REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de **T**echnologie

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : ELECTRONIQUE

Spécialité : Instrumentation + système embarque

Réalisation et conception d'un détecteur de gaz d'une maison intelligente

---

Présenté par :

Mr. Euldji Oussama

Mr. Azzouzi chouaib Chems Eddine

Proposé et Dirigé par :

Mr. Sid-Ahmed Lachenani

Promotion 2021

REMERCIEMENTS

Au nom de DIEU clément et miséricordieux, le plus grand merci lui revient de nous avoir guidés vers le droit chemin et de nous avoir aidés tout le long de nos études.

Nos remerciements les plus profonds à notre encadreur Monsieur LACHENANI Sid Ahmed ainsi que pour tout le temps précieux qu'il nous a accordé. Pour nous faire bénéficier de ses conseils nous ayant permis d'enrichir notre réflexion.

On éprouve également notre sincère gratitude à tous nos enseignants du département génie électronique, en particulier ceux de la spécialité instrumentation.

Je dédie cet humble travail …

Au bon dieu

Tout puissant qui m'a inspiré qui m'a guidé dans le bon chemin, je vous dois ce que je suis devenu louanges et

Remerciements pour votre clémence et miséricorde.

A ma très chère mère

Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement

Qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour

Mener à bien mes études.

A mon très cher père

Je te rends hommage par ce modeste travail en guise de ma reconnaissance

Éternelle, que Dieu tout puissant te garde et te procure santé, bonheur et longue vie.

A mon cher frère et sœur, à mes chers grands parents, merci infiniment pour votre soutien et merci

D'être là à mes côtés.

A mes amis, je vous remercie de tout mon cœur pour l'intensité des choses que nous partageons.

OUSSAMA

Dédicace

Je dédie ce mémoire à ...?

Au bon dieu

Tout puissant qui m'a inspiré qui m'a guidé dans le bon chemin, je vous dois ce que je suis devenu louanges et

A mon père

J'aurais bien voulu passé ce moment important et solennel de ma vie en sa présence, mais le Tout puissant en a décidé autrement ! Que DIEU l'accueillera dans son éternel paradis, et de l'avoir en son sainte miséricorde.

A ma mère

Pour votre soutien tout au long de mon parcours, pour m'avoir toujours fait confiance, et avoir toujours trouvé les mots justes, chaleureux et encourageants, pour avoir été attentive et disponible à chaque étape importante de ces 23 dernières années. Merci pour l'éducation, les principes et les valeurs que vous m'avez transmis.

A mes collègues

A toute ma promotion et ceux avec qui j'ai passé mes études merci pour les bons moments passés ensemble que je garderais toujours en mémoire, Enfin, je remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Chouaib

Résumé

Le travail présenté dans ce mémoire, est une conception et réalisation d'un système détecteur de Monoxyde de carbone dans une maison intelligente avec interface à carte arduino UNO.

La carte Arduino traite les informations fournies via le module de détection MQ-7, dans le cas de fuite de monoxyde de carbone, le microcontrôleur ATmega328 exploite ces informations afin d'activer le circuit d'alarme, l'envoyer sms par un module gsm et actionné des mécanismes pour remédier à ce problème.
Mots-clés : Capteurs, Capteur de monoxyde de carbone, Module MQ-7, Arduino.

Abstract

The work presented in this memory, is a design and realization of a CO sensor system in smart-home interfaced with an Arduino UNO board.

The Arduino board processes the information provided via the MQ-7 sensor module, In the case of a CO leak, the ATmega328 microcontroller uses this information to activate the alarm circuit and send sms by gsm module, and do action to solve the problem.
Keywords: Sensors, CO sensor, MQ-7 module, Arduino

الملخص

العمل المعروض في هذه المذكرة هو تصميم وإنشاء الكاشف عن الغاز أحادي الكربون في المنازل الذكية الذي يعمل بلوحة التحكم أردوينو.

تقوم لوحة أردوينو بمعالجة المعلومات التي يتم توفيرها من خلال ال مستشعر MQ-7.

في حالة تسرب لغاز أحادي الكربون، تقوم لوحة التحكم أردوينو باستعمال معلومات المخزنة لإطلاق جهاز الإنذار وإرسال رسائل تحذيرية مع تشغيل أليات لحل المشكلة.

الكلمات مفتاحية: مستشعر، مستشعر، غاز أحادي الكربون، أردوينو.

Liste des abréviations

C : Concentration de gaz

GASFET: Gas Field Effect Transistor

MOX : Metal Oxyde

Ppm : partie par million

Ppb : Partie par milliard

Ro : Résistance du capteur sous gaz cible aux conditions de test

Rs : Résistance du capteur.

Rs/Ro : Rapport de résistance du capteur.

T : Température

Ve : Tension d'entrée

Vs : Tension de sortie

PWM: Pulse with Modulation

NC: Non calculi

Introduction générale……. 02

Chapitre I : généralité sur les maisons intelligente 04

I.1 Introduction sur les maisons intelligentes …… 05

I.1.2 Avantages des maisons intelligentes ……. 06

I.1.3 Inconvénients des maisons intelligentes ……... 06

I.2 Constitution d'un système domotique ……. 07

I.2.1. Unité de gestion ……... 08

I.2.2. Capteurs ……... 08

I.2.3. Actionneurs…….. 08

I.2.4 Interface de pilotage ……. 08

I.3 Marché des maisons intelligentes …… 08

I.4.1 Internet des objets IoT ……... 09

I.4.2 Objectifs d'internet des objets …….. 09

I.4.3 fonctionnement d'internet des objets …… 09

I.4.4 Les Défis d'internet des objets ……. 10

I.4.5 Protocoles de communication pour l'internet des objets …. 11

I.4.6 Les Applications d'internet des objets ……. 11

I.4.7 Avantages d'Internet des objets …… 13

I.4.8 Les inconvénients d'Internet des objets 13

I.5 Conclusion…… 14

Chapitre II : la chaine d'acquisition et chaine de mesure 15

II.1 Introduction sur la chaine d'acquisition ……. 16

II.2 La chaine de mesurer ……. 16

II.3 - La chaîne d'acquisition …… 17

II.3.1 Les capteurs ……. 18

II.3.2 – Quelques exemples de capteurs …….. 19

III.3.2.1 Capteur de champ magnétique à effet Hall ……. 19

II.3.2.2 Capteur de contrainte mécanique à effet piézoélectrique 19

II.3.2.3 Thermistance …….. 20

III.3.2.4 Magnétorésistance ……. 20

II.3.3 Classification des capteurs ……. 21

III.3.3.1 Capteurs passifs …… 21

II.3.3.2 Capteurs actifs …… 22

II.4.1 Caractéristiques liées aux erreurs de mesure ……. 22

II.4.2 Conditionnement des signaux …… 24

II.4.3 Conversion courant-tension ……... 26

II.4.4 Amplification……. 27

II.4.5 Filtrage …….. 27

II.4.6 Conversion analogique/numérique …… 28

II.4.7 Schéma final de la chaine d'acquisition …… 29

Conclusion ……... 30

Chapitre III : réalisation et conception de notre solution 31

III.1 Introduction ……. 32

III.2 Partie hardware …… 32

III.2.1 Alimentation ……. 32

III.2.2 Capteur MQ 7 ……... 33

III.2.3 Afficheur LCD avec adaptateur I2C …… 36

III.2.4 Commande de relais ……. 37

III.2.5 Carte SIM SIM808 ……... 39

III.2.6 Buuzer …….. 40

III.2.7 Servomoteur ……. 41

III.2.8 Diode électroluminescente (LED) …… 44

III.2.9 Les ventilateurs …… 44

III.2.9 Une électrovanne……. 45

III.2.10 Carte Arduino Uno **……...** 47

III.3 Software …….. 47

III.3.1 Moniteur série d'ARDUINIDE……..... 48

III.3.2 Les setup pour envoi un sms par carte ARDUINO……. 49

III.4 Réalisation et conception de notre projet …… 51

III.4.1 Bloc de détection ……. 51

III.4.2 Bloc d'activation d'alarme……. 52

III.4.3 Bloc d'action automatique …… 52

III.5 Circuit global …….. 52

Conclusion …….. 53

Conclusion générale …… 55

Bibliographique……... 57

Annexe……. 60

Chapitre I : Généralité Sur Les maisons Intelligente

Figure I.1: Fonctionnalités du Smart home [1]…….. 05

Figure 1.2 : Le chiffre d'affaire dans une sélection de pays en 2017 [6]…… 09

Figure I.3 : Extrait d'un tableau comparatif de protocoles…….. 11

Chapitre II : La Chaine D'acquisition et Chaine De Mesure

Figure II.1 : chaine de mesure……. 16

Figure II.2 : montage d'une résistance seule …….. 17

Figure II.3 : montage en pont de Wheatstone……. 17

Figure II.4 : Schéma de principe d'un capteur à effet Hall……. 18

Figure II.5 : Schéma de principe d'un capteur à effet Hall……. 19

Figure II.6 : Schéma de principe d'un capteur piézoélectrique……... 19

Figure II.7 : Schéma de principe d'un capteur magnétorésistant…… 20

Figure II.8 : Etendue de mesure d'un capteur……. 22

Figure II.9 : Domaine de linéarité d'un capteur…….. 23

Figure II.10 : Illustration des deux types d'erreurs (systématique et accidentelle)……. 25

Figure II.11 : Illustration des notions de fidélité et justesse…… 26

Figure II.12 : Capteur générant un courant associé à un convertisseur courant-tension à amplificateur opérationnel…….. 27

Figure II.13 : Echantillonnages d'un signal de mesure (a) avec une fréquence d'échantillonnage plus élevée dans le cas (b) que le cas (c), feb >fec…… 28

Figure II.14 : Représentations de codages d'un signal sur 2 et 3 bits et avec 2 échantillonnages……..... 29

Figure II.15 : schéma montrant la chaine d'acquisition…….. 29

Chapitre III : Réalisation et conception de notre solution

Figure III.1 : Schéma synoptique…… 32

Figure III.2 : Capteur MQ7 ……..... 34

Figure III.3 : Câblage de MQ 7……... 34

Figure III.4 : schéma équivalent de MQ7……... 35

Figure III.5 : Afficheur LCD 2x16…….. 38

Figure III.6 : Câblage de LCD I2C 16*2…… 38

Figure III.7 : relais de commande……... 39

Figure III.8 : câblage de relais……. 39

Figure III.9 : Module sim808……. 40

Figure III.10 : câblage de module sim 808……. 41

Figure III.11 : Buzzer…….. 42

Figure III.12 : La boucle de servomotor……. 42

Figure III.13 : servomoteur……. 43

Figure III.13 : le fonctionnement de servomoteur…….. 43

Figure III.14 : câblage de servomoteur……... 44

Figure III.15 : LED…….. 45

Figure III.16 : ventilateur…… 45

Figure III.17 : câblage de ventilateur avec arduino……. 46

Figure III.18 : électrovanne 12v……..... 47

Figure III.19 : Câblage électrovanne avec arduino et relais…… 47

Figure III.20 : carte arduino uno……. 48

Figure III.21 : Serial Monitor…… 50

Figure III.22 : Les commandes supplémentaire…… 51

Figure III.23 : Le démarrage de système…… 53

Figure III.24 : L a valeur de CO est sécurisé……. 54

Figure III.25: Allumage LED rouge……. 54

Figure III.26 : Détection de CO…… 55

Figure III.27 : La valeur de CO très élevé…… 55

Figure III.28 : Démarrage ventilateur…… 56

Figure III.29 : Schéma électronique global…… 56

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Les maisons intelligentes ont la capacité d'augmenter le confort de l'habitant, cela à travers des interfaces pour piloter plusieurs actions (température, l'humidité, gaz…etc.) ou différents instruments électroniques (climatisation, lumière, …..)[1], comme exemple, Il est possible de mettre en veille les dispositifs de chauffage quand les habitants sont absents ou adapter automatiquement l'utilisation des ressources électriques en fonction des besoins des résidents afin d'économiser les ressources énergétiques.

Avec l'émergence des nouvelles applications et technologies de communication et d'informations, tels que les applications Android, les emails, SMS…etc., l'aspect sécuritaire est devenu important dans la vie quotidienne des individus. La sécurité des individués est devenu possible par des systèmes capables d'anticiper des situations potentiellement dangereuses ou de réagir et géré aux événements mettant en danger l'intégrité des personnes.

La maison est un lieu particulièrement important pour tous les gens. La majorité des individus, et plus particulièrement les personnes âgées, passent beaucoup de leur temps à domicile, d'où l'influence considérable de l'habitat sur la qualité de vie. L'amélioration du sentiment de sécurité et de confort dans l'habitat apparaît donc comme un élément d'une importance vitale. Ces dernières années, le développement technologique a été appliquée à la création des maisons intelligentes, dans le but est d'améliorer les conditions de vie des gens. Une maison intelligente est définie comme une résidence équipée de technologies moderne ambiante qui vise à assister l'habitant dans les situations diverses de la vie domestique.

D'après un article intitulé (World Population Prospect 2017) qu'en 2017[2], environ 962 millions de personnes sont âgées de 60 ans et plus, ce qui représente 13% de la population mondiale. Ce taux augmente d'environ 3% par an et d'ici à 2050 sont dans le besoin des applications de maisons intelligentes et sécurisé que les maisons simples ne peuvent pas offrir, surtout, Le manque de sécurité, et les difficultés de contrôler instruments électroniques de la maison.

L'objectifs principale de ce projet est de réaliser un prototype dans une maison intelligente, bien sécurisé, avec des actions autonome (ventilation, alarme….), le contrôle sera fait par un programme implémentée sur une carte Arduino, tous cela en garantissant un system d'alerte par SMS, et une réponse rapide des actionneurs, ventilation pour dégagé les GAS CO et l'ouverture des fenêtres automatique pour l'aération de la maison, commande une

électrovanne pour arrêter l'alimentation en GAZ, à la fin, une alarme pour informe les occupons de la maison.

Notre mémoire est scindée en trois principaux chapitres :

- Dans le premier chapitre, nous avons donné les aspects généraux d'une maison intelligente ainsi que ses avantages et sa répercussion sur la vie des individus. Nous avons également introduit les différents concepts liés aux domaines de recherche, la domotique en général.
- Dans le deuxième chapitre, nous allons présenter un aperçu sur la théorie utilise, spécialement, La chaine d'acquisition et ses différents capteurs
- Le chapitre trois a été divisé sur deux parties :
  - La première partie est consacrée à la description de projet, ces éléments essentiels, ainsi que les différents composants électroniques utilisés
  - La deuxième partie est réservée à la partie hardware et software de ce travail et la réalisation.

Nous terminerons ce mémoire par une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre I : Généralité Sur Les maisons Intelligentes

I.1 Introduction sur les maisons intelligentes :

La maison intelligente est une maison contrôlée et gérée via un ensemble de boutons et de télécommandes, ou des applications utilisant les protocoles internet via les réseaux locaux sans fil. Ce dernier permettra d'avoir une surveillance en continue de la maison [1].



Figure I.1: Fonctionnalités du Smart home [1]

La maison intelligente représente l'avenir. Elle offre beaucoup plus de maîtrise aux personnes qui y habitent. La maison connectée apporte plus de fonctionnalité, tel que : sécurité, un confort indéniable et assure des économies d'énergie conséquentes, voire figure I.1. [1]

Les bénéficiaires de ces innovations peuvent être des individus autonomes mais également des personnes fragiles ayant une capacité limitée de mouvement. Par exemple, les personnes âgées ayant une autonomie limitée pourraient profiter des applications des maisons intelligentes pour faciliter leur vie quotidienne ou rester en contact avec leurs proches, et les parentes surveillés leurs enfants.

Les systèmes intelligents peuvent rappeler aux habitants lorsqu'ils doivent protégée les vielles et les enfants contre dégagement gazière, faciliter leur mise en communication avec l'extérieur ou même alerter les proches ou le service d'urgence si la personne tombe par accident.

Dans ce chapitre on va présentes : les avantages, inconvénient des maisons intelligentes, la constitution d'un système domotique, le marché des maisons intelligentes, à la fin l'Internet des objets IoT. [2]

I.1.2 Avantages des maisons intelligentes :

•**Économie d'énergie**, Les maisons intelligentes offrent une meilleure efficacité énergétique que les systèmes traditionnels. Les lumières notamment s'éteignent et s'allument automatiquement quand une personne n'est dans une pièce. Quant au thermostat, il peut être réglé pour laisser la température intérieure chuter pendant la journée avant de la replacer à un niveau plus confortable juste avant l'arrivée des résidents en soirée. Toutes ces tâches automatisées, associées aux appareils modernes et économes en énergie, permettent d'économiser de l'électricité, de l'eau et du gaz naturel, réduisant ainsi la pression sur les ressources naturelles.

•**Économisez de l'argent et de l'environnement, Les** maisons intelligentes optimisent le fonctionnement des thermostats, des climatiseurs et tout ce qui à trait à l'éclairage. La possibilité de placer ces dispositifs sur une minuterie, ou de les allumer et les éteindre lorsque l'on est loin de chez soi nous aide à réduire notre facture d'électricité. Beaucoup de ces dispositifs permettent donc d'affiner et de Controller davantage sa consommation d'énergie et ses dépenses.

• **La sécurité,** La maison intelligente fournit à ses occupants un environnement plus sûr. Ainsi, les systèmes de sécurité peuvent protéger les personnes et leurs besoins des intrus. Les maisons intelligentes peuvent également avertir les propriétaires en cas d'urgence, et leur apprendre à prendre soin d'eux-mêmes lors d'une catastrophe naturelle en s'associant aux systèmes d'alarme de la ville et enclencher les alarmes lors d'incendie.

