

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA**



**BÀI TẬP LỚN**  
**THIẾT KẾ HỆ THỐNG NHÚNG**  
**HỆ THỐNG BÁO CHÁY VÀ BÁO KHÓI**  
**LỚP L01--- NHÓM 19 --- HK242**

**Giảng viên hướng dẫn: Bùi Quốc Bảo**

<b>Thành viên</b>	<b>MSSV</b>
<b>Nguyễn Văn Tài</b>	<b>2114697</b>
<b>Phạm Nhật Tiến</b>	<b>2213472</b>

**Thành phố Hồ Chí Minh – 2025**

# Lời cảm ơn

Chúng em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến thầy Bùi Quốc Bảo – người đã tận tình giảng dạy và hướng dẫn chúng em trong suốt quá trình học tập môn Thiết kế hệ thống nhúng. Với kiến thức sâu rộng, sự nhiệt huyết và cách giảng dạy trên cảm hứng, thầy đã giúp chúng em không chỉ hiểu rõ lý thuyết mà rèn luyện kỹ năng thực hành, áp dụng kiến thức vào làm dự án nhỏ này một cách hiệu quả.

Nhờ sự hỗ trợ và chỉ dẫn của thầy, chúng em đã hoàn thành báo cáo này. Mặc dù vẫn còn nhiều hạn chế, nhưng đó là bước khởi đầu quý báu trong hành trình học hỏi và phát triển chuyên môn của chúng em. Một lần nữa, chúng em xin chân thành cảm ơn và chúc thầy luôn mạnh khỏe và đạt nhiều thành công trong sự nghiệp giảng dạy.

# **Tóm tắt đề án**

Vấn đề cháy nổ ngày càng gia tăng, gây thiệt hại to lớn về người và tài sản. Hệ thống báo cháy và báo khói đóng vai trò quan trọng trong việc phát hiện sớm nguy cơ cháy nổ và cảnh báo kịp thời để có biện pháp khắc phục. Hệ thống báo cháy sử dụng Arduino nano có thể ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như nhà ở, văn phòng, nhà máy, kho bãi,...Hệ thống này giúp bảo vệ an toàn tính mạng và tài sản cho con người. Hệ thống này bao gồm các khối chính như cảm biến phát hiện lửa flame sensor, cảm biến khí gas MQ2, khối hiển thị LCD để thông báo thông số và trạng thái, vi xử lý Arduino nano.

## MỤC LỤC

I. GIỚI THIỆU .....	5
1.1 Tổng quan.....	5
1.2 Nhiệm vụ đề tài .....	5
II. LÝ THUYẾT .....	5
2.1 Cảm biến khí gas MQ2. ....	6
2.2 Cảm biến lửa (Flame Sensor).....	6
2.3 Vi điều khiển Arduino Nano .....	6
2.4 Module SIM A7680C.....	6
2.5 Relay và mạch điều khiển .....	6
2.6 Buzzer (Còi báo động) .....	6
2.7 LCD I2C .....	6
2.8 Nút nhấn (Push button) .....	7
III. THIẾT KẾ VÀ THỰC HIỆN PHẦN CỨNG .....	7
3.1 Yêu cầu sản phẩm ( Product requirements) .....	7
3.2 Đặc tả kỹ thuật ( Engineering Specification) .....	7
3.3 Đặc tả phần cứng (Hardware Specification) .....	10
3.4 Những vấn đề trong thiết kế hệ thống (System Design Issues) .....	13
3.5 Đặc tả phần mềm (Software Specification) .....	15

## I. GIỚI THIỆU

### 1.1 Tổng quan

Hệ thống báo cháy và báo khói được thiết kế để phát hiện khói và lửa trong khu vực giám sát, từ đó đưa ra cảnh báo thông qua còi và gửi thông báo qua module SIM. Mạch sử dụng vi điều khiển Arduino Nano để điều khiển toàn bộ hệ thống, kết hợp với các cảm biến khói, lửa, LCD hiển thị, nút nhấn điều khiển, và module SIM A7680C để nhắn tin cảnh báo từ xa.

