الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

Département du Génie Mécanique

Mémoire de Fin d'Études

Présenté pour l'obtention du Diplômede Master en Mécatronique

THEME

Mise en place d’un systèmed’alarme à base du moduleArduino-Unoetdu capteur à ultrasons(HC-SR04)

Préparé et présenté par :

M. Benkortbi Toufik

Proposé et dirigé par :

PR :OuldZmirli Mohamed

AnnéeUniversitaire 2018-2019

Dédicace

Avec un grand honneur

Je remercie mon **dieu** qui m'a donné la force pour continuer mes études.

Je dédie se travaille pour

Ma mère et mon père

Ma petite famille : Naiema ; Yacine ; Med Amine ; Amel ; Youcef Nadir et ma grande famille : Mon seule oncle Abdenbi Nadir

Tous mes **professeurs**

Tous mes collègues de la promotion de la cinquième année mécatronique

Tous qui mon donnée de force et l'aide pour continuer surtout

Mrs: Ould zmirli Med - Bekir Otmane - Benramdane A.haroun

Bouaziz Med Nadjib - Skender Med Réda - Khlili Taher –Wahil Ahmed- Mami Youcef - Benkortbi Bachira,- Yahyaoui Med –Benkortbi Bachira- Benyakhlaf Sidahmed - Dahdouh Manal, Marmouz Youcef - Abdellah Elhadj Hichem - Kortbi Farok – Turkmane Hakim-gazgazi ahmed-berkuia mahfoud

Tous les professeurs, tout le personnel et les étudiants de l'université de Médéa

Merci

Toufik Benkortbi

Remerciments

Au terme de ce travail je tiens à exprimer mes remerciements:
A dieu qui m'a donné la force et la santé pour accomplir ce travail.
A mes parents qui m'ont donné tous l'aide pour suivre
mes études avec patience
A mon promoteur " Ould Zmirli Mohamed"
qui a accepté de m'encadrer
ainsi que Mrs : Bekir Otmane , Bachene Mourad,
Mounir Zirari ;Khazrane Mohamed,bentouati ismahil ;
Guedmani med ;Ould cherchali Noureddine ;Khlili Tahar ;Mami Youcef ;Benkortbi Bachira ; Marmouz Youcef et Benkortbi Bachira Dahdouh
A tous les Enseignants de la spécialité Mécatronique
de d'université Médéa qui m'ont enseigné durant la période de formation.

J'exprime mes sincères remerciements à monsieur le président de jury et Mrs les membres de jury qui m'ont honoré en ayant accepté d'évaluer le présent projet de fin d'études.

Table II.1 : Description de la partie matérielle…… 16
Table II.2 : Structure général de l'interface IDE Arduino……18

Table III.1 : description du schéma synoptique ……...……20

Figure II.1 : Système Arduino…….....11
Figure II.2 : Différents types de Shields Arduino…….15
Figure II.3 : Carte Arduino UNO……..16
Figure II.4 : Pins du circuit intégré ATMEGA328 ..... ……..…..……..……17
Figure II.5 : Interface IDE Arduino……..18

Figure III.1 : Schéma synoptique du système d'alarme réalisé……21
Figure III.2 : Schéma électrique……22
Figure III.3 : Schéma de l'Alimentation……..….23
Figure III.4 : Bloc de traitement des informations…….....24
Figure III.5 : Bloc du capteur HC-SR04…….26
Figure III.6 : Fonctionnement du module capteur HC-SR04……..…….26
Figure III.7 : Bloc d'affichage……...……...…27
Figure III.8: Bloc d'acquisition (clavier)……...……...…27
Figure III.9 : Bloc de GMS(SIM800L)…….……..28
Figure III.10 : Schéma du circuit imprimé de l'alimentation……..……...……28
Figure III.11 : Face cuivre / Face composants……...29
Figure III.12 : Photo de l'alimentation réalisée……...…….…..29
Figure III.13 : Organigramme de fonctionnement général de notre système d'alarme…….……32

Introduction Générale ..... .2.

CHAPITRE I

Généralité sur les diffèrenttyped'alarme

1.1.Introduction.....**3.**
I.2 .historique.....3
I.3.Type d alarme d intrusion a l interieur.....4
I.3.1detecteur a infrarouge passif.....**4.**
I.3.2 .detecteur a ultrasons.....5
I.2.3.detecteur a micro ondes.....5
I.2.4.detecteur a fesceau lumineux modules.....6
I.2.5.detecteur de bris de vitre.....6
I.3.Types d alarmes d instruction a l exterieur (en plein air).....7
I.3.1.Vibreur.....7
I.3.2.Detection passive du chanp magnetique.....7
I.3.3..Detection active du chanp electromagnetique.....8
I.3.4.cloture a micro-ondes.....8
I.3.5.Les systeme microphoniques.....9
I.3.6.Detecteur a fibre optique.....9
I.3.7.Champ electromagnetique de perturbation.....9

Conclusion 10

CHAPITRE II

Présentation du module ardouino-uno

II.1Introduction 1
II.2.Presentation du module ardouino.....2
II.3Les gamme de la cart ardouino.....2
II.4.Avantage de la cart ardouino.....14
II.5.La construction de la cart ardouino uno.....5
II.5.1.partie materielle.....6
II.5.2.Le circuit integre ATMEGA328 (microcontroleur).....17
II.7. Conclusion :.....19

CHAPITRE III

Réalisationd un système d'alarme baser sur ardouinouno

III.1.
Introduction.....20
III.2. Schéma synoptique.....20
III.3. Composition du système d'alarme réalisé 21
III.3.1. Bloc d'alimentation.....21
III.3.2. Bloc de traitement des informations.....23
III.3.3. Bloc du capteur.....24
III.3.4.Blocd'affichage.....26
III.3.5. Bloc d'acquisition (clavier).....27
III.3.6. Bloc de GMS(SIM800L).....27
III.4. Réalisation du Montage.....28
III.5. Partie logicielle.....30
III.6. Mise en marche du système.....33
III.7. Montage du prototype de notre système.....33
III.8. Conclusion.....33

Conclusion Generale.....35
Bibliographie.....37
Annexe.....38

الملخص :

في هذا المشروع، قدمنا إنجازا لنظام إنذار يستند إلى لوحة Arduino UNO ، والتي تتحكم في عدة وحدات: جهاز استشعار بالموجات فوق الصوتية ووحدة GSM ونظام Buzzer ولوحة مفاتيح. هذا النظام قابل للبرمجة وفقًا للحاجة والمكان المراد مراقبته. لقد تعلمنا عمليا كيف تعمل أنظمة الإنذار الحديثة وهذا ساعدنا على إنجاز نظامنا بأقل تكلفة.

Résumé:

Dans ce projet, nous avons présenté une réalisation d’un montage d'un système d'alarme basé sur une carte Arduino UNO, qui contrôle plusieurs modules : un capteur à ultrasons, un module de GSM, un Buzzer et un clavier. Ce système est programmable selon le besoin et le lieu à surveiller. Nous avons appris pratiquement comment fonctionne les systèmes d'alarme modernes et ceci nous a aidés à réaliser notre système à faible cout.

Abstract :

In this project, we presented a realization of a mounting of an alarm system based on an Arduino UNO board, which controls several modules : an ultrasonique señor, a GSM module, a Buzzer and a keyboard. This system is programmable according to the need and the place to be monitored. We have learned practically how modern alarm systems work and this has helped us realize our lower cost system.

Introduction générale

Introduction Générale

La sécurité est devenue une préoccupation majeure de la plupart des gens, d'autant plus que la plupart des pays développés ont enregistré une hausse significative des cambriolages de maison dans les dernières décennies. Renforcer la sécurité d'une maison ou siège d'établissement est la première étape dans la prévention des cambriolages.En premier lieu, il s'agit d'évaluer l'accessibilité d'un cambrioleur dans le domicile. Il est nécessaire de tout mettre en œuvre un bon système de sécurité pour diminuer le risque d'intrusion dans une habitation.

Un système d'alarme moderne et professionnel doit comporter impérativement des détecteurs qui pourraient détecter tout événement pouvant mettre en danger les biens ou la vie humaine telle que les incendies, l'agression, le cambriolage, le vandalisme ...etc. Egalement un système d'alarme doit comporter une centrale d'alarme programmable et des avertisseurs pour signaler la production d'un événement.