• **Soins au plus âgés et personnes handicapées**, La maison intelligente est également bénéfique pour les personnes âgées, car elle assure une surveillance qui peut aider les personnes âgées à demeurer dans leur maison confortablement et en toute sécurité, plutôt que de déménager dans une maison médicalisée ou de nécessiter des soins à domicile 24 heures sur 24, 7 jours sur 7

I.1.3 Inconvénients des maisons intelligentes :

L'un des plus grands problèmes au maison intelligente tel qui existe aujourd'hui est qu'il n'existe pas de normes industrielles généralisées. Les protocoles et patentes utilisés dans

l'électronique intelligente sont exclusifs et sont souvent incompatibles les uns avec les autres. Il vous sera donc nécessaire d'acheter des appareils électroniques qui utilisent le même protocole si vous voulez qu'ils communiquent entre eux.

Un autre souci est d'investir dans un système dont la société peut un jour mettre la clé sous la porte. Une fois les serveurs éteints, la technologie propre à la société, devient tout bonnement inutile. Le système continuera de fonctionner, mais les fonctionnalités intelligentes auront disparu. Acheteurs privilégiez donc les marques qui ont pignon sur rue.

•**Des coûts encore relativement élevés,** La plupart des dispositifs pour composer une maison intelligente sont désormais abordables. Vous n'êtes pas obligé d'acheter toute la panoplie de la maison connectée et vous trouverez bien des « dispositifs intelligents » entre 100 et 300 euros.

•**Une prise en main**, pour quiconque est déjà immergé dans ce type de technologies, la conversion de votre maison traditionnelle à intelligente sera un jeu d'enfant, en revanche pour ceux qui ne sont pas des geeks avertis, cela pourra prendre davantage de temps.

Si vous pensez que vous pourrez éprouver des difficultés à apprendre comment utiliser un appareil domestique intelligent, la réponse est toute trouvée : demandez de l'aide ! Demander à un revendeur par exemple en magasin de vous montrer comment faire fonctionner votre tel ou tel dispositif au lieu de vous acharner sur un manuel d'instruction indigeste.

I.2 Constitution d'un système domotique :

La maison intelligente est une version plus développée du domaine de la domotique. Le fonctionnement d'un système domotique se repose sur plusieurs éléments communicants comportant au minimum les composants suivants :

- ✓ Unité de gestion.
- ✓ Capteurs.
- ✓ Actionneurs.
- ✓ Interfaces de pilotage.
- ✓ Protocoles de communication

I.2.1. Unité de gestion :

L'unité de gestion joue le rôle d'une « intelligence centralisée », elle contient assez peu d'objets, mais qui peuvent être sophistiqués. Elle est composée de deux principaux éléments :

- ✓ Unité centrale : c'est une carte de développement, qui ressemble en réalité à un microcontrôleur avec des connecteurs, exemple : Arduino UNO.
- ✓ Le logiciel domotique : un microcontrôleur nécessite un logiciel, d'où il faudra un logiciel de traitement des tâches, exemple : Arduino IDE.

I.2.2. Capteurs :

Les capteurs sont des organes qui renvoient des informations sur l'environnement, ils transforment l'information physique en un signal électrique, exemple de capteur : MQ7 capteur de MONOXIDE CARBON …etc.

I.2.3. Actionneurs

Les actionneurs sont des dispositifs qui font des actions, en répondant à des commandes programmées, ces actions peuvent agir sur certains éléments (les portes, les volets …).

I.2.4 Interface de pilotage :

C'est un ensemble de dispositifs matériel et logiciel, qui permet à un utilisateur de commander, contrôler ou superviser une maison et ses habitants à distance ou de proximité. Exemples : Smartphone, Les afficheurs ….

I.3 Marché des maisons intelligentes :

- ✓ Selon les statistiques relevées sur le site Statista [6] :
- ✓ Il est prévu que le chiffre d'affaire du marché des Smart Home devrait augmenter de25% par an.
- ✓ La pénétration des ménages est de 7.5% en2018, et devrait attendre 19.5% d'ici 2022.
- ✓ Le taux des revenues financières dans le marché des Smart Home est de 25%.
- ✓ Les plus grands marchés du Smart Home sont par ordre décroissant : USA, Chine, Japon, Allemagne, UK.
- ✓ Le graphe ci-dessous, représente un classement d'une sélection de pays selon le chiffre d'affaire du marché de la domotique en 2017[3]

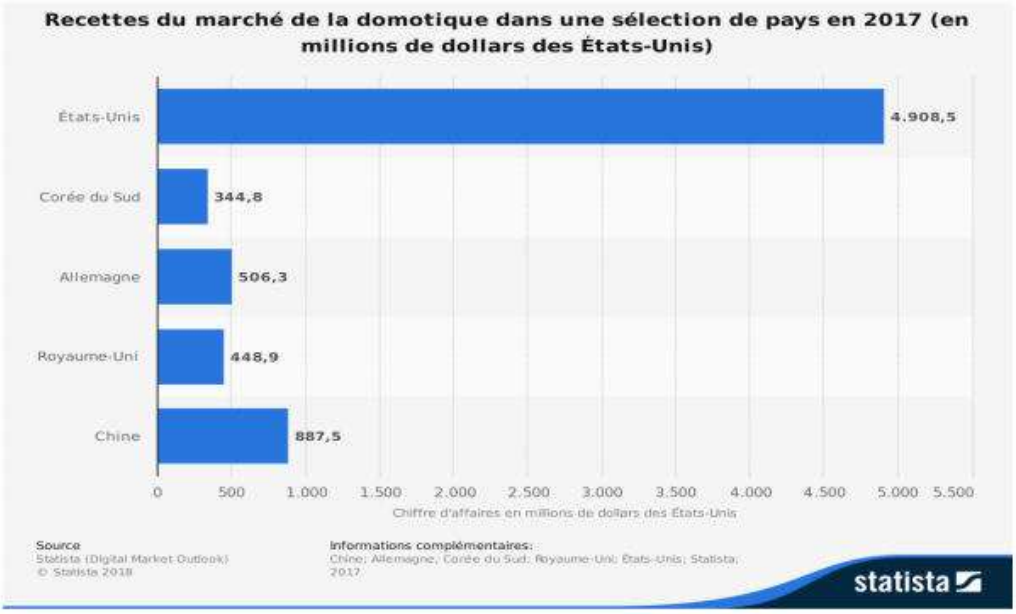


Figure 1.2 : Le chiffre d'affaire dans une sélection de pays en 2017 [6]

I.4.1 Internet des objets IoT :

C'est l'acronyme de Internet of Things en anglais internet des objets en français, c'est la nouvelle génération d'internet, qui permet aux objets physiques qui pourraient être dotés de capteurs et d'un tout petit peu d'intelligence et d'une capacité de communication, de collecter et de partager des données. Autrement, c'est un réseau d'objets qui permet d'interconnecter les objets (capteurs, actionneurs).

I.4.2 Objectifs d'internet des objets :

Est une véritable évolution d'internet, celle-ci a donné lieu à des applications révolutionnaires capables de changer profondément notre mode de vie, en collectant, stockant et restituant des données pour améliorer un service ou un produit grâce au nombre évolutif de capteurs connectés à internet. Ce qui améliorera le mode de vie des personnes. [4]

I.4.3 fonctionnement d'internet des objets :

Le fonctionnement de l'internet des objets se déroule en quatre étapes :

1) Dans cette première étape, les données sont collectées par des capteurs puis converties en un signal utile, également, un actionneur agit en fonction de changement des conditions physiques. A noter également que les capteurs sont utilisés dans presque tous les domaines de l'industrie à la santé.

2) Cette étape concerne la passerelle Internet, où les données collectées par les capteurs sous format analogique sont converties à un format numérique avant d'être envoyé via cette passerelle.

3) Dans la troisième étape, les données numérisées et agrégées, vont subir un traitement détaillé à travers un système informatique

4) Dans cette quatrième étape, les données sont déplacées puis stocké dans un centre de données et dans des Clouds. Ces derniers sont chargés de faire une analyse approfondie grâce à des systèmes informatiques plus avancés.

I.4.4 Les Défis d'internet des objets :

Le marché de l'internet des objets est prospère, mais il présente un ensemble de défis et des obstacles à franchir avant qu'il n'atteigne une taille critique. Parmi ces défis nous citons :

- ✓ **La sécurité**, est un problème critique sur internet, et c'est sans doute le principal défi pour l'IoT qui devrait connecter une large gamme de périphériques au web. Il existe de fortes chances que des logiciels malveillants pénètrent dans les données ou les systèmes. Une étude récente révèle que 70% de dispositifs IoT sont vulnérables aux menaces, il n'existe pas encore de Framework de sécurité idéale.
- ✓ **La sureté,** est l'enjeu de réussir à trouver un moyen de garantir la sureté des données, qu'elles soient stockées à distance sur des serveurs (Cloud), enregistrées sur un terminal (Smartphones, tablettes), ou lorsqu'elles circulent d'un émetteur à un récepteur donné.
- ✓ **Gestion d'alimentation**, à l'horizon de 2020, il est prévu que 50 millions d'objets seront connectés, mais il faut les alimenter en énergie, la disponibilité de l'énergie est limitée par des contraintes physiques, telles (l'énergie limité, la durée de vie limitée).
- ✓ **Manque d'interopérabilité** matérielles et logicielles et l'absence de standard technique pour faciliter l'interconnexion entre réseaux hétérogènes.
- ✓ **Le cout,** les couts des capteurs devra aussi baisser pour pouvoir toucher un public plus large et notamment les entreprises de taille moyenne.
- ✓ **L'adoption de l'internet des objets** est conditionnée par la capacité d'assurer la confiance de l'utilisateur et du producteur de données. Les utilisateurs (consommateur, entreprise ou collectivité) doivent pouvoir garder le contrôle sur les données qui les concernent. [5.6]

I.4.5 Protocoles de communication pour l'internet des objets :

L'internet des objets base sur plusieurs protocoles de communication, chacun d'eux a ses propres avantages et ses propres inconvénients, il est à distinguer plusieurs types de protocole qui sont comme suit : [7]

- ✓ Bluetooth
- ✓ Wifi
- ✓ NFC
- ✓ ZIGBEE

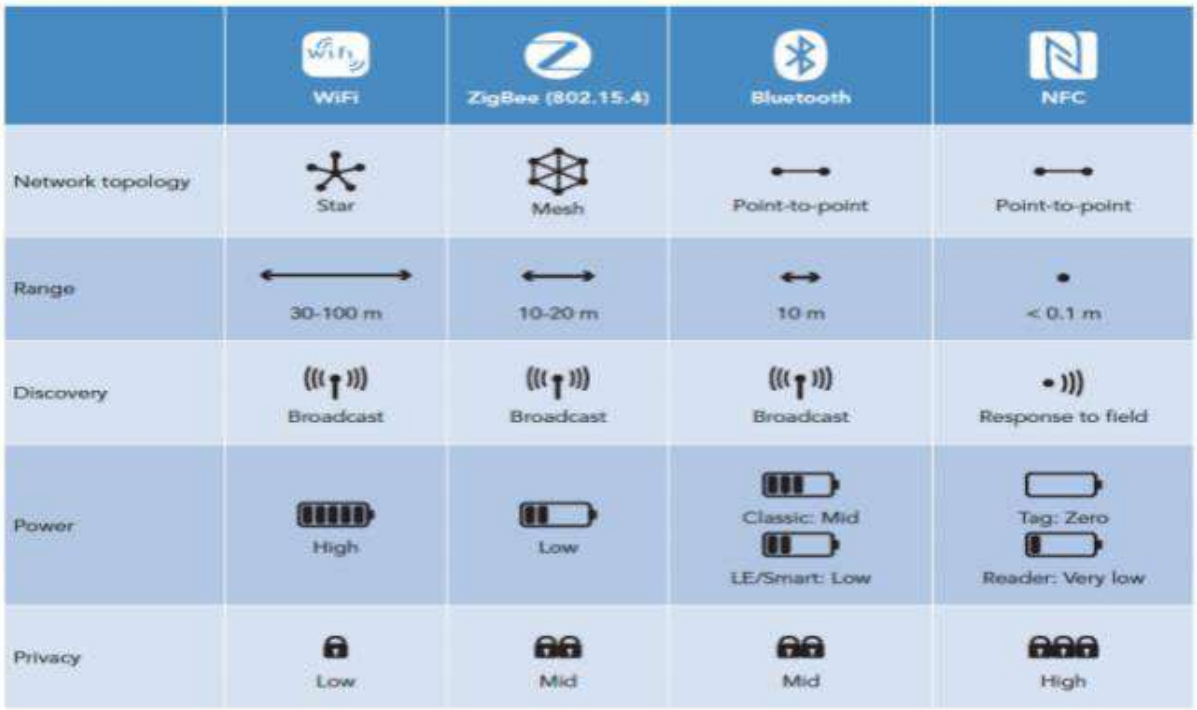


Figure I.3 : Extrait d'un tableau comparatif de protocoles.

I.4.6 Les Applications d'internet des objets :

L'internet des objets est une technologie récente et en perpétuelle croissance tant en termes d'applications que de développement. Parmi les domaines d'application en cite à titre indicatif et non exhaustif.

Smart Home : les gens sont curieux de cette fonctionnalité, ils veulent que leur maison soit convertie en maisons intelligentes, afin de mener une vie plus confortable et pratique. Les produits SMARTHOME sont conçus pour économiser du temps, de l'argent, et de l'énergie, les maisons intelligentes deviendront bientôt une caractéristique commune.

Gadget portable : le marché des technologies portables est prospère et croissant. Ces objets portables comprennent des capteurs, et un logiciel installé qui recueillent des informations précieuses sur l'utilisateur. Ces appareils sont principalement destinés à la santé, à la forme physique et d'autres. Le principal avantage de ces outils est leur petite taille, leur rendement élevé, et leur faible consommation.

Voitures connectées : ce type de voiture est capable de fonctionner et de rester autonome grâce à des capteurs et à une connectivité à internet pour donner plus de confort aux passagers. Les grandes marques travaillent dans ce sens pour apporter une nouvelle révolution au système véhiculaire.

Villes intelligentes : une ville intelligente désigne une ville qui utilise une ville utilisant les technologies de l'information et de la communication (TIC) pour « améliorer » la qualité des services urbains, l'efficacité et compétitive économique de la ville ou encore réduire ses coûts. Nouveaux défis pour les villes sont contribués au développement des villes intelligentes, voici quelques-uns :

- ✓ Augmentation de la population urbaine.
- ✓ Changements démographiques : augmentation de nombre des personnes âgés.
- ✓ Changement de style de vie : nouvelles habitudes de travail, mobilité, etc.
- ✓ L'environnement : pollution, changement climatique, etc.

L'industrie : le développement de l'industrie a passé par quatre paliers, nous sommes maintenant dans le quatrième, ou ce qu'on appelle l'industrie 4.0, l'objectif de cette nouvelle révolution est de mettre en place des usines dites intelligentes pour accélérer la croissance économique, réduire les couts ou encore améliorer la qualité des productions.

L'agriculture : la demande des produits alimentaire augmente, en raison de l'augmentation de la population mondiale, l'internet des objets tend à développer certaine techniques dans l'agriculture pour augmenter la production alimentaire, comme par exemple l'utilisation des capteurs qui vont s'occuper de récolter les informations utiles sur l'état du sol, taux d'humidité, taux des sels minéraux, etc. et envoyer ces informations au agriculteur pour prendre les mesures nécessaires garantissant la bonne production .

La santé : les systèmes de santé intelligente seront en mesure de recueillir des informations sur la santé de l'individu comme le rythme cardiaque, pression de sang, etc. et

beaucoup d'autre fonctionnalité comme l'identification des allergies et des médicaments administrés aux patients, la localisation des docteurs et des patients dans l'hôpital, etc

Ces usines intelligentes sont caractérisées par automatisation les processus industriels, la communication continue et instantanée entre les différents outils et poste de travail.

Les réseaux intelligents : les réseaux intelligents sont des réseaux de distribution de l'électricité, il désigne l'ensemble des technologies et infrastructures « intelligents » installées.

Les réseaux intelligents améliorent l'efficacité et la sécurité des réseaux, et permettent de gérer plus finement l'équilibre entre la production et la consommation, ils favorisent aussi l'intégration des sources d'énergies renouvelables sur l'ensemble du réseau, comme ils ont un impact sur l'économie, de sorte qu'ils apportent des économies d'énergie et une diminution de prix.

I.4.7 Avantages d'Internet des objets :

L'internet des objets est une véritable révolution pour toutes les entreprises et les collectivités locales, elle transforme les métiers, les business model, bouleverse les procès. Obtenions de Bouygues Telecom et partenaire IKO Solutions pour les objets connectés vous apporte toute son expertise afin de :

- **Réduire vos coûts** : optimisation des équipements, gestion de tournées, économie d'énergie,
- **Optimisation des processe métiers** : détection des pannes, des lieux d'intervention facilitée, maintenance industrielle optimisée…
- **Création de nouveaux services** : être plus proche des clients finaux, accéder en temps réel aux besoins, intervenir au moment opportun

I.4.8 Les inconvénients d'Internet des objets :

- **Chaque objet connecté à un potentiel exploitable caché** : même si votre cafetière a pour tâche première de faire du café, son système d'exploitation est capable de faire beaucoup plus en arrière-plan. Sachant cela, un hacker peut s'introduire dans une entreprise ou chez un particulier par ce biais.
- **Il y a beaucoup d'objets connectés qu'on oublie** : ces objets, comme les alarmes ou les détecteurs de mouvement sont conçus pour fonctionner pendant des années. On a

donc tendance à les oublier lors des tournées de maintenance. C'est une erreur de votre part, et une aubaine pour les cybercriminels !

