



**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE
ET POPULAIRE**

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITÉ DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
HOUARI BOUMÉDIENE**



Faculté de Génie Électrique

Filière : Electronique

Spécialité : instrumentation

**Réalisation d'un Détecteur de d'incendie Basé sur Les
Capteurs de Gaz MQ2 ET MQ5**

Proposé par :

Prof. ATTARI Mokhtar

Réalisées par :

Groupe #SG1

Réf :P.1.2

Chef de projet	MAHMOUDI Mouhamed Riad
MEMBRE 1	AZAZ Sabrine
MEMBRE 2	FERHAT Fatma
MEMBRE 3	MEDDAHI Amira
MEMBRE 4	KEMMOUCHE Sabrina
MEMBRE 5	IHAMOUINE Younes

Année universitaire : 2024/2025

Table des matières

Introduction générale :	5
I.1. Introduction :	6
I.2. Qu'est-ce qu'un incendie	6
I.3. Le triangle de feu	6
I.4. Les principales causes d'incendie	7
I.4.1. Les installations électriques défectueuses	7
I.4.2. Les bougies et cigarettes mal éteintes	7
I.4.3. Les appareils de chauffage défectueux ou mal utilisés	8
I.4.4. La cuisson sans surveillance (feu de cuisine)	8
I.4.5. Les produits inflammables mal stockés	9
I.4.6. Les actes volontaires (incendie criminel)	9
I.5. Conséquences des Incendies	9
I.6. Système de détection d'incendie (SDI)	10
I.7. Types de détecteurs d'incendie	10
I.7.1. Détection de gaz :	11
a. Détecteur de gaz infrarouge	11
b. Détecteur de gaz catalytique	11
I.7.2. Détecteurs de fumée :	12
a. Détecteur de fumée à ionisation	12
b. Détecteur optique à diffusion de lumière	12
I.7.3. Détecteurs de flamme :	13
a. Détecteurs de flamme infrarouge (IR)	13
b. Détecteurs de flamme ultraviolet (UV)	13
c. Détecteurs combinés UV/IR	13
I.7.4. Détecteurs de chaleur :	13
I.8. Série de capteurs de gaz MQ	14
I.8.1. Qu'est-ce que le capteur de gaz MQ-2 ?	14
I.8.2. Qu'est-ce que le capteur de gaz MQ-5 :	15
I.9. CONCLUSION	15
II.1 Introduction	17
II.2 Matériels	17
II.2.1 ESP 32	17
II.2.2. Capteur MQ2	19
II.2.3 Capteur MQ5	19
II.2.4 Buzzer	20

II.2.5 Régulateur LM7805	20
II.2.6 Résistances et Condensateur	21
II.3 Logiciels utilisé	21
II.3.1 Arduino IDE	21
II.3.2 Logiciel Easy EDA	22
II.3.3 Application BLYNK	23
II.3 Conclusion	23
III .1. Le développement du projet	25
III .1.1 Analyse des besoins	25
III .1.2 Choix des composants	25
III .1.3 Conception du schéma électronique	25
III .1.4 Développement logiciel Programmation dans l'IDE Arduino	28
III .1.5 Application mobile	30
III .1.6 Réalisation du prototype	32
III .1.7 Conception du boîtier	32
III .1.8 Intégration finale	32
III .1.9 Documentation et présentation	32
III .2 Stratégie de Test	32
III .2.1 Carte ESP32	32
III .2.2 Capteur MQ2 (fumée, GPL, méthane)	32
III .2.3 Capteur MQ5 (gaz naturel, butane, hydrogène)	33
III .2.4 Résistances	34
III .2.5 LED	34
III .2.6 Buzzer	34
III .3 Conclusion	34
Conclusion Général	35

Chapitre I

Généralité sur l'incendie et les systèmes anti-incendie

Introduction générale :

La sécurité incendie constitue aujourd'hui un enjeu majeur aussi bien dans les habitations que dans les établissements industriels ou publics. La détection précoce des départs de feu permet de limiter les dégâts matériels, de sauver des vies humaines et de faciliter l'intervention rapide des secours. Dans cette optique, les systèmes de détection d'incendie n'ont cessé d'évoluer pour devenir plus performants, plus sensibles et plus accessibles.

Parmi les technologies utilisées pour la détection d'incendie, les capteurs de gaz occupent une place importante. Ils permettent de repérer rapidement la présence de gaz inflammables, de fumée ou de vapeurs nocives, souvent présents lors d'un début d'incendie. Les capteurs MQ2 et MQ5 sont particulièrement adaptés à cet usage.

Dans le cadre de notre projet, nous nous sommes intéressés à cette problématique. Nous avons cherché à trouver une solution pratique permettant de détecter les signes avant-coureurs d'un incendie. La solution retenue consiste à réaliser un dispositif autonome basé sur des capteurs de gaz (MQ2 et MQ5), capable de détecter la présence de fumée ou de gaz inflammables et d'émettre une alerte immédiate afin de permettre une réaction rapide.

Afin d'assurer une bonne gestion des alarmes et d'optimiser les actions d'extinction, nous avons également intégré une centrale de commande chargée de superviser l'ensemble du processus.

Pour mener à bien notre travail, nous avons structuré notre rapport en trois chapitres :

- Le premier chapitre est consacré aux généralités sur l'incendie et les systèmes anti-incendie, en abordant notamment les risques d'incendie ainsi que les différents dispositifs de détection existants.
- Le deuxième chapitre présente les différents composants électroniques et logiciels utilisés pour la réalisation de notre projet, accompagnés d'une explication détaillée de leur fonctionnement.
- Enfin, dans le troisième chapitre, nous décrirons toutes les étapes de la réalisation pratique de notre système de détection d'incendie, en partageant nos remarques, nos observations et les résultats obtenus.

I.1. Introduction :

Chaque année, de nombreux incendies se déclarent aussi bien dans les milieux professionnels que dans les habitations privées, provoquant des pertes humaines, matérielles et économiques parfois considérables. Face à ce risque omniprésent, la mise en place de mesures de protection efficaces s'impose comme une nécessité incontournable.

Dans ce chapitre, nous allons nous intéresser à deux aspects fondamentaux pour mieux cerner cette problématique :

1. Les généralités sur l'incendie.
2. Les systèmes de détection d'incendie.

I.2. Qu'est-ce qu'un incendie :

Un incendie est une combustion incontrôlée, à la fois dans le temps et dans l'espace. La combustion correspond à une réaction chimique d'oxydation, où un combustible réagit avec un comburant, en présence d'une source d'énergie pour démarrer le processus. Pour qu'un feu se déclare, trois éléments sont indispensables : un combustible, un comburant et une source d'énergie. Ce principe est représenté par le « triangle du feu », un symbole couramment utilisé pour illustrer l'interdépendance entre le combustible, l'oxydant et la chaleur.

I.3. Le triangle de feu :

Le triangle du feu est un modèle fondamental qui permet de comprendre les éléments indispensables au déclenchement de la plupart des incendies. Il décrit la combustion sans flammes, contrairement au tétraèdre du feu qui, lui, représente la combustion accompagnée de flammes. Pour qu'un incendie puisse se déclarer, trois conditions doivent être réunies simultanément : la présence d'un combustible, d'un comburant et d'une source d'inflammation. Le combustible est une matière inflammable qui peut se présenter sous forme solide (bois, charbon, papier), liquide (essence, alcool) ou gazeuse (butane, propane). Le comburant, quant à lui, est un agent chimique, comme l'oxygène de l'air ou certains peroxydes, qui permet la combustion en se combinant avec le combustible. Enfin, une source d'inflammation, telle qu'une flamme, une étincelle ou une décharge électrique, fournit l'énergie nécessaire pour initier la réaction chimique de combustion.

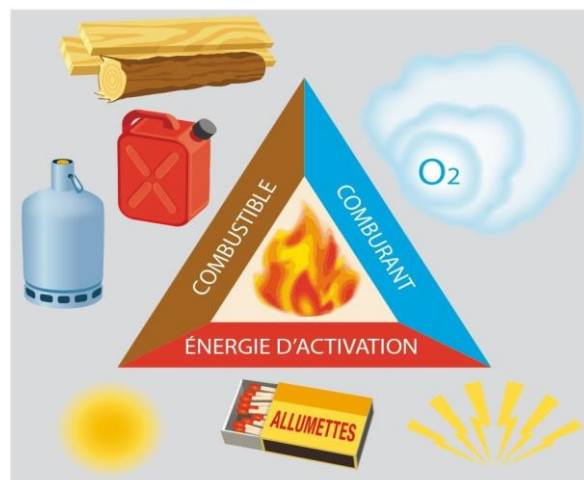


Figure I .1 : Le triangle de feu.

I.4. Les principales causes d'incendie :

Les incendies domestiques ou industriels sont des accidents qui peuvent causer d'importants dégâts matériels, des pertes humaines, et des conséquences environnementales graves. Dans la majorité des cas, ces incendies peuvent être prévenus par une bonne connaissance des risques et une vigilance quotidienne.

Cette fiche présente les principales causes d'incendie, afin de sensibiliser le public aux comportements à risque et aux mesures de prévention.

I.4.1. Les installations électriques défectueuses :

Les fils dénudés, les prises surchargées ou les appareils électroménagers en mauvais état peuvent générer des étincelles ou provoquer une surchauffe, menant à un incendie.

Exemples :

- Multiprises surchargées
- Vieux câblages dans les bâtiments
- Appareils laissés branchés trop longtemps

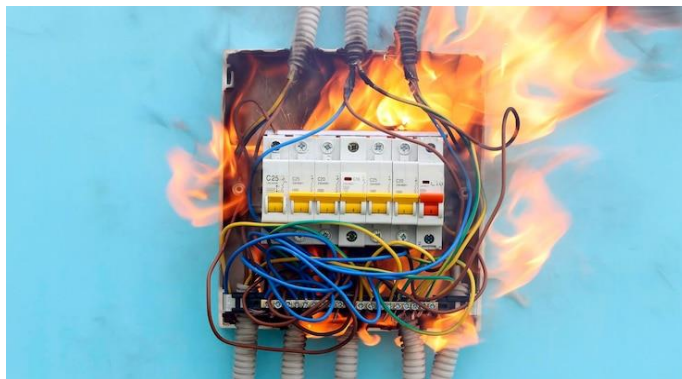


Figure I .2 : Les installations électriques défectueuses

I.4.2. Les bougies et cigarettes mal éteintes :

Une cigarette jetée encore allumée ou une bougie laissée sans surveillance peut enflammer rapidement des tissus (rideaux, lits, canapés).

