

**TỔNG LIÊN ĐOÀN LAO ĐỘNG VIỆT NAM
TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**



**NGUYỄN THÀNH TIẾN - 52200088
NGUYỄN THỊ BẢO TRÂN - 52200089
NGUYỄN LÊ TUẤN PHƯƠNG - 52200075
NGUYỄN LÊ MINH HUY - 52200074
NGUYỄN HOÀNG ANH - 52200067**

KHÓA CỬA THÔNG MINH CHO GIA ĐÌNH

BÁO CÁO CUỐI KỲ IOT CƠ BẢN

THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH, NĂM 2025

**TỔNG LIÊN ĐOÀN LAO ĐỘNG VIỆT NAM
TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**



**NGUYỄN THÀNH TIẾN - 52200088
NGUYỄN THỊ BẢO TRÂN - 52200089
NGUYỄN LÊ TUẤN PHƯƠNG - 52200075
NGUYỄN LÊ MINH HUY - 52200074
NGUYỄN HOÀNG ANH - 52200067**

KHÓA CỬA THÔNG MINH CHO GIA ĐÌNH

BÁO CÁO CUỐI KỲ IOT CƠ BẢN

Người hướng dẫn
TS. Phù Trần Tín

THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH, NĂM 2025

LỜI CẢM ƠN

Chúng em xin chân thành cảm ơn thầy Phù Trần Tín đã tư vấn, hỗ trợ để chúng em có đủ kiến thức hoàn thành đề tài này. Thông qua những bài giảng trên lớp, các buổi thực hành, thầy đã trang bị cho chúng em nền tảng cơ bản về các hệ thống IOT, từ đó chúng em đã có thể lên ý tưởng và xây dựng được đề tài hoàn chỉnh như hiện tại.

TP. Hồ Chí Minh, ngày 01 tháng 04 năm 2025

Tác giả

(Ký tên và ghi rõ họ tên)

Nguyễn Thành Tiến

Nguyễn Thị Bảo Trân

Nguyễn Lê Tuấn Phương

Nguyễn Lê Minh Huy

Nguyễn Hoàng Anh

CÔNG TRÌNH ĐƯỢC HOÀN THÀNH TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi và được sự hướng dẫn khoa học của TS. Phù Trần Tín. Các nội dung nghiên cứu, kết quả trong đề tài này là trung thực và chưa công bố dưới bất kỳ hình thức nào trước đây. Những số liệu trong các bảng biểu phục vụ cho việc phân tích, nhận xét, đánh giá được chính tác giả thu thập từ các nguồn khác nhau có ghi rõ trong phần tài liệu tham khảo.

Ngoài ra, trong Dự án còn sử dụng một số nhận xét, đánh giá cũng như số liệu của các tác giả khác, cơ quan tổ chức khác đều có trích dẫn và chú thích nguồn gốc.

Nếu phát hiện có bất kỳ sự gian lận nào tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm về nội dung Dự án của mình. Trường Đại học Tôn Đức Thắng không liên quan đến những vi phạm tác quyền, bản quyền do tôi gây ra trong quá trình thực hiện (nếu có).

TP. Hồ Chí Minh, ngày 01 tháng 04 năm 2025

Tác giả

(Ký tên và ghi rõ họ tên)

Nguyễn Thành Tiến

Nguyễn Thị Bảo Trân

Nguyễn Lê Tuấn Phương

Nguyễn Lê Minh Huy

Nguyễn Hoàng Anh

TÓM TẮT

Đề tài xây dựng một hệ thống khóa cửa thông minh ứng dụng IoT phục vụ cho gia đình hoặc văn phòng nhỏ, với khả năng điều khiển từ xa qua smartphone. Hệ thống gồm ba thành phần chính: khóa cửa (ESP32, cảm biến, relay, keypad), máy chủ đám mây (Firebase, HiveMQ), và ứng dụng di động (Flutter).

Người dùng có thể mở khóa bằng mã số trực tiếp trên bàn phím hoặc từ xa qua ứng dụng. Hệ thống hỗ trợ các tính năng: chia sẻ quyền truy cập tạm thời, cập nhật firmware từ xa, giám sát trạng thái cửa theo thời gian thực, và gửi cảnh báo khi có nguy cơ xâm nhập.

Về kỹ thuật, hệ thống tích hợp nhiều công nghệ: MQTT để giao tiếp, Firebase Realtime Database để đồng bộ dữ liệu, Firebase Authentication để xác thực người dùng, và FastAPI để làm trung gian gửi thông báo qua FCM.

Đề tài đã hiện thực hóa thành công một mô hình hoạt động ổn định, với giao diện thân thiện, khả năng bảo mật tương đối cao và có tiềm năng phát triển trong tương lai thông qua việc tích hợp Bluetooth, cảm biến PIR, AI, và các dịch vụ thông minh khác.

MỤC LỤC

DANH MỤC HÌNH VẼ	v
DANH MỤC BẢNG BIỂU	vi
DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT.....	vii
CHƯƠNG 1. MÔ TẢ HỆ THỐNG	1
1.1 Phân tích thị trường.....	1
1.2 Đề xuất hệ thống mới	1
1.3 Mô hình hóa hệ thống	2
<i>1.3.1 Khóa cửa</i>	<i>3</i>
<i>1.3.2 Máy chủ đám mây</i>	<i>3</i>
<i>1.3.3 Điện thoại thông minh</i>	<i>5</i>
1.4 Sơ đồ bố trí thiết bị.....	5
1.5 Danh sách thiết bị.....	7
1.6 Tổ chức và lưu trữ dữ liệu.....	14
CHƯƠNG 2. QUY TRÌNH HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG	17
2.1 Quy trình đăng ký và thiết lập wifi cho khóa.....	17
2.2 Quy trình mở khóa bằng mã khóa.....	18
2.3 Quy trình mở khóa bằng điện thoại.....	19
2.4 Quy trình đổi mã khóa.....	19
2.5 Quy trình chia sẻ khóa.....	19
2.6 Quy trình cập nhật Firmware	21
2.7 Quy trình reset khóa	22
CHƯƠNG 3. KẾT LUẬN.....	23

BẢNG PHÂN CÔNG CÔNG VIỆC.....	25
TÀI LIỆU THAM KHẢO	26

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1. 1 Các thành phần của hệ thống	2
Hình 1. 2 Sơ đồ kết nối linh kiện	6
Hình 1. 3 Tổng quan mô hình tổ chức dữ liệu	15
Hình 1. 4 Chi tiết các trường dữ liệu của khóa	16
Hình 2. 1 Quy trình đăng ký và thiết lập wifi cho khóa.....	17
Hình 2. 2 Quy trình mở khóa bằng mã khóa.....	18
Hình 2. 3 Quy trình mở khóa bằng điện thoại.....	19
Hình 2. 4 Quy trình đổi mã khóa.....	19
Hình 2. 5 Quy trình chia sẻ khóa.....	20
Hình 2. 6 Quy trình cập nhật Firmware	21
Hình 2. 7 Quy trình reset khóa	22

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1. 1 Bảng kết nối linh kiện.....	6
Bảng 1. 2 Danh sách linh kiện	14

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

AP	Access point
FCM	Firebase cloud messaging
FRD	Firebase realtime database
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
NVS	Non-Volatile Storage

CHƯƠNG 1. MÔ TẢ HỆ THỐNG

1.1 Phân tích thị trường

Thị trường khóa cửa thông minh hiện nay đang phát triển mạnh mẽ, đặc biệt trong bối cảnh sự phát triển của công nghệ Internet of Things (IoT). Nhu cầu sử dụng các sản phẩm khóa cửa thông minh tăng cao, chủ yếu đến từ các gia đình và văn phòng muốn nâng cao sự tiện lợi và bảo mật. Các yếu tố như việc gia tăng số lượng thiết bị kết nối, sự phát triển của mạng Internet không dây, và nhu cầu về an ninh, dễ dàng kiểm soát từ xa là những động lực chính thúc đẩy sự phát triển của thị trường này.

