

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ IoT ĐỂ XÂY DỰNG BỘ ĐIỀU KHIỂN TRUNG TÂM HOME GATEWAY, ĐIỀU KHIỂN CÁC THIẾT BỊ THÔNG MINH TRONG NHÀ

APPLICATION OF IoT TECHNOLOGY TO BUILD HOME GATEWAY CENTRAL CONTROLLER, TO CONTROL SMART DEVICES IN THE HOME

Nguyễn Thị Nga^{1,*}, Đinh Văn Tùng¹, Mai Thành Khang²,
Nguyễn Trọng Thắng³, Nguyễn Tiến Long⁴, Phạm Văn Nam⁵

TÓM TẮT

Bài báo trình bày về việc ứng dụng công nghệ IoT (Internet of Things - Internet vạn vật) để xây dựng bộ điều khiển trung tâm Home GateWay - một thiết bị đóng vai trò trung gian, dùng để kiểm soát các thiết bị gắn trong nhà thông qua sóng Lora. Home GateWay này được tích hợp chip để quản lý dữ liệu cho toàn ngôi nhà thay vì tích hợp vào mỗi thiết bị, giúp cho việc quản lý hay điều khiển ngôi nhà đồng nhất, hiệu quả hơn. Người dùng có thể sử dụng App hoặc phần mềm giám sát, điều khiển trên máy tính để điều khiển và theo dõi toàn bộ hệ thống.

Từ khóa: Công nghệ IoT, vi điều khiển SMT32, Home Gateway.

ABSTRACT

The article presents the application of IoT technology (Internet of Things - Internet of Things) to build a central controller Home GateWay - a device that plays an intermediary role, used to control devices. mounted indoors via Lora waves. This Home GateWay is integrated with a chip to manage data for the whole house instead of being integrated into each device, helping to manage or control the house more uniformly and efficiently. Users can use the App or monitoring and control software on the computer to control and monitor the entire system.

Keywords: IoT technology, SMT32 microcontroller, Home Gateway.

¹Lớp Điện 03 - K14, Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Lớp Điều khiển tự động TĐ 04 - K14, Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

³Lớp Điện 05 - K 14, Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

⁴Lớp Điện 06 - K14, Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

⁵Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: nganguyen298201@gmail.com

1. GIỚI THIỆU

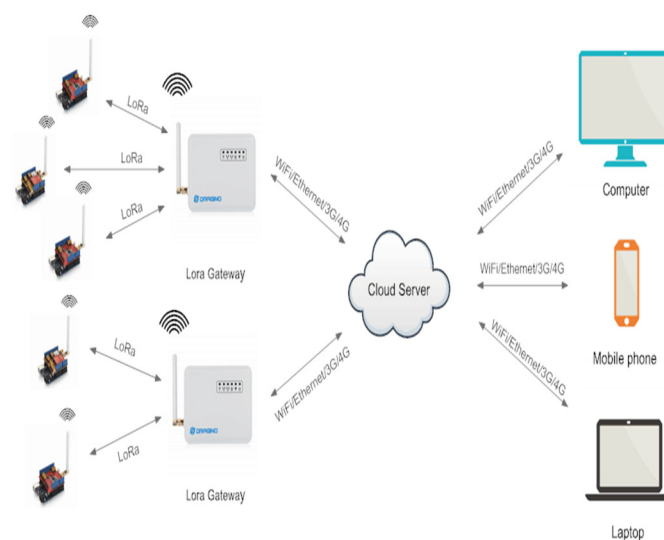
Hiện nay, việc ứng dụng công nghệ tự động vào đời sống ngày càng phổ biến, nhu cầu điều khiển và giám sát từ xa, ứng dụng IoT trong bộ điều khiển trung tâm Home Gateway được cho là sẽ cách mạng hóa việc sản xuất nhờ việc thu nhận và truy cập vào nguồn dữ liệu khổng lồ với

tốc độ cao và hiệu quả. Trên cơ sở đó, nhóm nghiên cứu xây dựng bộ điều khiển trung tâm Home Gateway với mục đích giám sát, điều khiển và quản lý hệ thống thông qua App hoặc qua phần mềm trên máy tính.

Cấu trúc của bài báo gồm 3 nội dung chính: Tổng quan về hệ thống; Thiết kế mạch điều khiển cho hệ thống; Chương trình điều khiển, App và phần mềm giám sát, điều khiển trên máy tính.