Exemples :

- Dormir en fumant
- Oublier une bougie allumée près d'un rideau



Figure I .3 : Les bougies et cigarettes mal éteintes

I.4.3. Les appareils de chauffage défectueux ou mal utilisés :

Explication

Les radiateurs et chauffages électriques peuvent surchauffer ou être mal placés (trop proches de matières inflammables), ce qui peut déclencher un feu.

Exemples :

- Chauffage d'appoint près d'un rideau ou canapé
- Appareil sans protection contre la surchauffe

I.4.4. La cuisson sans surveillance (feu de cuisine) :

Les huiles de cuisson peuvent atteindre leur point d'auto-inflammation. Une friteuse ou une poêle oubliée sur le feu peut rapidement prendre feu.

Exemples :

- Huile laissée trop longtemps à chauffer
- Oublier une casserole sur le gaz



Figure I. 4 : Oublier une casserole sur le gaz

I.4.5. Les produits inflammables mal stockés :

Des solvants, peintures, ou carburants entreposés dans un lieu mal ventilé ou exposés à une source de chaleur peuvent provoquer une explosion ou un incendie.

Exemples :

- Essence stockée près d'une source de chaleur
- Aérosols exposés au soleil



Figure I. 5 : Essence stockée près d'une source de chaleur

I.4.6. Les actes volontaires (incendie criminel) :

L'incendie criminel (ou feu volontaire) est causé intentionnellement par une personne, souvent pour des raisons de vengeance, de vandalisme, ou de fraude à l'assurance.

Exemples :

- Feux de poubelles
- Incendie de véhicules ou de bâtiments



Figure I. 6 : Les actes volontaires

I.5. Conséquences des Incendies :

Un incendie non maîtrisé a des impacts graves et multiples :

1. Humaines :

- Morts et blessures (étouffement par fumée, brûlures).
- Choc psychologique pour les survivants.

2. Économiques :

- Destruction de bâtiments, machines et stocks.
- Coûts énormes (reconstruction, perte d'activité).

3. Environnementales :

- Pollution (air, eau, sols).
- Dégradation des forêts et biodiversité.

4. Juridiques/Assurantielles :

- Amendes et poursuites
- Hausse des assurances.

I.6. Système de détection d'incendie (SDI) :

Un système de détection automatique d'incendie (SDI) a pour objectif de déceler et de signaler le plus rapidement possible le début d'un incendie. Il permet ainsi de réduire le délai de mise en œuvre de mesures adéquates de lutte contre l'incendie et d'en limiter les conséquences.

Un SDI est constitué au minimum de détecteurs automatiques d'incendie ou de déclencheurs manuels et d'un équipement de contrôle et de signalisation (ECS).

L'incendie est décelé par l'intermédiaire de détecteurs automatiques d'incendie, sensibles à une combinaison de phénomènes liés à l'incendie tels que flamme, fumée, chaleur, gaz. Le dispositif électrique automatique de commande et de temporisation (DECT) permet la gestion complète du système d'extinction automatique d'incendie, qu'il soit à gaz, mousse, eau ou brouillard d'eau (type déluge)

En cas de feu, le détecteur envoie un signal à une centrale de détection incendie (ECS). L'ECS transforme ce signal en une information claire pour l'exploitant. La centrale de détection incendie permet également de mettre en œuvre d'autres organes, essentiels pour la mise en sécurité (DECT,).

Les systèmes de détection incendie peuvent faire appel à des technologies d'équipement conventionnels ou adressables.

I.7. Types de détecteurs d'incendie :

Un détecteur est un dispositif conçu pour réagir lorsqu'il est influencé par un phénomène physique ou chimique précédant ou accompagnant un début d'incendie.

I.7.1. Détection de gaz :

Le détecteur de gaz est un élément clé dans la stratégie de sécurité d'un site industriel. Il est conçu pour déclencher une alarme lorsque l'atmosphère devient explosive ou toxique. Contrairement aux capteurs de processus, ces détecteurs surveillent l'ambiance générale d'un espace, sans interagir directement avec le procédé industriel.

a. Détecteur de gaz infrarouge

Ce type de détecteur repose sur le principe d'absorption sélective des rayonnements infrarouges (IR) par les molécules de gaz. Chaque gaz possède une bande de longueurs d'onde spécifique qu'il absorbe plus ou moins intensément.

Le détecteur utilise un faisceau infrarouge à double longueur d'onde :

- L'une est absorbée par le gaz ciblé (longueur d'onde absorbante),
- L'autre, très proche, est non absorbée et sert de référence.

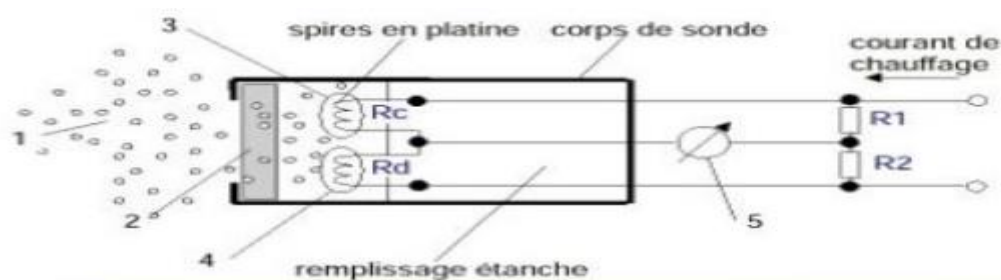
Ces rayons sont captés par un capteur IR, qui mesure l'intensité de l'absorption pour estimer la concentration de gaz dans l'air.

b. Détecteur de gaz catalytique

La détection repose sur un pont de Wheatstone, dont une branche contient deux résistances fixes, et l'autre deux résistances variables appelées perles catalytiques. Ces perles, constituées de fil de platine enrobé d'un catalyseur mélangé à de l'alumine, présentent une forte porosité, augmentant la surface de réaction.

- Une perle est active : elle réagit avec les gaz.
- L'autre est passivée par un revêtement mince qui la rend insensible au gaz, tout en restant sensible aux variations de température, humidité et pression.

Les deux perles étant exposées aux mêmes conditions environnementales, leur différence de comportement permet d'obtenir une détection fiable, compensée des variations ambiantes.



Description

- 1 mélange gazeux air+gaz inflammable à mesurer,
- 2 métal fritté (garantir l'antidéflagrance),
- 3 élément de compensation thermique (même résistivité que l'élément sensible)
- 4 élément de détection,
- 5 galvanomètre de mesure.

Figure I.7 : Le détecteur de gaz catalytique

I.7.2. Détecteurs de fumée :

Ces détecteurs réagissent aux produits de la combustion ou de la pyrolyse, tels que les particules solides en suspension et les aérosols.

a. Détecteur de fumée à ionisation

Il comprend une chambre d'ionisation formée par deux électrodes entre lesquelles une source radioactive émet un rayonnement qui ionise les molécules de l'air (oxygène, azote). Cela génère un courant électrique d'ionisation.

Quand de la fumée pénètre dans la chambre, elle interfère avec les ions, ce qui réduit l'intensité du courant. Cette variation est détectée par un circuit électronique qui déclenche l'alarme.

Deux variantes existent :

- Avec deux chambres d'ionisation : une chambre de mesure et une chambre de référence.
- Avec une seule chambre optimisée : la géométrie et les paramètres électriques sont conçus pour réduire l'impact des variations atmosphériques.

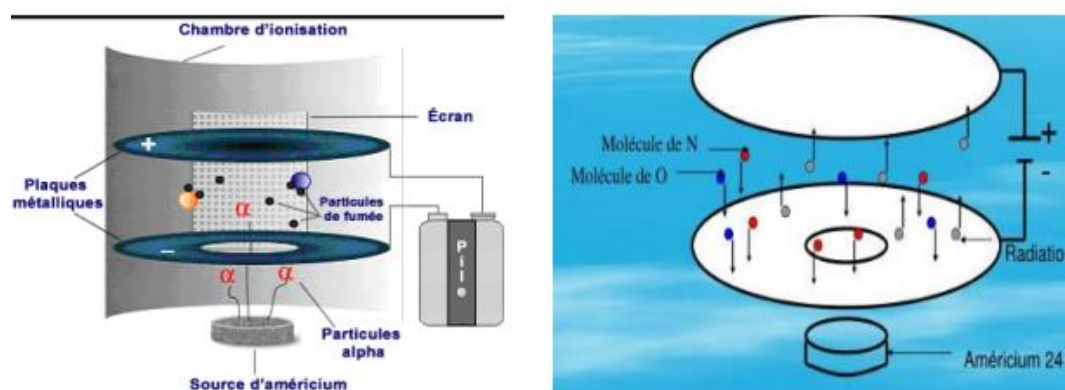


Figure I .8 : Principe de fonctionnement de détecteur de fumée à ionisation

b. Détecteur optique à diffusion de lumière

Ce détecteur repose sur le principe de diffusion lumineuse : lorsque des particules de fumée traversent un faisceau lumineux, elles diffusent la lumière vers une cellule photoélectrique. Cette cellule génère alors un signal électrique qui déclenche l'alarme.

Il est particulièrement efficace pour la détection de feux couvent dans les espaces réduits. Toutefois, cette technologie reste en phase d'amélioration et présente encore certaines limites de fiabilité.