Thị trường hiện tại có sự cạnh tranh từ các thương hiệu lớn như August, Yale, và Schlage, tuy nhiên, còn rất nhiều cơ hội cho các sản phẩm khóa cửa thông minh với tính năng kết nối mạng, khả năng điều khiển từ xa và khả năng cập nhật phần mềm qua mạng. Các sản phẩm khóa cửa hiện tại phần lớn đều sử dụng các phương thức xác thực như mã khóa, dấu vân tay, và nhận diện khuôn mặt, tuy nhiên, các giải pháp an ninh này vẫn chưa hoàn toàn được tích hợp đồng bộ với các hệ thống gia đình thông minh khác. Đây là một cơ hội để cải thiện tính linh hoạt và khả năng kết nối của hệ thống khóa cửa thông minh.

1.2 Đề xuất hệ thống mới

Hệ thống khóa cửa thông minh mới đề xuất sẽ bao gồm ba thành phần chính: khóa cửa, máy chủ đám mây và điện thoại thông minh. Mô hình này sử dụng công nghệ IoT để kết nối các thiết bị trong gia đình thông minh, cho phép người dùng điều khiển và giám sát khóa cửa từ xa thông qua điện thoại thông minh.

Khóa cửa: Được trang bị cảm biến điện từ để theo dõi trạng thái đóng/mở của cửa, bàn phím ma trận để nhập mã, và hệ thống điều khiển qua vi điều khiển ESP32 để thực hiện các thao tác mở cửa từ xa.

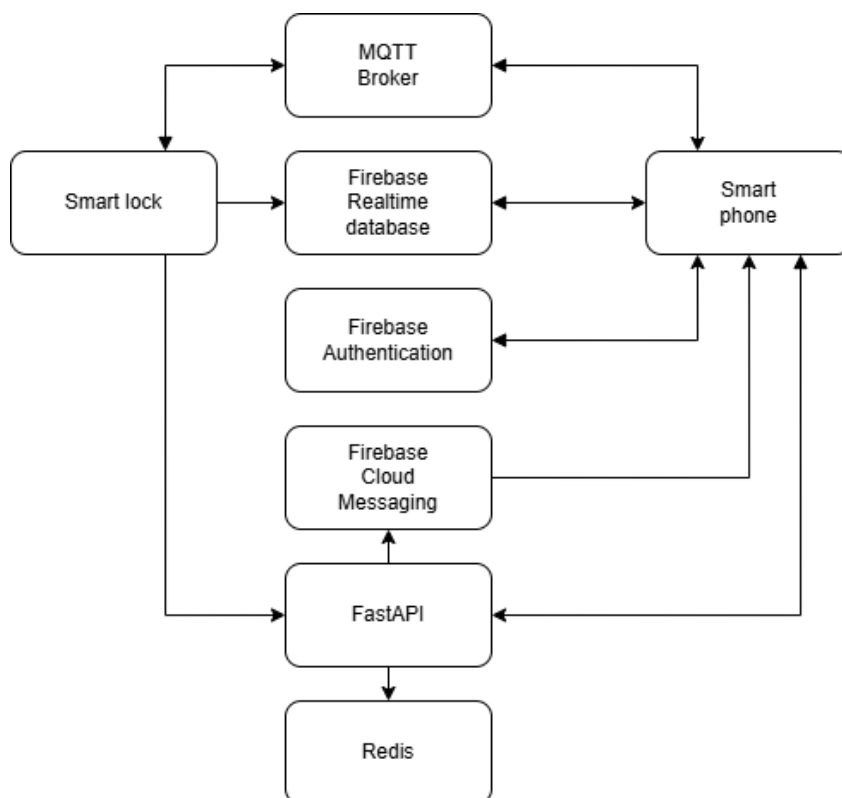
Máy chủ đám mây: Được sử dụng để lưu trữ dữ liệu và làm cầu nối giữa ứng dụng di động và khóa cửa. Hệ thống sử dụng MQTT để giao tiếp giữa các thiết bị và Firebase Realtime Database để đồng bộ dữ liệu giữa các thiết bị.

Điện thoại thông minh: Cung cấp giao diện người dùng để người dùng có thể điều khiển khóa cửa, thay đổi mã khóa và nhận thông báo từ hệ thống. Việc này giúp người dùng dễ dàng kiểm soát và quản lý khóa cửa từ bất kỳ đâu thông qua kết nối internet.

Hệ thống này không chỉ cung cấp các tính năng an ninh thông minh mà còn cải thiện tính năng dễ dàng sử dụng, dễ dàng tích hợp với các thiết bị thông minh khác trong gia đình, từ đó tạo ra một trải nghiệm sống thông minh hơn cho người dùng.

1.3 Mô hình hóa hệ thống

Hệ thống cấu thành từ 3 khối chính: Khóa cửa, Máy chủ đám mây và Điện thoại thông minh.



Hình 1. 1 Các thành phần của hệ thống

1.3.1 Khóa cửa

Đây là một ổ khóa được gắn trên cửa, bao gồm:

1. Cảm biến điện từ: dùng để theo dõi trạng thái đóng/mở của cửa.
2. Bàn phím ma trận 3x4 : cho phép người dùng tương tác với khóa để thực hiện các hành động như mở khóa, reset khóa,...
3. Chốt cửa điện từ và còi báo động: đóng vai trò là các bộ truyền động (actuator) nhận tín hiệu từ bộ điều khiển để kích hoạt đóng mở khóa và phát âm thanh cảnh báo.
4. Vi điều khiển ESP32: đóng vai trò là bộ điều khiển (controller) nhận đầu vào cảm biến và mệnh lệnh từ điện thoại thông minh để bắt đầu một hành động, chẳng hạn như giao tiếp trên mạng hoặc kích hoạt bộ truyền động.

1.3.2 Máy chủ đám mây

Là nơi lưu trữ dữ liệu, kênh giao tiếp trung gian giữa điện thoại thông minh và khóa cửa, bao gồm các nền tảng:

1.3.2.1 HiveMQ Broker

Là một thành phần trung gian (server) trong kiến trúc giao thức MQTT (Message Queuing Telemetry Transport).

Các thiết bị (clients) muốn gửi thông tin (publish) sẽ gửi tin nhắn đến broker kèm theo một chủ đề (topic). Các thiết bị khác (clients) muốn nhận thông tin về một chủ đề cụ thể sẽ đăng ký (subscribe) với broker cho chủ đề đó.

Broker sau đó sẽ chịu trách nhiệm chuyển tiếp các tin nhắn từ người gửi đến tất cả những người đã đăng ký chủ đề tương ứng.

Trong hệ thống này HiveMQ Broker sẽ là trung gian giao tiếp giữa điện thoại thông minh và khóa cửa để thực hiện các chức năng mở khóa, tắt chuông báo động, kiểm tra và cập nhật firmware cho khóa.

1.3.2.2 Firebase realtime database (FRD)

Là một cơ sở dữ liệu **NoSQL** được lưu trữ trên đám mây. Nó cho phép lưu trữ và đồng bộ dữ liệu giữa các ứng dụng client khác nhau trong thời gian thực. Dữ liệu được lưu trữ dưới dạng **cây JSON** và mọi thay đổi đều được tự động phản ánh trên tất cả các thiết bị được kết nối trong vòng mili giây.

FRD sẽ là nơi nhận và lưu trữ các thông tin từ khóa cửa như trạng thái đóng/mở khóa, lịch sử mở khóa và cảnh báo. Cho phép khóa lấy và lưu trữ mã khóa vào Non-Volatile Storage (NVS) để xác minh thao tác mở cửa bằng mã khóa. Đồng thời FRD cũng là nơi để ứng dụng Flutter lấy các thông tin của khóa để hiển thị cho người dùng, cho phép ứng dụng Flutter tương tác thay đổi mã khóa.

1.3.2.3 Firebase authentication

Firebase Authentication là một dịch vụ của Firebase giúp xây dựng hệ thống xác thực người dùng an toàn và dễ dàng cho ứng dụng web và di động của mình. Nó cung cấp một giải pháp hoàn chỉnh, hỗ trợ nhiều phương thức đăng nhập và tích hợp chặt chẽ với các dịch vụ khác của Firebase.

Trong hệ thống Khóa cửa thông minh cho gia đình, Firebase authentication hỗ trợ ứng dụng Flutter quản lý tài khoản, định danh người dùng, đảm bảo chỉ người những người dùng được cho phép mới tương tác được với khóa cửa.

1.3.2.4 Firebase cloud messaging

Firebase Cloud Messaging (FCM) là dịch vụ miễn phí của Firebase giúp gửi và nhận tin nhắn, thông báo một cách đáng tin cậy trên Android, iOS và web. FCM cho phép nhắm mục tiêu đến thiết bị cụ thể, nhóm thiết bị hoặc các chủ đề quan tâm.

