

## **CHƯƠNG 2. YÊU CẦU VÀ THIẾT KẾ HỆ THỐNG**

### **2.1. Yêu cầu hệ thống tổng quát**

#### **2.1.1 Mục tiêu và chức năng chính của hệ thống**

##### **Mục tiêu:**

Thiết kế hệ thống nhà thông minh sử dụng ESP32 kết nối với Firebase để điều khiển và giám sát các thiết bị trong nhà thông qua giao diện web, giúp nâng cao tiện ích, an toàn và tiết kiệm năng lượng.

##### **Chức năng chính:**

Đọc dữ liệu từ các cảm biến (nhiệt độ, chuyển động, ánh sáng, v.v.)

Gửi dữ liệu cảm biến lên Firebase theo thời gian thực.

Điều khiển thiết bị (đèn, quạt, máy lạnh) qua giao diện web.

Cảnh báo vượt ngưỡng theo thời gian thực.

Gửi và đọc dữ liệu trên Firebase.

#### **2.1.2 Yêu cầu về hiệu suất, độ tin cậy và bảo mật**

##### **Hiệu suất:**

Hệ thống phải phản hồi lệnh điều khiển nhanh.

Cập nhật dữ liệu cảm biến liên tục.

##### **Độ tin cậy:**

Hệ thống hoạt động ổn định 24/7, tự động khôi phục khi mất kết nối mạng

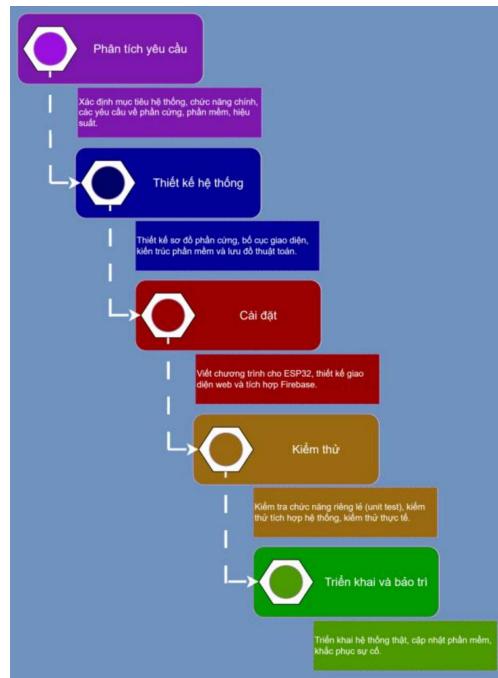
Dữ liệu truyền tải không bị mất hoặc sai lệch, truyền tải đúng giá trị nhiệt độ, độ ẩm, khoảng cách,...

##### **Bảo mật:**

Mã hóa dữ liệu truyền giữa ESP32 và Firebase thông qua các FIREBASE\_HOST, FIREBASE\_AUTH,....

#### **2.1.3 Quy trình thiết kế hệ thống IoT**

Trong quá trình xây dựng hệ thống IoT, nhóm thực hiện tuân theo quy trình thiết kế phần mềm – phần cứng dựa trên mô hình thác nước (Waterfall Model). Điều này giúp đảm bảo hệ thống được thiết kế có kế hoạch rõ ràng, kiểm thử đầy đủ và đơn giản trong quy trình thiết kế.



Hình 2.1 Mô hình Waterfall Model

## 2.2. Phần cứng

### 2.2.1. Yêu cầu phần cứng

#### *Yêu cầu về vi điều khiển và cảm biến*

Vi điều khiển ESP32 có khả năng kết nối WiFi, xử lý đa nhiệm, bộ nhớ đệm lớn để chạy chương trình

DHT22: đo nhiệt độ và độ ẩm.

LDR: đo ánh sáng môi trường.

HC-SR04: đo khoảng cách vật cản.

Nút nhấn vật lý để điều khiển thủ công.

#### *Yêu cầu về nguồn điện và độ bền*

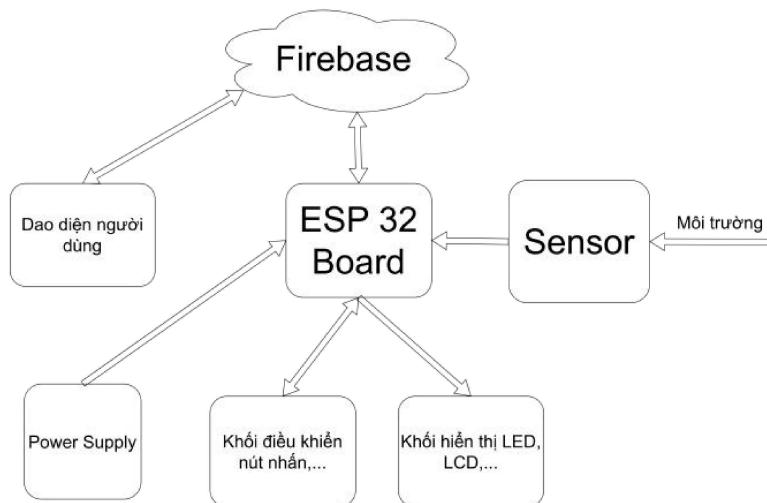
Nguồn điện ổn định 5V hoặc 3.3V phù hợp với ESP32 và các module

