

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN
MÔN: IoT và ứng dụng

Đề tài: Hệ thống cảnh báo khí gas

Thành viên: Lương Mạnh Hòa(NT)-B21DCCN378
Lê Quốc Khánh – B21DCAT110
Doãn Trường An – B21DCCN131
Nguyễn Sỹ Huy Kiên-B21DCCN464

Nhóm BTL: 03

Nhóm lớp học phần: 09

Giảng viên hướng dẫn: Kim Ngọc Bách

Hà Nội, 10/2024

LỜI MỞ ĐẦU

Trong thời đại công nghệ hiện đại, các hệ thống IoT và cảnh báo tự động đang ngày càng trở nên phổ biến và đóng vai trò quan trọng trong đời sống hàng ngày, từ lĩnh vực an toàn công nghiệp đến ứng dụng dân dụng. Đặc biệt, trong việc giám sát và cảnh báo rò rỉ khí gas, công nghệ IoT đã mang lại những tiến bộ đáng kể, giúp bảo vệ môi trường sống và nâng cao mức độ an toàn cho con người.

Ứng dụng của IoT trong hệ thống cảnh báo rò rỉ khí gas không chỉ giúp giám sát nồng độ khí gas liên tục mà còn có khả năng gửi cảnh báo kịp thời cho người sử dụng khi phát hiện mức độ nguy hiểm. Điều này đóng vai trò quan trọng trong việc ngăn chặn các sự cố tiềm ẩn, bảo vệ tính mạng con người và tài sản. Xuất phát từ tính thực tiễn và ý nghĩa an toàn mà công nghệ này mang lại, nhóm chúng em đã lựa chọn đề tài “Hệ thống cảnh báo rò rỉ khí gas sử dụng IoT” cho bài tập lớn của mình.

Dự án này sẽ sử dụng các thiết bị IoT tiên tiến như vi điều khiển ESP32/ESP8266 và cảm biến khí gas MQ-2 để giám sát và truyền tải dữ liệu thời gian thực. Bên cạnh đó, hệ thống sẽ được xây dựng trên nền tảng web với backend bằng Node.js và ExpressJS, giúp người dùng dễ dàng truy cập, theo dõi và nhận cảnh báo qua email khi phát hiện rò rỉ khí gas.

Báo cáo bài tập lớn của chúng em gồm 5 chương chính.

Chương I: Tổng quan đề tài. Chương này trình bày tổng quan về đề tài, mục tiêu của dự án và giới thiệu các công nghệ chính được sử dụng trong hệ thống.

Chương II: Mô tả hệ thống. Chương này tập trung vào phân tích yêu cầu của hệ thống, liệt kê các thiết bị sử dụng, cung cấp kiến thức cơ bản về IoT và các thành phần phần cứng, cũng như các yêu cầu chức năng chi tiết.

Chương III: Thiết kế hệ thống. Chương này cung cấp chi tiết thiết kế của hệ thống, bao gồm việc mô tả các thành phần phần cứng và quy trình hoạt động của hệ thống, cũng như mô tả các thành phần của phần mềm trên nền tảng web.

Chương IV: Kết quả và đánh giá. Chương này trình bày quá trình vận hành hệ thống, từ quá trình cài đặt đến việc thử nghiệm hệ thống với các kịch bản rò rỉ khí gas thực tế, từ đó đánh giá hiệu quả của hệ thống.

Chương V: Kết luận và hướng phát triển. Chương cuối cùng đánh giá tổng quan quá trình thực hiện dự án, rút ra các kết luận và đề xuất hướng phát triển hệ thống trong tương lai.

Chúng em hy vọng rằng dự án này sẽ góp phần nâng cao nhận thức về an toàn phòng cháy chữa cháy và mở ra thêm cơ hội ứng dụng IoT trong đời sống hàng ngày, đặc biệt trong các hệ thống cảnh báo và giám sát tự động.

MỤC LỤC

LỜI MỞ ĐẦU	2
DANH MỤC HÌNH ẢNH	3
PHÂN CÔNG CÔNG VIỆC.....	4
I. TỔNG QUAN.....	5
II. MÔ TẢ HỆ THỐNG.....	7
1. Mục đích.....	7
2. Các thiết bị sử dụng	8
2.1 Kit WIFI nodeMCU esp8266	8
2.2 Cảm biến khí gas MQ2	9
2.3 Module relay 1 kênh 5VDC.....	11
2.4 Các thiết bị khác.....	12
3. Các kiến thức cơ bản.....	14
3.1 IoT of Things (IoT)	14
3.2 Cảm biến khí gas MQ-2.....	14
3.3 Vi điều khiển (ESP32/ESP8266)	15
3.4 NodeJS và ExpressJS.....	15
3.5 Giao thức HTTP.....	17
4. Yêu cầu chức năng	17
III. THIẾT KẾ HỆ THỐNG.....	20
1. Phân tích yêu cầu	20
2. Đặc tả tiến trình.....	22
3. Đặc tả mô hình miền	23
4. Đặc tả mô hình thông tin	26
5. Thông số dịch vụ	27
6. Đặc tả cấp độ IoT	29
7. Đặc tả thành phần chức năng.....	32
8. Đặc tả thành phần hoạt động	33
9. Tích hợp thiết bị.....	34
10. Phát triển ứng dụng	35
LỜI CẢM ƠN	39
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	40

DANH MỤC HÌNH ẢNH

<i>Hình 2.1 Kit Wifi NodeMCU</i>	<i>8</i>
<i>Hình 2.2 Mô hình Kit Wifi NodeMCU ESP 8266.....</i>	<i>9</i>
<i>Hình 2.3 Cảm biến khí gas MQ-2</i>	<i>10</i>
<i>Hình 2.4 Module relay 1 kênh 5V DC.....</i>	<i>12</i>
<i>Hình 2.5 Còi 3V.....</i>	<i>12</i>
<i>Hình 2.6 Quạt hút 220V AC</i>	<i>13</i>
<i>Hình 3.1 Mô hình đặc tả tiến trình.....</i>	<i>23</i>
<i>Hình 3.2 Sơ đồ đặc tả mô hình miền</i>	<i>23</i>
<i>Hình 3.3 Đặc tả mô hình thông tin.....</i>	<i>26</i>
<i>Hình 3.4 Mô hình thông số dịch vụ</i>	<i>28</i>
<i>Hình 3.5 Mô hình đặc tả thành phần chức năng.....</i>	<i>32</i>
<i>Hình 3.6 Sơ đồ đầu nối phần cứng.....</i>	<i>34</i>

PHÂN CÔNG CÔNG VIỆC

Công việc	Người thực hiện
Tìm hiểu về Arduino và cách lập trình Arduino	Nguyễn Sỹ Huy Kiên, Doãn Trường An
Tìm hiểu về giao thức Websocket	Nguyễn Sỹ Huy Kiên, Doãn Trường An
Tìm hiểu về giao thức HTTP	Nguyễn Sỹ Huy Kiên, Doãn Trường An
Mua các thiết bị	Lương Mạnh Hòa
Lắp đặt các thiết bị	Lương Mạnh Hòa
Lập trình Arduino nhận dữ liệu từ cảm biến	Lương Mạnh Hòa
Lập trình gửi và nhận dữ liệu với giao thức HTTP	Lương Mạnh Hòa
Lập trình Frontend website	Lê Quốc Khánh
Lập trình Backend website	Lê Quốc Khánh
Cài đặt và xử lý database	Lê Quốc Khánh
Rà soát và fix bug nhỏ	Nguyễn Sỹ Huy Kiên, Lê Quốc Khánh
Làm báo cáo	Lê Quốc Khánh, Lương Mạnh Hòa
Slide thuyết trình	Doãn Trường An

Theo dõi tiến độ dự án

Công việc	Thời gian
Tìm hiểu về Arduino và cách lập trình Arduino	Tuần 5
Tìm hiểu về giao thức Websocket	Tuần 6
Tìm hiểu về giao thức HTTP	Tuần 6
Mua các thiết bị	Tuần 7
Lắp đặt các thiết bị	Tuần 8
Lập trình Arduino nhận dữ liệu từ cảm biến	Tuần 8, 9
Lập trình gửi và nhận dữ liệu với giao thức HTTP	Tuần 9, 10
Lập trình Frontend website	Tuần 11, 12
Lập trình Backend website	Tuần 12, 13, 14
Cài đặt và xử lý database	Tuần 13, 14
Rà soát và fix bug nhỏ	Tuần 14, 15
Làm báo cáo	Tuần 9 – Tuần 16
Slide thuyết trình	Tuần 9

I. TỔNG QUAN

Trong bối cảnh công nghệ hiện đại, Internet of Things (IoT) - Mạng lưới Vạn vật Kết nối, đang trở thành một lĩnh vực quan trọng với tiềm năng ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, từ công nghiệp đến đời sống hàng ngày. Với sự phát triển mạnh mẽ của IoT, các hệ thống tự động hóa hiện đại có thể thu thập, trao đổi và xử lý dữ liệu theo thời gian thực, từ đó mang lại các giải pháp an toàn và tiện ích trong các ứng dụng khác nhau. Một trong những ứng dụng đáng chú ý của IoT là trong các hệ thống giám sát và cảnh báo tự động, bao gồm cả hệ thống cảnh báo rò rỉ khí gas.

Hệ thống cảnh báo rò rỉ khí gas là một trong những ứng dụng quan trọng của IoT trong lĩnh vực an toàn phòng cháy chữa cháy. Các hệ thống này giúp phát hiện rò rỉ khí gas và gửi cảnh báo kịp thời để giảm thiểu nguy cơ cháy nổ, đảm bảo an toàn cho người dùng và bảo vệ tài sản. Khi khí gas rò rỉ đến mức nguy hiểm, hệ thống sẽ gửi cảnh báo đến người dùng thông qua email hoặc các phương thức khác, giúp họ có thể nhanh chóng xử lý tình huống và tránh được những rủi ro tiềm ẩn.

Một số ứng dụng thực tiễn của hệ thống cảnh báo rò rỉ khí gas bao gồm:

- *Giám sát an toàn tại các khu công nghiệp và tòa nhà:* Hệ thống có thể giám sát nồng độ khí gas trong các khu vực lớn, từ đó bảo vệ người lao động và tài sản khỏi những rủi ro về cháy nổ.
- *Hỗ trợ trong sinh hoạt gia đình:* Các gia đình có thể lắp đặt hệ thống này để giám sát các bình chứa khí gas, giúp đảm bảo an toàn trong việc sử dụng gas trong bếp và các thiết bị sưởi.
- *Ứng dụng trong vận chuyển và lưu trữ:* Hệ thống này có thể giám sát khí gas trong các kho chứa và phương tiện vận chuyển, bảo đảm an toàn trong quá trình vận chuyển các chất dễ cháy nổ.

Mục tiêu của dự án là xây dựng một hệ thống IoT cảnh báo rò rỉ khí gas với khả năng giám sát liên tục, đo lường nồng độ khí gas, và gửi cảnh báo tức thời đến người dùng qua email khi nồng độ khí vượt ngưỡng cho phép. Điều này yêu cầu kết hợp các công nghệ phần cứng và phần mềm để tạo ra một hệ thống cảnh báo hiệu quả, có độ tin cậy cao.

Dự án sẽ sử dụng các thiết bị IoT như vi điều khiển ESP32/ESP8266 và cảm biến khí gas MQ-2 để giám sát và thu thập dữ liệu. Về mặt phần mềm, hệ thống sẽ bao gồm một trang web để hiển thị dữ liệu giám sát và cung cấp khả năng cấu hình cho người dùng. Website này được xây dựng trên nền tảng Node.js với ExpressJS cho phần backend kèm giao diện frontend, giúp người dùng dễ dàng truy cập, theo dõi và nhận cảnh báo qua email.

Hệ thống IoT cảnh báo rò rỉ khí gas dự kiến sẽ mang lại nhiều lợi ích trong việc nâng cao an toàn và hỗ trợ người dùng trong việc phòng tránh các rủi ro liên quan đến khí gas. Bằng cách giám sát liên tục và cảnh báo kịp thời, dự án này sẽ góp phần bảo vệ tính mạng và tài sản của người dân, đồng thời mở ra thêm các ứng dụng tiềm năng của IoT trong các hệ thống cảnh báo và giám sát tự động.

II. MÔ TẢ HỆ THỐNG

1. Mục đích

Hệ thống cảnh báo rò rỉ khí gas được xây dựng nhằm cung cấp một giải pháp hiệu quả để giám sát, phát hiện và cảnh báo sớm nguy cơ rò rỉ khí gas trong các khu vực như nhà ở, nhà hàng, xí nghiệp, và các khu vực có sử dụng khí gas cho các mục đích khác nhau. Khí gas, nếu không được kiểm soát tốt, có thể gây ra nhiều rủi ro nghiêm trọng như ngộ độc, cháy nổ và các tai nạn khác đe dọa tính mạng và tài sản của người dùng.

Mục tiêu cụ thể của hệ thống là

- *Giám sát nồng độ khí gas trong thời gian thực:* Hệ thống được thiết kế để liên tục đo lường nồng độ khí gas trong không khí và đưa ra các cảnh báo tức thì khi phát hiện các giá trị vượt ngưỡng an toàn. Bằng cách này, người dùng có thể nắm bắt ngay lập tức thông tin về nồng độ khí gas xung quanh và có thời gian thực hiện các biện pháp cần thiết để ngăn chặn rủi ro.

- *Cảnh báo kịp thời khi có nguy cơ tiềm ẩn:* Khi nồng độ khí gas vượt quá một ngưỡng định trước, hệ thống sẽ kích hoạt chức năng cảnh báo, chẳng hạn như gửi email tới người dùng. Điều này giúp người dùng nhận được thông báo tức thì và thực hiện các biện pháp ứng phó, dù họ không có mặt trực tiếp tại địa điểm giám sát.

