

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

--- TRƯỜNG ĐIỆN - ĐIỆN TỬ ---



BÁO CÁO THỰC TẬP CƠ SỞ
ĐỀ TÀI: THIẾT KẾ MẠCH CẢM BIẾN CẢNH
BÁO CHÁY- PHÁT HIỆN RÒ RỈ KHÍ GAS

Giảng viên hướng dẫn:

Họ và tên sinh viên:

MSSV:

Chữ ký của GVHD:

HÀ NỘI 9/2024

LỜI NÓI ĐẦU

Đầu tiên em xin gửi lời cảm ơn chân thành tới thầy ... đã cho em cơ hội được thực hiện đề tài này trong học phần thực tập cơ sở. Đây là một cơ hội quý giá để em trải nghiệm và trao đổi thêm các kỹ năng, kiến thức mềm quan trọng. Tuy nhiên, do thời gian và kiến thức còn hạn chế nên không thể tránh khỏi những thiếu sót nhất định. Em rất mong nhận được sự nhận xét, đánh giá đóng góp ý kiến của thầy để giúp em hoàn thiện tốt hơn. Em xin chân thành cảm ơn!

TÓM TẮT NỘI DUNG ĐỀ TÀI

Trong những năm gần đây, việc phòng cháy chữa cháy đang trở thành mối quan tâm hàng đầu vì quanh ta luôn tồn tại những mối tiềm ẩn gây cháy, nổ, gây thiệt hại nặng nề về người và của. Vì vậy việc lắp đặt hệ thống báo cháy là điều vô cùng cần thiết, giúp ngăn chặn, phát hiện kịp thời, phòng tránh những hậu quả đáng tiếc. Xuất phát từ mục đích câu trên, em đã chọn đề tài: “Thiết kế mạch cảm biến cảnh báo cháy – phát hiện rò rỉ khí Gas có ứng dụng IoT” trong học phần thực tập cơ sở này. Xuyên suốt đề án này tập trung vào tìm hiểu về vi điều khiển STM32F103C8T6, giao tiếp UART, bộ chuyển đổi ADC và sử dụng phương pháp cảnh báo từ xa bằng cảm biến không dây để truyền dữ liệu cho Server và các thông số sẽ được hiển thị trên website khi người dùng truy cập. Để lập trình và debug vi điều khiển, em đã sử dụng phần mềm Keil C và STM32CubeMX thiết lập phần cứng.

Sinh viên thực hiện

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	2
TÓM TẮT NỘI DUNG ĐỀ TÀI.....	2
CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU CHUNG	6
1.1 Tổng quan thực trạng cháy nổ trên địa bàn Hà Nội	6
1.2 Tính cấp thiết của đề tài.....	6
1.3 Mục tiêu của đề tài.....	7
CHƯƠNG 2. THIẾT KẾ.....	8
2.1 Thiết kế tổng quan hệ thống.....	8
2.1.1 Sơ đồ khối chung.....	8
2.1.2 Khối nguồn	8
2.1.3 Khối cảm biến.....	8
2.1.4 Khối xử lý	15
2.1.5 Khối truyền thông.....	21
2.1.6 Khối cảnh báo	23
2.2 Thiết kế chi tiết.....	25
2.2.1 Quy trình hoạt động.....	25
2.2.2 Ngưỡng cảnh báo.....	26
2.2.3 Thiết kế mạch	27
2.2.4 Thiết kế hoàn chỉnh	30
CHƯƠNG 3. THỬ NGHIỆM	31
3.1 Các trường hợp thử nghiệm.....	31
3.2 Thực hiện thử nghiệm (Test case)	32
3.2.1 Test case 1: Kiểm tra cảm biến trong môi trường không có khí Gas ..	32
3.2.2 Test case 2: Kiểm tra cảm biến khi có rò rỉ khí Gas.....	33
3.2.3 Test case 3: Đo nồng độ khí Gas tăng dần.....	34
CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN.....	36
4.1 Kết luận.....	36
4.2 Định hướng phát triển đề tài.....	36

TÀI LIỆU THAM KHẢO	37
--------------------------	----

Danh mục hình ảnh

Hình 2.1 Sơ đồ khối chung.....	8
Hình 2.2 Cảm biến MQ2	10
Hình 2.3 Mạch test đơn giản	11
Hình 2.4 Đường đặc tính độ nhạy	12
Hình 2.5 Ảnh hưởng của nhiệt độ, độ ẩm	12
Hình 2.6 Cấu trúc và cấu hình.....	13
Hình 2.7 Module cảm biến MQ2	13
Hình 2.8 Sơ đồ cấu tạo Module cảm biến khí Gas MQ2	14
Hình 2.9 STM32F103C8T6.....	15
Hình 2.10 Các chân ngoại vi hỗ trợ các giao thức truyền thông.....	17
Hình 2.11 Sơ đồ chân cắm và chức năng của STM32F103C8T6	18
Hình 2.12 Giao tiếp UART	19
Hình 2.13 Module wifi ESP8266-01	21
Hình 2.14 Sơ đồ chân của ESP8266-01	22
Hình 2.15 Sơ đồ chân màn hình LCD 1602	23
Hình 2.16 Sơ đồ quy trình hoạt động.....	26
Hình 2.17 Đường cong độ nhạy của cảm biến và các vùng Duty Cycle	26
Hình 2.18 Thiết kế chi tiết phần cứng.....	27
Hình 2.19 Thiết kế khối Reset.....	28
Hình 2.20 Thiết kế khối nạp.....	28
Hình 2.21 Mạch nạp Stlink-V2	29
Hình 2.22 Thiết kế khối cảm biến	29
Hình 2.23 Thiết kế khối truyền thông	30
Hình 2.24 Hình ảnh mạch thực tế.....	30
Hình 3.1 Thử nghiệm thực tế Test case 1	32
Hình 3.2 Kết quả dữ liệu trên Web Server	32
Hình 3.3 Thử nghiệm thực tế Test case 2.....	33
Hình 3.4 Kết quả dữ liệu trên Web Server của Test Case 2	33
Hình 3.5 Thử nghiệm thực tế Test case 3.....	34
Hình 3.6 Kết quả dữ liệu trên Web Server của Test Case 2	35

Danh mục bảng biểu

Bảng 2-1 Thông số kỹ thuật cảm biến MQ2	10
Bảng 2-2 Các khối chức năng chính	17
Bảng 2-3 Các thông số chính của vi điều khiển STM32F103C8T6	18
Bảng 2-4 Các thông số chính của ESP8266-01	22
Bảng 2-5 Mô tả các chân màn hình LCD 1602.....	24

Danh sách ký hiệu, chữ viết tắt

STT	Ký hiệu	Nguyên nghĩa
1	IoT	Internet of Things
2	DC	Direct Current
3	AC	Alternating Current
4	LCD	Liquid-Crystal Display
5	UART	Universal Asynchronous Receiver / Transmitter
6	ADC	Analog to Digital Converter
7	In	Input
8	Out	Output
9	GND	Ground
10	VCC	Common collector
11	A	Ampe
12	V	Volt
13	SPI	Serial Peripheral Interface
14	I2C	Inter – Integrated Circuit
15	GPIO	General Purpose Input Output Pins
16	USART	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter

CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU CHUNG

1.1 Tổng quan thực trạng cháy nổ trên địa bàn Hà Nội

Hiện nay thành phố Hà Nội đang phải đối mặt với nguy cơ cháy nổ gia tăng do sự phát triển đô thị nhanh chóng và sự tập trung dân cư đông đúc. Điều này càng thể hiện rõ hơn sau hàng loạt vụ cháy nhà dân, nhà cho thuê trọ, chung cư mini... gây ra hậu quả đặc biệt nghiêm trọng chưa từng có tiền lệ ở Hà Nội. Nguyên nhân các vụ cháy do sự cố hệ thống, thiết bị điện chiếm trên 73%; còn lại là các nguyên nhân do sơ suất khi sử dụng nguồn lửa, nguồn nhiệt trên 10%; do vi phạm về quy định phòng cháy, chữa cháy 0,34% và các nguyên nhân khác. Và trong hầu hết các vụ cháy này đều không tuân thủ các tiêu chuẩn và quy định về phòng cháy chữa cháy, tạo ra những nguy cơ tiềm ẩn đáng lo ngại.

Trong tình hình đó, vấn đề phòng cháy chữa cháy là một trong những vấn đề được quan tâm hàng đầu, đặc biệt trong các khu vực dân cư, công nghiệp và thương mại. Sự phát triển nhanh chóng của các đô thị và công trình xây dựng kèm theo sự gia tăng của các vật liệu dễ cháy đã đặt ra những thách thức lớn trong công tác phòng cháy chữa cháy. Việc phát hiện sớm và xử lý kịp thời các nguy cơ cháy nổ là yếu tố quyết định nhằm giảm thiểu thiệt hại về người và tài sản.

1.2 Tính cấp thiết của đề tài

- Tăng cường an toàn cho con người và tài sản: Các vụ cháy thường xảy ra bất ngờ và có thể lan rộng rất nhanh chóng, đặc biệt là những vụ cháy ở khu dân cư, có nhiều nguồn gây cháy như khí Gas, gây nguy hiểm đến tính mạng con người và thiệt hại nghiêm trọng về tài sản. Hệ thống cảm biến báo cháy giúp phát hiện sớm các dấu hiệu của cháy, từ đó có thể kịp thời cảnh báo và xử lý, hạn chế thiệt hại.

- Nhu cầu cấp thiết trong bối cảnh đô thị hóa: Với tốc độ đô thị hóa và phát triển công nghiệp ngày càng cao, việc trang bị các thiết bị an toàn, đặc biệt là hệ thống báo cháy, trở nên cần thiết hơn bao giờ hết. Đặc biệt, các tòa nhà cao tầng, khu công nghiệp, và trung tâm thương mại đều yêu cầu có hệ thống báo cháy hiệu quả.

- Ứng dụng công nghệ hiện đại: Việc nghiên cứu và phát triển mạch cảm biến báo cháy không chỉ đáp ứng nhu cầu an toàn mà còn là cơ hội để ứng dụng và phát triển các công nghệ mới, cải thiện hiệu suất và độ tin cậy của hệ thống báo cháy. Công nghệ cảm biến hiện đại, kết hợp với các giải pháp xử lý tín hiệu tiên tiến, sẽ tạo ra các hệ thống báo cháy thông minh, hiệu quả hơn.

- Đáp ứng các quy chuẩn và tiêu chuẩn an toàn: Các quy chuẩn và tiêu chuẩn an toàn về phòng cháy chữa cháy ngày càng được nâng cao. Việc xây dựng và thiết kế mạch cảm biến báo cháy giúp đáp ứng các yêu cầu khắt khe của các quy chuẩn này, đảm bảo sự an toàn và đáng tin cậy của hệ thống.