Hệ thống có khả năng chống nhiễu, bảo vệ quá áp, quá dòng

Các linh kiện có độ bền cao, hoạt động liên tục trong môi trường gia đình

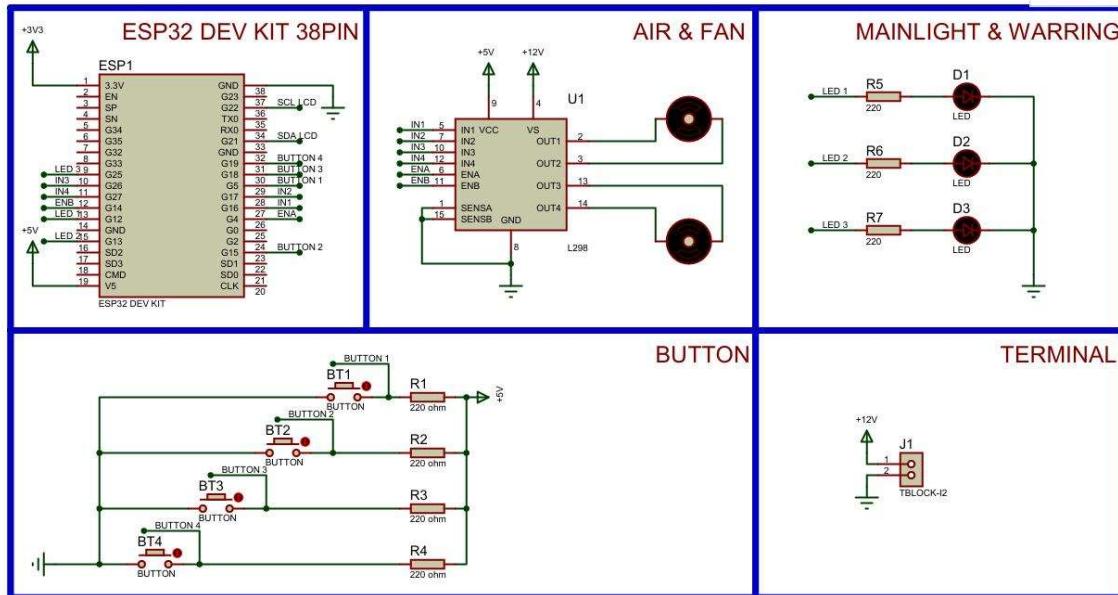
### 2.2.2. Thiết kế phần cứng

Sơ đồ khái của hệ thống gồm các thành phần chính như sau: ESP32 là bộ vi điều khiển trung tâm, đóng vai trò thu thập dữ liệu từ các cảm biến và điều khiển các khối chức năng khác. Đồng thời, ESP32 thực hiện giao tiếp với nền tảng Firebase để lưu trữ và đồng bộ dữ liệu. Khối cảm biến được kết nối với ESP32 có nhiệm vụ đo các thông số về nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ khí gas và khoảng cách và gửi dữ liệu về cho ESP32 để xử lý. Firebase là nền tảng lưu trữ dữ liệu thời gian thực trên nền tảng điện toán đám mây, đóng vai trò tiếp nhận dữ liệu từ ESP32 và phục vụ việc giám sát, điều khiển từ xa thông qua giao diện người dùng. Giao diện người dùng trang web cho phép người dùng điều khiển hệ thống từ xa thông qua kết nối với Firebase, giúp dễ dàng giám sát các giá trị cảm biến cũng như gửi lệnh điều khiển đến hệ thống. Nguồn cấp cung cấp năng lượng cho toàn bộ hệ thống hoạt động ổn định. Ngoài ra, hệ thống còn có khối điều khiển nút nhấn, cho phép người dùng thao tác trực tiếp với thiết bị, ví dụ bật/tắt hệ thống hoặc thay đổi chế độ làm việc. Khối hiển thị LED, LCD có nhiệm vụ hiển thị các thông tin về thiết bị (đèn, TV, cảnh báo).

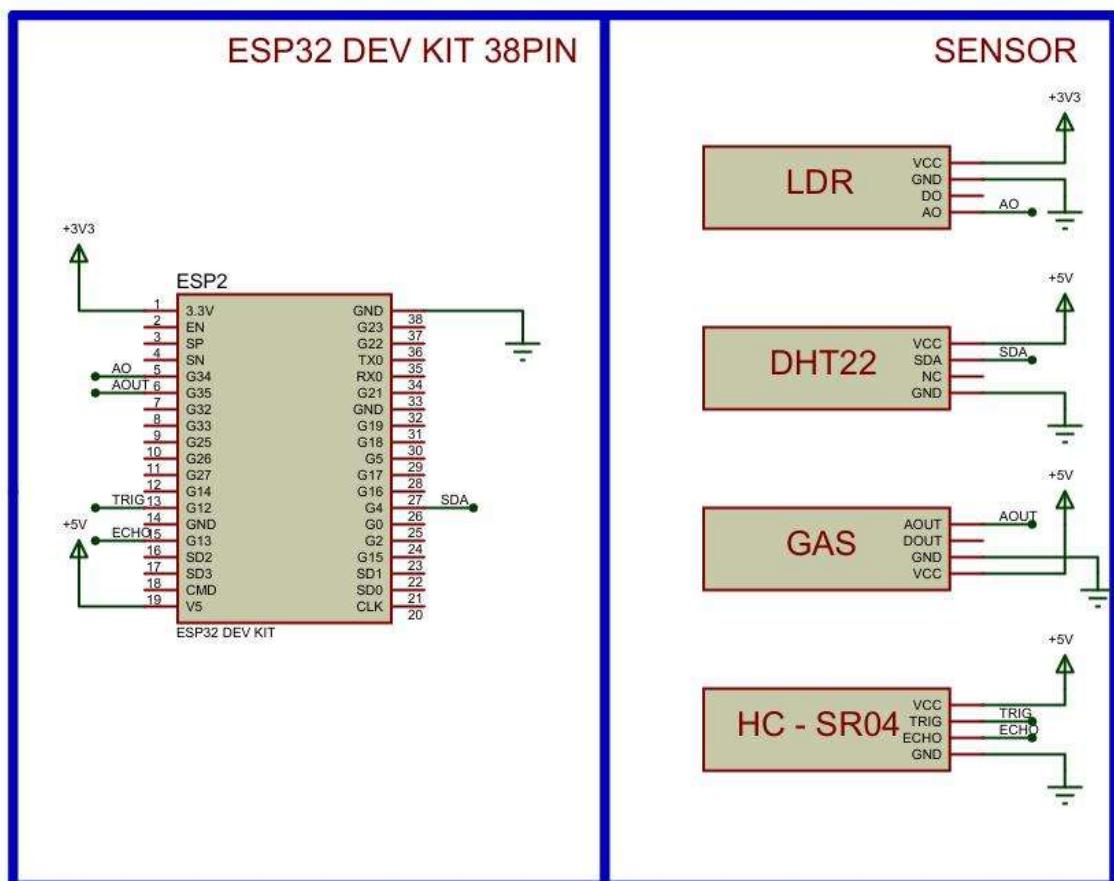


Hình 2.2 Sơ đồ khái niệm hệ thống

## Sơ đồ nguyên lý hệ thống



Hình 2.3 Sơ đồ nguyên lý hệ thống phần cứng

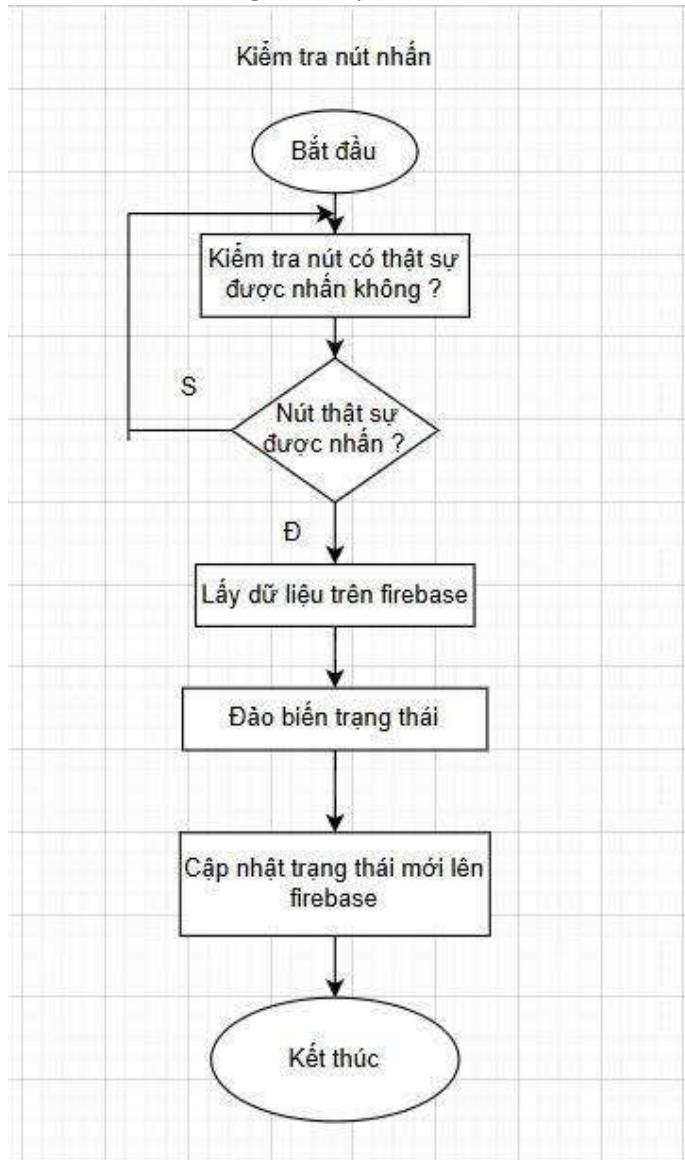


Hình 2.4 Sơ đồ nguyên lý mạch trên wokwi

Lưu đồ giải thuật tổng quát



## Lưu đồ giải thuật kiểm tra nút nhấn



## Danh sách các thành phần phần cứng

Thành phần	Số lượng	Ghi chú
ESP32 DevKit V1	1	Điều khiển trung tâm
DHT22/DHT11	1	Nhiệt độ + độ ẩm
LDR	1	Đọc mức ánh sáng
HC-SR04	1	Đo khoảng cách
MQ-2	1	Đo khí GAS
Nút nhấn	4	Điều khiển thủ công
Led	2	Đèn cảnh báo, đèn điều khiển bằng dao

		diện và nút nhấn
LCD	1	Hiển thị thông tin và điều khiển bằng dao diện và nút nhấn
Nguồn	1	Cáp nguồn chính

### 2.3. Phần mềm

#### 2.3.1. Yêu cầu phần mềm

##### *Yêu cầu về giao diện web điều khiển*

Giao diện web đơn giản, phản hồi nhanh.

