

IoT Smart Farm using ESP32

IoT Smart Farm using ESP32

1. Giới thiệu

Tài liệu này được xây dựng nhằm mô tả các yêu cầu phần mềm và hệ thống cho dự án "Trạm giám sát dữ liệu nông nghiệp bằng ESP32 qua WiFi (SMART FARM)".

Mục tiêu chính là định nghĩa rõ ràng các chức năng, đặc điểm kỹ thuật, và ràng buộc của hệ thống, từ đó làm cơ sở cho việc thiết kế, lập trình, kiểm thử và triển khai.

Dự án hướng đến việc xây dựng một hệ thống thu thập và giám sát dữ liệu môi trường trong nông nghiệp theo thời gian thực. Hệ thống cho phép người dùng giám sát các thông số (nhiệt độ, độ ẩm không khí, độ ẩm đất) và điều khiển tưới tiêu tự động hoặc thủ công từ xa qua Internet (sử dụng nền tảng Blynk).

Hệ thống sẽ cung cấp các phương thức tương tác chính:

1. **Giám sát tự động:** Thu thập dữ liệu cảm biến và gửi lên nền tảng ứng dụng (Blynk).
2. **Điều khiển tự động:** Tự động bật/tắt máy bơm dựa trên ngưỡng độ ẩm đất được cài đặt.
3. **Điều khiển thủ công:** Cho phép người dùng tương tác qua các nút nhấn vật lý trên thiết bị.
4. **Cấu hình và Giám sát từ xa:** Cho phép cấu hình thiết bị qua trang web (khi ở chế độ AP) và giám sát/điều khiển qua ứng dụng Blynk.

2. Các tính năng hệ thống (Functional Requirements)

ID	Requirement Description (Mô tả Yêu cầu)
R1	Giám sát dữ liệu môi trường (Nhiệt độ, Độ ẩm không khí, Độ ẩm đất).
R2	Hiển thị dữ liệu và trạng thái (Qua màn hình OLED 1.3 inch).
R3	Điều khiển tự động và thủ công (Relay máy bơm, Nút nhấn, App Blynk).
R4	Kết nối và giao tiếp (WiFi, Web Server, Blynk, Bộ nhớ lưu trữ).
R5	Cảnh báo và hiển thị trạng thái (Còi báo Buzzer, Icon trên OLED).

R1 – Giám sát dữ liệu môi trường

IoT Smart Farm using ESP32

Hệ thống phải liên tục thu thập dữ liệu từ các cảm biến môi trường.

- **R1.1 (Nhiệt độ):** Hệ thống phải đo nhiệt độ không khí trong phạm vi 0-50°C. Dữ liệu phải được cập nhật mỗi 3 giây.
- **R1.2 (Độ ẩm không khí):** Hệ thống phải đo độ ẩm không khí trong phạm vi 20-90% RH. Dữ liệu phải được cập nhật mỗi 3 giây.
- **R1.3 (Độ ẩm đất):** Hệ thống phải đo độ ẩm đất (phạm vi 0-100%). Dữ liệu này phải được cập nhật thường xuyên mỗi 1 giây để đảm bảo việc tưới tiêu chính xác.

R2 – Hiển thị dữ liệu

Hệ thống phải cung cấp giao diện hiển thị trực quan cho người dùng ngay tại trạm.

- **R2.1 (Màn hình OLED):** Hệ thống phải hiển thị mọi thông số (nhiệt độ, độ ẩm, đất) trên màn hình OLED 1.3 inch (kích thước 128x64 pixel). Màn hình phải có khả năng lật qua lại 14 giao diện (màn hình) khác nhau để hiển thị các thông tin chi tiết.
- **R2.2 (Icon trạng thái):** Hệ thống phải hiển thị trạng thái của các chỉ số (Thấp, Phù hợp, Cao) bằng các biểu tượng (icon) trực quan, dễ hiểu.
- **R2.3 (Trạng thái kết nối):** Màn hình OLED phải hiển thị rõ ràng tình trạng kết nối WiFi, trạng thái kết nối Ứng dụng (Blynk) và địa chỉ IP (khi ở chế độ cài đặt).

