

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



**Bài tiểu luận môn học: Phát triển ứng dụng IOT**

**Đề tài: HỆ THỐNG KHOÁ CỬA THÔNG MINH DỰA TRÊN  
ESP32 VÀ RFID**

*(Sử dụng module RFID để mở khóa cửa, tích hợp xác thực qua  
Wi-Fi hoặc Bluetooth)*

**Nhóm: 4**

***TP.Hue, tháng 04 năm 2025***

## MỤC LỤC

<b>I. Phần Mở đầu</b>	<b>3</b>
<b>1. Giới thiệu</b>	<b>3</b>
1.1. Bài toán và tính cấp thiết	3
1.2. Giải pháp sử dụng ESP32 và RFID	3
1.3. Mục tiêu và phạm vi	4
<b>2. Tổng quan hệ thống (kèm sơ đồ khối)</b>	<b>4</b>
2.1. Các thành phần chính	4
2.2. Sơ đồ khối hệ thống	5
2.3. Nguyên lý hoạt động	5
<b>II. Phần Nội dung</b>	<b>6</b>
<b>1. Cơ sở lý thuyết</b>	<b>6</b>
1.1. Ứng dụng IoT trong đời sống	6
1.2. Ứng dụng IoT trong bảo mật và điều khiển truy cập (liên quan đến khóa cửa thông minh)	7
1.3. Giới thiệu về vi điều khiển ESP32	8
1.4. Giới thiệu module RFID RC522	9
<b>2. Thiết kế và triển khai</b>	<b>10</b>
2.1. Chi tiết phần cứng và phần mềm	10
2.2. Thiết kế mạch điện và kết nối	11
2.3. Gửi thông báo qua Wi-Fi (Blynk và Telegram)	13
<b>3. Hướng cải tiến và phát triển trong tương lai</b>	<b>15</b>
<b>III. Phần Kết luận</b>	<b>17</b>
<b>Tài liệu tham khảo</b>	<b>18</b>

# I. Phần Mở đầu

## 1. Giới thiệu

### 1.1. Bài toán và tính cấp thiết

Trong thời đại công nghệ số và đô thị hóa nhanh chóng, việc đảm bảo an ninh cho nhà ở, văn phòng, kho bãi hay khu vực riêng tư trở thành một nhu cầu thiết yếu. Các phương pháp khóa truyền thống bằng chìa cơ đang dần bộc lộ nhiều hạn chế như:

- Dễ bị **mất chìa**, **đánh cắp** hoặc **sao chép** trái phép.
- Không thể **kiểm soát lịch sử mở cửa** hoặc phân quyền truy cập.
- Thiếu khả năng tích hợp với các thiết bị thông minh trong hệ sinh thái IoT.

Chính vì vậy, **hệ thống khóa cửa thông minh** ra đời như một giải pháp thay thế toàn diện, hiện đại và tiện lợi hơn. Những ưu điểm nổi bật bao gồm:

- ☒ **Mở khóa không cần chìa**: qua thẻ RFID, vân tay, mã số, điện thoại, v.v.
- ☒ **Tăng cường bảo mật**: xác thực đa lớp, báo động khi có truy cập trái phép.
- ☒ **Quản lý và giám sát từ xa**: nhờ kết nối Wi-Fi hoặc Bluetooth.
- ☒ **Dễ tích hợp với hệ thống nhà thông minh**: như camera, cảnh báo cháy, hệ thống điều khiển trung tâm.

Việc xây dựng một **hệ thống khóa cửa thông minh sử dụng ESP32 và RFID** không chỉ giúp nâng cao khả năng bảo vệ tài sản và sự an toàn của người dùng, mà còn là một ứng dụng điển hình cho xu hướng **IoT trong đời sống** — nơi mọi thiết bị đều có thể giao tiếp và được điều khiển một cách thông minh.

### 1.2. Giải pháp sử dụng ESP32 và RFID

Hệ thống sử dụng thẻ RFID để nhận dạng người dùng, kết hợp ESP32 để xử lý tín hiệu và mở khóa nếu hợp lệ. Ngoài ra, ESP32 còn có thể xác thực bổ sung qua Wi-Fi hoặc Bluetooth, giúp tăng độ an toàn.