Từ những lý do trên, đề tài "Xây dựng và thiết kế mạch cảm biến báo cháy-phát hiện rò rỉ khí Gas và cảnh báo từ xa" không chỉ mang tính cấp thiết mà còn có ý nghĩa thực tiễn lớn, đóng góp vào việc nâng cao chất lượng cuộc sống và đảm bảo an toàn cho cộng đồng.

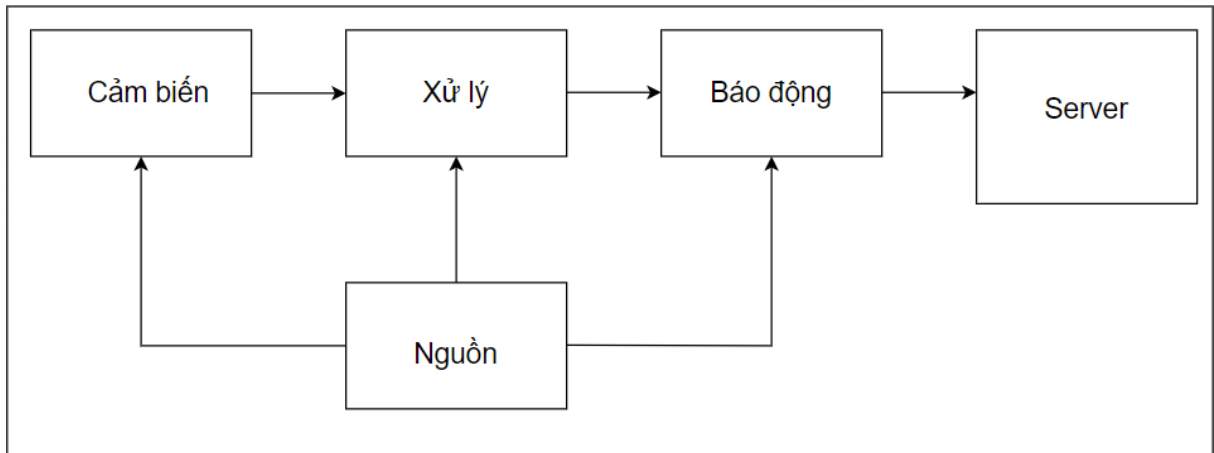
1.3 Mục tiêu của đề tài

- Phát hiện được các khí độc hại, dễ gây cháy có trong không khí như LPG (khí hóa lỏng), Alcolhol (rượu), Metan, Propane, CO... Khi nồng độ các khí trên vượt quá ngưỡng an toàn, cảm biến sẽ kích hoạt, hiển thị thông số, nồng độ khí lên màn hình LCD để cảnh báo.
- Tín hiệu được gửi đi qua mạng wifi, gửi cảnh báo đến người dùng

CHƯƠNG 2. THIẾT KẾ

2.1 Thiết kế tổng quan hệ thống

2.1.1 Sơ đồ khối chung



Hình 2.1 Sơ đồ khối chung

2.1.2 Khối nguồn

Đối với các khối Node dùng để đo các dữ liệu và sử dụng bộ chuyển đổi ADC nên cần sử dụng nguồn điện cấp bằng Adapter 5V để tạo ra nguồn điện 3V3 cho thiết bị Node của mình (có thể sử dụng trở để hạ áp, tuy nhiên dùng điện trở hạ áp sẽ gây ra công suất tiêu thụ trên trở làm mạch tiêu tốn thêm năng lượng).

2.1.3 Khối cảm biến

Giới thiệu về cảm biến khí Gas

Cảm biến khí gas là thiết bị có khả năng phát hiện và đo lường nồng độ các loại khí cụ thể trong môi trường, hoạt động dựa trên các nguyên tắc khác nhau, bao gồm hấp thụ, dẫn điện, và quang phổ để xác định sự có mặt của khí trong không khí.

Có nhiều loại cảm biến khí gas khác nhau, và chúng có thể đo các loại khí khác nhau. Dưới đây là một số loại cảm biến khí phổ biến:

- Cảm biến khí dựa trên chất bán dẫn oxit kim loại (MQ & MP): Loại cảm biến này được sử dụng rộng rãi. Chúng có thể phát hiện khí không độc hại như

oxy và carbon dioxide, cũng như các khí độc hại như carbon monoxide, TVOC và amoniac.

- Cảm biến khí quang: Sử dụng nguyên tắc quang để phát hiện khí. Chúng thường

được dùng trong các ứng dụng đo nồng độ khí trong không khí.

- Cảm biến khí điện hóa: Sử dụng phản ứng điện hóa để đo khí. Thường được dùng để kiểm tra nồng độ các khí độc hại.

- Cảm biến khí dựa trên điện dung: Đo khí dựa trên thay đổi điện dung khi khí tương tác với cảm biến. được sử dụng trong các ứng dụng kiểm tra chất lượng không khí. Thường

- Cảm biến khí nhiệt lượng: Đo khí dựa trên sự thay đổi nhiệt lượng khi khí tương tác với cảm biến. Thường được sử dụng trong việc phát hiện đám cháy.

- Cảm biến khí dựa trên âm thanh: Sử dụng âm thanh để phát hiện khí. Thường được dùng để kiểm tra nồng độ các chất khí trong mỏ.

Trong đồ án này, với yêu cầu về phát hiện các khí dễ cháy, đặc biệt là khí Gas, cảm biến được chọn là MQ2 dựa trên các thông số kỹ thuật của loại cảm biến này cũng như về giá cả hợp lý và độ phổ biến trên thị trường đều đáp ứng được nhu cầu thiết kế.

b) Chi tiết về cảm biến khí Gas MQ2

Cảm biến MQ2 được cấu tạo từ chất bán dẫn SNO₂, chất này có độ nhạy cảm thấp hơn trong không khí sạch nên độ dẫn điện của nó thấp hơn trong không khí sạch. Vì vậy trong môi trường có chất gây cháy, độ dẫn điện của nó thay đổi ngay, nồng độ khí cháy cao thì động dẫn điện

cũng tăng theo. Chính nhờ đặc điểm này người ta có thể thêm một mạch điện đơn giản để chuyển đổi sự thay đổi độ dẫn điện thành tín hiệu đầu ra tương ứng với nồng độ khí

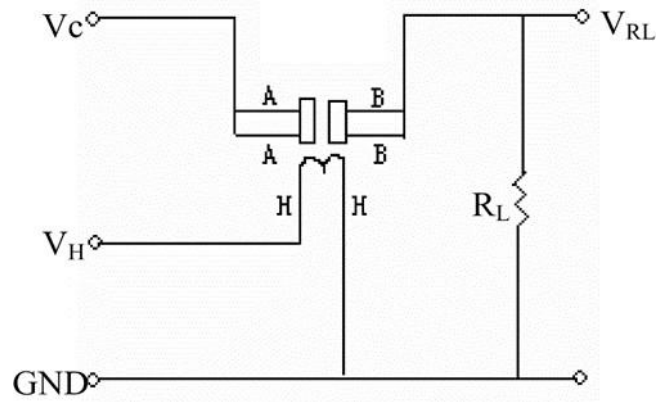


Hình 2.2 Cảm biến MQ2

Cảm biến MQ2 có thể phát hiện các loại khí: LPG (Khí hóa lỏng), i-butane, Propane, Methane, Alcohol, Hydrogen.

Bảng 2-1 Thông số kỹ thuật cảm biến MQ2

Số hiệu		MQ-2	
Loại cảm biến		Bán dẫn	
Bao bì tiêu chuẩn		Bakelite (Bakelite đen)	
Khí phát hiện		Khí dễ cháy và khói	
Nồng độ		300 – 10000ppm (Khí dễ cháy)	
Mạch	Điện áp vòng lặp	V_C	$\leq 24V\text{ DC}$
	Điện áp gia nhiệt	V_H	$5.0V \pm 0.2\text{ AC/DC}$
	Điện trở tải	R_L	Có thể điều chỉnh
Đặc điểm	Điện trở gia nhiệt	R_H	$31\Omega \pm 3\Omega$ (Nhiệt độ phòng)
	Công suất gia nhiệt	P_H	$\leq 900\text{mW}$
	Điện trở cảm biến	R_S	$2K\Omega - 20K\Omega$ (trong 2000ppm C_3H_8)
	Độ nhạy	S	$R_S(\text{trong không khí})/R_S(1000\text{ppm isobutane}) \geq 5$
	Độ dốc	α	$\leq 0.6(R_{5000\text{ppm}}/R_{3000\text{ppm}}\text{ CH}_4)$
Điều kiện	Nhiệt độ, độ ẩm	$20^\circ C \pm 2^\circ C$	
	Mạch thử nghiệm tiêu chuẩn	$V_C: 5.0V \pm 0.1V$ $V_H: 5.0V \pm 0.1V$	
	Thời gian làm nóng trước	Hơn 48h	



Hình 2.3 Mạch test đơn giản

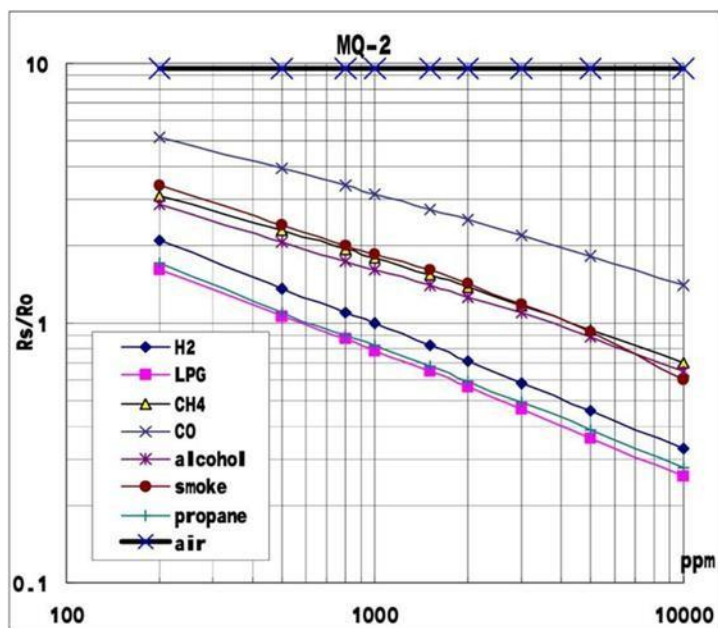
Hình 2.3 trình bày mạch test đơn giản của ... Cảm biến được cấp 2 điện áp, điện áp gia nhiệt (VH) và điện áp thử nghiệm (VC).