R3 – Điều khiển tự động và thủ công

Hệ thống phải hỗ trợ cả hai chế độ điều khiển: tự động (dựa trên cảm biến) và thủ công (do người dùng).

- **R3.1 (Tự động tưới):** Hệ thống phải tự động bật máy bơm (thông qua Relay) khi phát hiện đất khô (ví dụ: thấp hơn ngưỡng cài đặt 10%). Ngược lại, hệ thống phải tự động tắt máy bơm khi đất đã đủ ẩm (ví dụ: cao hơn ngưỡng cài đặt 10%).
- **R3.2 (Nút nhấn):** Hệ thống phải được trang bị 3 nút bấm vật lý (SET, UP, DOWN) để người dùng điều khiển trực tiếp. Các nút phải hỗ trợ 2 kiểu nhấn: "nhấn nhanh" (dưới 1 giây) để gửi dữ liệu, và "nhấn giữ" (trên 1.5 giây) để bật/tắt chế độ tự động hoặc chuyển sang chế độ cài đặt.
- **R3.3 (Điều khiển qua App):** Người dùng phải có thể điều khiển hệ thống từ xa qua ứng dụng Blynk, bao gồm việc bật/tắt chế độ cảnh báo tự động hoặc yêu cầu hệ thống kiểm tra và gửi dữ liệu ngay lập tức.

R4 – Kết nối và giao tiếp

Hệ thống phải đảm bảo kết nối mạng (WiFi) và giao tiếp dữ liệu (Blynk, WebServer).

- **R4.1 (Kết nối WiFi):** Hệ thống phải tự động cố gắng kết nối vào mạng WiFi (15 lần thử). Nếu kết nối thất bại, hệ thống phải tự động chuyển sang chế độ "Phát WiFi" (chế độ AP) để người dùng có thể kết nối trực tiếp vào thiết bị và tiến hành cài đặt.

IoT Smart Farm using ESP32

- **R4.2 (Gửi dữ liệu lên App):** Dữ liệu (nhiệt độ, 2 loại độ ẩm, trạng thái cảnh báo) phải được gửi liên tục lên App (Blynk) mỗi giây để người dùng theo dõi theo thời gian thực.
- **R4.3 (Cài đặt qua Web):** Khi ở chế độ "Phát WiFi" (AP), người dùng phải truy cập được một trang web để dễ dàng cài đặt tên/mật khẩu WiFi và các ngưỡng tưới tiêu. Cài đặt này phải được lưu lại trong bộ nhớ của thiết bị.
- **R4.4 (Gửi thông báo):** Hệ thống phải tự động gửi thông báo (dạng log "check_data" hoặc "auto_warning") về ứng dụng Blynk khi các chỉ số môi trường vượt ra ngoài ngưỡng an toàn đã cài đặt.

R5 – Cảnh báo và hiển thị trạng thái

Hệ thống phải cảnh báo người dùng ngay lập tức khi có sự kiện quan trọng.

- **R5.1 (Cảnh báo bằng còi):** Hệ thống phải phát tiếng "bíp" (Buzzer) để cảnh báo. Phải có các kiểu bíp khác nhau (ví dụ: 1-5 bíp ngắn hoặc 1 bíp dài 2 giây) để người dùng phân biệt các loại cảnh báo (như vượt ngưỡng, lỗi WiFi, hoặc xác nhận nhấn nút).
- **R5.2 (Cập nhật trạng thái):** Hệ thống phải luôn cập nhật trạng thái cảnh báo bên trong, để màn hình OLED (R2.2) có thể hiển thị đúng biểu tượng (icon) tương ứng với tình trạng môi trường.

3. Yêu cầu phi chức năng (Non-Functional Requirements)

ID	Requirement Description (Mô tả Yêu cầu)
R1	Hiệu suất và độ tin cậy (Performance & Reliability)
R2	An toàn và bảo mật (Safety & Security)
R3	Dễ sử dụng và giao diện (Usability & Interface)
R4	Bảo trì và mở rộng (Maintainability & Scalability)
R5	Tiêu thụ tài nguyên (Resource Consumption)

R1 – Hiệu suất và độ tin cậy

Hệ thống phải hoạt động ổn định 24/7 và xử lý dữ liệu chính xác.