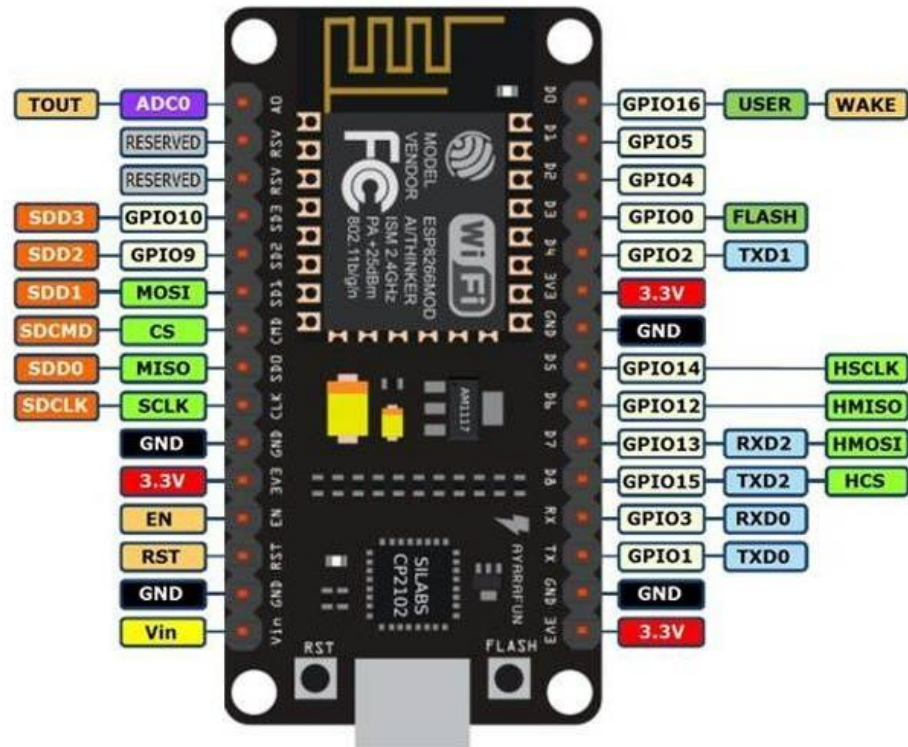
- *Cung cấp giao diện theo dõi trực quan và dễ sử dụng:* Hệ thống bao gồm một giao diện website, cho phép người dùng theo dõi nồng độ khí gas qua máy tính hoặc điện thoại. Giao diện này sẽ hiển thị dữ liệu về nồng độ khí gas theo thời gian thực và lưu lại lịch sử đo đạc để người dùng có thể kiểm tra và theo dõi tình trạng an toàn trong các khoảng thời gian khác nhau.

Bằng cách sử dụng hệ thống này, người dùng có thể giảm thiểu các rủi ro tiềm ẩn do khí gas gây ra, bảo vệ tính mạng và tài sản, đồng thời đảm bảo môi trường sống và làm việc an toàn hơn.

2. Các thiết bị sử dụng

2.1 Kit WIFI nodeMCU esp8266

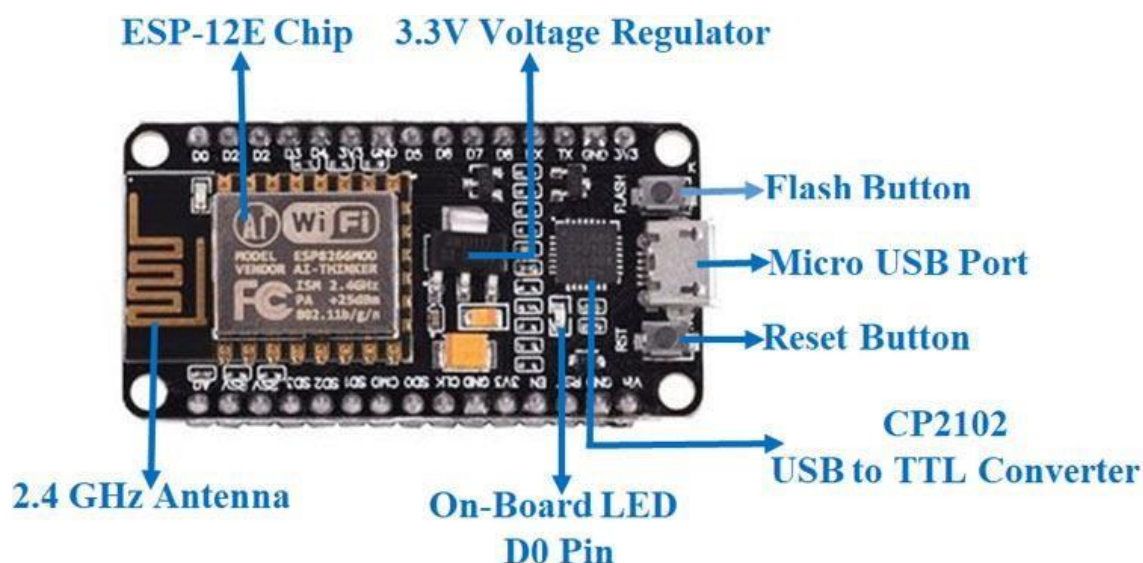
NodeMCU là một phần mềm nguồn mở dựa trên Lua và bảng phát triển được nhắm mục tiêu đặc biệt cho các Ứng dụng dựa trên IoT. Nó bao gồm phần sụn chạy trên ESP8266 Wi-Fi SoC của Espressif Systems và phần cứng dựa trên mô-đun ESP-12.



Hình 2.1: Kit Wifi nodeMCU

Giới thiệu về NodeMCU ESP8266

- Bảng phát triển NodeMCU ESP8266 đi kèm với mô-đun ESP-12E chứa chip ESP8266 có bộ vi xử lý Tensilica Xtensa 32-bit LX106 RISC. Bộ vi xử lý này hỗ trợ RTOS và hoạt động ở tần số xung nhịp có thể điều chỉnh từ 80MHz đến 160 MHz..
- NodeMCU có 128 KB RAM và 4MB bộ nhớ Flash để lưu trữ dữ liệu và chương trình. Sức mạnh xử lý cao của nó với Wi-Fi / Bluetooth và các tính năng Điều hành Ngủ sâu tích hợp khiến nó trở nên lý tưởng cho các dự án IoT.
- NodeMCU có thể được cấp nguồn bằng giắc cắm Micro USB và chân VIN (Chân nguồn cung cấp bên ngoài). Nó hỗ trợ giao diện UART, SPI và I2C.



Hình 2.2: Mô hình kit Wifi NodeMCU ESP8266

Thông số kỹ thuật và tính năng NodeMCU ESP8266

- Bộ vi điều khiển: CPU RISC 32-bit Tensilica Xtensa LX106
- Điện áp hoạt động: 3.3V
- Điện áp đầu vào: 7-12V
- Chân I / O kỹ thuật số (DIO): 16
- Chân đầu vào tương tự (ADC): 1
- UARTs: 1
- SPI: 1
- I2Cs: 1
- Bộ nhớ Flash: 4 MB
- SRAM: 64 KB
- Tốc độ đồng hồ: 80 MHz
- USB-TTL dựa trên CP2102 được bao gồm trên bo mạch, cho phép Plug n Play
- Ăng-ten PCB

2.2 Cảm biến khí gas MQ2

MQ2 là một loại cảm biến khí gas, được sản xuất từ chất bán dẫn SnO₂. Ban đầu, chất này không nhạy với không khí sạch, nhưng khi tiếp xúc với chất gây cháy, khả năng dẫn điện của nó sẽ thay đổi ngay lập tức. Điều này đã tạo điều kiện cho việc tích hợp nó vào mạch đơn giản, chuyển đổi độ nhạy thành tín hiệu điện.

Trong môi trường không khí sạch, cảm biến MQ2 xuất ra mức điện áp thấp. Tuy nhiên, khi nồng độ khí gây cháy xung quanh tăng lên, giá trị điện áp xuất ra cũng tăng theo.

MQ2 thể hiện hiệu suất cao trong việc phát hiện khí hóa lỏng như LPG, H₂ và các chất khí gây cháy khác. Điều này làm cho nó trở thành lựa chọn phổ biến trong cả ngành công nghiệp và sử dụng dân dụng, nhờ vào mạch điện đơn giản và chi phí sản xuất thấp:



Hình 2.3: Cảm biến khí gas MQ-2

❖ Thông số kỹ thuật:

- Nguồn hoạt động: 5V
- Loại dữ liệu: Analog
- Phạm vi phát hiện rộng
- Tốc độ phản hồi nhanh và độ nhạy cao
- Mạch đơn giản
- Ổn định trong việc sử dụng lâu dài

❖ Nguyên lý hoạt động:

Cảm biến khí gas MQ2 hoạt động dựa trên nguyên lý phản ứng hóa học khi tiếp xúc với các khí trong môi trường. Nguyên tắc hoạt động của nó là khi các khí như CO, LPG, methane, Hydro, khói... tiếp xúc với phần tử bên trong cảm biến,

điều này dẫn đến giải phóng electron vào Thiếc Dioxide, cho phép dòng điện chạy qua cảm biến một cách tự do.

Khi phần tử cảm biến được làm nóng, nó tạo ra phản ứng hóa học với các khí tiếp xúc, làm thay đổi điện trở của phần tử cảm biến. Cảm biến MQ2 đo lường các thay đổi này và chuyển đổi chúng thành tín hiệu điện analog hoặc digital.

❖ Ứng dụng cảm biến khí gas MQ2

- Phát hiện hoặc đo lường khí LPG, Alcohol, Propane, Hydrogen, CO và thậm chí cả methane
- Giám sát chất lượng không khí
- Báo động rò rỉ gas
- Bảo trì tiêu chuẩn an toàn
- Duy trì các tiêu chuẩn môi trường trong bệnh viện

2.3 Module relay 1 kênh 5VDC

Module Relay 1 kênh 5V gồm 1 rơ le điện áp hoạt động ở mức 5VDC, đầu ra điều khiển hiệu điện tối đa ở mức 250V 10A đối với điện áp xoay chiều AC và 30V với điện áp 1 chiều DC

Module relay 1 kênh nhỏ gọn chuyên nghiệp, khả năng chống nhiễu tốt và khả năng cách điện tốt. Trong module đã có sẵn mạch kích relay sử dụng IC cách ly quang và transistor giúp cách ly hoàn toàn mạch vi điều khiển với rơ le bảo đảm vi điều khiển hoạt động ổn định.

Có sẵn header rất tiện dụng khi kết nối với vi điều khiển. Có các lỗ bắt vít rất tiện lợi để lắp đặt trong hệ thống mạch.

Mạch điều khiển relay 1 kênh này sử dụng chân kích mức Thấp (0V), khi có tín hiệu 0V vào chân IN thì relay sẽ nhảy qua thường Mở của Relay. Ứng dụng với relay module khá nhiều bao gồm cả điện DC hay AC.



Hình 2.4: Module relay 1 kênh 5V DC

❖ Thông số kỹ thuật:

- Nguồn : 3V - 5V
- Dòng điện tiêu thụ: <25mA
- Tần số cộng hưởng: 2300Hz \pm 500Hz
- Biên độ âm thanh: >80 dB
- Nhiệt độ hoạt động: -20 °C đến +70 °C

2.4 Các thiết bị khác

a. Còi (buzzers)



Hình 2.5 : Còi 3V

Buzzer hay còn gọi là còi chíp hoặc còi xung, là thiết bị phát ra âm thanh (tiếng bíp bíp) hay dùng trong các mạch điện tử.

- Cấu tạo của Buzzer gồm 2 chân, chân dài là chân (+) và chân ngắn là chân (-). Trong quá trình sử dụng cần chú ý mắc đúng chân để tránh làm hỏng buzzer.
- Ứng dụng này sử dụng Buzzer 5V, có khả năng phát ra âm thanh có tần số tối đa 2.5kHz.

b. Quạt hút 220V AC



Hình 2.6: Quạt hút 220V AC

Quạt hút – quạt tản nhiệt là thiết bị được sử dụng phổ biến nhất trong các thiết bị điện, thiết bị tản nhiệt, thiết bị gia, giảm nhiệt nhằm giảm lượng nhiệt tỏa ra xung quanh môi trường thiết bị làm việc. Việc sử dụng đúng và hợp lý các loại quạt hút sẽ góp phần giúp thiết bị hoạt động ổn định và nâng cao hiệu suất các thiết.

3. Các kiến thức cơ bản

3.1 IoT of Things (IoT)

Khái niệm: IoT (Internet of Things) nghĩa là Internet vạn vật. Một hệ thống các thiết bị tính toán, máy móc cơ khí và kỹ thuật số hoặc con người có liên quan với nhau và khả năng truyền dữ liệu qua mạng mà không yêu cầu sự tương tác giữa con người với máy tính.



- Ý tưởng về một mạng lưới các thiết bị thông minh đã được thảo luận từ 1982, với một máy bán nước Coca-Cola tại Đại học Carnegie Mellon được tùy chỉnh khiến nó đã trở thành thiết bị đầu tiên được kết nối Internet, có khả năng báo cáo kiểm kho và độ lạnh của những chai nước mới bỏ vào máy.
- Năm 1999, Kevin Ashton đã đưa ra cụm từ Internet of Things để mô tả một hệ thống mà Internet được kết nối với thế giới vật chất thông qua các cảm biến.

Ứng dụng trong hệ thống: Trong hệ thống cảnh báo rò rỉ khí gas, cảm biến khí gas sẽ được kết nối với vi điều khiển. Vi điều khiển sẽ thu thập dữ liệu từ cảm biến và gửi dữ liệu này đến server qua mạng Wi-Fi. Thông qua IoT, người dùng có thể giám sát nồng độ khí gas từ xa, giúp giảm thiểu rủi ro khi xảy ra sự cố.

3.2 Cảm biến khí gas MQ-2

Khái niệm: Cảm biến MQ-2 là một cảm biến phổ biến dùng để phát hiện các loại khí dễ cháy, như LPG, methane, propane, và khói. Cảm biến hoạt động bằng cách sử dụng một màng oxit thiếc (SnO_2) nhạy cảm với các loại khí dễ cháy. Khi có khí gas xuất hiện, điện trở của màng thay đổi, và điều này tạo ra một tín hiệu điện áp tương ứng.

MQ-2 có khả năng đo nồng độ khí gas trong phạm vi từ 2Ti00 đến 10,000 ppm, cung cấp tín hiệu đầu ra tương tự với nồng độ khí gas. Tín hiệu này có thể được đọc bởi vi điều khiển để xác định nồng độ khí trong không khí. Độ nhạy của MQ-2 có thể được điều chỉnh để phù hợp với các yêu cầu khác nhau về cảnh báo rò rỉ khí.

Ứng dụng trong hệ thống: Trong hệ thống này, cảm biến MQ-2 đóng vai trò quan trọng trong việc phát hiện rò rỉ khí gas, từ đó giúp phát hiện và cảnh báo cho người dùng về nguy cơ tiềm ẩn.

3.3 Vi điều khiển (ESP32/ESP8266)

Khái niệm: ESP32 và ESP8266 là hai loại vi điều khiển tích hợp khả năng kết nối Wi-Fi. Cả hai đều được thiết kế nhỏ gọn, dễ sử dụng, và phù hợp cho các dự án IoT. Trong hệ thống, vi điều khiển này sẽ kết nối cảm biến khí gas, thu thập dữ liệu và gửi dữ liệu đo đạc đến server để xử lý.

❖ Tính năng nổi bật

- *Wi-Fi tích hợp:* Cho phép thiết bị kết nối trực tiếp với Internet để truyền tải dữ liệu.
- *Hỗ trợ các giao thức truyền thông:* Có khả năng gửi và nhận dữ liệu qua các giao thức như HTTP và MQTT.
- *Khả năng lập trình linh hoạt:* Có thể lập trình để xử lý tín hiệu từ cảm biến và tự động gửi cảnh báo khi nồng độ khí gas vượt ngưỡng an toàn.
- *Khả năng kết nối:* ESP8266/ESP32 còn có thể kết nối với các dịch vụ đám mây, cho phép quản lý và phân tích dữ liệu từ xa. Điều này mở rộng khả năng giám sát và kiểm soát hệ thống trong thời gian thực và từ bất kỳ đâu.