- **Ne sous estimez pas l'importance d'une protection sécurisée même sur les objets qui n'ont à priori aucun avantage à être piraté** : les cybercriminels s'en prennent de plus en plus à ces catégories, et s'intéressent davantage à l'écriture de données plutôt qu'à la lecture. Par exemple dans une usine, un cybercriminel n'a aucun avantage à retirer du piratage du débit d'un tuyau. En revanche, s'il en prend le contrôle, il pourrait changer ce débit et provoquer un incident. Nous n'imaginons même pas ce qu'il pourrait se passer sur des objets connectés dans le milieu médical !
- **Les fabricants ne se sentent pas tous concernés par la sécurisation de leurs appareils**. Certains objets ne sont même pas calibrés pour pouvoir changer leur mot de passe. Si tel est le cas, n'achetez pas ces produits car ils ne sont pas toujours intrinsèquement sécurisés. La plus importante des vulnérabilités provient souvent des fabricants eux-mêmes.

I.5 Conclusion

La maison intelligente représente l'avenir. Elle offre beaucoup plus de maîtrise aux personnes qui y habitent. Ce chapitre a été une initiation ou un point de départ pour la réalisation d'un projet maison intelligente, en exposant les principaux éléments qui permet de comprendre le fonctionnement et la constitution de notre système.

Dans Le prochain chapitre ont présente la chaîne d'acquisition et de mesure.

Chapitre II : La Chaine D'acquisition et Chaine De Mesure

II.1 Introduction sur la chaine d'acquisition :

La chaîne d'acquisition de données est l'ensemble des éléments nécessaires à la "capture" des données (analogiques ou numériques) à leur transmission jusqu'au récepteur et à l'utilisateur (homme ou machine) des données capturées. Cet utilisateur peut vouloir utiliser ces données immédiatement ou les stocker pour les utiliser ultérieurement [8].

Dans ce chapitre on détaille la chaine d'acquisition et de mesure avec des explications détaillées.

II.2 La chaine de mesurer :

Pour obtenir une image d'une grandeur physique, on fait appel à une chaîne de mesure qui peut faire intervenir plusieurs phénomènes différents. Par exemple, la mesure d'un débit peut se faire en plusieurs étapes : - transformation du débit en une pression différentielle, - transformation de la pression différentielle en la déformation mécanique d'une membrane, - transformation de la déformation mécanique en une grandeur électrique (à l'aide d'un piézo-électrique) via un circuit électronique associé (voire figure II.1). On définit la terminologie suivante :

- Mesurande : grandeur physique soumise à un mesurage (pression, température, ...),
- Mesurage : toutes les opérations permettant l'obtention de la valeur d'une grandeur physique (mesurande),
- Mesure : valeur numérique représentant le mesurande (6 MPa, 20°C, 2 m.s-1 ...).

Il est à noter qu'il est possible de réaliser des capteurs permettant de mesurer des grandeurs dérivées de la grandeur physique à laquelle ils sont sensibles (vitesse, contrainte mécanique, position ...) [8]



Figure II.1 : chaine de mesure

II.3 - La chaîne d'acquisition :

La chaîne d'acquisition a pour fonction de recueillir et transformer la grandeur à mesurer sous une forme adaptée à son exploitation. Le capteur peut à la fois réaliser la mesure et faire partie du conditionnement (comme dans un montage en pont de Wheatstone) ou bien être dissocié (comme schématisé figure 1).

Prenons l'exemple d'une mesure de température T via une thermistance, dipôle résistif dont la résistance électrique R (figure 2a) varie en fonction la température R(T) = R0 + ΔR(T). La mesure directe de la tension V inclut deux termes : une composante continue V0 et une variation de tension due à la variation de température, V = V0 + ΔV. Il est possible de réaliser la mesure de température via la tension aux bornes d'une seule thermistance mais cette méthode présente des inconvénients, en particulier celui de délivrer un signal de sortie dont seule une faible proportion est dépendante du mesurande.

Il est préférable de réaliser la mesure au moyen d'un montage de type pont de Wheatstone qui permet de n'extraire que la variation de signal dépendante du mesurande (température). Quatre résistances y sont montées en pont (figure II.3). Le fonctionnement du montage repose sur le simple principe du pont diviseur de tension. A l'équilibre (température de référence) les quatre résistances sont égales et la tension de sortie Vs est nulle. Le montage ne comporte qu'une seule résistance qui soit sensible à la température. Sa variation ΔR(T) entraine une variation de la tension de sortie Vs :

$$V_s = \frac{I}{4}\Delta R(T)\frac{1}{1+\frac{\Delta R(T)}{4R_0}}$$

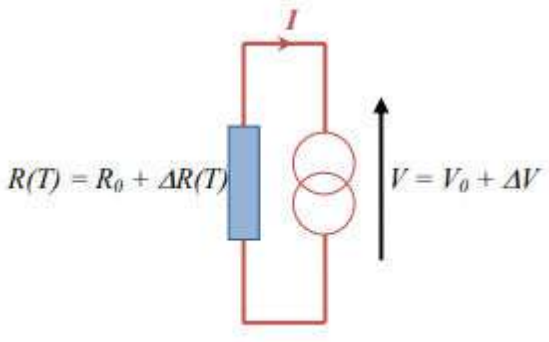


Figure II.2 : montage d'une résistance seule

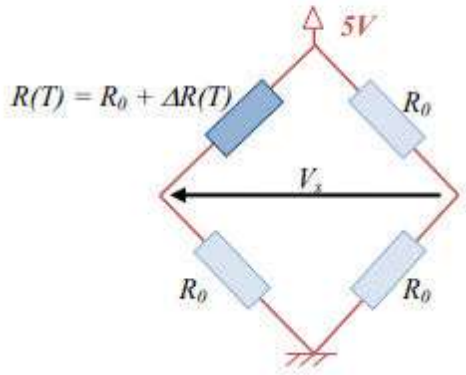


Figure II.3 : montage en pont de Wheatstone

La chaîne d'acquisition peut assurer plusieurs rôles par le truchement de divers dispositifs. Le capteur, placé en tête de la chaîne d'acquisition, transforme le mesurande en signal électrique (en général une tension). Le circuit de conditionnement optimise les caractéristiques du signal de sortie du capteur (filtrage du bruit, amplification, suppression de composante continue…). Une conversion analogique/numérique du signal peut également être faite afin par exemple de rendre la mesure exploitable par un calculateur.

II.3.1 Les capteurs :

Premier élément de la chaîne d'acquisition, Organe chargé de prélever une grandeur physique à mesurer (Angle, Contrainte, Débit, Déplacement, Distance, Force, Lumière, Niveau, Position…) et de la transformer en une grandeur ou signal électrique exploitable (courant électrique I, tension électrique V, charge électrique Cb) (Figure II.4).

-La grandeur physique à mesurer « mesurande » constitue le signal d'entrer (ou stimulus) du capteur.

-La grandeur exploitable étant de nature électrique constitue le signal de mesure (signal électrique de sortie (réponse)) du capteur. Elle est une représentation de la grandeur à mesurer.

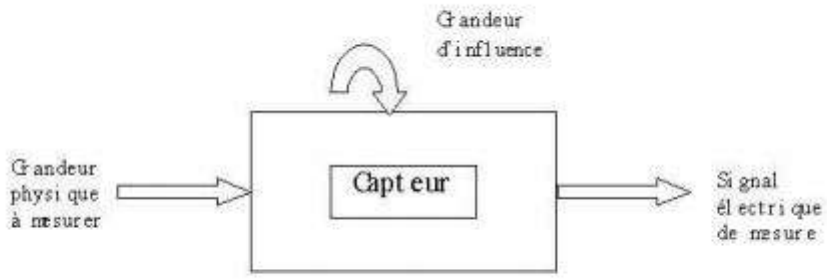


Figure II.4 : Schéma de principe d'un capteur à effet Hall

II.3.2 – Quelques exemples de capteurs :

III.3.2.1 Capteur de champ magnétique à effet Hall :

Un capteur de Hall est un capteur de champ magnétique B (figure II.5) qui consiste en un barreau de semi-conducteur alimenté par un courant I (c'est donc un capteur actif). Sous l'effet du champ à mesurer divers phénomènes entrent en jeu (force de Lorentz, champ de Hall consécutif, …) et il apparait entre les faces supérieure et inférieure du barreau une tension VH proportionnelle à B qui constitue le signal de sortie [9].

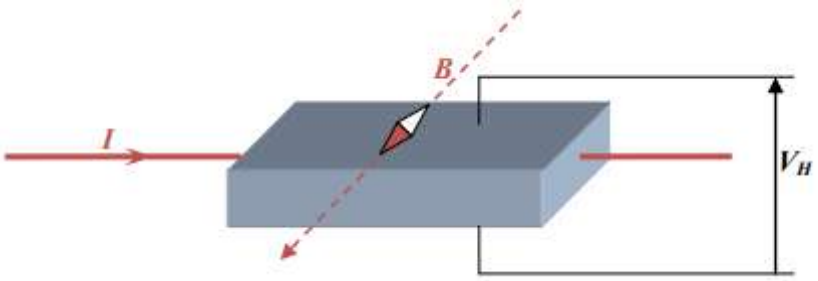


Figure II.5 : Schéma de principe d'un capteur à effet Hall

II.3.2.2 Capteur de contrainte mécanique à effet piézoélectrique :

Un capteur piézoélectrique permet de mesurer des déformations et contraintes mécaniques (figure II.6). Il consiste en un barreau de matériau piézoélectrique : soumis à une déformation, une tension apparait à ses bornes. C'est la mesure de cette dernière qui permet de déterminer la grandeur mécanique.[9]

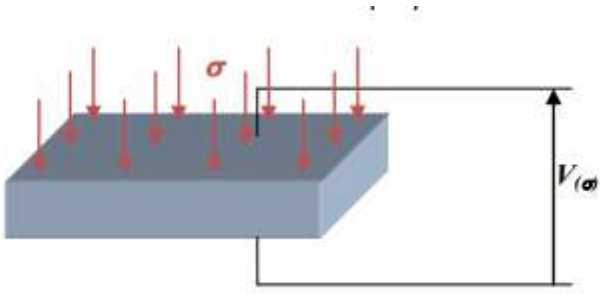


Figure II.6 : Schéma de principe d'un capteur piézoélectrique

II.3.2.3 Thermistance :

Une thermistance est un dipôle résistif dont la résistance électrique R dépend de la température T. On l'utilise comme capteur de température en exploitant la loi d'Ohm. Un montage en pont de Wheatstone est généralement mis en œuvre pour conditionner le signal [9].

III.3.2.4 Magnétorésistance :

Un capteur magnétorésistif est un dipôle résistif dont la résistance électrique R dépend du champ magnétique B voir (figure II.7). On l'utilise comme capteur de champ magnétique en exploitant la loi d'Ohm. [9]

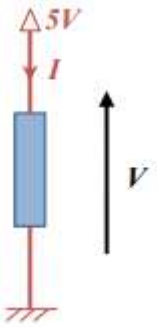


Figure II.7 : Schéma de principe d'un capteur magnétorésistant

On voit qu'un capteur donné repose sur l'exploitation d'un certain phénomène physique et sur un certain mode de mise en œuvre qui lui permettent de transformer le mesurande en une grandeur électrique. Par exemple, une magnétorésistance est un dipôle électrique passif dont la résistance R varie en fonction du champ B dans lequel elle plongée. La mise en œuvre du capteur pour mesurer B à partir de R repose sur la loi d'Ohm : on injecte un courant et on mesure la tension à ses bornes. En présence d'un champ B, R varie de ΔR et V de ΔV. La mesure de ΔV permet de déduire B.

II.3.3 Classification des capteurs :

On classifie les capteurs en deux grandes familles en fonction de la caractéristique électrique de la grandeur de sortie. Cette classification influe sur le conditionneur qui lui est associé. [8]

III.3.3.1 Capteurs passifs :

Le capteur se comporte en sortie comme un dipôle passif qui peut être résistif, capacitif ou inductif. Le tableau ci-dessous résume, en fonction du mesurande, les effets utilisés pour réaliser la mesure.

MESURANDE	**EFFET UTILISE (Grandeur de sortie)**	**MATERIAUX**
Température Très basse température	Résistivité Capacité diélectrique	Platine, nickel, cuivre, semi-conducteurs Verre
Flux optique	Résistivité	Semi-conducteurs
Déformation	Résistivité Perméabilité	Alliages nickel Alliages ferromagnétiques
Position	Résistivité	Magnétorésistances : Bismuth, antimoine d'indium
Humidité	Résistivité	Chlorure de lithium

II.3.3.2 Capteurs actifs :

Dans ce cas, la sortie du capteur est équivalente à un générateur. C'est un dipôle actif qui peut être du type courant, tension ou charge. Les principes physiques mis en jeu sont présentés ci-dessous

MESURANDE	EFFET UTILISE	GRANDEUR DE SORTIE
Température	Thermoélectricité (thermocouple)	Tension
Flux optique	Photoémission Pyroélectricité	Courant Charge
Force, pression, accélération	Piézoélectricité	Charge
Position	Effet Hall	Tension
Vitesse	Induction	Tension

II.3.4 Performances d'un capteur :

De manière à classer les capteurs en fonction de leurs performances, on est amené à définir des paramètres qui permettent de les sélectionner en fonction de l'application

Etendue de mesure :(E.M.) différence entre la valeur minimale mmin et maximale mmax du mesurande à obtenir : E.M. = mmax - mmin. L'étendue de mesure est définie par la courbe d'étalonnage du capteur (figure II.8) qui à chaque valeur du mesurande m fait correspondre un signal de sortie s unique. [8]

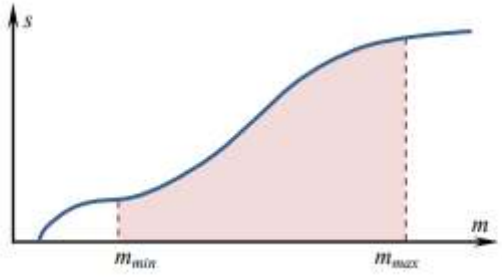


Figure II.8 : Etendue de mesure d'un capteur

Dynamique de mesure : C'est la différence entre les valeurs extrêmes mesurables par le capteur pour une marge d'erreur fixée. Les mesures ne sont pas entachées d'une erreur supérieure à celle tolérée, elles sont données avec la notion de précision.

Résolution : Plus petite valeur que le capteur est en mesure d'identifier. La résolution est dépendante du niveau de bruit.

Sensibilité : Facteur de proportionnalité entre le signal de sortie du capteur s et la grandeur mesurée. Pour une valeur donnée m du mesurande, la sensibilité S(m) du capteur est égale au rapport entre la variation de la sortie électrique et la variation du mesurande :

$$S(m) = \left(\frac{\Delta s}{\Delta m}\right)_m$$

Si s(m) est, dans l'étendue de mesure, une fonction linéaire du mesurande m, le capteur est dit linéaire. Sa sensibilité S(m) est alors constante sur l'étendue de mesure (figure)

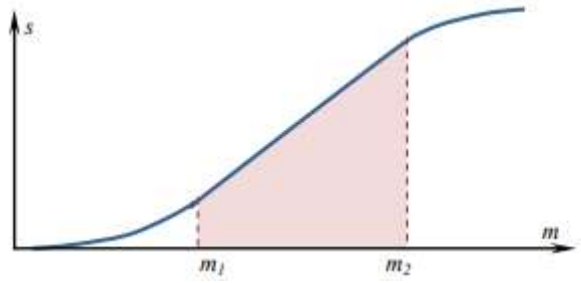


Figure II.9 : Domaine de linéarité d'un capteur

Précision : L'incertitude sur chaque résultat de mesure M doit être quantifiée par une estimation de l'erreur possible exprimée par ± δM. On sait alors que m = M ± δM. L'erreur de précision est une erreur relative εp ramenée à l'étendue de mesure :

$$\varepsilon_p = \frac{\delta M}{E.M.}$$

Bande passante : Gamme de fréquence pour laquelle le capteur fonctionne. Elle est caractéristique de la rapidité du capteur. La rapidité est la capacité de réponses aux variations du mesurande dans le temps.

Dérives et paramètres d'influence : Diverses grandeurs physiques (gi) autres que le mesurande m, sont susceptibles d'influencer la mesure M faite par le capteur : M = f (m, g1, g2, …). Il peut s'agir par exemple de la température ambiante, de vibrations, d'humidité mais aussi de perturbations électromagnétiques … Il est possible d'en tenir compte dans le mesurage en réalisant en parallèle une mesure de certaines grandeurs d'influence, ou de s'en protéger (suspension antivibratoire, blindage électromagnétique …) ou encore de les compenser par la chaîne d'acquisition avec une électronique adaptée.

D'autres caractéristiques sont importantes dans le choix d'un capteur, citons le coût, l'encombrement, sa facilité de mise en œuvre.