IoT Smart Farm using ESP32

- **R1.1 (Hoạt động 24/7):** Hệ thống phải được thiết kế để chạy liên tục (độ ổn định 95%). Phải sử dụng giải pháp xử lý đa nhiệm để đảm bảo hệ thống luôn mượt mà, không bị "treo" hay "đơ" khi đang thực hiện nhiều việc cùng lúc (như vừa đọc cảm biến, vừa kết nối WiFi).
- **R1.2 (Phản hồi nhanh):** Máy bơm và còi báo phải phản ứng ngay lập tức (dưới 100 ms) khi có lệnh, đảm bảo việc tưới tiêu và cảnh báo kịp thời.
- **R1.3 (Dữ liệu chính xác):** Dữ liệu cảm biến phải được qua một bộ lọc nhiễu để tăng độ chính xác (5-10%), giúp loại bỏ các giá trị đột biến bất thường và tránh các báo động giả.

R2 – An toàn và bảo mật

Hệ thống phải đảm bảo an toàn về điện và bảo mật truy cập cơ bản.

- **R2.1 (Bảo mật cài đặt):** Mạng WiFi do thiết bị phát ra (chế độ AP) phải được bảo vệ bằng mật khẩu để ngăn chặn người lạ truy cập và thay đổi cài đặt.
- **R2.2 (An toàn điện):** Hệ thống phải được thiết kế để sử dụng nguồn điện 5V/1A (tương thích với sạc điện thoại phổ thông). Mạch điều khiển máy bơm (Relay) phải có bảo vệ để tránh hỏng hóc do ngắn mạch hoặc sốc điện.
- **R2.3 (Xử lý lỗi):** Nếu một cảm biến (ví dụ: cảm biến nhiệt độ/độ ẩm) bị lỗi hoặc hỏng, hệ thống phải phát hiện được và tiếp tục chạy các chức năng khác (như đo độ ẩm đất, điều khiển bơm) mà không bị sập hoàn toàn.

R3 – Dễ sử dụng và giao diện

Giao diện phải thân thiện với người dùng cuối và chi phí triển khai thấp.

- **R3.1 (Giao diện Web cài đặt):** Trang web cài đặt (ở chế độ AP) phải thân thiện, cho phép người dùng dễ dàng chọn các cấu hình có sẵn (ví dụ: cho 8 loại cây trồng khác nhau) hoặc tự điền ngưỡng mong muốn (giới hạn từ 0-100).
- **R3.2 (Chi phí thấp):** Hệ thống phải có chi phí triển khai thấp (dưới 2 triệu VND), làm cho nó trở nên phù hợp và dễ tiếp cận đối với các hộ gia đình và trang trại quy mô nhỏ.
- **R3.3 (Màn hình rõ ràng):** Màn hình OLED phải hiển thị thông tin rõ ràng, chữ màu trắng, dễ đọc ngay cả trong các điều kiện ánh sáng khác nhau.

R4 – Bảo trì và mở rộng

Hệ thống phải dễ dàng bảo trì và có khả năng nâng cấp trong tương lai.

- **R4.1 (Lưu cài đặt):** Hệ thống phải tự động lưu lại mọi cấu hình (như tên WiFi, mật khẩu, các ngưỡng tưới) vào bộ nhớ trong (EEPROM). Điều này đảm bảo khi thiết bị khởi động lại hoặc mất điện, người dùng không cần phải cài đặt lại từ đầu.
- **R4.2 (Dễ bảo trì):** Cấu trúc phần mềm phải được sắp xếp một cách khoa học (modular) để kỹ thuật viên có thể dễ dàng bảo trì, sửa lỗi hoặc nâng cấp sau này.

