

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



Đề tài:

**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.TIN4024.005

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN: Võ Việt Dũng

Huế, 04/2025

HUẾ, THÁNG 4 NĂM 2025

LỜI CẢM ƠN

Trước tiên, em xin gửi lời tri ân sâu sắc đến quý thầy cô trong khoa Công nghệ Thông tin, đặc biệt là thầy Võ Việt Dũng – giảng viên bộ môn Phát triển ứng dụng IoT. Với sự tận tâm hướng dẫn và những kiến thức quý báu mà thầy đã truyền đạt, em không chỉ hoàn thành tiểu luận này mà còn được khơi dậy niềm đam mê khám phá sâu hơn về lĩnh vực Internet of Things. Sự tận tình và định hướng của thầy chính là nguồn động lực lớn lao giúp nhóm chúng em vượt qua những thử thách trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu.

Em cũng xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành đến các bạn học cùng nhóm 09 – những người đồng hành tuyệt vời. Sự đóng góp ý kiến, chia sẻ kinh nghiệm và tinh thần hợp tác của các bạn đã tiếp thêm sức mạnh để nhóm không ngừng nỗ lực, từng bước hoàn thiện đề tài này.

Dù đã dồn hết tâm huyết thực hiện, tiểu luận của em chắc chắn vẫn còn những hạn chế và thiếu sót. Em rất mong nhận được sự lượng thứ cùng những ý kiến đóng góp quý giá từ thầy cô, đặc biệt là thầy Võ Việt Dũng, cũng như các bạn để đề tài ngày càng hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

MỤC LỤC

I.MỞ ĐẦU	4
1. Giới thiệu	4
2. Mục Tiêu của hệ thống	4
II.NỘI DUNG	5
1.Giới thiệu về ESP32	5
2. Module RFID RC522	6
Thông số kỹ thuật.....	6
Thông số kỹ thuật.....	8
Nguyên Lý hoạt động.....	8
Ứng dụng của RFID.....	9
3 .Cơ chế hoạt động.....	10
III.THIẾT KẾ HỆ THỐNG	12
1.Phần cứng	12
2.Phần mềm	12
3.Cài đặt và lập trình	13
Kết nối RFID RC522 với ESP32 qua giao tiếp 12C:.....	13
Kết nối OLED SSD1306 với ESP32.....	13
Chương trình hệ thống khóa cửa thông minh dựa trên ESP32 và RFID	
Kết nối tới blynk.....	17
IV. KẾT LUẬN.....	18
1. Kết quả đạt được.....	18
2. Hạn chế	
3. Hướng phát triển	
4.Kết luận.....	19
TÀI LIỆU THAM KHẢO	19

I.MỞ ĐẦU

1. Giới thiệu

Trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0, công nghệ số đã và đang thay đổi mạnh mẽ cách con người tương tác với các thiết bị trong đời sống hàng ngày. Các giải pháp thông minh, đặc biệt là trong lĩnh vực an ninh và tự động hóa, đang trở thành xu hướng tất yếu nhằm nâng cao mức độ an toàn, tiện lợi và hiệu quả. Một trong những ứng dụng nổi bật là **hệ thống khóa cửa thông minh**, kết hợp công nghệ IoT (Internet of Things) để mang lại sự linh hoạt và bảo mật vượt trội so với các hệ thống khóa truyền thống.

Đề tài này tập trung vào việc thiết kế và xây dựng một hệ thống khóa cửa thông minh dựa trên **vi điều khiển ESP32** và **module RFID RC522**. Hệ thống sử dụng công nghệ nhận dạng qua sóng vô tuyến (RFID) để xác thực người dùng thông qua thẻ hoặc thiết bị RFID, đồng thời tích hợp khả năng kết nối Wi-Fi và Bluetooth thông qua ESP32 để hỗ trợ điều khiển từ xa và giám sát thời gian thực. Ngoài ra, việc tích hợp với các nền tảng IoT như Blynk hay Telegram không chỉ tăng cường tính tiện lợi mà còn mở ra tiềm năng ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như nhà ở, văn phòng, khách sạn hoặc môi trường giáo dục.

