2



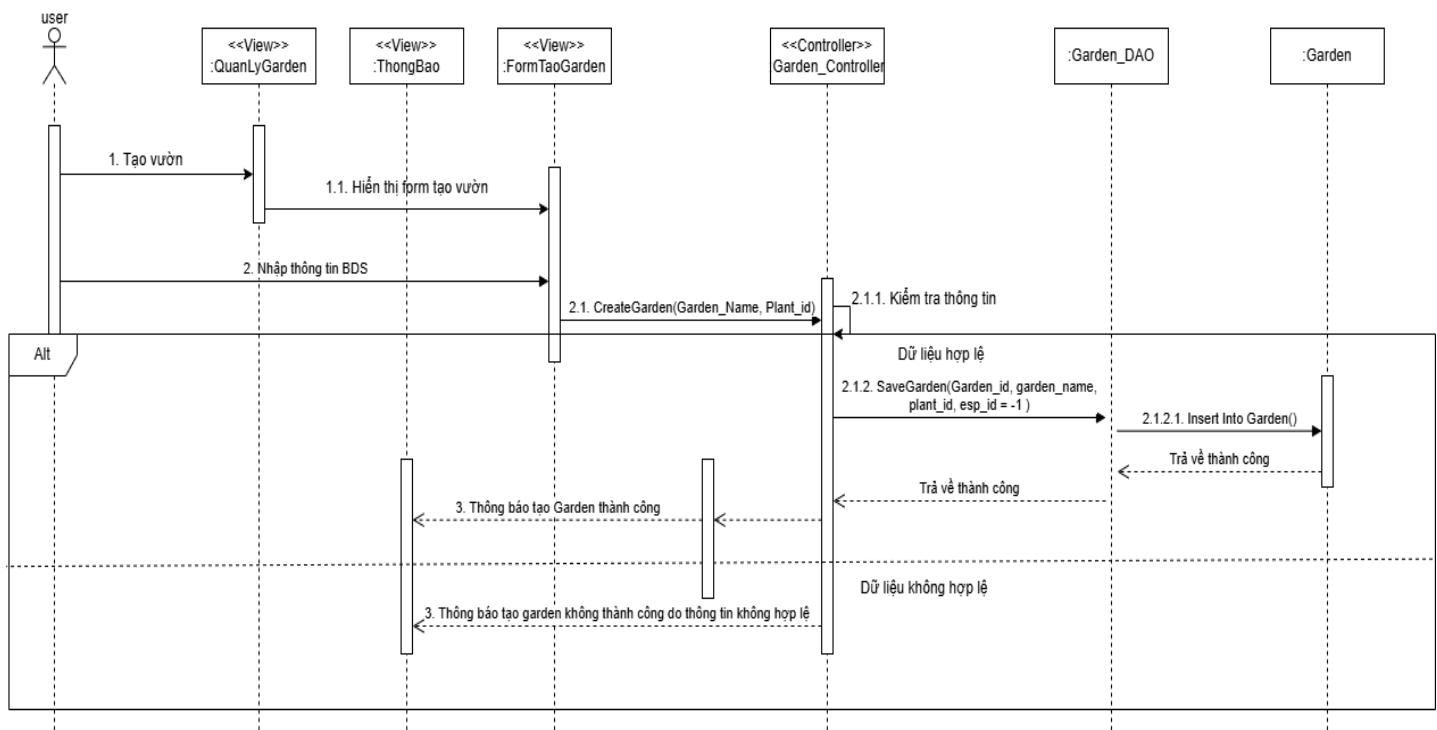
- Tưới cây tự động theo cảm biến**

Mã usecase	UC 07	Tên usecase	Tưới cây tự động theo cảm biến
Mô tả sơ lược			
Tác nhân chính	User		
Tác nhân phụ	Không có		
Tiền điều kiện	User đã có tạo vườn		
Hậu điều kiện	Máy bơm được bật khi cảm biến gửi dữ liệu vượt ngưỡng		
Luồng sự kiện chính	STT	Thực hiện bởi	Hành động
	1	User	Bật chế độ tưới tự động theo cảm biến
	2	Hệ thống	Kiểm tra điều kiện
	3	Hệ thống	Điều kiện đúng