2. PHƯƠNG PHÁP VÀ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Tổng quan về hệ thống



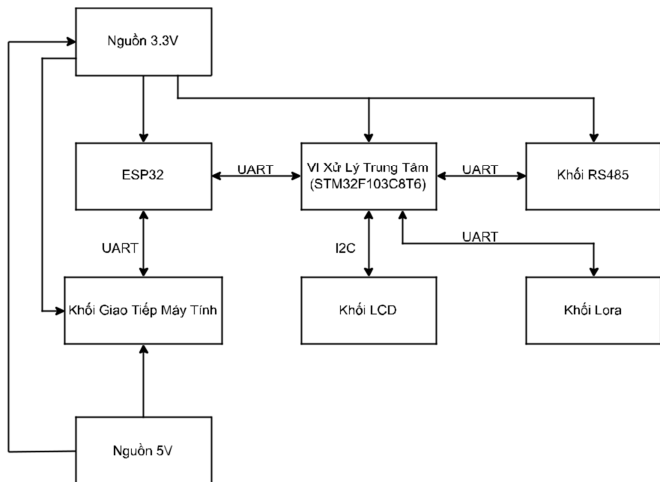
Hình 1. Cấu trúc tổng quan của hệ thống

Để có thể thiết kế được một thiết bị điều khiển trung tâm cho ngôi nhà - Home Gateway thì cần thực hiện:

- + Thiết kế phần cứng mạch Gateway: Khối xử lý trung tâm, khối giao tiếp, khối truyền thông, ...
- + Thiết kế phần mềm: Lập trình, App, ...
- + Các thiết bị ngoại vi: Mái che tự động, công tắc bật tắt, thiết bị đo chất lượng không khí.

2.2. Thiết kế mạch điều khiển cho hệ thống

Dựa trên cấu trúc và các yêu cầu công nghệ bộ điều khiển trung tâm Home Gateway, nhóm nghiên cứu xác định được vai trò, nhiệm vụ của mạch điều khiển cho hệ thống. Từ đó, xây dựng nên sơ đồ khối của thiết bị, cụ thể như sau:



Hình 2. Cấu trúc của mạch điều khiển hệ thống

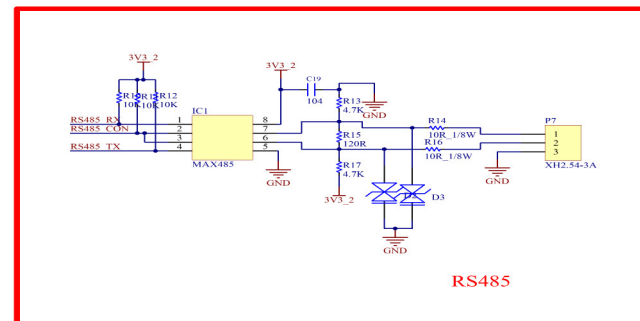
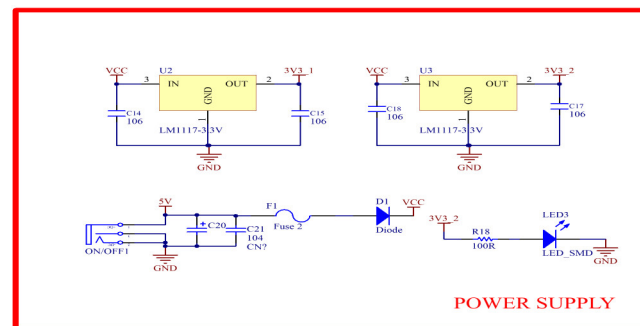
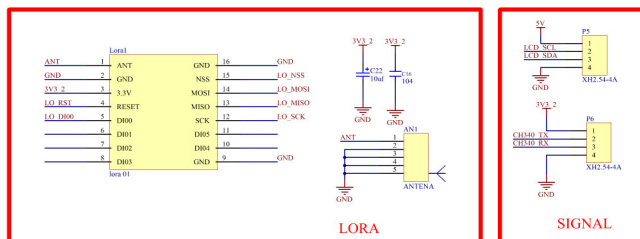
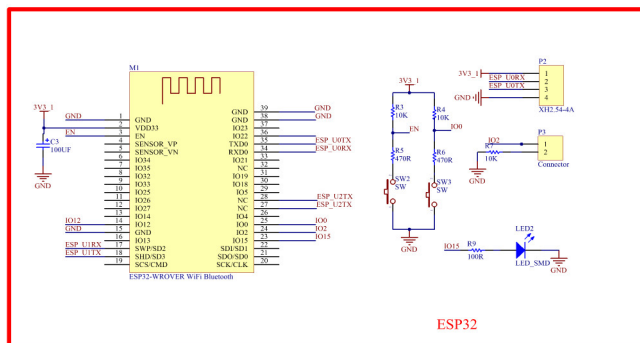
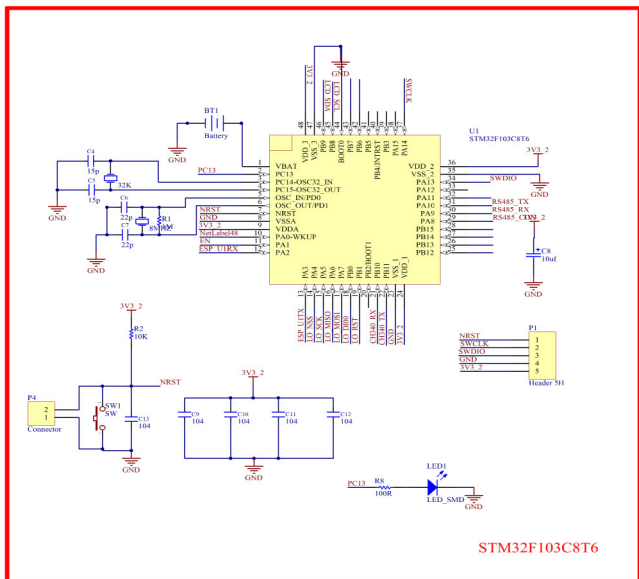
Khối điều khiển trung tâm (MCU): sử dụng vi điều khiển STM32F103C8T6 [2].