VH được sử dụng để cung cấp nhiệt độ hoạt động cho cảm biến, VC được dùng để phát hiện điện áp (VRL) trên điện trở tải (RL) nối tiếp với cảm biến. Cảm biến có cực dương (VC) và cực âm DC là nguồn điện. VH và VC có thể sử dụng cùng một mạch nguồn với điều kiện tiên quyết để đảm bảo hiệu suất của cảm biến.RL

Để xác định nồng độ khí trong không khí, giá trị RL phù hợp: V_{RL}

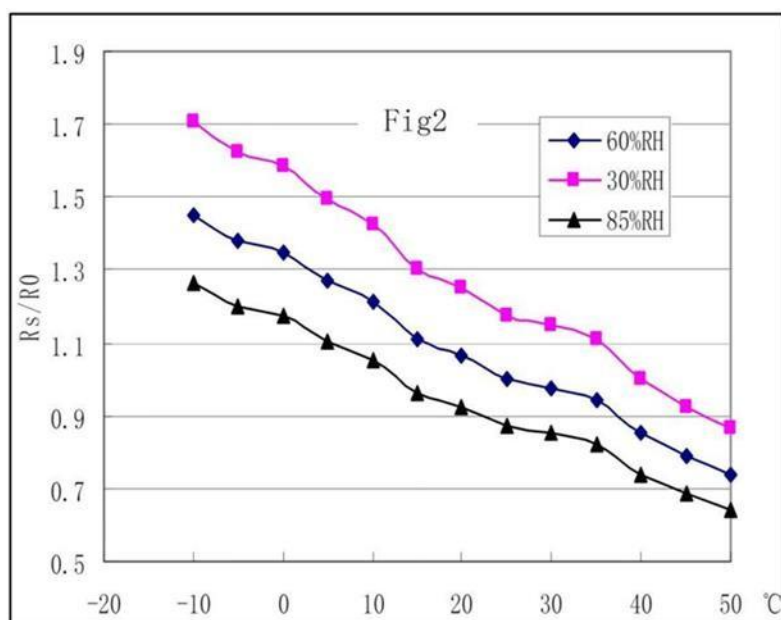
Công suất của phần thân nhạy cảm (Ps):
$$P_S = \frac{V_C^2 \times R_S}{(R_S + R_L)^2}$$

Điện trở của cảm biến:
$$R_S = \left(\frac{V_C}{V_{RL}} - 1 \right) \times R_L$$



Hình 2.4 Đường đặc tính độ nhạy

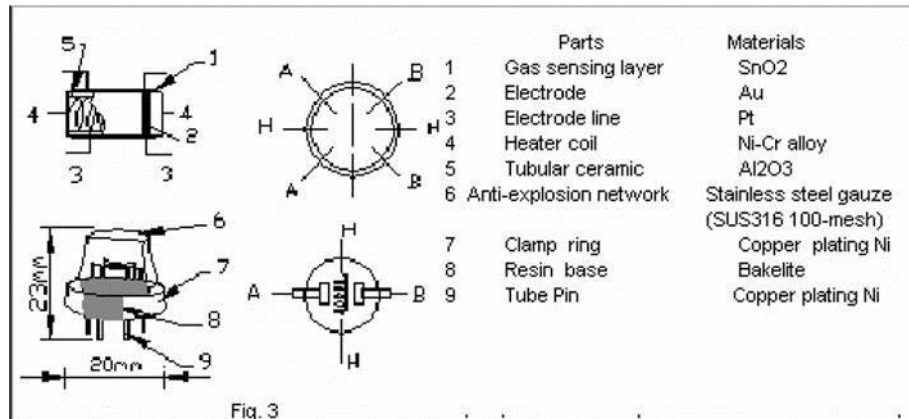
Hình 2.4 cho thấy đặc tính độ nhạy điển hình của MQ-2, trục tung biểu thị tỷ lệ điện trở của cảm biến (R_s/R_0), trục hoành là nồng độ khí. R_s nghĩa là điện trở trong các loại khí khác nhau, R_0 nghĩa là điện trở của cảm biến trong 1000ppm Hydrogen. Tất cả các thử nghiệm đều được thực hiện trong điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn.



Hình 2.5 Ảnh hưởng của nhiệt độ, độ ẩm

Hình 2.5 cho thấy nhiệt độ và độ ẩm điển hình đặc tính. Trục tung biểu thị tỷ lệ điện trở của cảm biến (R_s/R_0), R_s nghĩa là điện trở của cảm biến trong 1000ppm

Butane ở nhiệt độ và độ ẩm khác nhau. R0 nghĩa là điện trở của cảm biến trong môi trường 1000ppm Methane, 20°C/65%RH.



Hình 2.6 Cấu trúc và cấu hình

Cấu trúc và cấu hình của cảm biến khí MQ-2 được thể hiện trong Hình 3, cảm biến được cấu tạo bởi ống gốm Al₂O₃ vi mô, lớp nhạy cảm Dioxit Thiếc (SnO₂), điện cực đo và bộ gia nhiệt được cố định vào lớp vỏ được làm bằng nhựa và lưới thép không gỉ. Bộ gia nhiệt cung cấp điều kiện hoạt động cần thiết cho hoạt động của các thành phần nhạy cảm. MQ2 được bọc kín có 6 chân, 4 chân được sử dụng để lấy tín hiệu, và 2 chân còn lại được sử dụng để cung cấp dòng điện gia nhiệt.

c) Module cảm biến MQ2



Hình 2.7 Module cảm biến MQ2

Module MQ2 hoạt động rất tốt trong môi trường khí hóa lỏng LPG, H₂, và các chất khí gây cháy khác. Ưu điểm: Mạch điều khiển đơn giản, chi phí thấp, tuổi thọ cao.

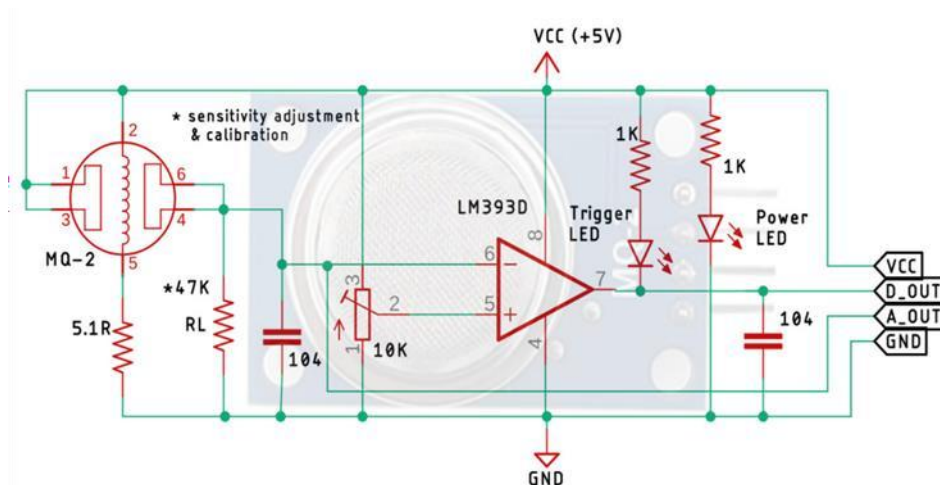
Module cảm biến MQ2 được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp và dân dụng với các ứng dụng:

- +Máy dò rỉ gas gia dụng
- +Máy dò khí dễ cháy trong công nghiệp
- +Máy dò khí cầm tay

Cảm biến xuất ra cả hai dạng tín hiệu là Analog và Digital, tín hiệu Digital có thể điều chỉnh mức báo bằng biến trở.

Thông số kĩ thuật:

- Điện áp hoạt động: 5v
- Dòng điện: 180mA
- Công suất: 900mW
- Chuẩn truyền: Digital và Analog
- Độ nhạy: 300ppm – 1000ppm
- Chức năng các chân:
 - +VCC: Chân nguồn 5V
 - +GND: Chân nối đất
 - +A0 (Analog Out): Chân đọc tín hiệu Analog
 - +D0 (Digital Out): Chân đọc tín hiệu Digital



Hình 2.8 Sơ đồ cấu tạo Module cảm biến khí Gas MQ2

Cảm biến khí MQ2 sử dụng đơn giản và có hai đầu ra khác nhau. Nó không chỉ cung cấp tín hiệu nhị phân về sự hiện diện của khí dễ cháy mà còn tín hiệu tương tự nồng độ của chúng trong không khí.

Điện áp đầu ra tương tự của cảm biến (ở chân A0) thay đổi tỷ lệ với nồng độ khói/khí. Nồng độ càng cao thì điện áp đầu ra càng cao; nồng độ càng thấp thì điện áp đầu ra càng thấp.

Tín hiệu tương tự này được số hóa bằng Bộ so sánh chính xác cao LM393 và có sẵn ở chân Đầu ra kỹ thuật số (D0).

Mô-đun này bao gồm một chiết áp để điều chỉnh độ nhạy của đầu ra kỹ thuật số (D0). Bạn có thể sử dụng nó để đặt ngưỡng sao cho khi nồng độ khí vượt quá giá trị ngưỡng, mô-đun sẽ xuất ra giá trị tích cực thấp.

Ngoài ra, mô-đun có hai đèn LED. Đèn LED nguồn sẽ sáng khi mô-đun được bật và đèn LED trạng thái sẽ sáng khi nồng độ khí vượt quá giá trị ngưỡng.

2.1.4 Khối xử lý

2.1.4.1 Vi điều khiển STM32F103C8T6

a) Giới thiệu về STM32



Hình 2.9 STM32F103C8T6

Vi điều khiển STM32F103C8T6 là vi điều khiển thuộc họ vi điều

khiển STM32 được sản xuất bởi STMicroelectronics. STM32 là vi điều khiển với vi xử lý thuộc họ kiến trúc ARM – Cortex M3 32bit dành riêng cho các hệ thống nhúng. Với kiến trúc ARM, tập lệnh của vi xử lý được có kiến trúc RISC tiện lợi đối với người sử dụng với những ưu điểm như việc: các câu lệnh trong một tập lệnh tương đối ít, độ dài các câu lệnh là cố định (32 bit), phần lớn các câu lệnh truy nhập toán hạng được thực hiện bằng thanh ghi, hỗ trợ các ngôn ngữ bậc cao,..