### 1.2 Nhiệm vụ đề tài

- Thiết kế và xây dựng hệ thống báo cháy và báo khói sử dụng vi điều khiển Arduino Nano nhằm giám sát, phát hiện sớm các sự cố liên quan đến khói và lửa trong không gian giám sát.
- Tích hợp cảm biến khí gas MQ2 và cảm biến lửa để thu thập tín hiệu từ môi trường thực tế.
- Lập trình vi điều khiển Arduino để xử lý tín hiệu từ các cảm biến, xác định ngưỡng cảnh báo và đưa ra hành động phù hợp như kích hoạt còi báo động, hiển thị thông tin, gửi tin nhắn cảnh báo.
- Sử dụng module SIM A7680C để gửi tin nhắn SMS đến người dùng khi phát hiện cháy hoặc khói, phục vụ việc cảnh báo từ xa.
- Thiết kế mạch điều khiển relay và còi báo động để có thể mở rộng điều khiển các thiết bị điện như quạt hút khói, đèn cảnh báo, hệ thống dập lửa tự động...
- Tích hợp giao diện hiển thị LCD và nút nhấn giúp người dùng dễ dàng giám sát và điều khiển hệ thống.
- Vẽ sơ đồ nguyên lý và mô phỏng mạch điện tử bằng phần mềm Altium Designer, phục vụ cho việc thiết kế mạch in (PCB) và triển khai thực tế.

## II. LÝ THUYẾT

Hệ thống báo cháy và báo khói là một tập hợp các thiết bị điện tử dùng để phát hiện sự hiện diện của khói, nhiệt độ cao hoặc ngọn lửa, từ đó đưa ra cảnh báo kịp thời nhằm bảo vệ tài sản và con người khỏi hỏa hoạn. Đề tài này ứng dụng các kiến

thức về cảm biến, vi điều khiển và truyền thông không dây để hiện thực hóa một hệ thống cảnh báo thông minh, đơn giản và dễ triển khai

### 2.1 Cảm biến khí gas MQ2.

MQ2 là một loại cảm biến khí gas, được sản xuất từ chất bán dẫn SnO<sub>2</sub>. 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, H<sub>2</sub> 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.

### 2.2 Cảm biến lửa (Flame Sensor)

Cảm biến phát hiện lửa (flame sensor) thường được sử dụng cho các ứng dụng phát hiện lửa như: xe robot chữa cháy, cảm biến lửa,... Tầm phát hiện của cảm biến trong khoảng 80cm, góc quét là 60 độ, có thể phát hiện lửa tốt nhất là loại có bước sóng từ 760nm - 1100nm. Cảm biến phát hiện lửa (flame sensor) có hai ngõ ra tín hiệu là Digital và Analog rất dễ sử dụng.

### 2.3 Vi điều khiển Arduino Nano

Là một board mạch phát triển nhỏ gọn sử dụng chip ATmega328P. Có khả năng đọc tín hiệu analog/digital, xử lý logic và điều khiển thiết bị ngoại vi như relay, còi, LCD, module SIM... Dễ lập trình bằng Arduino IDE, thư viện phong phú.

### 2.4 Module SIM A7680C

Là một mô-đun truyền thông GSM/GPRS, cho phép gửi tin nhắn SMS. Giao tiếp với vi điều khiển thông qua UART (TX/RX). Được sử dụng để gửi cảnh báo đến người dùng từ xa khi phát hiện cháy.

### 2.5 Relay và mạch điều khiển

Relay hoạt động như công tắc điện tử, được điều khiển bởi vi điều khiển thông qua transistor. Có thể dùng để kích hoạt còi báo động, quạt hút khói, đèn cảnh báo, hoặc các hệ thống phòng cháy chữa cháy tự động khác.

### 2.6 Buzzer (Còi báo động)

Thiết bị phát ra âm thanh để cảnh báo. Thường điều khiển qua transistor để bảo vệ vi điều khiển khỏi dòng lớn.

### 2.7 LCD I2C

Màn hình hiển thị trạng thái hệ thống, nồng độ khói, cảnh báo, thông báo khi gửi SMS... Giao tiếp qua chuẩn I2C, tiết kiệm chân kết nối trên Arduino.

## 2.8 Nút nhấn (Push button)

Được sử dụng để reset hệ thống, tắt còi hoặc kiểm tra hệ thống theo yêu cầu người dùng.