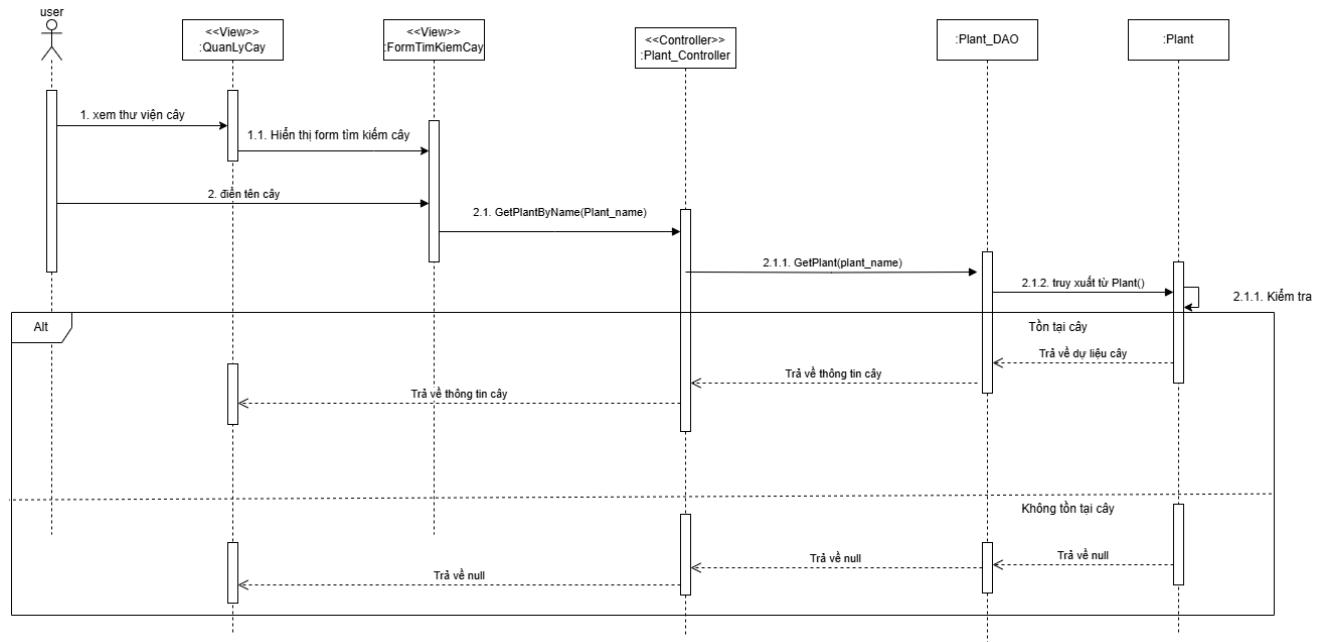
			=> Hệ thống set up trạng thái “OFF”, ở trạng thái chờ, quay lại bước 2
Luồng sự kiện thay thế	STT	Thực hiện bởi	Hành động
	3a	Hệ thống	Điều kiện sai => Hệ thống gửi yêu cầu cho thiết bị, gửi cảnh báo cho user
	4	Thiết bị	Kích relay, bật máy bơm
	5	Hệ thống	Quay lại bước 2 kiểm tra