Ứng dụng trong hệ thống: Vi điều khiển ESP32/ESP8266 giúp nhận tín hiệu từ cảm biến MQ-2, phân tích tín hiệu để xác định nồng độ khí gas. Sau đó, vi điều khiển sẽ gửi dữ liệu này đến server để giám sát và thực hiện các chức năng cảnh báo.

3.4 NodeJS và ExpressJS

Khái niệm:

- **NodeJS** là một nền tảng phát triển ứng dụng phía server (server-side) dựa trên ngôn ngữ JavaScript, cho phép lập trình viên xây dựng các ứng dụng mạng có hiệu năng cao và khả năng mở rộng dễ dàng. Node.js hoạt động dựa trên engine V8 của Google, giúp biên dịch mã JavaScript sang mã máy và cho phép ứng dụng chạy nhanh hơn. Với cơ chế xử lý không đồng bộ (asynchronous) và event-driven, Node.js rất hiệu quả trong việc xử lý các yêu cầu I/O và các tác vụ mạng phức tạp mà vẫn duy trì tốc độ phản hồi nhanh.

- **Express.js** là một framework nhẹ nhàng, mạnh mẽ được xây dựng trên nền Node.js, được thiết kế để giúp phát triển các ứng dụng web và API một cách dễ dàng và nhanh chóng. Express cung cấp một tập hợp các công cụ mạnh mẽ cho việc quản lý route, tích hợp middleware, và xử lý request/response, giúp cho lập trình viên có thể tập trung vào phát triển logic ứng dụng mà không phải lo lắng về các chi tiết kỹ thuật phức tạp của máy chủ.



Ứng dụng trong hệ thống:

- **Node.js** được sử dụng để xử lý các yêu cầu HTTP từ các vi điều khiển như ESP32 hoặc ESP8266, là những thiết bị thu thập dữ liệu từ cảm biến khí gas. Node.js giúp quản lý các luồng dữ liệu liên tục từ cảm biến, lưu trữ dữ liệu vào cơ sở dữ liệu khi cần, và thực hiện các thuật toán phân tích dữ liệu để phát hiện sự gia tăng bất thường của nồng độ khí gas. Dựa trên phân tích này, hệ thống có thể quyết định khi nào cần gửi cảnh báo đến người dùng,

đảm bảo rằng mọi mối nguy hại được phát hiện kịp thời và xử lý nhanh chóng.

- **Express.js** được sử dụng để xây dựng các API RESTful, cho phép các vi điều khiển gửi dữ liệu đo đạc qua các yêu cầu HTTP POST. API này không chỉ hỗ trợ việc truyền tải dữ liệu liên tục từ cảm biến đến server mà còn cung cấp các endpoint cho các tính năng khác, như lưu trữ lịch sử đo đạc, truy vấn thông tin, và cấu hình cảnh báo. Ngoài ra, ExpressJS tích hợp các chức năng quan trọng như gửi email cảnh báo cho người dùng khi phát hiện nguy cơ rò rỉ khí gas. Khi nồng độ khí gas vượt quá ngưỡng an toàn, hệ thống sẽ tự động gửi thông báo qua email, giúp người dùng có thể phản ứng ngay lập tức để đảm bảo an toàn. Việc này đặc biệt hữu ích trong các môi trường dễ xảy ra cháy nổ, đảm bảo người dùng được thông báo kịp thời và có thể thực hiện các biện pháp phòng ngừa phù hợp..

3.5 Giao thức HTTP

Khái niệm: HTTP (HyperText Transfer Protocol) là giao thức chuẩn để truyền tải dữ liệu giữa các thiết bị qua Internet. Giao thức này giúp các thiết bị giao tiếp với nhau bằng cách gửi và nhận các yêu cầu HTTP, phổ biến nhất là yêu cầu GET và POST.

Ứng dụng trong hệ thống: Trong hệ thống cảnh báo rò rỉ khí gas, vi điều khiển ESP32/ESP8266 sẽ gửi yêu cầu POST tới server backend thông qua giao thức HTTP. Các yêu cầu POST này sẽ chứa dữ liệu đo đạc nồng độ khí gas từ cảm biến. Server sau khi nhận được yêu cầu POST sẽ xử lý dữ liệu, và nếu phát hiện nồng độ khí gas vượt ngưỡng cho phép, server sẽ kích hoạt chức năng cảnh báo và gửi thông báo đến người dùng.

4. Yêu cầu chức năng

a. Giám sát nồng độ khí gas

- Hệ thống cần có khả năng giám sát liên tục nồng độ khí gas trong không khí, đảm bảo phát hiện kịp thời các nguy cơ rò rỉ khí gas. Cảm biến khí gas (MQ-2) sẽ thực hiện việc đo lường nồng độ các loại khí dễ cháy và truyền dữ liệu về vi điều khiển ESP32/ESP8266.
- Vi điều khiển sẽ lấy dữ liệu từ cảm biến và thực hiện các bước xử lý ban đầu, sau đó gửi thông tin đo được lên server backend. Server sẽ lưu trữ dữ

liệu này và đưa ra các phản hồi cần thiết, như cập nhật trạng thái trên giao diện web. Quá trình này phải diễn ra liên tục và nhanh chóng, đảm bảo người dùng luôn nhận được dữ liệu thời gian thực về tình trạng khí gas trong không gian được giám sát.

- Ngoài ra, hệ thống cần hỗ trợ khả năng hiệu chỉnh ngưỡng an toàn để phù hợp với các yêu cầu cụ thể của người dùng, cho phép điều chỉnh độ nhạy của cảm biến tùy theo từng môi trường sử dụng.

b. Cảnh báo tức thì khi vượt ngưỡng

- Hệ thống cần có khả năng phát hiện khi nồng độ khí gas vượt qua ngưỡng an toàn đã được cấu hình trước. Ngay khi phát hiện mức khí gas vượt ngưỡng, vi điều khiển sẽ gửi tín hiệu báo động đến server, nơi xử lý và gửi cảnh báo tức thì cho người dùng.
- Cảnh báo sẽ được gửi qua email để đảm bảo người dùng có thể nhận thông tin ngay lập tức, bất kể họ đang ở đâu. Tốc độ cảnh báo là yếu tố then chốt giúp giảm thiểu rủi ro, cho phép người dùng có đủ thời gian để thực hiện các biện pháp phòng ngừa, như tắt nguồn khí gas, thông gió hoặc gọi hỗ trợ nếu cần thiết.
- Hệ thống cũng nên hỗ trợ tùy chọn cảnh báo qua các kênh khác, chẳng hạn như tin nhắn SMS hoặc ứng dụng di động, giúp người dùng dễ dàng nhận được cảnh báo một cách linh hoạt.

c. Giao diện web trực quan

- Để giúp người dùng dễ dàng giám sát và kiểm soát, hệ thống cần một giao diện web trực quan và thân thiện. Giao diện này sẽ hiển thị dữ liệu nồng độ khí gas trong thời gian thực, cho phép người dùng nhanh chóng đánh giá tình trạng an toàn hiện tại của môi trường.
- Frontend của giao diện web sẽ được xây dựng bằng Pug, một công cụ mạnh mẽ và dễ sử dụng cho việc xây dựng giao diện động. Giao diện nên cung cấp biểu đồ, đồ thị hoặc các chỉ số trực quan để người dùng có thể theo dõi mức độ biến động của khí gas một cách rõ ràng.
- Người dùng cũng cần có khả năng truy cập vào các tính năng bổ sung, như xem lịch sử đo lường, cấu hình ngưỡng an toàn, và thiết lập tùy chọn nhận thông báo cảnh báo.

d. Khả năng truy cập từ xa

- Hệ thống cần hỗ trợ khả năng truy cập từ xa qua Internet, cho phép người dùng giám sát nồng độ khí gas và tình trạng an toàn từ bất cứ đâu. Việc này đảm bảo rằng ngay cả khi không ở nhà, người dùng vẫn có thể kiểm tra được tình hình và thực hiện các biện pháp cần thiết nếu có nguy cơ rò rỉ khí gas.
- Để đảm bảo an toàn, hệ thống nên tích hợp các phương thức bảo mật như xác thực tài khoản người dùng và mã hóa dữ liệu truyền tải. Điều này giúp ngăn chặn các truy cập trái phép và đảm bảo tính riêng tư của dữ liệu đo đạc.
- Người dùng cũng có thể nhận cảnh báo ngay lập tức thông qua các kênh liên lạc từ xa, như email hoặc ứng dụng di động, giúp họ nhanh chóng đưa ra phản ứng ngay cả khi không trực tiếp truy cập vào hệ thống.

e. Lưu trữ và quản lý dữ liệu

- Server cần có khả năng lưu trữ dữ liệu đo đạc về nồng độ khí gas theo thời gian, tạo ra cơ sở dữ liệu về lịch sử nồng độ khí. Điều này giúp người dùng dễ dàng xem lại và đánh giá sự biến động của nồng độ khí trong một khoảng thời gian nhất định.
- Hệ thống nên cung cấp các tính năng như xem báo cáo hàng ngày, hàng tuần hoặc hàng tháng, từ đó người dùng có thể nhận ra các xu hướng hoặc xác định các nguy cơ tiềm ẩn. Các dữ liệu này sẽ hỗ trợ người dùng trong việc đưa ra các quyết định về bảo trì hoặc cải thiện môi trường sống.
- Ngoài ra, dữ liệu lưu trữ có thể được phân tích để cải thiện hiệu suất của hệ thống cảnh báo. Người dùng có thể truy xuất dữ liệu từ xa và tải xuống báo cáo chi tiết, giúp họ dễ dàng theo dõi và quản lý an toàn khí gas trong không gian sinh hoạt của mình.

III. THIẾT KẾ HỆ THỐNG

1. Phân tích yêu cầu

a. Yêu cầu cơ bản dự án

❖ Giám sát nồng độ khí gas

- Hệ thống cần có khả năng đo nồng độ khí gas liên tục thông qua cảm biến MQ-2. Cảm biến này sẽ phát hiện sự hiện diện của các khí dễ cháy như LPG, methane, và các chất khác trong môi trường. Khi phát hiện được nồng độ khí gas, cảm biến sẽ chuyển đổi dữ liệu thành tín hiệu analog.
- Tín hiệu từ cảm biến sau đó được gửi tới vi điều khiển ESP32/ESP8266. Vi điều khiển này xử lý tín hiệu, chuyển đổi sang dạng số và gửi dữ liệu đến server qua Wi-Fi, sử dụng giao thức HTTP hoặc MQTT. Dữ liệu này được lưu trữ và hiển thị trên giao diện web, giúp người dùng có thể theo dõi nồng độ khí gas theo thời gian thực.
- Hệ thống cần đảm bảo độ chính xác trong việc đo lường, cho phép người dùng tùy chỉnh các thông số như ngưỡng cảnh báo để phù hợp với các yêu cầu an toàn cụ thể.

❖ Cảnh báo khi vượt ngưỡng

- Khi nồng độ khí gas đo được vượt quá ngưỡng an toàn, hệ thống sẽ tự động kích hoạt cảnh báo. Vi điều khiển sẽ gửi tín hiệu cảnh báo đến server để xử lý, đồng thời server sẽ thực hiện hành động gửi email đến người dùng.
- Cảnh báo qua email giúp người dùng có thể nhận diện và phản ứng nhanh chóng với tình trạng nguy hiểm tiềm ẩn. Người dùng có thể thực hiện các biện pháp an toàn như tắt nguồn khí, thông gió hoặc liên hệ với đội cứu hộ.
- Hệ thống cũng cần linh hoạt để tích hợp các phương thức cảnh báo khác, chẳng hạn như thông báo qua ứng dụng di động hoặc tin nhắn SMS, giúp người dùng luôn cập nhật mọi lúc, mọi nơi.

❖ Giao diện web

- Giao diện web là công cụ trực quan để người dùng theo dõi nồng độ khí gas. Giao diện này cần thân thiện, dễ sử dụng, và hiển thị dữ liệu theo thời gian thực. Sử dụng Pug cho frontend, giao diện sẽ cung cấp biểu đồ hoặc đồ thị để người dùng dễ dàng theo dõi mức độ khí gas.

- Giao diện nên có tính năng tùy chỉnh ngưỡng cảnh báo và cung cấp báo cáo về lịch sử đo đạc. Các báo cáo có thể được xem theo ngày, tuần, tháng, cho phép người dùng phân tích xu hướng và đánh giá mức độ an toàn trong dài hạn.

❖ Lưu trữ và xem lại dữ liệu

- Dữ liệu đo đạc sẽ được lưu trữ trên server, giúp người dùng dễ dàng xem lại lịch sử nồng độ khí gas qua các mốc thời gian nhất định. Điều này cho phép đánh giá xu hướng về mức độ khí gas, từ đó đưa ra các quyết định liên quan đến bảo trì hoặc nâng cao an toàn.
- Server cần có tính năng quản lý dữ liệu hiệu quả để đảm bảo rằng người dùng có thể truy xuất thông tin một cách nhanh chóng và dễ dàng. Ngoài ra, khả năng tải xuống báo cáo hoặc xem các biểu đồ so sánh cũng nên được tích hợp để cung cấp thêm thông tin hữu ích cho người dùng.

b. Yêu cầu mở rộng

❖ Khả năng mở rộng

- Hệ thống phải có khả năng mở rộng để dễ dàng tích hợp thêm các cảm biến khác hoặc mở rộng phạm vi giám sát sang các phòng hoặc khu vực khác trong cùng một hệ thống.
- Để hỗ trợ việc này, kiến trúc của hệ thống cần được thiết kế sao cho linh hoạt, cho phép dễ dàng thêm các thành phần phần cứng hoặc nâng cấp phần mềm mà không ảnh hưởng đến hoạt động hiện tại.

❖ Hiệu suất

- Hệ thống phải có khả năng phản hồi nhanh chóng, đảm bảo cập nhật dữ liệu theo thời gian thực và gửi cảnh báo kịp thời khi có sự cố. Độ trễ giữa quá trình phát hiện nồng độ khí gas vượt ngưỡng và gửi cảnh báo không được phép quá lâu, để người dùng có thể phản ứng nhanh.
- Ngoài ra, hệ thống cần tối ưu hiệu suất lưu trữ và xử lý dữ liệu để không bị gián đoạn khi phải xử lý lượng lớn thông tin.

❖ Bảo mật

- Vì hệ thống liên quan đến các dữ liệu nhạy cảm, việc bảo mật là yếu tố vô cùng quan trọng. Tất cả dữ liệu được truyền tải giữa các thiết bị cần được mã hóa để tránh bị truy cập trái phép.
- Giao thức HTTPS nên được sử dụng để đảm bảo an toàn cho quá trình truyền tải dữ liệu giữa vi điều khiển, server và giao diện web. Ngoài ra, hệ thống cần tích hợp các phương thức xác thực người dùng để đảm bảo rằng chỉ những người có quyền mới có thể truy cập vào các thông tin quan trọng.