# III. THIẾT KẾ VÀ THỰC HIỆN PHẦN CỨNG

## 3.1 Yêu cầu sản phẩm ( Product requirements)

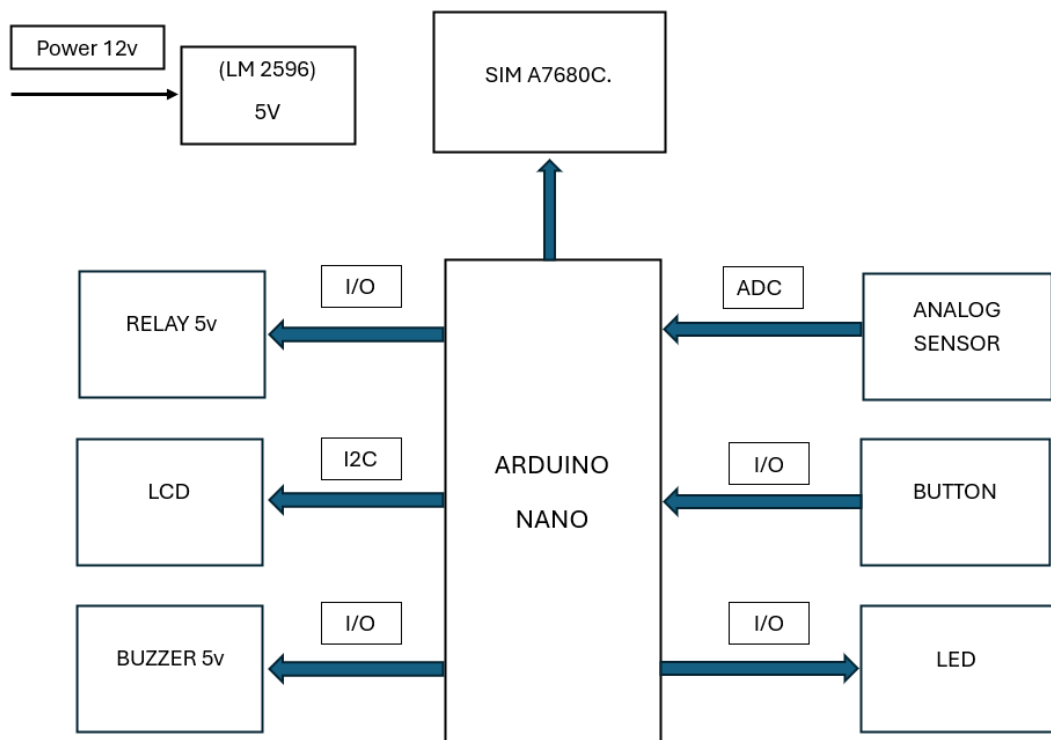
- Tên sản phẩm: Hệ thống báo cháy và báo khói .
- Mục đích: Thiết kế và xây dựng một hệ thống cảnh báo cháy đơn giản, chi phí thấp, có khả năng phát hiện sớm khói và lửa, đồng thời đưa ra cảnh báo kịp thời bằng âm thanh, hiển thị và tin nhắn từ xa, nhằm nâng cao an toàn cho người và tài sản trong khu vực giám sát.
- Ngõ vào và ngõ ra:
  - Ngõ vào: Cảm biến khí gas MQ2, cảm biến lửa, nút nhấn (button).
  - Ngõ ra: LCD, relay, module SIM A7680C, Còi (Buzzer).
- Chức năng: Phát hiện sớm sự xuất hiện của khói hoặc ngọn lửa. Tự động cảnh báo bằng còi khi có cháy. Hiển thị thông tin trên màn hình LCD. Gửi tin nhắn SMS cảnh báo khi phát hiện nguy cơ cháy. Cho phép người dùng reset hệ thống hoặc tắt còi thủ công. Có khả năng kích hoạt thiết bị phụ như quạt, đèn khi cần thiết qua relay.
- Cài đặt: Người dùng có thể cấu hình ngưỡng cảnh báo khói trong chương trình. Đặt sẵn số điện thoại nhận cảnh báo trong mã nguồn của Arduino. Điều chỉnh độ nhạy cảm biến khói,lửa qua biến trở tích hợp trên module.
- Yêu cầu tuân thủ: Đảm bảo an toàn điện áp hoạt động (5V) cho các module. Tuân thủ các quy định về phòng cháy chữa cháy dân dụng. Mạch phải gọn, dễ lắp đặt, tương thích với không gian gia đình,văn phòng nhỏ. Không sử dụng linh kiện gây nhiễu hoặc vượt quá dòng tiêu chuẩn của vi điều khiển.

## 3.2 Đặc tả kỹ thuật ( Engineering Specification)

- Nguyên lý hoạt động: Hệ thống hoạt động dựa trên việc thu thập tín hiệu từ cảm biến khí gas MQ2 và cảm biến lửa. Khi một trong hai cảm biến phát