b) Các chân và sơ đồ khối bên trong STM32F103C8T6

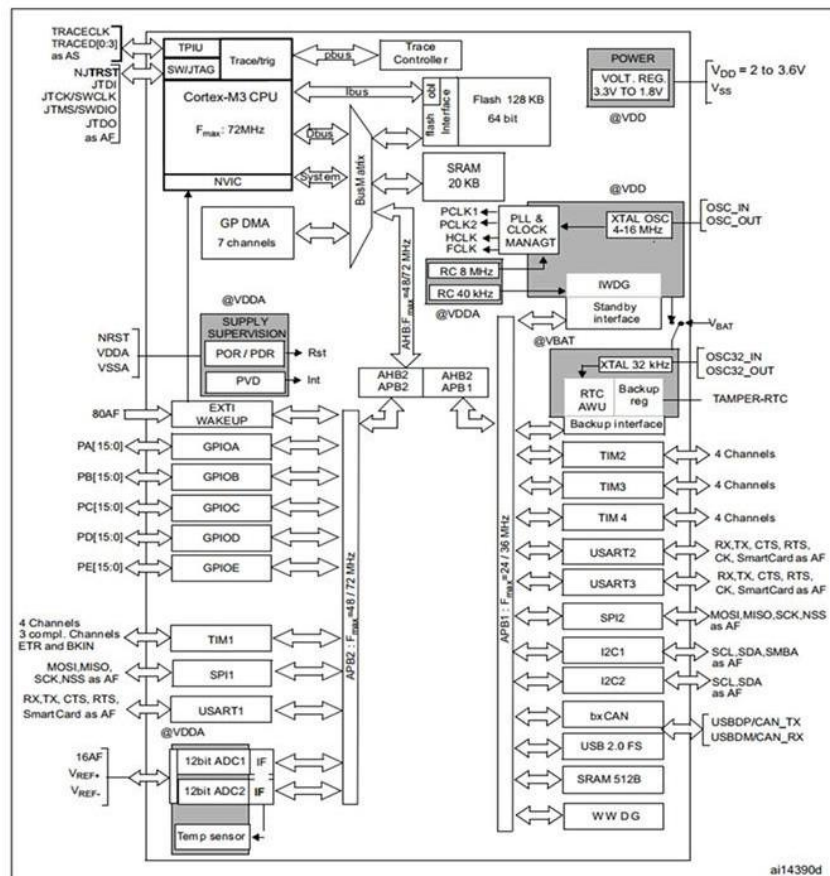
Các khối chức năng chính của vi khiển STM32F103Cx được mô tả bởi hình 3.

STM32F103C8T6 sở hữu bộ nhớ chương trình Flash với dung lượng tương đối lớn 64Kb. Bên cạnh đó, bộ nhớ dữ liệu của vi điều khiển được tách riêng với bộ nhớ chương trình, với dung lượng 20Kb. Ngoài ra vi điều khiển còn hỗ trợ giao tiếp với bộ nhớ ngoài thông qua BUS APB2. Một ưu điểm nữa của STM32F103C8T6 là vi điều khiển có chứa bộ DMA giúp ngoại vi có thể truy cập trực tiếp tới bộ nhớ trong của vi điều khiển, giúp gia tăng tốc độ xử lý dữ liệu. STM32F103C8T6 có tích hợp 2 bộ ADC 12bit với 10 kênh để hỗ trợ việc chuyển đổi dữ liệu Analog từ cảm biến khi truyền tới vi điều khiển, giúp người dùng không nhất thiết phải thiết kế thêm bộ ADC trong quá trình giao tiếp dữ liệu giữa các thiết bị. STM32F103C8T6 sở hữu 4 thanh ghi Timer với 3 thanh ghi hoạt động theo chức năng thông thường và 1 thanh ghi Watchdog Timer với chức năng giám sát hoạt động của vi điều khiển. Thanh ghi Watchdog khi được lập trình có thể hỗ trợ người lập trình Debug trong quá trình thiết kế phần mềm.

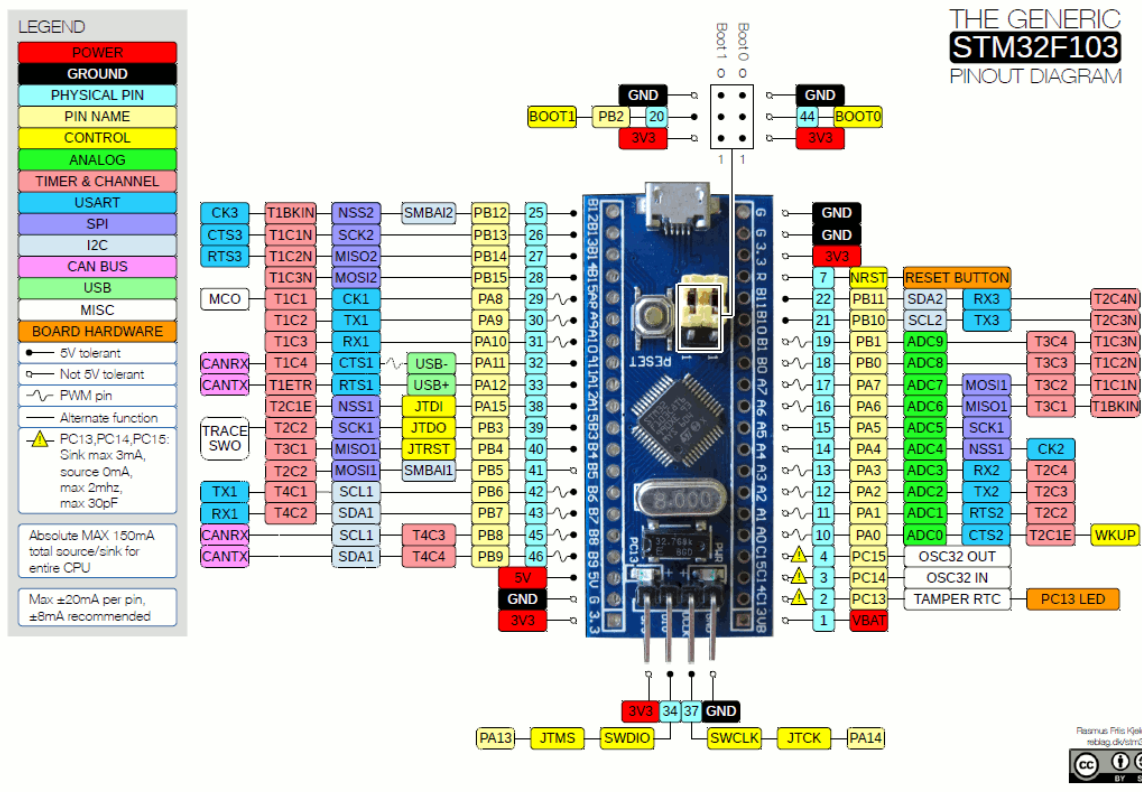
STM32F103C8T6 thuộc kiểu đóng gói LQFP64 với tất cả 64 chân ngoại vi trong đó có 37 chỉ có chức năng là ngoại vi GPIO, các chân còn lại có thêm một vài chức năng khác bao gồm cả việc hỗ trợ các giao thức truyền thông như I2C, UART, USART, SPI, CAN được mô tả ở bảng 2-2.

Bảng 2-2 Các khối chức năng chính

GIAO THỨC TRUYỀN THÔNG	SỐ BỘ NGOẠI VI HỖ TRỢ
I2C	2
USART	3
UART	3
CAN	2
SPI	2



Hình 2.10 Các chân ngoại vi hỗ trợ các giao thức truyền thông



Hình 2.11 Sơ đồ chân cắm và chức năng của STM32F103C8T6

c) Thông số thiết bị

Một số thông số chính của vi điều khiển được mô tả ở bảng 3.

Bảng 2-3 Các thông số chính của vi điều khiển STM32F103C8T6

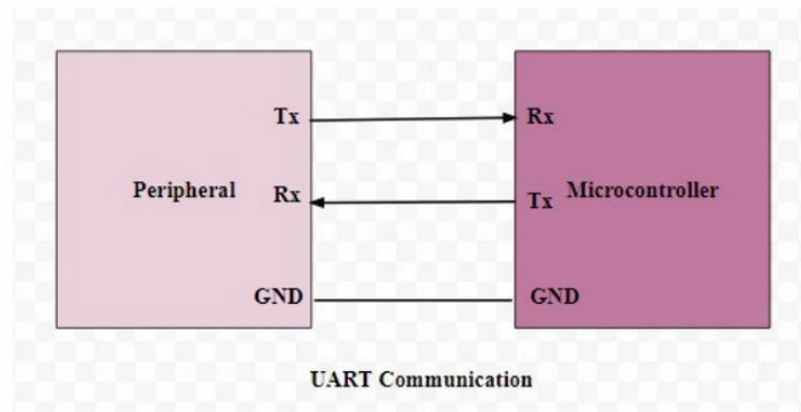
THÔNG SỐ	Mô tả
Điện áp cấp nguồn	2.0 – 3.6V
Điện áp ra từng chân GPIO	-0.3V – VDD + 0.3
Điện áp chân ra dự phòng	VBAT: 2.4 – 3.6V
Dòng điện nguồn cấp tối đa	50Ma
Dải nhiệt độ chịu đựng	-40 to +85°C

Dựa vào bảng 3.5, có thể thấy rằng vi điều khiển STM32F103C8T6 có năng lượng tiêu thụ thấp, điện áp cần cấp cho vi điều khiển không cao và chịu đựng được dải nhiệt tương đối lớn.

2.1.4.2 Giao tiếp UART

UART (Universal synchronous asynchronous receiver transmitter) là một ngoại vi cơ bản của STM32 sử dụng 2 chân Rx và Tx để nhận và truyền dữ liệu.

UART truyền dữ liệu không đồng bộ, có nghĩa là không có tín hiệu để đồng bộ hóa đầu ra của các bit từ UART truyền đến việc lấy mẫu các bit bởi UART nhận. Thay vì tín hiệu đồng bộ, UART truyền thêm các bit start và stop vào gói dữ liệu được chuyển. Các bit này xác định điểm bắt đầu và điểm kết thúc của gói dữ liệu để UART nhận biết khi nào bắt đầu đọc các bit.



Hình 2.12 Giao tiếp UART

Các thông số cơ bản trong truyền nhận UART:

- Baud rate (tốc độ baud): Khoảng thời gian dành cho 1 bit được truyền. Phải được cài đặt giống nhau ở gửi và nhận. Một số Baud Rate thông dụng: 9600, 38400, 115200, 230400,...
- Frame (khung truyền): Khung truyền quy định về số bit trong mỗi lần truyền.
- Start bit: là bit đầu tiên được truyền trong 1 Frame. Báo hiệu cho thiết bị nhận có một gói dữ liệu sắp được truyền đến. Bit bắt buộc.
- Data: dữ liệu cần truyền. Bit có trọng số nhỏ nhất LSB được truyền trước sau đó đến bit MSB.
- Parity bit: kiểm tra dữ liệu truyền có đúng không.
- Stop bit: là 1 hoặc các bit báo cho thiết bị rằng các bit đã được gửi xong. Thiết bị nhận sẽ tiến hành kiểm tra khung truyền nhằm đảm bảo tính đúng đắn của dữ liệu. Bit bắt buộc.