2. Mục Tiêu của hệ thống

- Thiết kế một hệ thống khóa cửa thông minh đơn giản, chi phí thấp, dễ triển khai.
- Ứng dụng ESP32 làm bộ điều khiển trung tâm.
- Tích hợp xác thực bổ sung qua telegram, blynk, thingsped...
- Sử dụng thẻ RFID để mở khóa cửa.
- Tăng tuổi thọ của thiết bị nếu phát hiện sớm dấu hiệu hao mòn
- Có khả năng mở rộng: thêm người dùng, lưu log mở khóa, điều khiển từ xa qua app.

- Hỗ trợ thu thập dữ liệu phân tích nhằm tối ưu hóa hiệu suất hoạt động của hệ thống
- Cảnh báo khi có truy cập trái phép
- Tự động hóa thông minh

II.NỘI DUNG

1.Giới thiệu về ESP32

ESP32 là một hệ thống vi điều khiển trên chip (SoC) giá rẻ, được phát triển bởi Espressif Systems, kế thừa và cải tiến từ ESP8266. Với khả năng tích hợp cả Wi-Fi và Bluetooth Low Energy (BLE), ESP32 trở thành lựa chọn lý tưởng cho các dự án IoT (Internet of Things). Một số đặc điểm nổi bật của ESP32 bao gồm:

- Kiến trúc mạnh mẽ: Sử dụng bộ vi xử lý lõi kép Xtensa LX6, tốc độ xung nhịp lên đến 240 MHz.
- Kết nối linh hoạt: Hỗ trợ Wi-Fi 802.11 b/g/n và Bluetooth 4.2/BLE, cho phép kết nối không dây với nhiều thiết bị.
- Giao tiếp đa dạng: Hỗ trợ các giao thức như SPI, I2C, UART, ADC, DAC, và nhiều GPIO để kết nối với các cảm biến và module ngoại vi.
- Tiết kiệm năng lượng: Chế độ Deep Sleep giúp giảm mức tiêu thụ điện năng, phù hợp cho các ứng dụng cần hoạt động lâu dài.

ESP32 được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực như tự động hóa nhà thông minh, giám sát môi trường, và quản lý thiết bị từ xa, là nền tảng lý tưởng cho hệ thống khóa cửa thông minh trong đề tài này.



Hình ảnh minh họa về ESP32

2. Module RFID RC522

Module RFID RC522 là một thiết bị sử dụng công nghệ RFID (Radio-Frequency Identification) để đọc và ghi dữ liệu từ các thẻ RFID hoặc thẻ MIFARE. Với chi phí thấp và khả năng tích hợp dễ dàng, module này được sử dụng phổ biến trong các dự án IoT, đặc biệt là các ứng dụng liên quan đến nhận dạng và kiểm soát truy cập.

Thông số kỹ thuật

- **Dải tần số:** 13.56 MHz (ISM Band).
- **Giao tiếp với vi điều khiển:** SPI, I2C, hoặc UART (thường sử dụng SPI để đạt tốc độ cao).

- **Điện áp hoạt động:** 2.5V đến 3.3V.
- **Dòng tiêu thụ tối đa:** 13-26 mA.
- **Dòng tiêu thụ ở chế độ nghỉ (Power Down):** 10 μ A.
- **Đầu vào logic:** Tương thích mức 5V (5V tolerant).
- **Khoảng cách đọc:** Lên đến 5 cm (tùy thuộc vào loại thẻ và điều kiện môi trường).

Module RC522 bao gồm chip MFRC522, anten tích hợp, và các linh kiện hỗ trợ. Anten đóng vai trò phát và nhận tín hiệu từ thẻ RFID, trong khi chip MFRC522 xử lý dữ liệu và giao tiếp với vi điều khiển như ESP32.