2.4. Sơ đồ tuần tự

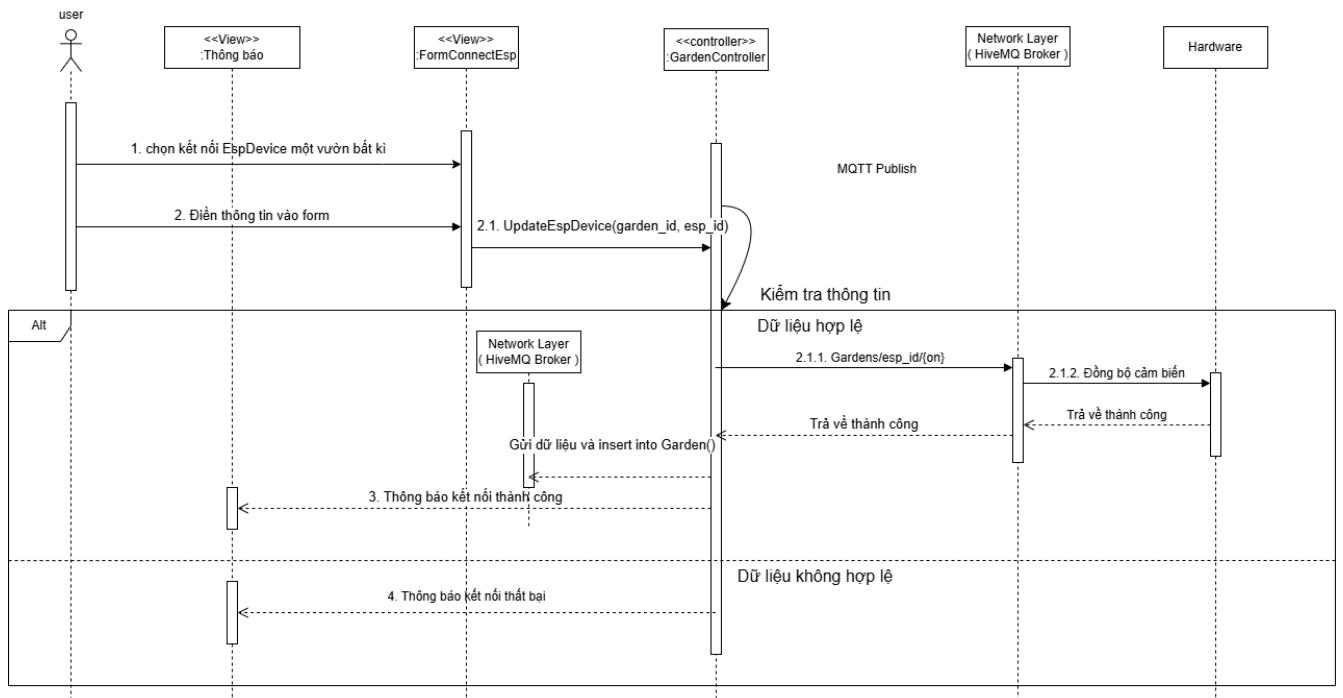
2.4.1. Tạo vườn



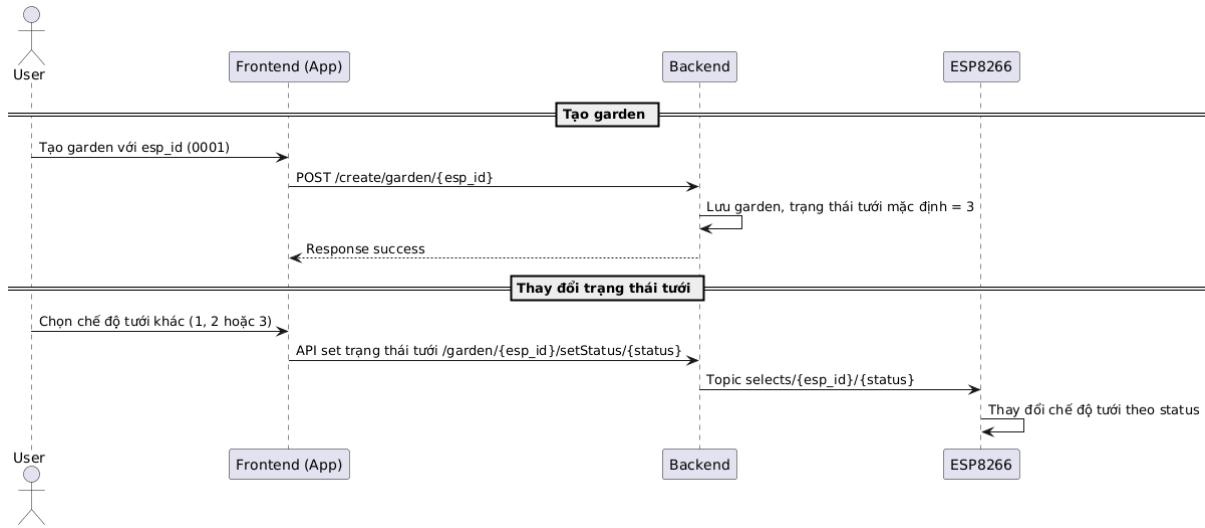
2.4.2. Tìm kiếm cây



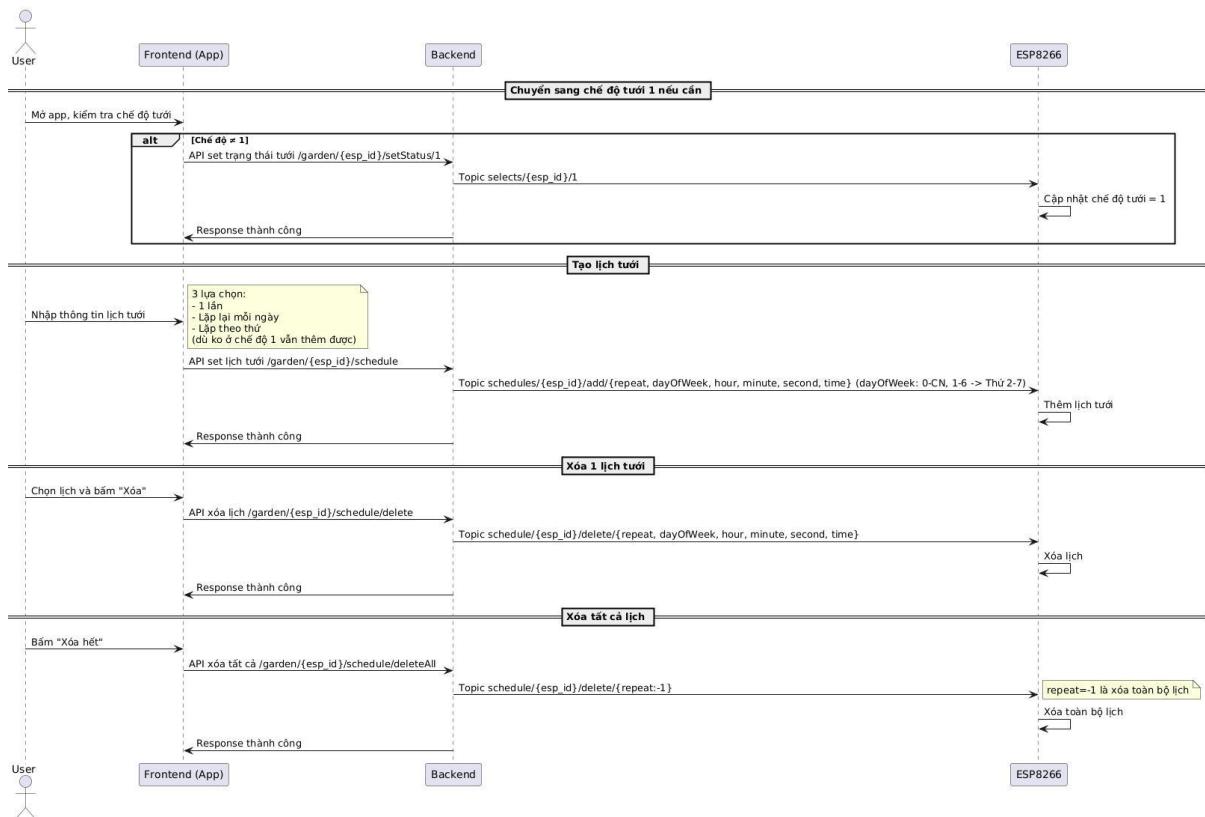
2.4.3. kết nối EspDevice



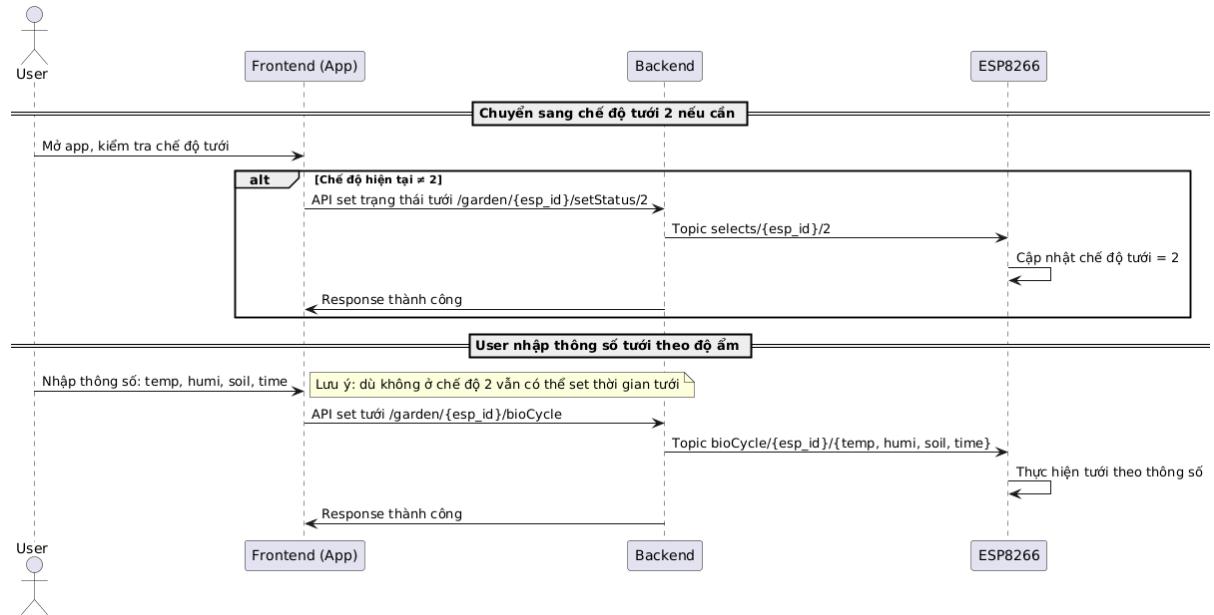
2.4.4 Thay đổi chế độ tưới cây



2.4.5. Tưới cây theo lịch

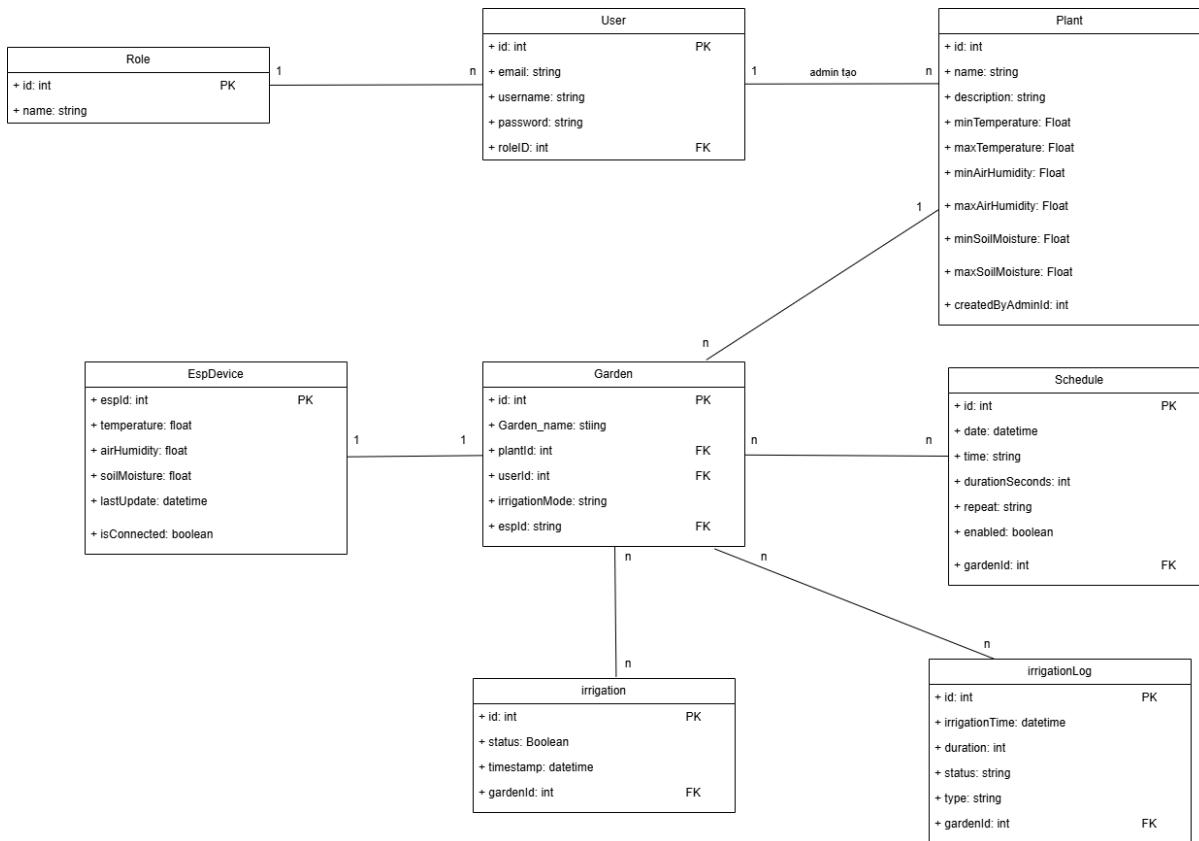


2.4.6. Tưới cây theo ngưỡng độ ẩm đất

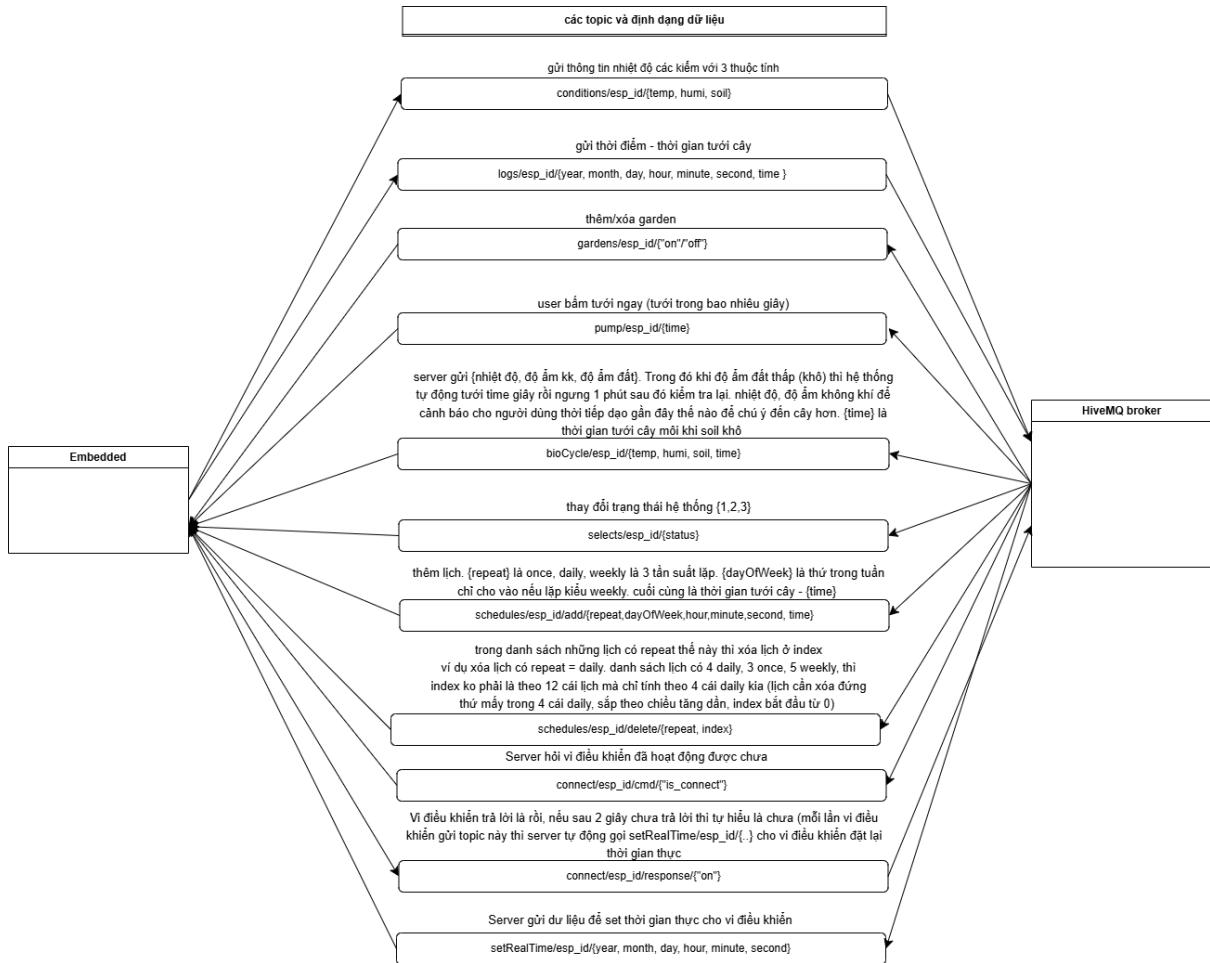


2.5. Thiết kế sơ đồ database

- Cơ sở dữ liệu

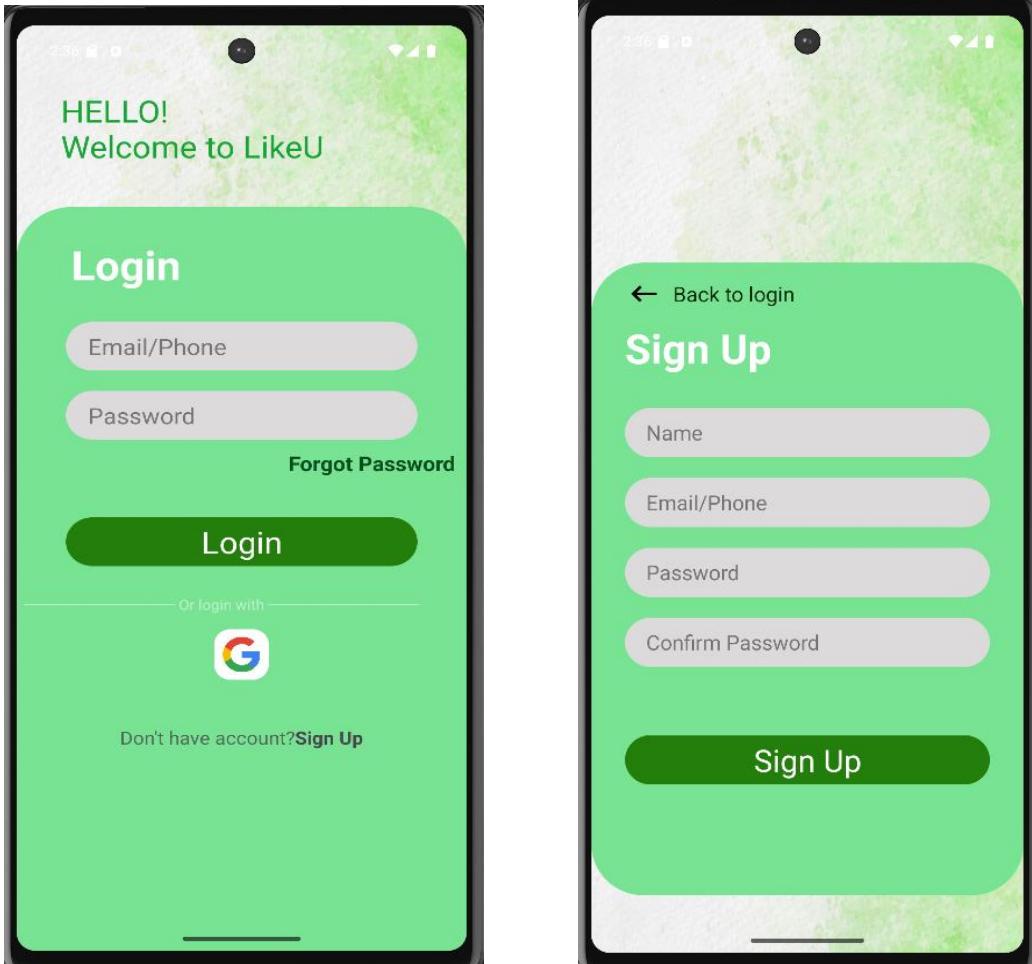