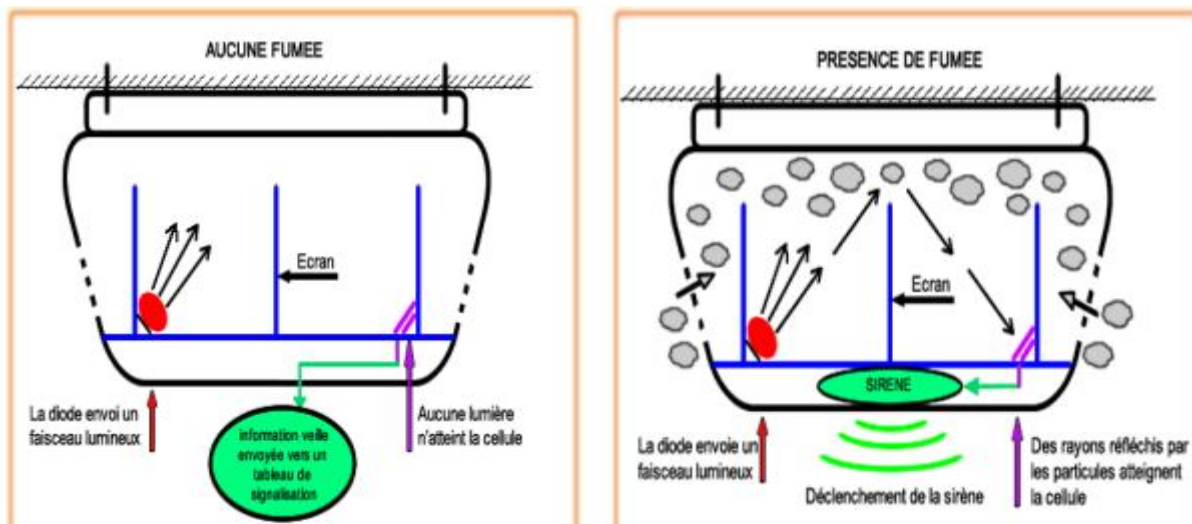


Figure I.9 : Détecteur de fumée optique à diffusion de lumière

I.7.3. Détecteurs de flamme :

Ces détecteurs réagissent au rayonnement électromagnétique émis par les flammes. On distingue trois types principaux :

a. Détecteurs de flamme infrarouge (IR)

Ils captent les rayonnements dans le proche infrarouge émis par une flamme. Le capteur transforme ce signal en impulsion électrique, déclenchant l'alarme.

b. Détecteurs de flamme ultraviolet (UV)

Basés sur le principe du photo-tube, ils détectent les photons UV émis par les flammes, les convertissant en signal électrique.

c. Détecteurs combinés UV/IR

Ces détecteurs associent les deux technologies (UV et IR), ce qui leur confère plusieurs avantages :

- **Haute sélectivité pour les feux d'hydrocarbures.**
- **Réduction significative des fausses alarmes.**
- **Temps de réponse très court (600 à 800 ms).**
- **Large angle de détection.**
- **Immunité élevée aux interférences.**

I.7.4. Détecteurs de chaleur :

Les détecteurs thermiques sont utilisés lorsque les détecteurs de fumée risquent de générer des fausses alarmes (présence de vapeur, poussière, etc.).

Ils déclenchent une alarme lorsque la température ambiante atteint un seuil prédéfini. Bien qu'il s'agisse d'une technologie ancienne, elle reste fiable et peu sensible aux chocs et vibrations.

Ces détecteurs sont recommandés pour les petits locaux clos, où la température reste stable. Toutefois, leur réactivité est limitée : ils ne se déclenchent qu'à un stade avancé de l'incendie. Pour cette raison, ils sont souvent utilisés en complément d'un autre type de détecteur.

I.8. Série de capteurs de gaz MQ :

Les capteurs de gaz de la série MQ sont des capteurs économiques et largement utilisés pour la détection de divers gaz dans l'air. Chaque capteur de la série est conçu pour détecter un ou plusieurs types de gaz spécifiques, comme le méthane, le propane, le butane, l'alcool, la fumée, le CO, le CO₂, le H₂, etc.

Un tableau regroupe généralement les modèles de la série et les gaz auxquels ils sont sensibles. Ces capteurs sont largement utilisés dans les systèmes de détection de gaz domestiques et industriels.

Modèle MQ	Gaz détectés principaux	Domaines d'application courants
MQ-2	GPL, propane, méthane, hydrogène, alcool, fumée	Détecteurs de fuite de gaz domestiques, capteurs de fumée
MQ-3	Alcool, éthanol, benzine	Éthylotests, détecteurs d'alcool, sécurité automobile
MQ-4	Méthane (CH ₄), gaz naturel (CNG)	Surveillance des fuites de gaz naturel
MQ-5	GPL, gaz naturel, charbon de bois, méthane, hydrogène	Détection de gaz multiples dans les foyers
MQ-6	GPL, butane, isobutane, propane	Détecteurs domestiques de GPL
MQ-7	Monoxyde de carbone (CO)	Détecteurs de CO, sécurité dans les parkings ou cuisines
MQ-8	Hydrogène (H ₂)	Stations H ₂ , applications industrielles
MQ-9	Monoxyde de carbone (CO), méthane (CH ₄), GPL	Détection de gaz dans les systèmes à combustion

I.8.1. Qu'est-ce que le capteur de gaz MQ-2 ?

Le MQ-2 est l'un des capteurs les plus populaires de la série MQ. Il est conçu pour détecter plusieurs gaz combustibles et fumées, notamment :

- **Le gaz de pétrole liquéfié (GPL),**
- **Le méthane (CH₄),**
- **Le propane (C₃H₈),**
- **L'hydrogène (H₂),**
- **L'alcool,**
- **La fumée.**

I.8.2. Qu'est-ce que le capteur de gaz MQ-5 :

Le MQ-5 est le capteur utilisé dans notre projet. Il s'agit d'un capteur de gaz polyvalent conçu pour détecter plusieurs types de gaz inflammables et vapeurs volatiles dans l'air, avec une plage de détection comprise entre 300 ppm et 10 000 ppm (parties par million).

Après calibration, le capteur MQ-5 est capable de détecter efficacement :

- **Le gaz de pétrole liquéfié (GPL),**
- **Le méthane (CH_4),**
- **L'alcool,**
- **L'hydrogène (H_2),**
- **Et les fumées diverses.**

I.9. CONCLUSION :

Ce chapitre traite des bases sur les incendies, en définissant leur nature et le triangle du feu. Il expose les principales causes et conséquences des incendies sur les personnes et les biens. Il présente ensuite les systèmes de détection d'incendie (SDI) et les différents types de détecteurs utilisés. La série de capteurs de gaz MQ est également abordée pour sa capacité à détecter les gaz inflammables. Ce chapitre met en avant l'importance de la prévention et de la détection précoce des incendies.

CAPITRE II

Matériels et logiciels utilisé

II.1 Introduction :

Ce chapitre présente les composants matériels et logiciels utilisés dans notre système de détection de gaz et d'incendie. Il s'appuie sur les capteurs MQ2 et MQ5 pour détecter les gaz et fumées, la carte ESP32 pour le traitement et la communication, et un buzzer pour l'alerte sonore. Le développement logiciel est réalisé avec Arduino IDE, tandis que la conception du schéma électronique et du circuit imprimé est effectuée avec EasyEDA.

II.2 Matériels :

II.2.1 ESP 32 :

L'ESP32 est un microcontrôleur populaire utilisé dans de nombreux projets électroniques. Il est basé sur une architecture à double cœur et offre une connectivité Wifi et Bluetooth intégrée. L'ESP32 est largement utilisé pour le développement d'applications IoT (Internet des objets) en raison de sa polyvalence et de sa puissance de traitement.

Ce microcontrôleur dispose également de suffisamment de mémoire pour stocker des programmes et des données. Il est équipé de mémoire flash intégrée, ce qui permet de stocker des informations importantes pour les projets, comme des configurations, des données de capteurs ou des fichiers de sauvegarde.

Alimentation et Contrôle Essentiels :

- VCC/3.3V : Alimentation positive (3.3V).
- GND : Masse (0V).
- EN (Enable) : Activation de la puce (actif-haut).
- GPIO0 : Sélection du mode de démarrage (important pour le flashage).
- RESET (RST) : Réinitialisation de la puce (actif-bas, souvent sur les cartes).

Communication Série (UART) :

- TX (GPIO1 ou autre) : Transmission de données série.
- RX (GPIO3 ou autre) : Réception de données série.

Communication Périphérique :

- I²C (Serial Data - SDA, Serial Clock - SCL) : Communication à deux fils pour périphériques lents (les broches exactes sont configurables, souvent GPIO21/GPIO22).
- SPI (MOSI, MISO, SCK, SS/CS) : Communication série rapide (plusieurs interfaces SPI, broches configurables).
- I²S (Data, Clock, Word Select) : Communication pour l'audio numérique (broches spécifiques selon l'interface).
- CAN/TWAI (TX, RX) : Communication robuste (broches spécifiques selon l'interface).

Entrée/Sortie Analogique :

- ADC (Analog Input Pins) : Lecture de tensions analogiques (nombreux canaux sur différents GPIOs).
- DAC (Analog Output Pins) : Génération de tensions analogiques (généralement 2 broches spécifiques).

Autres Fonctions Numériques :

- GPIO (General Purpose Input/Output) : Broches numériques configurables pour entrée ou sortie. La plupart peuvent également être utilisées pour :
 - PWM (Pulse Width Modulation) : Contrôle de la largeur d'impulsion.
 - Interrupts : Déclenchement d'actions logicielles sur changement d'état.
 - Touch Pins : Détection tactile capacitive (certaines broches).
 - RTC GPIO : Utilisation en basse consommation.

Broches Spécialisées :

- Hall Sensor Pins : Lecture du capteur à effet Hall intégré (sur certains modèles).
- JTAG Pins (TMS, TCK, TDI, TDO) : Débogage matériel avancé.