Hình ảnh về Module RFID RC522

Thông số kỹ thuật

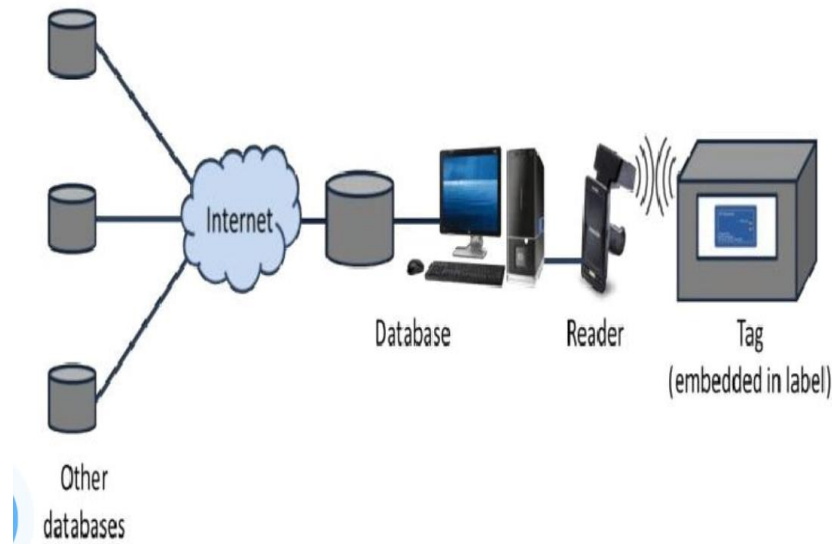
Frequency Range	13.56 MHz ISM Band
Host Interface	SPI / I2C / UART
Operating Supply Voltage	2.5 V to 3.3 V
Max. Operating Current	13-26mA
Min. Current(Power down)	10 μ A
Logic Inputs	5V Tolerant
Read Range	5 cm

Nguyên Lý hoạt động

Công nghệ RFID hoạt động dựa trên giao tiếp không dây sử dụng sóng vô tuyến ở tần số 13.56 MHz. Nguyên lý hoạt động của hệ thống RFID RC522 bao gồm:

1. **Phát sóng vô tuyến:** Module RC522 tạo ra một trường điện từ thông qua anten tích hợp.
2. **Kích hoạt thẻ RFID:** Khi thẻ RFID (thẻ MIFARE hoặc thẻ tương thích) vào vùng phủ sóng, thẻ được cấp năng lượng bởi cảm ứng từ và gửi lại mã định danh duy nhất (UID) của nó.
3. **Xử lý dữ liệu:** Module RC522 nhận tín hiệu từ thẻ, giải mã UID và truyền dữ liệu đến vi điều khiển (trong trường hợp này là ESP32) qua giao tiếp SPI.
4. **Xác thực và phản hồi:** Vi điều khiển kiểm tra UID với cơ sở dữ liệu và quyết định thực hiện hành động tương ứng (ví dụ: mở khóa hoặc từ chối truy cập).

Quá trình này diễn ra nhanh chóng, đảm bảo tính chính xác và bảo mật cao trong các ứng dụng nhận dạng.



Hình ảnh minh họa về cách hoạt động của RFID

Ứng dụng của RFID

Công nghệ RFID được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, bao gồm:

- **Kiểm soát truy cập và an ninh:**
 - Hệ thống khóa cửa thông minh, chấm công nhân viên.
 - Điều khiển thang máy, quản lý bãi đỗ xe.
- **Quản lý kho và chuỗi cung ứng:**
 - Gắn thẻ RFID lên hàng hóa để theo dõi vị trí, trạng thái, và quản lý kho tự động.
 - Tăng độ chính xác và tốc độ so với mã vạch truyền thống.
 - Tự động ghi nhận hàng hóa vào/ra kho mà không cần quét thủ công.
- **Thư viện thông minh:**
 - Gắn thẻ RFID vào sách để hỗ trợ mượn/trả tự động, chống trộm, và tìm kiếm nhanh chóng.
- **Sự kiện, giải trí và giao thông:**

- Sử dụng trong vé sự kiện, thẻ lên tàu/xe buýt, hoặc vé máy bay để quản lý truy cập hiệu quả.