Có các mục hiển thị dữ liệu cảm biến dạng số và biểu đồ.

Các nút điều khiển bật/tắt thiết bị rõ ràng, phản hồi nhanh

Nút điều khiển thiết bị như bật/tắt LED, điều chỉnh động cơ,....

##### *Yêu cầu về xử lý dữ liệu thời gian thực*

Cập nhật dữ liệu cảm biến liên tục từ Firebase

Xử lý và hiển thị dữ liệu không bị trễ hoặc gián đoạn

Đảm bảo đồng bộ trạng thái thiết bị giữa web và ESP3

#### 2.3.2. Phân tích chức năng hệ thống

##### *Các chức năng chính của hệ thống*

Đọc và gửi dữ liệu cảm biến lên Firebase

Nhận lệnh điều khiển từ Firebase và thực thi trên ESP32

Cập nhật trạng thái thiết bị trên giao diện web

Lưu trữ dữ liệu lịch sử để truy xuất

##### *Luồng chức năng và tương tác hệ thống*

Người dùng thao tác trên giao diện web → lệnh được ghi lên Firebase → ESP32 đọc lệnh → điều khiển thiết bị

ESP32 cập nhật trạng thái lên Firebase → giao diện web hiển thị trạng thái mới

#### 2.3.3. Thiết kế phần mềm

##### *Bố cục giao diện tổng và các nút chức năng*

Trang chính: Hiển thị nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, khoảng cách.

Nút chức năng: Điều khiển bật/tắt LED, điều chỉnh góc servo, kích hoạt còi.

Thanh điều hướng: Truy cập lịch sử dữ liệu, cài đặt ngưỡng cảnh báo.

##### *Kế hoạch tích hợp phần mềm với phần cứng*

Firebase Realtime Database: Làm trung gian giữa ESP32 và web.

ESP32 sử dụng thư viện FirebaseESP32.h để giao tiếp với cơ sở dữ liệu.

Web frontend dùng HTML/CSS/Javascript + Firebase SDK để đọc/ghi dữ liệu.

##### *Thiết kế code ESP32 để đọc cảm biến và gửi dữ liệu lên Firebase*

## CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ

### 3.1. Giao diện web điều khiển (HTML, CSS, JS)

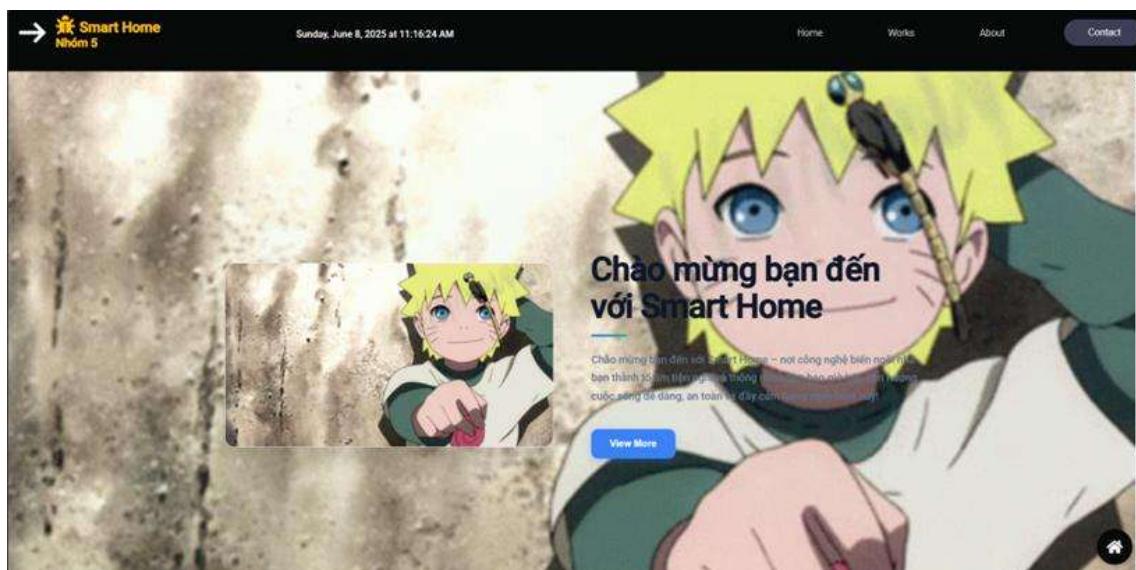
#### 3.1.1. Kết quả hoạt động của giao diện web

Giao diện web được xây dựng bằng HTML, CSS và JavaScript hoạt động ổn định, cho phép người dùng điều khiển và theo dõi trạng thái các thiết bị trong hệ thống IoT. Giao diện có thiết kế thân thiện, dễ sử dụng, hiển thị rõ ràng các thông số như nhiệt độ, độ ẩm, chất lượng không khí, trạng thái thiết bị (bật/tắt), và các nút bấm điều khiển. Giao diện này tương tác trực tiếp với Firebase để nhận và gửi dữ liệu theo thời gian thực, đảm bảo phản hồi nhanh khi người dùng thay đổi các thiết lập hoặc trạng thái thiết bị.

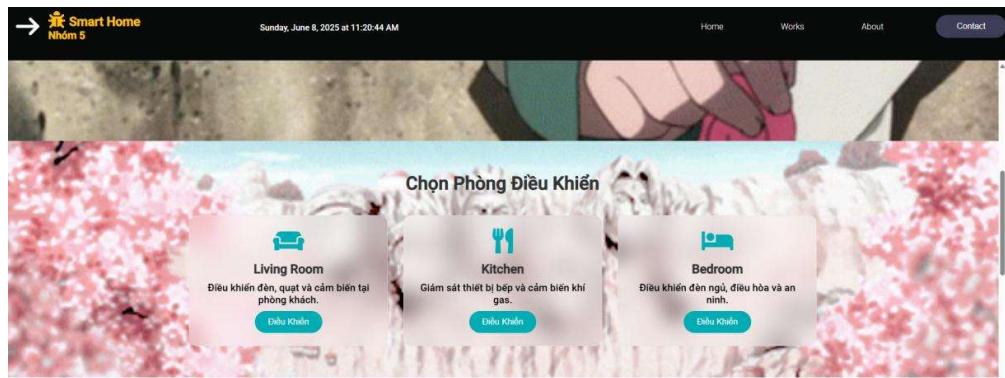
#### 3.1.2. Ảnh chụp màn hình giao diện điều khiển

Website điều khiển nhà thông minh được thiết kế với giao diện trực quan gồm các trang chức năng chính: trang chính (Home) hiển thị thông tin giới thiệu, thời gian thực và lựa chọn phòng điều khiển. Trang phòng khách (Living Room) điều khiển đèn, quạt và theo dõi cảm biến. Trang phòng bếp (Kitchen) giám sát thiết bị bếp và cảm biến khí gas. Trang phòng ngủ (Bedroom) điều khiển đèn, máy lạnh và các thiết bị an ninh.