IoT Smart Farm using ESP32

- **R4.3 (Dễ mở rộng):** Thiết kế phải cho phép dễ dàng thêm các cảm biến mới trong tương lai (ví dụ: cảm biến ánh sáng, cảm biến pH đất) mà không tốn nhiều thời gian tích hợp (dưới 1 giờ).

R5 – Tiêu thụ tài nguyên

Hệ thống phải tối ưu việc sử dụng bộ nhớ và năng lượng.

- **R5.1 (Tối ưu bộ nhớ):** Hệ thống phải được cấp phát đủ bộ nhớ (2048 byte cho mỗi tác vụ) để đảm bảo hoạt động ổn định, tránh các lỗi liên quan đến tràn bộ nhớ.
- **R5.2 (Tiết kiệm điện):** Hệ thống phải tiêu thụ ít điện (dưới 150mA) khi chạy bình thường, giúp tiết kiệm năng lượng và phù hợp với các bộ nguồn 5V/1A phổ biến.
- **R5.3 (Tối ưu năng lượng):** Hệ thống phải sử dụng các lệnh chờ tiết kiệm năng lượng thay vì các lệnh chờ tốn tài nguyên (delay) để tối ưu hóa hiệu suất chung.
- Chào bạn,
- Dưới đây là các bản mô tả Trường hợp sử dụng (Use Case) cho dự án SMART FARM. Tài liệu này được soạn thảo dựa trên các yêu cầu đã xác định, tập trung vào trải nghiệm người dùng và mục tiêu của từng chức năng, dùng làm cơ sở cho các bước thiết kế tiếp theo.

4. Use Case Modelling

Use Case 1: Giám sát Dữ liệu Môi trường

Use Case Name	Giám sát Dữ liệu Môi trường
Use Case ID	UC01
Scope	Hệ thống Smart Farm (Phần cứng & Phần mềm)
Primary Actor(s)	System (Hệ thống)
Stakeholders and Interests	<p>Người dùng (User): Muốn dữ liệu về nhiệt độ, độ ẩm không khí và độ ẩm đất được thu thập một cách chính xác và liên tục.</p> <p>Hệ thống (System): Cần dữ liệu thô để xử lý, hiển thị, và ra quyết định (tưới tiêu, cảnh báo).</p>
Preconditions	<p>1. Hệ thống đã được cấp nguồn.</p> <p>2. Các cảm biến (cho nhiệt độ, độ ẩm không khí, độ ẩm đất) đã được kết nối chính xác.</p>
Postconditions	<p>1. Dữ liệu môi trường mới nhất được cập nhật vào bộ nhớ hệ thống.</p>

IoT Smart Farm using ESP32

Use Case Name	Giám sát Dữ liệu Môi trường
	2. Trạng thái cảnh báo (thấp/phù hợp/cao) được cập nhật. 3. Dữ liệu sẵn sàng để hiển thị (UC07) và gửi đi (UC04).
Main Flow of Events	1. Hệ thống tự động đọc giá trị Nhiệt độ (0-50°C) và Độ ẩm Không khí (20-90% RH) từ cảm biến (mỗi 3 giây). 2. Hệ thống áp dụng một bộ lọc nhiễu (Kalman filter) để tăng độ chính xác (5-10%) cho dữ liệu vừa đọc. 3. Hệ thống tự động đọc giá trị Độ ẩm Đất (0-100%) từ cảm biến (mỗi 1 giây). 4. Hệ thống so sánh 3 giá trị dữ liệu mới với các ngưỡng đã lưu để cập nhật trạng thái cảnh báo bên trong.
Alternative Flows	(None)
Exception Flows	* Lỗi đọc cảm biến: Nếu hệ thống không thể đọc dữ liệu từ cảm biến, hệ thống sẽ ghi nhận trạng thái lỗi và bỏ qua việc cập nhật dữ liệu lần đó, nhưng vẫn tiếp tục chạy các tác vụ khác.
Includes	(None)
Extends	(Dữ liệu từ UC này là đầu vào cho) UC03 (Tưới tiêu Tự động), UC04 (Giám sát Từ xa), UC05 (Gửi Cảnh báo), UC07 (Hiển thị Trạng thái).
Special Requirements	Phải đảm bảo tần suất đọc chính xác: 3 giây cho không khí, 1 giây cho đất. Phải áp dụng lọc nhiễu cho dữ liệu.
Assumptions	Các cảm biến được lắp đặt đúng vị trí và còn hoạt động tốt.
Author	Phan Tấn Sang
Date	30/10/2025