3 .Cơ chế hoạt động

Hệ thống khóa cửa thông minh sử dụng công nghệ RFID kết hợp với vi điều khiển ESP32 hoạt động dựa trên nguyên lý nhận dạng qua sóng vô tuyến. Mỗi thẻ RFID (Radio-Frequency Identification) mang một mã định danh (UID) duy nhất, được gắn cho từng người dùng. Khi người dùng đưa thẻ lại gần đầu đọc RFID (ví dụ: module RC522), hệ thống sẽ thực hiện các bước sau:

1. Kích hoạt đầu đọc và tiếp nhận tín hiệu:

- Module RC522 phát ra một trường điện từ tần số cao.
- Khi thẻ RFID nằm trong vùng phủ sóng, thẻ sẽ được cấp nguồn qua cảm ứng từ và bắt đầu truyền mã UID của nó về module RC522.

2. Xử lý tín hiệu từ thẻ:

- Thông tin UID được chuyển từ module RC522 đến vi điều khiển ESP32 thông qua giao tiếp SPI (Serial Peripheral Interface).
- ESP32 nhận dữ liệu và tiến hành phân tích.

3. Xác thực UID:

- ESP32 so sánh mã UID nhận được với cơ sở dữ liệu lưu trữ sẵn trong bộ nhớ (hoặc trên server/cloud nếu có kết nối).
- Nếu UID hợp lệ, hệ thống cho phép mở khóa; ngược lại, yêu cầu bị từ chối.

4. Điều khiển khóa cửa:

- Khi được xác thực, ESP32 sẽ điều khiển một thiết bị cơ điện (như Servo motor, Relay, hoặc Solenoid) để thực hiện thao tác mở cửa.
- Sau khoảng thời gian định sẵn, khóa sẽ tự động đóng lại.

5. Phản hồi cho người dùng:

- Hệ thống gửi thông báo qua màn hình OLED, LED trạng thái hoặc Serial Monitor.
- Trong trường hợp tích hợp với Wi-Fi hoặc Bluetooth, thông báo có thể được gửi đến điện thoại thông minh hoặc server.

6. Lưu trữ và giám sát truy cập (nếu có):

- ESP32 có thể ghi lại thời điểm mở cửa, mã UID và trạng thái xác thực vào bộ nhớ hoặc cơ sở dữ liệu từ xa.
- Điều này hỗ trợ công tác giám sát, thống kê và nâng cao an ninh.

III. THIẾT KẾ HỆ THỐNG

1. Phần cứng

Hệ thống khóa cửa thông minh sử dụng các thành phần phần cứng sau:

- **ESP32:** Vi điều khiển trung tâm, chịu trách nhiệm xử lý tín hiệu từ module RFID, điều khiển khóa, và kết nối Wi-Fi.
- **Module RFID RC522:** Đọc và xác thực thẻ RFID (thẻ MIFARE).
- **Màn hình OLED SSD1306:** Hiển thị trạng thái của hệ thống (ví dụ: “Đã mở khóa”, “Thẻ không hợp lệ”).
- **Thiết bị cơ điện:** Servo motor hoặc relay để điều khiển cơ chế khóa/mở cửa.
- **Nguồn cung cấp:** Cung cấp điện áp 3.3V cho ESP32, RFID RC522, và OLED SSD1306.
- **Module Wi-Fi:** Tích hợp sẵn trong ESP32, hỗ trợ kết nối Internet để điều khiển từ xa qua Blynk.

2. Phần mềm

Các công cụ và nền tảng phần mềm được sử dụng trong dự án bao gồm:

- **PlatformIO:** Môi trường phát triển tích hợp (IDE) để lập trình và quản lý mã nguồn cho ESP32.
- **Arduino Framework:** Thư viện hỗ trợ lập trình giao tiếp với RFID RC522 và OLED SSD1306.
- **Blynk:** Nền tảng IoT cho phép điều khiển từ xa và nhận thông báo qua ứng dụng di động.