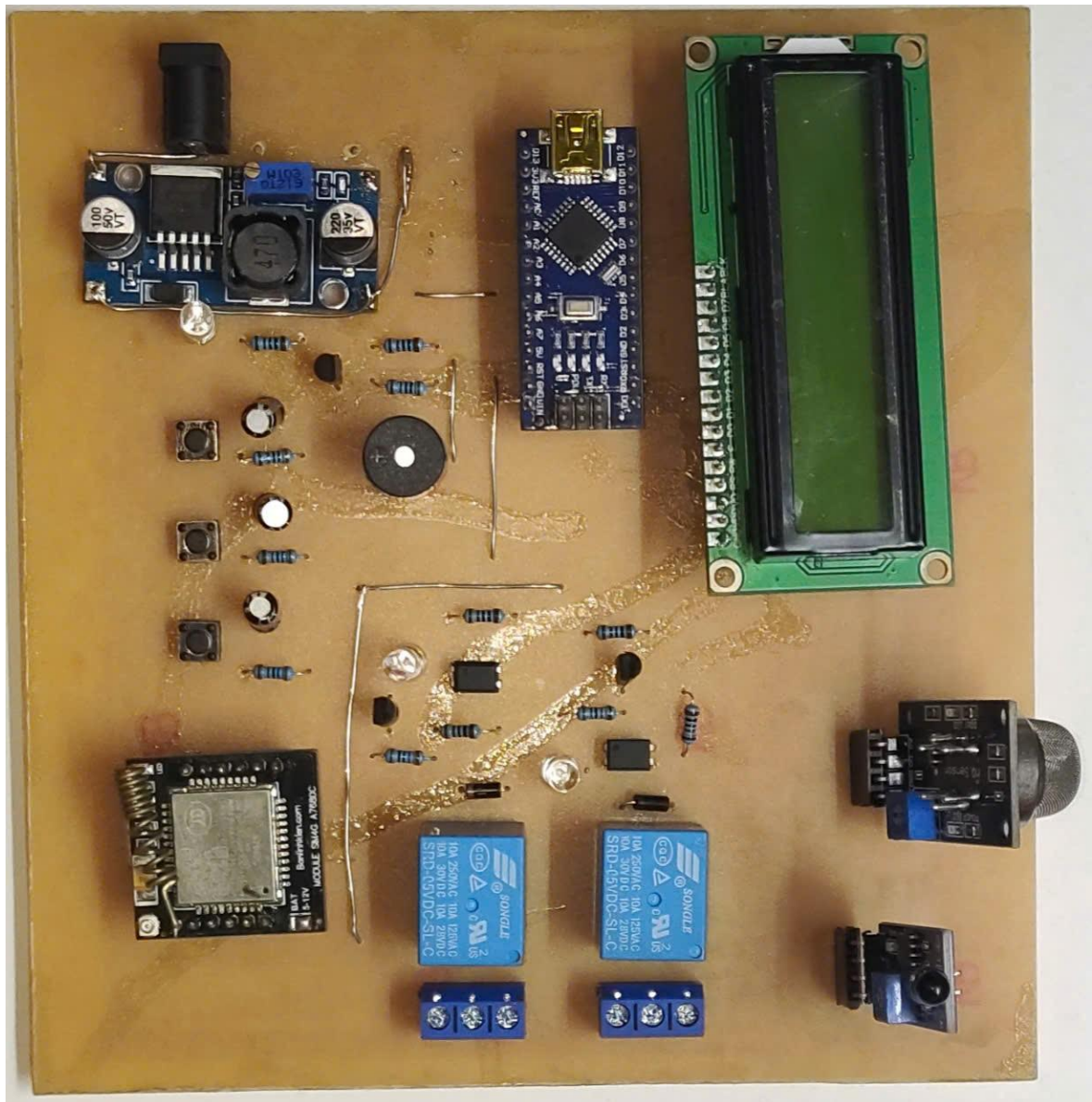
hiện dấu hiệu bất thường (nồng độ khói cao hoặc có tia hồng ngoại từ lửa), tín hiệu được gửi về vi điều khiển Arduino Nano. Vi điều khiển sẽ thực hiện các tác vụ sau:

- So sánh tín hiệu với ngưỡng cài đặt.
  - Nếu vượt ngưỡng, hệ thống kích hoạt còi báo động và relay.
  - Đồng thời, gửi tin nhắn SMS cảnh báo đến số điện thoại đã cấu hình thông qua module SIM A7680C.
  - Trạng thái hệ thống và mức độ cảnh báo sẽ được hiển thị trên màn hình LCD.
  - Người dùng có thể nhấn nút để tắt còi và reset trạng thái hệ thống.
- Sơ đồ khối:



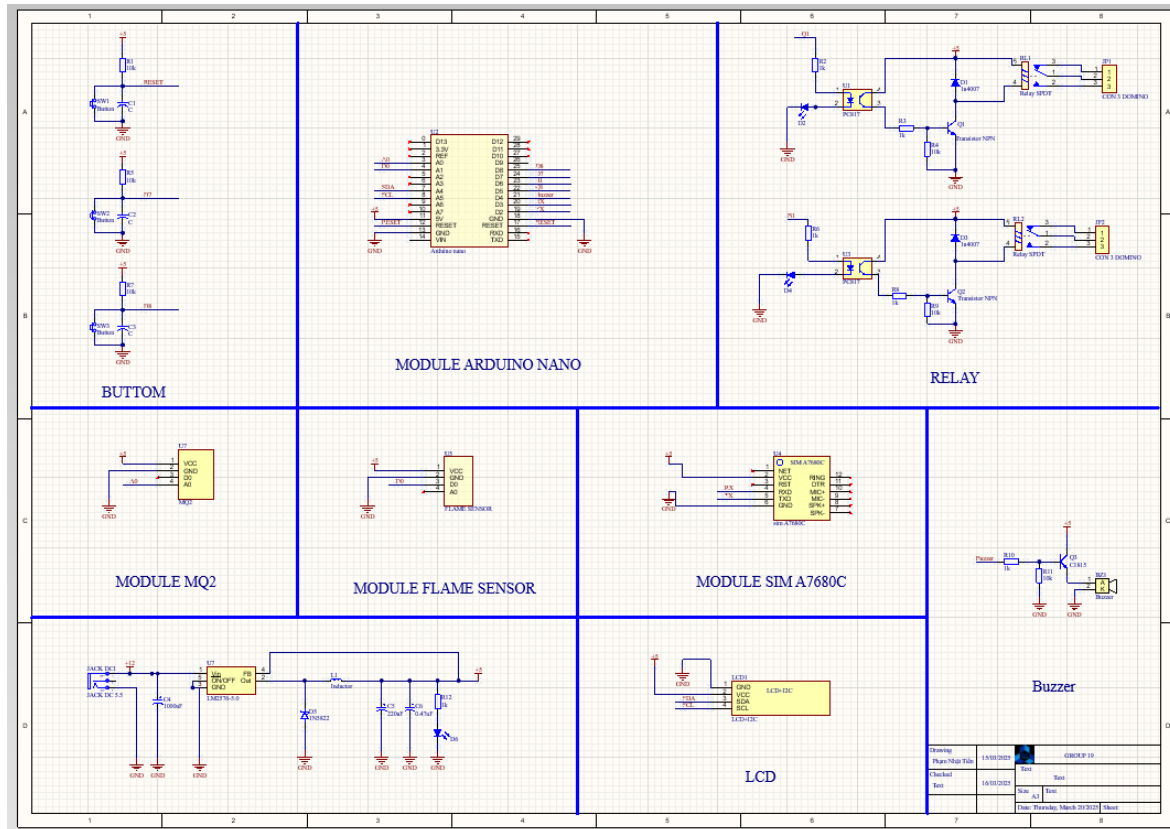


- Mạch thực tế

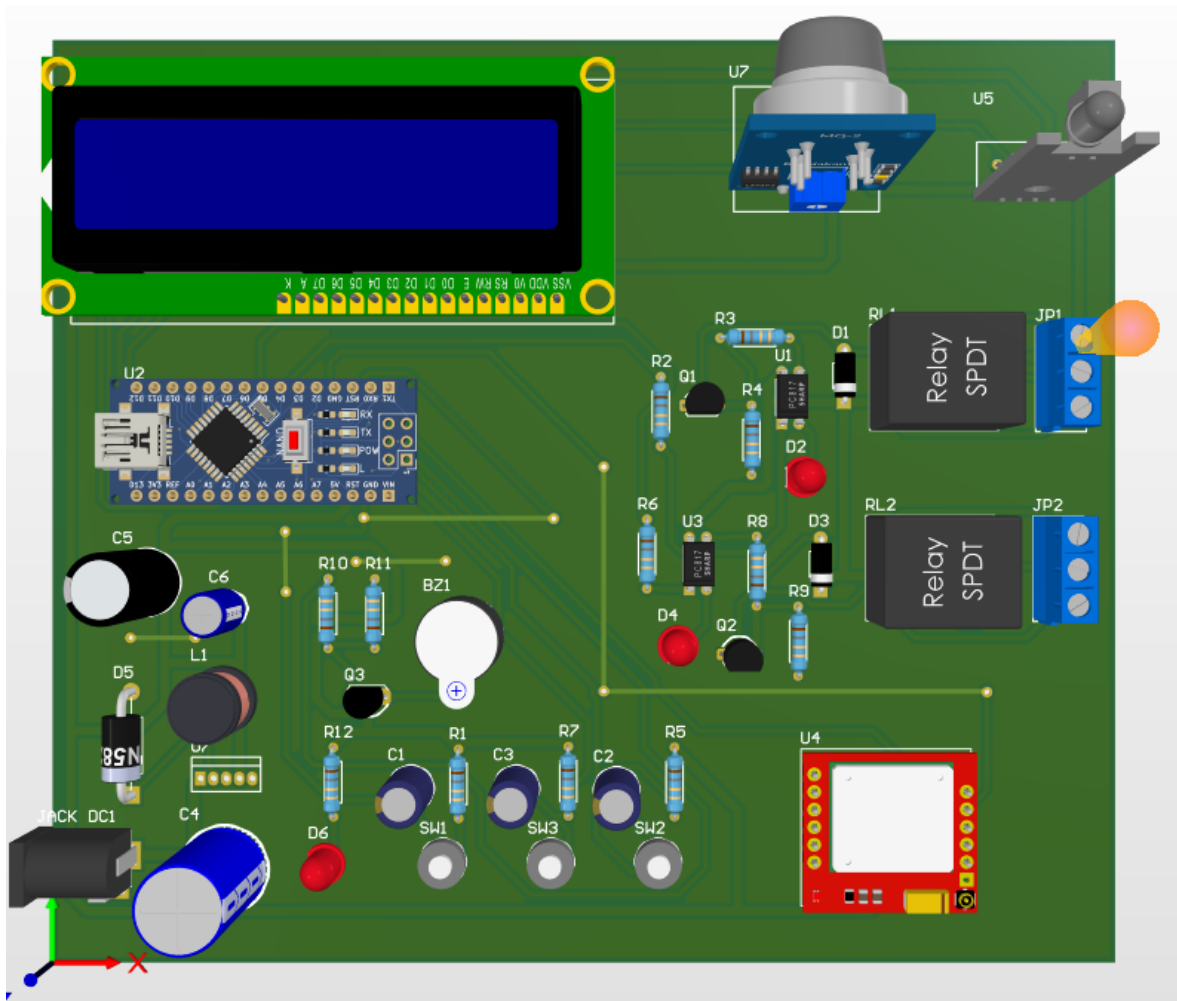


