

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**



Hệ thống khóa cửa thông minh dựa trên ESP32 và RFID

TÊN LỚP HỌC PHẦN : Phát triển ứng dụng IoT

MÃ HỌC PHẦN: 2024-2025.2.TIN4024.004

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN: Võ Việt Dũng

HUẾ, THÁNG 4 NĂM 2025

Mục Lục

II.Nội dung:	3
1.Giới thiệu về ESP32:	3
2 Cảm biến MPU6050	4
-Nguyên Lý hoạt động	5
-Ứng dụng của MPU6050	6
III.Thiết kế hệ thống và khởi chạy:	9
1.Phần cứng	9
2.Phần mềm	11
3.Cài đặt và lập trình	11
-Kết nối các thành phần phần cứng:	11
Sơ đồ kết nối phần cứng	13
Cung cấp nguồn:	13
-Kết nối tới blynk	13
-Hình ảnh khi chạy bằng wifi mô phỏng trên blynk và wokwi:	14
IV.Kết luận:	14
-Tài liệu tham khảo:	15

I.Mở đầu:

1. Giới thiệu:

- Trong thời đại hiện nay, nhu cầu về an ninh, tiện ích và điều khiển từ xa ngày càng tăng. Hệ thống khóa cửa thông minh cho phép người dùng mở cửa không cần chìa khóa vật lý, từ đó tăng tính tiện lợi và an toàn. Đề tài này tập trung xây dựng mô hình khóa cửa sử dụng ESP32, module RFID RC522, kết hợp xác thực người dùng qua Wi-Fi hoặc Bluetooth.

2.Mục Đích:

Mục tiêu của đề tài là thiết kế và xây dựng một hệ thống khóa cửa thông minh có khả năng:

- **Tăng cường bảo mật:** Sử dụng công nghệ nhận dạng bằng thẻ RFID giúp giới hạn quyền truy cập vào khu vực được bảo vệ.

- **Tăng tính tiện lợi:** Thay thế chìa khóa truyền thống bằng thẻ RFID, giúp người dùng mở khóa dễ dàng và nhanh chóng.
- **Xác thực người dùng từ xa:** Kết hợp xác thực thông qua Wi-Fi hoặc Bluetooth, nhằm đảm bảo chỉ những người được ủy quyền mới có thể mở khóa – kể cả khi có thẻ hợp lệ.
- **Thực hành kỹ năng IoT:** Vận dụng kiến thức về vi điều khiển (ESP32), lập trình nhúng, truyền thông không dây và tích hợp phần cứng để phát triển ứng dụng thực tế trong lĩnh vực Internet of Things.
- **Mở rộng tiềm năng ứng dụng:** Là nền tảng cho các hệ thống nhà thông minh, quản lý ra vào văn phòng, bãi xe, hoặc khu vực yêu cầu an ninh cao.

3. Mục tiêu đề tài:

Đề tài hướng đến việc xây dựng một hệ thống khóa cửa thông minh với các mục tiêu cụ thể như sau:

- **Thiết kế mô hình hệ thống khóa cửa** sử dụng vi điều khiển **ESP32** kết hợp **module RFID RC522** để kiểm soát quyền truy cập.
- **Tích hợp xác thực người dùng qua Wi-Fi hoặc Bluetooth**, nhằm đảm bảo an toàn đa lớp – không chỉ phụ thuộc vào thẻ RFID mà còn có bước xác thực thứ hai.
- **Điều khiển cơ cấu khóa cửa tự động** bằng **servo motor**, mô phỏng việc đóng/mở cửa dựa trên kết quả xác thực.
- **Xây dựng mã chương trình nhúng** cho ESP32 bằng Arduino IDE để quản lý quy trình đọc thẻ, xác thực và điều khiển phần cứng.
- **Mô phỏng hoạt động hệ thống trên nền tảng Wokwi**, nhằm kiểm thử, trình bày và đánh giá hiệu quả trước khi triển khai thực tế.
- **Tạo nền tảng mở rộng trong tương lai**, có thể nâng cấp với các tính năng như điều khiển từ xa qua smartphone, lưu log ra/vào, cảnh báo truy cập trái phép, v.v.