Points Clés à Retenir :

- Multiplexage : La plupart des GPIOs peuvent avoir plusieurs fonctions. Vous choisissez leur rôle dans votre code.
- Configuration : Les broches pour les interfaces comme I²C et SPI sont souvent configurables via le logiciel.
- Limitations : Certaines broches ont des usages réservés (comme la mémoire flash) ou des limitations spécifiques.
- Documentation : Consultez TOUJOURS la fiche technique de votre module ESP32 spécifique ou le schéma de brochage de votre carte de développement pour connaître les fonctions exactes et les limitations de chaque broche.

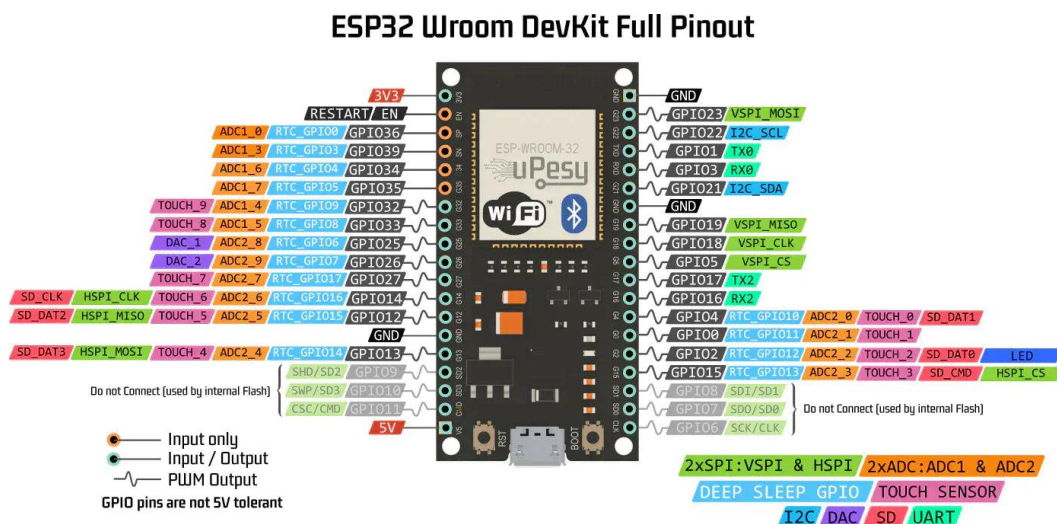


Figure II.1: Les broches (pins) de la carte ESP32.

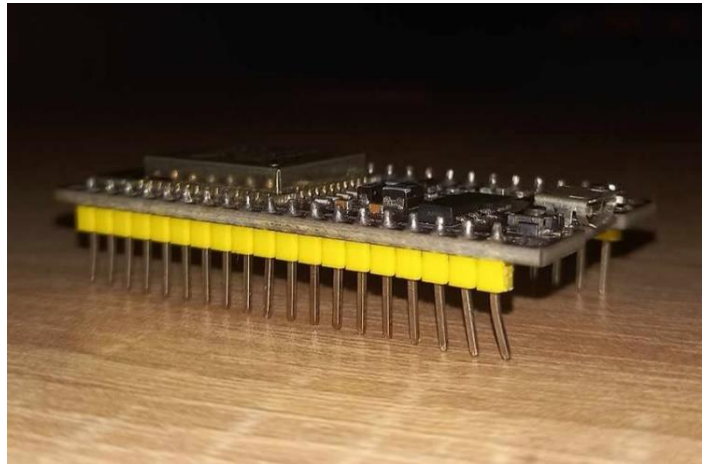


Figure II.2: La carte ESP 32.

II.2.2. Capteur MQ2 :

Le détecteur de fumée MQ-2, est un module de qualité de l'air, peut mesurer la concentration minimale d'hydrogène et de gaz hydrocarbures (propane, méthane, butane) dans l'air. Les détecteurs de gaz MQ-2 sont utilisés dans les projets de maison intelligente pour la détection rapide de gaz ou de fumée. Le détecteur fait partie de la famille de capteurs MQ, qui sont peu coûteux, simples à utiliser et à connecter au microcontrôleur Arduino EQP32 ...etc..

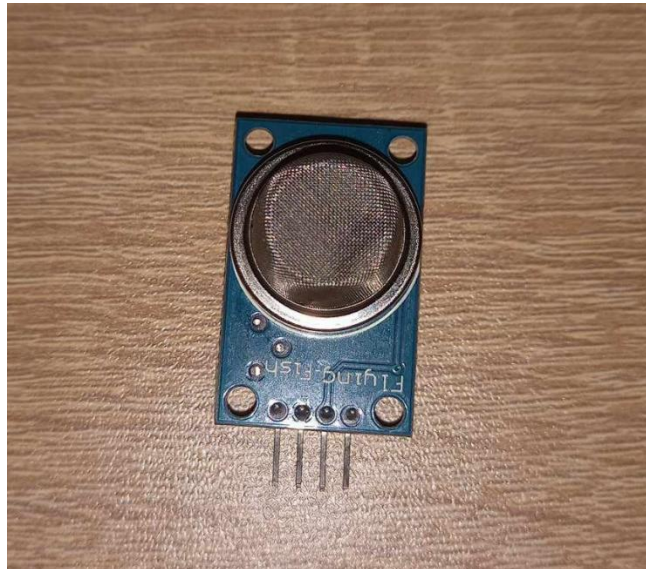


Figure II. 3 : Capteur MQ2.

II.2.3 Capteur MQ5 :

Le capteur utilisé dans notre projet est un module basé sur le capteur MQ-5, ce capteur permet de détecter du gaz ou de fumée à des concentrations de 300 ppm (parties par millions) à 10000 ppm. Après calibration, le MQ-5 peut détecter différents gaz comme le GPL (gaz de pétrole liquéfié), le méthane, l'alcool, l'hydrogène ainsi que les fumées. Il est conçu pour un usage intérieur à température ambiante.

Le MQ-5 doit être alimenté en 5V pour le capteur physico-chimique puisse atteindre sa température de fonctionnement. Il dispose d'une sortie analogique et d'un réglage de la sensibilité par potentiomètre.

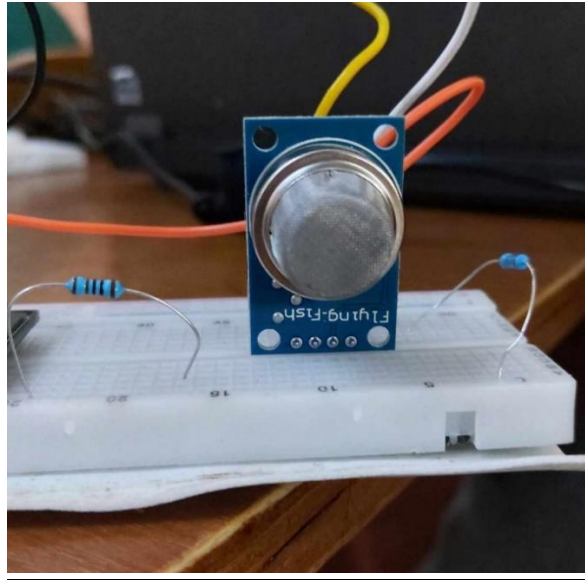


Figure II.4 : Capteur MQ5.

II.2.4 Buzzer :

Un buzzer est un composant électronique qui produit un signal sonore (un "bip") lorsqu'il est alimenté électriquement. Il existe deux types principaux de buzzers :

- Buzzer actif : Il contient un circuit oscillateur interne et émet un son simple lorsqu'une tension continue lui est appliquée.
- Buzzer passif : Il ne possède pas d'oscillateur interne et nécessite un signal électrique alternatif ou pulsé externe pour générer un son, ce qui permet de produire différents tons et mélodies.



Figure II.5 : Buzzer.

II.2.5 Régulateur LM7805 :

Le régulateur LM7805 est un composant électronique permettant de réduire et stabiliser une tension d'entrée plus élevée à une tension de sortie fixe de 5V. Dans notre projet, il est utilisé pour abaisser la tension d'alimentation afin d'alimenter en toute sécurité les composants comme l'ESP32, les capteurs MQ2 et MQ5, qui fonctionnent sous 5V. Il joue un rôle essentiel dans la protection du circuit contre les surtensions.

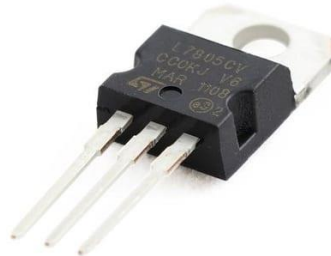


Figure II.6 : Régulateur LM7805.

II.2.6 Résistances et Condensateur :

Dans notre montage, nous avons utilisé des résistances de 1 K Ω et des condensateurs de 100 μ F pour améliorer la stabilité du circuit. Les résistances de 1 K Ω permettent de limiter le courant dans certaines parties du circuit, protégeant ainsi les composants sensibles. Les condensateurs de 100 μ F sont placés principalement à l'entrée et à la sortie du régulateur LM7805 afin de filtrer les variations de tension, réduire le bruit électrique et garantir une alimentation stable pour l'ensemble du système.

II.3 Logiciels utilisé :

II.3.1 Arduino IDE :

L'Arduino IDE (Integrated Development Environment) est un environnement de développement gratuit et open source, largement utilisé pour la programmation de cartes électroniques telles que les Arduino et autres cartes compatibles comme l'ESP32. Il offre une interface conviviale permettant d'écrire, compiler et téléverser facilement du code vers la carte via une simple connexion USB. L'IDE utilise un langage de programmation basé sur le C/C++, simplifié grâce à des bibliothèques prédéfinies qui facilitent la gestion des capteurs, des entrées/sorties, et des communications. Grâce à sa simplicité d'utilisation et sa large communauté, Arduino IDE est un outil incontournable pour développer rapidement des applications interactives, des prototypes électroniques et des systèmes embarqués, comme celui utilisé dans notre projet de détection de gaz et d'incendie.