Finesse : C'est la qualité d'un capteur à ne pas venir modifier par sa présence la grandeur à mesurer. Cela permet d'évaluer l'influence du capteur sur la mesure. On la définit non seulement vis à vis du capteur mais aussi vis à vis de l'environnement d'utilisation du capteur. Par exemple, dans le cas d'une mesure thermique, on cherchera un capteur à faible capacité calorifique vis à vis des grandeurs l'environnant. Finesse et sensibilité sont en général antagonistes. Il peut y avoir un compromis à faire. Pour un capteur d'induction B, un capteur à forte perméabilité sera très sensible, par contre sa présence aura tendance à perturber les lignes de champ et la mesure de l'induction ne sera pas celle sans capteur, d'où une mauvaise finesse. Mais cette erreur peut être évaluée en vue d'une correction post-mesure et ainsi faire abstraction de la présence du capteur

II.4.1 Caractéristiques liées aux erreurs de mesure :

Les mesures faites par un capteur sont généralement sujettes à une imprécision. La différence entre la valeur réelle du mesurande et la mesure est appelée erreur de mesure. On peut distinguer deux types d'erreurs : les erreurs systématiques et les erreurs accidentel (figure II.10).

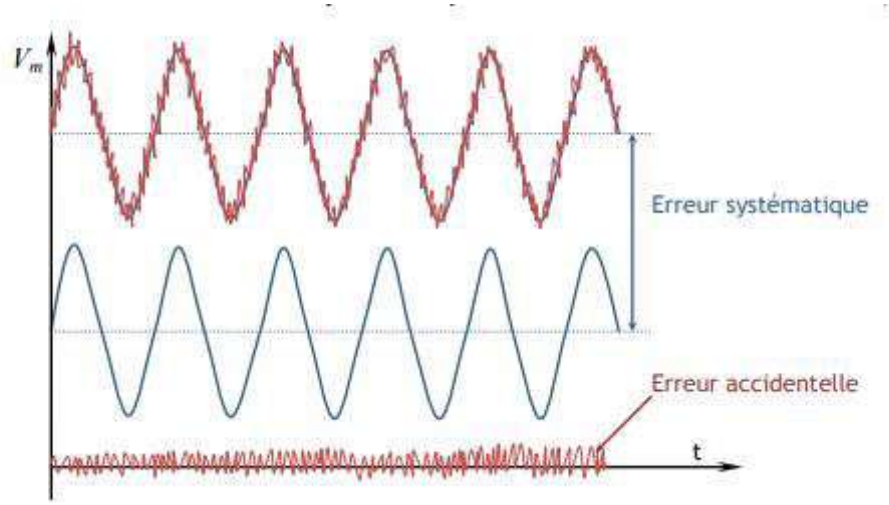


Figure II.10 : Illustration des deux types d'erreurs (systématique et accidentelle)

Les erreurs systématiques ont plusieurs origines possibles. Elles proviennent d'une erreur dans la courbe d'étalonnage, d'une valeur erronée d'une grandeur de référence, d'une correction erronée apportée aux mesures ou encore d'un écart à la linéarité du capteur supposé linéaire. Les erreurs systématiques introduisent un même décalage que l'on peut éventuellement réduire par réétalonnage.

Les erreurs accidentelles peuvent être dues à une lecture erronée d'un appareil à déviation, d'une erreur de mobilité (capteur insensible à certaine variation du mesurande), aux bruits de l'environnement (thermique, amplificateurs de l'électronique de conditionnement…), aux fluctuations des tensions d'alimentation … Leur réduction passe par une amélioration des dispositifs de la chaîne d'acquisition, ou le post-traitement du signal.

Trois caractéristiques métrologiques définissent les erreurs de mesure : la justesse, la fidélité et la précision (figure II.11). La justesse est la qualité d'un capteur dont les erreurs systématiques sont faibles. Un capteur juste est un capteur dont la valeur moyenne de mesures répétées (Vmoy) correspond à la valeur vraie du mesurande (Vm).

La fidélité est la qualité d'un capteur dont les erreurs accidentelles sont faibles. Il donne des résultats peu dispersés autour de la valeur moyenne (Vmoy). On dit également que les mesures sont reproductibles. Enfin la précision est la qualité d'un appareil dont chaque mesure est proche de la valeur réelle du mesurande. Il est donc à la fois fidèle et juste [8]

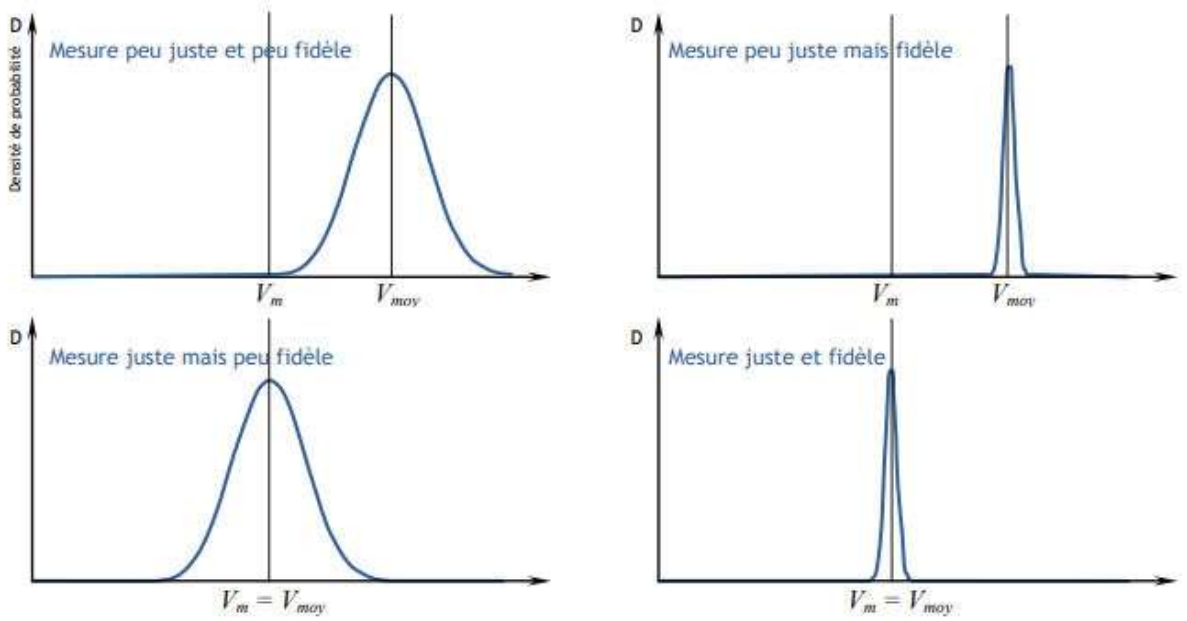


Figure II.11 : Illustration des notions de fidélité et justesse

II.4.2 Conditionnement des signaux :

Le conditionnement permet de mettre en forme le signal mesuré en vue d'un traitement et d'une transmission éventuelle. Il ne s'agit pas ici de faire un bilan exhaustif des conditionnements associés aux capteurs mais d'en donner quelques exemples.

II.4.3 Conversion courant-tension :

Lorsque le signal de sortie du capteur est un courant, le rôle du convertisseur courant-tension est de transformer celui-ci en une tension. Le montage (figure II.12) est réalisé de telle sorte qu'aucun courant ne parcoure RC, et que tout le courant fourni par la source i(m) représentant le courant à convertir traverse R et détermine la tension de sortie :

$$Vout = - Ri(m)$$

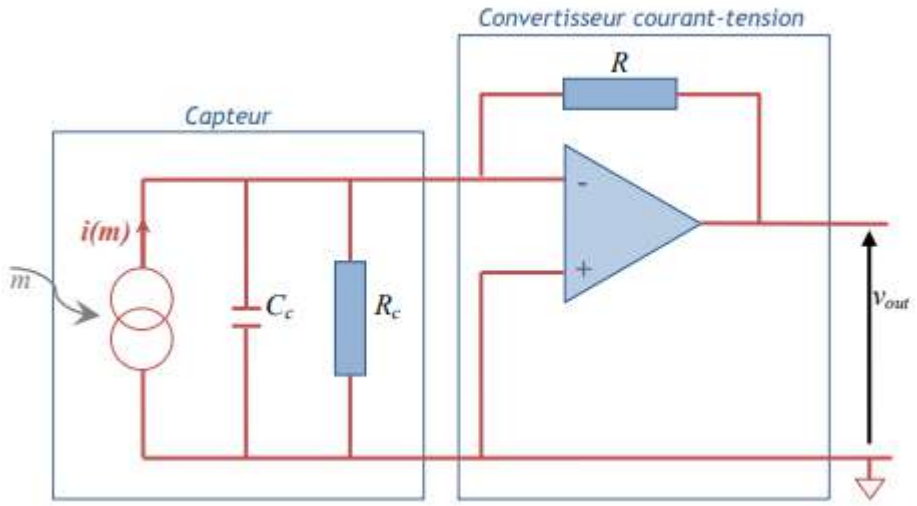


Figure II.12 : Capteur générant un courant associé à un convertisseur courant-tension à amplificateur opérationnel

II.4.4 Amplification :

Lorsque les signaux électriques issus des capteurs sont de faible amplitude, il peut être nécessaire de les amplifier pour les adapter à la chaîne de transmission. Il faut savoir que l'amplification (en tension ou en puissance) du signal électrique issu du capteur est un phénomène bruyant : elle s'accompagne d'une dégradation du rapport signal sur bruit. Cela signifie que si l'amplitude du signal utile issue du capteur se trouve augmentée, les parasites (bruit) le sont également mais dans des proportions plus grandes encore.

Les amplificateurs d'instrumentation sont conçus de manière à optimiser le rapport signal sur bruit, c'est à dire à « peu » le dégrader. Ils sont caractérisés par un gain d'amplification (en tension ou en puissance) ratio du signal électrique de sortie de l'amplificateur sur le signal d'entrée, ainsi que par un facteur fruit F >1 qui quantifie la dégradation du rapport signal sur bruit entre l'entrée et la sortie.

II.4.5 Filtrage :

Le filtrage peut avoir différentes applications. Il peut en particulier être pratiqué afin de réduire le bruit (signal parasite « large bande » ou haute fréquence) entachant le signal utile. Ainsi un filtrage passe-bas éliminera le bruit haute fréquence et produira un effet de lissage utile. Placé avant l'échantillonnage de la conversion analogique/numérique, le filtre d'entrée appelé filtre anti-repliement, contraint le signal à avoir un spectre limité tel que Fmax

II.4.6 Conversion analogique/numérique :

La conversion analogique/numérique consiste à transformer la tension analogique (issue du capteur) en un code binaire (numérique) adapté à son exploitation dans un processus de régulation, de contrôle, de calculs ou encore de stockage. La conversion analogique/numérique n'est pas systématique, un stockage ou une régulation pouvant également être réalisés à partir de données analogiques.

Le Convertisseur Analogique Numérique (CAN) transforme le signal analogique, signal continûment variable pouvant prendre une infinité de valeurs, en un signal numérique, signal discontinu pouvant être représenté aux moyens de données binaires (0 et 1). La conversion analogique/numérique comporte deux étapes, l'échantillonnage et la conversion proprement dite. L'échantillonnage est une opération qui doit satisfaire un juste équilibre entre précision et rapidité.

La rapidité à laquelle sont prélevés les échantillons doit permettre une reconstruction fidèle du signal, elle est représentée par la fréquence d'échantillonnage Fe qui doit être suffisamment grande pour retranscrire les variations rapides du signal (figure II.13). Le théorème d'échantillonnage aussi dénommé théorème de Shannon-Nyquist, permet de déterminer la fréquence d'échantillonnage d'un signal donné. Il énonce que la reconstruction d'un signal de sortie fidèle au signal d'entrée, requiert de choisir une fréquence d'échantillonnage qui soit au moins deux fois supérieure à la fréquence maximale contenue dans le signal d'entrée, soit : $Fe \geq 2.fmax$.

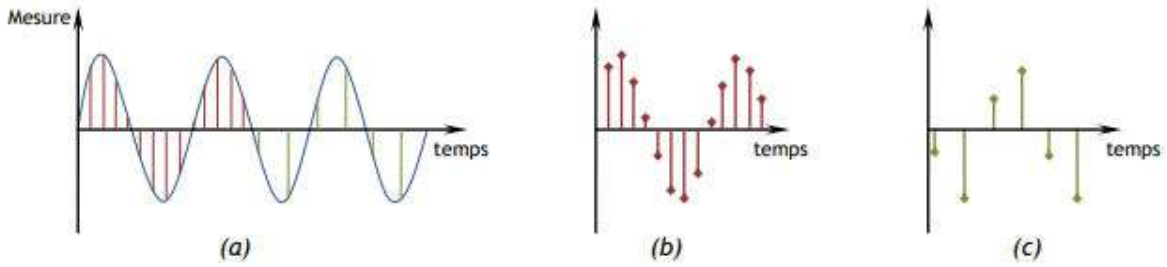


Figure II.13 : Echantillonnages d'un signal de mesure (a) avec une fréquence d'échantillonnage plus élevée dans le cas (b) que le cas (c), feb >fec

La précision du codage du signal numérique dépend du nombre de bits sur lequel s'effectue ce codage. Chaque peut prendre 2 valeurs (0 ou 1), un codage sur 2 bits peut prendre 4 valeurs, un codage sur n bits peut prendre 2n valeurs (figure II.14).

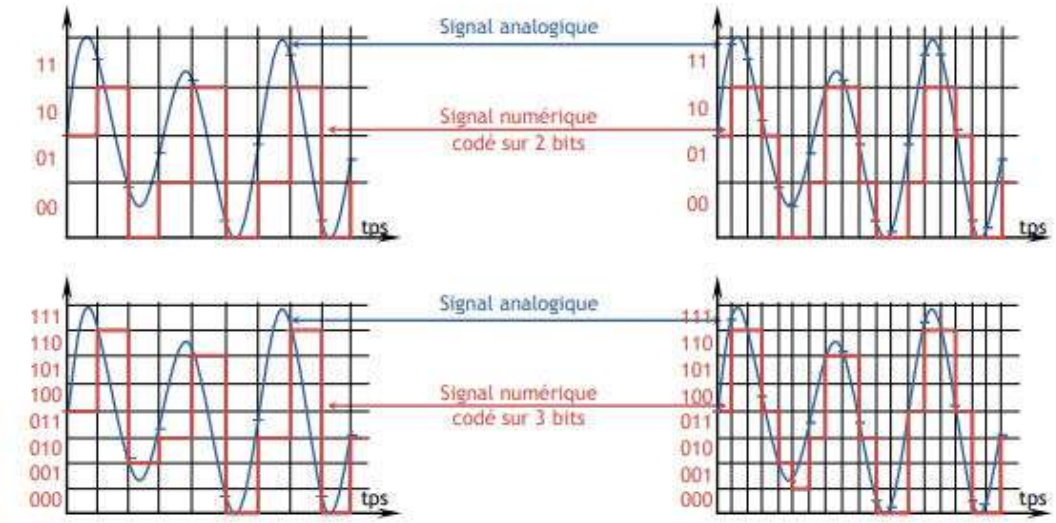


Figure II.14 : Représentations de codages d'un signal sur 2 et 3 bits et avec 2 échantillonnages

II.4.7 Schéma final de la chaine d'acquisition :

L'association capteur-conditionneur détermine les caractéristiques du signal de sortie. La chaîne d'acquisition doit être considérée dans son ensemble (figure II.5), ses caractéristiques sont déterminées de manière à répondre à l'application visée. Les divers dispositifs constituants la chaîne d'acquisition et sa structure doivent permettre le mesurage, le traitement et la restitution de la mesure avec les caractéristiques nécessaires à l'application : résolution, précision, rapidité et immunité aux parasites.

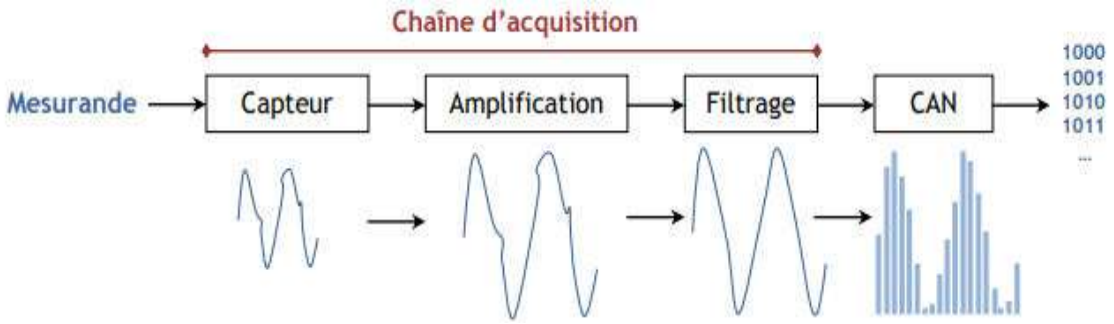


Figure II.15 : schéma montrant la chaine d'acquisition

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons défini et précisé la chaine d'acquisition et la chaine de mesure, en exposant les éléments qui permettent de comprendre le fonctionnement et la constitution de la chaine.

Le prochain chapitre est dédié à partie pratique (conception et réalisation) de notre système et la présentation de notre solution.

Chapitre III : Réalisation et conception de notre solution

III.1 Introduction :

Après avoir présenté l'aspect général des maisons intelligentes, et fait une description détaillée sur les capteurs et la chaine d'acquisition dans le chapitre II, nous allons dans ce chapitre détaillées toutes les composants nécessaires pour la réalisation de notre projet, et la programmation de la carte Arduino, à la fin la réalisation de notre système

Pour cela on a divisé notre travaille en trois parties

- **Hardware** : pour réalise notre système nous avons choisi les composant nécessaires (capteur de gaz MQ7, carte ARDUINO UNO, Buzzer, module sim808 ; relais, électrovanne, ventilateur).
- **Software** : pour commander et marche notre système nous avons faire un programme sur logiciel arduino IDE.
- **Réalisation :** faire un circuit final avec la carte arduino , capteur, module GSM, afficheur, les actionneurs, à la fin, l'alarme.