II.Nội dung:

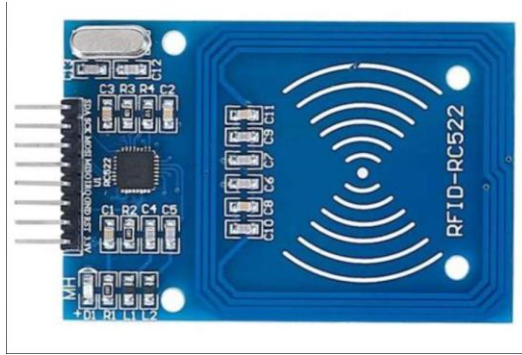
1.Giới thiệu về ESP32:

-ESP32 là một hệ thống vi điều khiển trên chip (SoC) giá rẻ của Espressif Systems,kế thừa từ Soc ESP8266.Nó tích hợp cả wifi và bluetooth,phù hợp cho dự án về IoT(Internet of Things)



2 Cảm biến MPU6050

- **RFID** (Radio Frequency Identification) là công nghệ sử dụng sóng radio để nhận dạng và thu thập dữ liệu từ các thẻ gắn chip (tag) mà không cần tiếp xúc trực tiếp. RFID được ứng dụng phổ biến trong các hệ thống quản lý ra vào, bãi xe, quản lý kho, thư viện, v.v.



Thông số kỹ thuật chính:

- **Tần số hoạt động:** 13.56 MHz (chuẩn ISO/IEC 14443)
- **Nguồn hoạt động:** 3.3V
- **Giao tiếp:** SPI (cũng hỗ trợ I2C và UART nhưng ít dùng)
- **Khoảng cách đọc thẻ:** 2 – 5 cm tùy loại thẻ và anten
- **Hỗ trợ các loại thẻ:** MIFARE 1KB, 4KB, Ultralight, DESFire...

-Nguyên Lý hoạt động

Module RFID RC522 hoạt động dựa trên nguyên lý truyền và nhận tín hiệu vô tuyến tần số 13.56 MHz để nhận diện các thẻ RFID. Quá trình làm việc bao gồm các bước sau:

1. Phát sóng radio từ anten

- Khi cấp nguồn, **RC522** phát ra trường điện từ qua anten tích hợp, hoạt động ở tần số 13.56 MHz.
- Trường này có khả năng “đánh thức” các **thẻ RFID** khi chúng nằm trong vùng phủ sóng (thường khoảng 2–5 cm).

2. Kích hoạt thẻ RFID

- Mỗi thẻ RFID (tag) có một vi mạch và anten nhỏ. Khi tiếp nhận đủ năng lượng từ trường phát ra, thẻ sẽ được kích hoạt.
- Sau khi kích hoạt, thẻ gửi ngược lại **mã định danh duy nhất (UID)** về module RC522 bằng sóng radio.

3. Truyền dữ liệu về vi điều khiển

- Module RC522 nhận dữ liệu từ thẻ RFID và truyền về **ESP32** (hoặc Arduino) qua giao tiếp **SPI**.
- Dữ liệu thường là chuỗi UID (Unique Identifier) có độ dài 4–7 byte.

4. So sánh và xử lý

- Vi điều khiển sẽ so sánh UID của thẻ với **danh sách UID hợp lệ** đã lập trình sẵn.
- Nếu **hợp lệ**, hệ thống sẽ thực hiện hành động tương ứng (ví dụ: mở cửa, bật đèn, ghi log).
- Nếu **không hợp lệ**, sẽ báo lỗi hoặc từ chối quyền truy cập.

5. Xác thực đa lớp (nâng cao)

- Trong đề tài này, sau khi thẻ được xác nhận, hệ thống còn thực hiện thêm bước **xác thực qua Wi-Fi hoặc Bluetooth** để đảm bảo người dùng là hợp lệ, không chỉ là thẻ.
- Điều này làm tăng tính bảo mật và hạn chế rủi ro khi thẻ bị sao chép.