2. Đặc tả tiến trình

❖ Chế độ hoạt động (Mode):

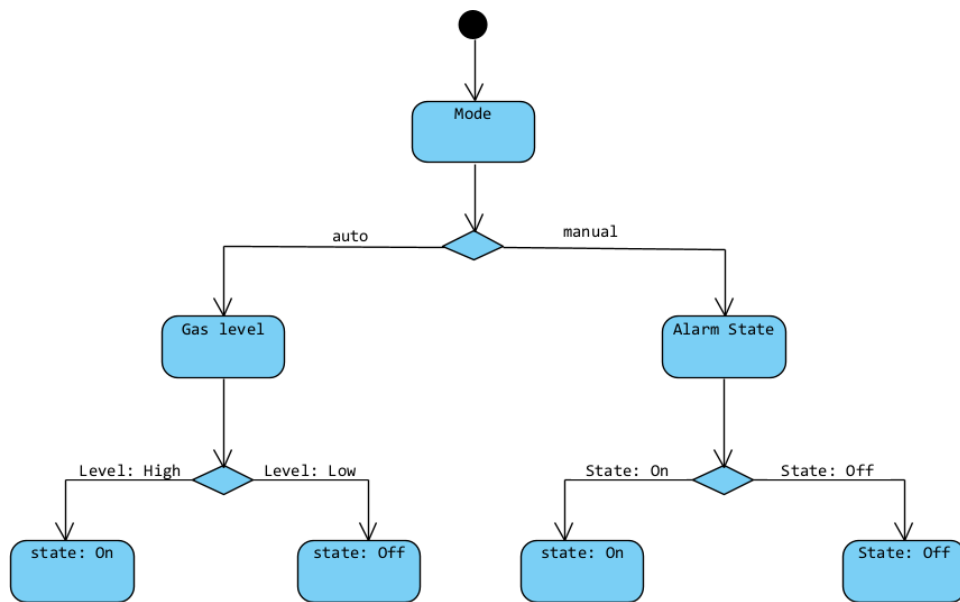
- Hệ thống có thể hoạt động trong hai chế độ:
 - Tự động (auto): Hệ thống tự kiểm tra và kích hoạt cảnh báo khi phát hiện khí gas.
 - Thủ công (Manual): Người dùng có thể kiểm tra và kích hoạt cảnh báo bằng tay.

❖ Ngưỡng khí gas (Gas-Level)

- Ở chế độ tự động, hệ thống sẽ đo nồng độ khí gas.
 - Ngưỡng thấp (Low level): Nếu mức khí gas thấp hơn ngưỡng nguy hiểm, hệ thống không kích hoạt cảnh báo.
 - Ngưỡng cao (High level): Nếu nồng độ khí gas vượt ngưỡng an toàn, hệ thống kích hoạt cảnh báo.

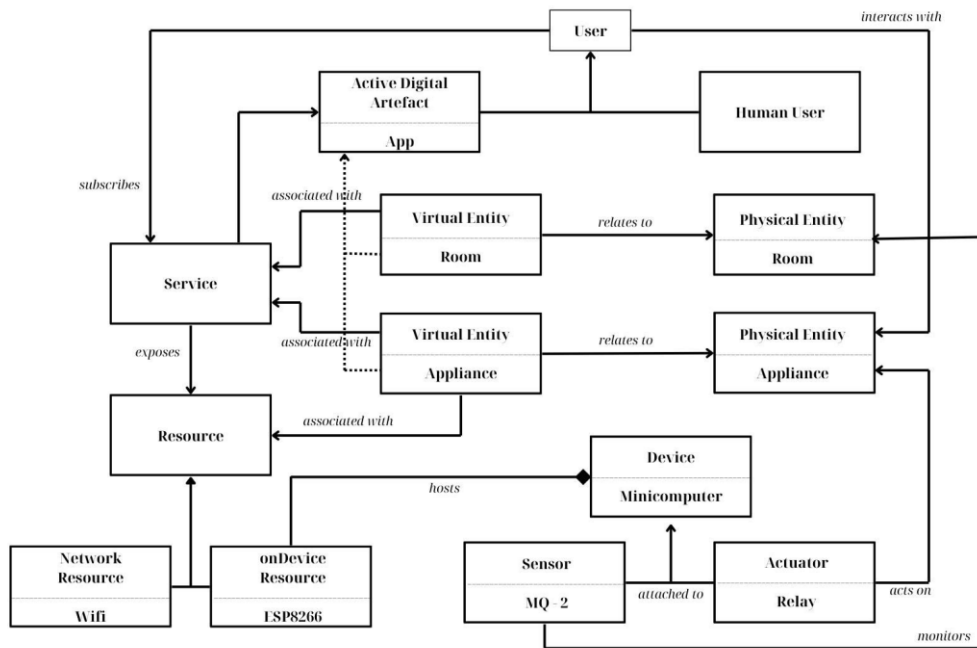
❖ Trạng thái cảnh báo (Alarm-State):

- Ở chế độ thủ công, người dùng có thể bật hoặc tắt cảnh báo tùy vào trạng thái khí gas.
 - On: Hệ thống bật cảnh báo (âm thanh hoặc đèn báo).
 - Off: Cảnh báo được tắt.



Hình 3.1: Mô hình đặc tả tiến trình

3. Đặc tả mô hình miền



Hình 3.2: Sơ đồ đặc tả mô hình miền

❖ Người dùng (User)

- Thực thể: Người dùng của hệ thống cảnh báo khí gas.
- Mối quan hệ: Người dùng có thể tương tác với App để giám sát và nhận cảnh báo về tình trạng rò rỉ khí gas.

❖ Người dùng thực tế (Human User)

- Thực thể: Người dùng thực tế, người trực tiếp sử dụng hệ thống qua ứng dụng để giám sát và nhận cảnh báo.
- Mối quan hệ: Human User tương tác với hệ thống và điều khiển ứng dụng cảnh báo rò rỉ khí gas.

❖ Ứng dụng kỹ thuật số (App - Active Digital Artifact)

- Thực thể: Ứng dụng chính, nơi người dùng nhận cảnh báo và giám sát các thiết bị và môi trường.
- Mối quan hệ:
 - Người dùng tương tác với App để nhận thông tin về các sự kiện rò rỉ khí gas.
 - App liên kết với Virtual Entity (Room) và Virtual Entity (Appliance) để quản lý không gian và thiết bị ảo.

❖ Virtual Entity (Room)

- Thực thể: Phòng ảo trong hệ thống, đại diện cho không gian mà hệ thống đang giám sát rò rỉ khí gas.
- Mối quan hệ:
 - Virtual Entity (Room) liên kết với Physical Entity (Room) là không gian thực tế.

❖ Physical Entity (Room)

- Thực thể: Phòng ảo trong hệ thống, đại diện cho không gian mà hệ thống đang giám sát rò rỉ khí gas.
- Mối quan hệ:
 - Virtual Entity (Room) liên kết với Physical Entity (Room) là không gian thực tế.

❖ Virtual Entity (Appliance)

- Thực thể: Thiết bị ảo, đại diện cho các thiết bị cảm biến và relay được quản lý trong hệ thống.
- Mối quan hệ:
 - Virtual Entity (Appliance) liên kết với Physical Entity (Appliance) để phản ánh các thiết bị thực tế trong hệ thống cảnh báo khí gas.

❖ Physical Entity (Appliance)

- Thực thể: Thiết bị vật lý thực tế, chẳng hạn như cảm biến khí gas hoặc relay để kích hoạt cảnh báo.
- Mọi quan hệ: Liên kết với Virtual Entity (Appliance) để phản ánh thiết bị cảm biến và relay thực tế.

❖ Tài nguyên (Resource)

- Thực thể: Tài nguyên được quản lý trong hệ thống, có thể là tài nguyên mạng hoặc tài nguyên trên thiết bị (cảm biến và relay).
- Mọi quan hệ:
 - Resource cung cấp kết nối và tài nguyên giữa Service và các thiết bị trong hệ thống.
 - Resource liên kết với Network Resource và onDevice Resource để quản lý tài nguyên mạng và thiết bị cảm biến..

❖ Service (Dịch vụ)

- Thực thể: Dịch vụ quản lý và điều phối hệ thống cảnh báo khí gas.
- Mọi quan hệ:
 - Service liên kết với App để cung cấp chức năng giám sát và cảnh báo rò rỉ khí gas.
 - Service quản lý Resource để phơi bày các chức năng thiết yếu của hệ thống.

❖ Network Resource

- Thực thể: Tài nguyên mạng, cung cấp kết nối mạng cho các thiết bị giám sát rò rỉ khí gas.
- Mọi quan hệ: Liên kết với Resource để cung cấp kết nối mạng cho hệ thống.

❖ onDevice Resource

- Thực thể: Tài nguyên trên thiết bị, chẳng hạn như phần cứng trên cảm biến hoặc relay.
- Mọi quan hệ: Liên kết với Resource, quản lý tài nguyên có sẵn trên thiết bị vật lý.

❖ Device (Minicomputer)

- Thực thể: Máy tính nhỏ (như Raspberry Pi), đóng vai trò trung tâm điều khiển và xử lý dữ liệu từ cảm biến khí gas.
- Mối quan hệ: Minicomputer liên kết với Sensor (LDR) để nhận dữ liệu về môi trường và với Actuator (Relay) để kích hoạt cảnh báo khi phát hiện rò rỉ khí gas.

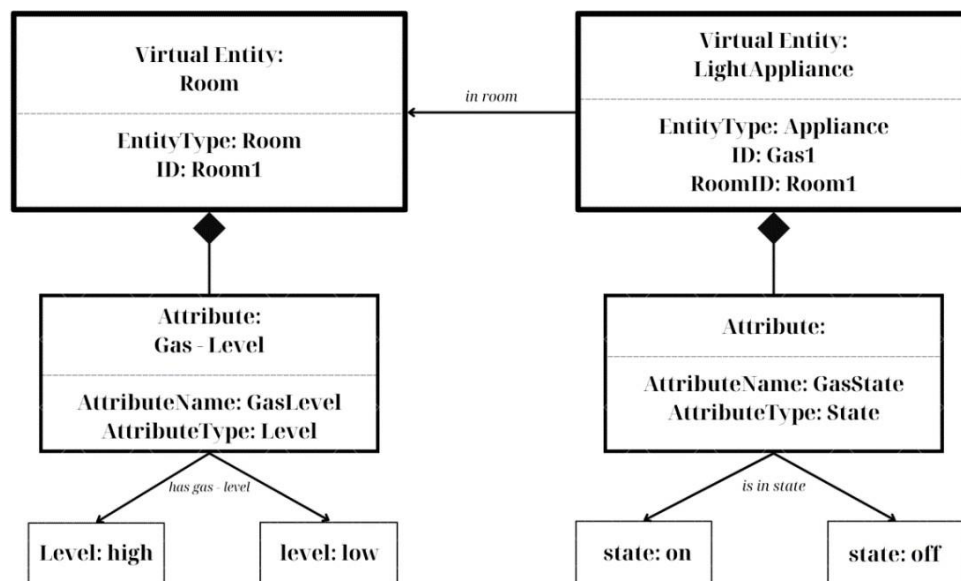
❖ Sensor (LDR)

- Thực thể: Cảm biến khí gas hoặc ánh sáng, phát hiện thay đổi trong môi trường có khả năng báo động rò rỉ khí gas.
- Mối quan hệ: Gắn với Minicomputer để gửi dữ liệu về mức độ nguy hiểm của môi trường.

❖ Actuator (Relay)

- Thực thể: Relay, một thiết bị kích hoạt hành động cảnh báo (ví dụ: còi báo động hoặc thông báo qua ứng dụng) khi phát hiện rò rỉ khí gas.
- Mối quan hệ: Gắn với Minicomputer và nhận tín hiệu để kích hoạt cảnh báo hoặc thực hiện hành động khi phát hiện sự cố rò rỉ.

4. Đặc tả mô hình thông tin



Hình 3.3: Đặc tả mô hình thông tin

❖ Virtual Entity: Room

- EntityType: Room

- ID: Room1
- Phòng có thuộc tính gas-Level.
- Các mức độ trong phòng có thể là "High" (cao) hoặc "Low" (thấp).
- ❖ Virtual Entity: GasAppliance
 - EntityType: Appliance
 - ID: Light1
 - RoomID: Room1
 - Thiết bị cảnh báo này thuộc phòng Room1.
- ❖ Các thực thể và mối quan hệ:
 - Room là một thực thể ảo đại diện cho phòng, chứa thuộc tính về mức độ gas của phòng (gas-Level).
 - GasAppliance là thiết bị cảnh báo thuộc phòng này, có trạng thái "On" hoặc "Off" và liên kết với mức độ gas trong phòng.

Trong hệ thống, các cảm biến sẽ giám sát mức độ gas và điều khiển trạng thái của sensor dựa vào các thuộc tính trên.

5. Thông số dịch vụ

Hệ thống cảnh báo khí gas:

- Hệ thống này có thể hoạt động theo chế độ Auto (tự động) hoặc Manual (thủ công), và có khả năng bật/tắt các thiết bị cảnh báo hoặc điều khiển.
- Các dịch vụ trong hệ thống sẽ giám sát trạng thái khí gas trong môi trường (phòng, khu vực), đưa ra tín hiệu cảnh báo nếu phát hiện mức khí gas vượt ngưỡng an toàn, và cho phép người dùng điều chỉnh chế độ vận hành của hệ thống từ xa thông qua các dịch vụ REST.

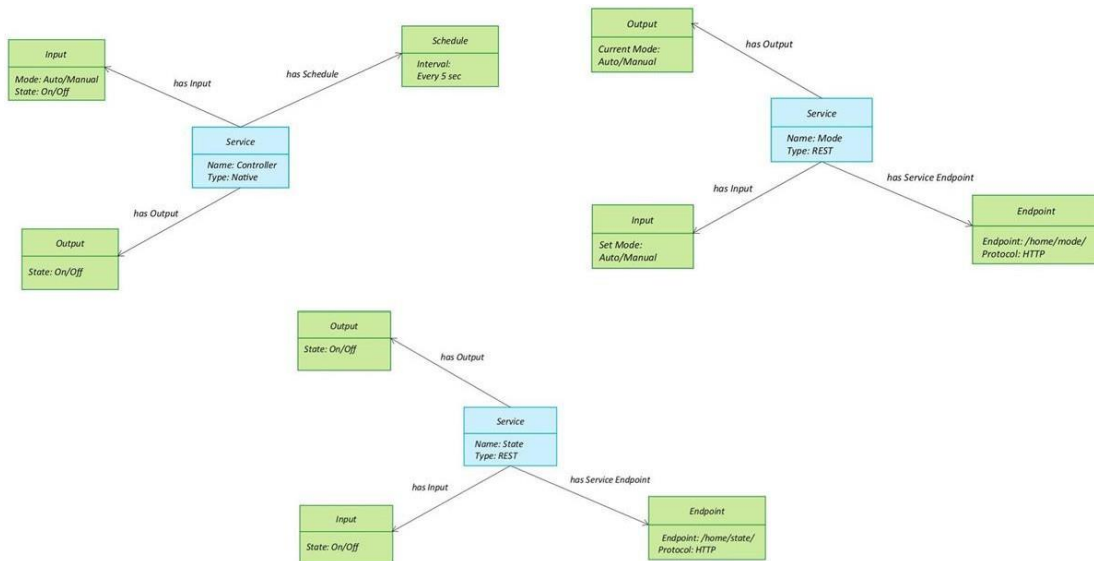
1.mode service: đặt node ở chế độ auto hoặc manual

2.State service: hệ thống cảnh báo ở chế độ on hoặc off

Chế độ tự động (Auto): Khi hệ thống ở chế độ tự động, dịch vụ Controller sẽ theo dõi mức khí gas cứ mỗi 5 giây. Nếu phát hiện mức khí gas cao, nó sẽ tự động bật cảnh báo.