### 1.3. Mục tiêu và phạm vi

- Nhận dạng người dùng qua thẻ RFID
- Mở khóa bằng servo khi xác thực thành công
- Hiển thị trạng thái lên OLED
- Gửi thông báo/mở cửa qua Wi-Fi hoặc Bluetooth tùy chọn

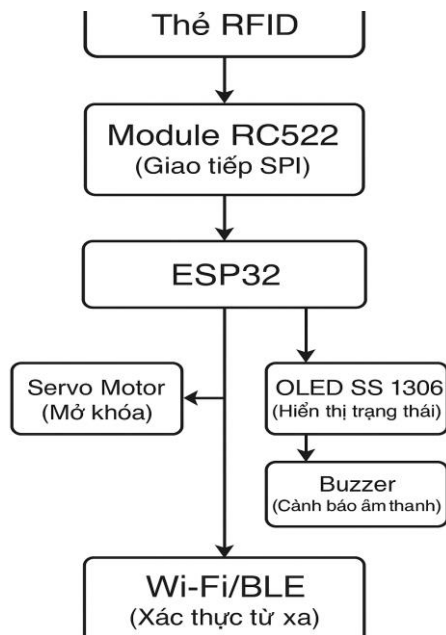
## 2. Tổng quan hệ thống (kèm sơ đồ khối)

### 2.1. Các thành phần chính

Hệ thống khóa cửa thông minh bao gồm các thành phần chính sau:

- **ESP32:** Vi điều khiển trung tâm, tiếp nhận dữ liệu từ module RFID, xử lý logic xác thực và điều khiển servo/màn hình/buzzer.
- **RFID RC522:** Dùng để đọc UID từ thẻ hoặc tag RFID. Hoạt động ở tần số 13.56 MHz và giao tiếp với ESP32 thông qua giao tiếp SPI.
- **Servo Motor:** Đóng/mở cơ khí của khóa cửa khi được kích hoạt bởi ESP32.
- **Màn hình OLED SSD1306:** Hiển thị trạng thái hệ thống (chờ quét, cho phép, từ chối...).
- **Buzzer:** Phát tín hiệu âm thanh khi truy cập bị từ chối hoặc xác thực thành công.
- **Kết nối không dây (Wi-Fi/Bluetooth):** Hỗ trợ mở khóa từ xa hoặc xác thực kép nếu mở rộng.

## 2.2. Sơ đồ khối hệ thống



## 2.3. Nguyên lý hoạt động

1. Người dùng đưa thẻ RFID vào vùng quét của RC522.
2. RC522 đọc mã UID của thẻ và gửi dữ liệu về ESP32.
3. ESP32 so sánh UID nhận được với danh sách UID hợp lệ:
  - **Nếu hợp lệ:**
    - Bật servo để mở khóa.
    - Hiển thị “☒ Truy cập hợp lệ” trên OLED.
    - Buzzer kêu ngắn để xác nhận.
  - **Nếu không hợp lệ:**
    - Hiển thị “☐ Truy cập bị từ chối”.
    - Buzzer kêu dài cảnh báo.
4. Nếu hệ thống có kết nối Wi-Fi/Bluetooth, người dùng có thể mở khóa từ xa hoặc nhận thông báo về trạng thái truy cập.





## II. Phần Nội dung

### 1. Cơ sở lý thuyết

#### 1.1. Ứng dụng IoT trong đời sống

**Internet of Things (IoT)** – hay còn gọi là **Internet vạn vật** – là một mô hình công nghệ cho phép các thiết bị vật lý được kết nối với nhau qua Internet, từ đó có thể thu thập, xử lý và trao đổi dữ liệu một cách tự động, không cần sự can thiệp trực tiếp của con người.

Trong đời sống hiện đại, IoT đang dần len lỏi vào mọi lĩnh vực, từ nhà ở, y tế, nông nghiệp cho đến công nghiệp và giao thông. Các ứng dụng tiêu biểu bao gồm:

-  **Nhà thông minh (Smart Home):** Tự động bật/tắt đèn, điều hòa, khóa cửa, điều khiển camera an ninh, hoặc giám sát thiết bị điện trong nhà thông qua smartphone.
-  **Y tế thông minh:** Thiết bị đeo tay (smartwatch, vòng theo dõi sức khỏe) giúp đo nhịp tim, lượng oxy trong máu, hoặc nhắc nhở uống thuốc và gửi dữ liệu cho bác sĩ từ xa.
-  **Nông nghiệp thông minh:** Cảm biến đất, độ ẩm và ánh sáng giúp canh tác hiệu quả hơn, tưới tiêu tự động dựa trên điều kiện môi trường thực tế.
-  **Công nghiệp và nhà máy thông minh:** Máy móc có thể gửi dữ liệu vận hành theo thời gian thực để bảo trì phòng ngừa, nâng cao hiệu quả và tiết kiệm chi phí sản xuất.