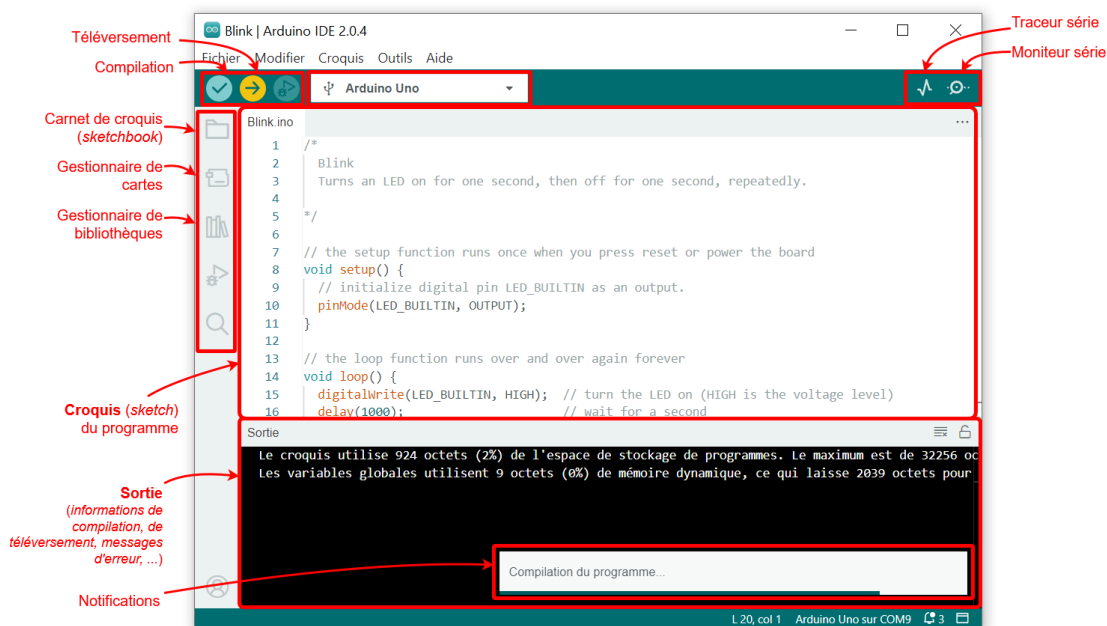


Figure II.7 : Le logiciel Arduino IDE.

II.3.2 Logiciel Easy EDA :

EasyEDA est un logiciel de conception électronique assistée par ordinateur (EDA) basé sur le web, conçu pour faciliter la création et la simulation de circuits électroniques. Il permet aux utilisateurs de dessiner des schémas électroniques, de concevoir des circuits imprimés (PCB), et même de simuler le comportement des circuits avant leur fabrication. L'un de ses grands atouts est sa plateforme en ligne, qui permet de travailler depuis n'importe quel navigateur sans installation, tout en facilitant la collaboration à distance. EasyEDA offre également une vaste bibliothèque de composants électroniques et une intégration directe avec des services de fabrication de PCB, ce qui accélère le passage de la conception à la production. Grâce à sa simplicité d'utilisation, il est particulièrement adapté aux étudiants, aux amateurs, ainsi qu'aux ingénieurs en électronique souhaitant prototyper rapidement.

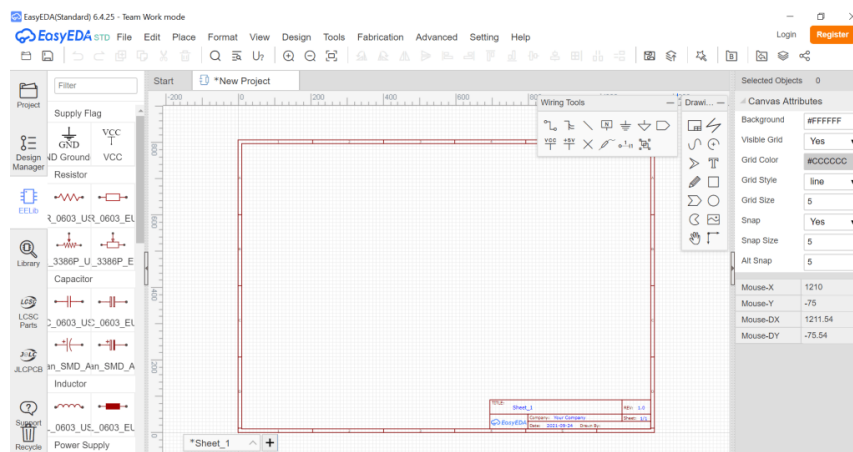


Figure II.8 : Le logiciel Easy EDA.

II.3.3 Application BLYNK :

Blynk est une application mobile multiplateforme conçue pour le contrôle et la surveillance à distance de projets IoT (Internet des Objets). Elle permet de créer facilement une interface utilisateur personnalisée pour interagir avec des microcontrôleurs comme l'ESP32 via une connexion Wi-Fi. Dans notre projet de détecteur de gaz et d'incendie, Blynk est utilisée pour surveiller en temps réel l'état du système et envoyer automatiquement des notifications sur un smartphone en cas de détection d'une fuite de gaz ou d'un début d'incendie, permettant ainsi une intervention rapide même à distance.

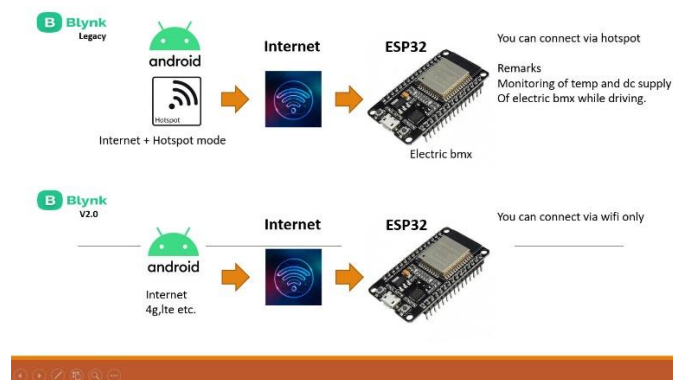


Figure II.9 : Application BLYNK.

II.3 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents composants matériels et outils logiciels utilisés pour la réalisation de notre système de détection de gaz et d'incendie. L'ESP32 a été choisi pour ses capacités de connectivité et de traitement, tandis que les capteurs MQ2 et MQ5 permettent une détection fiable des gaz. Le buzzer assure une alerte sonore immédiate. L'application Blynk permet une surveillance à distance efficace via smartphone. Pour la conception et la simulation du circuit, EasyEDA a été utilisé, et le développement du programme a été effectué sur Arduino IDE. L'intégration harmonieuse de ces éléments constitue la base technique solide de notre projet.

Chapitre III

Développement et Tests

III .1. Le développement du projet :

III .1.1 Analyse des besoins :

- Définition des objectifs fonctionnels : détection de gaz, alerte rapide, affichage mobile.

III .1.2 Choix des composants :

- Sélection du microcontrôleur ESP32-WROOM-32.
- Intégration des capteurs MQ2 et MQ5 pour détecter une large gamme de gaz.
- Ajout de composants de signalisation : LED et buzzer.

III .1.3 Conception du schéma électronique :

- Réalisation du schéma électrique avec EasyEDA.
- Prise en compte de l'alimentation (batterie 9V + régulateur LM7805), des entrées/sorties et des protections