Chế độ thủ công (Manual): Trong chế độ thủ công, người dùng có thể bật hoặc tắt hệ thống cảnh báo thủ công bằng cách gửi yêu cầu đến endpoint tương

ứng. Hệ thống sẽ không tự động kích hoạt cảnh báo trừ khi được người dùng ra lệnh.



Hình 3.4: Mô hình thông số dịch vụ

Các thành phần trong hệ thống:

- Service: Controller (dịch vụ điều khiển):
 - Quản lý hoạt động của hệ thống cảnh báo, có thể tự động hoặc thủ công điều khiển việc bật/tắt các thiết bị cảnh báo dựa trên dữ liệu đầu vào về mức khí gas.
 - Has Schedule (Every 5 sec): Cứ mỗi 5 giây, dịch vụ này kiểm tra tình trạng mức khí gas và cập nhật trạng thái bật/tắt thiết bị cảnh báo.
- Service: Mode (dịch vụ chế độ hoạt động):
 - Cho phép người dùng hoặc hệ thống thay đổi chế độ hoạt động (tự động hoặc thủ công) thông qua giao thức REST.
 - Người dùng có thể gửi yêu cầu HTTP đến endpoint /home/mode/ để đặt chế độ hoạt động của hệ thống là Auto hoặc Manual.
- Service: State (dịch vụ trạng thái):
 - Quản lý và báo cáo trạng thái hoạt động của hệ thống (On/Off), xác định xem hệ thống cảnh báo hiện tại đang bật hay tắt.

- Dịch vụ này cũng có endpoint REST tại /home/state/, cho phép người dùng từ xa kiểm tra hoặc thay đổi trạng thái bật/tắt của hệ thống..

Input và output trong hệ thống:

- Input:
 - Đầu vào cho các dịch vụ có thể là chế độ hoạt động (Auto/Manual) hoặc tín hiệu trạng thái hệ thống (On/Off).
 - Ví dụ: Nếu phát hiện mức khí gas cao, input sẽ chuyển sang On, báo cho hệ thống để kích hoạt cảnh báo.
- Output:
 - Đầu ra là tín hiệu phản hồi về trạng thái của hệ thống. Ví dụ, nếu mức khí gas cao và hệ thống đang ở chế độ Auto, đầu ra sẽ là tín hiệu On để bật các thiết bị cảnh báo (như còi báo động hoặc đèn cảnh báo).

EndPoint:

- /home/mode/: Endpoint này cho phép người dùng thay đổi chế độ hoạt động của hệ thống, chẳng hạn như chuyển từ chế độ Manual sang Auto nếu muốn hệ thống tự động kích hoạt khi phát hiện rò rỉ khí gas.
- /home/state/: Endpoint này dùng để kiểm tra hoặc thay đổi trạng thái hiện tại của hệ thống (bật/tắt thiết bị cảnh báo).

6. Đặc tả cấp độ IoT

❖ Ứng dụng:

- Mô tả: Đây là ứng dụng di động hoặc cục bộ cho phép người dùng theo dõi hệ thống cảnh báo khí gas và nhận cảnh báo ngay lập tức khi có rò rỉ khí. Người dùng cũng có thể gửi lệnh điều khiển từ xa, như tắt van gas hoặc khởi động hệ thống cảnh báo khẩn cấp.
- Giao tiếp: Ứng dụng giao tiếp với hệ thống qua các yêu cầu API REST.
- Vị trí: Cài đặt trên thiết bị di động của người dùng (smartphone, tablet) hoặc các thiết bị theo dõi cục bộ..

❖ Dịch vụ REST (REST Services):

- Mô tả: Lớp này xử lý các yêu cầu từ ứng dụng và đảm bảo các lệnh điều khiển từ ứng dụng đến hệ thống IoT. Nó nhận các yêu cầu từ ứng dụng, gửi lệnh đến các dịch vụ điều khiển, và nhận dữ liệu từ các cảm biến để trả về ứng dụng.
- Nhiệm vụ:
 - Nhận yêu cầu từ ứng dụng để theo dõi hoặc điều khiển hệ thống.
 - Truy xuất dữ liệu từ cơ sở dữ liệu về mức độ khí gas, trạng thái cảm biến, hoặc tình trạng hệ thống.
 - Gửi thông tin cảnh báo tức thời về ứng dụng khi có rò rỉ khí gas..
- ❖ Cơ sở dữ liệu (Databases):
 - Mô tả: Lưu trữ thông tin về thiết bị, mức độ khí gas đã được phát hiện, lịch sử cảnh báo, lệnh điều khiển, và trạng thái hệ thống. Cơ sở dữ liệu này giúp người dùng xem lại lịch sử hoạt động và hệ thống cũng có thể phân tích các xu hướng tiềm ẩn.
 - Nhiệm vụ:
 - Lưu trữ dữ liệu từ các cảm biến khí gas (ví dụ: mức độ phát hiện khí gas theo thời gian).
 - Lưu lại lịch sử cảnh báo và sự kiện rò rỉ.
 - Cung cấp dữ liệu cho dịch vụ REST và nút giám sát để thực hiện các phân tích.
- ❖ Dịch vụ điều khiển
 - Mô tả: Dịch vụ này thực hiện nhiệm vụ điều khiển và tương tác trực tiếp với các cảm biến khí gas và các thiết bị cảnh báo (ví dụ: chuông cảnh báo, van đóng gas tự động). Nó đảm bảo rằng các lệnh từ ứng dụng hoặc nút giám sát được thực hiện chính xác.
 - Nhiệm vụ:
 - Quản lý và điều khiển cảm biến khí gas và các thiết bị phát cảnh báo (loa, đèn nhấp nháy).
 - Điều khiển việc đóng/mở van khí gas nếu phát hiện rò rỉ.
 - Nhận và truyền thông tin trạng thái thiết bị và cảm biến về hệ thống.
- ❖ Tài nguyên (Resource)

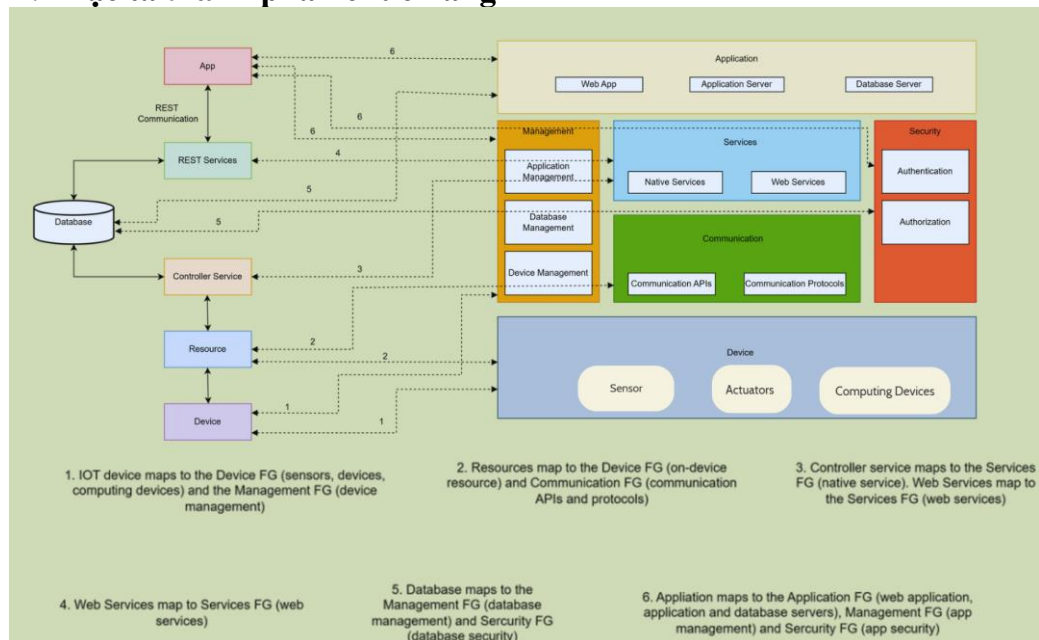
- Mô tả: Đây là các cảm biến và thiết bị cảnh báo trong hệ thống, bao gồm cảm biến phát hiện khí gas và các thiết bị đầu ra như loa báo động, đèn, hoặc hệ thống tắt van gas.
- Nhiệm vụ:
 - Cảm biến đo mức độ khí gas trong môi trường.
 - Kích hoạt các thiết bị cảnh báo (như chuông báo, đèn, hoặc gửi thông báo đến ứng dụng) khi phát hiện khí gas vượt ngưỡng an toàn.
- ❖ Thiết bị (Device):
 - Mô tả: Đây là các cảm biến và thiết bị cảnh báo trong hệ thống, bao gồm cảm biến phát hiện khí gas và các thiết bị đầu ra như loa báo động, đèn, hoặc hệ thống tắt van gas.
 - Nhiệm vụ:
 - Cảm biến đo mức độ khí gas trong môi trường.
 - Kích hoạt các thiết bị cảnh báo (như chuông báo, đèn, hoặc gửi thông báo đến ứng dụng) khi phát hiện khí gas vượt ngưỡng an toàn.
- ❖ Nút giám sát (Monitoring Node):
 - Nhiệm vụ:
 - Phát hiện nồng độ khí gas trong không khí.
 - Mô tả: Thành phần này thực hiện việc phân tích dữ liệu từ các cảm biến và quyết định khi nào cần phát cảnh báo hoặc thực hiện các hành động khẩn cấp (ví dụ: tắt van gas). Nút giám sát sẽ so sánh dữ liệu cảm biến với các ngưỡng an toàn để đưa ra quyết định.
 - Nhiệm vụ:
 - Phân tích dữ liệu thời gian thực từ cảm biến khí gas.
 - Kích hoạt cảnh báo nếu mức khí gas vượt quá ngưỡng an toàn.
 - Lưu trữ kết quả phân tích và thông tin cảnh báo vào cơ sở dữ liệu.
 - Gửi thông tin cảnh báo tức thời về ứng dụng khi có nguy cơ rò rỉ.

Luồng hoạt động của hệ thống

1. Ứng dụng (App) gửi yêu cầu đến Dịch vụ REST (REST Services) để truy cập dữ liệu thời gian thực về mức khí gas hoặc gửi lệnh điều khiển.

2. Dịch vụ REST nhận dữ liệu từ Cơ sở dữ liệu và phản hồi về Ứng dụng.
3. Dịch vụ điều khiển (Controller Service) nhận dữ liệu từ Cảm biến (Device) và quyết định kích hoạt các thiết bị cảnh báo hoặc điều khiển van gas.
4. Thiết bị cảm biến gửi dữ liệu mức độ khí gas đến Dịch vụ điều khiển, sau đó dịch vụ này sẽ gửi dữ liệu đến Nút giám sát (Monitoring Node) để phân tích.
5. Nút giám sát phân tích dữ liệu từ cảm biến và nếu phát hiện rò rỉ, sẽ kích hoạt các hành động cảnh báo như kích hoạt chuông báo, đèn báo và thông báo cho ứng dụng người dùng.
6. Nút giám sát cũng sẽ lưu trữ dữ liệu vào Cơ sở dữ liệu để theo dõi và phân tích lịch sử.

7. Đặc tả thành phần chức năng



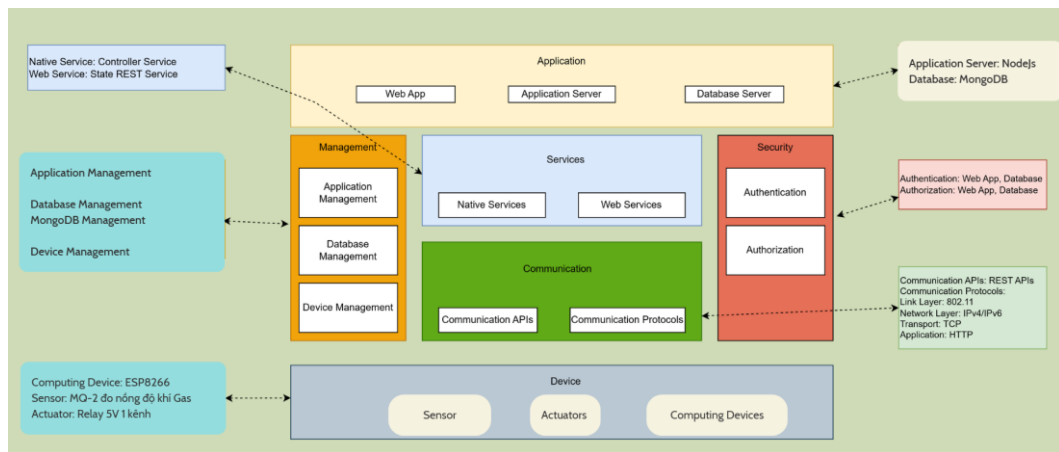
Hình 3.5: Mô hình đặc tả thành phần chức năng

Các thành phần chính và chức năng

- *Thiết bị*: Các cảm biến khí gas, đóng vai trò là mắt thần của hệ thống, phát hiện sự thay đổi nồng độ khí gas.
- *Tài nguyên*: Lưu trữ tạm thời dữ liệu thu thập được từ các cảm biến.
- *Dịch vụ điều khiển*: Não bộ của hệ thống, thực hiện các phép tính, so sánh và đưa ra quyết định.

- *Dịch vụ Web REST*: Cung cấp giao diện để các ứng dụng khác tương tác với hệ thống.
- *Thành phần quản lý*: Cho phép người dùng cấu hình, giám sát và quản lý hệ thống.
- *Ứng dụng*: Cung cấp giao diện người dùng thân thiện, giúp người dùng dễ dàng tương tác với hệ thống.
- *Cơ sở dữ liệu*: Lưu trữ dữ liệu lâu dài của hệ thống.
- *Thành phần bảo mật*: Bảo vệ hệ thống khỏi các cuộc tấn công từ bên ngoài.

8. Đặc tả thành phần hoạt động



❖ Appliance:

- Web app: NodeJS Web App (sử dụng Express framework)
- Application server: NodeJS app server
- Database server: MySQL.