Nhờ khả năng thu thập và xử lý dữ liệu tức thời, IoT không chỉ làm tăng tính tiện nghi mà còn giúp tối ưu hóa năng lượng, chi phí và đặc biệt là **nâng cao mức độ an toàn** trong cuộc sống hàng ngày. Việc ứng dụng IoT vào các hệ thống bảo mật – như khóa cửa thông minh – là một xu hướng tất yếu và đang phát triển mạnh mẽ trong thời đại hiện nay.

## 1.2. Ứng dụng IoT trong bảo mật và điều khiển truy cập (liên quan đến khóa cửa thông minh)

Trong lĩnh vực **an ninh và kiểm soát truy cập**, việc ứng dụng công nghệ **IoT** đã mở ra nhiều giải pháp bảo mật hiệu quả, tiện lợi và có khả năng giám sát từ xa theo thời gian thực. Một trong những ví dụ điển hình là **hệ thống khóa cửa thông minh**, cho phép người dùng mở/đóng cửa thông qua thẻ RFID, mã PIN, nhận diện khuôn mặt, hoặc điện thoại di động có kết nối Internet.

### Lợi ích khi ứng dụng IoT vào kiểm soát truy cập:

- **Mở khóa từ xa** thông qua kết nối Wi-Fi hoặc Bluetooth, giúp người dùng dễ dàng cấp quyền truy cập mà không cần có mặt trực tiếp.
- **Ghi lại lịch sử truy cập**, bao gồm thời gian, danh tính người mở cửa – phục vụ cho việc kiểm tra và tăng cường an toàn.
- **Tích hợp cảnh báo thông minh**: Khi có hành vi truy cập trái phép hoặc nghi ngờ phá khóa, hệ thống có thể gửi thông báo qua Telegram, email, hoặc đẩy lên ứng dụng quản lý.
- **Phân quyền người dùng linh hoạt**: Chủ nhà có thể thêm/xóa quyền truy cập cho từng người dùng thông qua ứng dụng di động mà không cần thay đổi phần cứng.

### Ví dụ về hệ thống khóa cửa IoT:

- **Khóa thông minh sử dụng ESP32 và RFID**: Khi quét thẻ RFID, ESP32 kiểm tra mã UID. Nếu đúng, hệ thống kích hoạt servo mở khóa, hiển thị trạng thái và có thể gửi thông báo mở cửa qua Internet.
- **Tích hợp Blynk, Firebase hoặc MQTT** để giám sát trạng thái khóa và điều khiển từ xa.

Nhờ vào tính linh hoạt và khả năng kết nối mạng của các vi điều khiển như **ESP32**, giải pháp khóa cửa thông minh không chỉ nâng cao bảo mật mà còn mang lại trải nghiệm sử dụng hiện đại, tiện lợi, phù hợp với mô hình nhà thông minh đang ngày càng phổ biến.

### 1.3. Giới thiệu về vi điều khiển ESP32

**ESP32** là một dòng vi điều khiển hiệu năng cao do hãng **Espressif Systems** phát triển, được sử dụng phổ biến trong các ứng dụng **IoT (Internet of Things)** nhờ khả năng kết nối mạng tích hợp và bộ tính năng mạnh mẽ.

So với các dòng vi điều khiển truyền thống như Arduino Uno hay ATmega328P, ESP32 có nhiều lợi thế nổi bật:

---

#### Thông số kỹ thuật chính:

- **CPU:** Lõi kép Xtensa LX6, xung nhịp lên đến **240 MHz**
- **Bộ nhớ:** 520 KB SRAM, hỗ trợ flash lên đến vài MB
- **Giao tiếp:** Hỗ trợ **SPI, I2C, UART, PWM, ADC, DAC**, v.v.
- **Kết nối không dây:**
  - **Wi-Fi 802.11 b/g/n**
  - **Bluetooth 4.2 (BLE)**

---

#### Ưu điểm nổi bật:

- **Tích hợp Wi-Fi và Bluetooth** trên cùng một chip, giúp tiết kiệm chi phí phần cứng và dễ dàng thiết kế các hệ thống điều khiển từ xa.
- **Nhiều chân GPIO** (General Purpose Input/Output), cho phép kết nối với đa dạng cảm biến, module như RFID, servo, buzzer, OLED...
- **Tiêu thụ điện năng thấp**, phù hợp với các ứng dụng hoạt động lâu dài bằng pin hoặc năng lượng tái tạo.
- **Hỗ trợ lập trình linh hoạt:** Có thể lập trình bằng **Arduino IDE**, **MicroPython**, hoặc **ESP-IDF (Espressif IoT Development Framework)**.