Dans la première partie, on va présenter le schéma synoptique et la réalisation électrique de chaque composant électronique utilise dans notre solution.

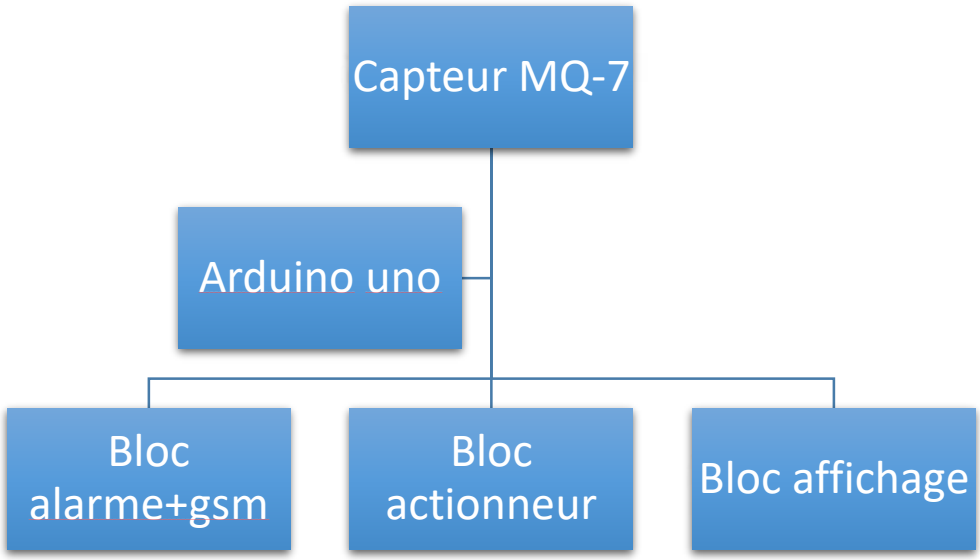


Figure III.1 : schéma synoptique

Notre système est constitué de plusieurs blocs comme indiqué ci-dessus :

- Bloc d'alimentation,
- Bloc de traitement d'information (Arduino UNO),

- Bloc de capteur MQ7,
- Bloc d'affichage LCD,
- Bloc de GSM SIM800L.
- Bloc les actionneurs (électrovanne, ventilateur)

III.2.1 Alimentation :

Après avoir étudié les caractéristiques électriques de tous les composantes électroniques nécessaires pour notre carte, on a utilisé une alimentation stabilisée, composée d'un transformateur 220V/5V, qui transforme la tension de secteur 220 v alternative en tension contenu de 5 volts avec 3000 mA d'intensité de courant. Sauf pour la carte GSM qui est alimente par une tension de 3.7v.

III.2.2 Capteur MQ 7 :

Le module qu'on a choisi est basé sur le capteur MQ7 présentée dans la figure III.2 permettant de détecter la présence de monoxyde de Carbone de 20 à 2000 ppm ; Haute sensibilité et temps de réponse rapide. La sensibilité est réglable par potentiomètre. Ce module se raccorde sur une entrée analogique ou digitale d'une carte Arduino. Dans notre cas on utilise l'entrée analogique [10]

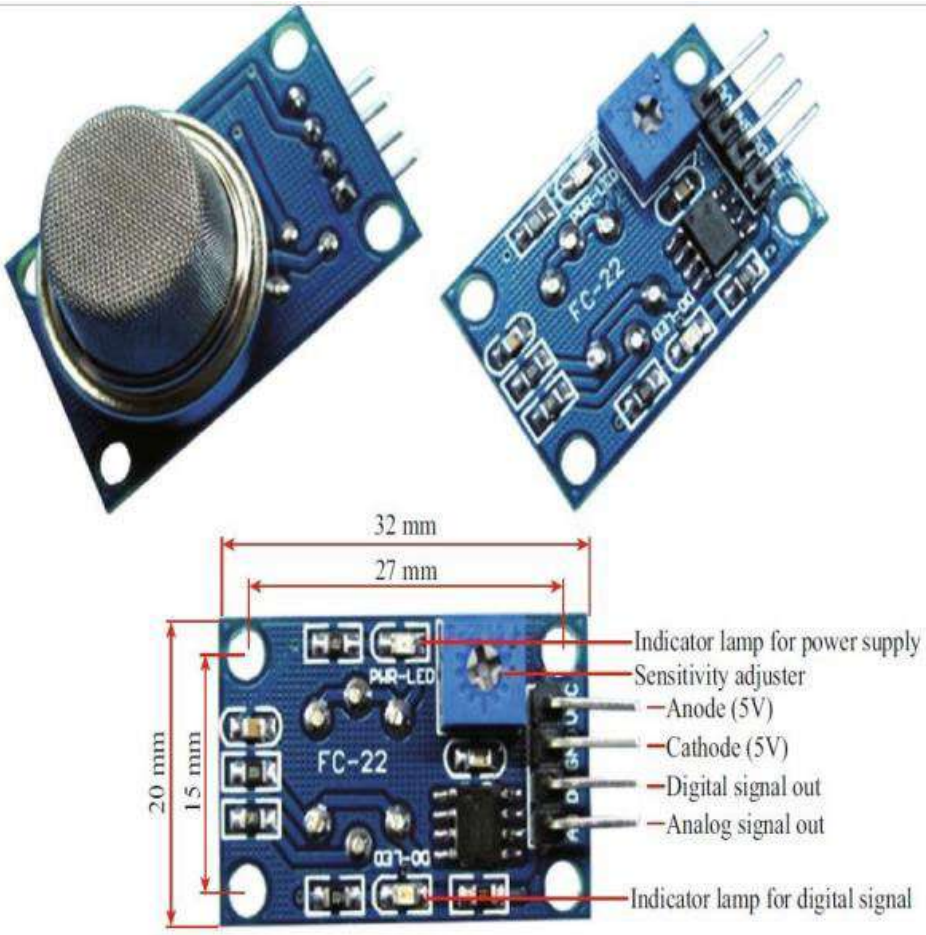


Figure III.2 : Capteur MQ7

La figure III.3 présentée la connexion de MQ-7 avec l'arduino

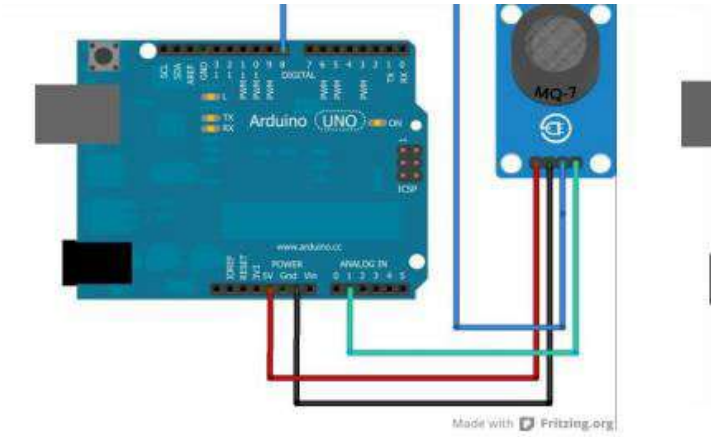


Figure III.3 : Câblage de MQ 7

Le schéma équivalant du capteur MQ-7 est représentée dans la figure III.4, Le signal analogique du capteur de gaz MQ7 est ensuite envoyé au comparateur de haute précision LM393 (soudé au bas du module), bien sûr pour numériser le signal. Avec le comparateur, un petit potentiomètre que vous pouvez tourner pour ajuster la sensibilité du capteur [10].

Vous pouvez l'utiliser aussi pour ajuster la concentration de gaz à laquelle le capteur le détecte

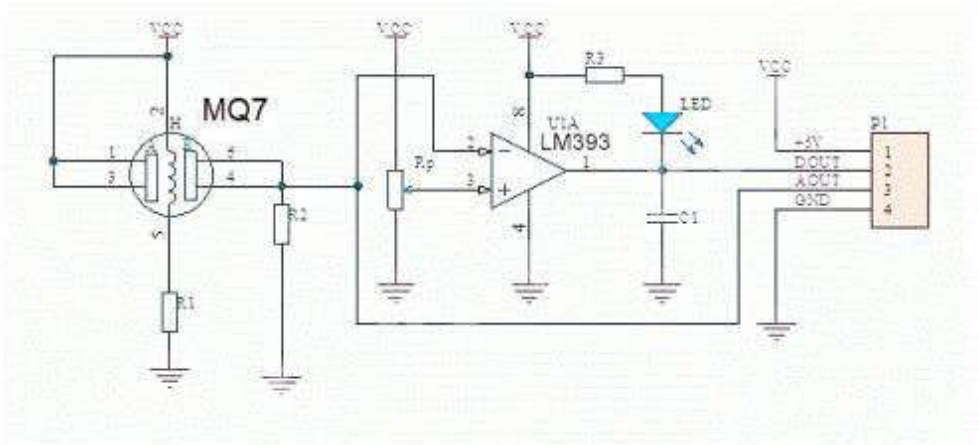


Figure III.4 : schéma équivalent de MQ7

Pour le Principe de fonctionnement Le MQ7, ce dernier est un capteur sensible au CO avec une conductivité plus faible dans l'air pur. Il fait la détection par méthode de cycle haute et basse température, il détecte le CO à basse température (chauffé de 1.5 V). La conductivité du capteur augmente avec la concentration du gaz CO à haute température (chauffée par 5V), il ignore complètement les autres gaz absorbés à faible température. Notre choix s'oriente vers ce capteur grâce à ses avantages, comme le variateur de sensibilité qui permet le changement de la conductivité correspondante au signal de sortie par rapport la concentration du gaz [10].

Les capteurs de gaz sont utilisés dans plusieurs domaines d'application, parmi lesquels on peut citer :

- ✓ **Domestique :** détecte des éventuelles fuites de monoxyde de carbone et de méthane (chaudière à gaz), butane (bouteille de gaz), fumée... etc.
- ✓ **Industriel :** détection de vapeurs de solvants toxiques tels que le chloroforme, acétone et hexane, etc., ou des gaz explosifs comme l'hydrogène et le propane
- ✓ **Automobiles :** contrôle de la qualité de l'air dans l'habitacle, détection dans les pots catalytiques, capteurs de fuite pour batteries hydrogène.
- ✓ **Environnement :** pour mesure le niveau de pollution dans les zones urbaines et les lieux publics les plus fréquentés comme entrepôts, parkings, salles blanches et sous-sol.
- ✓ **Militaire :** détecte le monoxyde de carbone, le phosgène, le sarin, le VX et d'autre gaz mortels.
- ✓ **Recherche :** contrôle et surveillance du niveau de gaz suivant les secteurs d'utilisation tels que : hydrogène pour le stockage d'énergie, les solvants dans la chimie, et la détection de dioxyde de carbone et d'ozone dans le domaine de l'écologie.

Cette liste non exhaustive d'applications montre le réel besoin d'une technologie fiable dans le domaine de la détection et reflète le grand intérêt pour le développement des capteurs de gaz.

Pour calibrer le capteur de gaz, il faut tenir le MQ-7 près de l'espèce à détecter et faire tourner le potentiomètre jusqu'à ce que la LED rouge du module commence à briller. Afin d'augmenter la sensibilité il suffit de tourner la vis dans le sens des aiguilles de la montre. Par la suite, le comparateur du module vérifie en continu si la broche analogique a atteint la valeur de seuil définie par le potentiomètre. Si c'est le cas, la broche numérique passe à l'état haut. Ce qui permet de déclencher une action (effet sonore d'un buzzer).

Les Raison de choix de ce capteur sont multiples ont peu citer :

- Plus facile en utilisation
- Plusieurs types de domaine utilisation
- Faible coût
- Haute sensibilité au gaz monoxyde carbone

Lors de la mesure de gaz tels que le dioxyde de carbone, le terme de concentration est utilisé pour décrire la quantité de gaz en volume dans l'air. Les deux unités de mesure les plus courantes sont les parties par million et la concentration en pourcentage. Le nombre de parties par million (ppm en abrégé) est le rapport d'un gaz à un autre. Par exemple, 1 000 ppm de CO signifie que si vous pouvez compter un million de molécules de gaz, 1 000 d'entre elles seraient constituées de monoxyde de carbone et 999 000 molécules seraient d'autres gaz.

III.2.3 Afficheur LCD avec adaptateur I2C :

L'écran LCD est un module d'affichage électronique qui permet de trouver un large éventail d'application. Il existe plusieurs types. Un écran LCD 16x2 est utilisé dans notre application voire figure III.5, ce module très basique et très couramment utilisé dans divers appareil et circuits. Ces modules sont préférés sur sept segments et d'autre LED multi-segments. Un écran LCD 16x2 signifie qu'il peut afficher 16 caractères par ligne et il y a 2 lignes. Dans cet écran LCD, chaque caractère est affiché, en matrice de 5x7 pixels. Cet écran LCD a deux bureaux d'enregistrement, à savoir, commande et data.

Pour une optimisation de l'affichage on utilise un module de protocole I2C intégré, qui nous facilite le travail car notre microcontrôleur comporte d'instructions spécialement dédiées pour le pilotage de cette affichage et aussi moins le câblage de fils. I2C est un bus série synchrone bidirectionnel half-duplex. Cette liaison est utilisable avec seulement 2 broches (une broche de donnée et une broche d'horloge) et nécessite l'utilisation de deux broches analogiques de l'Arduino (broche A4 et A5). [13]

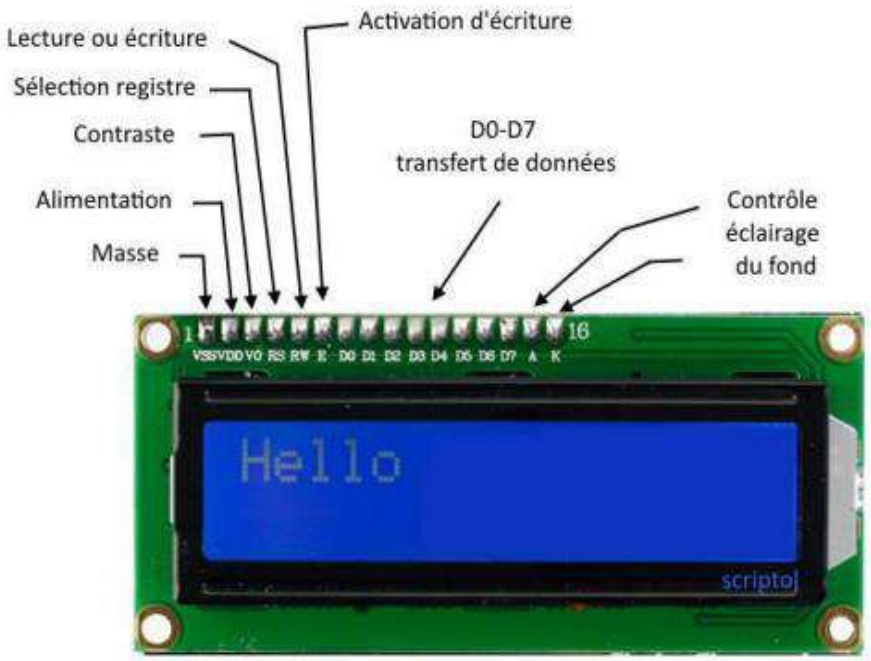


Figure III.5 : Afficheur LCD 2x16

La figure suivant présentée le câblage entre circuit arduino dans un côté et l'afficheur LCD avec I2C de l'autre côté. [13]

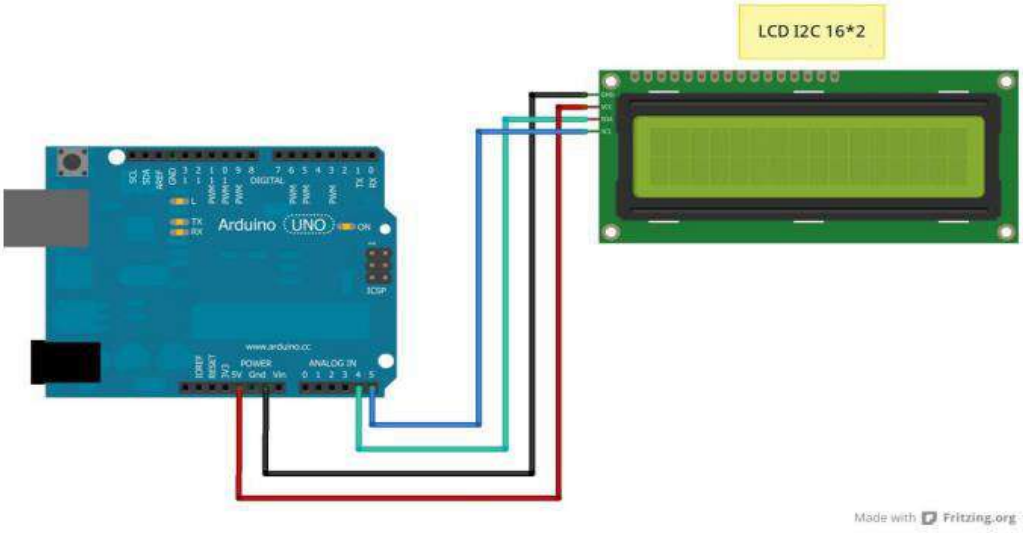


Figure III.6 : Câblage de LCD I2C 16*2.