STM32F103C8 có 3 bộ UART với nhiều mode hoạt động, với nhiều bộ UART ta có thể sử dụng được nhiều ứng dụng với 1 chip điều khiển so với STM8S. Một số tính năng nổi bật như sau:

- Đầy đủ các tính năng của bộ giao tiếp không đồng bộ.
- Điều chỉnh baud rate bằng lập trình và tốc độ tối đa lên đến 4.5Mb/s.
- Độ dài được lập trình là 8 hoặc 9 bit.
- Cấu hình bit stop hỗ trợ là 1 hoặc 2.
- Có chân clock nếu muốn chuyển giao tiếp thành đồng bộ.
- Cấu hình sử dụng 1 dây hoặc 2 dây.
- Có bộ DMA nếu muốn đẩy cao thời gian truyền nhận.
- Bit cho phép truyền nhận riêng biệt.

2.1.4.3 Bộ chuyển đổi ADC

ADC (Analog to digital Converter) là bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự sang tín hiệu số. Điện áp Vin được so sánh với điện áp mẫu Vref (giá trị lớn nhất), sau đó được chuyển đổi thành số.

ADC được ứng dụng rất nhiều như đo nhiệt độ, đọc giá trị điện áp, cường độ dòng điện, đọc phím nhấn, đọc giá trị biến trở, bảo vệ động cơ. ADC có số bit càng cao tức là độ phân giải của bộ ADC càng lớn.

ADC trong STM32F103 là bộ ADC có 12bit tức là giá trị đọc về nằm trong khoảng $0 \rightarrow 2^{12} = 4096$. Giá trị điện áp đầu vào bộ ADC được cung cấp trên chân VDDA và thường lấy bằng giá trị cấp nguồn cho vi điều khiển VDD(+3V3).

STM32F103C8 có 2 kênh ADC đó là ADC1 và ADC2, mỗi kênh có tối đa là 9 channel với nhiều mode hoạt động như: single, continuous, scan hoặc discontinuous. Kết quả chuyển đổi được lưu trữ trong thanh ghi 16 bit.

Giả sử ta cần đo điện áp tối thiểu là 0V và tối đa là 3.3V, trong STM32 điện áp $0 \rightarrow 3.3V$ sẽ thành $0 \rightarrow 4095$ khoảng giá trị (do $2^{12} = 4096$), giá trị đo được từ chân IO 0V sẽ là 0, tương ứng với 1.65V là 2047, 3.3V sẽ là 4095.

Các mode hoạt động của ADC:

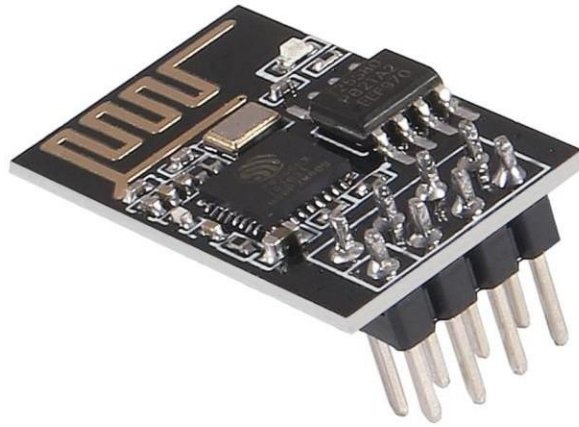
Single conversion mode: Trong chế độ này, ADC sẽ chỉ thực hiện 1 chuyển đổi cho tới khi người dùng cho phép chuyển đổi tiếp.

Continuous Conversion Mode: Ở chế độ này, ADC sẽ ngay lập tức thực hiện 1 chuyển đổi khác khi chuyển đổi trước vừa kết thúc.

Scan Mode: Chế độ này được sử dụng để quét 1 nhóm các kênh. 1 chuyển đổi duy nhất được thực hiện cho mỗi kênh. Sau khi 1 kênh chuyển đổi xong, kênh tiếp theo sẽ tự động chuyển đổi.

2.1.5 Khối truyền thông

2.1.5.1 Module Wifi ESP8266-01

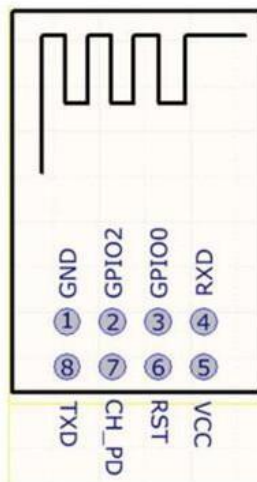


Hình 2.13 Module wifi ESP8266-01

Module truyền thông ESP8266 là một module được thiết kế sử dụng vi điều khiển ESP8266 để truyền dữ liệu tới thiết bị khác hoặc máy chủ thông qua mạng Wifi.

a) Cấu tạo và chức năng nổi bật

Module wifi ESP8266 – 01 được thiết kế có 8 chân với 1 bộ chân hỗ trợ giao tiếp UART và 2 chân đóng vai trò GPIO, sơ đồ chân chi tiết của ESP8266 – 01 được mô tả ở hình 3.4.



Hình 2.14 Sơ đồ chân của ESP8266-01

Ngoài ra, ESP8266 – 01 sở hữu bộ nhớ RAM 36 Kb, nhưng không có bộ nhớ ROM có khả năng lập trình được, do đó, chương trình phần mềm được lưu trữ và cập nhật tại bộ nhớ Flash ngoài tương tác bằng giao thức SPI.

b) Thông số thiết bị

Bảng 2-4 Các thông số chính của ESP8266-01

THÔNG SỐ	MÔ TẢ
Điện áp cấp nguồn	3 – 3.6V
Dòng điện khi thiết bị truyền dữ liệu	15mA
Dải nhiệt độ chịu đựng	-40 to +125°C
Dải truyền sóng	2.4 – 2.483Ghz
Tốc độ truyền tin	115200 Baud Rates

ESP8266 – 01 được lựa chọn do có dải truyền sóng với tần số cao, điện áp cấp nguồn không cao, chịu đựng được nhiệt độ lớn và năng lượng tiêu thụ thấp. Đặc biệt có thể liên kết module wifi với mạng wifi và Web Server thông qua các câu lệnh AT bằng giao thức UART

2.1.5.2 Web Server

Máy chủ mã nguồn mở Thingsboard được lựa chọn với các ứng dụng có sẵn để mô hình hóa dữ liệu, giúp người dùng dễ quan sát và quản lý dữ liệu, cũng như lưu trữ dữ liệu.

2.1.6 Khỏi cảnh báo

Màn hình LCD1602 sử dụng driver HD44780, có khả năng hiển thị 2 dòng với mỗi dòng 16 ký tự.

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp hoạt động là 5V.
- Kích thước: 80 x 36 x 12.5mm
- 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.



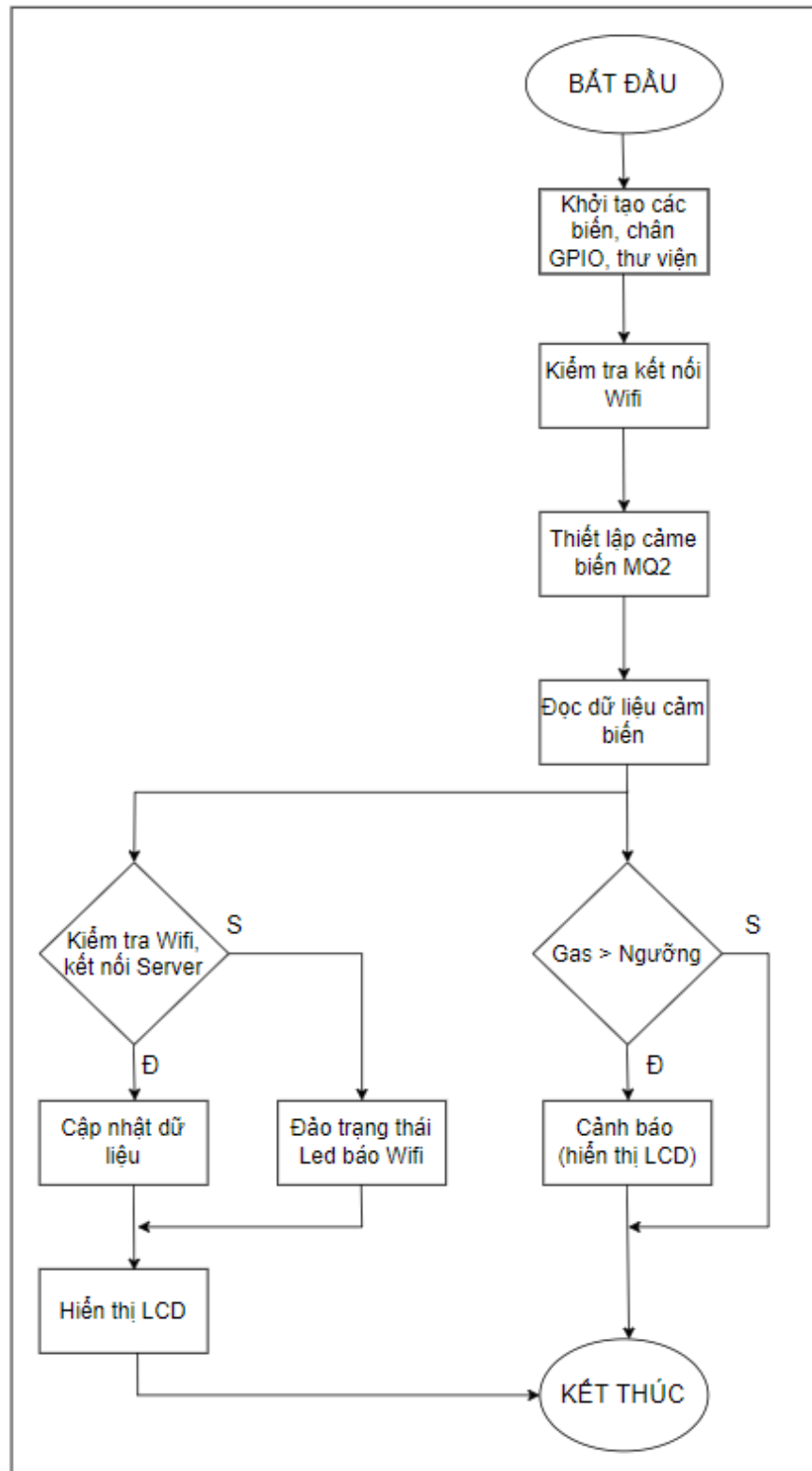
Hình 2.15 Sơ đồ chân màn hình LCD 1602

Bảng 2-5 Mô tả các chân màn hình LCD 1602

Chân	Ký hiệu	Mô tả	Thông số
1	VSS	GND	0V
2	VDD		5V
3	V ₀	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	D0	Chân truyền dữ liệu	8 bit: DB0DB7
8	D1		
9	D2		
10	D3		
11	D4		
12	D5		
13	D6		
14	D7		
15	A	Cực dương led nền	0 – 5V
16	K	Cực âm led nền	0V