Hình 4.1, Hình 4.2, Hình 4.3 và Hình 4.4 dưới đây minh họa giao diện trang chủ (Home) của hệ thống website điều khiển nhà thông minh. Giao diện được thiết kế trong một trang duy nhất với bố cục cuộn dọc, cho phép người dùng dễ dàng theo dõi và thao tác. Nội dung trang bao gồm bốn phần chính: phần giới thiệu hệ thống, phần vùng chọn phòng điều khiển (gồm phòng khách, phòng bếp và phòng ngủ), phần giới thiệu thành viên nhóm phát triển và khu vực thông tin liên hệ. Cách bố trí này mang lại trải nghiệm liền mạch, trực quan và thân thiện cho người sử dụng.



Hình 3.1 Giao diện phần giới thiệu hệ thống.



## Giới thiệu thành viên

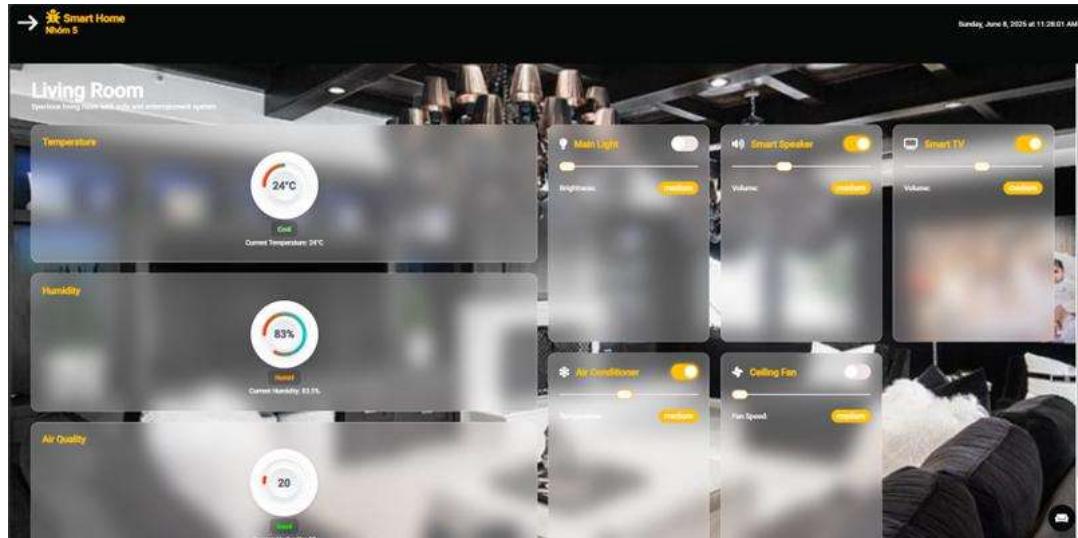


*Hình 3.2 Khu vực chọn phòng điều khiển.*

*Hình 3.3 Giao diện giới thiệu thành viên.*

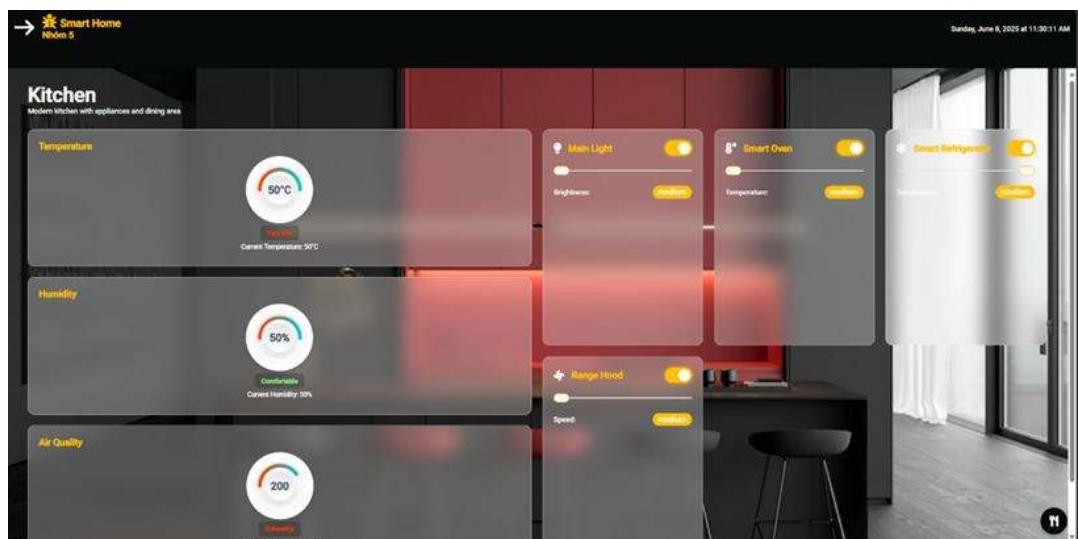
*Hình 3.4 Thông tin liên hệ.*

Hình 3.5 thể hiện giao diện điều khiển phòng khách (Living Room) của hệ thống nhà thông minh. Giao diện cho phép người dùng giám sát các thông số môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, chất lượng không khí, đồng thời điều khiển các thiết bị như đèn, loa, TV, máy lạnh và quạt trần với công tắc bật/tắt và thanh trượt điều chỉnh mức độ hoạt động.



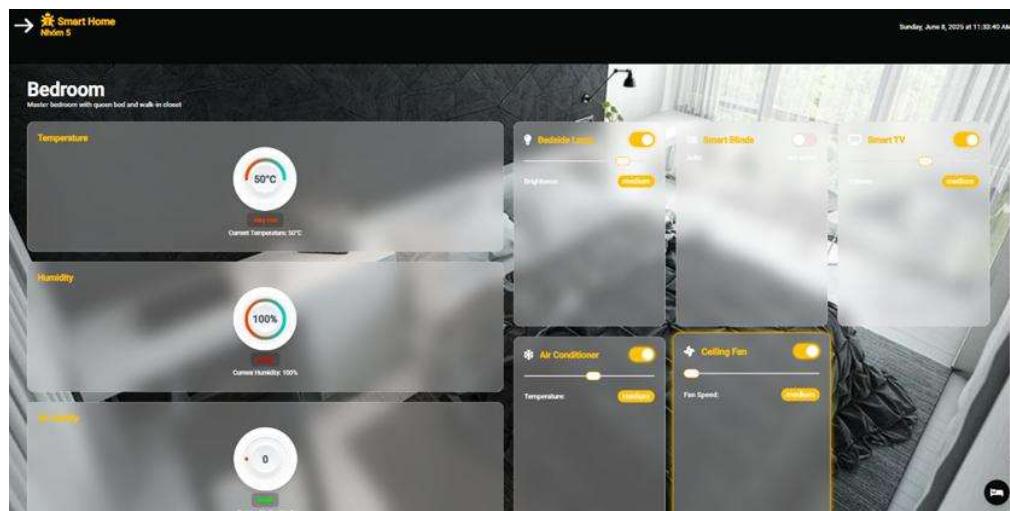
*Hình 3.5 Giao diện điều khiển phòng khách(living Room).*

Hình 3.6 là giao diện điều khiển phòng bếp, cho phép theo dõi nhiệt độ, độ ẩm, chất lượng không khí và điều khiển các thiết bị như đèn, lò nướng, tủ lạnh và máy hút mùi một cách dễ dàng.



*Hình 3.6 Giao diện điều khiển phòng bếp(kitchen)*

Hình 3.7 là giao diện điều khiển phòng ngủ (Bedroom), cho phép theo dõi các thông số môi trường và điều khiển các thiết bị như đèn ngủ, rèm thông minh, TV, máy lạnh và quạt trần, giúp người dùng quản lý tiện nghi và an ninh trong không gian nghỉ ngơi.