Use Case 2: Cấu hình Hệ thống (Chế độ AP & WebServer)

Use Case Name	Cấu hình Hệ thống (Chế độ AP & WebServer)
Use Case ID	UC02

IoT Smart Farm using ESP32

Use Case Name	Cấu hình Hệ thống (Chế độ AP & WebServer)
Scope	Hệ thống Smart Farm (Phần mềm WebServer & WiFi)
Primary Actor(s)	User (Người dùng)
Stakeholders and Interests	Người dùng: Muốn có một cách đơn giản (không cần cắm dây) để cài đặt WiFi và các ngưỡng tưới tiêu cho thiết bị.
Preconditions	1. Hệ thống không thể kết nối vào mạng WiFi của người dùng sau 15 lần thử. HOẶC 2. Người dùng nhấn giữ nút SET trên thiết bị trong hơn 1.5 giây.
Postconditions	1. Cấu hình mới (Tên WiFi, Mật khẩu WiFi, các ngưỡng) được lưu vào bộ nhớ trong (EEPROM). 2. Hệ thống tự động khởi động lại để áp dụng cấu hình mới.
Main Flow of Events	1. Hệ thống kích hoạt chế độ Access Point (AP), tự phát ra một mạng WiFi có tên "ESP32_IOT". 2. Hệ thống khởi động một máy chủ Web (WebServer). 3. Người dùng sử dụng điện thoại hoặc máy tính, kết nối vào mạng WiFi "ESP32_IOT". 4. Người dùng mở trình duyệt web và truy cập địa chỉ. 5. Hệ thống hiển thị một trang web cấu hình thân thiện. 6. Người dùng nhập Tên và Mật khẩu WiFi của nhà mình. 7. Người dùng chọn một loại cây trồng có sẵn (0-7) (hệ thống sẽ tự điền ngưỡng phù hợp) hoặc tự nhập các ngưỡng nhiệt độ, độ ẩm, độ ẩm đất mong muốn. 8. Người dùng nhấn nút "Gửi" (Submit) trên trang web. 9. Hệ thống nhận thông tin, lưu cấu hình vào bộ nhớ. 10. Hệ thống tự động khởi động lại.
Alternative Flows	(None)

IoT Smart Farm using ESP32

Use Case Name	Cấu hình Hệ thống (Chế độ AP & WebServer)
Exception Flows	Người dùng không truy cập: Nếu người dùng không truy cập trang web hoặc không gửi cấu hình, hệ thống vẫn ở chế độ AP cho đến khi được khởi động lại.
Includes	UC07 (Hiển thị Trạng thái) (Hiển thị màn hình báo IP của chế độ AP).
Extends	(None)
Special Requirements	Trang web phải thân thiện, có các ô nhập số giới hạn (min/max) và danh sách chọn. Mạng WiFi ở chế độ AP phải được bảo vệ bằng mật khẩu.
Assumptions	Người dùng có thiết bị (điện thoại/laptop) để kết nối WiFi và truy cập trình duyệt web.
Author	Phan Tấn Sang
Date	30/10/2025

Use Case 3: Tưới tiêu Tự động

Use Case Name	Tưới tiêu Tự động
Use Case ID	UC03
Scope	Hệ thống Smart Farm (Phần cứng Relay & Phần mềm)
Primary Actor(s)	System (Hệ thống)
Stakeholders and Interests	Người dùng: Muốn cây trồng được tưới nước tự động khi đất khô mà không cần can thiệp.
Preconditions	1. Hệ thống đang hoạt động và có dữ liệu độ ẩm đất mới nhất (từ UC01). 2. Các ngưỡng độ ẩm đất đã được cài đặt (từ UC02 hoặc UC04).
Postconditions	1. Máy bơm (Relay) được Bật hoặc Tắt tùy theo độ ẩm đất. 2. Cây trồng được cung cấp nước.