2.2 Thiết kế chi tiết

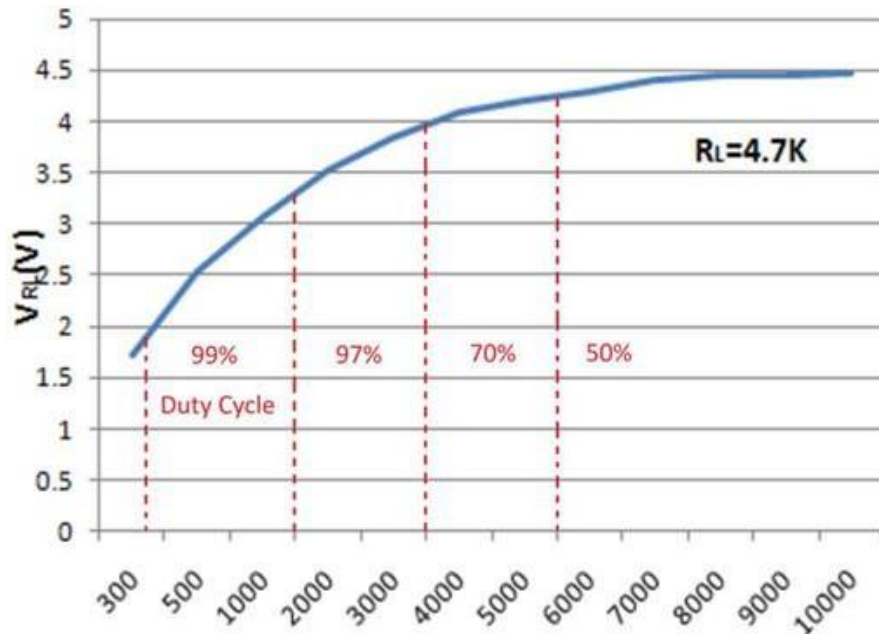
2.2.1 Quy trình hoạt động



Hình 2.16 Sơ đồ quy trình hoạt động

2.2.2 Ngưỡng cảnh báo

Để điều chỉnh ngưỡng, ta cần phải quan sát đồ thị đặc tính trong datasheet của cảm biến MQ2 sau đó điều chỉnh biến trở phù hợp với giá trị đã đặt.



Hình 2.17 Đường cong độ nhạy của cảm biến và các vùng Duty Cycle

Cảm biến MQ-2 trả về một giá trị analog, mà cần được chuyển đổi thành nồng độ ppm. Để tính toán, ta cần sử dụng một số hằng số, chẳng hạn giá trị điện trở trong không khí sạch R_0 ; điện trở của cảm biến trong không khí đo được (được tính từ giá trị ADC) là R_s . Và dựa vào đồ thị logarit trên hình 2.17.

Dựa vào đồ thị đường cong độ nhạy trong hình 2.16, cảm biến nhận dạng được khí dễ cháy khi điện áp đầu ra của điện trở R_L hay cũng chính là điện áp đầu ra DO trong module có giá trị 1,7V. Tức là ngay cả khi đặt cảm biến trong không khí sạch một thời gian dài thì điện áp chân AO không bao giờ về 0 hoàn toàn, đồng thời khi nồng độ khí dễ cháy bão hòa thì chân AO của module cảm biến cũng không thể đạt tới ngưỡng V_{cc} . Ta sử dụng công thức:

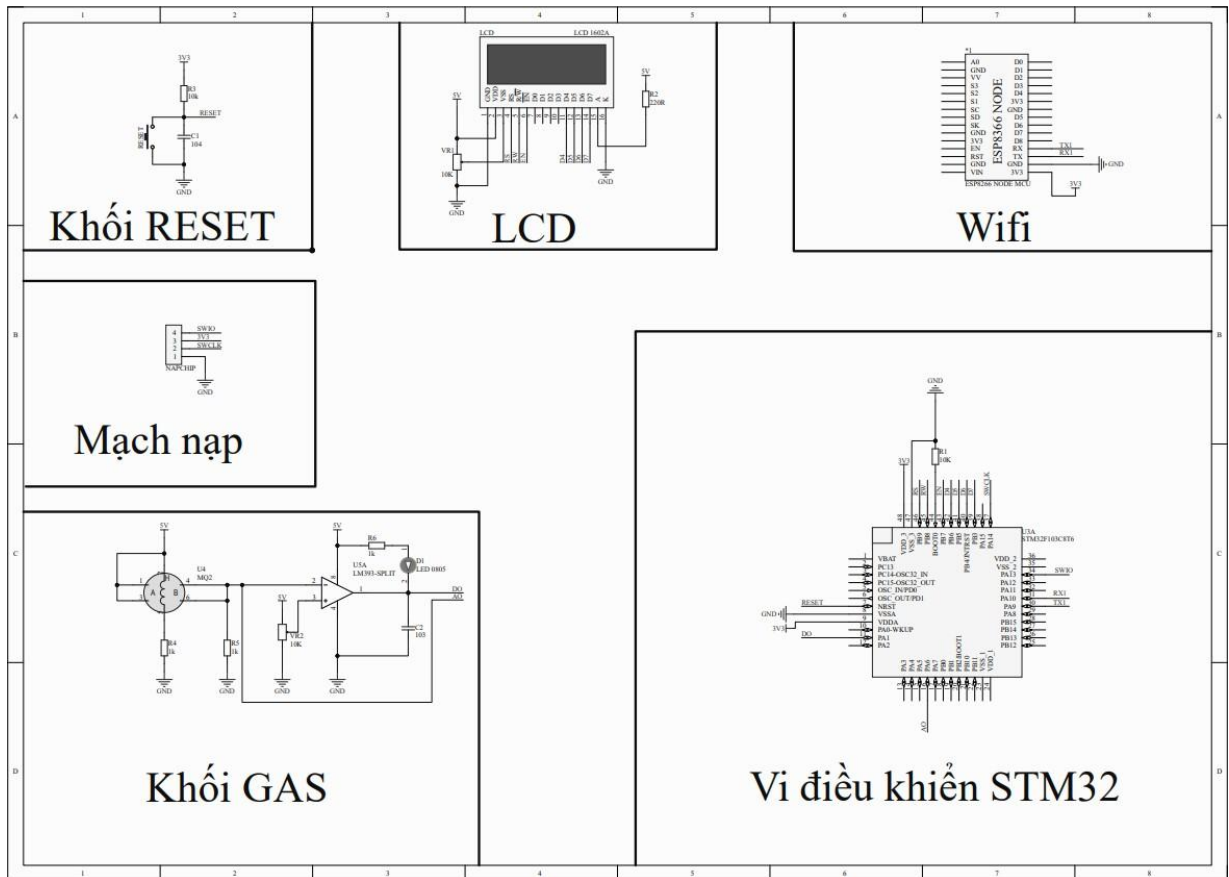
$$N = 10^{\left(\frac{\log\left(\frac{R_s}{R_0}\right) - b}{m} \right)}$$

Trong đó:

- R_s là điện trở của cảm biến trong không khí đo được (được tính từ giá trị ADC)
- R_o là giá trị điện trở trong không khí sạch
- m và b là các hằng số lấy từ đồ thị log-log của MQ-2 trong datasheet.
- N là nồng độ khí Gas tính toán từ R_s và R_o

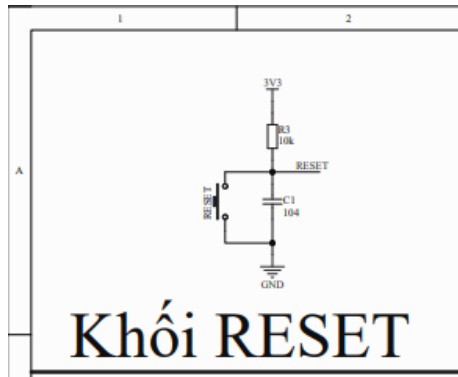
Vì vậy ta cần phải điều chỉnh lại độ nhạy thông qua biến trở của module sao cho $V_{in+} = 2V$ tức là ngay khi nồng độ khí dễ cháy đạt tới 400ppm thì bắt đầu báo động.

2.2.3 Thiết kế mạch



Hình 2.18 Thiết kế chi tiết phần cứng

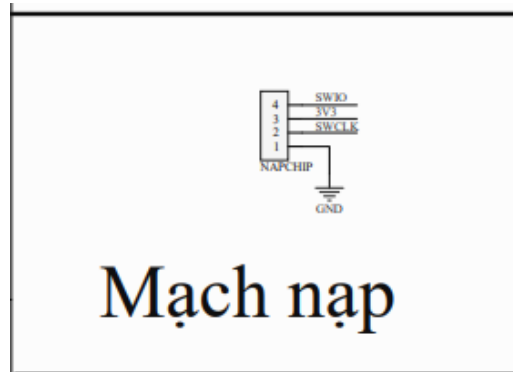
2.2.3.1 Khối Reset



Hình 2.19 Thiết kế khối Reset

Khối Reset có chức năng khởi động lại vi điều khiển. Khi nút Reset được nhấn, con trỏ lệnh của vi điều khiển sẽ trở vào câu lệnh đầu tiên và thực hiện chương trình từ đây. Một tụ điện được mắc song song với nút nhấn để tránh trường hợp bị dội nút.

2.2.3.2 Khối nạp



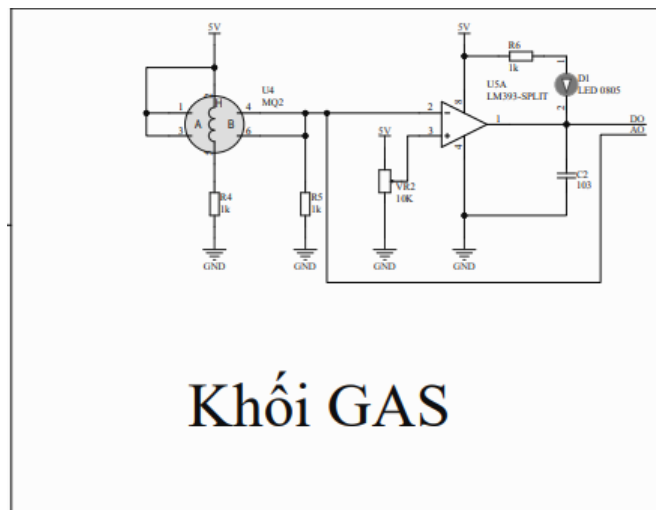
Hình 2.20 Thiết kế khối nạp

Để nạp chương trình cho vi điều khiển ta sử dụng mạch nạp STLink – V2, nạp chương trình vào các chân SWDIO và SWCLK của vi điều khiển thông qua phần mềm cung cấp môi trường lập trình Keil C. Do không sử dụng chân Boot nên chân Boot sẽ được nối xuống đất.