FCM là thành phần quan trọng trong quy trình cập nhật firmware từ xa thông qua kết nối mạng và quy trình cảnh báo của hệ thống. Cụ thể, FCM sẽ là kênh trung gian để Github action sau khi build file firmware mới và khi vi điều khiển ESP32 phát hiện hành động nhập sai mã khóa nhiều lần, cửa chưa đóng thì thông qua FastAPI server gửi thông báo đến FCM, ứng dụng Flutter sẽ nhận thông báo và hiển thị cho người dùng.

1.3.2.5 FastAPI

Github action sẽ không thể trực tiếp gửi thông báo đến FCM và việc cấu hình để vi điều khiển ESP32 gửi thông báo đến FCM khá phức tạp, vậy nên để đảm bảo quy trình cập nhật firmware từ xa thông qua kết nối mạng và quy trình cảnh báo của hệ thống hoạt động bình thường thì giải pháp là triển khai một FastAPI server tại [Render cloud](#) làm trung gian.

1.3.2.6 Redis

Redis (Remote Dictionary Server) là một data structure server mã nguồn mở, trong bộ nhớ (in-memory).

Redis được sử dụng như một cache để xác thực quyền kết nối cho người dùng từ thứ hai trở đi trong tính năng chia sẻ khóa.

1.3.3 Điện thoại thông minh

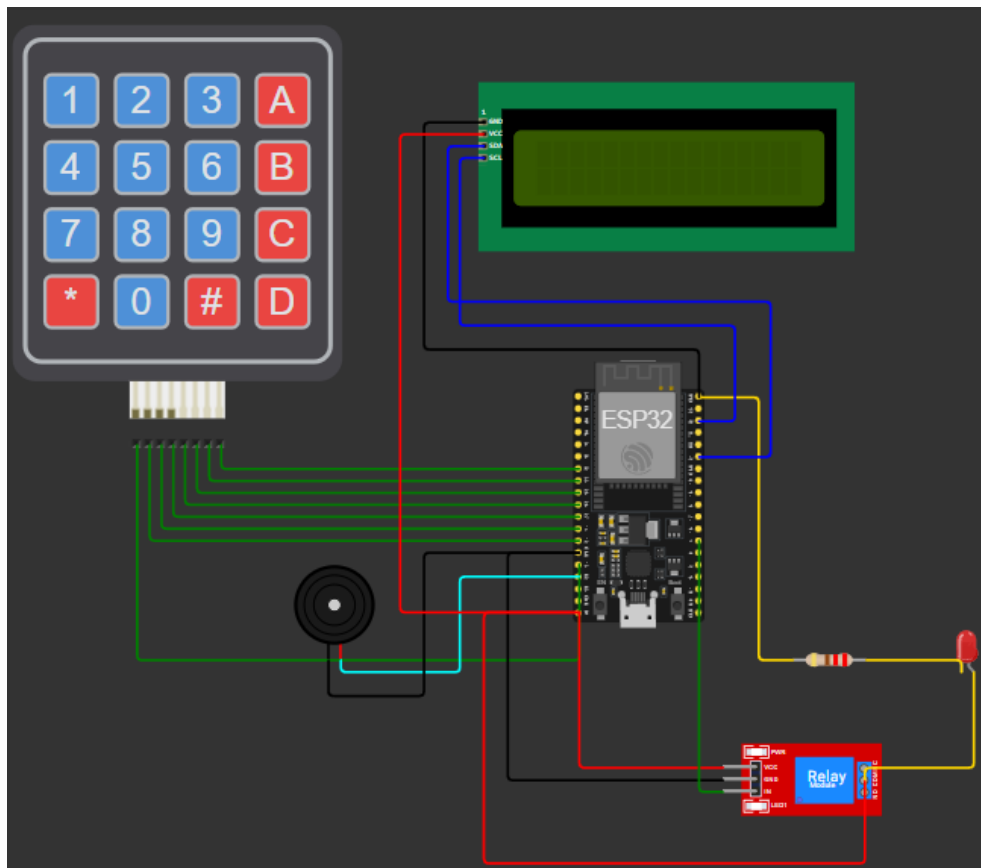
Là ứng dụng Flutter cung cấp giao diện trực quan, dễ sử dụng cho phép người dùng điều khiển và giám sát khóa cửa thông qua mạng internet và các máy chủ đám mây.

1.4 Sơ đồ bố trí thiết bị

Thiết bị	Chân ESP32	Chân thiết bị
Keypad 4x4	GPIO 13	R1
	GPIO 12	R2
	GPIO 14	R3
	GPIO 27	R4
	GPIO 26	C1
	GPIO 25	C2
	GPIO 33	C3
	GPIO 32	C4
Relay module	GPIO 4	IN
	5V	VCC
	GND	GND

	5V	COM
LED đỏ (thay thế chốt cửa điện từ)	Qua relay NO	Anode (A)
	GND (qua R1)	Cathode (C)
Điện trở R1		Chân 1 ⇔ LED C
LCD 1602 (I2C)	5V	VCC
	GND	GND
	GPIO 21	SDA
	GPIO 22	SCL
Buzzer	GPIO D2	Chân 2
	GND	Chân 1

Bảng 1. 1 Bảng kết nối linh kiện



Hình 1. 2 Sơ đồ kết nối linh kiện

1.5 Danh sách thiết bị

Tên và liên kết	Ghi chú
Chốt khóa cửa điện từ	Điện áp sử dụng: 12VDC Trong mô hình thay thế bằng đèn Led
Bàn phím dán ma trận 3x4	<ul style="list-style-type: none"> • Module bàn phím ma trận 3x4 loại phím mềm. • Độ dài cáp: 88mm. • Nhiệt độ hoạt động 0 ~ 70°C. • Đầu nối ra 7 chân. • Kích thước bàn phím 76.9 x 69.2 mm <p>Link sản phẩm: https://hshop.vn/ban-phim-mem-3x4</p>
Cảm biến từ cửa magnetic door switch sensor	<p>Cảm biến từ cửa magnetic door switch sensor là loại công tắc từ : khi 2 miếng đặt gần nhau thì sẽ đóng tiếp điểm (miếng có 2 sợi dây), cảm biến chuyên dùng để cảnh báo chống trộm mở cửa nhờ thiết kế 2 cặp vuông góc, cảnh báo mở két sắt, tủ điện.v.v...</p> <p>Thông số kỹ thuật:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Khoảng cách hoạt động : 18 +- 6mm • Điện áp giữa 2 tiếp điểm : tối đa 100 VDC • Dòng tiêu thụ : tối đa 300mA • Tuổi thọ : 100 triệu lần đóng/ngắt • Dạng ngõ ra : thường mở (khi để gần 2 miếng thì đóng) • Kích thước cảm biến: 13 x 27mm <p>Link sản phẩm: https://hshop.vn/cam-bien-tu-cua</p>

Màn hình LCD text LCD1602	<p>Màn hình text LCD1602 xanh dương sử dụng driver HD44780, có khả năng hiển thị 2 dòng với mỗi dòng 16 ký tự, màn hình có độ bền cao, rất phổ biến, nhiều code mẫu và dễ sử dụng thích hợp cho những người mới học và làm dự án.</p> <p>Thông số kỹ thuật:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Điện áp hoạt động là 5 V. • Kích thước: 80 x 36 x 12.5 mm • Chữ trắng, nền xanh dương • Khoảng cách giữa hai chân kết nối là 0.1 inch tiện dụng khi kết nối với Breadboard. • Tên các chân được ghi ở mặt sau của màn hình LCD hỗ trợ việc kết nối, đi dây điện. • Có đèn led nền, có thể dùng biến trở hoặc PWM điều chỉnh độ sáng để sử dụng ít điện năng hơn. • Có thể được điều khiển với 6 dây tín hiệu • Có bộ ký tự được xây dựng hỗ trợ tiếng Anh và tiếng Nhật, xem thêm HD44780 datasheet để biết thêm chi tiết.
---------------------------------	--