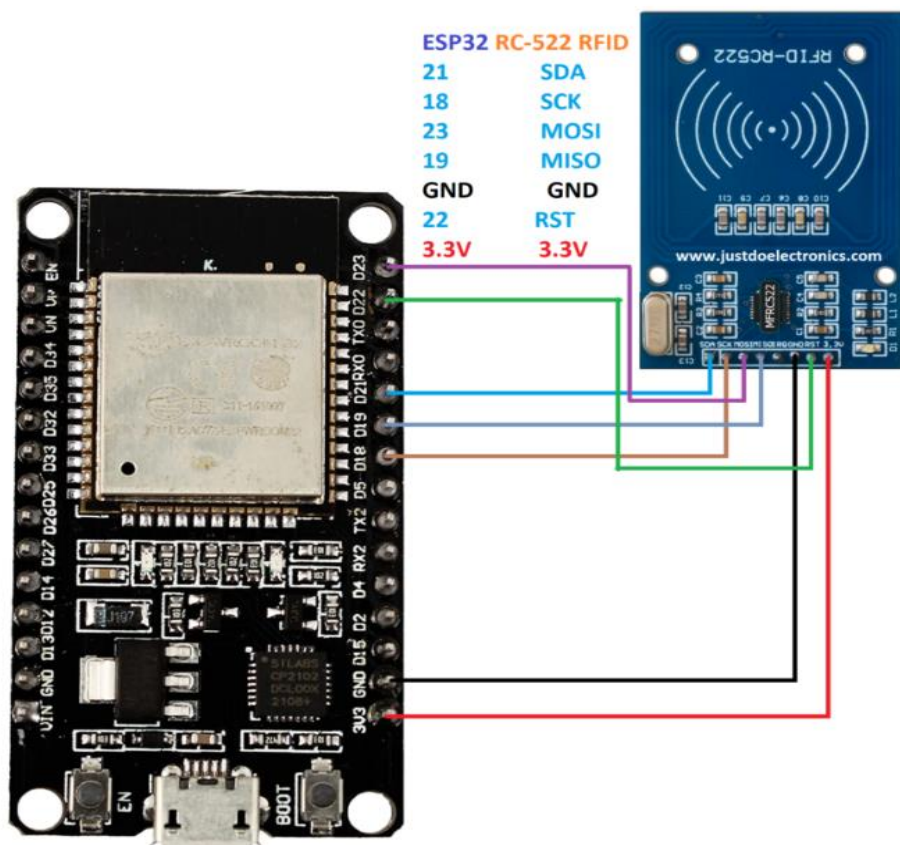
3.Cài đặt và lập trình

Kết nối RFID RC522 với ESP32 qua giao tiếp 12C:

Thiết bị MPU6050	Chân ESP32
RFID RC522 VCC	3V3
RFID RC522 GND	GND
RFID RC522 SCK	GPIO 18
RFID RC522 SDA	GPIO 21
RFID RC522 MOSI	GPIO 23
RFID RC522 MISO	GPIO 19

Kết nối OLED SSD1306 với ESP32

Thiết bị OLED SSD1306	Chân ESP32
OLED VCC	3V3
OLED GND	GND
OLED SCL	GPIO 22
OLED SDA	GPIO 21



Hình ảnh hiển thị sơ đồ kết nối các module với ESP32, bao gồm các chân GPIO tương ứng

Chương trình hệ thống khóa cửa thông minh dựa trên ESP32 và RFID

Quy trình hoạt động của chương trình:

1. Khi thẻ RFID được đưa vào vùng đọc, module RC522 đọc UID và gửi đến ESP32.
2. ESP32 kiểm tra UID với danh sách hợp lệ. Nếu hợp lệ:
 - Gửi tín hiệu đến servo motor/relay để mở khóa.
 - Giữ khóa mở trong 3 giây, sau đó tự động đóng lại.
 - Hiển thị trạng thái “Đã mở khóa” trên màn hình OLED.
3. Nếu UID không hợp lệ:
 - Hiển thị thông báo “Thẻ không hợp lệ” trên OLED.
 - Từ chối mở khóa

```

1  #include <SPI.h>
2  #include <MFRC522.h>
3  #include <Wire.h>
4  #include <Adafruit_GFX.h>
5  #include <Adafruit_SSD1306.h>
6  #include <BlynkSimpleEsp32.h>
7
8  #define SS_PIN 21
9  #define RST_PIN 22
10 #define SCREEN_WIDTH 128
11 #define SCREEN_HEIGHT 64
12 #define OLED_RESET -1
13
14 MFRC522 rfid(SS_PIN, RST_PIN);
15 Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);
16
17 // Thông tin Blynk
18 char auth[] = "YourAuthToken";
19 char ssid[] = "YourWiFiSSID";
20 char pass[] = "YourWiFiPassword";
21
22 void setup() {
23   Serial.begin(115200);
24   SPI.begin();
25   rfid.PCD_Init();
26   Wire.begin();
27   display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);
28   display.clearDisplay();
29   display.setTextSize(1);
30   display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
31   display.setCursor(0, 0);
32   display.println("Smart Lock System");
33   display.display();
34   Blynk.begin(auth, ssid, pass);
35 }
36
37 void loop() {
38   Blynk.run();
39   if (rfid.PICC_IsNewCardPresent() && rfid.PICC_ReadCardSerial()) {
40     String cardID = "";
41     for (byte i = 0; i < rfid.uid.size; i++) {
42       cardID += String(rfid.uid.uidByte[i], HEX);
43     }
44     if (cardID == "your_card_id_here") {
45       display.clearDisplay();
46       display.setCursor(0, 0);
47       display.println("Access Granted");
48       display.display();
49       // Điều khiển servo/relay mở khóa
50       delay(3000); // Giữ 3 giây
51       // Đóng khóa
52       Blynk.notify("Door Unlocked!");
53     } else {
54       display.clearDisplay();
55       display.setCursor(0, 0);
56       display.println("Access Denied");
57       display.display();
58       Blynk.notify("Unauthorized Access Attempt!");
59     }
60     rfid.PICC_HaltA();
61   }
62 }

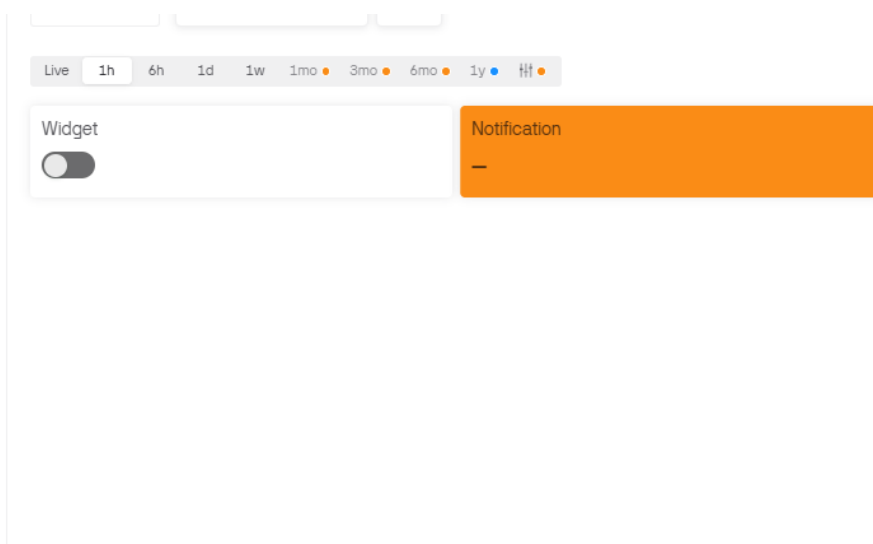
```

Mã nguồn index.html minh họa

Kết nối tới blynk

Hệ thống tích hợp với Blynk để:

- **Mở khóa từ xa:** Người dùng có thể nhấn nút trên ứng dụng Blynk để gửi lệnh mở khóa qua Internet.
- **Thông báo trạng thái:** Gửi thông báo đến điện thoại khi cửa được mở hoặc có truy cập không hợp lệ.
- **Giám sát thời gian thực:** Hiện thị trạng thái khóa (mở/đóng) trên giao diện Blynk.