IoT Smart Farm using ESP32

Use Case Name	Tưới tiêu Tự động
Main Flow of Events	1. Hệ thống liên tục kiểm tra giá trị độ ẩm đất (nhận từ UC01). 2. Nếu độ ẩm đất giảm xuống dưới mức cài đặt (cụ thể là ngưỡng 1 - 10%), hệ thống sẽ kích hoạt Relay để bật máy bơm. 3. Nếu độ ẩm đất tăng lên trên mức cài đặt (cụ thể là Ngưỡng 1 + 10%), hệ thống sẽ ngắt Relay để tắt máy bơm.
Alternative Flows	Độ ẩm đất an toàn: Nếu độ ẩm đất nằm trong khoảng "an toàn" (từ Ngưỡng 1 - 10% đến Ngưỡng 1 + 10%), hệ thống sẽ giữ nguyên trạng thái Relay (không bật, không tắt) để tránh máy bơm bị bật/tắt liên tục.
Exception Flows	Lỗi Relay/Bơm: Hệ thống gửi tín hiệu Bật/Tắt nhưng máy bơm không hoạt động (lỗi phần cứng).
Includes	UC01 (Giám sát Dữ liệu Môi trường)
Extends	(None)
Special Requirements	Phản hồi điều khiển Relay phải nhanh, dưới 100ms.
Assumptions	1. Relay đã được kết nối đúng cách với máy bơm. 2. Máy bơm có đủ nguồn điện/nước để hoạt động.
Author	Phan Tấn Sang
Date	30/10/2025

Use Case 4: Giám sát và Điều khiển Từ xa (App Blynk)

Use Case Name	Giám sát và Điều khiển Từ xa (App Blynk)
Use Case ID	UC04
Scope	Hệ thống Smart Farm (Phần mềm & Blynk Cloud)
Primary Actor(s)	User (Người dùng)
Stakeholders and Interests	Người dùng: Muốn kiểm tra tình trạng trang trại và thay đổi cài đặt (như chế độ cảnh báo) từ bất cứ đâu qua điện thoại.

IoT Smart Farm using ESP32

Use Case Name	Giám sát và Điều khiển Từ xa (App Blynk)
Preconditions	Hệ thống đã kết nối WiFi (STA) và máy chủ Blynk thành công.
Postconditions	1. Người dùng thấy được dữ liệu mới nhất trên App. 2. Cài đặt "Cảnh báo tự động" (Autowarning) trên thiết bị được thay đổi.
Main Flow of Events	<p>A. Giám sát (Tự động):</p> <p>1. Hệ thống tự động gửi 4 luồng dữ liệu (Nhiệt độ, Độ ẩm không khí, Độ ẩm đất, Trạng thái cảnh báo tự động) lên máy chủ Blynk mỗi giây.</p> <p>2. Người dùng mở App Blynk và xem dữ liệu thời gian thực.</p> <p>B. Điều khiển (Thủ công):</p> <p>1. Người dùng nhấn nút "Auto Warning" (hoặc tương tự) trên App.</p> <p>2. Hệ thống nhận lệnh, đảo ngược trạng thái (Bật/Tắt) của chế độ cảnh báo tự động, và lưu trạng thái mới vào bộ nhớ.</p> <p>3. Người dùng nhấn nút "Kiểm tra" (hoặc tương tự) trên App.</p> <p>4. Hệ thống nhận lệnh và ngay lập tức kích hoạt UC05 (Gửi Cảnh báo) và UC07 (Hiển thị Trạng thái) (để báo cáo và phát bíp).</p>
Alternative Flows	(None)
Exception Flows	Mất kết nối: Nếu mất WiFi hoặc máy chủ Blynk, dữ liệu trên App sẽ ngừng cập nhật. Tuy nhiên, hệ thống tại chỗ vẫn tiếp tục hoạt động (UC01, UC03) bình thường.
Includes	UC01 (Giám sát Dữ liệu), UC05 (Gửi Cảnh báo).
Extends	(None)
Special Requirements	Tần suất gửi dữ liệu phải là 1 giây. Phải xử lý được cả 2 lệnh điều khiển từ App.
Assumptions	1. Người dùng đã cài đặt App Blynk và thiết lập giao diện (Dashboard) đúng các chân Virtual Pin. 2. Token Blynk được cấu hình chính xác (trong UC02).