	<table><tr><th>Chân</th><th>Ký hiệu</th><th>Mô tả</th><th>Giá trị</th></tr><tr><td>1</td><td>VSS</td><td>GND</td><td>0V</td></tr><tr><td>2</td><td>VCC</td><td></td><td>5V</td></tr><tr><td>3</td><td>V0</td><td>Độ tương phản</td><td></td></tr><tr><td>4</td><td>RS</td><td>Lựa chọn thanh ghi</td><td>RS=0 (mức thấp) chọn thanh ghi lệnh RS=1 (mức cao) chọn thanh ghi dữ liệu</td></tr><tr><td>5</td><td>R/W</td><td>Chọn thanh ghi đọc/viết dữ liệu</td><td>R/W=0 thanh ghi viết R/W=1 thanh ghi đọc</td></tr><tr><td>6</td><td>E</td><td>Enable</td><td></td></tr><tr><td>7</td><td>DB0</td><td rowspan="8">Chân truyền dữ liệu</td><td rowspan="8">8 bit: DB0DB7</td></tr><tr><td>8</td><td>DB1</td></tr><tr><td>9</td><td>DB2</td></tr><tr><td>10</td><td>DB3</td></tr><tr><td>11</td><td>DB4</td></tr><tr><td>12</td><td>DB5</td></tr><tr><td>13</td><td>DB6</td></tr><tr><td>14</td><td>DB7</td></tr><tr><td>15</td><td>A</td><td>Cực dương led nền</td><td>0V đến 5V</td></tr><tr><td>16</td><td>K</td><td>Cực âm led nền</td><td>0V</td></tr></table>	Chân	Ký hiệu	Mô tả	Giá trị	1	VSS	GND	0V	2	VCC		5V	3	V0	Độ tương phản		4	RS	Lựa chọn thanh ghi	RS=0 (mức thấp) chọn thanh ghi lệnh RS=1 (mức cao) chọn thanh ghi dữ liệu	5	R/W	Chọn thanh ghi đọc/viết dữ liệu	R/W=0 thanh ghi viết R/W=1 thanh ghi đọc	6	E	Enable		7	DB0	Chân truyền dữ liệu	8 bit: DB0DB7	8	DB1	9	DB2	10	DB3	11	DB4	12	DB5	13	DB6	14	DB7	15	A	Cực dương led nền	0V đến 5V	16	K	Cực âm led nền	0V
Chân	Ký hiệu	Mô tả	Giá trị																																																				
1	VSS	GND	0V																																																				
2	VCC		5V																																																				
3	V0	Độ tương phản																																																					
4	RS	Lựa chọn thanh ghi	RS=0 (mức thấp) chọn thanh ghi lệnh RS=1 (mức cao) chọn thanh ghi dữ liệu																																																				
5	R/W	Chọn thanh ghi đọc/viết dữ liệu	R/W=0 thanh ghi viết R/W=1 thanh ghi đọc																																																				
6	E	Enable																																																					
7	DB0	Chân truyền dữ liệu	8 bit: DB0DB7																																																				
8	DB1																																																						
9	DB2																																																						
10	DB3																																																						
11	DB4																																																						
12	DB5																																																						
13	DB6																																																						
14	DB7																																																						
15	A	Cực dương led nền	0V đến 5V																																																				
16	K	Cực âm led nền	0V																																																				
	<p>Link sản phẩm: https://hshop.vn/lcd-text-lcd1602-xanh-duong</p>																																																						
Mạch chuyển I2C cho LCD1602	<p>Mạch chuyển giao tiếp LCD1602 sang I2C sử dụng các loại LCD có driver là HD44780(LCD 1602, LCD 2004, ...), cần có ít nhất 6 chân của MCU kết nối với các chân RS, EN, D7, D6, D5 và D4 để có thể giao tiếp với LCD. Nhưng với module chuyển giao tiếp LCD sang I2C, các bạn chỉ cần 2 chân (SDA và SCL) của MCU kết nối với 2 chân (SDA và SCL) của module là đã có thể hiển thị thông tin lên LCD. Ngoài ra có thể điều chỉnh được độ tương phản bởi biến trở gắn trên module.</p> <p>Link sản phẩm: https://hshop.vn/mach-chuyen-giao-tiep-lcd1602-lcd1604-lcd2004-sang-i2c</p>																																																						
Mạch 1 Relay KY-019 5VDC	<p>Điện áp sử dụng: 5VDC.</p> <p>Điện thế đóng ngắt tối đa: AC250V ~ 10A hoặc DC30V ~ 10A</p>																																																						

	<p>Mạch 1 Relay KY-019 5VDC có kích thước nhỏ gọn, giá thành rẻ được sử dụng để đóng ngắt thiết bị AC hoặc DC, mạch sử dụng điện áp 5VDC với chỉ 3 chân kết nối dễ dàng sử dụng.</p> <p>Mạch 1 Relay KY-019 5VDC có tiếp điểm đóng ngắt gồm 3 tiếp điểm NC (thường đóng), NO(thường mở) và COM(chân chung) được cách ly hoàn toàn với board mạch chính, ở trạng thái bình thường chưa kích NC sẽ nối với COM, khi có trạng thái kích COM sẽ chuyển sang nối với NO và mất kết nối với NC.</p> <p>Thông số kỹ thuật:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Điện áp sử dụng: 5VDC. • Tín hiệu kích: TTL 3.3~5VDC, mức cao High Relay đóng, mức thấp Low Relay ngắt. • Relay tiêu thụ dòng khoảng 80mA. • Điện thế đóng ngắt tối đa: AC250V ~ 10A hoặc DC30V ~ 10A (Để an toàn nên dùng cho tải có công suất <100W). • Tích hợp Diod chống nhiễu và đèn báo tín hiệu kích. • Kích thước: 34 x 27 x 20mm <p>Link sản phẩm: https://hshop.vn/module-1-relay-5vdc-ky-019</p>
Kit Wifi BLE ESP32 NodeMCU- 32S CH340 Ai-Thinker	<p>Nguồn sử dụng: 5VDC từ cổng Micro USB</p> <p>Kit Wifi BLE ESP32 NodeMCU-32S CH340 Ai-Thinker được phát triển trên nền Vi điều khiển trung tâm là ESP32 SoC với công nghệ Wifi, BLE và kiến trúc ARM mới nhất hiện nay, kit có thiết kế phần cứng, firmware và cách sử dụng tương tự Kit NodeMCU ESP8266, với ưu điểm là cách sử dụng dễ dàng, ra</p>

	<p>chân đầy đủ, tích hợp mạch nạp và giao tiếp UART CH340, thích hợp với các nghiên cứu, ứng dụng về Wifi, BLE, IoT và điều khiển, thu thập dữ liệu qua mạng.</p> <p>Thông số kỹ thuật:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nhà sản xuất: Ai-Thinker • Module trung tâm: Ai-Thinker ESP32-S • SPI Flash: 32Mbits • Frequency Range: 2400~2483.5Mhz • Bluetooth: BLE 4.2 BR/EDR • Wifi: 802.11 b/g/n/e/i • Support Interface: UART/SPI/SDIO/I2C/PWM/I2S/IR/ADC/DAC • Nguồn sử dụng: 5VDC từ cổng Micro USB. • Tích hợp mạch nạp và giao tiếp UART CH340 • Chuẩn 38 chân cắm 2.54mm, ra chân đầy đủ module ESP32. • Tích hợp Led Status, nút nhấn IO0 (BOOT) và ENABLE. • Kích thước: 25.4 x 48.3mm <p>Link sản phẩm: https://hshop.vn/kit-rf-thu-phat-wifi-ble-esp32-nodemcu-32s-ch340-ai-thinker</p>
Nguồn 5V-2.1A	Trong mô hình thay thế bằng sạc dự phòng

LED	<p>Bộ 3 loại LED màu 5mm thông dụng (3 kind 5mm Color Led) bao gồm 3 loại LED màu 5mm thông dụng với số lượng mỗi loại 10 con (tổng 30 con) giúp bạn dễ dàng thực hiện các thí nghiệm trên Breadboard với các module, vi điều khiển, cảm biến,...</p> <p>Thông số kỹ thuật:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 loại khác nhau, mỗi loại 10 con (tổng 30 con). <p>Bảng trị số các loại LED màu 5mm:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Đỏ (red). • Xanh lá (green). • Vàng (Yellow) <p>Link sản phẩm: https://hshop.vn/bo-3-loai-led-mau-5mm-thong-dung-3-kind-5mm-color-led</p>
Điện trở	<p>Bộ 30 loại điện trở 1/4W 1% thông dụng 10~1M Ohm (30 kind 1/4W resistor) bao gồm 30 loại điện trở cỡ thông dụng với số lượng mỗi loại 20 con (tổng 600 con) giúp bạn dễ dàng thực hiện các thí nghiệm trên Breadboard với các module, vi điều khiển, cảm biến,...</p> <p>Thông số kỹ thuật:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Điện trở 1/4W, sai số 1%. • 30 loại khác nhau, mỗi loại 20 con (tổng 600 con). <p>Bảng trị số các loại điện trở:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10Ω, 22Ω, 47Ω, 100Ω, 150Ω, 200Ω, 220Ω, 270Ω, 330Ω,