-Ứng dụng của MPU6050

Module RFID RC522 là một thiết bị thu/phát sóng vô tuyến tần số 13.56 MHz, có khả năng đọc dữ liệu từ các thẻ RFID. Nhờ đặc tính nhận dạng không tiếp xúc, giá thành rẻ, dễ tích hợp, module này được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau:

1. Hệ thống kiểm soát ra vào

- Ứng dụng phổ biến nhất của RFID.
- Dùng thẻ để mở cửa văn phòng, nhà ở, phòng máy chủ, phòng thí nghiệm...
- Kết hợp với vi điều khiển (như ESP32, Arduino) để quản lý truy cập thông minh.

2. Chấm công tự động

- Nhân viên quét thẻ RFID khi đến/lúc về.
- Vi điều khiển ghi nhận UID và thời gian, lưu vào bộ nhớ hoặc gửi lên server.

- Giúp tự động hóa quy trình chấm công, giảm gian lận.

3. Thư viện thông minh

- Gắn thẻ RFID vào sách và thẻ sinh viên.
- Hệ thống giúp mượn/trả sách nhanh chóng, chính xác.
- Có thể tự động kiểm kê và phát hiện sách thất lạc.

4. Hệ thống giữ xe thông minh

- Gắn thẻ RFID trên xe hoặc vé giữ xe.
- Hệ thống đọc UID để xác minh, tính thời gian và mở/đóng barrier.
- Có thể kết hợp thanh toán tự động.

5. Quản lý kho và chuỗi cung ứng

- Mỗi sản phẩm gắn 1 thẻ RFID → Giúp theo dõi vị trí, số lượng, xuất/nhập kho.
- Ưu điểm: đọc đồng thời nhiều thẻ, không cần nhìn thấy mã vạch.

6. Nhận diện học sinh/sinh viên

- Gắn thẻ vào thẻ sinh viên → tự động điểm danh khi ra/vào lớp.
- Kết hợp thông báo cho phụ huynh khi học sinh vào/ra cổng.

7. Thanh toán không tiếp xúc

- Một số hệ thống sử dụng RFID làm ví điện tử (ví dụ: vé xe buýt, học sinh mua hàng trong trường).
- UID trên thẻ được liên kết với tài khoản ngân hàng hoặc ví điện tử.

3. Cơ chế hoạt động:

*** Cơ chế hoạt động:**

Bước 1: Khởi động và kết nối Wi-Fi/Bluetooth

- Khi hệ thống được cấp nguồn, **ESP32** sẽ khởi động và kết nối với mạng Wi-Fi hoặc Bluetooth (tùy theo cấu hình của hệ thống). Nếu sử dụng Wi-Fi, ESP32 có thể kết nối tới một mạng cục bộ hoặc gửi thông tin tới một máy chủ từ xa để kiểm tra thẻ.

- **Kết nối Wi-Fi:** ESP32 có thể sử dụng Wi-Fi để gửi thông tin thẻ hoặc nhận các lệnh từ các thiết bị quản lý từ xa (như ứng dụng điện thoại hoặc máy tính).
- **Kết nối Bluetooth:** Nếu sử dụng Bluetooth, người dùng có thể điều khiển khóa cửa thông qua một ứng dụng trên điện thoại.

Bước 2: Đọc thẻ RFID

- Người dùng đưa thẻ **RFID** vào gần đầu đọc RFID. Đầu đọc sẽ phát hiện và đọc mã ID duy nhất trên thẻ.
- Thẻ sẽ được quét và mã ID của nó sẽ được gửi tới ESP32.

Bước 3: Xác thực thẻ

- **Kiểm tra mã thẻ:** ESP32 sẽ so sánh mã thẻ với danh sách các thẻ hợp lệ đã được lưu trữ trước đó trong bộ nhớ của ESP32 hoặc có thể là từ một cơ sở dữ liệu trực tuyến (nếu kết nối qua Wi-Fi).
- **Kiểm tra qua Wi-Fi hoặc Bluetooth:** Nếu sử dụng Wi-Fi, hệ thống có thể xác thực thẻ bằng cách gửi yêu cầu đến một máy chủ từ xa. Nếu sử dụng Bluetooth, quá trình xác thực có thể được thực hiện cục bộ trên thiết bị di động hoặc qua một dịch vụ Bluetooth liên quan.