Khối truyền thông Lora: sử dụng Lora SX1278 với các tính năng vượt trội so với Lora Uart.

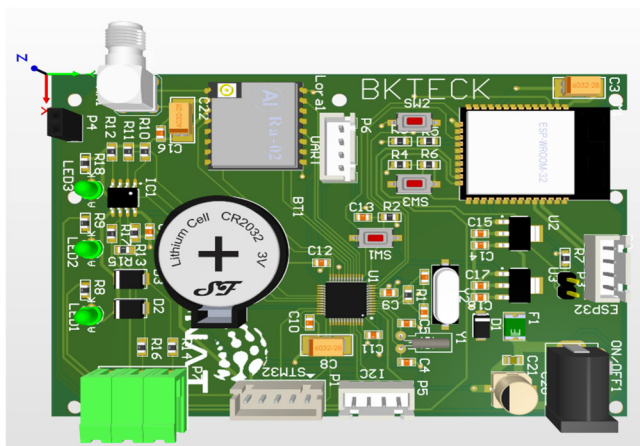
Khối truyền thông ESP32 [3]: sử dụng ESP32 có chức năng tương tác với các nền tảng IoT và có tính bảo mật cao hơn ESP8266.

Khối RS485: truyền và nhận tín hiệu đi xa, tốc độ cao.

Sau khi hoàn thành việc xây dựng mạch nguyên lý của hệ thống từ các khối mạch chức năng, nhóm nghiên cứu tiến hành thiết kế mạch in PCB (Printed Circuit Board) để đảm bảo các linh kiện, module được sắp xếp gọn gàng, giúp thuận tiện cho việc đi dây trước khi thực hiện làm bo mạch thực tế.



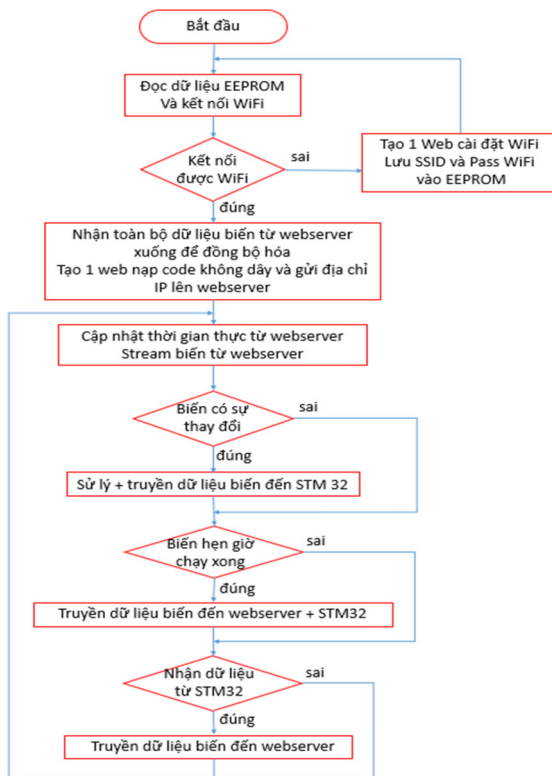
Hình 3. Các khối chức năng của mạch điều khiển