---

#### Ứng dụng trong khóa cửa thông minh:

- **Đọc dữ liệu RFID** từ module RC522 thông qua giao tiếp SPI.
- **Điều khiển servo motor** để mở/đóng cửa.



- **Hiển thị thông tin** lên màn hình OLED qua giao tiếp I2C.
- **Gửi dữ liệu hoặc nhận lệnh từ xa** qua Wi-Fi hoặc Bluetooth.
- **Lưu trữ danh sách UID hợp lệ**, xác thực truy cập và ghi nhận lịch sử mở khóa.

Nhờ sự kết hợp giữa **tính năng mạnh mẽ, kết nối linh hoạt và chi phí thấp**, ESP32 trở thành lựa chọn hàng đầu trong việc phát triển các hệ thống thông minh như **khóa cửa IoT**, nhà thông minh, giám sát môi trường, thiết bị đeo tay, và nhiều ứng dụng khác.

#### 1.4. Giới thiệu module RFID RC522

**Module RFID RC522** là một thiết bị đọc/ghi thẻ RFID phổ biến, hoạt động ở tần số **13.56 MHz**, thuộc chuẩn **ISO/IEC 14443A**. Đây là một trong những loại module RFID được sử dụng rộng rãi nhất trong các dự án điều khiển truy cập, nhận dạng người dùng, quản lý ra vào, và các ứng dụng bảo mật thông minh.

##### **Nguyên lý hoạt động:**

Khi thẻ RFID (hoặc tag) được đưa lại gần module RC522, thẻ sẽ truyền tín hiệu qua sóng vô tuyến chứa mã **UID (Unique Identifier)**. Module sẽ đọc và gửi mã này về ESP32 để xử lý, kiểm tra quyền truy cập. Nếu UID hợp lệ, hệ thống sẽ cho phép mở khóa; nếu không, sẽ từ chối truy cập và phát cảnh báo.

##### **Ưu điểm khi dùng RC522:**

- Kích thước nhỏ gọn, tiêu thụ điện năng thấp.
- Giao tiếp đơn giản, dễ tích hợp với ESP32 hoặc Arduino.
- Độ ổn định cao, tốc độ phản hồi nhanh.
- Hỗ trợ thẻ từ phổ biến, dễ mua và thay thế.

Với khả năng nhận dạng không tiếp xúc, giá thành rẻ và giao tiếp dễ lập trình, **module RC522 là lựa chọn tối ưu cho các hệ thống khóa cửa thông minh**, cho phép quản lý truy cập nhanh chóng, tiện lợi và an toàn hơn so với các hình thức cơ học truyền thống.




## 2. Thiết kế và triển khai

### 2.1. Chi tiết phần cứng và phần mềm

#### Phần cứng sử dụng

- **ESP32 DevKit V1:** Vi điều khiển trung tâm, điều khiển toàn bộ hoạt động.
- **Module RFID RC522:** Đọc UID thẻ từ để xác thực người dùng.
- **Servo Motor SG90:** Mô phỏng chốt cửa, điều khiển đóng/mở cơ học.
- **Màn hình OLED SSD1306 0.96”:** Hiển thị trạng thái truy cập (cho phép/từ chối).
- **Buzzer:** Cảnh báo âm thanh khi phát hiện truy cập sai hoặc thành công.
- **Dây nối (jumper wires), breadboard, điện trở 220Ω:** Dùng trong mạch thử nghiệm.