	<ul style="list-style-type: none"> • 470Ω, 510Ω, 680Ω, 1KΩ, 2KΩ, 2.2KΩ, 3.3KΩ, 4.7KΩ, • 5.1KΩ, 6.8KΩ, 10KΩ, 20KΩ, 47KΩ, 51KΩ, 68KΩ, 100KΩ, • 220KΩ, 300KΩ, 470KΩ, 680KΩ, 1M <p>Link sản phẩm: https://hshop.vn/bo-30-loai-dien-tro-1-4w-1-thong-dung-10-1m-ohm-30-kind-1-4w-resistance</p>
Dây cắm breadboard	<p>Dây Cắm Breadboard đực cái 20cm bó 25 sợi đơn loại tốt (M-F Jumper Wire) được làm bằng dây đồng nhiều lõi mạ thiếc cho khả năng chống ăn mòn oxy hóa và chịu độ ẩm vượt trội hơn các loại làm bằng đồng nguyên chất (<u>nguồn tham khảo</u>), dây có khả năng dẫn tín hiệu và dẫn nguồn tốt, thích hợp để nối giữa các module mạch điện với nhau hoặc sử dụng với Breadboard.</p> <p>Thông số kỹ thuật:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Một bó có 25 dây đơn 5 màu mỗi màu 5 dây. • Dây lõi đồng mạ thiếc nhiều sợi có độ dẫn điện cao, khả năng chống ăn mòn oxy hóa và chịu độ ẩm vượt trội, mỗi tiếp xúc chắc chắn, độ dài 20cm. <p>Link sản phẩm: https://hshop.vn/day-cam-breadboard-duc-cai-20cm-bo-25-soi-don-loai-tot-m-f-jumper-wire</p>
Breadboard lớn	<p>Breadboard MB-102 830 lỗ 165x55x10mm được sử dụng để gắn các module hoặc linh kiện điện tử, kết nối chúng với nhau bằng các loại dây cắm, <u>dây nối test board</u> giúp test, kiểm tra tính năng 1 cách dễ dàng trước khi tạo thành các thành phẩm hoàn chỉnh.</p>

	<p>Breadboard MB-102 830 lỗ 165x55x10mm là loại kích thước chuẩn quốc tế, chất lượng và độ bền cao, có thể sử dụng với 1 số <u>module cấp nguồn</u> được thiết kế chuyên biệt.</p> <p>Thông số kỹ thuật:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chất liệu: Nhựa, mối tiếp xúc bằng đồng mạ. • Số điểm trên test board: 830 điểm. • Kích thước: 165 x 55 x 10 mm <p>Link sản phẩm: https://hshop.vn/test-board-cammb-102</p>
Mạch còi buzzer	<p>Mạch còi buzzer được sử dụng để phát ra âm thanh khi kích tín hiệu (PWM), ứng dụng trong các hệ thống báo hiệu, báo trộm,..</p> <p>Thông số kỹ thuật :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Điện áp sử dụng: 3.3~5VDC • Tín hiệu kích: PWM. • Kích thước: 32 x 13 mm <p>Link sản phẩm: https://hshop.vn/mach-buzzer-5v</p>

Bảng 1. 2 Danh sách linh kiện

1.6 Tổ chức và lưu trữ dữ liệu

Dữ liệu của hệ thống được lưu trữ tại Firebase realtime database, bao gồm hai node chính là “account” dùng để lưu trữ danh sách khóa của người dùng và “lock” dùng để lưu trữ thông tin chi tiết của mỗi khóa.


```

▼ {
  ▼ account : {
    ▼ OYXo28NsfreARQqbbcecw89nspb2 : {
      ▼ lock : [ 2 items
        ▼ 0 : {
          id : 94E6860E0174
          ▼ latest_notification : {
            message : Mở khóa
            time : 1744968613
          }
          name : Nha chính
        }
        ▼ 1 : {
          id : 94E6860E0175
          ▶ latest_notification : { 2 props }
          name : Nhà Q7
        }
      ]
    }
  }
  ▼ lock : {
    ▼ 94E6860E0174 : {
      MAC : 94:E6:86:0E:01:74
      locking_status : ☒ true
      pin_code : 8888
      uuid : uuid1
      name : Nha chính
      ▶ pin_code_disable : { 2 props }
      ▶ open_history : { 2 props }
      ▶ warning_history : { 2 props }
    }
  }
}

```

Hình 1. 3 Tổng quan mô hình tổ chức dữ liệu

```

lock : {
  94E6860E0174 : {
    MAC : 94:E6:86:0E:01:74
    locking_status : ☒ true
    pin_code : 8888
    uuid : uuid1
    name : Nha chính
    pin_code_disable : {
      creation_time : 1678886400
      expiration_time : 1745254744
    }
    open_history : {
      -007ChtxhyT3LmI8RIY0 : {
        device : Ổ khóa
        method : mã khóa
        time : 1744968277
      }
      -007DfzCTu4i_udWdBGa : {
        device : Điện thoại
        method : mở khóa nhanh
        time : 1744968531
      }
    }
    warning_history : {
      -ONf7LAlFua6516rE6Kq : {
        message : Cửa chưa đóng
        time : 1744480324
      }
      -ONf8MBiPkFUOWGB1q6H : {
        message : Phát hiện truy cập trái phép
        time : 1744480595
      }
    }
  }
}

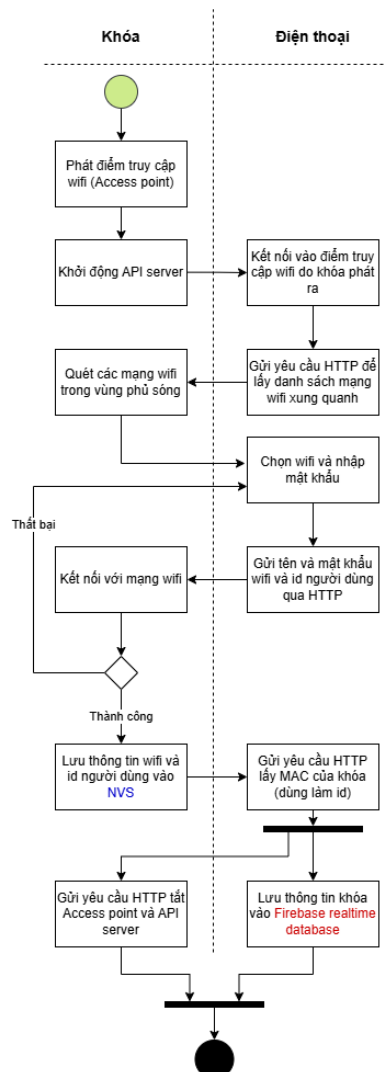
```