III.2.4 Commande de relais :

La figure suivant représente Le relais, qui permet de commander tous types d'appareillage à partir d'un Microcontrôleur. Quel que soit le voltage ou le courant, il existe

un relais approprié pour chaque cas. Ce sont en effet des interrupteurs presque parfaits, facile à commander et qui assurent un isolement galvanique entre le montage et la charge. [14]



Figure III.7 : relais de commande

La connexion entre le relais et la carte arduino est représenté dans la figure suivant avec :

- Le câble rouge : VCC, pour alimenter le relais
- Le câble noir : GND , la terre
- Le câble Blue : le signal qui commande le relais

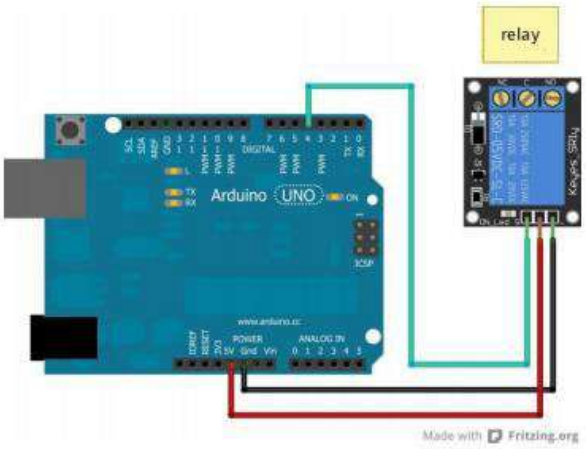


Figure III.8 : câblage de relais

III.2.5 MODULE SIM808 :

SIM808 GPS / GPRS / GSM est un quadri bande intégré GSM / GPRS et technologie de navigation GPS (voire figure III.13) . Taille de carte de crédit A seulement, selon l'emballage broches standard Arduino, compatible avec Arduino UNO autre carte mère arduino ,et amélioré les performances et la stabilité. En plus des fonctions SMS et téléphoniques normales, le bouclier prend également en charge les fonctions MMS, DTMF, FTP et d'autres. Vous pouvez réaliser l'acquisition de données, l'émetteur-récepteur de données sans fil Elle communique avec le microcontrôleur via le port UART.



Figure III.9 : carte sim808

Spécification de la carte Sim808 comme suivant :

- Tension de fonctionnement : 5V
- Puissance d'entrée : 7-23 V
- Quadri-bande 850/900/1800/1900MHz
- GPRS multi-slot classe 12/10
- Station mobile GPRS classe B
- Conforme GSM phase 2/2 +
  - ✓ Classe 4 (2 W @ 850 / 900MHz)
  - ✓ Classe 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz)
- Prend en charge le mode de faible consommation d'énergie : 100 mA @ 7 V-GSM

- Prise en charge du contrôle des commandes AT (3GPP TS 27.007, 27.005 et commandes AT améliorées SIMCOM)
- Prise en charge de la technologie de navigation par satellite GPS
- Indicateur d'état LED de soutien : état de l'alimentation, état du réseau et modes de fonctionnement
- Environnement de travail : -40 ~ 85 ℃
- Taille : 69 * 54 mm/2,71 * 2,12 pouces

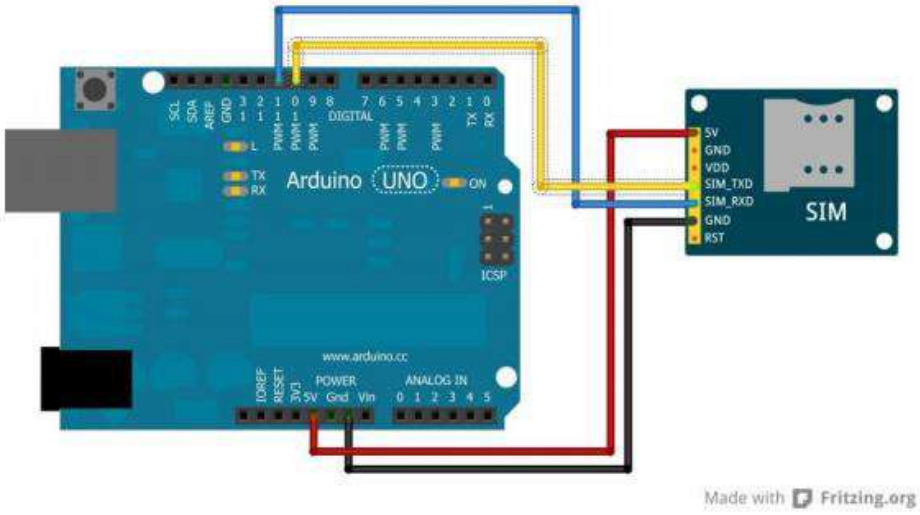


Figure III.10 : câblage du module SIM 808

III.2.6 Buzzer :

Un buzzer est un dispositif de signalisation audio, le principe de fonctionnement est simple, il suffit de le faire vibrer à une certaine fréquence. Cette vibration s'obtient par une alternance de signaux hauts et bas de même Durée.

Les buzzers peuvent être utilisés avec une plage de tension allant de 1.5V à 15V plus la tension appliquée est forte, plus le niveau sonore émis le sera.

La figure suivant présenter une photo de buzzer utilisé pour alerte dans le cas d'un danger potentiel. [15]



Figure III.11 : Buzzer

III.2.7 Servomoteur :

Servomoteur est un terme général pour un système de contrôle en boucle fermée, comme indique dans la figure III.12, le servomoteur utilisé le signal de retour pour ajuster la vitesse et la direction du moteur afin d'obtenir le résultat souhaité.

Son intérêt est la facilité de commande par un signal numérique externe et la forte démultiplication que les engrenages intégrés dans son boitier permettent, dans notre cas, Il est utilisé pour l'ouverture des fenêtres pour l'aération de la maison.

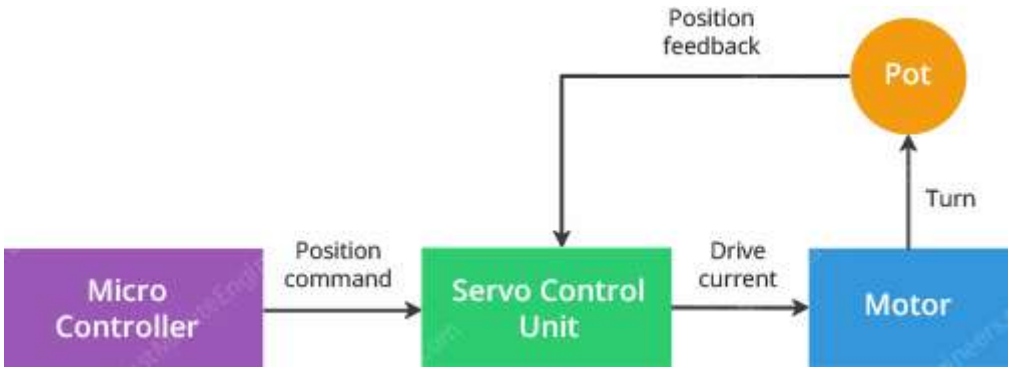


Figure III.12 : La boucle de servomoteur

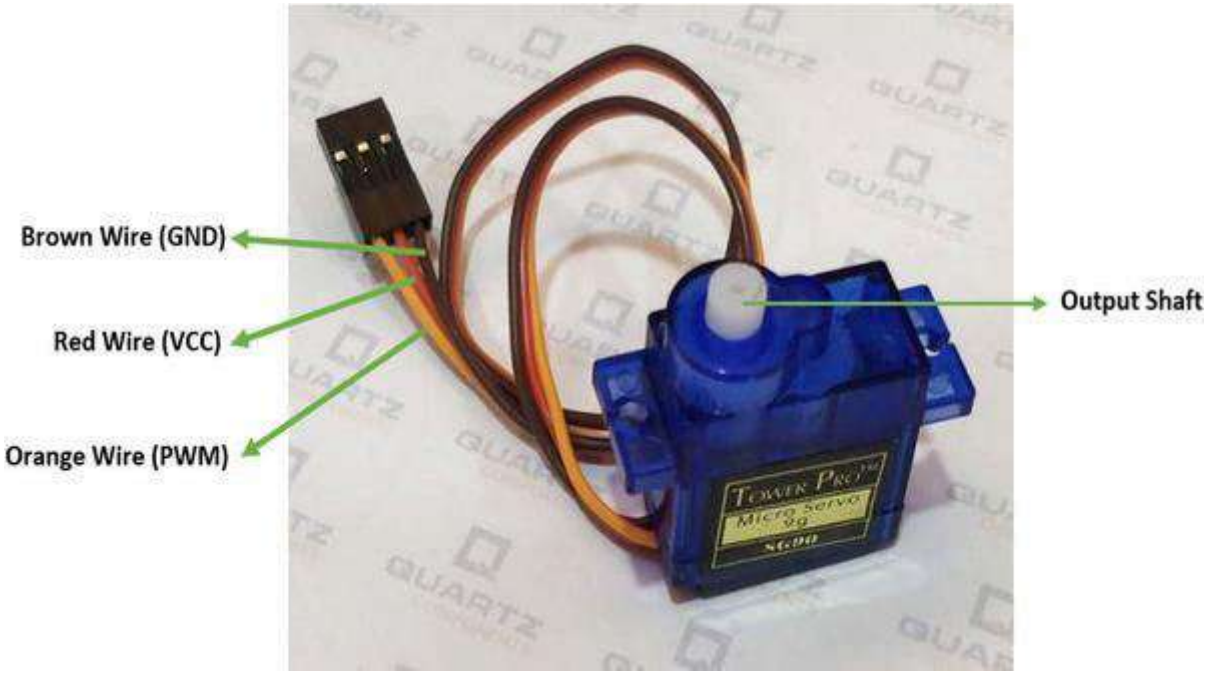


Figure III.13 : servomoteur

Vous pouvez contrôler le servomoteur en envoyant une série d'impulsions à la ligne de signal voire la figure III.13. Un servomoteur analogique conventionnel s'attend à recevoir une impulsion toutes les 20 millisecondes environ (c'est-à-dire que le signal doit être de 50 Hz).

La durée de l'impulsion détermine la position du servomoteur.

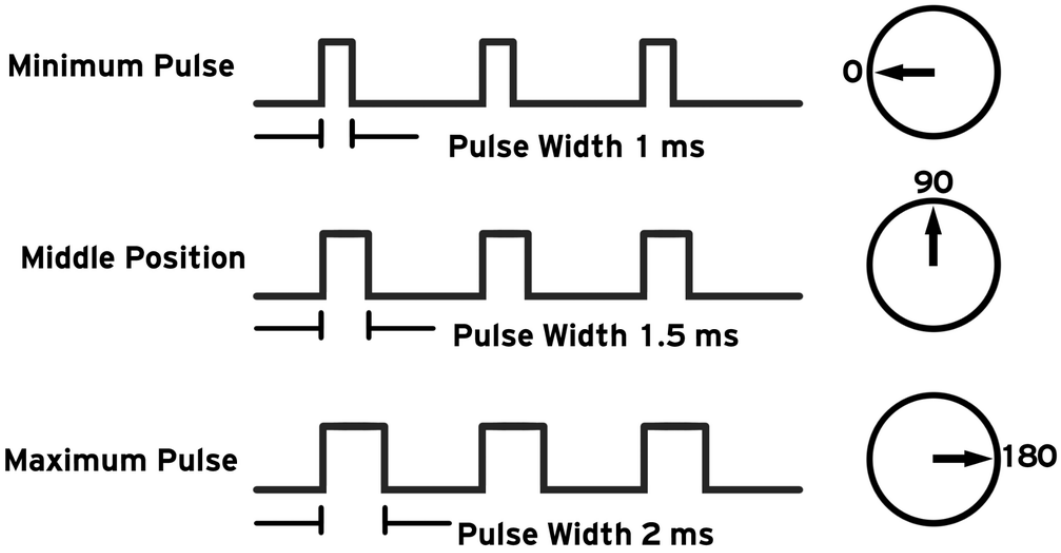


Figure III.13 : le fonctionnement de servomoteur

La figure III.13 présenter le fonctionnement de servomoteur, on peut distinguer dans quatre cas d'impulsion :

- Si l'impulsion est élevée pendant 1 ms, l'angle du servomoteur sera de zéro.
- Si l'impulsion est élevée pendant 1,5 ms, le servomoteur sera à sa position centrale.
- Si l'impulsion est élevée pendant 2 ms, le servomoteur sera à 180 degrés.
- Des impulsions comprises entre 1 ms et 2 ms déplaceront l'arbre du servomoteur sur les 180 degrés de sa course.

Et pour câblé les servomoteurs ont généralement trois connexions comme indique dans la figure suivant :

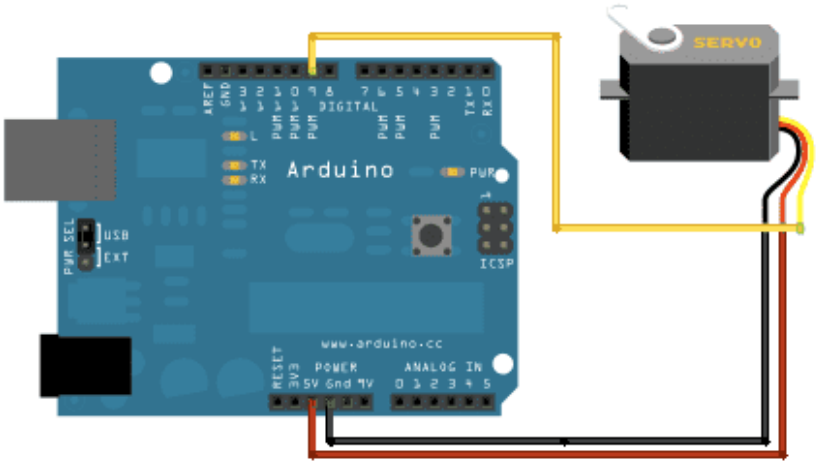


Figure III.14 : câblage de servomoteur

- Rouge : 5V est une tension positive qui alimente le servomoteur.
- Marron : GND est un terrain d'entente pour le moteur et la logique.
- Jaune : Contrôler est entrée pour le système de contrôle.

III.2.8 Diode électroluminescente (LED) :

Une diode électroluminescente (LED) est un dispositif optoélectronique capable d'émettre de la lumière lorsqu' il est parcouru par un courant électrique voir le figure III.15. Comme une diode classique la LED laisse passer le courant dans un sens (polarisation direct) et le bloque dans le sens inverse (polarisation inverse) [16].

Ainsi, chaque LED possède une tension de seuil propre à elle [16]

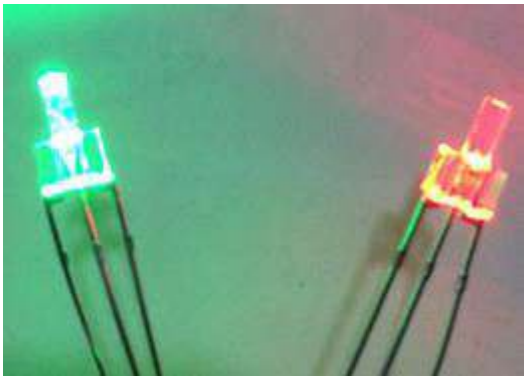


Figure III.15 : LED

III.2.9 Les ventilateurs :

Les ventilateurs sont des instruments électroniques très utiles. Ils sont exploitables dans le domaine de refroidissement [17]. Les ventilateurs sont composés d'hélices (ou de turbines) qui sont mues par une énergie développée par un moteur. Généralement, le moteur des ventilateurs est alimenté avec une source de tension continue [17].



Figure III.16 : ventilateur

Pour le câblage de ventilateur avec arduino comme indique dans la figure suivant :

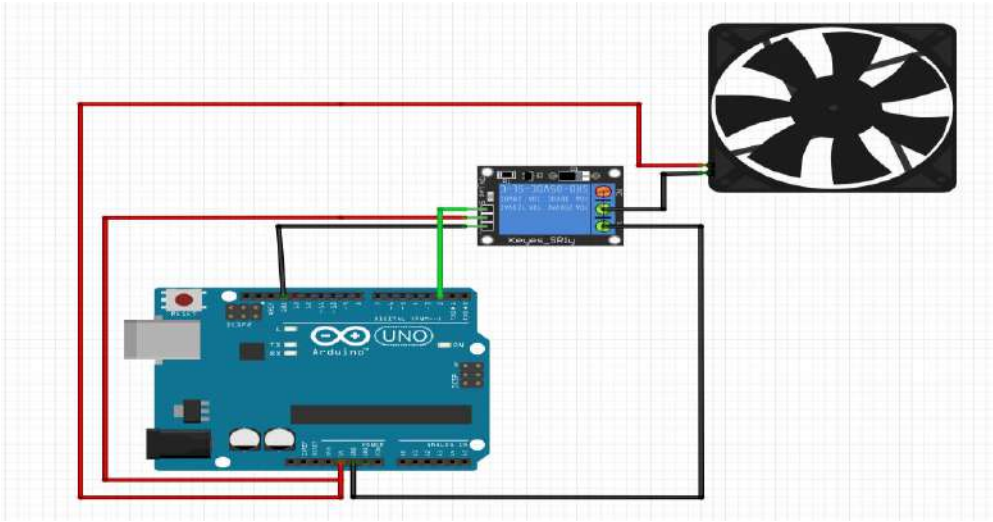


Figure III.17 : câblage de ventilateur avec arduino

III.2.9 Une électrovanne

Une électrovanne ou électrovalve est une vanne commandée électriquement. Grâce à cet organe, il est possible de contrôler le débit d'un fluide dans une machine par une commande électrique [18].