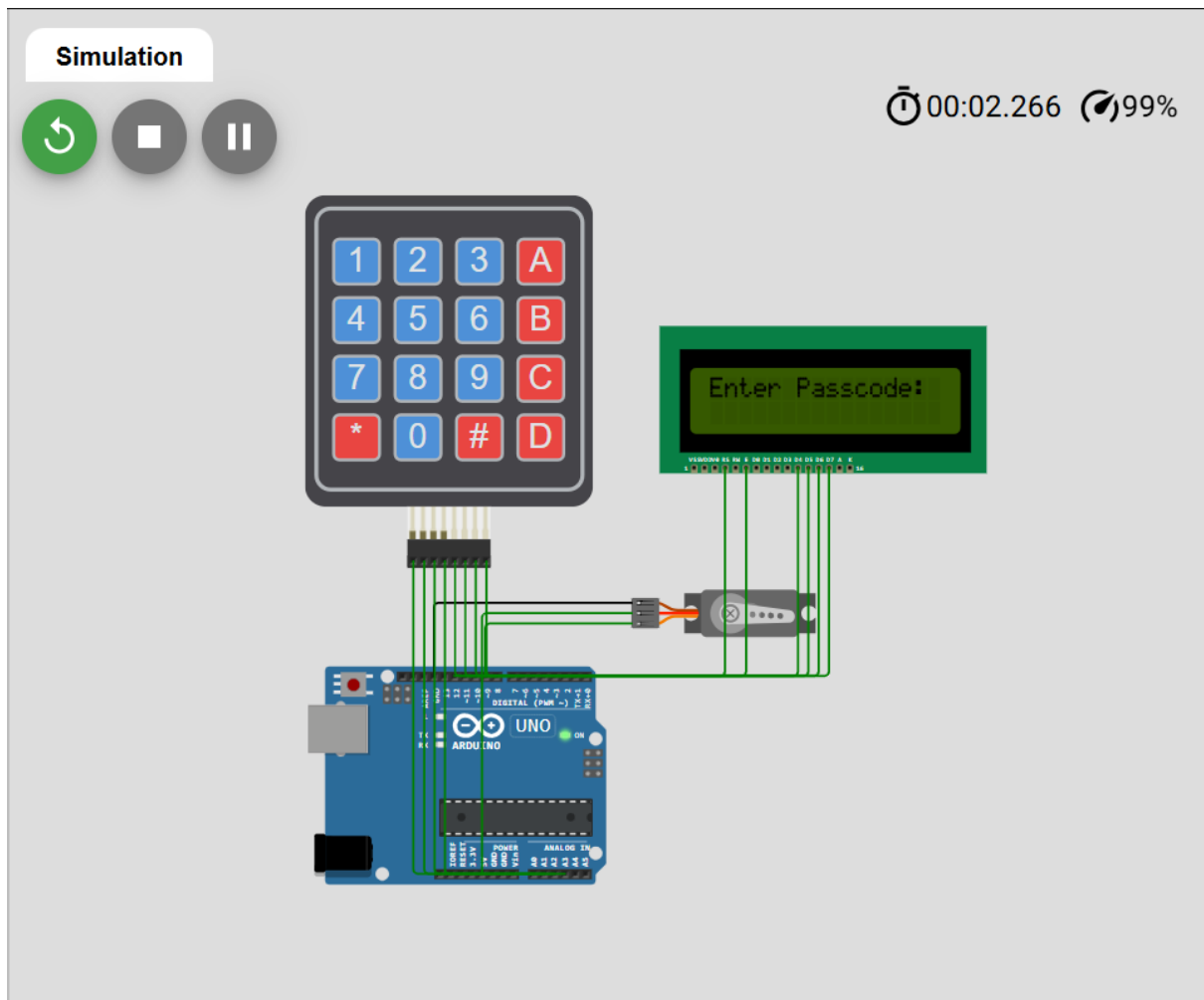
#### Phần mềm sử dụng

-  **Visual Studio Code (VS Code) + PlatformIO:**
- Là môi trường phát triển tích hợp (IDE) hiện đại, hỗ trợ lập trình cho ESP32.
- Cho phép quản lý thư viện, biên dịch, nạp mã và debug dễ dàng hơn so với Arduino IDE.
- Giao diện thân thiện, dễ tổ chức mã, phù hợp với dự án lớn.
-  **Blynk IoT Platform:**
- Giao diện điều khiển và giám sát trạng thái khóa cửa trên điện thoại hoặc web dashboard.
- Hỗ trợ cập nhật trạng thái truy cập, mở cửa từ xa, gửi thông báo (push notification).
- Sử dụng **Virtual Pins (V1, V2, V3...)** để gửi/nhận dữ liệu giữa ESP32 và app.
-  **Telegram:**
- Tích hợp **Telegram Bot API** để gửi cảnh báo tức thì mỗi khi có truy cập không hợp lệ hoặc truy cập thành công.

- Người dùng có thể nhận thông báo chi tiết về UID, thời gian, trạng thái truy cập.
- Có thể kết hợp làm hệ thống phản hồi lệnh từ xa thông qua bot.