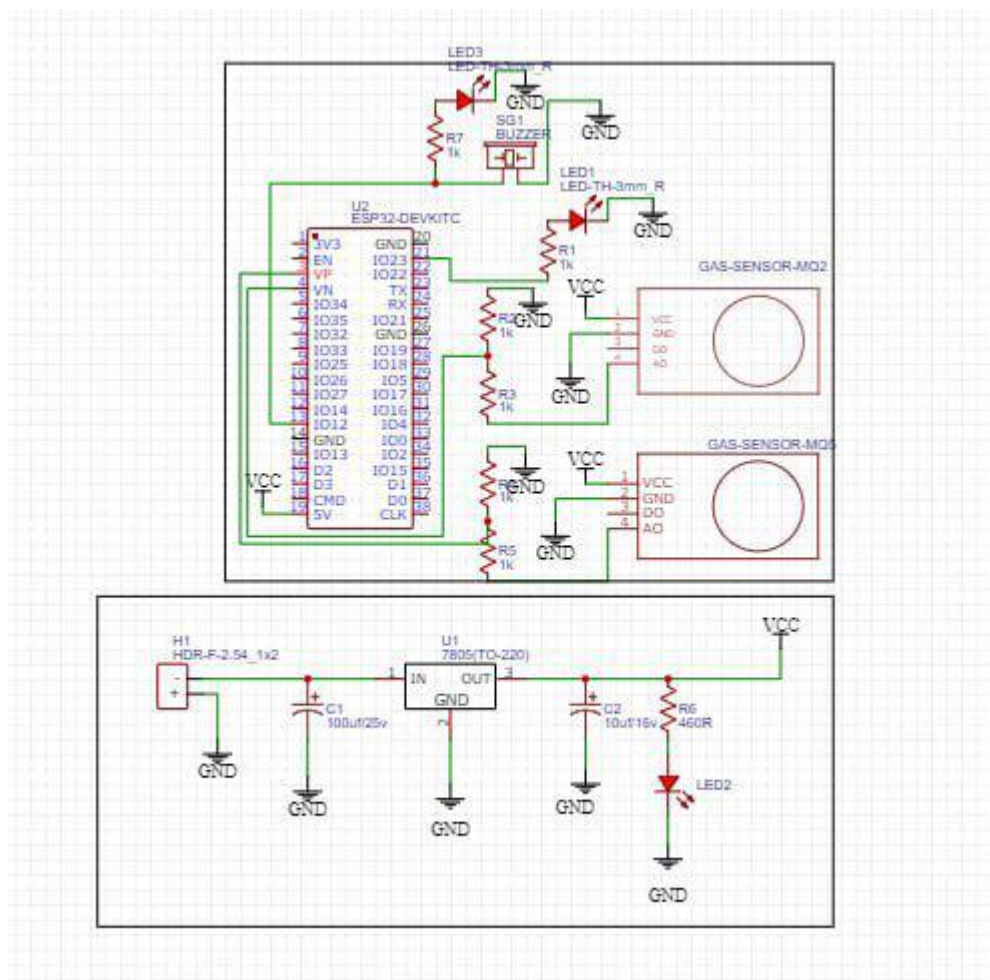


Figure III.1 : Electric circuit

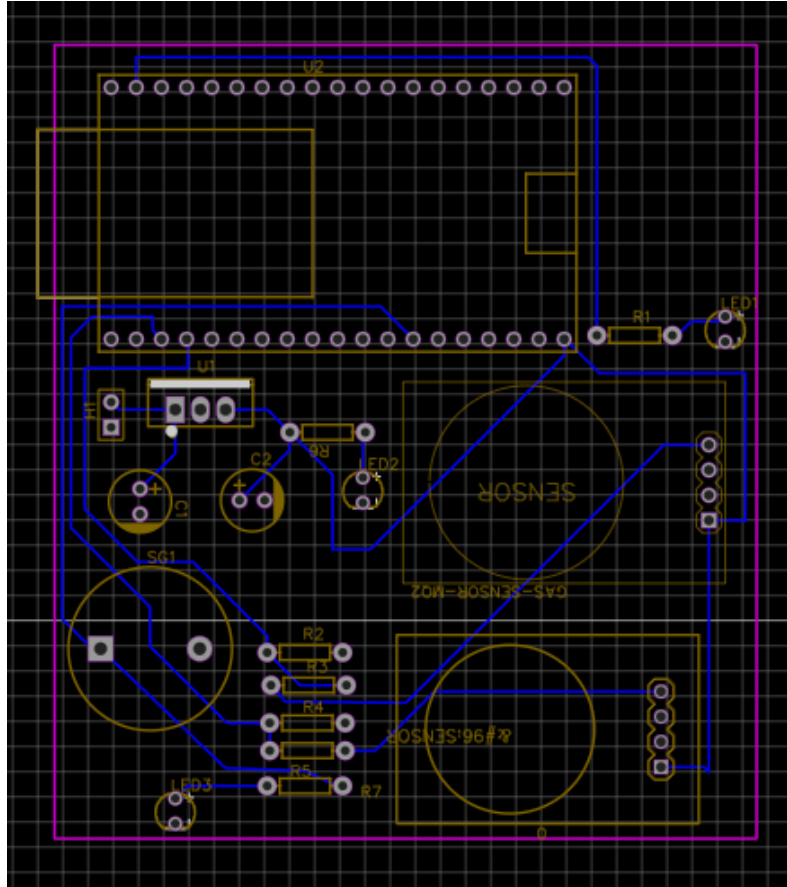


Figure III.2 : Conception du Circuit Imprimé (PCB) - Vue Détaillée

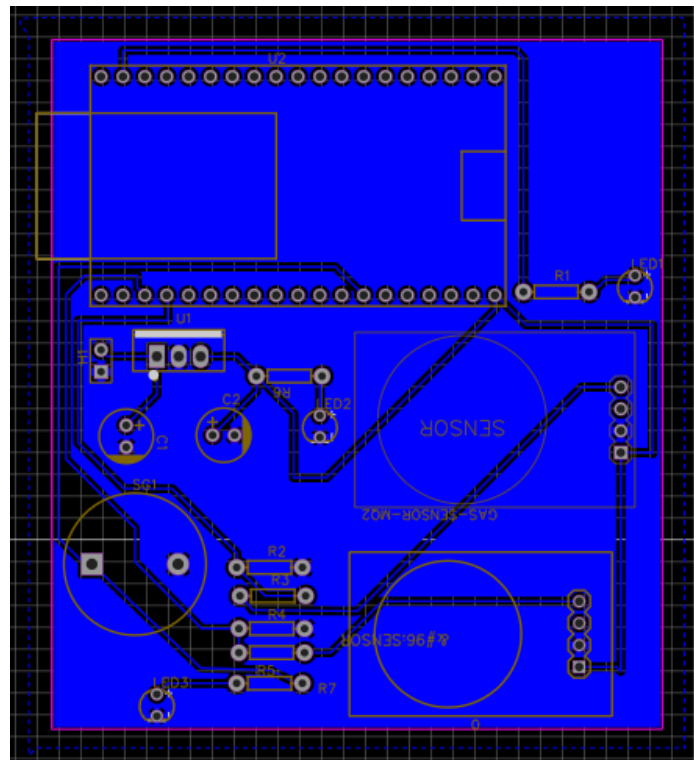


Figure III.3: Tracé des Pistes du Circuit Imprimé (PCB)

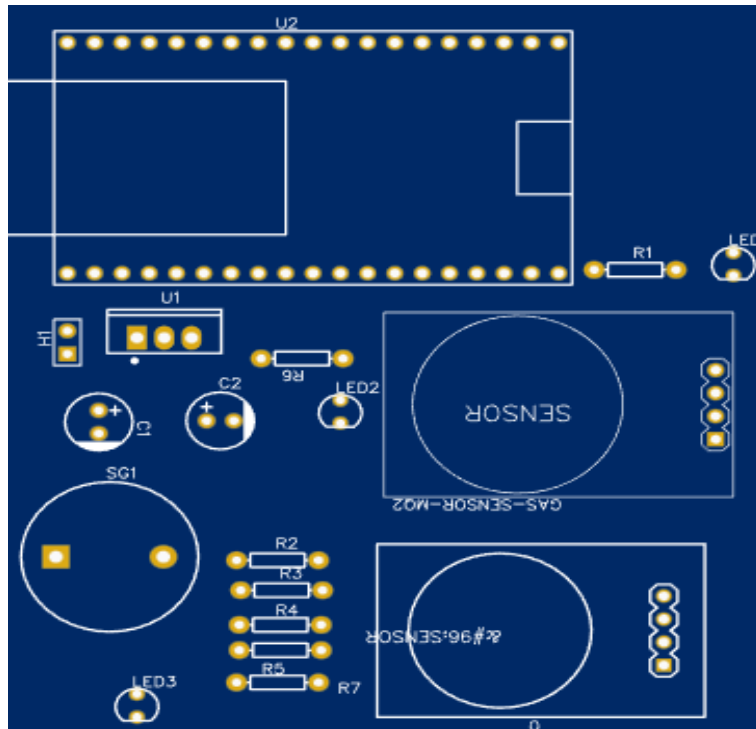


Figure III.4: Implantation des Composants (Top View)

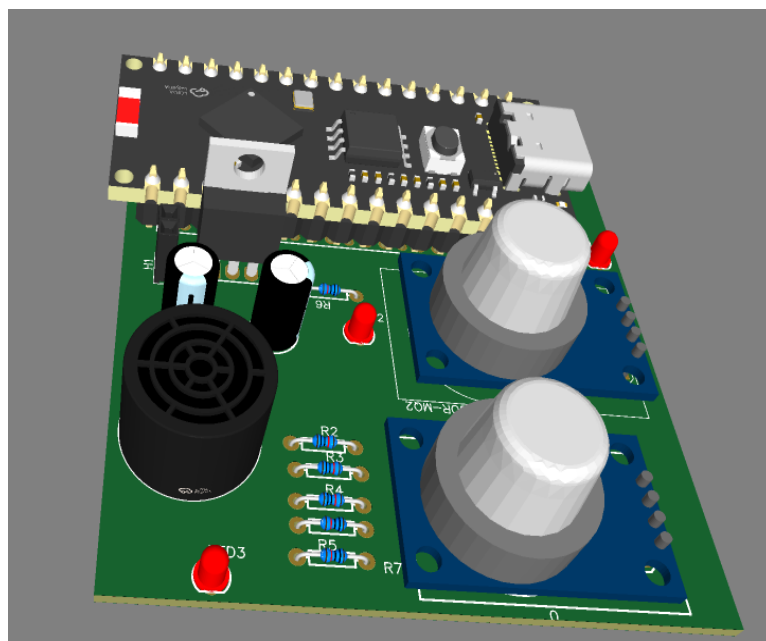


Figure III.5 : Vue 3D du Circuit Imprimé (PCB)

III .1.4 Développement logiciel Programmation dans l'IDE Arduino :

- Lecture des données analogiques des capteurs.
- Comparaison avec des seuils critiques.
- Activation automatique du buzzer et de la LED en cas de danger.
- Transmission des données via Wi-Fi à l'application mobile.

➤ **Voici le programme utiliser :**

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL2HZHup8Ct"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "mq2mq5"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN
"s9nXas8eZEufaglgRAW9IHZ0b6iDSmc0"

#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h> // Use this for ESP32
char ssid[] = "Galaxy F22D60D"; // Your WiFi SSID
char pass[] = "11211121"; // Your WiFi password

// === Pin definitions ===
#define BUZZER_PIN 14

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
  pinMode(36, INPUT); // MQ-5 analog pin
  pinMode(34, INPUT); // MQ-2 analog pin
  pinMode(23, OUTPUT); // LED or relay output
  Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass); // Connect to WiFi and
Blynk
}
```

```

void loop() {
    Blynk.run(); // Must be called frequently
    // Read gas sensor values
    int mq5value = analogRead(36); // MQ-5
    int mq2value = analogRead(34); // MQ-2
    // Display raw values
    Serial.print("mq5value: ");
    Serial.println(mq5value);
    Serial.print("mq2value: ");
    Serial.println(mq2value);
    // Convert ADC values to %
    int percentage5 = map(mq5value, 0, 4095, 0, 100);
    int percentage2 = map(mq2value, 0, 4095, 0, 100);
    // Display percentages
    Serial.print("MQ-5 : ");
    Serial.print(percentage5);
    Serial.println("%");
    Serial.print("MQ-2 : ");
    Serial.print(percentage2);
    Serial.println("%");
    // Send to Blynk virtual pins
    Blynk.virtualWrite(V36, percentage5); // MQ-5 on V0
    Blynk.virtualWrite(V34, percentage2); // MQ-2 on V1

```