Bước 4: Mở cửa nếu thẻ hợp lệ

- **Nếu thẻ hợp lệ:** ESP32 sẽ gửi tín hiệu đến mô-tơ hoặc rơ-le để mở khóa cửa. Điều này có thể được thực hiện bằng cách kích hoạt một rơ-le điện tử hoặc mô-tơ điều khiển cơ chế khóa.
- **Thông báo trạng thái:** Hệ thống có thể báo hiệu trạng thái qua đèn LED (ví dụ: đèn xanh khi thẻ hợp lệ, đèn đỏ khi thẻ không hợp lệ) hoặc qua thông báo trên ứng dụng di động (nếu có).

Bước 5: Đóng cửa sau một thời gian hoặc khi yêu cầu

- Sau khi cửa được mở, hệ thống có thể tự động đóng cửa lại sau một khoảng thời gian (ví dụ: sau 5 giây), hoặc người dùng có thể điều khiển đóng cửa từ xa qua ứng dụng điện thoại hoặc giao diện web.
- **Kiểm soát từ xa:** Người dùng có thể kiểm soát trạng thái cửa thông qua ứng dụng di động qua kết nối Wi-Fi hoặc Bluetooth. Ứng dụng này có thể yêu cầu người dùng xác thực để đảm bảo an toàn trước khi cho phép đóng/mở cửa từ xa.

* Các tính năng bổ sung có thể tích hợp:

- Quản lý quyền truy cập từ xa: Qua giao diện web hoặc ứng dụng di động, người quản lý có thể cấp hoặc thu hồi quyền truy cập thẻ RFID cho từng người dùng.
- Xác thực bổ sung: Có thể kết hợp thêm các biện pháp bảo mật khác như mã PIN, vân tay, hoặc nhận diện khuôn mặt để gia tăng tính bảo mật cho hệ thống.
- Lịch sử truy cập: Hệ thống có thể lưu lại lịch sử truy cập, bao gồm thời gian, thẻ RFID được sử dụng, và trạng thái mở/đóng cửa, giúp người quản lý dễ dàng theo dõi và kiểm tra.

III. Thiết kế hệ thống và khởi chạy:

1. Phần cứng

a. ESP32

- **Chức năng:** ESP32 là vi điều khiển trung tâm của hệ thống, đảm nhận vai trò xử lý tín hiệu từ đầu đọc RFID, quản lý kết nối Wi-Fi hoặc Bluetooth và điều khiển cơ chế mở khóa cửa.
- **Công dụng:**
 - Kết nối Wi-Fi/Bluetooth để giao tiếp với các thiết bị từ xa hoặc ứng dụng di động.
 - Điều khiển mô-tơ hoặc rơ-le để mở khóa cửa.
 - Xử lý tín hiệu từ đầu đọc RFID để xác thực thẻ.
 - Có thể kết nối với cơ sở dữ liệu từ xa (nếu cần).

b. Đầu đọc RFID (RFID Reader)

- **Chức năng:** Đầu đọc RFID chịu trách nhiệm quét mã ID từ thẻ RFID và gửi tín hiệu đến ESP32 để xác thực.
- **Loại:** Bạn có thể sử dụng các đầu đọc phổ biến như **RC522** (hoặc các loại tương tự).
- **Công dụng:**
 - Đọc mã ID của thẻ RFID khi thẻ được đưa gần đầu đọc.
 - Gửi dữ liệu mã thẻ qua giao tiếp SPI hoặc I2C đến ESP32.

c. Thẻ RFID (RFID Tag)

- **Chức năng:** Mỗi thẻ RFID có một mã ID duy nhất, được sử dụng để xác thực người dùng khi mở khóa cửa.