Hình 2.21 Mạch nạp Stlink-V2

2.2.3.3 Khối cảm biến



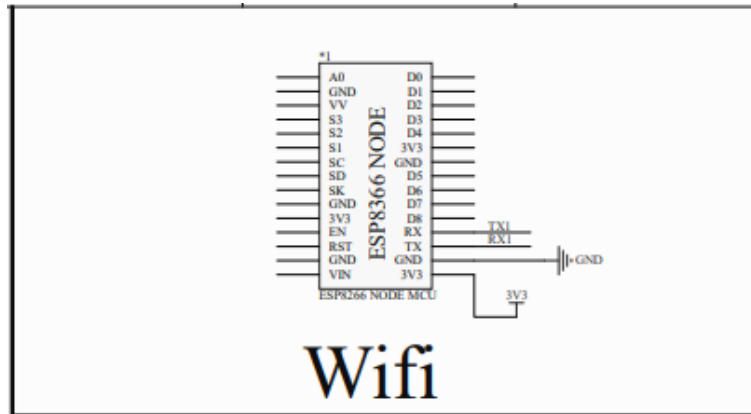
Hình 2.22 Thiết kế khối cảm biến

Như đã đề cập ở khối cảm biến, module cảm biến MQ2 đã sẵn 4 chân bao gồm: VCC, GND, Digital Output và Analog Output.

Sử dụng các chân:

- VCC của MQ2 tới 5V của STM32F103C8T6.
- GND của MQ2 tới GND của STM32F103C8T6.
- AO của MQ2 tới chân PA6 (ADC1) của STM32F103C8T6.

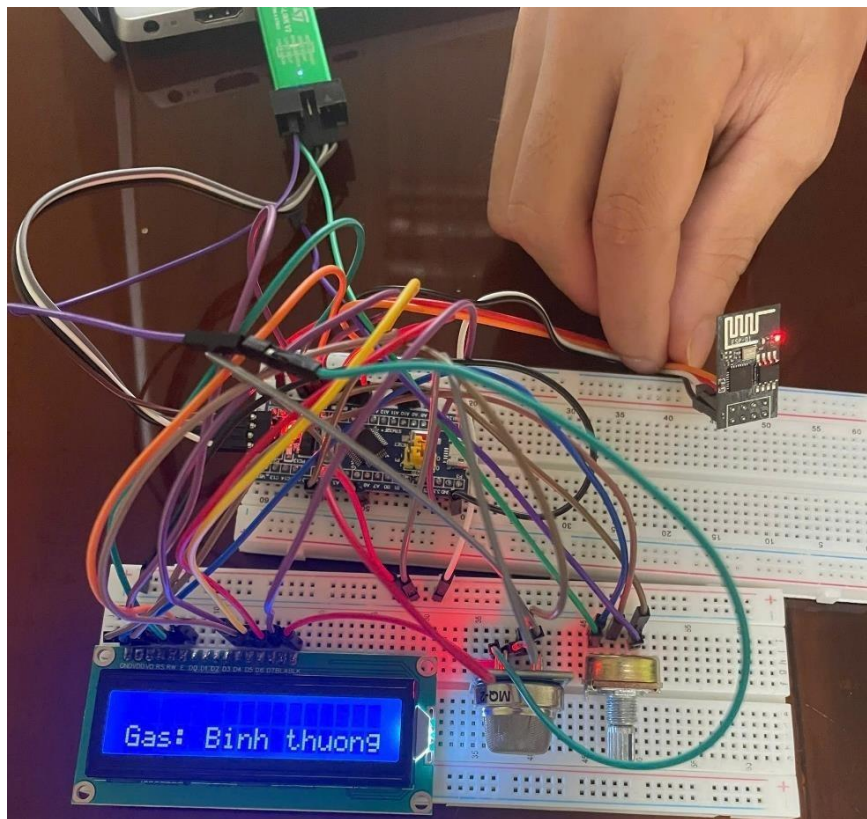
2.2.3.4 Khối truyền thông không dây



Hình 2.23 Thiết kế khối truyền thông

Module truyền thông không dây Wifi ESP8266 – 01 được cấp nguồn 3V3 từ khối nguồn. Dữ liệu từ vi điều khiển được truyền tới module truyền thông bằng giao tiếp UART thông qua 2 chân PA9 và PA10 của STM32F103CT6.

2.2.4 Thiết kế hoàn chỉnh



Hình 2.24 Hình ảnh mạch thực tế

CHƯƠNG 3. THỬ NGHIỆM

3.1 Các trường hợp thử nghiệm

Trường hợp 1: Phát hiện khí Gas trong môi trường bình thường

- Mô tả: Đặt mạch cảm biến trong môi trường điều kiện bình thường, không có khí Gas.

- Mục tiêu yêu cầu: Cảm biến hoạt động bình thường, không phát hiện khí Gas, màn hình hiển thị không cảnh báo, dữ liệu gửi về Web server.

Trường hợp 2: Phát hiện khí Gas khi có rò rỉ

- Mô tả: Đặt mạch cảm biến gần nguồn khí Gas.

- Mục tiêu yêu cầu: Cảm biến phát hiện có khí Gas và hiển thị cảnh báo trên màn hình, dữ liệu được gửi về Web server.

Trường hợp 3: Cảnh báo khi nồng độ khí gas tăng dần

- Mô tả: Đặt mạch cảm biến trong môi trường có nồng độ khí Gas tăng dần theo thời gian.

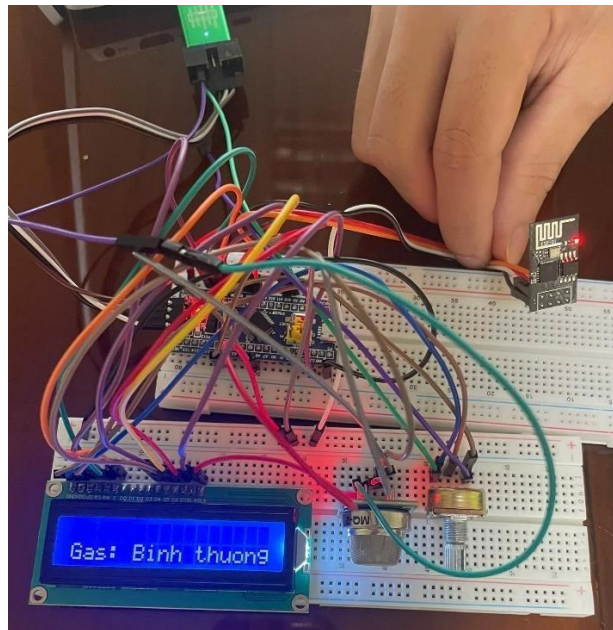
- Mục tiêu yêu cầu: Cảm biến phản hồi và hiển thị cảnh báo trên màn hình, dữ liệu được gửi về Web server (có sự thay đổi nồng độ khí phát hiện)

Đoạn mã code được nén lại vào đường link sau:

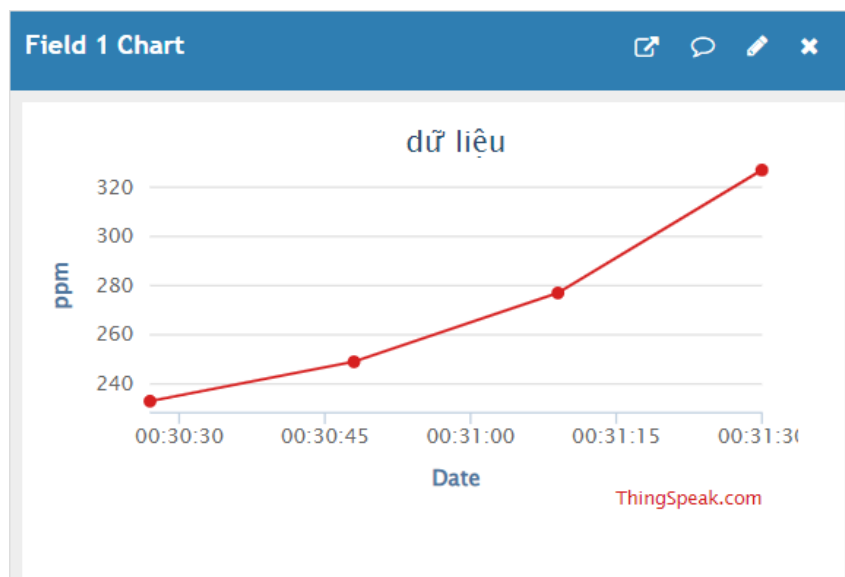
<https://drive.google.com/drive/folders/1By3Fd25wFbjWzzh9YZURz6WM5y7KaqJs?usp=sharing>

3.2 Thực hiện thử nghiệm (Test case)

3.2.1 Test case 1: Kiểm tra cảm biến trong môi trường không có khí Gas



Hình 3.1 Thử nghiệm thực tế Test case 1

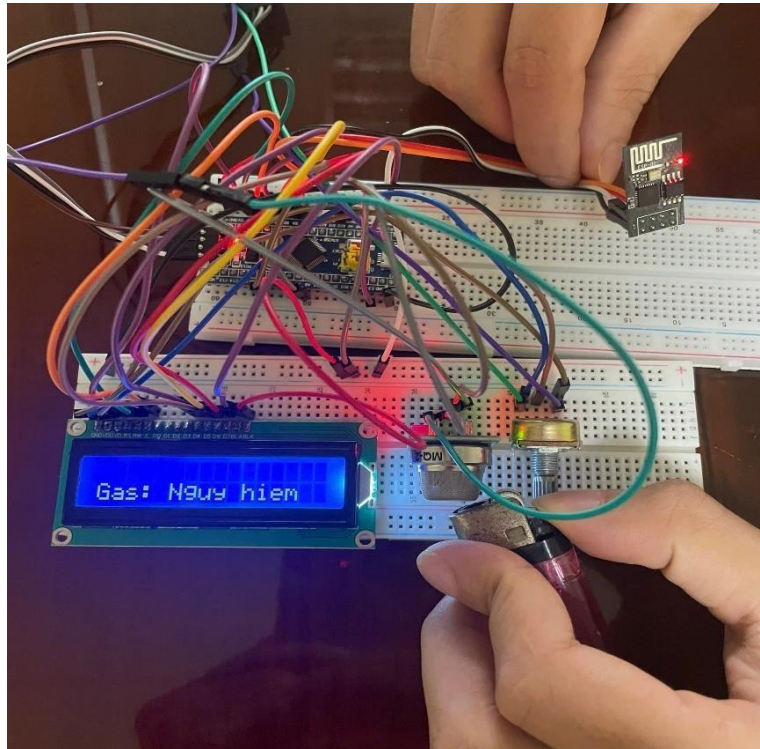


Hình 3.2 Kết quả dữ liệu trên Web Server

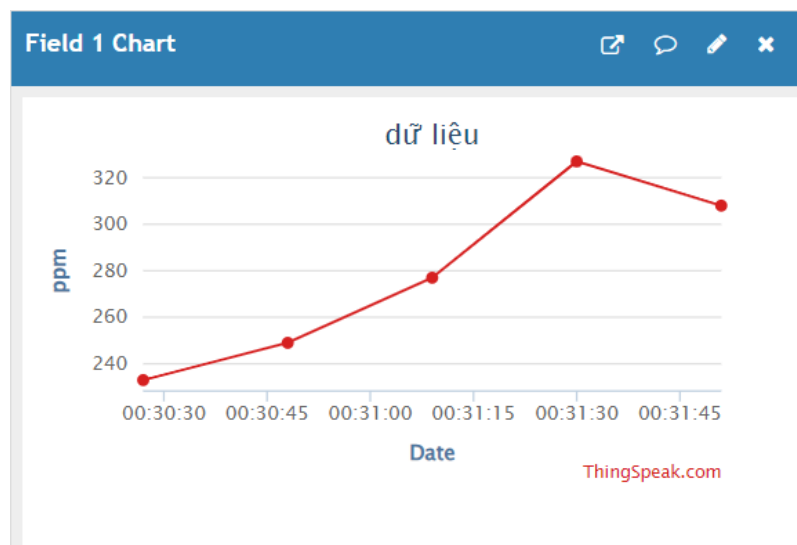
Kết luận: Đạt yêu cầu, cảm biến không phát hiện khí Gas trong điều kiện môi trường an toàn.