Hình 3.7 Giao diện điều khiển phòng ngủ (bed Room).

### 3.2. Kết nối và xử lý dữ liệu với Firebase

Hệ thống sử dụng Firebase Realtime Database để đồng bộ dữ liệu giữa ESP32 và giao diện web. Kết quả thực nghiệm cho thấy dữ liệu cảm biến và trạng thái thiết bị được cập nhật và truyền nhận theo thời gian thực, đảm bảo tính nhất quán giữa các thành phần hệ thống. Khi có thay đổi từ ESP32 hoặc người dùng trên giao diện, dữ liệu được cập nhật ngay lập tức trên Firebase và phản hồi về các thiết bị liên quan

Hình 3.8 thể hiện việc liên kết giữa Firebase và giao diện điều khiển phòng khách. Dữ liệu thiết bị được cập nhật thời gian thực từ Firebase và hiển thị trực quan trên website, giúp người dùng theo dõi và điều khiển dễ dàng.

This figure illustrates the integration of Firebase and a mobile application for a 'Living Room'. On the left, a screenshot of the Firebase Realtime Database console shows a hierarchical structure under the 'LivingRoom' node:

```

    - air-conditioner
        - state: "ON"
        - temp: 28
    - air_quality: 60
    - fan
        - speed: 37
        - state: "ON"
    - humidity: 30
    - main-light
        - brightness: 41
        - state: "ON"
    - smart-speaker
        - state: "ON"
        - volume: 42
    - smartTV
    - temperature: 60
  
```

On the right, a screenshot of a mobile application interface titled 'Living Room' displays real-time data from the database. It includes three circular gauges: Temperature (60°C), Humidity (30%), and Air Quality (60). To the right of these gauges are control panels for 'Main Light' (brightness slider), 'Smart Speaker' (volume slider), 'Smart TV' (volume slider), 'Air Conditioner' (temperature slider), and 'Ceiling Fan' (fan speed slider). The interface is dark-themed with yellow and white accents, matching the design in Figure 3.7.

Hình 3.8 Liên kết firebase với trang điều khiển phòng khách(living Room).

Hình 3.9 thể hiện kết quả liên kết giữa Firebase và giao diện điều khiển phòng bếp (Kitchen). Dữ liệu các thiết bị và cảm biến như đèn, máy hút mùi, lò nướng, tủ lạnh, nhiệt độ, độ ẩm và chất lượng không khí được cập nhật từ Firebase và hiển thị trực tiếp trên website.

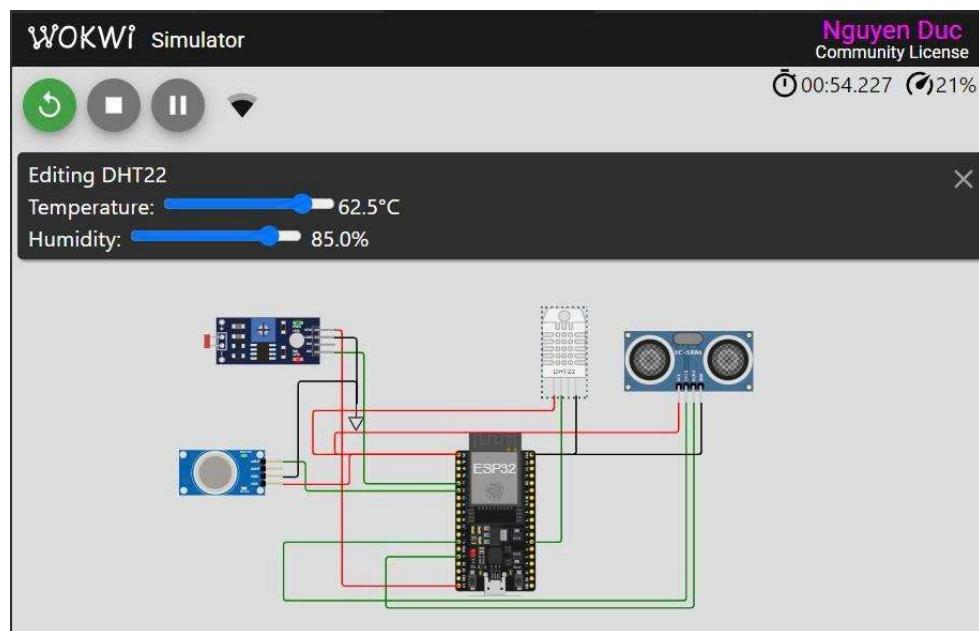
Hình 3.9 Liên kết firebase với trang điều khiển phòng bếp(Kitchen Room).

Hình 3.10 thể hiện kết quả liên kết giữa Firebase và giao diện điều khiển phòng ngủ (Bedroom). Các thông số như nhiệt độ, độ ẩm, đèn ngủ, rèm thông minh,...

Hình 3.10 Liên kết firebase với trang điều khiển phòng ngủ(Bed Room).

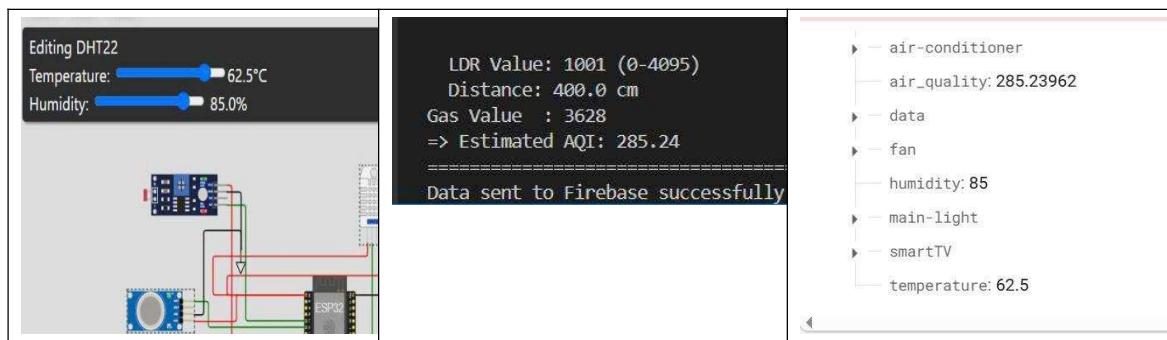
### 3.3. Điều khiển hệ thống qua ESP32 sử dụng WOKWI

Trong phần này, nhóm tiến hành mô phỏng hoạt động điều khiển hệ thống Smart Home thông qua giao diện web, tập trung vào việc quản lý các thông số như nhiệt độ, độ ẩm và khí gas. Các cảm biến được kết nối với vi điều khiển ESP32 và mô phỏng trên nền tảng phần mềm WOKWI. Thông qua việc sử dụng WOKWI, nhóm có thể kiểm tra sơ đồ kết nối phần cứng và đánh giá hoạt động của hệ thống trước khi triển khai thực tế. Hình 3.11 dưới đây minh họa sơ đồ mô phỏng kết nối giữa ESP32 và các cảm biến trong môi trường WOKWI.