Un système d'alarme est un excellent moyen pour protéger une habitation. Un système d'alarme de base se compose généralement d'un panneau de commande et de détecteurs placés autour de l'habitation.Les détecteurs déclenchent l'alarme, soit par détection de mouvement, soit par ouverture d'une porte ou une fenêtre ou autres.

Une fois déclenché, le système d'alarme active une sirène et envoi une alerte de sécurité vers généralement des téléphones ou un centre de surveillance. Le simple fait de mettre une sirène sur la façade d'une habitation dissuade la plupart des cambrioleurs.

Dans ce travail, nous proposons la conception et la réalisation d'un système d'alarme professionnel qui fonctionne identiquement aux systèmes d'alarme commercialisés actuellement.

Notre système estbasé sur une carte Arduinouno et il est programmable selon le besoin et le lieu à surveiller.Nous avons appris pratiquement comment fonctionne les systèmes d'alarme modernes et comment se fait leur installation et leur maintenance et ceci nous a aidés à réaliser notre système à coût plus faible.

Ce mémoire est organisé comme suit : le premier chapitre décrit quelques généralités sur les systèmes de surveillance, en citant les différents types d'alarme. Dans le deuxième chapitre, le système de développement à base d'une carte d'arduinouno sera présenté, sa composition et ces caractéristiques et avantages, ainsi que l'outil de programmation. Le dernier chapitre expose en détail le système d'alarme réalisé, son principe de fonctionnement et ses différents modules. Et enfin, une conclusion générale.

Chapitre 1

Généralités sur les systèmes de surveillance

I.1.Introduction

Les systèmes d'alarme résultent d'une intégration de plusieurssystèmes de capteurs. Le plus important pour les grandes installations serait labarrière extérieure sur laquelle est placé un capteur. Il permettrait de détecter etde retarder l'intrus avant même qu'elles n'atteignent le bâtiment lui-même. Il y a un certain nombre de barrages équipés pardifférents types de capteurs, chacun ayant ses qualités et ses défauts [1].

Autre que les capteurs montés sur les barrières, d'autres capteurspeuvent être disposés sur le dessus d'un mur ou enfouis dans le sol pour créerune ligne de défense cachée. Cela permet au système de sécurité de détecterdes intrus, mais ne pas les retarder.

Un autre choix pour la détection est en circuit fermé de télévision (CCTV).La détection peut être manuelle (un gardien surveille les écrans vidéo, parexemple) ou automatique grâce à des logiciels de détection automatique demouvement dans l'endroit vidéo-surveillé [1].

Cependant, le CCTV reste peu efficace en tant que capteur autonomedans des applications externes, parce qu'il est souvent affecté par les conditionsmétéorologiques (brouillard épais, pluie, neige).

La dernière ligne de protection est le bâtiment lui-même. Il peut êtreprotégé par des capteurs infrarouges, capteurs micro-ondes, les serrures à puceou des portes équipées par des détecteurs magnétiques [1].

I.2-Istorique

En 2003,HernandoBarragan, pour sa thèse de fin d'études, avait entrepris le développement d'une carte électronique dénommée Wiring, accompagnée d'un environnement de programmation libre et ouvert. Pour ce travail, Hernando Barragan réutilisait les sources du projet Processing. Basée sur un langage de programmation facile d'accès et adaptée aux développements de projets de designers, la carte Wiring a donc inspiré le projet Arduino(2005).

Comme pour Wiring, l'objectif était d'arriver à un dispositif simple à utiliser, dont lescoûts seraient peu élevés, les codes et les plans « libres » (c'est-à-dire dont les sources sont ouvertes et peuvent être modifiées, améliorées, distribuées par les utilisateurs eux-mêmes) et,enfin, « multi-plates-formes » (indépendant du système d'exploitation utilisé).

Conçu par une équipe de professeurs et d’étudiants (David Mellis, T om Igoe, Gianluca Martino, David Cuartielles, Massimo Banzi ainsi que Nicholas Zambetti), l'environnement

Arduino est particulièrement adapté à la production artistique ainsi qu'au développement de conceptions qui peuvent trouver leurs réalisations dans la production industrielle.

Le nom Arduino trouve son origine dans le nom du bar dans lequel l’équipe avait

l'habitude de se retrouver. Arduino est aussi le nom d'un roi italien, personnage historique dela ville « Arduino d’Ivrée », ou encore un prénom italien masculin qui signifie « l'ami fort ».

I.3.Types d'alarme d’intrusion à l’intérieur [1]

Ces types de capteurs sont conçus pour une utilisation en intérieur.L’utilisation à l'extérieur ne serait pas recommandée en raison de la vulnérabilitéde fausses alarmes et la durabilité du temps.

I.3.1. Détecteurs à infrarouge passif

Le détecteur infrarouge passif (Passive Infra Red: PIR) est l'un desdétecteurs les plus courants dans les environnements domestiques et les petitesentreprises, car il offre des fonctionnalités fiables et abordables. Le terme"passif" désigne que le détecteur est capable de fonctionner sans avoir besoinde générer et émettre sa propre énergie (contrairement aux capteurs à ultrasonset à micro-ondes qui sont des détecteurs d'intrusion volumétrique "actifs").

Les PIR sont capables de distinguer si un objet émetteur infrarouge est présent d'abord par la détection de la température ambiante de l'espace surveillé, puis par la détection d’un changement dans la température causée par la présence de cet objet.

En utilisant le principe de différenciation, qui se traduit par une vérification de la présence ou non-présence, le PIR permet de décider si un intrus ou un objet est réellement là.

Parmi ces zones, il y a des zones de non-sensibilité (zones mortes) qui sont utilisées par le capteur pour la comparaison.

I.3.2. Détecteurs à ultrasons

Utilisant des fréquences entre 25 kHz et 75 kHz, ces détecteurs àultrasons actifs émettent des ondes sonores inaudibles par l'être humain.

Émises par l’émetteur, ces ondes sonores sont réfléchies par des objetssolides (tels que le sol, le mur et le plafond), puis captés par le récepteur.

Le principe de l'effet Doppler est à la base de son fonctionnement. Eneffet, les ondes ultrasonores sont presque complètement réfléchies par les objetsà surface rigide alors que les objets à surface molle (comme le corps humain)ont tendance à absorber une partie de l’énergie de ces ondes et entraînent unchangement de leur fréquence.

Ainsi, un objet en mouvement introduit un changement de fréquence desondes émises dont la détection implique une intrusion dans l’espace surveillé.

Deux conditions doivent se produire pour détecter avec succès un événementpar effet Doppler:

- Il doit y avoir un mouvement d'un objet dans l’axe du récepteur.
- Ce mouvement doit provoquer un changement de la fréquence des ultrasons captés par le récepteur par rapport à la fréquence d'émission.

Cette technologie est considérée comme démodée par de nombreux professionnels d'alarme, et n'est plus fréquemment utilisée.

I.3.3. Détecteur à micro-ondes

De même principe que le précédent, ce détecteur émet des micro-ondeset les détecte après qu’elles soient réfléchies tout en mesurant leur intensité.L'émetteur et le récepteur sont généralement combinés dans un seul boîtier pourles applications intérieures, et sont dans des boîtiers séparés pour lesapplications extérieures.

Ainsi, ce détecteur fonctionne comme un dispositif actif volumétrique quirépond à:

- Un changement de fréquence Doppler quart de travail.
- Un décalage de phase de fréquence.
- Un mouvement entraînant une réduction de l'énergie reçue.

I.3.4. Détecteur à faisceaux lumineux modulés

Le système à faisceau photoélectrique détecte la présence d'un intrus parl’émission visible ou infra rouge des faisceaux lumineux dans une zone. Pouraméliorer la surface de détection, les faisceaux sont souvent employés en deuxou plus.Toutefois, si un intrus est conscient de la présence de la technologie, ilpeut l’éviter.

Le système de détection peut se montrer efficace, s'il est installé dans despiles de trois ou plus, lorsque les émetteurs /récepteurs sont répartis en nombresuffisant pour pouvoir créer une barrière de manière qu’il serait inévitable de s’enpasser par tout intrus.Ce type de systèmes est valable aussi bien pour des applications internesqu’externes.

Pour empêcher une attaque discrète en utilisant une source secondairede lumière afin de maintenir le détecteur dans un état de fermeture, la plupartdes systèmes utilisent une source de lumière modulée.