## 2.2. Thiết kế mạch điện và kết nối

Sơ đồ Diagram của hệ thống



Hình 1. Sơ đồ Diagram của hệ thống

*Mô tả kết nối phần cứng:*

### 1. Kết nối RFID RC522 với ESP32

- **SDA** → **GPIO21** (Chip Select - CS)
- **SCK** → **GPIO18** (Serial Clock - SPI Clock)
- **MOSI** → **GPIO23** (Master Out Slave In - Gửi dữ liệu từ ESP32)

- **MISO** → **GPIO19** (*Master In Slave Out - Nhận dữ liệu về ESP32*)
- **RST** → **GPIO22** (*Reset module RC522*)
- **VCC** → **3.3V**
- **GND** → **GND**

## 2. Kết nối Servo Motor SG90 với ESP32

- **Signal** → **GPIO25**
- **VCC** → **5V**
- **GND** → **GND**

## 3. Kết nối OLED SSD1306 với ESP32 (giao tiếp I2C)

- **SDA** → **GPIO4**
- **SCL** → **GPIO5**
- **VCC** → **3.3V**
- **GND** → **GND**

## 4. Kết nối Buzzer với ESP32

- **Dây dương (+)** → **GPIO27**
- **Dây âm (-)** → **GND** (*nên qua điện trở 220Ω để giới hạn dòng*)

## Giải thích hoạt động của hệ thống

Hệ thống khóa cửa thông minh hoạt động theo quy trình tuần tự như sau:

### Bước 1: Quét thẻ RFID

- Người dùng đưa thẻ RFID (hoặc tag) lại gần module **RC522**.
  - **RC522** sẽ đọc mã **UID (Unique Identifier)** của thẻ và gửi dữ liệu về **ESP32** thông qua giao tiếp **SPI**.
- 

### Bước 2: Xử lý dữ liệu

- **ESP32** nhận mã UID và so sánh với **danh sách UID hợp lệ** đã được lưu trong bộ nhớ.
  - Tùy vào kết quả kiểm tra, hệ thống sẽ phản hồi theo hai hướng:
-

### ✓ Nếu UID hợp lệ:

- **Servo motor** được kích hoạt quay góc (thường 90 độ) → chốt cửa mở.
  - **Màn hình OLED** hiển thị dòng thông báo: "✓ Truy cập hợp lệ" hoặc "Welcome!"
  - **Buzzer** phát tiếng beep ngắn (0.1 giây) để xác nhận mở cửa thành công.
  - (Tuỳ chọn) **ESP32** gửi thông báo qua **Telegram/Blynk** về việc truy cập hợp lệ.
- 

### ✗ Nếu UID không hợp lệ:

- **Servo motor không hoạt động** → cửa vẫn đóng.
  - **Màn hình OLED** hiển thị thông báo: "✗ Truy cập bị từ chối" hoặc "UID không hợp lệ!"
  - **Buzzer** kêu dài hơn (ví dụ 1 giây) để cảnh báo.
  - (Tuỳ chọn) Hệ thống có thể gửi cảnh báo qua **Telegram** đến chủ nhà.
- 

### 🔄 Quay lại vòng lặp

- Hệ thống tiếp tục quay lại trạng thái ban đầu và **chờ quét thẻ mới**, đảm bảo liên tục sẵn sàng hoạt động.

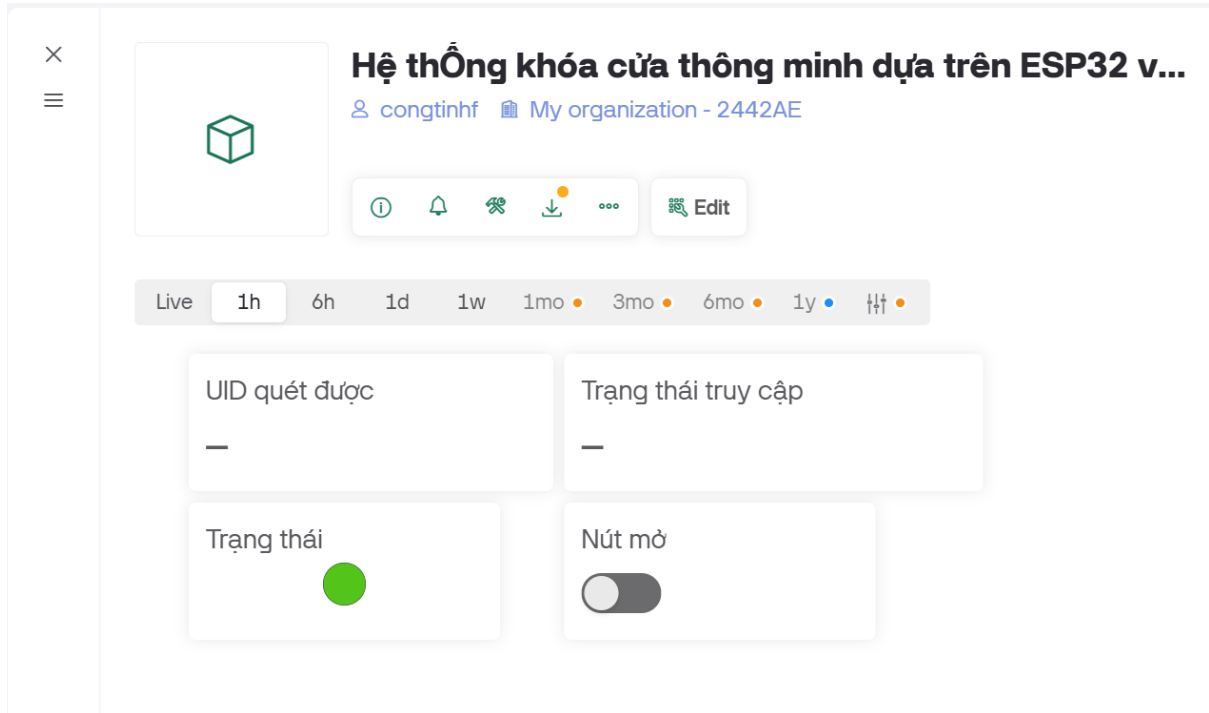
## 2.3. Gửi thông báo qua Wi-Fi (Blynk và Telegram)