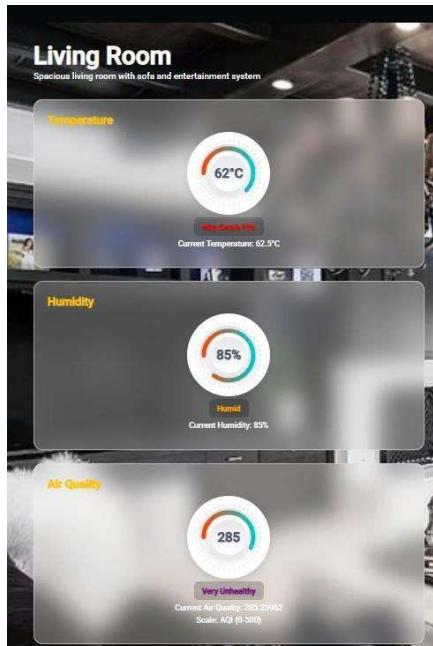
Hình 3.11 Sơ đồ kết nối ESP32 với cảm biến trên WOKWI

Hình 3.12 minh họa quá trình mô phỏng hệ thống ESP32 trên WOKWI, trong đó các cảm biến như DHT22, LDR, cảm biến siêu âm và khí gas được sử dụng để thu thập các giá trị nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, khoảng cách và nồng độ khí. Dữ liệu sau khi xử lý được gửi thành công lên Firebase Realtime Database. Giao diện bên phải cho thấy các giá trị đo được như nhiệt độ ( $62.5^{\circ}\text{C}$ ), độ ẩm (85%), và chất lượng không khí ( $\text{AQI} \approx 285$ ) đã được cập nhật đúng vào các nhánh tương ứng trên Firebase, xác nhận hệ thống hoạt động đúng chức năng mô phỏng.



Hình 3.12 Mô phỏng cảm biến và gửi dữ liệu từ ESP32 lên Firebase bằng WOKWI.

Hình 3.13 minh họa giao diện hiển thị dữ liệu cảm biến trong phòng khách (Living Room) sau khi hệ thống được triển khai. Các thông số môi trường bao gồm nhiệt độ, độ ẩm và chất lượng không khí được cập nhật theo thời gian thực từ Firebase. Trong ví dụ này, nhiệt độ đạt  $62.5^{\circ}\text{C}$ , độ ẩm là 85%, và chỉ số chất lượng không khí (AQI) là 285, thuộc mức “Very Unhealthy”. Giao diện trực quan giúp người dùng dễ dàng theo dõi trạng thái môi trường và đưa ra các hành động điều khiển phù hợp.

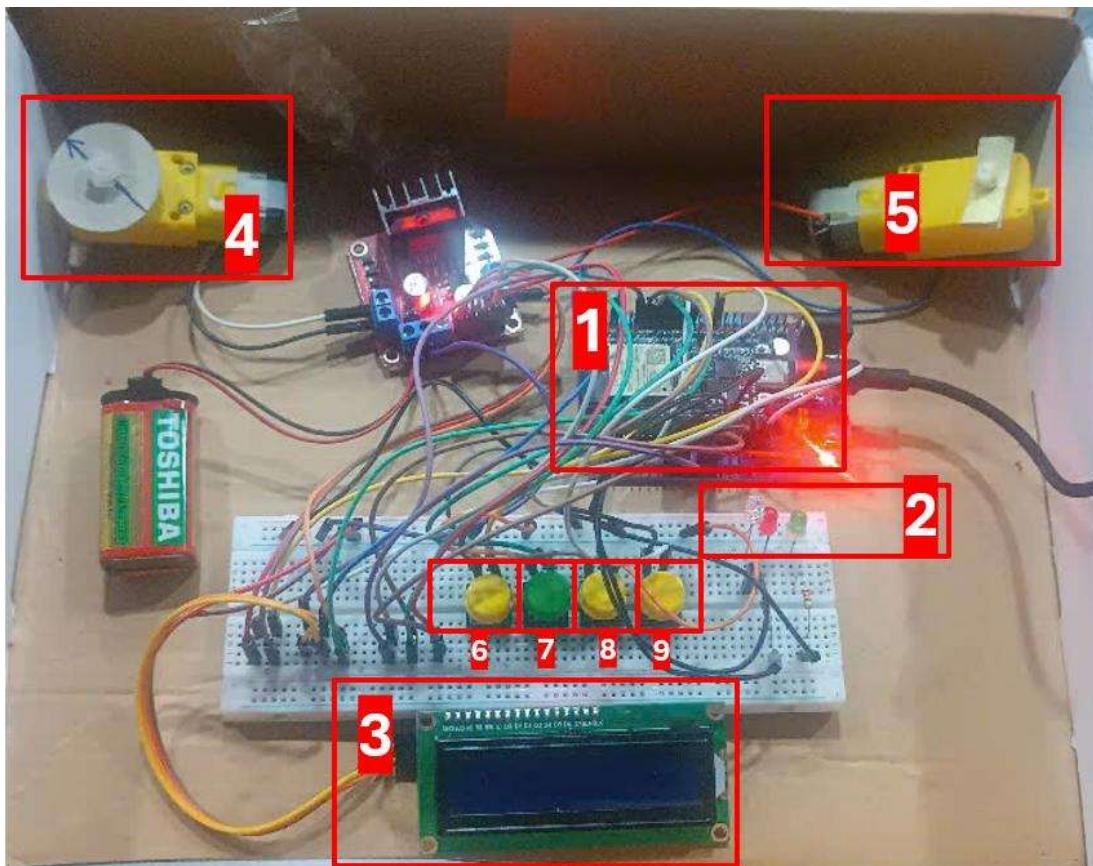


Hình 3.13 Giao diện hiển thị dữ liệu cảm biến nhiệt độ, độ ẩm và chất lượng không khí.

### 3.4. Điều khiển hệ thống qua ESP3 trên phần cứng thực tế

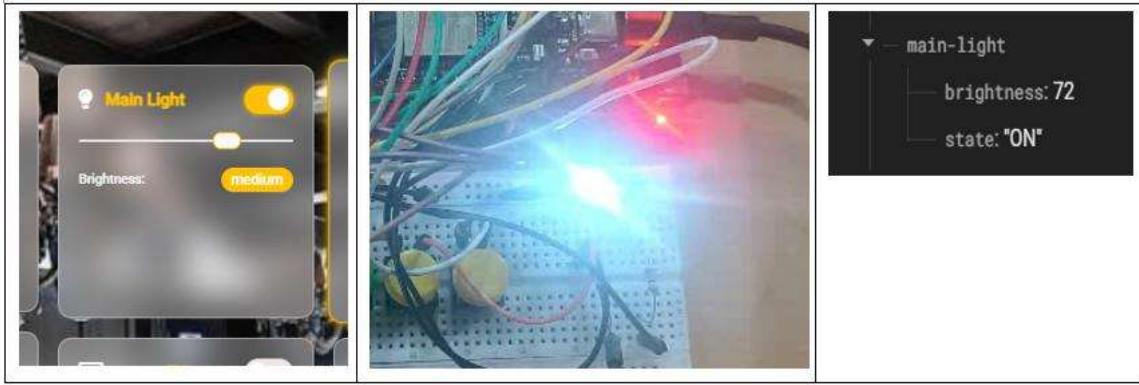
Nhóm đã tiến hành thử nghiệm khả năng điều khiển của website thông qua phần cứng thực tế bằng cách sử dụng các linh kiện được kết nối với vi điều khiển ESP32(1). Do giới hạn về số lượng và điều kiện thiết bị, nhóm chỉ sử dụng một số phần cứng cơ bản để mô phỏng các chức năng chính như điều khiển bật/tắt đèn(2), TV(3), điều hòa(4) và quạt(5). Ngoài ra còn có các nút nhấn để điều khiển bật tắt đèn(9), TV(7), điều hòa(6) và quạt(8) thủ công.

Hình 3.14 dưới đây trình bày sơ đồ kết nối dây thực tế của hệ thống.



Hình 3.14 Mô hình phần cứng thử nghiệm

Hình 3.15 minh họa quá trình điều khiển đèn chính (Main Light) từ giao diện web. Khi người dùng bật đèn và điều chỉnh độ sáng trên trang web, thông tin được cập nhật vào Firebase (với trạng thái "ON" và độ sáng là 72), đồng thời đèn LED trên phần cứng phản hồi tương ứng, thể hiện việc điều khiển thành công qua hệ thống.