- **Loại:** Thẻ RFID thụ động, thường có dạng thẻ nhựa hoặc keyfob (chìa khóa nhỏ).

d. Khóa cửa điện tử (Electronic Lock)

- **Chức năng:** Cơ chế khóa cửa điện tử sẽ được điều khiển để mở hoặc đóng cửa khi nhận được tín hiệu từ ESP32.
- **Loại:** Có thể sử dụng các loại khóa điện tử như **servo motor**, **solenoid lock**, hoặc **reliable relay module**.
- **Công dụng:**
 - Khi nhận được tín hiệu từ ESP32 (từ việc xác thực RFID), khóa sẽ mở cửa.
 - Có thể đóng lại tự động sau một thời gian hoặc khi yêu cầu từ người dùng.

e. Rơ-le (Relay Module)

- **Chức năng:** Rơ-le là một công tắc điện tử giúp điều khiển các thiết bị điện có điện áp cao hơn, như khóa điện tử hoặc mô-tơ.
- **Loại:** Module rơ-le 5V hoặc 12V.
- **Công dụng:**
 - Điều khiển mở hoặc đóng khóa cửa thông qua tín hiệu điều khiển từ ESP32.
 - Chuyển mạch giữa các tín hiệu điện áp thấp và thiết bị điện áp cao.

f. Nguồn cung cấp (Power Supply)

- **Chức năng:** Cung cấp nguồn điện cho toàn bộ hệ thống.
- **Loại:** Cung cấp 5V cho ESP32 và các module khác (có thể dùng nguồn qua USB hoặc adapter 5V), và nguồn riêng cho khóa cửa điện tử (thường là 12V hoặc 24V tùy vào loại khóa).
- **Công dụng:**
 - Đảm bảo cung cấp đủ nguồn cho ESP32, đầu đọc RFID, và các thành phần khác hoạt động ổn định.

g. Các linh kiện phụ trợ

- **Đèn LED:** Sử dụng để báo hiệu trạng thái hệ thống (mở cửa thành công, thẻ không hợp lệ, v.v.).

- **Công tắc hoặc nút nhấn (Optional):** Để đóng mở khóa bằng tay hoặc để reset hệ thống.
- **Mạch bảo vệ (Optional):** Chống quá tải hoặc bảo vệ mạch khi có sự cố nguồn.

2. Phần mềm

Phần mềm cho hệ thống sẽ được chia thành các phần chính sau:

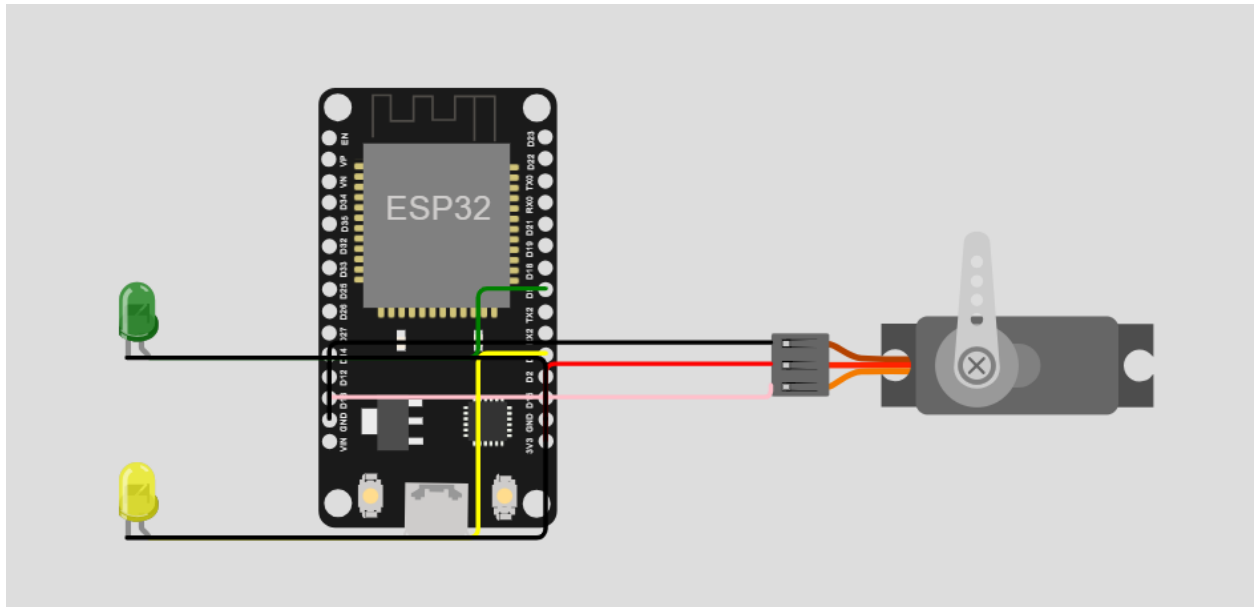
- Chương trình điều khiển ESP32: Xử lý các chức năng chính như đọc thẻ RFID, xác thực, điều khiển khóa cửa, kết nối Wi-Fi/Bluetooth.
- Ứng dụng điều khiển từ xa (Tùy chọn): Nếu sử dụng Wi-Fi/Bluetooth, bạn có thể phát triển ứng dụng di động hoặc giao diện web để điều khiển hệ thống từ xa.