Une électrovanne est composée de deux parties :

Une tête magnétique constituée principalement d'une bobine, tube, culasse, bague de déphasage et des ressorts [18].

Un corps, contenant des orifices de raccordement, obturés par clapet, membrane, piston… etc. Selon le type de technologie employée, l'ouverture et la fermeture de l'électrovanne est liée à la position du noyau mobile qui déplace sous l'effet du champ magnétique engendré par la bobine polarisée [18].



Figure III.18 : électrovanne 12v

Electrovanne cable avec arduino comme ce qui suit dans la figure III.19:

Nous avons utilise le relais pour commande l'electrovanne

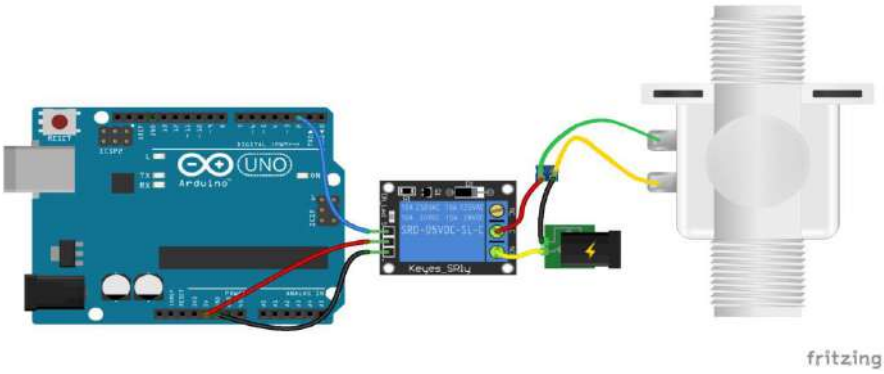


Figure III.19 : Câblage électrovanne avec arduino et relais

III.2.10 Carte Arduino Uno :

Il existe plusieurs types de cartes Arduino. La carte Arduino UNO est une des versions majeures. Il s'agit d'une carte au format standard, (53.3mm sur 68.8mm).

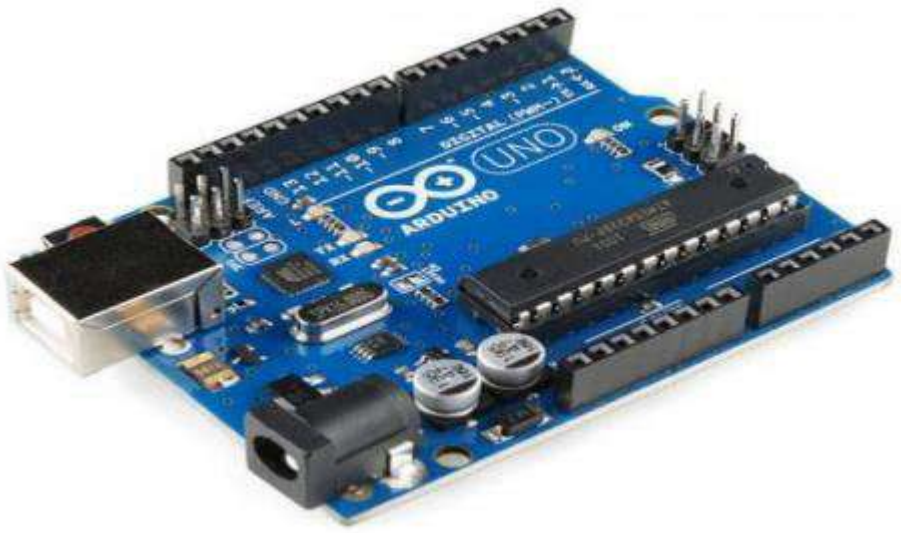


Figure III.20 : carte arduino uno

L'Arduino Uno est une carte basée sur un microcontrôleur (mini-ordinateur) Atmel AEMEGA328 ou ATMEGA168. Elle dispose dans sa version de base de 1Ko de mémoire vive, et 8Ko de mémoire flash pour stocker ses programmes. Elle peut être connectée à 14 entrées ou sorties numériques, dont 6PWM (pouvant donner trois sorties analogiques) et six entrées analogiques. Dans la version la plus courante, La communication avec l'ordinateur se fait par un port USB. Il existe plusieurs versions de l'Arduino, dont une version miniaturisée, et d'autres projets sont également en gestation. La carte dispose d'un logiciel système interne (modifiable) et des programmes utilisateur. [12]

Et pour contrôler et commande cette carte nous avons utilisé moniteur ARDUINO IDE

III.3 Software :

Dans cette partie, on va donner la description software de notre réalisation, pour cela, un programme est réalisé qui va être injecter a microcontrôleurs de la carte Arduino après avoir été convertie par l'IDE en code HEX.

.III.3.1 Moniteur série d'ARDUINO IDE :

Arduino a une caractéristique principale, la communication avec notre ordinateur via le port série. Ceci est connu sous le nom de communication série. Parce que l'utilisation de ce port a été quelque peu désaffectée au profit de la technologie USB, Arduino dispose d'un convertisseur Série-USB qui permet à notre carte d'être reconnue par notre ordinateur comme un périphérique connecté à un port COM, même lorsque la connexion physique avec USB.

Arduino IDE nous fournit un outil qui nous permet d'envoyer et d'afficher les données traitées via le port série. Cet outil s'appelle Serial Monitor et se trouve dans le menu Outils, dans l'option "Serial Monitor". C'est le moyen le plus simple d'établir une communication série avec Arduino.

À travers cette fenêtre, vous pouvez envoyer ou recevoir des informations via le port série. Notez que pour ouvrir cette fenêtre, il est nécessaire que notre carte Arduino soit connectée à notre PC via USB.

Pour démarrer la communication série avec Arduino à l'aide du moniteur série, vous devez établir certaines commandes dans l'IDE Arduino, puis les télécharger sur le microcontrôleur

Dans la fonction de configuration, nous initialisons la communication série avec l'instruction Serial begin (9600). Le 9600 indique le débit en bauds ou le nombre de bauds que le port série gérera. Le Baud est défini comme une unité de mesure, utilisée dans les télécommunications, qui représente le nombre de symboles par seconde dans un support de transmission, analogique ou numérique

Pour nos besoins, nous utiliserons couramment une vitesse de symbole de 9600. Chaque fois que nous allons communiquer avec Arduino via un port série, nous devons appeler l'instruction Serial.begin (9600).

Si nous téléchargeons le code de notre programme sur Arduino, nous pouvons observer le comportement de notre algorithme via le moniteur série avec l'appel de la fonction Serial.println.

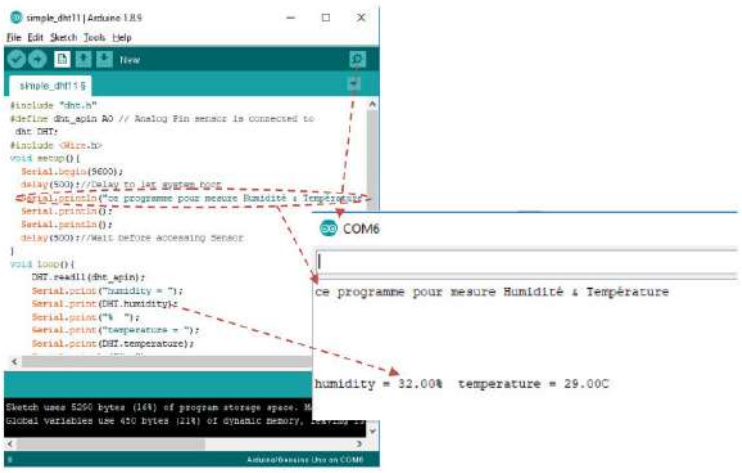


Figure III.21 : Serial Monitor

III.3.2 Les setup pour envoi un sms par carte ARDUINO :

Notre système est basé sur La détection du gaz, et l'envoi d'un SMS d'alerte en cas d'alarme. Dans ce qui suit, on va présenter la procédure de l'envoi de ces SMS.

Avant envoie un message il faut télécharger bibliothèque du module sim808 :

- #include<DFRobot_sim808.h> : cette option déclare la bibliothèque pour on peut utiliser la carte dans l'arduino ide
- #define PHONE_NUMBER ''xx'' : on utilise cette directive pour écrire notre numéro qui voulez envoyer un sms dans le cas d'alerte
- #define MESSAGE ''xx'' : directive pour écrire le texte sms qui nous voulons envoyer

Et aussi il y a autre commande (AT) supplémentaire qui aide nous pour vérifie est ce que le module SIM en état de fonctionnement est sont suivantes :

- [AT+QCS] : contrôler la qualité de signal
- [AT+CCID] : trouve le numéro de carte sim pour test est ce que la carte sim est active
- [AT+CREG ?] : pour contrôle cette sim est registre dans le réseau ou non.
- [AT+CCID] : lecture les informations de la carte sim

.

La figure suivant représente les commandes supplémentaires :

```
mySerial.println("AT"); //Once the handshake test is successful, it will back to OK
updateSerial();
mySerial.println("AT+CSQ"); //Signal quality test, value range is 0-31 , 31 is the best
updateSerial();
mySerial.println("AT+CCID"); //Read SIM information to confirm whether the SIM is plugged
updateSerial();
mySerial.println("AT+CREG?"); //Check whether it has registered in the network
updateSerial();
```

Figure III.22 : les commandes supplémentaires(AT)

Après actives les commandes nécessaires a configure le module sim808 on utilise les fonctions suivant :

- [STRING SMS] : dans cette fonction nous écrivons le message que nous voulons envoyer
- BUFFER=READSERIAL : utilise cette fonction pour stocke les donnes.

Le programme suivant montre comment envoie un SMS à partir ARDUINO :

```
#include <DFRobot_sim808.h>

//Mobile phone number, need to change
#define PHONE_NUMBER  "187******39"

DFRobot_SIM808 sim808(&Serial);

void setup() {
  //mySerial.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
  //********Initialize sim808 module*************
  while(!sim808.init()) {
      delay(1000);
      Serial.print("Sim808 init error\r\n");
  }
  Serial.println("Sim808 init success");
  Serial.println("Start to call ...");

  //*********Call specified number**************
  sim808.callUp(PHONE_NUMBER);
}
void loop() {
  //nothing to do
}
```

III.4 Réalisation et conception de notre projet :

Le prototype réalisé est constitué de trois blocs distincts :

- ✓ Bloc de détection de la présence du gaz.
- ✓ Bloc d'activation d'alarme.
- ✓ Bloc d'action automatique.

III.4.1 Bloc de détection :

L'élément principal de détection utilisé dans notre prototype est le MQ-7. Ce capteur passif est relié avec la carte ARDUINO via une sortie analogique (A0).

Lors du contact entre la couche sensible du capteur et le gaz, la résistance entre les électrodes métalliques change proportionnellement à la concentration du gaz.

Suivant la variation de cette concentration dans l'air, le signal analogique de sortie généré par le capteur varie entre 0 V et 5 V.

III.4.2 Bloc d'activation d'alarme :

Le système d'alarme est composé d'un Buzzer et deux LEDS de signalisation : verte et rouge et carte Gsm. Ces éléments sont reliés à la carte Arduino.

Le contrôle de ces éléments (activation ou désactivation) est géré via un programme télé versé vers la carte Arduino.

Dans le cas d'absence d'une excitation externe, la LED verte est passante (allumée). Par contre la LED rouge est bloquée (éteinte) et le buzzer est inactif.

Dans le cas inverse, la LED rouge est allumée et le buzzer est actif. Par conséquent, la LED vert est éteinte

La carte arduino envoie un message vers portable par carte Gsm

III.4.3 Bloc d'action automatique :

Le bloc d'action automatique est constitué d'une électrovanne et ventilateur.

Pour ce dernier étage, cet élément est alimenté par tension continue et relié à la carte Arduino à travers une carte de relais.

Dans le cas où il n'y a pas d'excitation externe, le relais n'est pas alimenté et l'électrovanne se trouve dans l'état ouvert.

Dans le cas inverse, le relais est activé. Par conséquent l'électrovanne n'est plus alimentée (état fermé)

Ainsi, dans le but de renforcer les mesures de sécurité et de minimiser les éventuels dégâts causés par la forte concentration du gaz Co, un système d'évacuation (une mise en marche d'un ventilateur avec l'ouverture automatique de la fenêtre) a été installé.

III.5 Circuit global :

Lors de la mise en marche de notre prototype, l'écran LCD affiche un message d'accueil " système started"



Figure III.23 : le démarrage de système

Après quelques secondes et s'il n ' y a pas une fuite de gaz MONOXYDE CARBON, le circuit de détection est inactif.



Figure III.24 : la valeur de CO est sécurisée

Dans ce cas, la LED verte est allumée, la sortie numérique de la carte Arduino (pin n 05) se trouve à l'état bas (niveau logique 0) et le relais est à l'état NO (normal open). De ce fait, l'électrovanne reste à l'état ouvert (fonctionnement ordinaire).

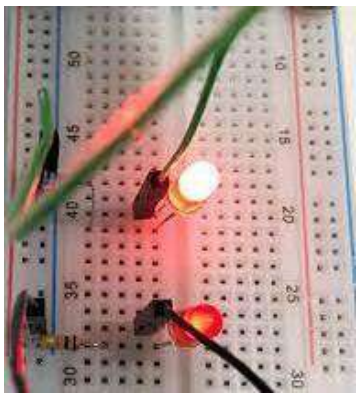


Figure III.25 : Allumage LED rouge

En cas de présence de gaz monoxyde carbone provoquer par une mauvaise installation, ou une corrosion des tuyaux du cuivre, une mauvaise ventilation ...etc.. ; dans ce cas, lorsque la concentration du gaz dépasse un certain seuil (pour notre cas, le seuil est de 350 ppm), le capteur détecte la présence du gaz. La sortie analogique du module MQ-7 fournit un signal électrique à l'entrée analogique A0 de la carte Arduino.



Figure III.26 : Détection de CO

De ce fait, le circuit d'alarme s'active : la LED verte s'éteint, la LED rouge devient passante, et le buzzer se déclenche (un effet sonore), la carte Arduino envoie un signal numérique à l'écran LCD. Ce dernier converti ce signal et affiche le message " gas is detected " et ainsi Module sim envoie un message vers le numéro de portable configuré.



Figure III.27 : La valeur de CO très élevé

Une fois que le circuit d'alarme est activé, la sortie numérique de la carte Arduino (pin n 09) se trouve à l'état haut (niveau logique 1) et le relais passe de l'état NO (normal open) vers l'état NC (normal close). Par conséquent, l'électrovanne n'est plus alimentée et passe de l'état ouvert à l'état fermé. Ceci provoque la coupure de gaz

Pour renforce les mesures de sécurité on ajout un ventilateur pour dégagé les gaz de CO, et servomoteur qui ouvre les fenêtres pour l'aération notre maison

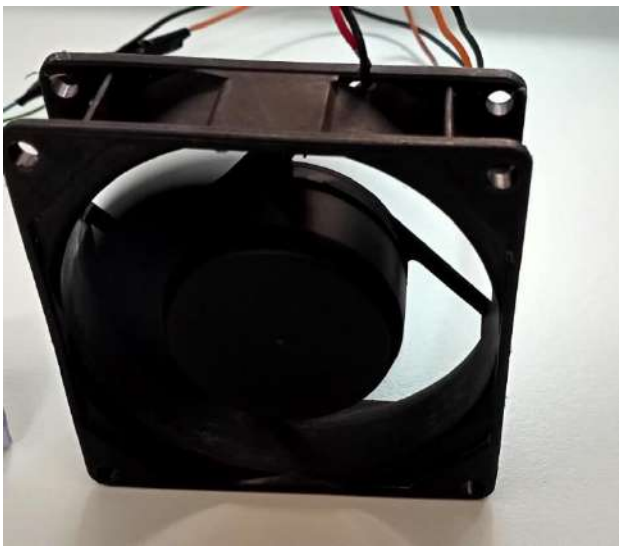


Figure III.28 : Démarrage ventilateur

Une fois que la concentration du gaz diminue, le système retourne à l'état normal (absence du gaz).