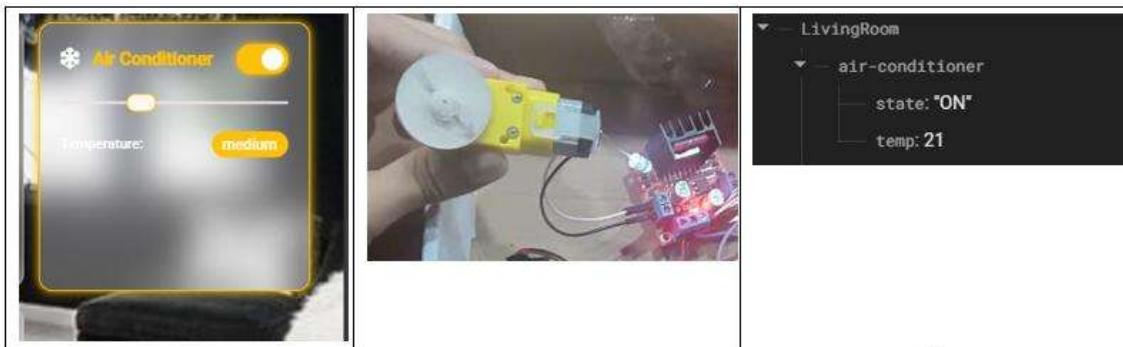
Hình 3.15 Điều khiển đèn với phần cứng thực tế.

Hình 3.13 minh họa quá trình điều khiển TV từ giao diện web. Khi người dùng bật TV và điều chỉnh âm lượng, dữ liệu được ghi nhận vào Firebase với trạng thái "ON" và mức âm lượng là 53. Đồng thời, màn hình LCD trên phần cứng hiển thị trạng thái và giá trị tương ứng, xác nhận hệ thống hoạt động chính xác theo điều khiển từ web.



Hình 3.16 Điều khiển TV với phần cứng thực tế.

Hình 3.17 minh họa quá trình điều khiển thiết bị giả lập điều hòa từ giao diện web. Khi người dùng bật điều hòa và điều chỉnh nhiệt độ, dữ liệu được lưu vào Firebase với trạng thái "ON" và nhiệt độ đặt là 21°C. Đồng thời, động cơ mô phỏng hoạt động được kích hoạt, phản ánh đúng thao tác điều khiển từ web.



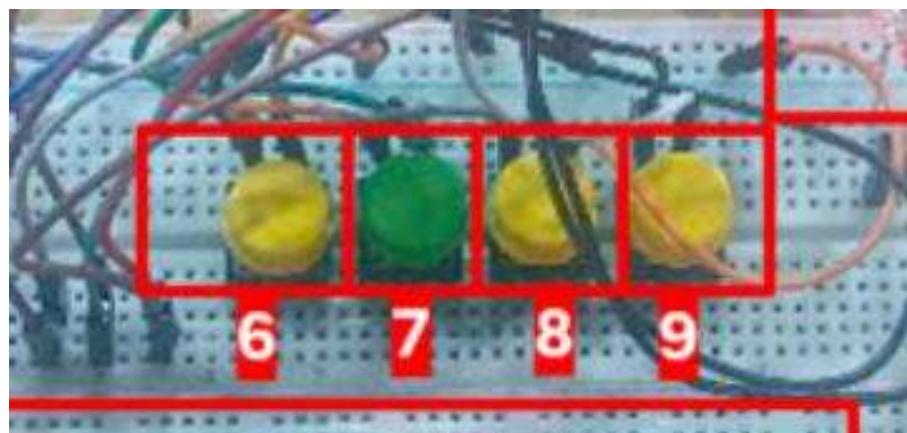
Hình 3.17 Điều khiển điều hòa và phản hồi phần cứng mô phỏng.

Hình 3.18 minh họa quá trình điều khiển quạt trần (Ceiling Fan) từ giao diện web. Khi người dùng bật quạt và điều chỉnh tốc độ gió, dữ liệu được ghi nhận vào Firebase với trạng thái "ON" và tốc độ 14. Đồng thời, động cơ quay mô phỏng hoạt động của quạt, cho thấy sự phản hồi chính xác giữa phần mềm và phần cứng.



Hình 3.18 Điều khiển quạt trần từ web và phản hồi trên phần cứng.

Trong quá trình thiết kế hệ thống Smart Home, mặc dù giao diện web đã cho phép người dùng điều khiển thiết bị từ xa, việc bổ sung nút nhấn thủ công (nút vật lý) vẫn rất cần thiết nhằm tăng tính linh hoạt và đảm bảo hệ thống hoạt động ổn định trong thực tế. Cụ thể, nút nhấn giúp người dùng điều khiển thiết bị ngay tại chỗ trong trường hợp mất kết nối Wi-Fi hoặc Firebase, đảm bảo khả năng sử dụng liên tục. Ngoài ra, thao tác nhấn nút vật lý thường nhanh chóng và tiện lợi hơn trong nhiều tình huống thường ngày, đặc biệt khi người dùng không tiện truy cập vào giao diện web. Bên cạnh đó, nút nhấn còn hỗ trợ quá trình kiểm thử, lập trình và gỡ lỗi trong giai đoạn phát triển hệ thống, đồng thời đóng vai trò như một giải pháp dự phòng quan trọng, giúp tăng độ tin cậy và tính thực tiễn của mô hình. Hình 3.19 dưới đây là các nút nhấn thủ công được sử dụng để bật tắt các thiết bị như trên.



Hình 3.19 Các nút nhấn điều khiển thủ công

## KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Qua quá trình thực hiện đề tài “Thiết kế giao diện Smart Home sử dụng HTML, CSS, JavaScript, Firebase và ESP32”, nhóm đã xây dựng thành công một hệ thống điều khiển nhà thông minh cơ bản. Hệ thống cho phép hiển thị dữ liệu cảm biến và điều khiển thiết bị thông qua giao diện web theo thời gian thực. Các chức năng chính đều được đáp ứng như: thu thập dữ liệu từ các cảm biến (nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, chuyển động), hiển thị thông tin trực quan, đồng bộ dữ liệu và điều khiển thiết bị thông qua nền tảng Firebase.