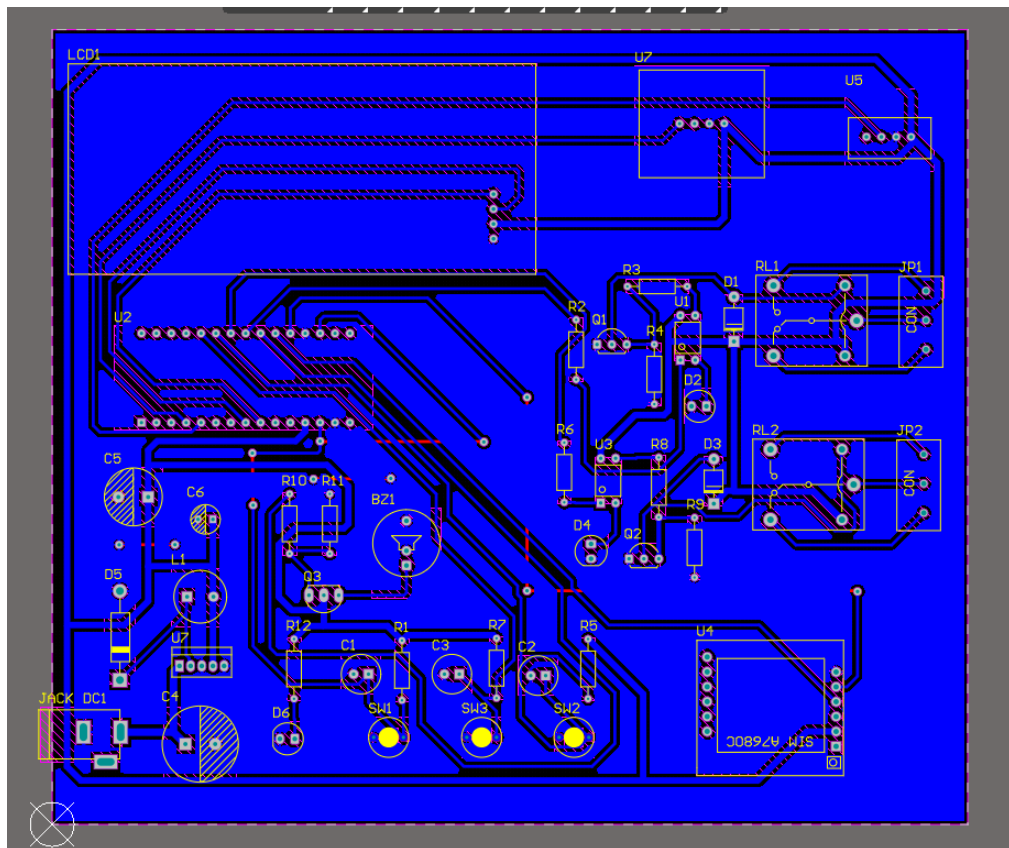
### 3.3 Đặc tả phần cứng (Hardware Specification)