3. Cài đặt và lập trình

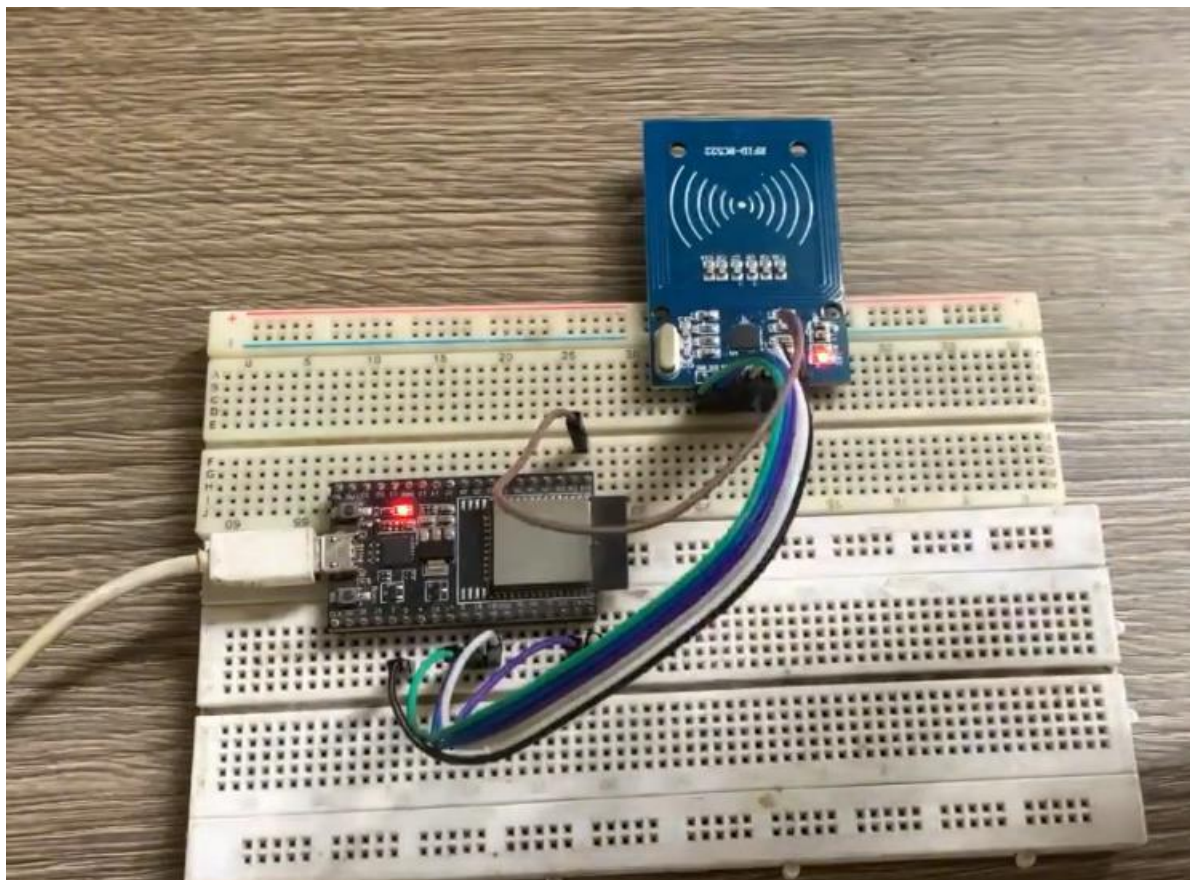
-Kết nối các thành phần phần cứng:

- ESP32 kết nối với đầu đọc RFID RC522 qua giao thức SPI.
- Relay Module được kết nối với ESP32 để điều khiển khóa điện tử.
- Khóa cửa điện tử (ví dụ: solenoid lock hoặc servo motor) sẽ được điều khiển thông qua relay.