❖ Management:

- Application management: NodeJS app management (sử dụng các công cụ quản lý gói như npm/yarn)
- Database management: MySQL DB management
- Device Management: Quản lý các thiết bị qua ứng dụng và cơ sở dữ liệu

❖ Service:

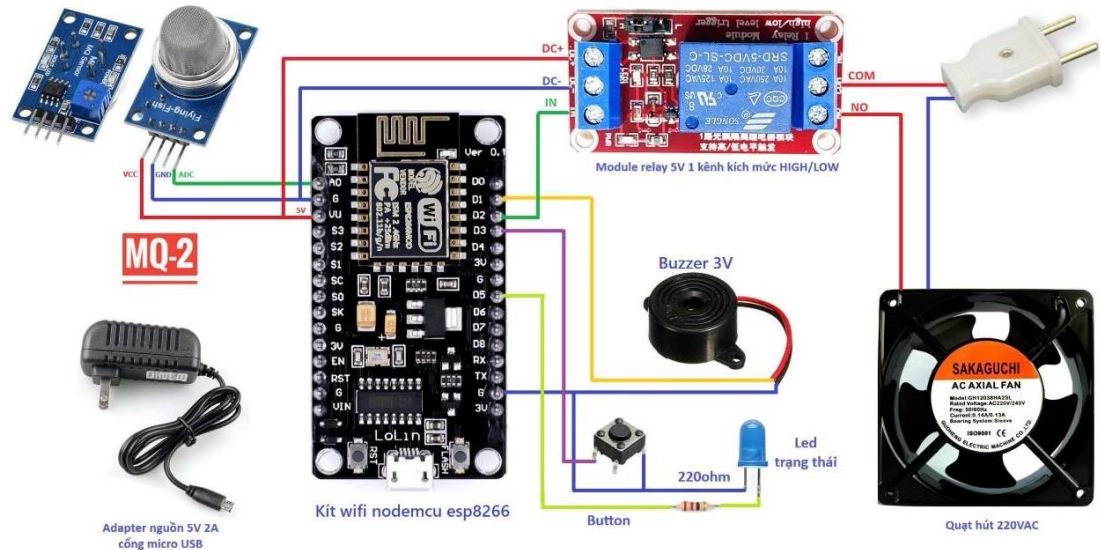
- Native service: controller service
- Web service: mode REST service, state REST service

❖ Security:

- Authentication: Xác thực qua ứng dụng web và cơ sở dữ liệu (có thể sử dụng JWT hoặc session-based)

- Authorization: Phân quyền trong ứng dụng web và cơ sở dữ liệu
- Communication
- ❖ Communication:
 - Communication APIs: REST APIs
 - Communication protocol:
 - Link layer: 802.11 (Wi-Fi)
 - Network layer: IPv4/IPv6
 - Transport: TCP
 - Application: HTTP
- ❖ Device:
 - Computing device: Raspberry Pi
 - Sensor: Cảm biến LDR
 - Actuator: relay switch

9. Tích hợp thiết bị



Sơ đồ thực tế:



Bước 1: Khởi động hệ thống

- Khi hệ thống được cấp nguồn, ESP8266 sẽ khởi tạo và kiểm tra các kết nối với các thiết bị ngoại vi (cảm biến, LED, buzzer, relay).
- Cảm biến MQ-2 bắt đầu làm nóng và liên tục đo nồng độ khí gas trong môi trường.
- Cảm biến MQ-2 đo các loại khí dễ cháy (LPG, Butan, Methan, Cồn, v.v.).
- Giá trị tín hiệu analog từ cảm biến được gửi vào chân ADC của ESP8266 để phân tích.

Bước 2: Giám sát nồng độ khí gas

- ESP8266 liên tục đọc tín hiệu từ cảm biến.
- Giá trị đo được so sánh với ngưỡng an toàn được đặt trong chương trình (ví dụ: nếu nồng độ gas vượt 300ppm).

Bước 3: Phát hiện rò rỉ khí gas vượt ngưỡng an toàn

- Khi nồng độ khí gas vượt quá ngưỡng an toàn, ESP8266 sẽ thực hiện các hành động sau:
- Kích hoạt loa Buzzer: Buzzer phát ra âm thanh để cảnh báo người dùng về rủi ro.
- Nhấp nháy LED: Đèn LED sẽ chớp liên tục để báo hiệu có sự cố, đặc biệt hữu ích nếu âm thanh không nghe rõ.
- Kích hoạt relay: Relay sẽ đóng mạch, bật quạt hút 220V AC để giúp thông gió và giảm nồng độ khí gas.

Bước 4: Thông gió để giảm nồng độ khí gas

- Quạt hút sẽ liên tục hoạt động và đẩy khí độc ra khỏi khu vực. Điều này giúp làm giảm nồng độ khí gas trong không khí xuống mức an toàn.

Bước 5: Theo dõi để tắt cảnh báo

- Hệ thống tiếp tục giám sát nồng độ khí gas trong thời gian quạt hút hoạt động.
- Khi nồng độ khí gas giảm xuống dưới ngưỡng an toàn, ESP8266 sẽ thực hiện:
- Tắt loa buzzer để ngừng cảnh báo âm thanh.
- Tắt đèn LED để báo hiệu rằng môi trường đã an toàn.
- Ngắt relay, tắt quạt hút để tiết kiệm năng lượng.

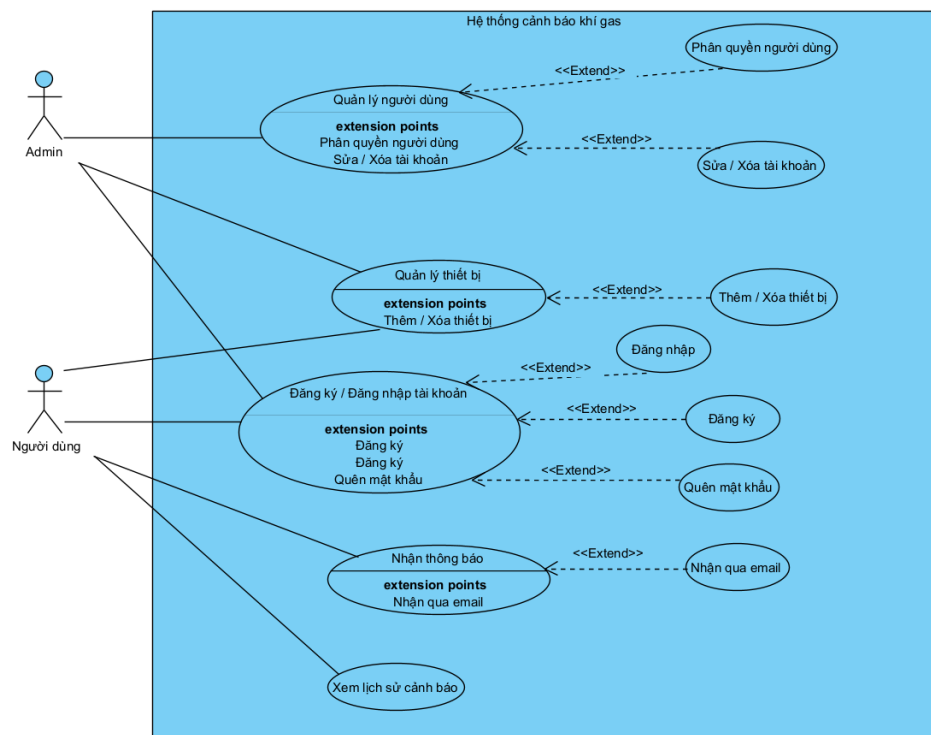
Bước 6: Chu trình lặp lại

- Hệ thống quay trở lại trạng thái giám sát ban đầu và tiếp tục theo dõi nồng độ khí gas. Nếu có rò rỉ mới hoặc tình trạng nguy hiểm xảy ra, hệ thống sẽ kích hoạt lại quy trình cảnh báo...

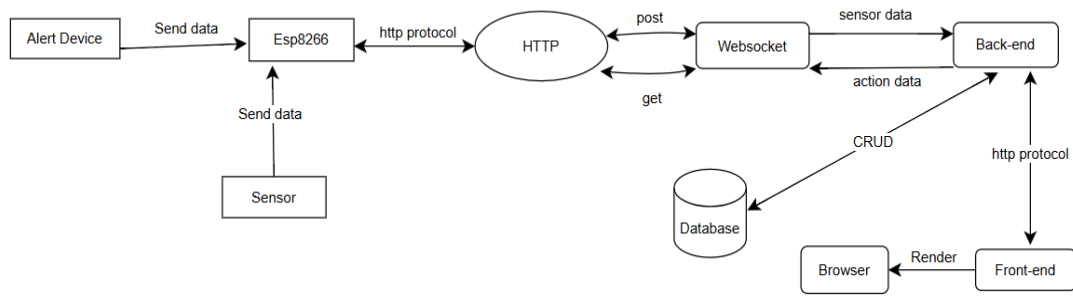
10. Phát triển ứng dụng

10.1: Các sơ đồ thiết kế chi tiết

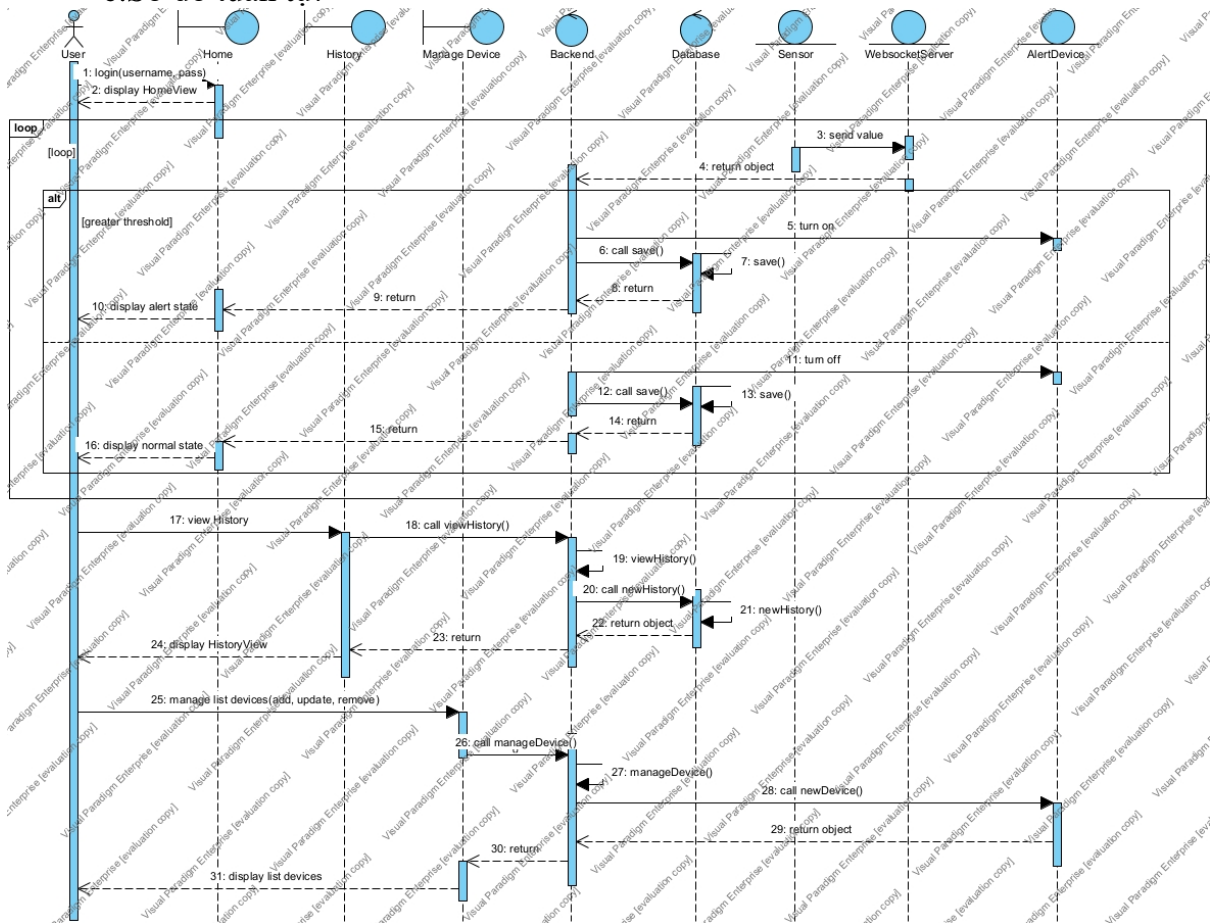
a. Usecase:



b. Luồng dữ liệu:



c. Sơ đồ tuần tự:



10.2. Kết quả:

a. Front-end

Trong phần Front-end của hệ thống cảnh báo rò rỉ khí gas, mục tiêu là tạo ra một giao diện web thân thiện, trực quan và dễ sử dụng cho người dùng, nơi họ có thể theo dõi nồng độ khí gas theo thời gian thực, cũng như nhận các cảnh báo khi phát hiện khí gas vượt ngưỡng an toàn. Để xây dựng giao diện này, chúng em đã sử dụng HTML, CSS, JavaScript, và công cụ Pug cho việc tổ chức và hiển thị dữ liệu.

liệu động trên trang web.

Các thành phần của Front-end:

- *Giao diện theo dõi nồng độ khí gas:* Giao diện này bao gồm một biểu đồ thời gian thực, nơi người dùng có thể quan sát sự thay đổi nồng độ khí gas theo từng thời điểm. Biểu đồ được hiển thị thông qua thư viện JavaScript như Chart.js, giúp trực quan hóa dữ liệu nồng độ khí gas đo được từ cảm biến.
- *Cảnh báo tức thì:* Khi nồng độ khí gas vượt quá ngưỡng an toàn, trang web sẽ hiển thị cảnh báo đỏ nổi bật kèm theo âm thanh cảnh báo để thu hút sự chú ý của người dùng. Thông tin về mức độ nguy hiểm và thời điểm phát hiện sẽ được cung cấp chi tiết trên giao diện.
- *Quản lý thông báo và dữ liệu lịch sử:* Giao diện còn bao gồm một mục cho phép người dùng xem lại lịch sử các lần cảnh báo và nồng độ khí gas trong quá khứ. Điều này giúp người dùng đánh giá lại tình hình rò rỉ và các biện pháp đã thực hiện để đảm bảo an toàn.
- *Tính năng truy cập từ xa:* Người dùng có thể truy cập giao diện từ bất kỳ thiết bị nào có kết nối Internet, cho phép giám sát từ xa mà không cần phải có mặt tại nơi đặt cảm biến.

Công nghệ sử dụng:

- *HTML/Pug:* Sử dụng Pug để xây dựng cấu trúc trang web linh hoạt và có thể tái sử dụng nhiều phần tử giao diện.
- *CSS/Bootstrap:* Sử dụng Bootstrap để tạo bố cục trang web thân thiện với người dùng và tương thích với nhiều thiết bị khác nhau.
- *JavaScript:* Sử dụng JavaScript kết hợp với AJAX để tải dữ liệu từ server và cập nhật giao diện mà không cần tải lại toàn bộ trang web.