Hình ảnh minh họa hệ thống bằng Blynk

IV. KẾT LUẬN

1. Kết quả đạt được

Đề tài đã xây dựng thành công hệ thống khóa cửa thông minh sử dụng ESP32 và module RFID RC522, với các kết quả nổi bật sau:

- Thiết kế và triển khai hệ thống khóa cửa thông minh hoạt động dựa trên công nghệ RFID, cho phép xác thực nhanh chóng và chính xác thông qua thẻ RFID.
- Tích hợp ESP32 với module RFID RC522 và màn hình OLED SSD1306, tạo giao diện hiển thị trạng thái trực quan.
- Kết nối với nền tảng Blynk, hỗ trợ điều khiển và giám sát từ xa qua Wi-Fi, nâng cao tính tiện lợi.
- Hệ thống có chi phí thấp, dễ triển khai, phù hợp cho các ứng dụng bảo mật trong gia đình, văn phòng hoặc môi trường giáo dục.

2. Hạn chế

Mặc dù đã đạt được nhiều kết quả tích cực, hệ thống vẫn tồn tại một số hạn chế:

- Phạm vi đọc thẻ RFID còn giới hạn, chỉ khoảng 5 cm, gây khó khăn trong một số tình huống sử dụng thực tế.
- Hệ thống chưa tích hợp các biện pháp bảo mật nâng cao như mã hóa dữ liệu hoặc xác thực hai yếu tố.
- Chưa hỗ trợ lưu trữ và phân tích dữ liệu dài hạn, ví dụ như lịch sử truy cập hoặc thông tin thống kê.
- Chưa tích hợp cảm biến bổ sung (ví dụ: cảm biến chuyển động, cảm biến nhiệt độ) để tăng tính tự động hóa và phát hiện sự cố bất thường.

3. Hướng phát triển

Để hoàn thiện và mở rộng hệ thống, các hướng phát triển trong tương lai bao gồm:

- Tích hợp các giao thức IoT như MQTT hoặc ThingSpeak để hỗ trợ điều khiển qua Internet và lưu trữ dữ liệu từ xa.
- Tăng cường bảo mật bằng cách triển khai giao thức HTTPS, xác thực người dùng, và mã hóa dữ liệu truyền tải.
- Thêm các cảm biến như cảm biến chuyển động, cảm biến nhiệt độ, hoặc camera để nâng cao khả năng giám sát và tự động hóa thông minh.
- Phát triển ứng dụng di động độc lập hoặc tích hợp với các hệ thống nhà thông minh như Google Home, Alexa để cải thiện trải nghiệm người dùng.
- Mở rộng khả năng lưu trữ log truy cập và phân tích dữ liệu qua các nền tảng như Firebase, đồng thời cải thiện giao diện với các tính năng như biểu đồ hoặc thông báo thời gian thực.

4.Kết luận

Đề tài đã đạt được mục tiêu đề ra, xây dựng một hệ thống khóa cửa thông minh hiệu quả, chi phí thấp và có tiềm năng ứng dụng cao trong thực tiễn. Dù vẫn còn một số hạn chế, hệ thống đã đặt nền tảng vững chắc cho các nghiên cứu và ứng dụng IoT trong tương lai. Em xin chân thành cảm ơn thầy Võ Việt Dũng đã tận tình hướng dẫn, cùng sự hỗ trợ và đồng hành tuyệt vời từ các bạn trong nhóm 09, góp phần tạo nên thành công của đề tài này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

<https://justdoelectronics.com/rc-522-rfid-interfacing-with-arduino-esp8266-esp32/>

<https://randomnerdtutorials.com/esp32-mfrc522-rfid-reader-arduino/#:~:text=Learn%20how%20to%20interface%20the%20MFRC522%20RFID%20reader,the%20ESP32%20will%20be%20programmed%20using%20Arduino%20IDE.>

<https://arduino.vn/rfid-la-gi-huong-dan-su-dung-module-rfid-rc522-voi-arduino/>

<https://dientuviet.com/gioi-thieu-esp32/>