Hình 1. 4 Chi tiết các trường dữ liệu của khóa

CHƯƠNG 2. QUY TRÌNH HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG

2.1 Quy trình đăng ký và thiết lập wifi cho khóa

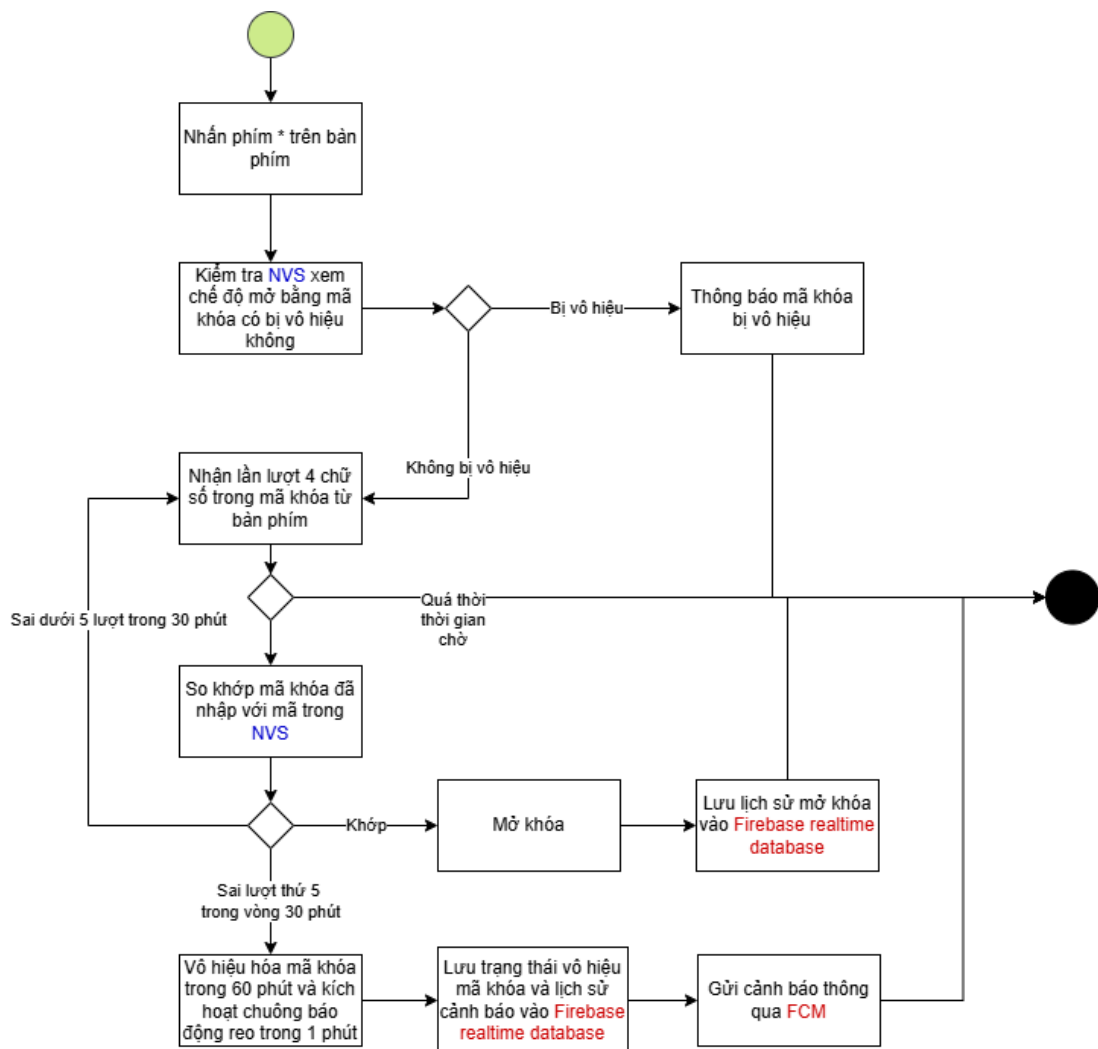
Quy trình đăng ký và thiết lập Wi-Fi cho khóa bắt đầu khi người dùng lần đầu sử dụng thiết bị hoặc sau khi thực hiện reset hệ thống. Lúc này, vi điều khiển ESP32 sẽ phát ra một mạng Wi-Fi nội bộ để người dùng có thể kết nối bằng điện thoại. Thông qua giao diện ứng dụng Flutter, người dùng nhập thông tin mạng gia đình (SSID và mật khẩu). Những thông tin này sau đó được gửi đến ESP32, lưu trữ trong bộ nhớ không thay đổi (NVS). ESP32 sẽ khởi động lại và tự động kết nối vào mạng Wi-Fi đã thiết lập thành công, giúp thiết bị sẵn sàng vận hành.



Hình 2. 1 Quy trình đăng ký và thiết lập wifi cho khóa

2.2 Quy trình mở khóa bằng mã khóa

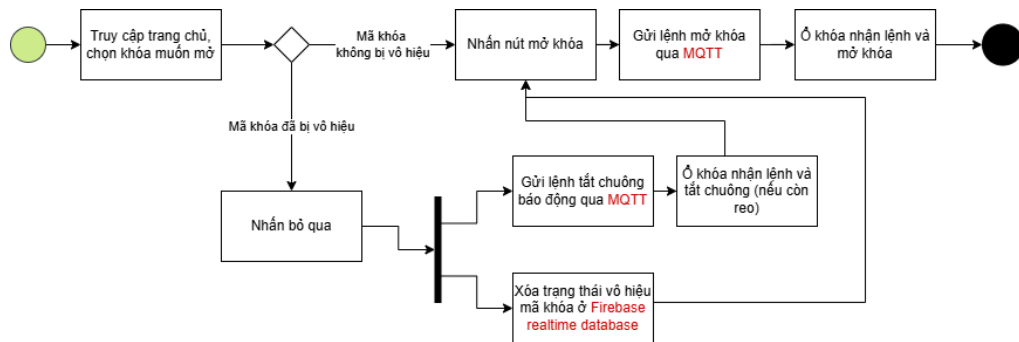
Trong quy trình mở khóa bằng mã khóa, người dùng tương tác trực tiếp với bàn phím 3x4 gắn trên khóa để nhập mã số mở cửa. Các tín hiệu từ bàn phím được vi điều khiển ESP32 tiếp nhận và xử lý. Hệ thống sau đó so sánh mã được nhập với mã lưu trữ sẵn trong bộ nhớ. Nếu mã đúng, ESP32 sẽ kích hoạt relay để mở chốt điện tử, đồng thời hiển thị thông báo mở khóa lên màn hình LCD và phát âm thanh từ buzzer để xác nhận thao tác thành công. Trong trường hợp người dùng nhập sai mã nhiều lần liên tiếp, hệ thống sẽ gửi cảnh báo thông qua dịch vụ FCM về ứng dụng di động để chủ nhà được thông báo kịp thời.



Hình 2. 2 Quy trình mở khóa bằng mã khóa

2.3 Quy trình mở khóa bằng điện thoại

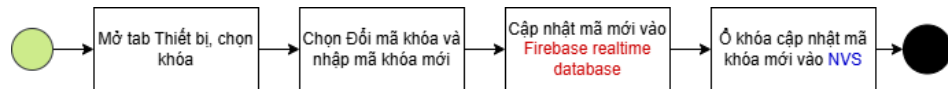
Với quy trình mở khóa bằng điện thoại, người dùng mở ứng dụng Flutter, chọn chức năng mở khóa từ xa. Ứng dụng sẽ gửi yêu cầu qua mạng, thông qua MQTT đến ESP32. Sau khi nhận được lệnh, vi điều khiển xác minh thông tin người dùng và tiến hành thao tác mở khóa nếu yêu cầu hợp lệ. Trạng thái và lịch sử hoạt động cũng được cập nhật đồng bộ lên ứng dụng, giúp người dùng theo dõi dễ dàng. Lưu ý: khóa sẽ tự động đóng lại sau 5 giây.