Hình 4. Mạch điều khiển thực tế (Mạch in PCB)

2.3. Chương trình điều khiển, App và phần mềm giám sát, điều khiển trên máy tính

2.3.1. Xây dựng thuật toán điều khiển



Hình 5. Thuật toán chương trình điều khiển

Cài đặt các thông số mặc định trên App, sau đó thông tin truyền về ESP32 thông qua Wifi. ESP32 là trung truyền dữ liệu về bộ xử lý trung tâm STM32F103C8T6. Bộ xử lý trung tâm xử lý tín hiệu và truyền đến Lora, từ đây Lora sẽ thông qua sóng RF433 gửi tín hiệu tới các Slave. Các Slave nhận tín hiệu, xử lý tín hiệu và điều khiển các ngoại vi theo thông số yêu cầu.

Sau đó các cảm biến kết nối với Slave sẽ truyền tín hiệu về Slave và Slave truyền lại Gateway thông qua mạng Lora.

Đầu tiên ESP 32 sẽ đọc dữ liệu từ bộ nhớ EEPROM để lấy tên và mật khẩu WiFi, sau đó nó sẽ kết nối với WiFi đó ở chế độ Station Mode (chế độ kết nối với 1 mạng WiFi):

+ Nếu không kết nối được nó sẽ tạo ra 1 web cài đặt mạng WiFi và chuyển sang chế độ Access Point Mode (chế độ tự tạo ra mạng WiFi), người dùng truy cập vào mạng WiFi có tên esp32, không có mật khẩu, sau đó vào trình duyệt gõ 192.168.1.1 để truy cập vào web cài đặt mạng WiFi. Người dùng nhập tên và mật khẩu WiFi nhà mình vào sau đó nhấn lưu, khởi động là được. Tên và mật khẩu WiFi sẽ tự được lưu trong bộ nhớ EEPROM dùng cho các lần sau.

+ Nếu kết nối được mạng WiFi nó sẽ lấy toàn bộ dữ liệu biến từ trên webserver Firebase xuống để đồng bộ hóa, bao gồm các biến điều khiển bật, tắt hay biến cho chế độ tự động hay biến cho hẹn giờ,... Ngoài ra nó còn tạo thêm

1 web nạp code không dây, thuận lợi cho việc nâng cấp sản phẩm sau này. Nạp code bằng cách vào webserver tìm địa chỉ IP của thiết bị sau đó nhập địa chỉ ấy trên trình duyệt sẽ ra web update firmware.

Trong vòng lặp loop nó sẽ thực hiện theo từng bước:

+ Cập nhật thời gian thực từ trang web <http://pool.ntp.org/> một trang web giờ chuẩn UTC, giờ của Việt Nam sẽ cộng thêm 7 tiếng. Cập nhật toàn bộ dữ liệu biến từ trên webserver bằng hàm STREAM mà không dùng hàm

+ GET vì hàm STREAM cho tốc độ nhận dữ liệu nhanh nhất tính bằng ms. Nếu có sự thay đổi dữ liệu biến thì sẽ xử lý và truyền dữ liệu biến xuống cho STM32, vì dữ liệu biến từ app gửi lên webserver có dạng path:data và dữ liệu cũng được mã hóa để truyền nhận nhanh nên cần phải xử lý cắt, tách 1 chút để lấy được đúng dữ liệu ban đầu.

+ Nếu biến hẹn giờ chạy xong thì sẽ gửi dữ liệu xuống STM 32 để điều khiển bật tắt đồng thời gửi dữ liệu lên webserver báo cáo là đã bật tắt thiết bị (bằng cách so sánh giờ:phút cài đặt với giờ:phút thực tế).

+ Đọc dữ liệu từ STM 32 bao gồm dữ liệu bật tắt (bằng các nút vật lý, bằng chế độ tự động) và dữ liệu hiển thị nhiệt độ không khí, độ ẩm đất,... Sau đó gửi lên webserver.