Về hướng phát triển, nhóm dự định tiếp tục hoàn thiện mô hình Smart Home với phần cứng thực tế được tích hợp trực tiếp với giao diện điều khiển đã thiết kế. Hệ thống có thể được mở rộng thêm nhiều thiết bị thông minh như camera giám sát, khóa cửa điện tử, và hệ thống cảnh báo an ninh. Bên cạnh đó, nhóm cũng hướng đến phát triển thêm ứng dụng di động để tăng tính linh hoạt và tiện lợi cho người dùng. Các chức năng nâng cao như điều khiển bằng giọng nói, thiết lập lịch trình tự động (automation schedule) hoặc tích hợp trí tuệ nhân tạo (AI) để học thói quen sử dụng của người dùng cũng là những lựa chọn tiềm năng. Cuối cùng, việc nâng cao tính bảo mật và mở rộng triển khai trong môi trường thực tế như nhà ở nhiều tầng hoặc khu dân cư sẽ góp phần đưa hệ thống đến gần hơn với ứng dụng thực tiễn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] W3Schools, "HTML Tutorial," n.d.. [Online]. Available: <https://www.w3schools.com/html/default.asp>. [Accessed 25 4 2025].
- [2] W3Schools, "CSS Tutorial," n.d.. [Online]. Available: <https://www.w3schools.com/css/default.asp>. [Accessed 25 4 2025].
- [3] W3Schools, "JavaScript Tutorial," n.d.. [Online]. Available: <https://www.w3schools.com/js/default.asp>. [Accessed 1 5 2025].
- [4] T. Ho, "Firebase Realtime Database & Cloud Firestore là gì? Nên chọn FRD hay CF cho app của bạn?", 24 4 2023. [Online]. Available: <https://viblo.asia/p/firebase-realtime-database-cloud-firebase-la-gi-nen-chon-frd-hay-cf-cho-app-cua-ban-63vKj2xdK2R>. [Accessed 24 5 2025].
- [5] MDN Web Docs, "Introduction to web development," Mozilla, 2025. [Online]. Available: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn>. [Accessed 25 May 2025].
- [6] W3Schools, "CSS Introduction," 2025. [Online]. Available: [https://www.w3schools.com/css/css\\_intro.asp](https://www.w3schools.com/css/css_intro.asp). [Accessed 25 May 2025].
- [7] MDN Web Docs, "JavaScript Guide," Mozilla, 2024. [Online]. Available: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Guide>. [Accessed 25 May 2025].
- [8] MDN Web Docs, "Using Firebase Realtime Database with JavaScript," Mozilla, 2024. [Online]. Available: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>. [Accessed 25 May 2025].
- [9] HuyBTC, "Giao diện website điều khiển ngôi nhà thông minh Smart Home bằng HTML, CSS, JS," 11 4 2024. [Online]. Available: <https://sourcecodec.net/downloads/giao-dien-website-dieu-khien-ngoi-nha-thong-minh-smart-home-bang-html-css-js/>. [Accessed 27 5 2025].
- [10] J. B. R. M. S. & P. M. Gubbi, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future Generation Computer Systems," Future Generation Computer Systems, 2013. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>. [Accessed 25 May 2025].
- [11] A. G. M. M. M. A. M. & A. Al-Fuqaha, "Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications," IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2015. [Online]. Available:

<https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2444095>. [Accessed 25 May 2025].

- [12] N. S. M. & K. Ahmed, "A review on Internet of Things (IoT) for smart homes and smart cities.2016 2nd International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN), 555-560," 2016 2nd International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN), 555-560, December 2016. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/SPIN.2016.7566800>. [Accessed 25 May 2025].
- [13] D. S. S. D. P. F. & C. Miorandi, "Internet of things: Vision, applications and research challenges. Ad Hoc Networks, 10(7), 1497-1516." Ad Hoc Networks, 10(7), 1497-1516., 2012. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2012.02.016>. [Accessed 05 May 2025].
- [14] U. K. P. & S. Raza, "Low Power Wide Area Networks: An Overview. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 19(2), 855-873.," IEEE Communications Surveys & Tutorials, 19(2), 855-873., 2017. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/COMST.2017.2652320>. [Accessed 05 May 2025].
- [15] U. T. H. L. & S.-C. Hunkeler, "MQTT-S — A publish/subscribe protocol for Wireless Sensor Networks.2008 3rd International Conference on Communication Systems Software and Middleware and Workshops (COMSWARE).," 2008 3rd International Conference on Communication Systems Software and Middleware and Workshops (COMSWARE)., 2008. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/COMSWA.2008.4554519>. [Accessed 05 May 2025].
- [16] Y. L. X. L. X. & Z. Zhou, "Development of a Smart Home System Based on Wi-Fi Enabled ESP32 Microcontroller. Proceedings of the 2019 IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan (ICCE-TW).," Proceedings of the 2019 IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan (ICCE-TW)., Jun 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/ICCE-TW46550.2019.8992028>. [Accessed 05 May 2025].
- [17] Espressif Systems, "ESP32 Series Datasheet," 2024. [Online]. Available: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf). [Accessed 05 May 2025].
- [18] M. F. A. & K. Hassani, "A Practical Implementation of IoT-based Home Automation using ESP32 and MicroPython," 2022 International Conference on Electrical and Computing Technologies and Applications (ICECTA), 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/ICECTA56819.2022.10110423>. [Accessed 05 May 2025].

- [19] A. & Y. Patil, "IoT Based Home Automation Using DHT11 Sensor. International Journal of Computer Applications, 182(26), 28–31.," 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.5120/ijca2018918173>. [Accessed 05 May 2025].
- [20] B. K. A. & A. Baranidharan, "Smart Home Energy Management System using IoT. Proceedings of the 2017 International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS)," November 2017. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/ISS1.2017.8389281>. [Accessed 05 May 2025].
- [21] <https://doi.org/10.1109/ISS1.2017.8389281>, "DHT11 Temperature & Humidity Sensor Datasheet," 2020. [Online]. Available: <http://www.aosong.com>. [Accessed 05 May 2025].
- [22] A. & P. Kumar, "Smart Light Control System using IoT for Smart Home. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 7(4), 198–201.," 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.17577/IJERTV7IS040108>. [Accessed 05 May 2025].
- [23] Z. W. H. & C. Zhang, "Design of Intelligent Lighting System Based on Internet of Things and LDR Sensor. 2019 IEEE International Conference on Consumer Electronics - China (ICCE-China).," 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/ICCE-China45425.2019.8991954>. [Accessed 05 May 2025].
- [24] "Cadmium Sulfide (CdS) Photoconductive Cells Datasheet," 2021. [Online]. Available: <https://www.advancedphotonix.com>. [Accessed 05 May 2025].
- [25] E. J. Morgan, "HCSR04 Ultrasonic Sensor," 16 11 2016. [Trực tuyến]. Available: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/download/1132205/ETC2/SR04.html>. [Đã truy cập 27 5 2025].
- [26] L. Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., "MQ-2 Semiconductor Sensor for Flammable Gas," 1 4 2018. [Online]. Available: <https://www.alldatasheet.vn/datasheet-pdf/download/1304539/WINSEN/MQ-2.html>. [Accessed 27 5 2025].
- [27] L. WAVESHARE ELECTRONICS CO., "LCD1602 I2C Module Datasheet," [Online]. Available: [https://www.waveshare.com/w/upload/4/4d/LCD1602\\_I2C\\_Module.pdf](https://www.waveshare.com/w/upload/4/4d/LCD1602_I2C_Module.pdf). [Accessed 27 5 2025].
- [28] H. C. J. & L. Huang, "Research on PIR Sensor-based Smart Home Security System. IEEE Access, 7, 42363–42372.," 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2906597>. [Accessed 05 May 2025].

- [29] P. & B. Singh, "Design and Implementation of PIR Sensor Based Security System. International Journal of Computer Applications, 167(5), 12–15.," 2017. [Online]. Available: <https://doi.org/10.5120/ijca2017914336>. [Accessed 05 May 2025].
- [30] Z. L. C. & W. Yang, "A Smart Lighting Control System Based on PIR Sensor and Wireless Communication. 2020 IEEE International Conference on Consumer Electronics," 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/ICCE48956.2020.9043052>. [Accessed 05 May 2025].
- [31] L. WAVESHARE ELECTRONICS CO., "LCD1602 I2C Module Datasheet," Version 1.0. [Online]. Available: [https://www.waveshare.com/w/upload/4/4d/LCD1602\\_I2C\\_Module.pdf](https://www.waveshare.com/w/upload/4/4d/LCD1602_I2C_Module.pdf). [Accessed 27 5 2025].

## PHỤ LỤC

### LINK YOUTUBE KẾT QUẢ

<https://youtu.be/yu7hoeA1Ozc>

### LINK GITHUB CODE

Web: <https://github.com/TrangThang-2k4/WEB-SMARTHOME-GROUP-5>

Wokwi: <https://github.com/TrangThang-2k4/SmartHome-ESP32-Sensor-Project>

Phần cứng: <https://github.com/TrangThang-2k4/ESP32-Firebase-Control>