Schéma électronique global réalisé comme représenter dans la figure suivante :

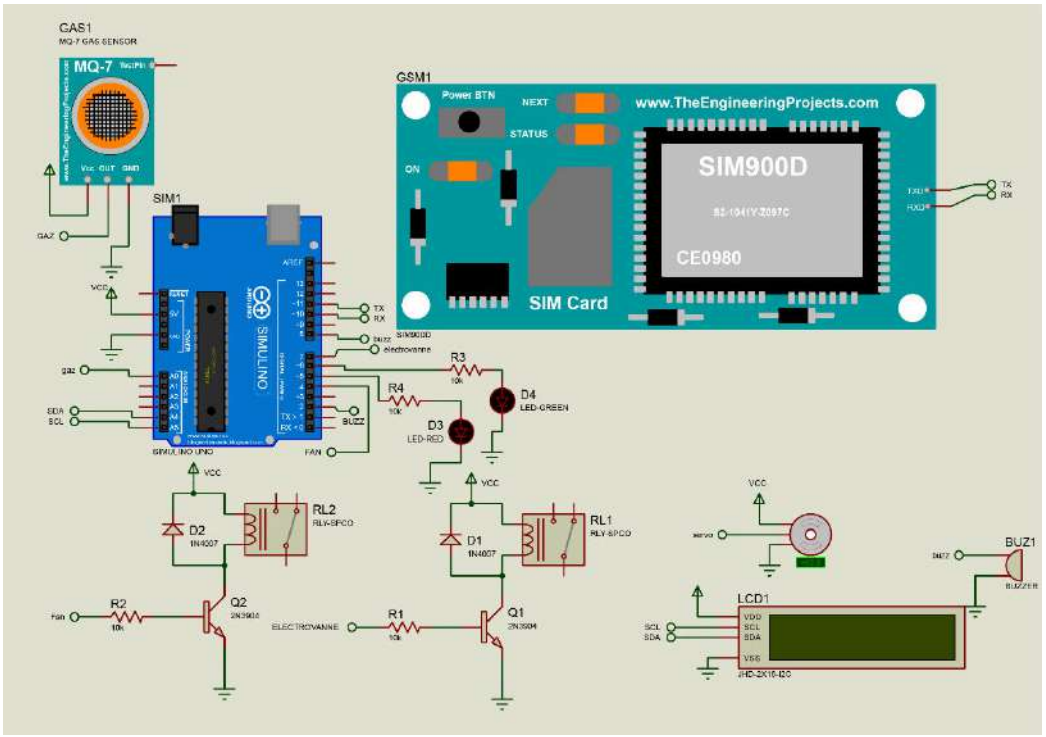


Figure III.29 : Schéma électronique en proteus

Conclusion :

Nous avons présenté dans ce chapitre les différents blocs qui composent notre prototype, pour une meilleure optimisation, il était important pour nous de passer par code de arduino, par la suite, nous avons réalisé les trois étages (bloc de détection, bloc d'activation d'alarme et bloc d'action automatique). Enfin, plusieurs tests ont été effectués afin de valider le bon fonctionnement de notre circuit global.

Conclusion générale

Conclusion générale :

L'exploitation du gaz dans les maisons modernes comme source d'énergie est devenue une nécessite incontournable. Cependant, cette source représente des éventuels risques pour la vie humaine. C'est dans ce contexte que notre projet intervient. Pour cela, on a réalisé une solution dans une maison intelligente pour réduire ce problème dangereux

En effet, le travail réalisée dans notre projet était la conception d'un système de détection de gaz de monoxyde, lance l'alerte et coupe l'alimentation en gaz. Notre système est constitué de 03 blocs à savoir : le bloc de détection, le bloc d'alarme et le bloc d'action automatique.

Ce travaille, nous a permis d'une part de développer le programme sous l'environnement IDE d'Arduino, et d'autre part, de vérifier le bon fonctionnement de notre montage, les résultats obtenus montrent une bonne efficacité du système dans la détection et l'alerte en temps réel de la présence du fuit de gaz, avec une action directe pour arrêter l'alimentation en gaz et aérée la maison.

Les perspectives qui découlent de ce mémoire portent sur le développement de notre circuit en ajoutant un module internet (Wifi ou la donnes mobile) qui permet d'envoyer un message d'avertissement via internet au propriétaire.

Bibliographique

[1] la maison connectée ou intelligente [en ligne], (consulté le : 5/06/2021), disponible sur : https://www.mafuturemaison.fr/dossier/construire/quest-ce-quune-maison-intelligente/.

[2] M. TACHON, P. BARBEL, Contribution à un état de l'art de la domotique orienté action publique [en ligne], (consulté le : 05/06/2021), disponible sur : siad.aecom.org/content/download/5760/101747/.../domo_03_09.pdf.

[3] Recettes du marché de la domotique dans une sélection de pays en 2017 (en millions de dollars des États-Unis) [en ligne], (consulté le : 07/06/2021), disponible sur : https://fr.statista.com/statistiques/584631/perspective-du-marche-numerique-recettes-de-ladomotique-pour-maisons-intelligentes-dans-une-selection-de-pays/

[4] D.Evans, L'internet des objets [en ligne], (consulté le: 15/06/2021), disponible sur le lien : https://www.cisco.com/c/dam/global/en_ca/solutions/executive/assets/pdf/internet-of-things-fr.pdf .

[5] Sécurité et gestion des données : les 5 défis de l'Internet des Objets [En ligne], (Consulté le : 15/05/2021), disponible sur le lien : https://www.thewebconsulting.com/media/item/488-securiteet-gestion-des-donnees-les-cinq-defis-auxquels-est-confronte-l-internet-des-objets.

[6] les obstacles qui entravent l'internet des objets [en ligne], (consulté le : 16/06/2021), disponible sur: http://buzzit.clairegerardin.com/les-obstacles-qui-entravent-linternet-des-objets/.

[7] B. Jorge, B. Lacroix, A. Proux, les protocoles réseau de l'internet des objets [en ligne], (consulté le: 16/06/2021), disponible sur : http://www.arrow.com/fr-fr/research-andevents/articls/protocols-for-the-internet-of-things.

[8]: G. Asch et collaborateurs. Acquisition de données, du capteur à l'ordinateur. Edition Dunod

[9]. collaborateurs, G.Asch.les capteurs en instrumentation industrielle. Paris : Dunod, 1999.

[10]How MQ7 Gas/Smoke Sensor Works & Interface it with Arduino. last minute engineers. [En ligne]

https://lastminuteengineers.com/mq7-co-senser-arduino-tutorial/.

[11] Composantes électroniques disponibles pour le bricolage [en ligne], (consulté le : 17/06/2021), disponible sur :

https://www.ebay.fr/b/Composants-electroniques-pour-le-bricolage/92230/bn_16574946.

[12] Starter Kit for Arduino [en ligne], (consulté le : 20/06/2021), disponible sur: https://www.elecrow.com/download/Starter%20Kit%20for%20Arduino(user%20manual).pd

[13]. Les afficheurs à cristaux liquides. Aurel32. [En ligne] https://www.aurel32.net/elec/lcd.php/.

[14]. Relais Électronique. zpag. [En ligne] http://www.zpag.net/Electroniques/relais.htm. [21]. Bipeur. wikipedia. [En ligne] https://fr.wikipedia.org/wiki/Bipeur.

[15]. PIEZO BUZZER. adafruit. [En ligne] https://www.adafruit.com/product/160.

[16]. LED ET CALCUL DE LA RÉSISTANCE SÉRIE. Astuces pratiques. [En ligne] 29, 06, 2011. https://www.astuces-pratiques.fr/electronique/led-et-calcul-de-la-resistance-serie.

[17]. Principe de fonctionnement d'un ventilateur. comunitic.fr. [En ligne] https://www.comunitic.fr/maison/principe-de-fonctionnement-dunventilateur/#:~:text=Les%20ventilateurs%20sont%20constitu%C3%A9s%20d,une%20source%20d'%C3%A9nergie%20%C3%A9lectrique.&text=On%20peut%20ainsi%20orienter%20u n,on%20d%C3%A9sire%20avoir%20l'air.

[18]. TECHNOLOGIE ELECTROVANNES ET VANNES. s.l. Asco, 2016

ANNEXE

MQ-7 Semiconductor Sensor for Carbon Monoxide

Sensitive material of MQ-7 gas sensor is SnO2, which with lower conductivity in clean air. It makes detection by method of cycle high and low temperature, and detect CO when low temperature (heated by 1.5V). The sensor's conductivity is higher along with the gas concentration rising. When high temperature (heated by 5.0V), it cleans the other gases adsorbed under low temperature. Please use simple electro circuit, Convert change of conductivity to correspond output signal of gas concentration. MQ-7 gas sensor has high senility to Carbon Monoxide. The sensor could be used to detect different gases contains CO, it is with low cost and suitable for different application.

Character:

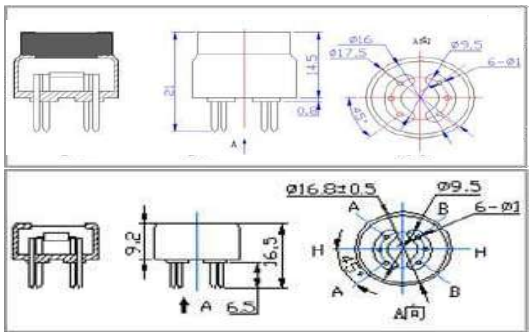
Good sensitivity to combustible gas in wide range

High sensitivity to natural gas

Long life and low cost

Simple drive circuit

Configuration:



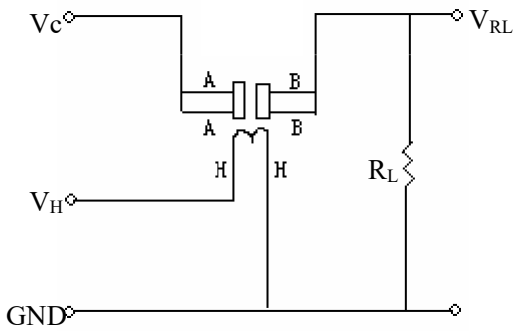
Application:

Domestic gas leakage detector

Industrial CO detector

Portable gas detector

Basic test loop:



The above is basic test circuit of the sensor. the sensor need to be put 21 voltage heater (VH) and test voltage (VC) VH used to supply certified working temperature to the sensor, while VC used to detect voltage (VRL) on load resistance (RL) whom is in series with sensor. the sensor has light polarity, VC need DC power .VC and VH could use same power circuit with precondition to assure performance of sensor .in order to make the sensor with better performance, suitable RL value is needed:

Power of sensitivity body (PS):

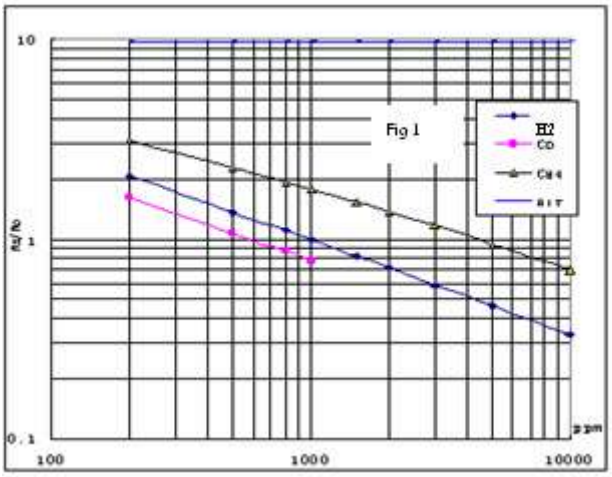
$Ps=Vc^2 \times Rs/ (Rs + RL)^2$

Resistance of sensor(RS): RS=(VC/VRL-1) ×RL

Technical Data:

Model No.			MQ-7
Sensor Type			Semiconductor
Standard Encapsulation			Plastic
Detection Gas			Carbon Monoxide
Concentration			10-10000ppm CO
Circuit	Loop Voltage	V_c	≤10V DC
	Heater Voltage	V_H	5.0V±0.2V ACorDC（High） 1.5V±0.1V ACorDC（Low）
	Heater Time	T_L	60±1S（High）90±1S（Low）
	Load Resistance	R_L	Adjustable
Character	Heater Resistance	R_H	31Ω±3Ω（Room Tem.）
	Heater consumption	P_H	≤350mW
	Sensing Resistance	R_s	2KΩ-20KΩ(in 100ppm CO)

	Sensitivity	S	Rs(in air)/Rs(100ppm CO)≥5
	Slope	α	≤0.6(R300ppm/R100ppm CO)
Condition	Tem. Humidity		20℃±2℃；65%±5%RH
	Standard test circuit		Vc:5.0V±0.1V； VH（High）: 5.0V±0.1V； VH（Low）: 1.5V±0.1V
	Preheat time		Over 48 hours



Sensitivity Characteristics :

Fig.1 shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-7, ordinate means resistance ratio of the sensor **(**RS/RO**),** abscissa is concentration of gases.RS means resistance in different gases, Ro means resistance of sensor in 1000ppm Hydrogen. All test is under standard test conditions.

Influence of Temperature/Humidity:

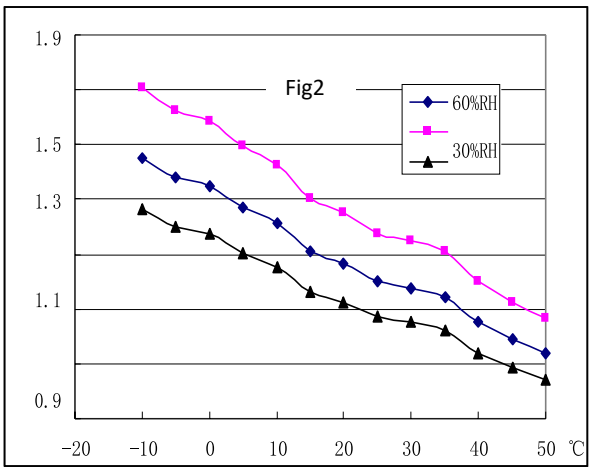
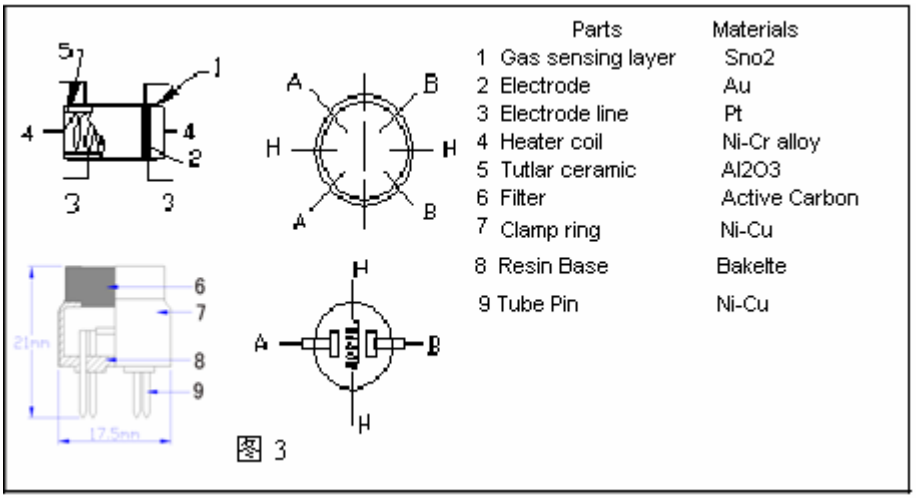


Fig.2 shows the typical temperature and humidity characteristics. Ordinate means resistance ratio of the sensor (RS/RO), RS means resistance of sensor in 100ppm CO under different tem. and humidity. RO means resistance of the sensor in environment of 100ppm CO, 20℃/65%RH

Structure and configuration :



Structure and configuration of MQ-7 gas sensor is shown as Fig. 3, sensor composed by micro AL2O3 ceramic tube, Tin Dioxide (SnO2) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-7 has 6 pin, 4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Notification

1 Following conditions must be prohibited

1.1 Expose to organic silicon steam

2 Organic silicon steam cause sensors invalid, sensors must be avoid exposing to silicon bond,fixature, silicon latex, putty or plastic contain silicon environment

2.1 High Corrosive gas

3 If the sensors exposed to high concentration corrosive gas (such as H_2Sz, SO_X, Cl_2, HCl

etc), it will not only result in corrosion of sensors structure, also it causes sincere sensitivity attenuation.

3.1 Alkali, Alkali metals salt, halogen pollution

4 The sensors performance will be changed badly if sensors be sprayed polluted by alkali metals saltespecially brine, or be exposed to halogen such as fluorin.

4.1 Touche water

5 Sensitivity of the sensors will be reduced when spattered or dipped in water.

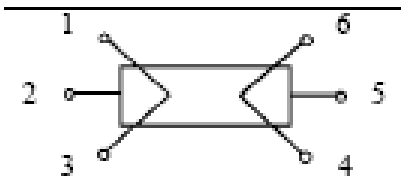
5.1 Freezing

6 Do avoid icing on sensor'surface, otherwise sensor would lose sensitivity.

6.1 Applied voltage higher

7 Applied voltage on sensor should not be higher than stipulated value, otherwise it cause down-line or heater damaged, and bring on sensors' sensitivity characteristic changed badly.

Voltage on wrong pins For 6 pins sensor, if apply voltage on 1、3 pins or 4、6 pins, it will make lead broken, and without signal when apply on 2、4 pins



8 Following conditions must be avoided

8.1 Water Condensation

Indoor conditions, slight water condensation will effect sensors performance lightly. However, if water condensation on sensors surface and keep a certain period, sensor' sensitivity will be decreased.

8.2 Used in high gas concentration

No matter the sensor is electrified or not, if long time placed in high gas concentration, if will affect sensors characteristic.

8.3 Long time storage

The sensors resistance produces reversible drift if it's stored for long time without electrify, this drift is related with storage conditions. Sensors should be stored in airproof without silicone gel bag with clean air. For the sensors with long time storage but no electrify, they

need long aging time for stability before using.

8.4 Long time exposed to adverse environment

No matter the sensors electrified or not, if exposed to adverse environment for long time, such as high humidity, high temperature, or high pollution etc, it will effect the sensors performance badly.

8.5 Vibration

Continual vibration will result in sensors down-lead response then repture. In transportation or assembling line, pneumatic screwdriver/ultrasonic welding machine can lead this vibration.

8.6 Concussion

If sensors meet strong concussion, it may lead its lead wire disconnected.

8.7 Usage

For sensor, handmade welding is optimal way. If use wave crest welding should meet the following conditions:

8.7.1 Soldering flux: Rosin soldering flux contains least chlorine

8.7.2 Speed: 1-2 Meter/ Minute

8.7.3 Warm-up temperature：100±20℃

8.7.4 Welding temperature：250±10℃

8.7.5 1 time pass wave crest welding machine

If disobey the above using terms, sensors sensitivity will be reduced.