2.3.2. Thiết kế App

App được tạo ra trên Web của Thunkable. App có thể được sử dụng cho cả thiết bị chạy hệ điều hành Android và IOS bằng hai cách sử dụng apk hoặc tải thunkable live trên google play hoặc app store.

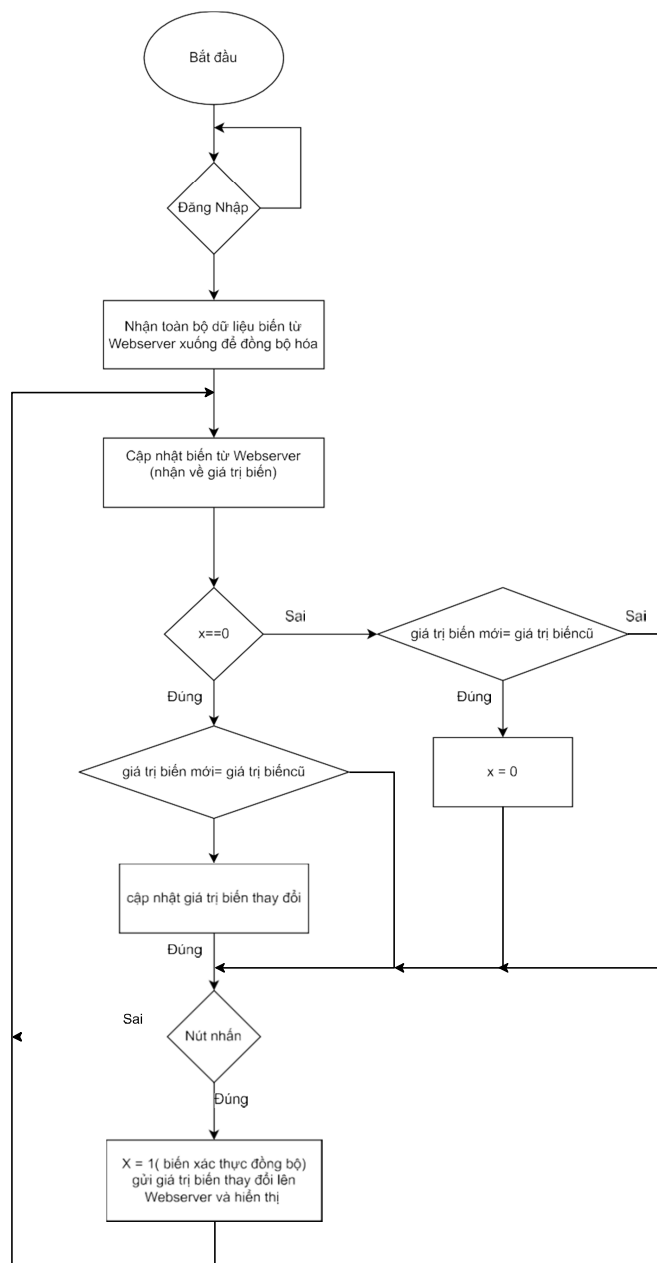
Nguyên lý hoạt động:

Đầu tiên khi ta mở app sẽ vào trang đăng nhập, vì app yêu cầu độ bảo mật, người dùng cần điền email và mật khẩu đã đăng ký trên webserver Firebase để đăng nhập. Sau đó mật khẩu sẽ lưu dưới dạng biến store để dùng những lần sau, để thoát tài khoản ta chỉ cần ấn nút thoát.

Vì chỉ cần viết 1 app mà chạy được cả trên điện thoại Android và chạy được trên điện thoại IOS nên trong trang đăng nhập này ta cần phải kiểm tra đây có phải là thiết bị IOS không, nếu đúng ta cần thêm nút nhấn chuyển trang vì điện thoại IOS không thể chuyển trang bằng việc lướt ngang.

Sau khi đăng nhập sẽ tự động chuyển đến trang chính, khi các trang chính được mở sẽ lập tức lấy dữ liệu biến trên webserver về để đồng bộ hóa. Sẽ có 3 loại biến: chỉ truyền, chỉ nhận, vừa truyền vừa nhận. Các biến chỉ nhận là các biến để hiển thị dữ liệu như nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ khí CO₂,... Các biến chỉ truyền là các biến để điều khiển chế độ tự động, nhiệt độ cài đặt, độ ẩm cài đặt,... Các biến vừa truyền vừa nhận là các biến vừa để điều khiển vừa để cập nhật trạng thái hoạt động của thiết bị như biến bật tắt đèn, mái che, bơm nước,... vừa bật tắt được ở app, nút nhấn vật lý trên thiết bị, hay chế độ tự động.