```

// Trigger buzzer and LED if threshold exceeded
if (percentage5 > 40 || percentage2 > 40) {
    tone(BUZZER_PIN, 2000); // Turn on buzzer
    digitalWrite(23, HIGH); // Turn on LED
} else {
    noTone(BUZZER_PIN); // Turn off buzzer
    digitalWrite(23, LOW); // Turn off LED
}
delay(2000); // 2 second delay
}

```

III .1.5 Application mobile :

- Utilisation de blynk pour afficher en temps réel les valeurs des capteurs.
- L'application permet une visualisation continue des niveaux de gaz détectés (fumée, GPL, méthane, butane...).
- Permet de suivre les évolutions à distance, ce qui améliore la sécurité utilisateur.

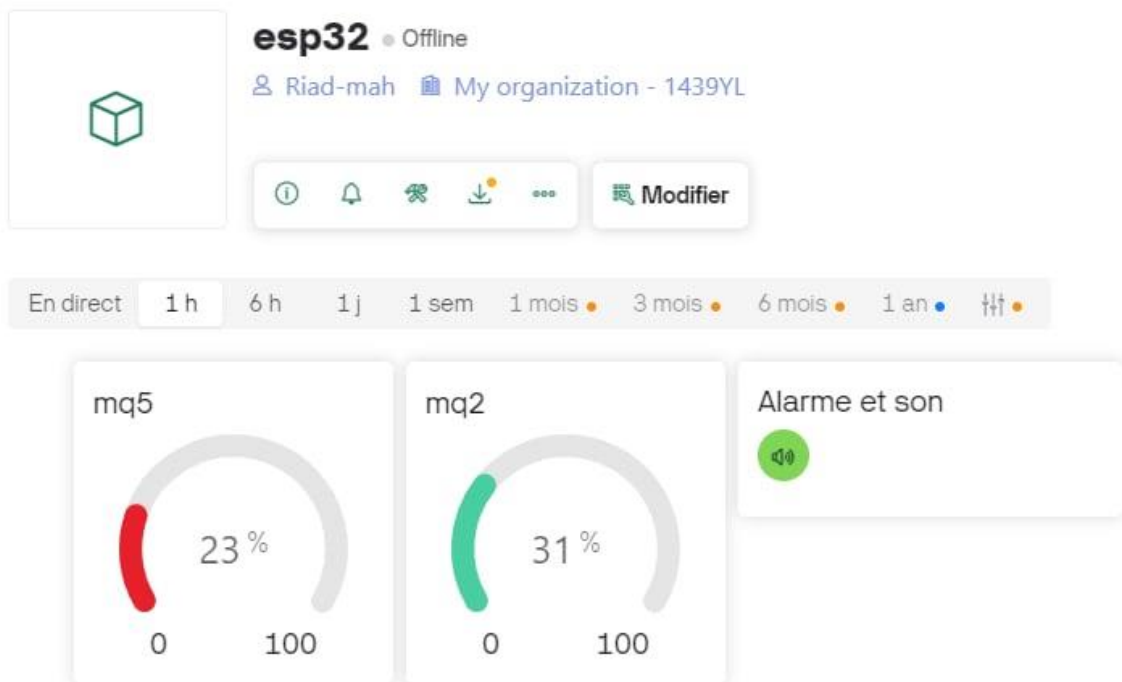


Figure III.6 : Interface de Application sur pc



Figure III.7: Interface de Application mobile

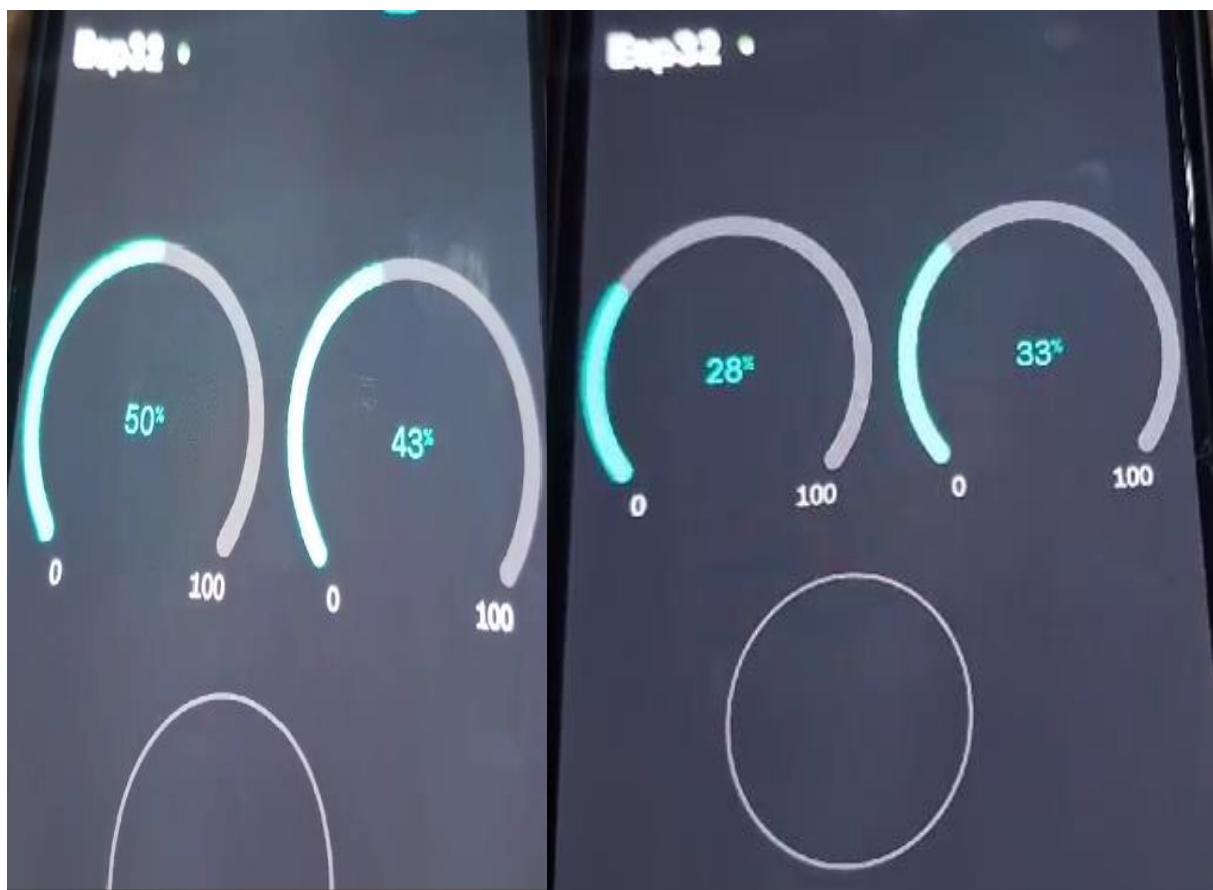


Figure III.8 : Detection de changement de gaz par application mobile

III .1.6 Réalisation du prototype :

- Montage complet sur plaque d'essai, puis sur PCB.
- Vérification des connexions et de la stabilité électrique.

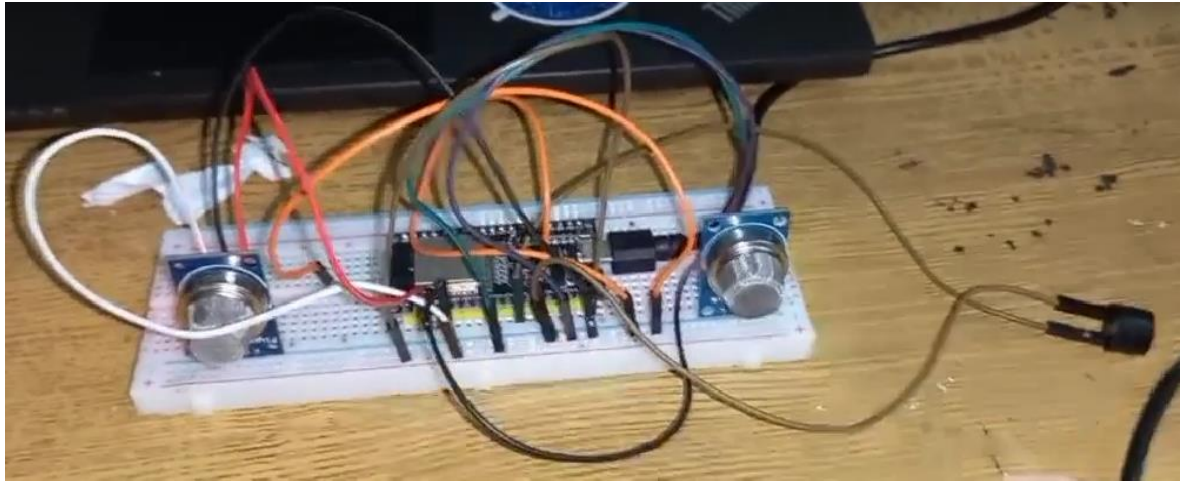


Figure III.9 : Montage complet sur plaque d'essai

III .1.7 Conception du boîtier :

- Fabrication d'un boîtier permettant une bonne ventilation pour les capteurs.
- Protection mécanique du circuit contre les chocs ou les projections.

III .1.8 Intégration finale :

- Assemblage définitif de tous les composants.
- Validation du système complet : détection, alerte, affichage mobile.

III .1.9 Documentation et présentation :

- Rédaction du rapport de projet.
- Préparation de la présentation finale incluant démonstration du fonctionnement.

III .2 Stratégie de Test :

Des tests unitaires ont été réalisés sur chaque composant afin de garantir leur bon fonctionnement :

III .2.1 Carte ESP32 :

Connexion à un PC via USB et chargement d'un code de test (clignotement LED) pour vérifier la communication avec l'IDE Arduino.

III .2.2 Capteur MQ2 (fumée, GPL, méthane) :

Test de lecture analogique (A0) en approchant une source de fumée. Observation des variations dans le moniteur série pour confirmer la détection.

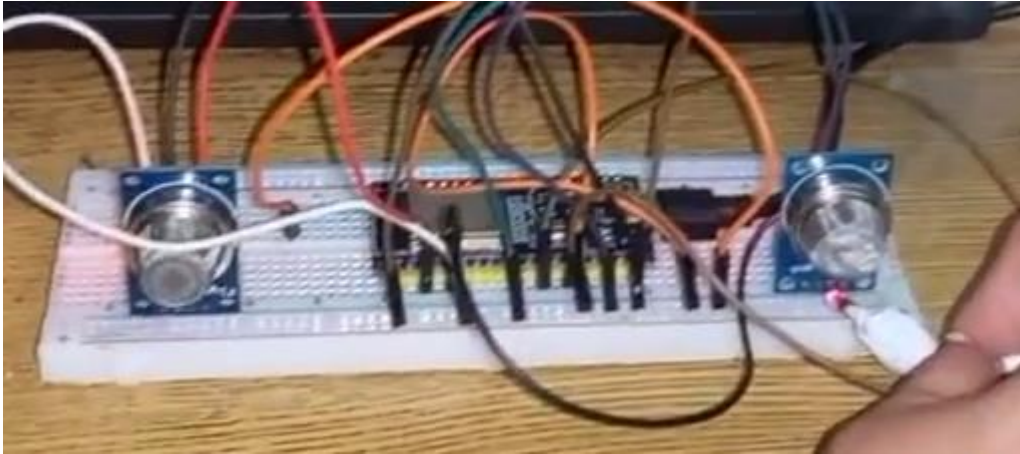


Figure III.10 : Test de détection de fumée à l'aide du capteur MQ2

III .2.3 Capteur MQ5 (gaz naturel, butane, hydrogène) :

Même méthode que pour le MQ5. Une source de gaz (briquet) a permis de valider sa sensibilité.

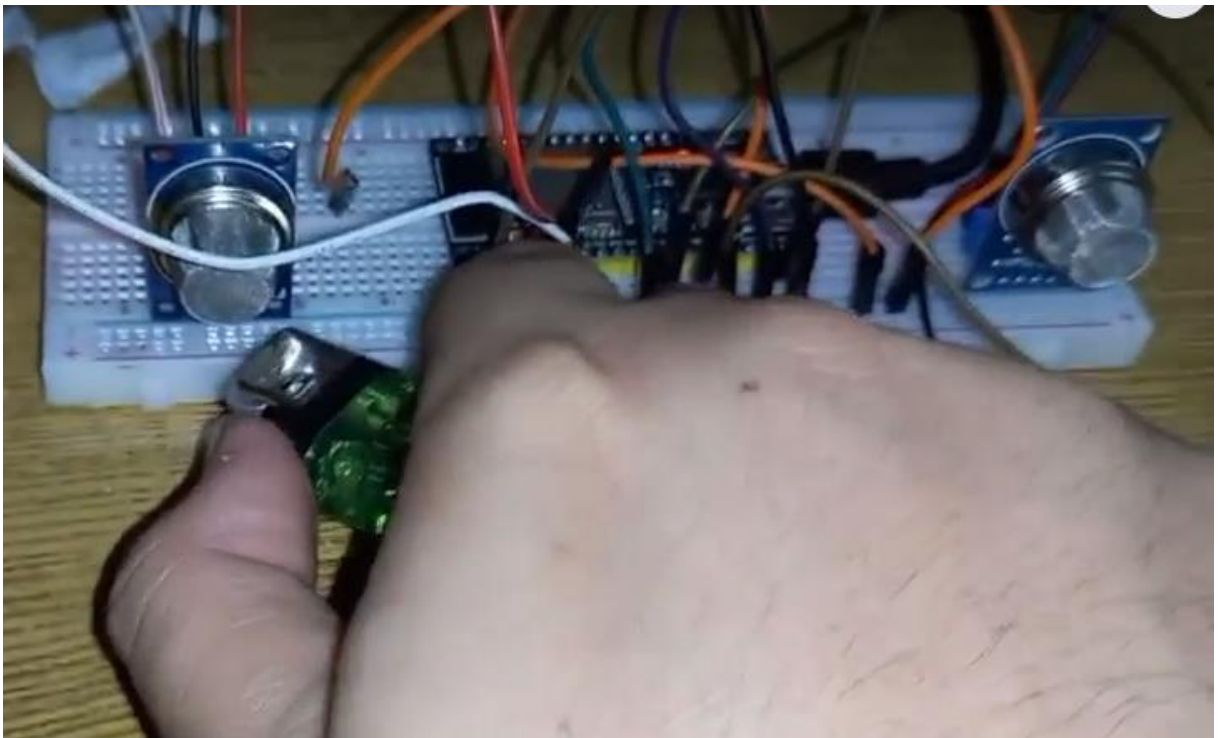


Figure III.11 : Test de détection de gaz (briquet) à l'aide du capteur MQ5

III .2.4 Résistances :

Vérifiées au multimètre avant intégration pour s'assurer de leur valeur correcte (1 k Ω).

III .2.5 LED :

Testée avec un programme de clignotement. Vérification de la polarité et de la présence de la résistance de limitation.

III .2.6 Buzzer :

Connecté à une sortie digitale de l'ESP32. Testé avec un code qui l'active lorsque les seuils de gaz sont dépassés.

III .3. Conclusion :

En conclusion, ce chapitre détaille la création d'un système de détection d'incendies fonctionnel, capable d'identifier rapidement les dangers et d'alerter l'utilisateur à distance. Le projet a permis de consolider les connaissances en électronique embarquée, programmation, conception de circuits imprimés et prototypage numérique, tout en développant des compétences en gestion de projet. Bien que la fabrication physique du PCB n'ait pas été finalisée en raison de contraintes logistiques

Ce travail nous a permis de :

- Comprendre le fonctionnement des capteurs de gaz,
- Maîtriser les outils de conception électronique (EasyEDA),
- Développer des compétences en programmation embarquée (Arduino IDE),
- Et intégrer des interfaces utilisateur simples mais efficaces.

Le système est fonctionnel, fiable, économique, et peut être amélioré pour une utilisation à plus grande échelle (ajout de réseau Wi-Fi, batterie rechargeable, boîtier robuste, etc.). Il répond à un réel besoin de sécurité dans les foyers et les environnements professionnels.