IoT Smart Farm using ESP32

Use Case Name	Giám sát và Điều khiển Từ xa (App Blynk)
Author	Phan Tấn Sang
Date	30/10/2025

Use Case 5: Gửi Cảnh báo

Use Case Name	Gửi Cảnh báo
Use Case ID	UC05
Scope	Hệ thống Smart Farm (Phần mềm & Phần cứng)
Primary Actor(s)	System (Hệ thống)
Stakeholders and Interests	Người dùng: Muốn được thông báo ngay lập tức (bằng âm thanh tại chỗ hoặc thông báo App) khi có sự cố (quá nóng, quá khô...) mà không cần phải mở App 24/24.
Preconditions	1. UC01 phát hiện một chỉ số vượt ngoài ngưỡng an toàn. 2. Hoặc người dùng yêu cầu kiểm tra (từ UC04 hoặc UC06). 3. Hoặc hệ thống phát hiện lỗi kết nối (như WiFi thất bại).
Postconditions	Người dùng nhận được cảnh báo qua còi (Buzzer) và/hoặc thông báo trên App (Blynk Log Event).
Main Flow of Events	A. Cảnh báo tại chỗ (Luôn thực hiện): 1. Khi phát hiện sự kiện (lỗi WiFi, nhấn nút, kết nối thành công), hệ thống ngay lập tức kích hoạt còi Buzzer . 2. Kiểu kêu của còi sẽ khác nhau: kêu dài 2 giây (lỗi WiFi), kêu 5 bíp (Blynk OK), kêu 1 bíp (nhấn nhanh), kêu 2 bíp (nhấn giữ). B. Cảnh báo từ xa (Tùy chọn): 1. Hệ thống kiểm tra mỗi 10 giây xem chế độ "Cảnh báo tự động" (autoWarning) có đang BẬT không. 2. Nếu BẬT, hệ thống sẽ kiểm tra các trạng thái cảnh báo.

IoT Smart Farm using ESP32

Use Case Name	Gửi Cảnh báo
	3. Nếu có bất kỳ trạng thái nào "Không phù hợp", hệ thống sẽ tạo một tin nhắn (ví dụ: "Nhiệt độ cao") và gửi thông báo sự kiện "auto_warning" lên App Blynk.
Alternative Flows	Kiểm tra thủ công: Nếu người dùng nhấn nút "Kiểm tra" (từ UC04 hoặc UC06), hệ thống sẽ gửi 1 thông báo "check_data" (báo cáo tất cả trạng thái) ngay lập tức, bất kể autoWarning đang Bật hay Tắt.
Exception Flows	Mất WiFi: Cảnh báo từ xa (Blynk) sẽ thất bại, nhưng cảnh báo tại chỗ (Buzzer) vẫn hoạt động bình thường.
Includes	UC01 (Giám sát Dữ liệu), UC07 (Hiển thị “Trạng thái”) (hiển thị icon cảnh báo).
Extends	(None)
Special Requirements	Phải sử dụng các chuỗi thông báo được định nghĩa sẵn. Phản hồi còi báo phải dưới 100ms.
Assumptions	Người dùng đã bật tính năng nhận thông báo (Notification) cho ứng dụng Blynk trên điện thoại.
Author	Phan Tấn Sang
Date	30/10/2025

Use Case 6: Tương tác Cục bộ (Nút nhấn)

Use Case Name	Tương tác Cục bộ (Nút nhấn)
Use Case ID	UC06
Scope	Hệ thống Smart Farm (Phần cứng & Phần mềm)
Primary Actor(s)	User (Người dùng)
Stakeholders and Interests	Người dùng: Muốn điều khiển các chức năng cơ bản của thiết bị (như vào cài đặt, kiểm tra) mà không cần dùng đến điện thoại.
Preconditions	Người dùng đang ở gần thiết bị.