I.3.5. Détecteurs de bris de vitre

Le détecteur de bris de verre peut être utilisé pour la protection dupérimètre de construction interne. Quand le verre se casse il génère du son dansune large bande de fréquences (couvrant les fréquences sonores audibles etultrasonores inaudibles, allant de quelques Hz à plus de 20 kHz). Les détecteursde bris de verre acoustiques sont montés à proximité des vitres et ils écoutentles fréquences sonores causées par le bris du verre.

Un autre type de détecteurs de bris de vitres peut être utilisé : Ce sont lesdétecteurs sismiques qui diffèrent des détecteurs de type précédent par le faitqu'ils sont installés sur la vitre. Quand le verre se casse il produit un choc defréquences bien déterminées qui se propagent à travers le verre et souvent parl'intermédiaire du cadre de fenêtre, les murs et le plafond.

En règle générale, les fréquences les plus intenses sont générés entre 3et 5 kHz, selon le type de verre et de la présence d'un intercalaire en plastique.Les détecteurs sismiques de bris de verre sentent ces fréquences aux chocs et àleur tour génèrent un état d'alarme.

I.4. Types d’alarmes d’intrusion à l’extérieur (En plein air)[1]

Ces types de capteurs se trouvent souvent montés sur des barrières ouinstallés sur le périmètre de la zone protégée.

I.4.1. Vibreur

Ces dispositifs sont montés sur les obstacles et sont surtout utilisés pourdétecter une attaque sur la structure elle-même. La technologie repose sur uneconfiguration instable mécanique qui fait partie du circuit électrique. Quand unmouvement ou vibration se produit, la partie instable du circuit se déplace etbrise le flux de courant, qui produit un signal d'alarme. La technologie desappareils varie et peut être sensible aux différents niveaux de vibration. Le milieude la transmission des vibrations doit être correctement sélectionné pour lecapteur spécifique.

Un type assez nouveau et non prouvée de capteurs utilise descomposants piézo-électriques plutôt que de circuits mécaniques, qui peuventêtre ajustées pour être très sensibles aux vibrations.

Avantages: capteurs très fiables, à faible taux de fausses alarmes et deprix abordable.

Inconvénients: Doit être monté clôture. Le prix assez élevé dissuade denombreux clients, mais son efficacité compense son prix élevé.

I.4.2. Détection passive du champ magnétique

Ce système de sécurité enterré, est basé sur le principe de détection desanomalies magnétiques de l'opération. Le système utilise un générateur dechamp électromagnétique alimenté par deux câbles en parallèle. Les deux filspassent le long du périmètre et sont généralement installés à environ 5 cm audessusd'un mur ou d'environ 30 cm sous terre. Les fils sont connectés à unprocesseur de signal qui analyse tout changement dans le champ magnétique.

Avantages: Taux de fausse alarme très faible permettant de détecter lescambrioleurs réels.

Inconvénients: ne peut pas être installé à proximité de lignes à hautetension, les radars ou les aéroports.

I.4.3. Détection active du champ électromagnétique

Ce système de proximité peut être installé sur le périmètre du bâtiment,des clôtures et des murs. Il offre aussi la possibilité d'être installé sur despoteaux autoportants dédié. Le système utilise un générateur de champélectromagnétique alimentant un fil, avec un autre fil de détection parallèle. Lesdeux fils passent le long du périmètre et sont généralement installés, près de 800mm, l'un par rapport à l'autre. Le fil de la sonde est relié à un processeur designal qui analyse:

- la variation d'amplitude du champ
- le changement de taux électromagnétique (mouvement des intrus)
- le temps des perturbations

Ces paramètres caractérisent le mouvement de l'intrus et quand les trois sontdétectés simultanément, un signal d'alarme est généré.

La barrière peut fournir une protection contre le sol à environ 4 mètresd'altitude. Il est généralement configuré dans les zones de longueurs allanatjusqu'à 200 mètres selon le nombre de fils de capteur installé.

Avantage: peut être complètement discret.

Inconvénients: - coût élevé- peu fiable (taux élevé de fausses alarmes, incapable dedistinguer un chat d'un homme, trop dépendant desconditions météorologiques, …etc.).

I.4.4. Clôture à micro-ondes

Le fonctionnement d'une barrière à micro-ondes est très simple. Ce typede dispositif produit un faisceau électromagnétique utilisant des ondes à hautesfréquences qui passent de l'émetteur au récepteur, ce qui crée un mur invisible,mais sensible à l'intrusion. Lorsque le récepteur détecte un changement dans lefaisceau reçu (dû à une éventuelle intrusion), le système démarre une analysedétaillée de la situation et peut déclencher, le cas échéant, un signal d'alarme.

Avantages: faible coût, facile à installer, barrière périmétrique invisible(limites inconnues à l'intrus).

Inconvénients: très sensible aux conditions météorologiques (pluie,neige et brouillard, par exemple, entraîneraient une rupture du fonctionnementdes capteurs), nécessité d'un espace complètement dégagé (pas d'obstacle detoute sorte (arbre, …)).

I.4.5. Les systèmes microphoniques

Les systèmes microphoniques sont variés, mais ont, en commun, lacapacité de détecter le bruit causé par l'intrusion. Habituellement, les capteurssont attachés aux clôtures rigides, mais pour certaines versions plussophistiquées, ils peuvent également être enfouis sous terre.

Selon le type choisi, le système peut être sensible à différents niveaux debruit ou de vibrations.

Avantages: très bon marché, configuration simple, facile à installer.

Inconvénients: certains systèmes sont peu fiables (taux élevé de faussesalarmes dû à une forte sensibilité des capteurs utilisés).

1.4.6. Détecteur à fibre optique

Un détecteur à fibre optique peut être utilisé pour détecter les intrusionsen mesurant la différence de la quantité de lumière envoyée par le noyau de lafibre. Si la fibre est perturbée, une partie de la lumière sera perdue et lerécepteur détecte cette fuite. La détection peut porter aussi, non pas sur laquantité de la lumière reçue, mais sur le changement de polarisation causé parle mouvement survenu sur la fibre.

Le support portant la fibre peut être attaché directement à une clôture oulié à une bande en acier barbelé qui est utilisé pour protéger le haut des murs etdes clôtures.

Avantages: très semblable au système microphonique, configurationsimple, facile à installer. Peut protéger des longues distances (de plusieurs km).

Inconvénients: taux élevé de fausses alarmes.

1.4.7. Champ électromagnétique de perturbation

Ce système utilise un principe de champ électromagnétique deperturbation basée sur deux câbles coaxiaux non blindée enterrés à environ 1015cm de profondeur et situé à environ 2,1 mètres. L'émetteur émet une RadioFréquence (RF) sur le premier câble, cette

fréquence est reçue par le secondcâble. Lorsque le changement de l'intensité du champ diminue en raison de laprésence d'un objet et atteint un seuil préétabli inférieure, une condition d'alarmeest générée. Le système est discret quand il est installé correctement.

Avantages: caché comme une forme enterrée.

Inconvénients:

- sensible au bruit RF
- Taux élevé de fausses alarmes.
- Difficile à installer.

I.5.Conclusion

Dans ce chapitre nous avons parlé des systèmes d’intrusion de leurstypes, de leur structure, et des périphériques (capteurs, détecteurs, sirènes…).Des avantages et inconvénients de ses différents périphériques.

Dans le prochain chapitre nous présentons le système de développement Arduino UNO.

Chapitre 2

Présentation du module ArduinoUno

II.1.Introduction

Les cartes Arduino sont inventées pour réaliser des prototypes de cartes Électroniques pour l'informatique embarquée. Ces cartes permettent un accès simple et peu couteux à l'informatique embarquée. De plus, elles sont entièrement libres de droit, autant sur l'aspect du code source (Open Source) que sur l'aspect matériel (Open Hardware). Ainsi, il est possible de refaire sa propre carte Arduino dans le but de l'améliorer ou d'enlever des fonctionnalités inutiles au projet [2].

Le langage Arduino se distingue des langages utilisés dans l'industrie de l'informatique embarquée par sa simplicité. En effet, beaucoup de librairies et de fonctionnalités de base occulte. Certains aspects de la programmation de logiciel embarquée afin de gagner en simplicité. Cela en fait un langage parfait pour réaliser des prototypes ou des petites applications [2].

Dans ce chapitre, nous avons présenté les deux parties essentielles de l'Arduino : la partie matérielle et la partie de programmation. Nous avons également expliqué le principe de fonctionnement de la carte Arduino sans oublier ses caractéristiques.