Các biến chỉ nhận thì chỉ cần có sự thay đổi sẽ thực thi lệnh của biến đó, vd CO₂:450 thì app sẽ thấy giá trị 450 thì hiển thị là nguy hại.



Hình 6. Lưu đồ thuật toán thiết kế App

Các biến chỉ truyền hay vừa truyền vừa nhận cần phải đồng bộ với nhau giữa các điện thoại điều khiển và giữa điện thoại với thiết bị. Điều này sẽ được thực hiện bằng thuật toán đồng bộ:

2.3.3. Thiết kế phần mềm giám sát, điều khiển dữ liệu sử dụng ngôn ngữ lập trình C#

Nguyên lý hoạt động:

Kết nối winform với cơ sở dữ liệu firebase của hệ thống giám sát cần theo dõi. Sau đó phần mềm sẽ nhận dữ liệu từ cơ sở gửi và tiến hành hiển thị các thông số lên trên giao diện phần mềm.

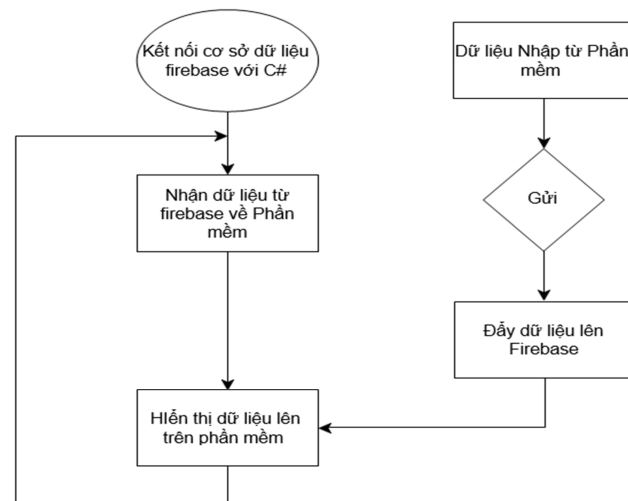
Người dùng có thể theo dõi giao diện điều khiển, điều chỉnh các thông số trực tiếp trên phần mềm với tốc độ cao.

Nhược điểm: Yêu cầu hệ thống phải có kết nối internet

Ưu điểm: Phần mềm nhỏ gọn, có tính tối ưu cao, dễ dàng sử dụng trên tất cả các hệ điều hành.

Giao diện dễ nhìn, đơn giản, người dùng có thể sử dụng một cách thuận tiện.

Phần mềm dễ dàng mở rộng cơ sở dữ liệu tùy theo yêu cầu sử dụng của người dùng.



Hình 7. Lưu đồ thuật toán phần mềm

Hệ giám sát dữ liệu IOT
Hà Nội 8 : 51 : 13, Ngày 19 Tháng 5 Năm 2022

Link: <https://once-in-a-lifetime-6174-default-rtdb.asia-southeast1.firebaseio.com>
Key: dSIUFPbRgGN23akBLf1GM47ZLlqjCQp4j2T

Vườn rau sản thượng

Mái che	ON	Nồng độ khí CO2	400 ppm	Bật	06:52
Nhiệt độ cài đặt	39 °C	Nồng độ bụi PM25	120.9 µg/m³	Tắt	07:00
Độ ẩm cài đặt	39 %	Độ ẩm không khí	44.1 %	Đèn	ON
Độ ẩm đất đo được	58 %	Nhiệt độ không khí	33.1 °C		
Nhiệt độ đo được	29 °C				
Tưới nước tự động	ON	Nồng độ CO2 ở ngưỡng an toàn			
Tưới nước thủ công	ON	Nồng độ bụi ở mức kém			

Các giá trị cài đặt

Mái Che	ON	OFF	Nhiệt độ cài đặt	39	Gửi dữ liệu
Tưới Nước Thủ Công	ON	OFF	Độ ẩm cài đặt	39	
Đèn Ban Công	ON	OFF	Thời gian bật	06:52	
			Thời gian tắt	07:00	