Hệ thống khóa cửa thông minh không chỉ mở/đóng cơ học mà còn có thể **gửi thông báo từ xa** cho người dùng khi có sự kiện truy cập xảy ra, nhờ vào khả năng **kết nối Wi-Fi của ESP32**. Hai nền tảng phổ biến được tích hợp trong hệ thống là **Blynk IoT** và **Telegram Bot**.

### 📱 Tích hợp với Blynk IoT

Blynk được sử dụng để **giám sát trạng thái hệ thống theo thời gian thực** thông qua smartphone hoặc dashboard trên web. Các tính năng chính bao gồm:

- **Hiển thị UID đã quét và trạng thái truy cập** (Hợp lệ / Không hợp lệ).
- **Bật/tắt server từ xa** (mở cửa chủ động).
- **Gửi cảnh báo tức thì** khi có truy cập trái phép.



*Hình 2. Giao diện Điều khiển qua blynk.cloud*

### Quy trình gửi thông tin từ ESP32 đến Blynk:

- Khi ESP32 quét được thẻ RFID:
  - Gửi UID đến V1.
  - Nếu hợp lệ, gửi “Truy cập hợp lệ” đến V2 và bật LED V3 màu xanh.
  - Nếu không hợp lệ, gửi “Truy cập bị từ chối” đến V2 và bật LED V3 màu đỏ.
- Nếu người dùng nhấn nút ở V4, ESP32 sẽ kích hoạt servo mở khóa từ xa.

### Tích hợp với Telegram

**Telegram** là một ứng dụng nhắn tin đa nền tảng, hỗ trợ **Bot API**, cho phép ESP32 gửi tin nhắn cảnh báo thời gian thực đến người dùng.

### Chức năng trong hệ thống:

- Gửi thông báo khi có người quét thẻ.

- Cảnh báo khi có **UID không hợp lệ**.
- Hiển thị thông tin như thời gian, UID, trạng thái truy cập.

### 3. Hướng cải tiến và phát triển trong tương lai

Mặc dù hệ thống hiện tại đã đáp ứng được các yêu cầu cơ bản của một hệ thống khóa cửa thông minh — bao gồm mở khóa bằng RFID, hiển thị trạng thái, cảnh báo âm thanh và gửi thông báo từ xa — nhưng vẫn còn nhiều tiềm năng để mở rộng và hoàn thiện hơn trong tương lai. Một số hướng cải tiến được đề xuất như sau:

---

#### 1. Xác thực đa lớp (2FA – Two-Factor Authentication)

Kết hợp RFID với một phương thức xác thực bổ sung như:

- Mật khẩu nhập từ ứng dụng di động.
- Bluetooth Low Energy (BLE) xác nhận thiết bị đáng tin cậy.
- Mã OTP (One-Time Password) gửi qua Telegram hoặc email.

→ Điều này giúp nâng cao độ bảo mật, ngăn chặn các hành vi truy cập trái phép.

---

#### 2. Tích hợp nhận diện khuôn mặt hoặc camera giám sát

- Sử dụng camera AI (ESP32-CAM hoặc module AI) để chụp ảnh người truy cập.
- Nhận diện khuôn mặt và so sánh với dữ liệu đã lưu.
- Gửi hình ảnh về điện thoại người quản lý qua Telegram hoặc lưu trữ cloud.