Hình 2. 3 Quy trình mở khóa bằng điện thoại

2.4 Quy trình đổi mã khóa

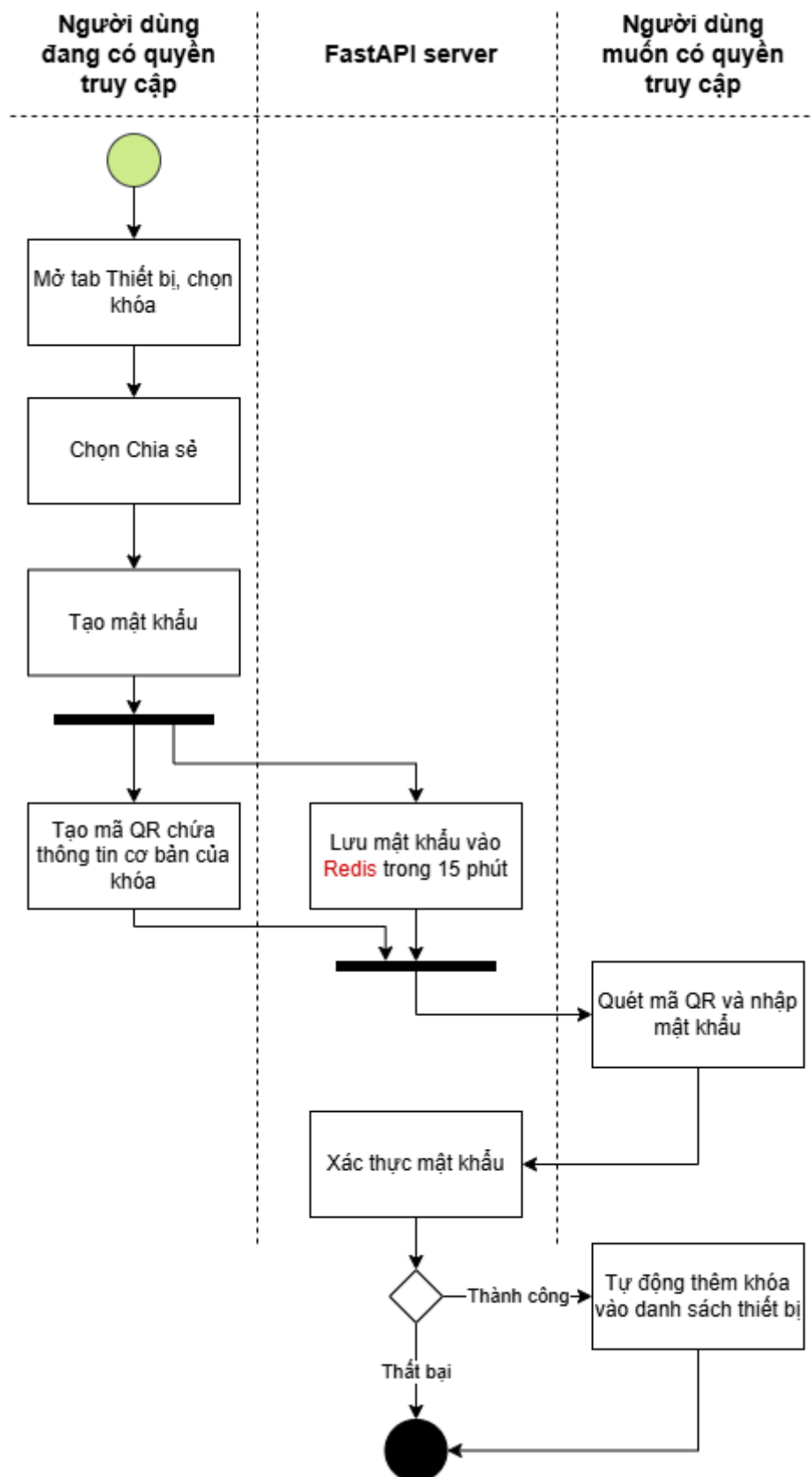
Quy trình đổi mã khóa cho phép người dùng thay đổi mã bảo mật một cách tiện lợi. Trong ứng dụng, người dùng nhập mã cũ để xác thực và cung cấp mã mới muốn thay thế. Mã này được cập nhật trên Firebase Realtime Database và ESP32 sẽ đồng bộ dữ liệu này về, lưu lại vào bộ nhớ. Sau khi hoàn tất, hệ thống sẽ phản hồi thành công và ghi nhận thay đổi trong lịch sử hoạt động.



Hình 2. 4 Quy trình đổi mã khóa

2.5 Quy trình chia sẻ khóa

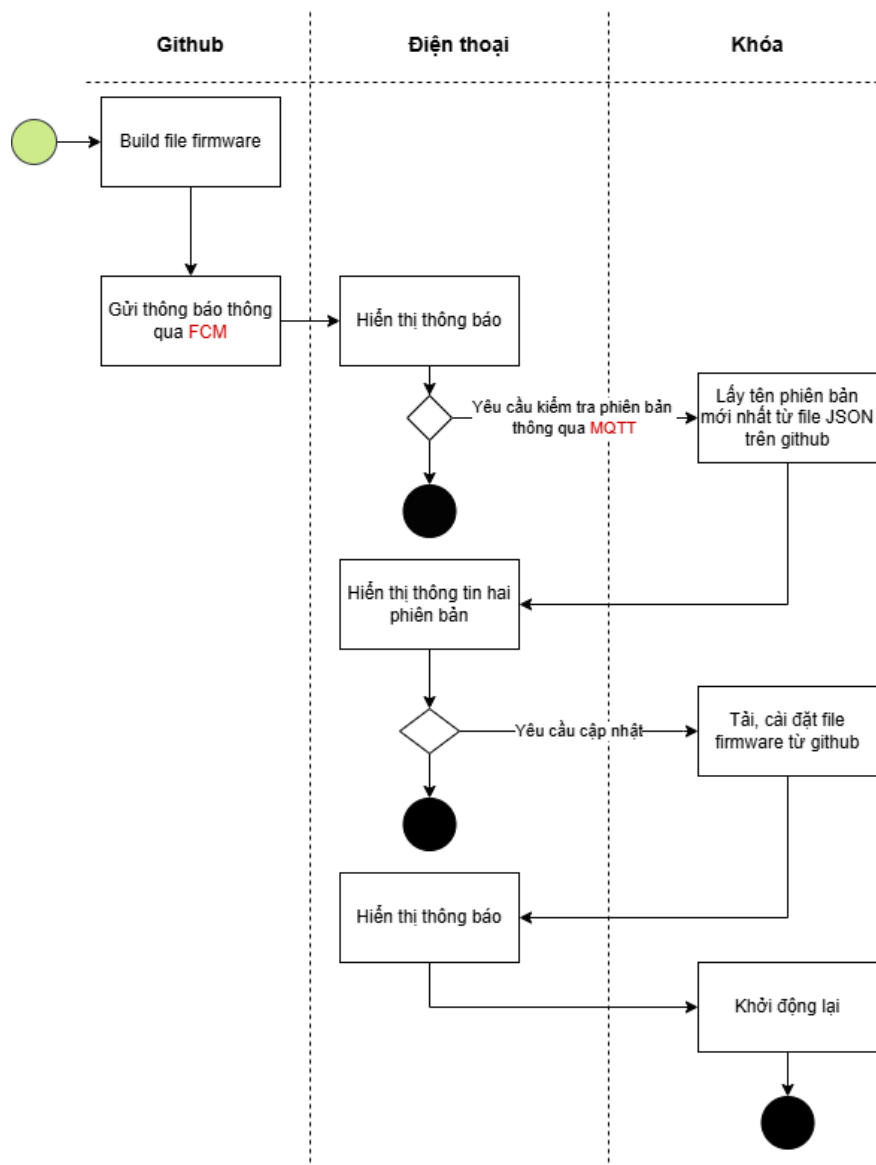
Quy trình chia sẻ khóa được thiết kế để giúp chủ nhà cấp quyền truy cập tạm thời cho người thân hoặc khách. Người dùng tạo mã chia sẻ thông qua ứng dụng. Khi người được chia sẻ sử dụng mã, hệ thống sẽ xác thực quyền truy cập.