IoT Smart Farm using ESP32

Use Case Name	Tương tác Cục bộ (Nút nhấn)
Postconditions	Trạng thái hệ thống thay đổi (chuyển chế độ AP, gửi dữ liệu, hoặc thay đổi cài đặt autoWarning).
Main Flow of Events	<p>1. Hệ thống liên tục quét 3 nút nhấn (SET, UP, DOWN) và xử lý chống nhiễu (debounce 20ms).</p> <p>2. Khi Người dùng nhấn NHANH nút DOWN: Hệ thống kích hoạt UC05 để gửi dữ liệu "check_data" và kích hoạt UC07 để hiển thị màn hình "Đang gửi".</p> <p>3. Khi Người dùng nhấn NHANH nút SET hoặc UP: Hệ thống phát bíp xác nhận.</p> <p>4. Khi Người dùng nhấn GIỮ nút SET (>1.5s): Hệ thống kích hoạt UC02 (Cấu hình Hệ thống).</p> <p>5. Khi Người dùng nhấn GIỮ nút DOWN (>1.5s): Hệ thống đảo trạng thái (Bật/Tắt) của chế độ autoWarning và lưu vào bộ nhớ.</p> <p>6. Khi Người dùng nhấn GIỮ nút UP (>1.5s): Hệ thống phát bíp xác nhận.</p>
Alternative Flows	(None)
Exception Flows	(None)
Includes	UC02 (Cấu hình Hệ thống), UC05 (Gửi Cảnh báo), UC07 (Hiển thị “Trạng thái”).
Extends	(None)
Special Requirements	Phải phân biệt rõ ràng giữa nhấn "nhanh" (<1s) và nhấn "giữ" (>1.5s).
Assumptions	Các nút nhấn hoạt động tốt.
Author	Phan Tấn Sang
Date	30/10/2025

Use Case 7: Hiển thị Trạng thái (OLED)

IoT Smart Farm using ESP32

Use Case Name	Hiển thị Trạng thái (OLED)
Use Case ID	UC07
Scope	Hệ thống Smart Farm (Phần mềm & Phần cứng OLED)
Primary Actor(s)	System (Hệ thống)
Stakeholders and Interests	Người dùng: Muốn xem nhanh thông tin và trạng thái (kết nối, cảnh báo) ngay trên màn hình của thiết bị.
Preconditions	Hệ thống đang được cấp nguồn.
Postconditions	Màn hình OLED luôn hiển thị thông tin mới nhất và chính xác.
Main Flow of Events	<div>1. Hệ thống liên tục làm mới (vẽ lại) màn hình OLED.</div> <div>2. Hệ thống hiển thị dữ liệu (Nhiệt độ, Độ ẩm) lấy từ UC01.</div> <div>3. Hệ thống hiển thị các biểu tượng (icon) tương ứng (ví dụ: Phù hợp / Không phù hợp) dựa trên trạng thái cảnh báo (lấy từ UC01).</div> <div>4. Hệ thống hiển thị đúng màn hình (1 trong 14) dựa trên trạng thái hiện tại (ví dụ: hiển thị màn hình "Đang kết nối WiFi..." hoặc màn hình do người dùng chọn qua UC06).</div>
Alternative Flows	(None)
Exception Flows	Lỗi màn hình: Nếu màn hình OLED bị lỗi hoặc mất kết nối, hệ thống vẫn tiếp tục chạy các tác vụ nền (UC01, UC03, UC04) bình thường.
Includes	(None) (UC này được gọi bởi các UC khác).
Extends	(None)
Special Requirements	<div>Phải hỗ trợ đủ 14 màn hình.</div> <div>Phải hiển thị icon từ bộ nhớ (theo các file icon).</div>
Assumptions	Màn hình OLED hoạt động tốt.
Author	Phan Tấn Sang
Date	30/10/2025

IoT Smart Farm using ESP32