---

#### 3. Kết nối với nền tảng đám mây (Firebase, ThingSpeak, Google Sheets)

- Ghi log truy cập: UID, thời gian, trạng thái (cho phép/từ chối).
  - Thống kê số lần truy cập, theo dõi hành vi sử dụng.
  - Tạo dashboard quản lý tập trung cho nhiều cửa, nhiều người dùng.
-

#### 4. Giao diện quản lý người dùng

- Cho phép **thêm/xóa UID** từ xa qua app web hoặc app điện thoại.
  - Cấp quyền truy cập theo thời gian (ví dụ: chỉ cho phép mở cửa từ 8h–18h).
  - Tạo phân quyền người dùng (admin, khách, v.v.)
- 

#### 5. Cải tiến phần cứng

- Thay servo bằng **motor điện tử chuyên dụng cho cửa thực tế** (có hồi tiếp vị trí).
  - Sử dụng nguồn ngoài ổn định hơn để chạy servo mạnh và bền.
  - Tích hợp **pin dự phòng** hoặc **nguồn năng lượng mặt trời** để duy trì hoạt động khi mất điện.
- 

#### 6. Tích hợp thêm kết nối LoRa / ZigBee

- Cho phép điều khiển từ xa trong môi trường không có Wi-Fi.
- Thích hợp cho các khu vực nông thôn, nhà trọ, nông trại.



### III. Phần Kết luận

Trong tiểu luận này, chúng tôi đã trình bày một hệ thống khóa cửa thông minh dựa trên vi điều khiển **ESP32** và công nghệ nhận dạng **RFID RC522**, tích hợp khả năng **kết nối Wi-Fi**, **hiển thị thông tin**, và **gửi thông báo từ xa** thông qua **Blynk** và **Telegram**.

Hệ thống được thiết kế với mục tiêu đơn giản, dễ triển khai, chi phí thấp nhưng vẫn đảm bảo **tính bảo mật và tính ứng dụng cao** trong thực tế. Việc sử dụng **ESP32** không chỉ giúp xử lý dữ liệu từ thẻ RFID mà còn cho phép mở rộng với các công nghệ hiện đại như: **điều khiển từ xa qua Internet**, **cảnh báo truy cập trái phép**, và **tự động ghi nhận lịch sử hoạt động**.

Mô phỏng trên nền tảng **Wokwi** cho phép kiểm tra nguyên lý hoạt động và mạch điện một cách hiệu quả mà không cần phần cứng thật, đồng thời hỗ trợ sinh viên và nhà phát triển kiểm thử, tối ưu hóa hệ thống nhanh chóng.

Thông qua tiểu luận này, nhóm chúng tôi đã hiểu rõ hơn về:

- **Ứng dụng IoT** trong kiểm soát truy cập và bảo mật.
- **Cách sử dụng và lập trình ESP32** kết hợp với các module ngoại vi như RFID, OLED, servo, buzzer.
- **Cách tích hợp dịch vụ đám mây** để điều khiển và giám sát từ xa.

Trong tương lai, hệ thống có thể được cải tiến theo nhiều hướng như: xác thực đa lớp, tích hợp camera, ghi log truy cập lên cloud, hoặc sử dụng motor cửa thực tế. Những nâng cấp này sẽ giúp hệ thống phù hợp hơn với các ứng dụng thực tế tại hộ gia đình, nhà trọ, văn phòng, trường học hoặc các tòa nhà thông minh.

Từ một ý tưởng đơn giản, hệ thống khóa cửa thông minh sử dụng ESP32 và RFID đã chứng minh tính khả thi, tính thực tiễn và khả năng mở rộng mạnh mẽ – là bước khởi đầu quan trọng cho việc xây dựng các giải pháp nhà thông minh trong kỷ nguyên IoT.

## Tài liệu tham khảo

1. **Điện tử Tương Lai** – ESP32 là gì? Ưu điểm và ứng dụng thực tế  
Truy cập tại: <https://dientutuonglai.com/esp32-la-gi.html>
2. **Điện tử Nhật Tùng** – Module RFID RC522: Cấu tạo và cách sử dụng  
Truy cập tại: <https://dientunhattung.com/san-pham/module-rc522-rfid>
3. **IOT Zone Việt Nam** – Hướng dẫn sử dụng ESP32 với Telegram  
Truy cập tại: <https://www.iotzone.vn/esp32/cach-dung-esp32-telegram-dieu-khien-den-led-voi-arduino-ide>
4. **Điện thông minh eSmart** – Lập trình ESP32 điều khiển Blynk IoT  
Truy cập tại: <https://dienthongminhesmart.com/lap-trinh-esp32/blynk-iot-va-esp32>
5. **Wokwi** – Trình mô phỏng ESP32, RFID, Servo, OLED trực tuyến  
Truy cập tại: <https://wokwi.com/>