•

b. Back-end

Back-end của hệ thống chịu trách nhiệm xử lý dữ liệu từ cảm biến, quản lý cảnh báo và lưu trữ dữ liệu lịch sử. Back-end được xây dựng với NodeJS và ExpressJS, cho phép tạo ra một server mạnh mẽ, có khả năng xử lý các yêu cầu HTTP từ vi điều khiển ESP32/ESP8266, cũng như quản lý cơ sở dữ liệu và xử lý việc gửi thông báo.

Các thành phần của Back-end:

- *Xử lý dữ liệu từ cảm biến:* Vi điều khiển ESP32/ESP8266 sẽ liên tục gửi dữ liệu nồng độ khí gas lên server qua giao thức HTTP. Tại đây, server sẽ nhận dữ liệu và thực hiện các phép xử lý để kiểm tra xem nồng độ khí gas có vượt ngưỡng an toàn hay không.
- *Quản lý cơ sở dữ liệu:* Server sử dụng cơ sở dữ liệu MongoDB để lưu trữ thông tin về nồng độ khí gas theo thời gian. Dữ liệu này sẽ được sử dụng để hiển thị lịch sử trên giao diện người dùng và phục vụ các phân tích sau này.
- *Gửi cảnh báo qua email:* Khi phát hiện nồng độ khí gas vượt ngưỡng, server sẽ tự động kích hoạt chức năng gửi email cảnh báo cho người dùng. Để thực hiện tính năng này, chúng em đã sử dụng dịch vụ Nodemailer, một công cụ mạnh mẽ và dễ triển khai cho việc gửi email qua NodeJS.
- *API cho Front-end:* Server cung cấp các API để giao diện Front-end có thể lấy dữ liệu về nồng độ khí gas theo thời gian thực. Các API này được xây dựng dựa trên mô hình RESTful, giúp các thành phần giao diện có thể dễ dàng tương tác với server và cập nhật dữ liệu một cách mượt mà.

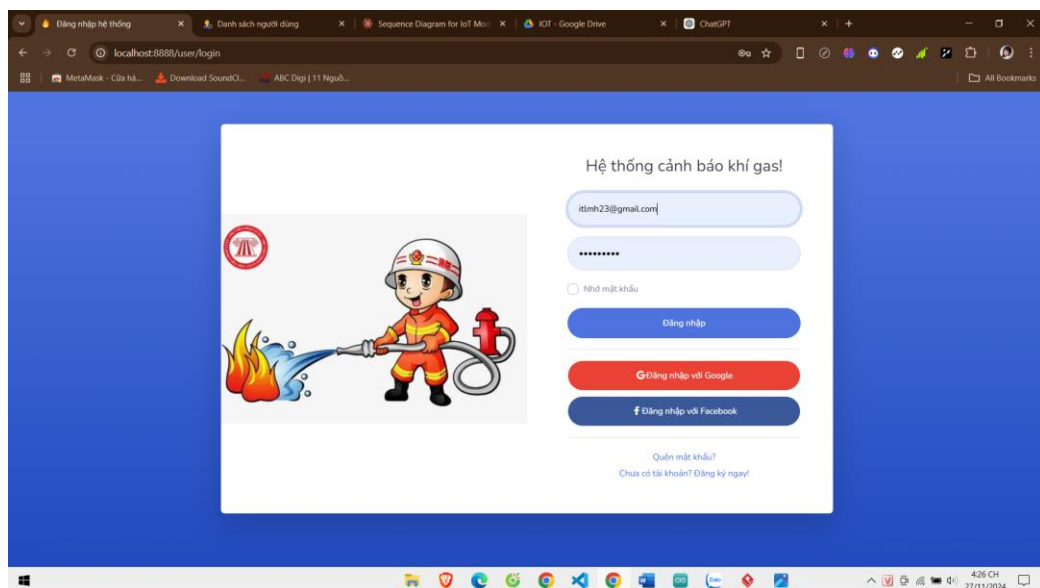
Công nghệ sử dụng:

- *NodeJS + ExpressJS:* Được sử dụng để xây dựng server, quản lý các request/response, và cung cấp API cho giao diện web.
- *Nodemailer:* Thư viện hỗ trợ gửi email cảnh báo cho người dùng khi phát hiện nồng độ khí gas vượt ngưỡng.
- *Cơ sở dữ liệu MongoDB:* Đảm nhiệm việc lưu trữ dữ liệu đo đạc từ cảm biến và thông tin cảnh báo.

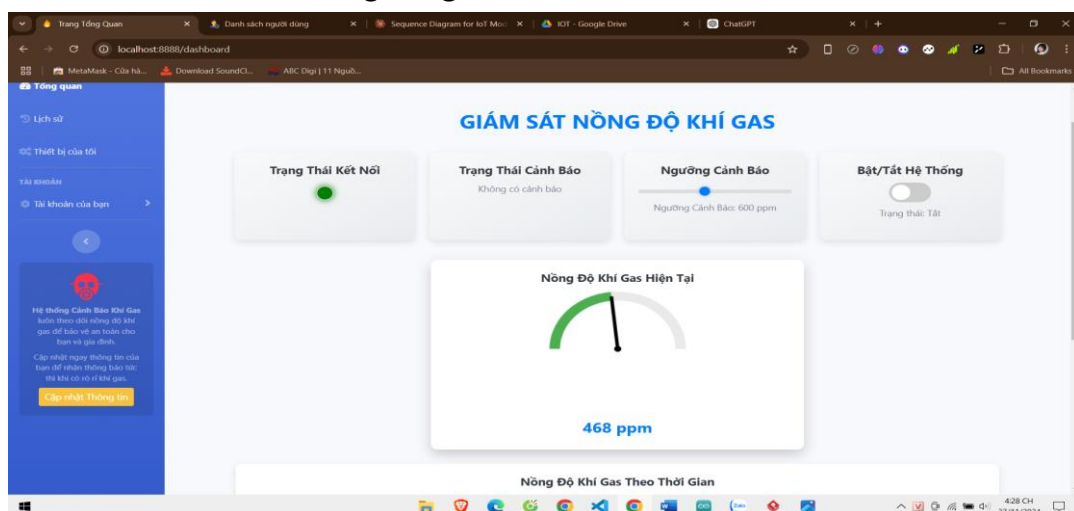
Front-end và Back-end của hệ thống cảnh báo rò rỉ khí gas hoạt động kết hợp chặt chẽ với nhau, đảm bảo cung cấp cho người dùng khả năng giám sát, cảnh báo và xử lý tình trạng rò rỉ khí gas một cách hiệu quả. Sự phân chia rõ ràng giữa hai phần Front-end và Back-end giúp hệ thống dễ dàng mở rộng và nâng cấp trong tương lai.

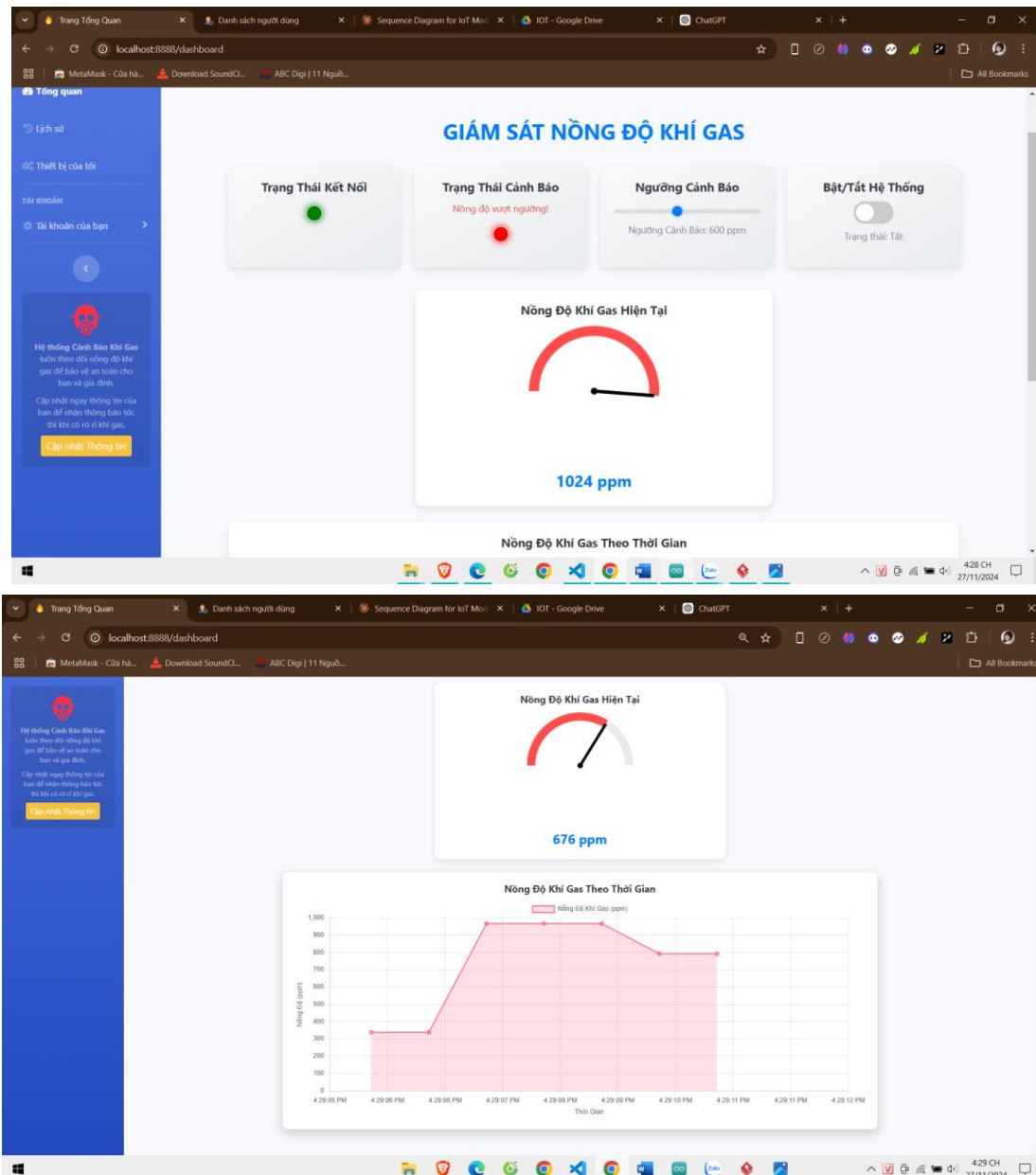
Các giao diện của ứng dụng:

1. Trang đăng nhập:



2. Giao diện chính của ứng dụng

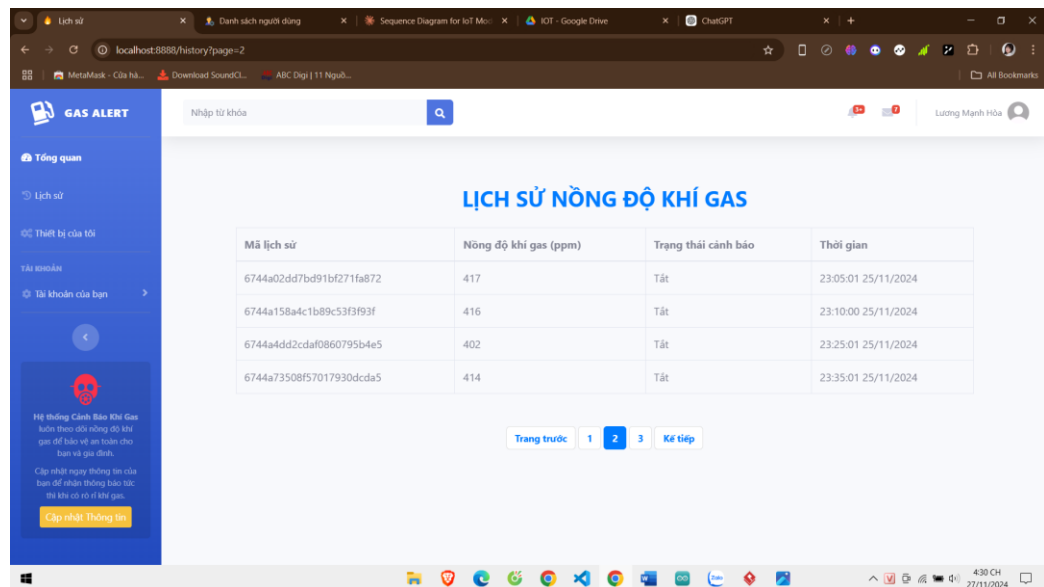




Giao diện hiển thị trạng thái kết nối, trạng thái cảnh báo, thanh điều chỉnh để người dùng có thể điều chỉnh ngưỡng cảnh báo cho phù hợp, nút bật tắt hệ thống, đồng hồ đo chỉ số nồng độ hiện tại và một biểu đồ hiển thị nồng độ khí gas trong một khoảng thời gian giúp trực quan hóa nồng độ khí gas.