- Các topic giao tiếp



2.5. Thiết kế giao diện

- Giao diện App
Đăng nhập, đăng ký



Giao diện chính



Giao diện web
Đăng nhập đăng ký

Đăng nhập

Email

Mật khẩu

Đăng nhập

Đăng ký

Đăng ký

Email

Tên người dùng

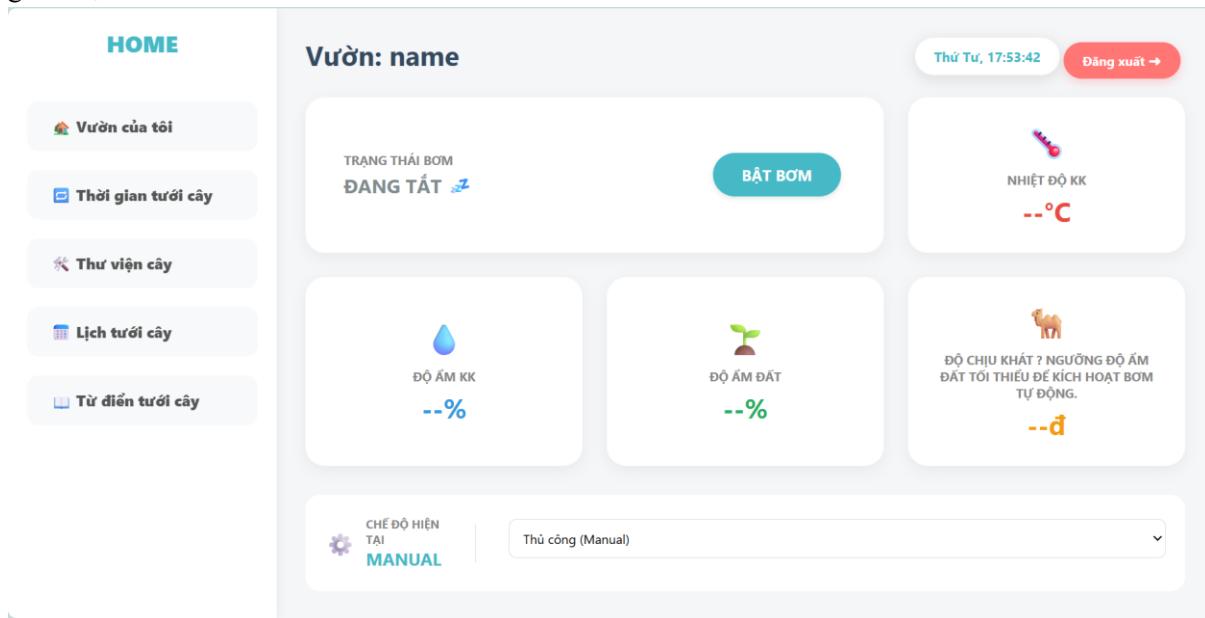
Mật khẩu

Nhập lại mật khẩu

Trở lại

Đăng ký

giao diện chính



Chương 3. Xây dựng hệ thống

3.1. Công nghệ sử dụng

3.1.1 Vi điều khiển

- ESP32
- Thu thập dữ liệu từ các cảm biến: độ ẩm đất, nhiệt độ, độ ẩm không khí.
- Kết nối Internet thông qua WiFi.