- Schematic



- Layout





- Vi điều khiển: Arduino Nano:
  - Chip chính: ATmega328P
  - Nguồn hoạt động: 5V DC
  - Số chân I/O số: 14 (trong đó 6 chân PWM)
  - Số chân analog: 8
  - Giao tiếp: UART, SPI, I2C
  - Tốc độ xung nhịp: 16 MHz
  - Nhiệm vụ: xử lý dữ liệu cảm biến, điều khiển thiết bị cảnh báo, gửi thông báo SIM, hiển thị LCD.
- Cảm biến khí gas MQ2
  - Điện áp hoạt động: 5V

- Loại đầu ra: Analog
- Ứng dụng: Phát hiện khí gas, khói, LPG, CO, alcohol.
- Kết nối đến: Chân analog của Arduino.
  - Cảm biến lửa (Flame Sensor)
- Điện áp hoạt động: 3.3V–5V
- Loại đầu ra: Digital và analog
- Phát hiện ánh sáng ngọn lửa có bước sóng khoảng 760 nm – 1100 nm.
- Kết nối đến: Chân digital của Arduino.
  - Module SIM A7680C
- Giao tiếp UART với Arduino.
- Hỗ trợ gửi tin nhắn SMS cảnh báo khi phát hiện cháy hoặc khói.
- Điện áp cấp: 5 ~ 16V
  - Màn hình LCD I2C
- Loại: LCD 16x2 có module I2C
- Điện áp hoạt động: 5V
- Chức năng: Hiển thị trạng thái hệ thống và các cảnh báo.
  - Buzzer
- Loại: Chủ động (Active)
- Điện áp hoạt động: 5V
- Tín hiệu điều khiển: Digital từ Arduino.
- Chức năng: Phát âm thanh cảnh báo khi phát hiện nguy hiểm.
  - Nút nhấn và nút khẩn cấp
- Loại: Tactile button
- Điện áp hoạt động: 5V
- Chức năng: Cho phép người dùng kích hoạt/tắt hệ thống thủ công hoặc gửi tín hiệu khẩn.

### 3.4 Những vấn đề trong thiết kế hệ thống (System Design Issues)

- Ràng buộc (Constraints):

STT	Ràng buộc
1	Hệ thống phải hoạt động ổn định ở mức 5V, trong khi module SIM cần dòng lớn và ổn định, gây khó khăn khi cấp nguồn chung.
2	Arduino Nano có số chân I/O hạn chế, không thể mở rộng nhiều cảm biến hoặc thiết bị ngoại vi nếu không dùng bộ mở rộng.
3	Hệ thống cần được thiết kế với chi phí thấp, phù hợp ứng dụng gia đình hoặc dân dụng, hạn chế dùng phần cứng phức tạp.
4	Thiết bị phải nhỏ gọn, dễ lắp đặt trong môi trường nhà ở, văn phòng, nên không được quá cồng kềnh.

- Những vấn đề về chức năng (Functional Issues):