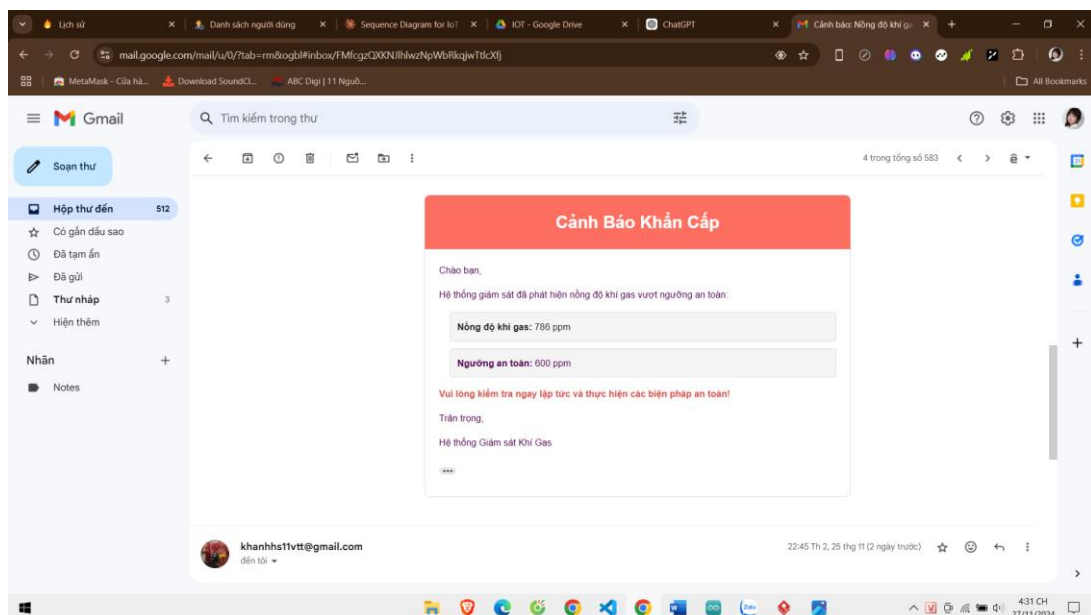
3. Chức năng xem lịch sử cảnh báo:

Lịch sử cảnh báo được lưu lại mỗi 5 phút, mỗi trang hiển thị 4 thời điểm



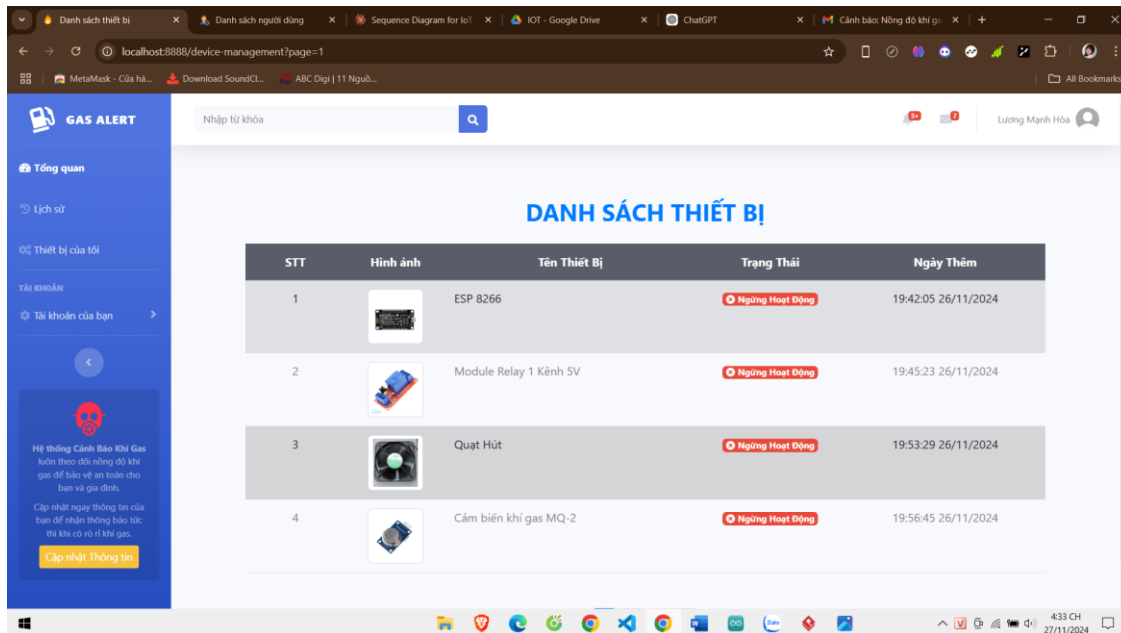
4. Hệ thống gửi cảnh báo đến người dùng qua e-mail

Khi nồng độ vượt quá ngưỡng cho phép, hệ thống lập tức gửi cảnh báo đến người dùng qua email đã đăng ký



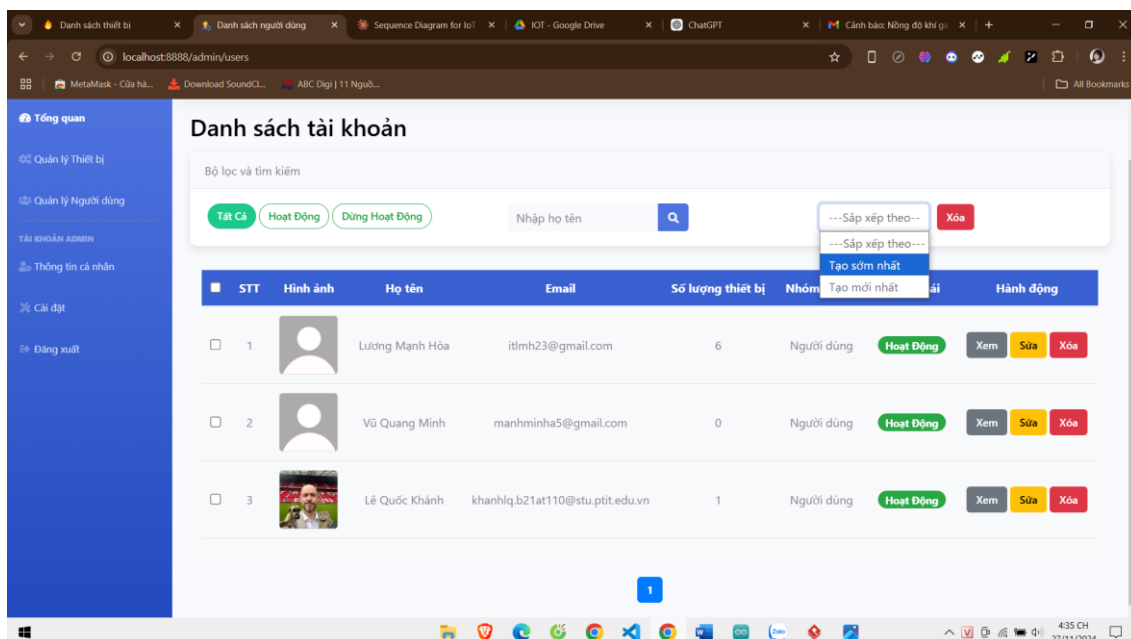
5. Chức năng quản lý thiết bị

Người dùng có thể xem các thiết bị được sử dụng trong hệ thống của mình

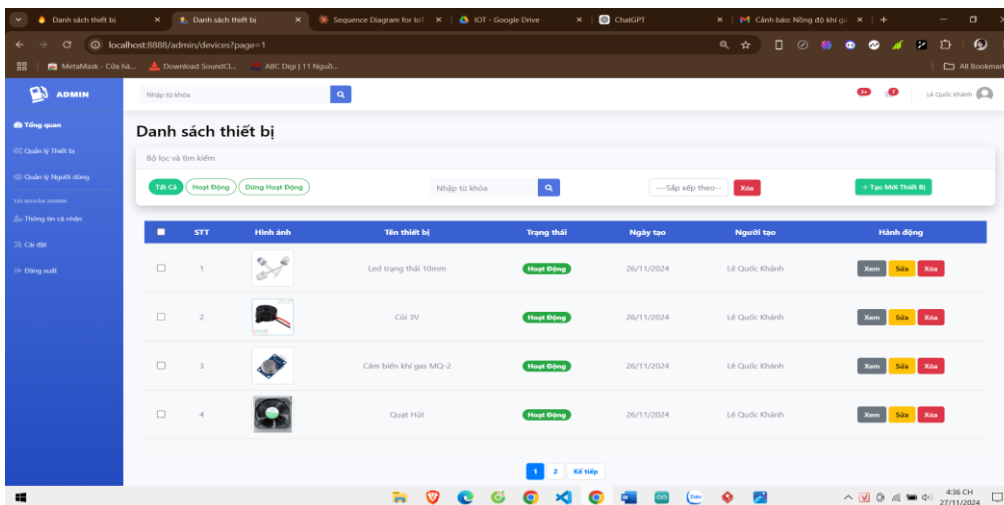


6. Admin có chức năng quản lý người dùng và quản lý thiết bị

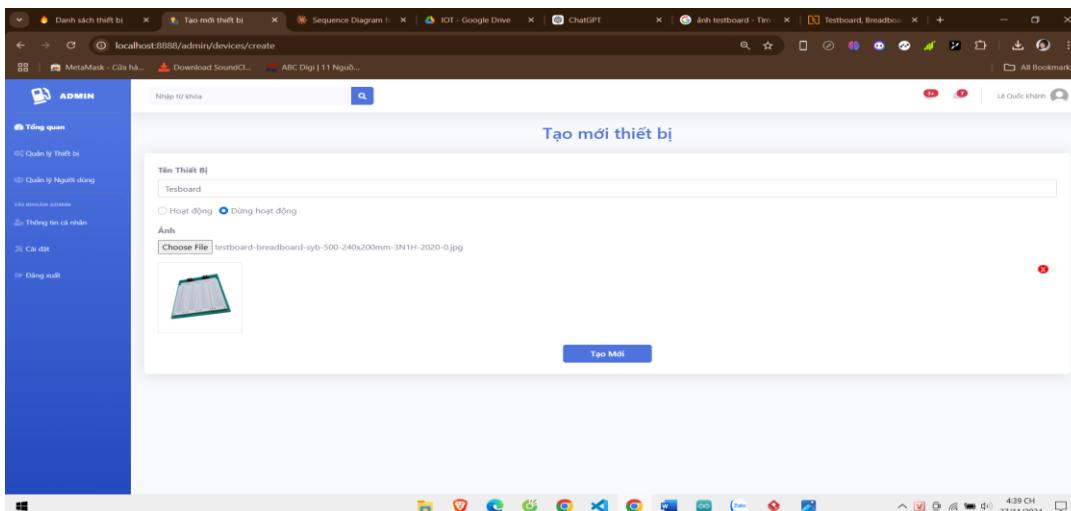
Admin có thể xem, sửa, xóa các tài khoản đã đăng ký vào hệ thống



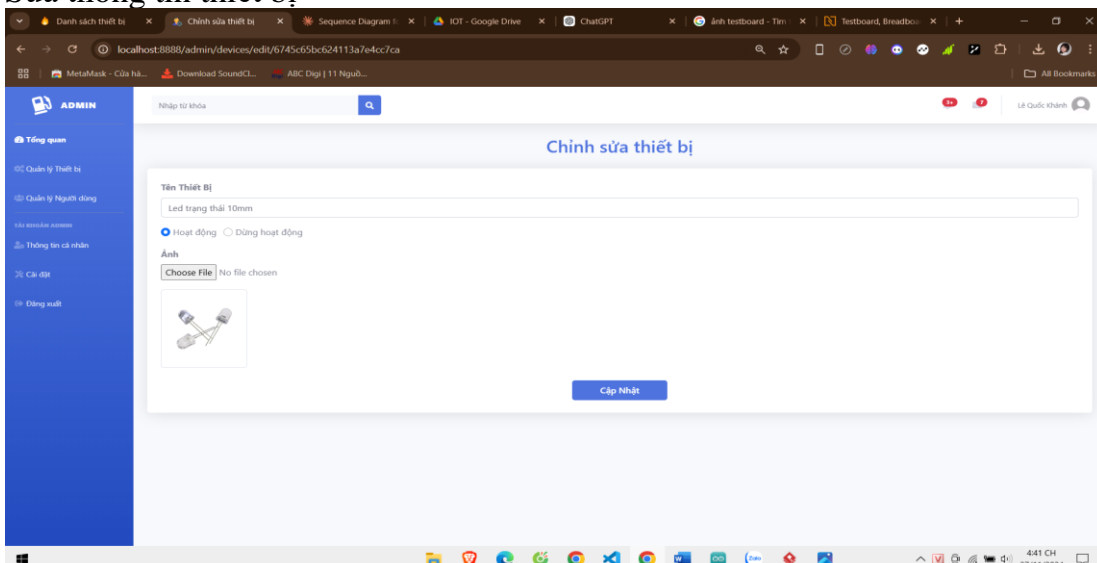
Admin có thể thêm, sửa, xóa các thiết bị của hệ thống



Tạo mới thiết bị



Sửa thông tin thiết bị



KẾT LUẬN

Dự án Hệ thống Cảnh báo Khí Gas sử dụng công nghệ IoT là một giải pháp đột phá trong việc nâng cao an toàn cho các hộ gia đình và cơ sở công nghiệp. Với mục tiêu phòng ngừa các rủi ro cháy nổ và ngộ độc do rò rỉ khí gas, dự án không chỉ mang lại giải pháp công nghệ hiện đại mà còn thể hiện tầm nhìn nhân văn của nhóm nghiên cứu trong việc bảo vệ tính mạng và tài sản của con người.

Qua quá trình thực hiện, các thành viên trong nhóm đã thể hiện sự tận tâm, sáng tạo và tinh thần làm việc chuyên nghiệp. Mỗi thành viên đều đóng góp những nỗ lực đáng ghi nhận, từ việc nghiên cứu công nghệ cảm biến, phát triển phần mềm điều khiển, đến thiết kế giao diện người dùng trực quan và hiệu quả. Sự kết hợp đa năng và tinh thần đồng đội đã giúp nhóm vượt qua nhiều thách thức kỹ thuật và hoàn thiện sản phẩm.

Tuy nhiên, dự án vẫn còn một số hạn chế cần được cải thiện. Độ chính xác của các cảm biến trong điều kiện môi trường khắc nghiệt, khả năng kết nối mạng ổn định, và chi phí sản xuất vẫn là những thách thức cần giải quyết. Ngoài ra, việc tích hợp hệ thống với các thiết bị thông minh khác và mở rộng phạm vi ứng dụng cũng là những vấn đề cần tiếp tục nghiên cứu.

Hướng phát triển trong tương lai của dự án hứa hẹn nhiều tiềm năng. Nhóm dự định nâng cao độ nhạy của cảm biến, phát triển thuật toán trí tuệ nhân tạo để dự đoán các nguy cơ rò rỉ khí gas, và tích hợp hệ thống với các nền tảng điện toán đám mây. Mục tiêu cuối cùng là xây dựng một giải pháp toàn diện, có thể được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực từ gia đình đến công nghiệp, góp phần nâng cao năng lực phòng ngừa và ứng phó với các rủi ro liên quan đến khí gas.

Với những nền tảng đã đạt được, chúng tôi tin rằng dự án sẽ tiếp tục phát triển và trở thành một giải pháp công nghệ hữu ích, mang lại giá trị thực tiễn cho cộng đồng.

LỜI CẢM ƠN

Trước tiên, chúng em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến thầy Kim Ngọc Bách, người đã hướng dẫn và hỗ trợ chúng em trong suốt quá trình thực hiện dự án "Hệ thống cảnh báo rò rỉ khí gas." Sự chỉ dẫn tận tình và những góp ý quý báu từ thầy đã giúp chúng em hoàn thiện bài báo cáo này, đồng thời mở rộng kiến thức và kỹ năng về lập trình và công nghệ IoT.

Chúng em cũng xin cảm ơn Học viện Công nghệ Bru chính Viện thông đã tạo điều kiện cho chúng em tiếp cận và học hỏi về những công nghệ tiên tiến trong lĩnh vực tự động hóa và Internet of Things.

Cuối cùng, chúng em kính chúc thầy luôn dồi dào sức khỏe, hạnh phúc và thành công trên con đường giảng dạy, tiếp tục truyền đạt những kiến thức quý giá đến các thế hệ sinh viên tiếp theo của Học viện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Mecsus.vn; *Thông số kỹ thuật NodeMCU ESP8266.*

<https://mecsus.vn/ho-tro-ky-thuat/thong-tin-ky-thuat-nodemcu-esp8266.R1q>

2. Đình Hải; 05/01/2020; *Cảm biến khí gas MQ-2 là gì? Mọi thông tin cần biết*

<https://www.dinhhai.com/tin-tuc/cam-bien-khi-gas-mq2.html>

3. TopDev; 20/04/2021; *NodeJS là gì? Tổng hợp kiến thức NodeJS từ A-Z*

<https://topdev.vn/blog/node-js-la-gi/>