- Giao tiếp với hệ thống bằng giao thức MQTT.
- Kết nối đến MQTT Broker HiveMQ để:
 - Gửi dữ liệu cảm biến (publish).
 - Nhận lệnh điều khiển tưới nước (subscribe).
 - Điều khiển relay để bật/tắt máy bơm nước.

3.1.2. BackEnd

- Tyscript, Nest.js
- MQTT Client
- Subscribe dữ liệu từ HiveMQ.

- Publish lệnh điều khiển đến thiết bị.
- Cơ sở dữ liệu: PostgreSQL
- JWT Authentication
- Xác thực người dùng và thiết bị IoT.
- RESTful API
- Cung cấp API cho app mobile và web.
- Triển khai trên nền tảng cloud.

3.1.3. App

- Android (Kotlin)
- Hiển thị dữ liệu cảm biến theo thời gian thực.
- Điều khiển hệ thống tưới thủ công.
- Thiết lập ngưỡng tưới tự động và lịch tưới.
- Giao tiếp với backend thông qua API.

3.1.3 Web

- HTML, CSS, JavaScript, ReactJs
- Quản lý người dùng và thiết bị.
- Theo dõi dữ liệu cảm biến dạng bảng và biểu đồ.
- Cấu hình hệ thống tưới từ xa.

3.2. Triển khai hệ thống

3.2.1 Kiến trúc hệ thống

- Hệ thống được triển khai theo mô hình IoT – Client – Server, bao gồm:
- Thiết bị IoT (ESP32 + cảm biến)
- MQTT Broker HiveMQ
- Backend Server
- Ứng dụng Mobile và Web

3.2.2. Luồng hoạt động

- ESP32 thu thập dữ liệu từ các cảm biến.
- Dữ liệu được publish lên HiveMQ thông qua MQTT.
- Backend server subscribe dữ liệu từ HiveMQ và lưu vào cơ sở dữ liệu.
- Backend xử lý logic, so sánh với ngưỡng trước đã cấu hình.
- Khi thỏa điều kiện hoặc theo lệnh người dùng:
- Backend publish lệnh điều khiển lên HiveMQ.
- ESP32 nhận lệnh từ HiveMQ và điều khiển relay bật/tắt máy bơm.
- Trạng thái hệ thống được cập nhật và hiển thị trên app/web.