Hình ảnh mô phỏng trên wokwi:



Hình ảnh thực tế khác:



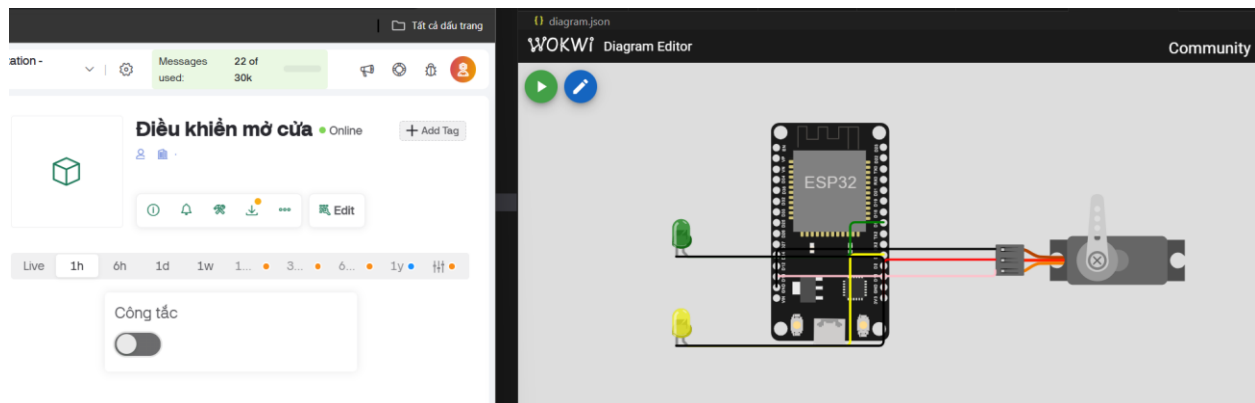
Sơ đồ kết nối phần cứng

- ESP32 kết nối với RFID Reader RC522 (giao tiếp SPI):
 - SCK (Serial Clock) → GPIO 18
 - MOSI (Master Out Slave In) → GPIO 23
 - MISO (Master In Slave Out) → GPIO 19
 - SS (Slave Select) → GPIO 5
 - RST (Reset) → GPIO 22
- Relay Module:
 - Chân điều khiển (IN) của relay → GPIO 23 của ESP32.
 - Chân COM của relay → Nguồn điện của khóa cửa.
 - Chân NO (Normally Open) của relay → Khóa cửa điện tử.

Cung cấp nguồn:

- Cung cấp nguồn cho ESP32 qua USB hoặc adapter 5V.
- Cung cấp nguồn cho khóa cửa điện tử qua adapter 12V (hoặc 24V nếu cần).