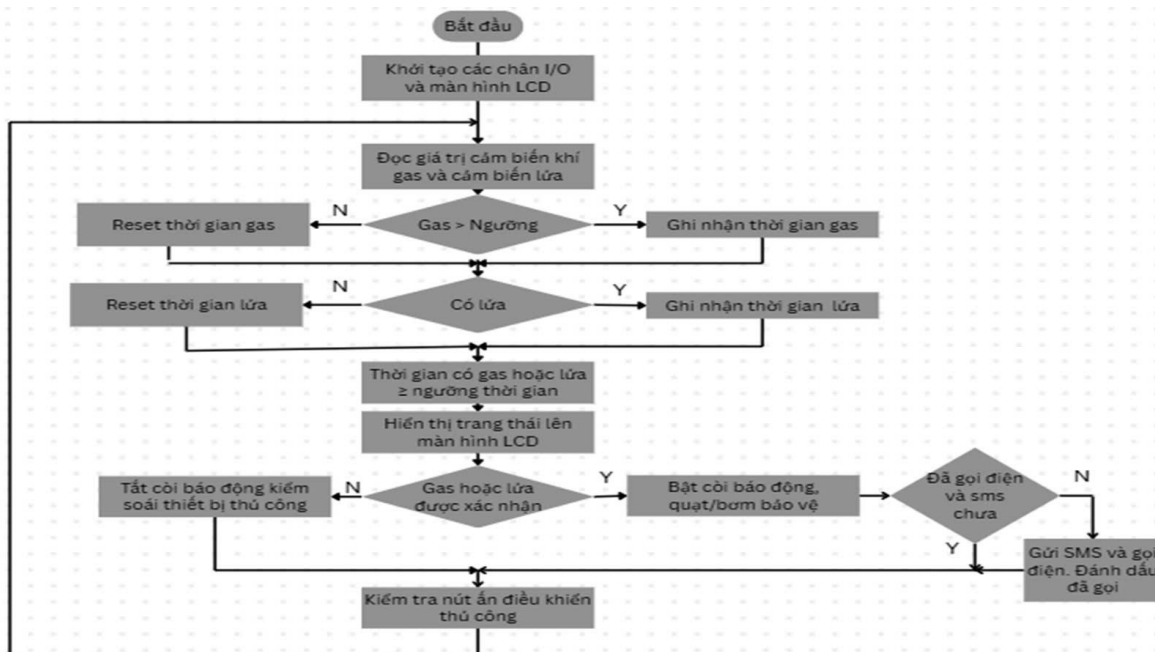
STT	Ràng buộc
1	Cần phân biệt giữa tín hiệu cảnh báo thật và nhiễu (như khói nấu ăn, ánh sáng đèn).
2	Khi phát hiện nguy hiểm, hệ thống phải đồng thời kích hoạt còi, relay, gửi SMS và hiển thị LCD mà không xung đột.
3	Người dùng cần thao tác dễ dàng với nút nhấn, đọc trạng thái hệ thống trên LCD một cách rõ ràng.

- Vấn đề thời gian thực (Real-time Issues):

STT	Ràng buộc
1	Hệ thống cần phản ứng tức thời khi phát hiện khói hoặc lửa để đảm bảo an toàn.
2	Module SIM có thời gian gửi tin nhắn từ 2–5 giây, trong khi cảnh báo cần được phát hiện và kích hoạt ngay lập tức.
3	Màn hình cần hiển thị ngay trạng thái "Cảnh báo cháy" hay "Bình thường" một cách nhanh chóng khi tín hiệu thay đổi.

### 3.5 Đặc tả phần mềm (Software Specification)

- Lưu đồ giải thuật



- Hàm chính trong chương trình

Tên hàm	Chức năng
setup()	Cấu hình ban đầu cho các thiết bị: LCD, chân I/O, mô-đun SIM, hiển thị thông báo khởi động
loop()	Vòng lặp chính: đọc cảm biến, xử lý cảnh báo, điều khiển relay, hiển thị LCD, gửi SMS và gọi điện

- Xử lý module SIM A7680C

Tên hàm	Chức năng
sendSMS(String message)	Gửi tin nhắn SMS với nội dung cảnh báo đến số điện thoại đã cấu hình
callNumber(String number)	Thực hiện cuộc gọi điện thoại đến số đã cấu hình

- Đọc và xử lý cảm biến

Tên hàm	Chức năng
<code>analogRead(MQ2_PIN)</code>	Đọc tín hiệu analog từ cảm biến khí gas MQ2
<code>digitalRead(FLAME_PIN)</code>	Đọc tín hiệu từ cảm biến lửa (LOW = có lửa)
Xử lý <code>gasStartTime</code> và <code>flameStartTime</code>	Ghi nhận thời gian phát hiện khí gas hoặc lửa liên tục trong 5 giây để tránh cảnh báo sai

- Hiển thị trên màn hình LCD

Tên hàm	Chức năng
<code>lcd.setCursor(x, y)</code>	Di chuyển con trỏ tới vị trí x dòng y trên LCD
<code>lcd.print(...)</code>	In thông tin như giá trị khí gas, trạng thái lửa, thông báo gọi/SMS
<code>lcd.clear()</code>	Xoá toàn bộ màn hình LCD

- Điều khiển thiết bị ngoại vi

Tên hàm	Chức năng
<code>digitalWrite(RELAY1_PIN, LOW)</code>	Bật quạt khi phát hiện gas hoặc khi người dùng bật thủ công
<code>digitalWrite(RELAY2_PIN, LOW)</code>	bật bơm khi phát hiện lửa hoặc người dùng bật thủ công
<code>digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH)</code>	Bật còi báo khi phát hiện gas hoặc lửa



- Xử lý nút nhấn điều khiển thủ công

Tên hàm	Chức năng
digitalRead(BUTTON_FAN)	Đọc nút điều khiển quạt thủ công
digitalRead(BUTTON_PUMP)	Đọc nút điều khiển bơm thủ công
fanManual, pumpManual	Cờ bật/tắt quạt và bơm thủ công (nếu không có cảnh báo)