Hình 2. 5 Quy trình chia sẻ khóa

2.6 Quy trình cập nhật Firmware

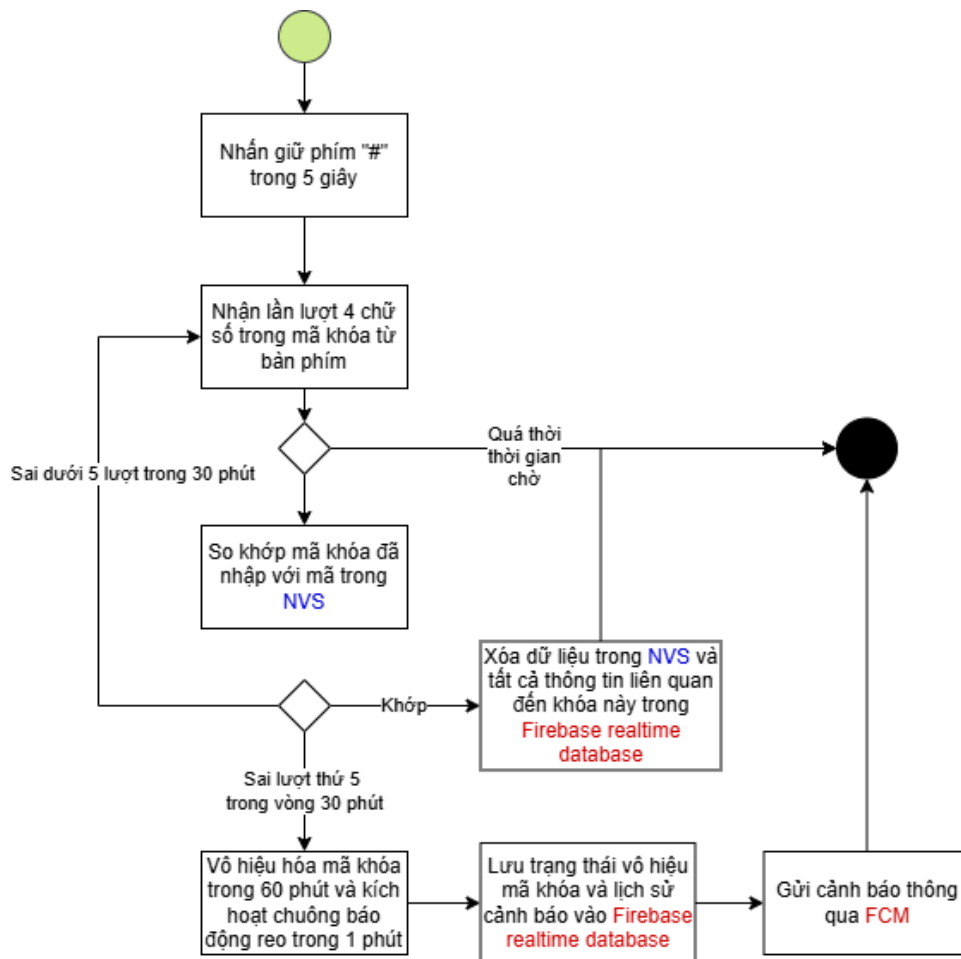
Khi có phiên bản firmware mới, hệ thống sẽ kích hoạt quy trình cập nhật Firmware. Github Action tạo bản build mới sẽ gửi tín hiệu đến FastAPI server trên nền tảng Render. Sau đó, server sẽ gửi thông báo đến ứng dụng người dùng thông qua FCM. Thiết bị ESP32 nhận lệnh của người dùng thông qua MQTT, thực hiện tải firmware mới từ github repository và tiến hành cập nhật theo cơ chế OTA (Over-the-Air). Sau khi cập nhật hoàn tất, hệ thống sẽ khởi động lại để vận hành với phiên bản phần mềm mới nhất.



Hình 2. 6 Quy trình cập nhật Firmware

2.7 Quy trình reset khóa

Cuối cùng, quy trình reset khóa được sử dụng khi người dùng muốn đưa hệ thống về trạng thái ban đầu, ví dụ như thay đổi chủ sở hữu hoặc xảy ra lỗi phần mềm. Khi thao tác reset được kích hoạt, toàn bộ thông tin cấu hình, mã khóa và kết nối mạng sẽ bị xóa khỏi bộ nhớ. ESP32 sẽ trở lại chế độ phát Wi-Fi nội bộ, sẵn sàng cho quá trình thiết lập lại từ đầu giống như lần sử dụng đầu tiên.



Hình 2. 7 Quy trình reset khóa

CHƯƠNG 3. KẾT LUẬN

Báo cáo đã xây dựng thành công hệ thống khóa cửa thông minh IoT với 3 thành phần chính là Khóa cửa tích hợp ESP32 cảm biến từ, bàn phím ma trận 3x4, và chốt điện từ. Hạ tầng đám mây (HiveMQ, Firebase), và Ứng dụng điều khiển Flutter. Hệ thống này đã giải quyết được bài toán quản lý truy cập từ xa, cảnh báo an ninh thời gian thực và cập nhật firmware không dây, đáp ứng đúng mục tiêu ban đầu đề ra.

- Kết quả đạt được:
 1. Giám sát trạng thái cửa (đóng/mở) qua cảm biến từ.
 2. Xác thực người dùng qua Firebase Authentication, đảm bảo chỉ người được ủy quyền mới mở khóa.
 3. Gửi cảnh báo tức thời đến điện thoại qua FCM khi phát hiện đột nhập hoặc nhập sai mã quá 3 lần.
 4. Mở khóa bằng mã số từ bàn phím hoặc ứng dụng Flutter qua MQTT.
 5. Cảnh báo qua còi buzzer khi phát hiện đột nhập.
- Từ những kết quả đạt được trên đã hoàn thành được mục tiêu ban đầu song bên cạnh đó vẫn còn những hạn chế mang những rủi ro nhất định:
 1. Phụ thuộc vào kết nối Internet: Nếu mạng bị gián đoạn, khóa chỉ hoạt động ở chế độ offline (bàn phím vật lý).
 2. Thiếu thử nghiệm thực tế: Hệ thống chưa được kiểm tra trong các điều kiện thực tế như thời tiết khắc nghiệt, mất điện kéo dài, hoặc sử dụng đồng thời bởi nhiều người dùng
 3. Các rủi ro an ninh vật lý
- Hướng phát triển trong tương lai.
 1. Tích hợp UniKey SDK để mở khóa bằng Bluetooth khi không có Internet.
 2. Thêm cảm biến PIR (hồng ngoại thụ động) phát hiện người lạ đứng gần cửa.

3. Xây dựng hệ sinh thái IoT: Kết nối khóa cửa với đèn chiếu sáng, điều hòa qua Google Home/Alexa.
 4. Áp dụng Federated Learning để nhận diện khuôn mặt trực tiếp trên ESP32 (không cần cloud).
 5. Tăng cường bảo mật: Triển khai mã hóa end-to-end cho giao tiếp MQTT, sử dụng chứng chỉ SSL/TLS cho FastAPI server, và tích hợp các thuật toán phát hiện xâm nhập để bảo vệ hệ thống khỏi các cuộc tấn công mạng.
 6. Ứng dụng trí tuệ nhân tạo: Tích hợp các mô hình AI để phân tích lịch sử truy cập, phát hiện hành vi bất thường, hoặc đề xuất thời gian bảo trì khóa dựa trên dữ liệu sử dụng.
 7. Tối ưu chi phí: Xây dựng máy chủ cục bộ (on-premise) để giảm phụ thuộc vào các dịch vụ đám mây, đồng thời tối ưu hóa mã nguồn để giảm mức tiêu thụ tài nguyên của ESP32.
- Đóng góp thực tế:

Hệ thống phù hợp để triển khai cho hộ gia đình hoặc văn phòng nhỏ với khả năng tùy biến cao, và dễ dàng mở rộng tính năng thông qua kiến trúc đám mây linh hoạt.

BẢNG PHÂN CÔNG CÔNG VIỆC

Tên	MSSV	Nội dung công việc	Mức độ hoàn thành
Nguyễn Thành Tiến	52200088	<ul style="list-style-type: none"> - Xác định công nghệ, thiết kế các quy trình hệ thống - Cấu hình giao tiếp MQTT, FCM - Xây dựng ứng dụng Flutter 	100%
Nguyễn Thị Bảo Trân	52200089	<ul style="list-style-type: none"> - Mô tả chức năng hệ thống. - ESP32 API server - Chức năng Mở khóa bằng mã khóa 	100%
Nguyễn Lê Tuấn Phương	52200075	<ul style="list-style-type: none"> - Thiết kế sơ đồ và đấu nối linh kiện - Cấu hình giao tiếp giữa ESP32 với Firebase realtime database 	100%
Nguyễn Lê Minh Huy	52200074	Cấu hình Firebase authentication đăng nhập, đăng ký cho ứng dụng Flutter	100%
Nguyễn Hoàng Anh	52200067	<ul style="list-style-type: none"> - Cấu hình FCM - Xây dựng ứng dụng Flutter 	100%

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] FastAPI, “FastAPI doc,” 2018. [Online]. Available: <https://fastapi.tiangolo.com/>.
- [2] Mobizt, “GitHub - FirebaseClient,” GitHub, 2025. [Online]. Available: <https://github.com/mobizt/FirebaseClient>.
- [3] F. Authentication, “Firebase Authentication Documentation,” Firebase Authentication, 2022. [Online]. Available: <https://firebase.google.com/docs/auth>.
- [4] Firebase, “Firebase Realtime Database Documentation,” Firebase, 2024. [Online]. Available: <https://firebase.google.com/docs/database>.
- [5] redis-doc, “Redis Official Documentation,” github, 2023. [Online]. Available: <https://github.com/redis/redis-doc>.
- [6] HiveMQ, “HiveMQ Documentation,” HiveMQ, 2022. [Online]. Available: <https://docs.hivemq.com/hivemq/latest/rest-api/index.html>.