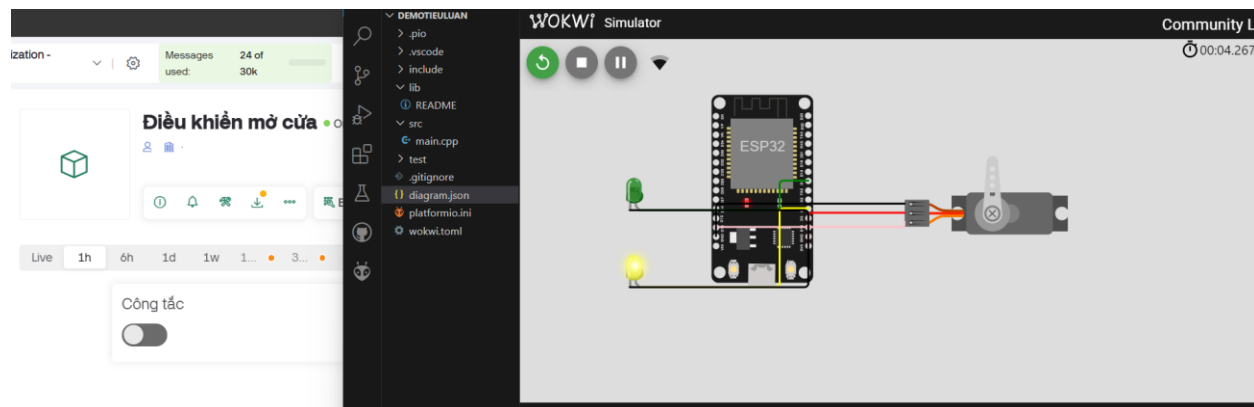
-Kết nối tới blynk



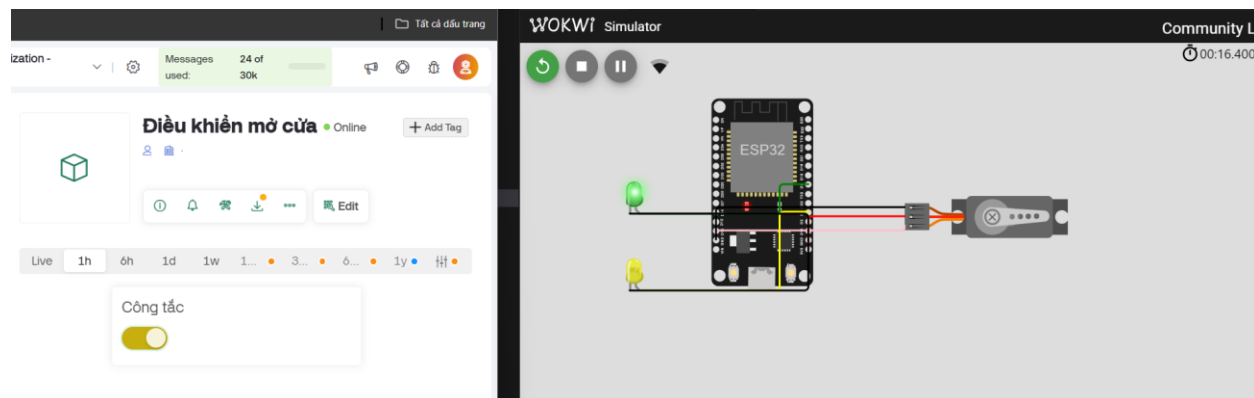
Trạng thái	Đèn vàng	Đèn xanh
Mở cửa	Tắt	Bật
Đóng cửa	Bật	Tắt

-Hình ảnh khi chạy bằng wifi mô phỏng trên blynk và wokwi:

-Khi công tắc không mở và cửa đang khoá:



- Khi công tắc mở và cửa đang mở:



IV. Kết Luận:

Hệ thống khóa cửa thông minh sử dụng ESP32 và module RFID mang lại giải pháp an toàn, hiện đại và tiện lợi cho việc kiểm soát truy cập. Bằng cách tích hợp công nghệ RFID, Wi-Fi và Bluetooth, hệ thống không chỉ cho phép mở khóa bằng thẻ từ mà còn có thể điều khiển và giám sát từ xa thông qua các nền tảng IoT như Blynk, giúp người dùng dễ dàng kiểm soát cửa ra vào dù ở bất kỳ đâu.

Ngoài ra, việc ứng dụng ESP32 – một vi điều khiển mạnh mẽ với khả năng kết nối không dây – đã giúp hệ thống hoạt động ổn định, linh hoạt và có khả năng mở rộng cao. Các tính năng cảnh báo, điều khiển LED trạng thái, điều khiển servo khóa và giao tiếp từ xa giúp tăng tính bảo mật cũng như trải nghiệm người dùng.

Hệ thống có tiềm năng ứng dụng rộng rãi trong nhà ở, văn phòng, phòng trọ và các khu vực cần kiểm soát truy cập hiện đại. Tuy nhiên, để hoàn thiện hơn, hệ thống có

thẻ được nâng cấp thêm các tính năng như lưu lịch sử ra vào, xác thực đa lớp (kết hợp mã PIN + RFID), và tích hợp camera quan sát.

Tài liệu tham khảo:

- Youtuber và một số tài liệu khác.