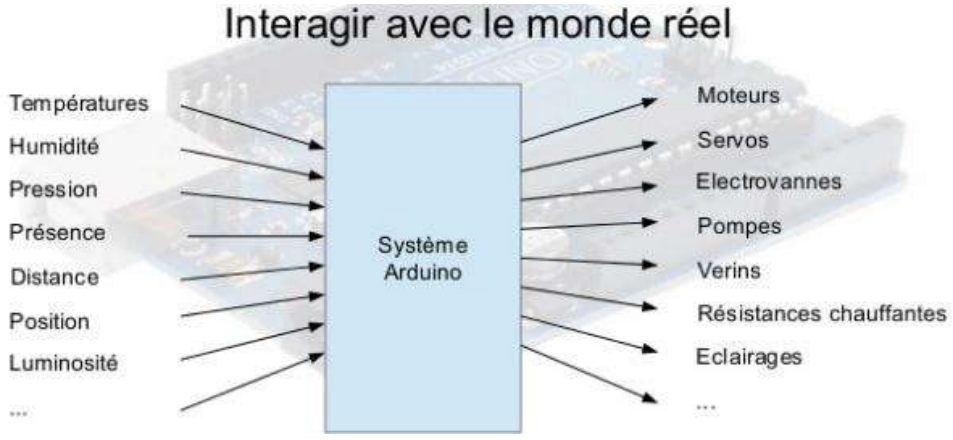


Figure II.1 : Système Arduino

II.2. Présentation du module Arduino

Le module Arduino est un matériel libre dont les plans de la carte elle-même sont publiés en licence libre dont certains composants de la carte : comme le microcontrôleur et les composants complémentaires qui ne sont pas en licence libre. Un microcontrôleur programmé peut analyser et produire des signaux électriques de manière à effectuer des tâches très diverses. Arduino est utilisé dans beaucoup d'applications comme l'électrotechnique industrielle et embarquée, la domotique mais aussi dans des domaines différents comme le pilotage d'un robot, commande des moteurs, communiquer avec l'ordinateur, commander des appareils mobiles. Chaque module d'Arduino possède un régulateur de tension +5 V et un oscillateur à quartez 16 MHz (ou un résonateur céramique dans certains modèles). Pour programmer cette carte, on utilise l'logiciel IDE Arduino.

Arduino est un outil permettant de construire des dispositifs qui peuvent interagir avec l'environnement qui les entoure. On peut s'en servir pour y relier des capteurs détectant du son, de la lumière ou des vibrations, qu'il utilisera alors pour allumer une lumière, changer sa couleur, mettre en route un moteur, et bien d'autres choses. Arduino est un système magique, qui se situe au cœur de toutes ces actions. Il collecte des informations à partir de ses capteurs, évaluant ainsi le monde réel qui l'entoure. Il prend ensuite des décisions basées sur les données recueillies et provoque en retour des actions, sous forme de sons, de lumière, ou encore de mouvements.Arduino se présente généralement sous la forme d'une carte électronique bleue, qui a à peu près la taille de la main. Cette carte comporte des inscriptions en blanc qui permettent de repérer ses différents éléments. Tous les composants et les circuits de la carte sont visibles et accessibles [3].

II.3.Les gammes de la carte Arduino [4]

Actuellement, il existe plus de 20 versions de module Arduino, nous citons quelques un afin d'éclaircir l'évaluation de ce produit scientifique et académique:

- Le NG d'Arduino, avec une interface USB.
- L'Arduino Mini, une version miniature de l'Arduino en utilisant un microcontrôleur ATmega168.

- L'Arduino Nano, une petite carte programmable à l'aide de l'USB, cette version utilisant un microcontrôleur ATmega168 (ATmega328 pour une plus nouvelle

version).

- Le Lily Pad Arduino, une conception de minimaliste pour l'application wearable en utilisant un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Bluetooth, avec une interface de Bluetooth.
- L'ArduinoDécimal, avec une interface d'USB qui utilise un microcontrôleur ATmega168.
- L'ArduinoDuemilanove ("2009"), en utilisant un microcontrôleur l'ATmega168 (ATmega328 pour une plus nouvelle version) et actionné par l'intermédiaire de la puissance d'USB/DC.
- L'ArduinoMéga, en utilisant un microcontrôleur ATmega1280 et des I/O additionnels et plus de mémoire.
- L'ArduinoUNO, utilisant un microcontrôleur ATmega328.
- L'Arduino Mega2560, utilisant un microcontrôleur ATmega2560, et possède toute la mémoire à 256 KBS. Elle incorpore également le nouvel ATmega8U2 (ATmega16U2 dans le jeu de puces d'USB de révision 3).
- L'Arduino Leonardo, avec un morceau ATmega3Ù4 qui élimine le besoin de raccordement d'USB et peut être employé comme clavier.
- L'ArduinoExplora : ressemblant à un contrôleur visuel de jeu, avec un manche et des sondes intégrées pour le bruit, la lumière, la température, et l'accélération.

Parmi ces types, nous avons choisi une carte ArduinoUNO (carte basique). L'intérêt principal de cette carte est de faciliter la mise en œuvre d'un système de commande qui sera détaillée par la suite.

L'Arduino fournit un environnement de développement s'appuyant sur des outils open source comme interface de programmation. L'injection du programme déjà converti par l'environnement sous forme d'un code dans la mémoire du microcontrôleur se fait d'une façon très simple par la liaison USB. En outre, des bibliothèques de fonctions "clé en main" sont également fournies pour l'exploitation d'entrées-sorties. Cette carte est basée sur un microcontrôleur ATmega 328 et des composants complémentaires. La carte Arduinocontient une mémoire morte de 1 kilo. Elle est dotée de 14 entrées/sorties digitales (dont 6 peuvent être utilisées en tant que sortie PWM), 6 entrées analogiques et un cristal a 16 MHz, une connexion USB et possède un bouton de remise à zéro et une prise jack d'alimentation.

II.4.Avantages de la carte ArduinoUNO [4]

Il y a de nombreuses cartes électroniques qui possèdent des plateformes basées sur des microcontrôleurs disponibles pour l'électronique programmée. Tous ces outils prennent en charge les détails compliqués de la programmation et les intègrent dans une présentationfacile à utiliser. De la même façon, le système Arduino simplifie la façon de travailler avec les microcontrôleurs tout en offrant à personnes intéressées plusieurs avantages cités comme suit:

- Le prix réduit : les cartes Arduino sont relativement peu coûteuses comparativement aux autres plates-formes. La moins chère des versions du module Arduino peut être assemblée à la main, (les cartes Arduinopréassemblées coûtent moins de 2500 Dinars).
- Multi plateforme : le logiciel Arduino, écrit en JAVA, tourne sous les systèmes d'exploitation : Windows, Macintosh et Linux. La plupart des systèmes à microcontrôleurs sont limités à Windows.

- Un environnement de programmation clair et simple : l'environnement de programmation Arduino (le logiciel Arduino IDE) est facile à utiliser pour les débutants, tout en étant assez flexible pour que les utilisateurs avancés puissent en tirer profit également.
- Logiciel Open Source et extensible : le logiciel Arduino et le langage Arduino sont publiés sous licence open source, disponible pour être complété par des programmateurs expérimentés. Le logiciel de programmation des modules Arduino est une application JAVA multi plateformes (fonctionnant sur tout système d'exploitation), servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le programme au traversde la liaison série (RS232, Bluetooth ou USB selon le module).
- Matériel Open source et extensible : les cartes Arduino sont basées sur les Microcontrôleurs Atmel ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA 328, les schémas des modules sont publiés sous une licence créative Commons, et les concepteurs des circuits expérimentés peuvent réaliser leur propre version des cartes Arduino, en les complétant et en les améliorant. Même les utilisateurs relativement inexpérimentés peuvent fabriquer la version sur plaque d'essai de la carte Arduino,

dont le but est de comprendre comment elle fonctionne pour économiser le coût.

- La communauté est énorme
- Beaucoup de cartes d'extension (Shields) (figure II.2)



Figure II.2 : Différents types de ShieldsArduino

II.5.La constitution de la carte ArduinoUNO

Un module Arduino est généralement construitautourd'un microcontrôleur ATMEL AVR, et de composants complémentaires qui facilitent la programmation et l'interfaçage avec d'autres circuits. Chaque module possède au moins un régulateur linéaire 5V et un oscillateur à quartz 16 MHz (ou un résonateur céramique dans certains modèles). Le microcontrôleur est préprogrammé avec un bootloader de façon à ce qu'unprogrammateur dédié ne soit pas nécessaire.