Thời tiết | Thoát

Hình 8. Giao diện giám sát, điều khiển thông qua phần mềm

3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

Kết quả phần cứng:

Thiết kế và xây dựng được thiết bị Gateway

Thông số kỹ thuật của sản phẩm:

- Có mạng không dây LoRa để kết nối với các thiết bị thông minh trong nhà.
- Kết nối với máy chủ theo chuẩn không dây Wifi và có dây Ethernet (mạng LAN);
- Người sử dụng App trên điện thoại hệ IOS (Iphone) và Android (ví dụ điện thoại Samsung), các App này do nhóm tự thiết kế, để điều khiển và giám sát các thiết bị trong nhà;

- Người quản lý có thể dùng phần mềm trên máy tính PC (nhóm thiết kế bằng ngôn ngữ C#) để cài đặt lại thông số từ xa.

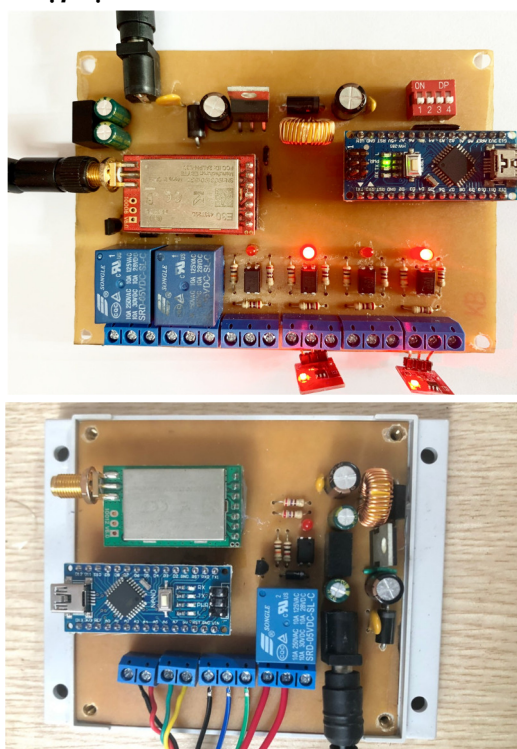
- Nguồn cung cấp: 12VDC, 2A;

- Kích thước nhỏ gọn: 180x120x45 (mm).



Hình 9. Mạch điều khiển trung tâm hệ thống Home Gateway

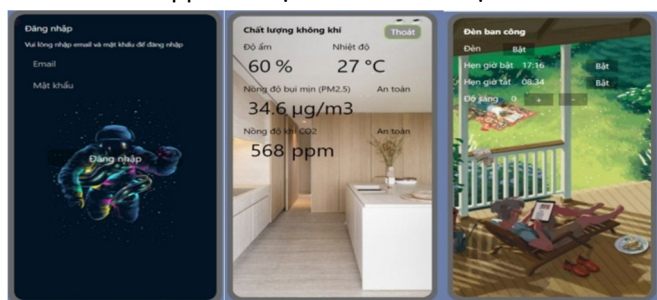
Thiết bị phụ khác



Hình 10. Mạch điều khiển một số thiết bị Slave

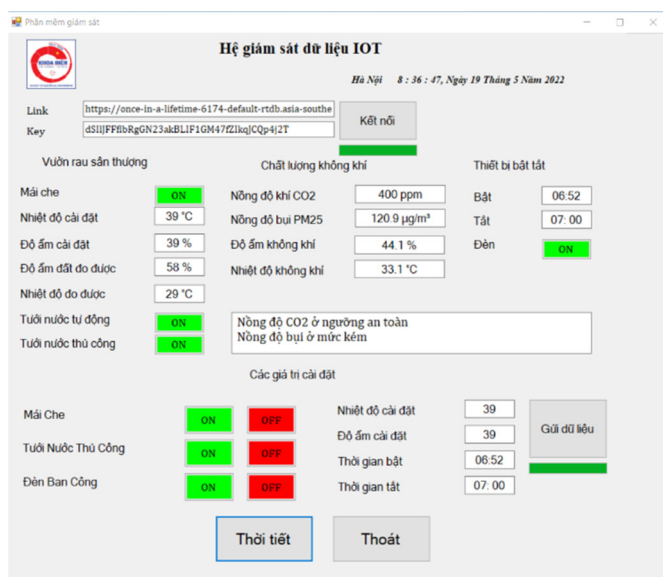
Kết quả phần mềm:

- Thiết kế App trên điện thoại: cả cho hệ IOS và Android.