3.2.2 Test case 2: Kiểm tra cảm biến khi có rò rỉ khí Gas

Các bước thực hiện: Đưa nguồn khí Gas lại gần cảm biến trong khoảng thời gian ngắn sau đó ngắt nguồn khí Gas.



Hình 3.3 Thử nghiệm thực tế Test case 2

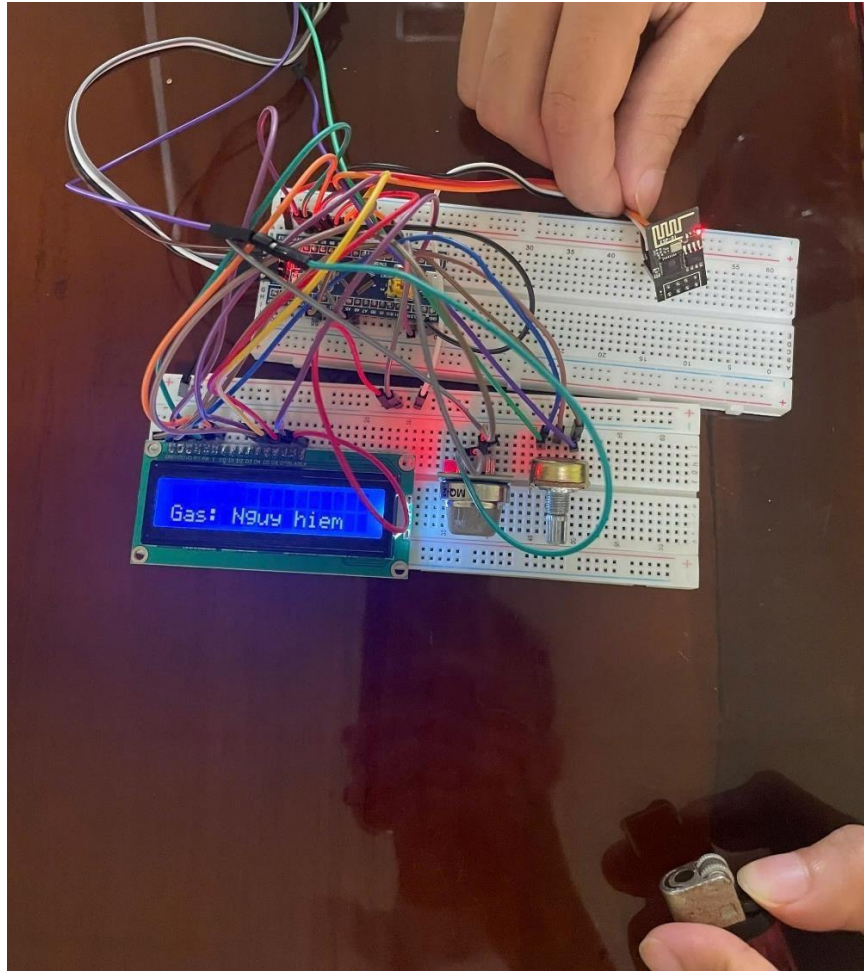


Hình 3.4 Kết quả dữ liệu trên Web Server của Test Case 2

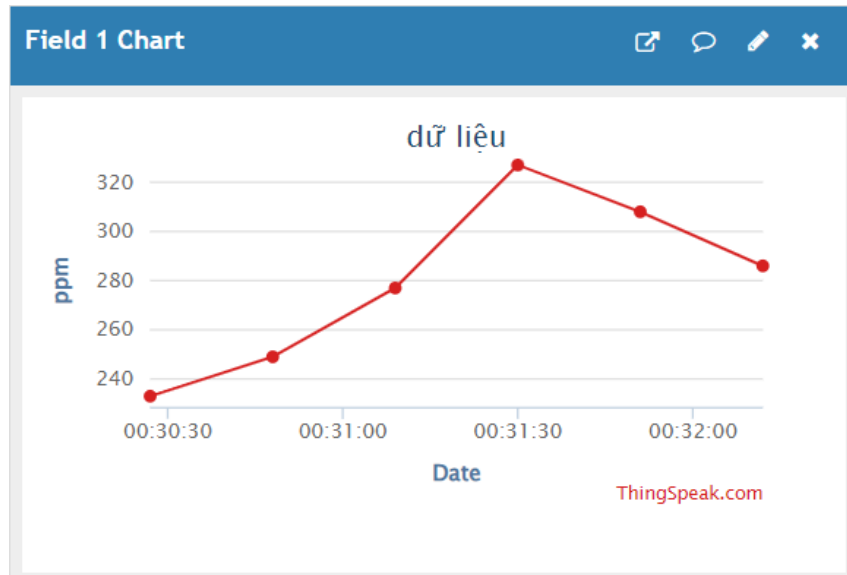
Kết luận: Đạt yêu cầu, cảm biến phát hiện có khí Gas, màn hình thay đổi cảnh báo, dữ liệu trên Web Server nhận được sự thay đổi.

3.2.3 Test case 3: Đo nồng độ khí Gas tăng dần

Các bước thực hiện: Đưa nguồn khí Gas ra xa cảm biến, sau đó phát nguồn khí Gas liên tục trong thời gian lâu hơn rồi ngắt nguồn khí Gas.



Hình 3.5 Thử nghiệm thực tế Test case 3



Hình 3.6 Kết quả dữ liệu trên Web Server của Test Case 2

Kết luận: Đạt yêu cầu, cảm biến phản hồi chính xác theo nồng độ khí Gas có trong môi trường.

CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN

4.1 Kết luận

Trong đồ án thực tập này, em đã thiết kế và triển khai một mạch cảm biến khí gas sử dụng cảm biến MQ-2 với vi điều khiển STM32F103C8T6 và được cảnh báo từ xa qua Module Wifi ESP8266-01. Hệ thống đã đáp ứng đầy đủ các yêu cầu: Phát hiện rò rỉ khí gas và hiện thị cảnh báo qua màn hình, đồng thời đã gửi được dữ liệu thu thập được lên Web Serve. Hệ thống đã được thử nghiệm trong các điều kiện khác nhau và cho thấy khả năng phát hiện khí gas chính xác và hiệu quả, màn hình hiển thị nhanh và nhạy trong các trường hợp cảnh báo. Các kết quả thử nghiệm cho thấy hệ thống có tính khả thi cao và phản ứng nhạy bén với sự thay đổi nồng độ khí gas.

Tuy nhiên, dữ liệu thu thập được và gửi lên Web Server chỉ ở dạng biểu đồ, phục vụ cho mục đích thu thập thông tin, chưa có ứng dụng cao trong việc cảnh báo tức thì. Cần có sự cải tiến trong tương lai.

4.2 Định hướng phát triển đề tài

Trong tương lai, đề tài này cần có nhiều cải tiến hơn. Hệ thống cảnh báo cần phong phú hơn, linh hoạt hơn và yêu cầu sự tức thời hơn:

- Cảnh báo tại chỗ bằng màn hình LED + còi cảnh báo + đèn LED. Màn hình hiển thị thêm các thông tin như nồng độ khí đo được, nhiệt độ đo được..
- Khối cảm biến có thể thêm các cảm biến báo khói (MQ9), cảm biến đo chất lượng không khí (MQ135), cảm biến nhiệt độ (LM35)...
- Cảnh báo từ xa qua điện thoại: Gửi cảnh báo về App hoặc gửi tin nhắn.

Với hướng nghiên cứu này, hệ thống cảm biến sẽ được nâng cao hơn và hoàn thiện hơn, mang lại lợi ích và có thể áp dụng vào thực tiễn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] L. Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., “MQ-2,” 1 April 2018.

[Trực tuyến]. Available :

<https://pdf1.alldatasheet.vn/datasheetpdf/view/1304539/WINSEN/MQ-2.html>

[2] STM32F103C8T6 Datasheet (HTML) – STMicroelectronics. [Trực tuyến].

Available: [https://www.alldatasheet.com/datasheet-](https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/201596/STMICROELECTRONICS/STM32F103C8T6.html)

[pdf/view/201596/STMICROELECTRONICS/STM32F103C8T6.html](https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/201596/STMICROELECTRONICS/STM32F103C8T6.html)

[3] ESP8266 Datasheet (PDF). [Trực tuyến].

Available: <https://www.alldatasheet.vn/htmlpdf/1424861/ETC/ESP8266/62/1/ESP8266.html>

[4] L. N. H. Tuấn, L. H. Sâm, N. T. Đường, N. Q. Cường và T. V. Tuấn, Điện tử số, TP.Hà Nội: Nhà Xuất bản Giáo dục Việt Nam, 2015.

[5] Lập trình UART với STM32. STM32 Tutorials / By Mai Minh Tiến / September 4, 2021 / STM32, UART. [Trực tuyến].

Available: <https://talucgiahoang.com/blog/bai-4-lap-trinh-uart-voi-stm32/>

[6] Lập trình ADC STM32. STM32 Tutorials / By Mai Minh Tiến / September 2, 2021 / ADC, STM32. [Trực tuyến].

Available: <https://talucgiahoang.com/blog/bai-3-lap-trinh-adc/>

[7] Phụng Trịnh - Nghĩa Lê, “Tăng cường công tác phòng chống cháy nổ khu vực hà nội ”. 30/05/2024, Báo điện tử Đảng Cộng Sản Việt Nam. [Trực tuyến].

Available: <https://dangcongsan.vn/xay-dung-xa-hoi-an-toan-truoc-thien-tai/tang-cuong-cong-tac-phong-chong-chay-no-khu-vuc-ha-noi-666069.html>