II.5.1.Partie matérielle

Généralement tout module électronique qui possède une interface de programmation est basé toujours dans sa construction sur un circuit programmable ou plus.La figure II.3 montre les différents blocs qui constituent la carte ArduinoUno.

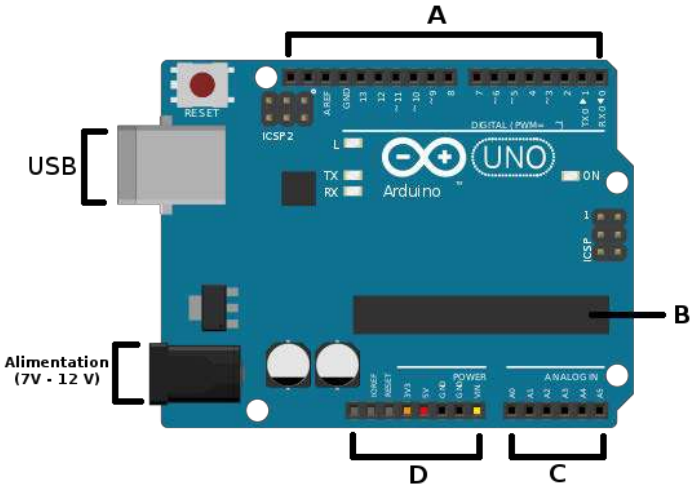


Figure II.3 : Carte ArduinoUNO

Table II.1 : Description de la partie matérielle

A:	ce sont les pattes (pin) dites digitales (0,1) ou "tout ou rien" ; elles offrent en sortie du 5V et acceptent en entrée du 5V sur le même principe (fonction digitalWrite() et digitalRead()). La patte 13 est équipée d'une résistance.
B :	le microcontrôleur
C :	ce sont les pattes dites analogiques, valeur entre 0V et 5V (fonction analogWrite() et analogRead()).
D:	les différentes pattes d'alimentation (utiliser tant que possible les mêmes couleurs lors des montages, ce sont les couleurs de référence en électronique) : Rouge: sortie 5v (+)
Orange:	sortie 3,3V (+) Noire: les masses (-)
Jaune:	entrée reliée à l'alimentation (7V-12V)
L'USB	sert pour l'alimentation de la carte et le transfert des programmes qu'on souhaite injecter dans le microcontrôleur
L'alimentation	7V-12V servira à alimenter la carte lorsqu'elle est en production (non reliée à l'ordinateur).

II.5.2. le circuit intégré ATMEGA328 (microcontrôleur)

Le circuit intégré ATMEGA328 contient des ports d'entrés et/ou de sorties.

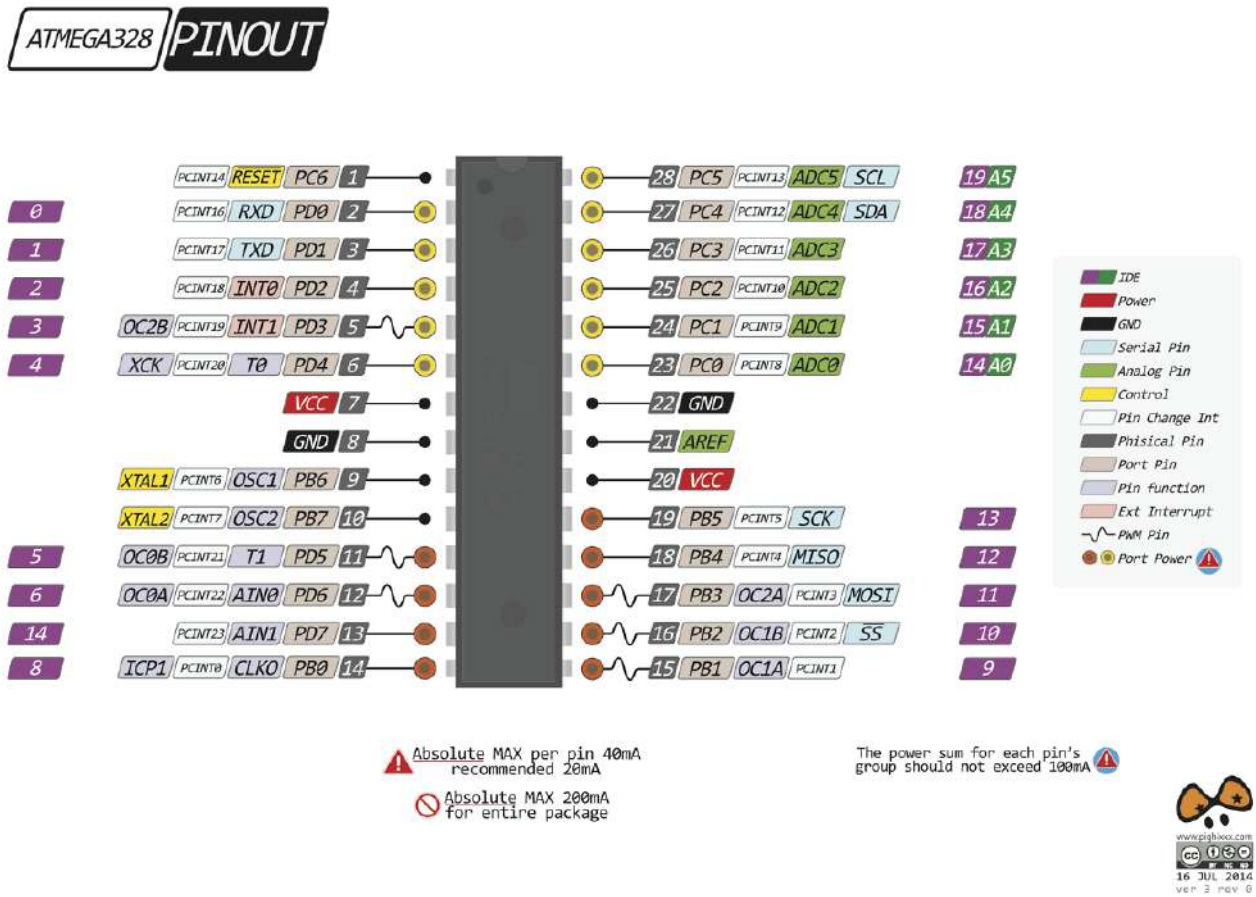


Figure II.4 : Pins du circuit intégré ATMEGA328

II.6.Structure générale de l'environnement de développement logiciel (IDE Arduino)

Comme plusieurs environnements de programmation, l'IDE Arduino est une interface souple et simple, et il est exécutable sur n'importe quel système d'exploitation, basé sur laprogrammation en langage C.