Hình 11. Các cửa sổ màn hình trên App

- Thiết kế giao diện quản lý dữ liệu trên máy tính bằng C#.

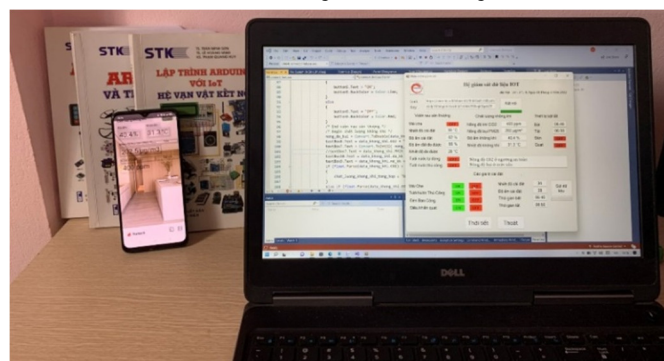


Hình 12. Màn hình điều khiển hệ thống thông qua ứng dụng trên máy tính

Xây dựng mô hình thực nghiệm



Hình 13. Mô hình toàn bộ hệ thống điều khiển thực nghiệm



Hình 14. Điều khiển hệ thống thông qua App và ứng dụng trên máy tính

Nhóm tác giả tiến hành xây dựng thêm một mô hình ngôi nhà thu nhỏ để kiểm tra quá trình vận hành của toàn bộ hệ thống, để đánh giá sự ổn định và chính xác trong quá trình vận hành thử:

- Đã tiến hành chạy thử liên tục trong 15 ngày, kết quả khá ổn định.

Triển khai kiểm tra khoảng cách truyền thông LORA: khoảng cách làm việc tốt là thấp hơn 200m.

4. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Nghiên cứu ứng dụng công nghệ IOT để xây dựng bộ điều khiển trung tâm Home GateWay, để điều khiển các thiết bị thông minh trong nhà bước đầu hoàn thiện và đã đáp ứng được các yêu cầu công nghệ đặt ra. Từ các nghiên cứu tính toán và thực nghiệm, nhóm nghiên cứu đã có những phương hướng phát triển chuẩn hóa mô hình thiết bị điều khiển trung tâm Home Gateway với các hướng phát triển tiếp theo như:

- Phát triển phần mềm giám sát có thể hiển thị các thông số theo dõi dưới dạng biểu đồ, xuất dữ liệu theo yêu cầu.

- Nghiên cứu, áp dụng chức năng điều khiển khác như: điều khiển bằng giọng nói, messenger, thông báo đẩy điều khiển thông qua facebook.

- Tối ưu tốc độ truyền nhận thông tin dữ liệu giữa máy chủ và các thiết bị ngoại vi.

- Nghiên cứu, tính toán, thiết kế truyền nhận dữ liệu thông qua mạng không dây zigbee.

- Nghiên cứu, thiết kế điều khiển thiết bị thông qua Web server, đồng thời nghiên cứu hệ thống bảo mật thông tin dữ liệu Web server và dữ liệu App.

- Tối ưu hóa thiết bị với kích thước nhỏ gọn, nâng cao tính thẩm mỹ đồng thời nâng cao khả năng chống nước và chống bụi của sản phẩm.

Bộ điều khiển trung tâm Gateway là sự kết hợp kiến thức của nhiều chuyên ngành, có tính tự động hóa cao và có khả năng phát triển rộng rãi. Trong thời gian tới nhóm tác giả mong muốn có thể tiếp tục nghiên cứu và thực hiện các hướng phát triển này để có một sản phẩm hoàn thiện hơn nữa, có thể sử dụng trong các tòa nhà và hướng tới khả năng thương mại hóa sản phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Vũ Chiến Thắng, 2021. *Internet vạn vật*. NXB Xây dựng.
- [2]. Nguyễn Vũ Quỳnh, Phạm Quang Huy, 2020. *Giáo trình vi điều khiển ARM và hướng dẫn sử dụng STM32*. NXB Thanh niên.
- [3]. Nguyễn Thị Mi Sa, Lê Nguyễn Hồng Phong, Phạm quang Huy, 2019. *Điều khiển xa với Arduino và ESP32*. NXB Thanh niên.