Conclusion Général :

Dans le cadre de ce projet, nous avons réalisé un système de détection d'incendies basé sur les capteurs MQ-2 et MQ-5, permettant l'identification rapide de fumées et de fuites de gaz inflammables. Grâce à l'intégration d'un microcontrôleur ESP32 et au développement d'une application mobile connectée via Wi-Fi, notre dispositif assure une alerte en temps réel, même à distance, renforçant ainsi la sécurité dans des espaces sensibles tels que les domiciles, cuisines, laboratoires ou établissements scolaires.

Ce travail a été mené en équipe, favorisant la collaboration, le partage des compétences et la résolution collective des problèmes techniques rencontrés. Il nous a permis de consolider nos connaissances en électronique embarquée, programmation, conception de circuits imprimés (PCB), et en prototypage numérique, tout en développant des compétences en gestion de projet et en communication technique.

Malgré la qualité de la conception électronique et logicielle, nous n'avons pas pu finaliser la fabrication physique du prototype (carte PCB), en raison de contraintes logistiques au niveau du laboratoire 2 ainsi que de la surcharge des circuits de prototypage dans les cités spécialisées. Toutefois, nous avons conçu et simulé intégralement le schéma électronique et la carte PCB en 2D et 3D, ce qui garantit la faisabilité de la fabrication.

Ce projet constitue une base solide pour un développement à plus grande échelle. Dans le cadre d'une entreprise ou d'une startup, plusieurs améliorations pourraient être envisagées, telles que :

- L'intégration d'un système de notification par SMS ou appel vocal via module GSM.
- L'ajout de capteurs supplémentaires (température, CO, CO₂, etc.) pour une détection multi-paramètres.
- La mise en place d'une plateforme cloud pour la surveillance continue des données et l'historique des alertes. La miniaturisation du dispositif pour une installation plus discrète et ergonomique.
- Une certification du système selon les normes de sécurité incendie pour le rendre commercialisable.

Ainsi, ce projet ne se limite pas à un simple prototype académique, mais présente un réel potentiel d'innovation dans le domaine de la sécurité intelligente.

Références :

- [1] Khelifa,fares.Lounici,Souriant.2019.Etude et réalisation d'un système anti-incendie .Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed
- [2] Dif,Lakhder.Toueti,Sidi Mohammed.2021_2022.Realisation d'un détecteur de flamme et du gaz CO.Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen
- [3] Chaouche,Roumaïssa.Kabkoub,Maroua.2023,2024.Study and realisation of a PID temperature controller for yogurt production.University of science and technology Houari Boumediene
- [4] <https://easyeda.com/fr>
- [5] <https://www.arduino.cc/en/software>
- [6] <https://blynk.io/>
- [7] <https://youtu.be/apORtm4jVxk?si=4SWDuHmkPZIPbUtm>
- [8] https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Frescue18.com%2Fle-feu-1-naissance-caracteristiques-et-classes_trashed%2F&psig=AOvVaw1-UltMzzrH711mybY4n4U&ust=1748090139283000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBUQjRxqFwoTCOijh7yxuY0DFQAAAAAdAAAAABAE
- [9] https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.upesy.fr%2Fblogs%2Ftutorials%2Fesp32-pinout-reference-gpio-pins-ultimate-guide&psig=AOvVaw2SFuUtbb5fcRfhjS_kNP&ust=1748090214796000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBUQjRxqFwoTCJCokN-xuY0DFQAAAAAdAAAAABAE
- [10] <https://www.mouser.com/datasheet/2/321/605-00008-MQ-2-Datasheet-370464.pdf?srltid=AfmBOopPpQudNXs3rWe9lqVKj4sl4fZvhHOgu2ErO4vyabq0qZlPVU-R>
- [11] https://files.seeedstudio.com/wiki/Grove-Gas_Sensor-MQ5/res/MQ-5.pdf
- [12] <https://pfi-securite-incendie.com/formation/le-triangle-du-feu-et-les-principes-d-extinction>