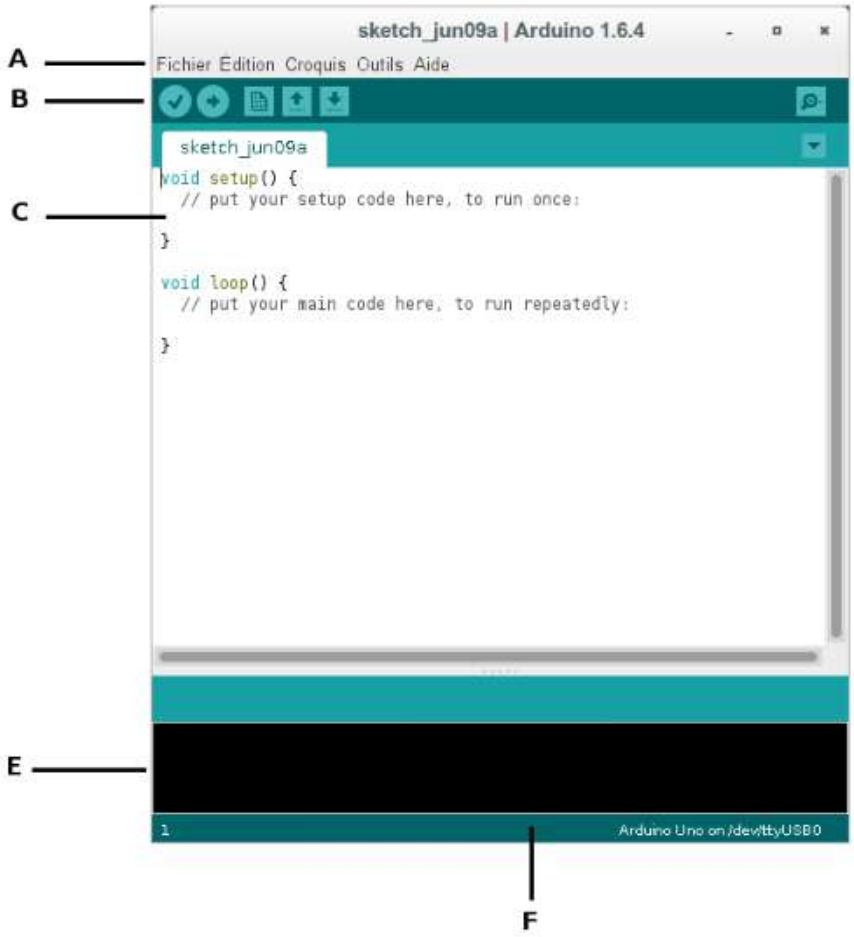


Figure II.5 : Interface IDE Arduino

Table II.2 : Structure général de l'interface IDE Arduino

A:	Barre de menus
B :	Barre d'outils (raccourcis les plus utiles de fonctions qui se trouveant dans les menus) : Vérifier le code | injecté le code dans le microcontrôleur | Nouveau code | Ouvrir | Enregistrer | Moniteur série (permet d'afficher des messages textes reçus de la carte Arduino et/ou d'envoyer des caractères vers la carte Arduino).
C :	Zone d'écriture du programme
E :	Zone de notification lors de l'injection où sera indiqué ce qui se passe et les éventuels messages d'erreur
F :	Barre de notification du port de communication employé (utile si on utilise plusieurs Arduino).

II.7.Conclusion

En raison de sa simplicité d'utilisation, Arduino est utilisé dans beaucoup d'applications, comme l'électronique industrielle et embarquée, la domotique mais aussi dans des domaines différents comme l'art moderne...etc.

Dans le prochain chapitre nous présentons lesystèmed'alarme réalisé à base de la carte Arduino.

Chapitre 3

Réalisation d’un système d’alarme basé sur ArduinoUno

III.1. Introduction

Dans la première partie de ce chapitre, nous allons exposer et expliquer théoriquement et d'une manière détaillée le schéma synoptique et le schéma électronique mis dans notre système avec ces différentes étapes successives, afin de comprendre son principe de fonctionnement.En deuxième partie, nous présentons notre réalisation d'un système d'alarme professionnel à base d'une carte Arduino. Ce travail est effectué en grande partie lors de notre stage pratique effectué dans la société Tidis-Tech de Constantine, spécialisée à l'installation et la maintenance des systèmes d'alarme et de télésurveillance.Ensuite, nous allons montrer chaque bloc constituant notre système d'alarme, ces blocs sont présentés dans le schéma global du système d'alarme réalisé.En troisième partie, nous exposons la partie logicielle effectuée. La carte lit puis exécute les instructions les unes après les autres, dans l'ordre défini par les lignes de code et utilise les instructions du langage C/C++.

III.2. Schéma synoptique

La figure III.1 montre le schéma synoptique qui montre le principegénéral de fonctionnement du système réalisé.Le tableau III.1 explique les différents blocs.

Bloc d'alimentation	Notre réalisation s'alimente à l'aide d'un Bloc d'Alimentation (12v/5v).
Bloc de traitement d'information (carte arduino uno).	Reçoit les informations provenant de différents blocs tels que le clavier, le capteur à ultrasons, puis les traite afin de déclencher l'alarme.
Bloc de capteur/alarme	Si le capteur à ultrasons détecte un obstacle à une distance bien déterminée, alors l'alarme se déclenche.
Bloc d'affichage	Dans ce bloc, on affiche deux informations. La première sur l'activation de l'alarme et la seconde le changement du mot de passe.
Bloc du clavier	A l'aide du clavier, on peut faire entrer des informations sur l'activation de l'alarme, le changement des mots de passe, validation …….etc.
Bloc de GSM (SIM800L).	Si l'alarme ne désactive pas pendant les 10 secondes programmées. La GMS (SIM800) envoie une déstresse pour informer le propriétaire.

Table III.1 : description du schéma synoptique

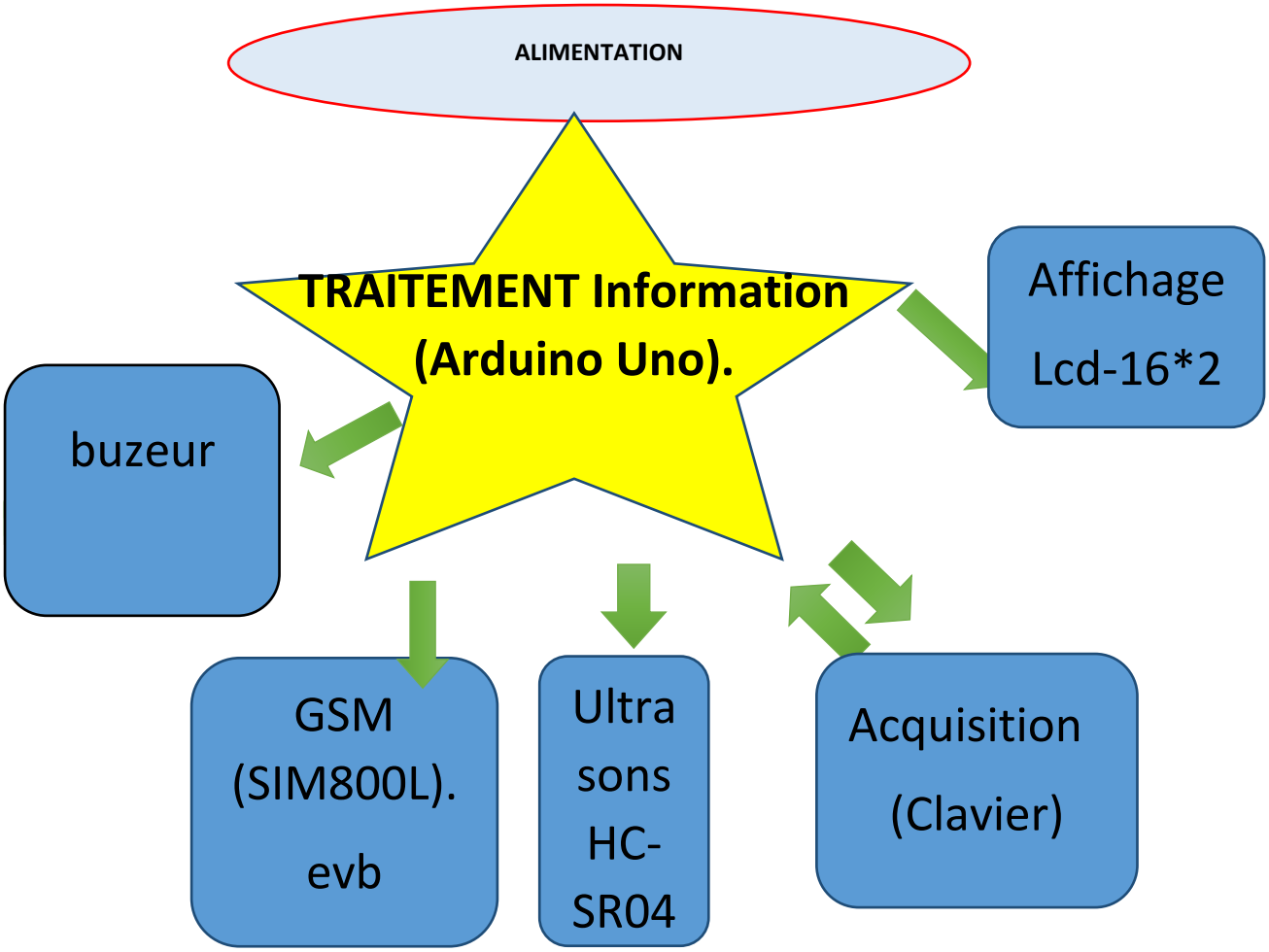


Figure III.1 : Schéma synoptique du système d'alarme réalisé

III.3.Composition du système d'alarme réalisé

La figure III.2représente le schéma électrique du système réalisé.

III.3.1.Bloc d'alimentation

Le schéma de l'alimentation est basésur deux régulateurs :le LM7805 et le LM7812 qui délivrent 5 V et 12 V respectivement. Les condensateurs C1 et C2 ont pour rôle le filtrage et l'antiparasitage.