Chương 4. Phân công nhiệm vụ

Tên thành viên	Nhiệm vụ
Tạ Minh Quân	Lập trình vi điều khiển, kết nối thiết bị phàn cứng, thiết kế topic, kết nối hivemq, xây dựng logic bật tắt máy bơm, đồng bộ thời gian, lấy dữ liệu, xử lý lịch tưới
Hoàng Khắc Tiến	Xây dựng app kết nối backend, tạo giao diện hệ thống quản lý cây, lịch, tưới cây, bật tắt
Nguyễn Trần Nam Khánh	Xây dựng web quản lý dành cho admin, quản lý hệ thống
Lê Hồng Sáng	Xây dựng backend viết logic xử lý nghiệp vụ, kết nối server với broker hivemq, xây dựng các api cho app, web

Chương 5. Source code, sản phẩm

5.1. Source code:

https://github.com/Minh-Quan-dz123/smart_plant_monitoring_and_watering_system

5.2. Video demo:

https://drive.google.com/file/d/1NpAo0jVEN34oSrg-C1IiZOlkHXjpI85Kn/view?fbclid=IwY2xjawPLTattleHRuA2FlbQIxMABicmlkETFHS3ZiWk1EdVVwVU04MFdyc3J0YwZhHBfaWQQMjIyMDM5MTc4ODIwMDg5MgABHnxRLCOMD2UtkASuPZbH7l0Avp8QOmYEhs5BFT79BrREP-9O4IVjbrgNyz4U_aem_pmmRuarrwG1KhrcsnoKKOg

Chương 6. Kết luận và hướng phát triển

6.1. Kết luận

Trong phạm vi đề tài, nhóm đã nghiên cứu, thiết kế và xây dựng được các yêu cầu đề ra cho hệ thống tưới cây thông minh ứng dụng công nghệ IoT. Hệ thống sử dụng vi điều khiển ESP32 kết hợp với các cảm biến môi trường để thu thập dữ liệu độ ẩm đất, nhiệt độ và độ ẩm không khí.

Dữ liệu từ thiết bị được truyền tải thông qua giao thức MQTT với MQTT Broker HiveMQ, giúp đảm bảo khả năng giao tiếp nhanh, ổn định và phù hợp với các hệ thống IoT thời gian thực. Backend server thực hiện chức năng xử lý dữ liệu, lưu trữ thông tin và cung cấp các API cho ứng dụng mobile và web.

Thông qua ứng dụng Android và giao diện web, người dùng có thể:

- Theo dõi trạng thái và dữ liệu môi trường theo thời gian thực.
- Điều khiển hệ thống tưới nước từ xa.
- Thiết lập ngưỡng tưới và lịch tưới tự động.

Kết quả đạt được cho thấy hệ thống hoạt động ổn định, đáp ứng được các yêu cầu cơ bản của một hệ thống tưới cây thông minh, góp phần tiết kiệm nước, giảm công sức chăm sóc cây trồng và tăng hiệu quả quản lý.

6.2. Hạn chế

Bên cạnh các kết quả đạt được, hệ thống vẫn còn một số hạn chế:

- Phụ thuộc vào kết nối Internet, khi mạng không ổn định có thể ảnh hưởng đến khả năng điều khiển thời gian thực.
- Chưa tích hợp các thuật toán thông minh để tối ưu lượng nước tưới theo từng loại cây.
- Giao diện người dùng còn đơn giản, chưa hỗ trợ đầy đủ các chức năng phân tích dữ liệu chuyên sâu.
- Chưa có cơ chế tự động phát hiện lỗi phần cứng hoặc cảnh báo sự cố nâng cao.

6.3. Hướng phát triển

Trong thời gian tới, hệ thống có thể được mở rộng và phát triển theo các hướng sau:

- Tích hợp trí tuệ nhân tạo (AI) hoặc machine learning để dự đoán nhu cầu nước dựa trên dữ liệu lịch sử và điều kiện môi trường.
- Mở rộng hệ thống cho nhiều khu vực tưới, nhiều loại cây trồng khác nhau.
- Nâng cao tính bảo mật bằng việc áp dụng các cơ chế mã hóa và phân quyền nâng cao.
- Tích hợp thêm các cảm biến như cảm biến ánh sáng, cảm biến mưa để tăng độ chính xác trong việc tưới tự động.
- Triển khai hệ thống trên quy mô lớn như nhà kính hoặc trang trại thông minh.