Cette alimentation stabilisée peut débiter un courant IMAX et impose une tension UMAX qui sont nécessaires au bon fonctionnement de notre maquette. On utilise pour cela le montage proposé sur la figure III.3. Elle est composée :

- D'un transformateur.
- D'un pont de diodes.
- Fusible.
- Quatre capacités.

- Trois régulateurs.
- Deux diodes.
- Diode LED (verte).
- Une résistance.
- Deux connecteurs.

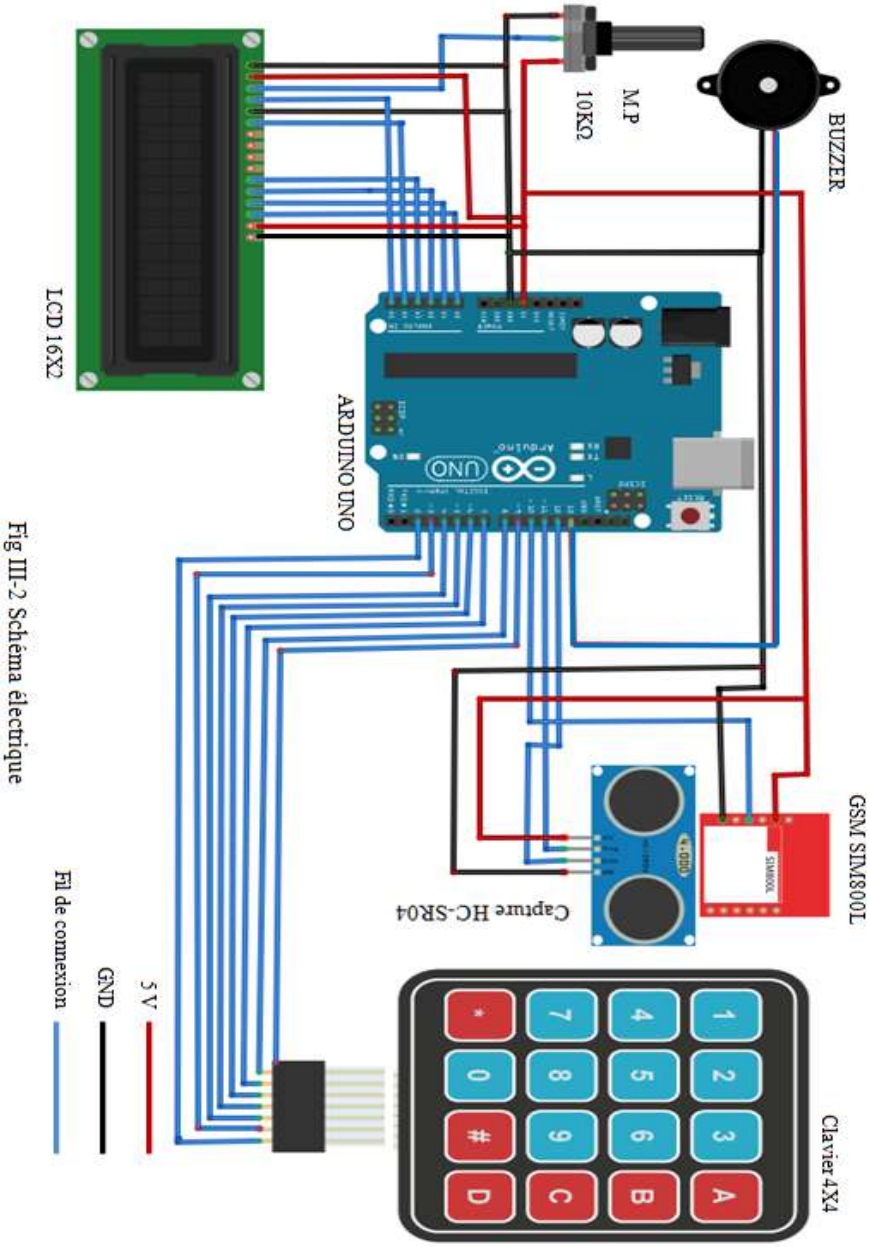


Fig III-2 Schéma électrique

Figure III.2: Schéma électrique

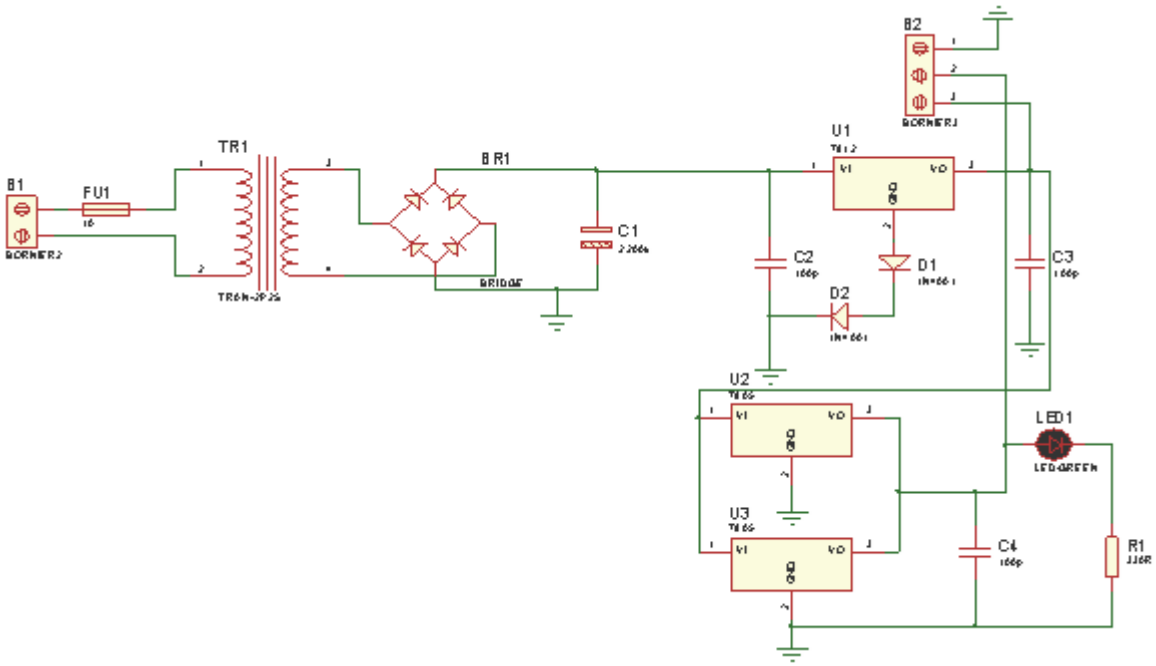


Figure III.3: Schéma de l'Alimentation

Principe de fonctionnement :

La tension issue du secteur est abaissée par le transformateur TRI qui délivre sur son secondaire une tension de 12VAC.Cette tension est redressé par le pont de diode BR1 pour être filtrer par le condensateur C1, l'utilisation d'un condensateur chimique de fort valeur s'avérénécessaire car nous avons besoin d'une tension continue avec le minimum d'ondulation possible.

On obtient ainsi une tension continue à l'entrée du régulateur U1 dont le pont de point de masse se trouve raccordée deux diodes en série décalant le potentiel de sortie de 1.4V qui permet une tension de sortie d'environ 13V qui sera filtrée pour être parfaitement stable et continue.Cette tension attaque l'entrée de deux régulateur U2 et U3 placé en parallèle pour fournir une tension de 5V avec un courant suffisant pour l'ensemble de la circuiterie, La LED rouge joue le rôle de témoin.

III.3.2. Bloc de traitement des informations

Cet étage est le calculateur de la réalisation, en effet les entrées /sorties de cette carte arduino uno connectées aux différents modules évoqués précédemment tels que :

- Pins A0, A1, A2, A3, A4, A5 : afficheur.

- Pins 2,3,4,5,6,7,8,9 : clavier.
- Pins 10 : RXD (GSM /SIM 800 L).
- Pins 11 ,12 : capteur à ultrasons.
- Pin13 : alarme (Butzer).

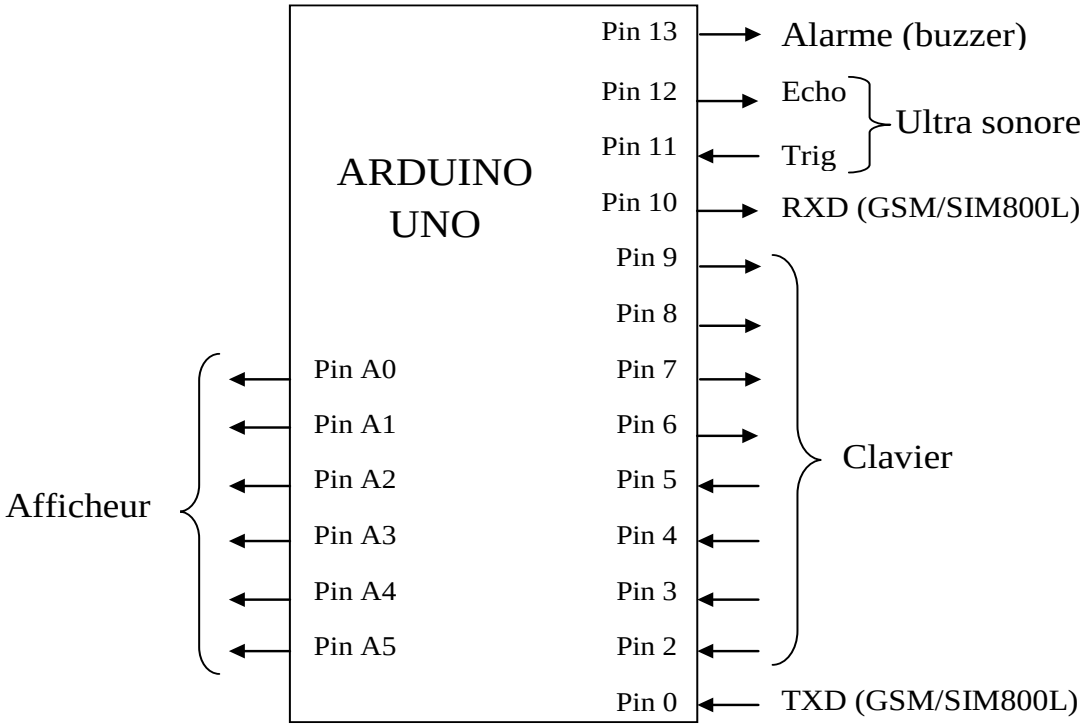


Figure III.4 : Bloc de traitement des informations

III.3.3.Bloc du capteur

Ce bloc est constitué d'un capteur ultra sonore (HC_SR04) qui a pour rôle de détecter un obstacle et donner un buzz pour confirmer l'existence de ce dernier.

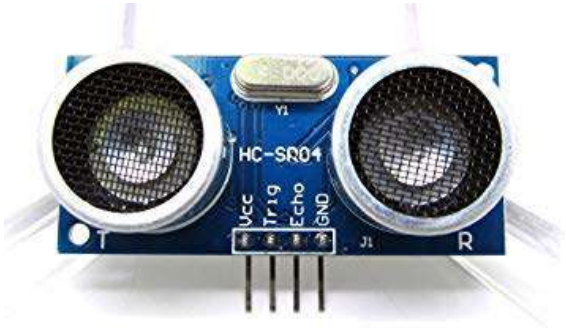


Figure III.5 : Bloc du capteur HC-SR04

Le capteur HC-SR04 utilise les ultrasons pour déterminer la distance d'un objet. Il offre une excellente plage de détection sans contact, avec des mesures de haute précision et stables. Son fonctionnement n'est pas influencé par la lumière du soleil ou des matériaux sombres, bien que des matériaux comme les vêtements puissent être difficiles à détecter.

A) Caractéristiques du HC-SR04

- Dimensions : 45 mm x 20 mm x 15 mm
- Plage de mesure : 2 cm à 400 cm
- Résolution de la mesure : 0.3 cm
- Angle de mesure efficace : 15 °
- Largeur d'impulsion sur l'entrée de déclenchement : 10 µs (Trigger Input Pulse width).

B) Broches de connections

- Vcc = Alimentation +5 V DC
- Trig = Entrée de déclenchement de la mesure (Trigger input)
- Echo = Sortie de mesure donnée en écho (Echo output)
- GND = Masse de l'alimentation

C) Spécifications et limites

Paramètre	**Min**	**Type**	**Max**	**Unité**
Tension d'alimentation	4.5	5.0	5.5	V
Courant de repos	1.5	2.0	2.5	mA
Courant de fonctionnement	10	15	20	mA
Fréquence des ultrasons	-	40	-	KHz

D) Fonctionnement

Pour déclencher une mesure, il faut présenter une impulsion "high" (5 V) d'au moins 10 µs sur l'entrée "Trig". Le capteur émet alors une série de 8 impulsions

ultrasoniques à 40 kHz, puis il attend le signal réfléchi. Lorsque celui-ci est détecté, il envoie un signal "high" sur la sortie "Echo", dont la durée est proportionnelle à la distance mesurée.

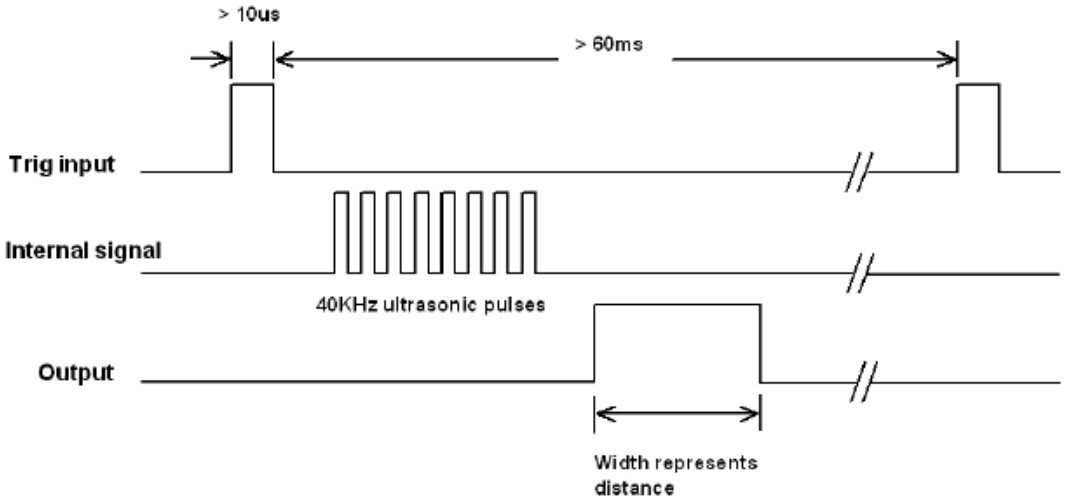


Figure III.6 : Fonctionnement du module capteur HC-SR04

E) Distance de l'objet

La distance parcourue par un son se calcule en multipliant la vitesse du son, environ 340 m/s par le temps de propagation, soit : d = v * t

Le HC-SR04 donne une durée d'impulsion en dizaines de µs. On sait que le son fait un aller-retour. La distance vaut donc la moitié.

d = (34000 cm/1000000 µs) / 2 * durée d'écho (en µs)

Et en simplifiant : d =170000 /1000000 cm * durée d'écho

Finalement : d(cm) = 0,017 * durée d'écho (µs)

III.3.4. Bloc d'affichage

Ce bloc est représenté par un écran LCD de type (16*2) alphanumérique et qui est alimenté par 5V et relié avec les PINS analogique (A0, A1, A2, A3, A4, A5).



Figure III.7: Bloc d'affichage

III.3.5. Bloc d'acquisition (clavier)

Ce bloc utilise 8 pins de la cate Aduino Uno dont 4 pins sont sortantes (6, 7, 8,9) et 4 pins sont entrantes (2, 3, 4,5).



Figure III.8: Bloc d'acquisition (clavier)

III.3.6.Bloc de GMS(SIM800L)

Dans notre réalisation on va utiliser l'envoie d'un message (SMS), on utilise le pin 10 de la carte Arduino uno avec (RXD) de la carte GSM (SIM800L).



Figure III.9 : Bloc de GMS(SIM800L)

III.4. Réalisation du Montage

Pour réaliser ce montage, nous avons utilisé :

- Une plaque d'essai et des fils pour câbler notre montage.
- Une carte Arduino Uno.
- Clavier-4*4.
- Capteur à UltrasonsHC-SR-04
- Un Buzzer
- Des LED rouges
- Plaque de 5 relais-5v
- Plaque de 1 relais -5v
- Module GSM 800L-evb

Circuit d'alimentation:

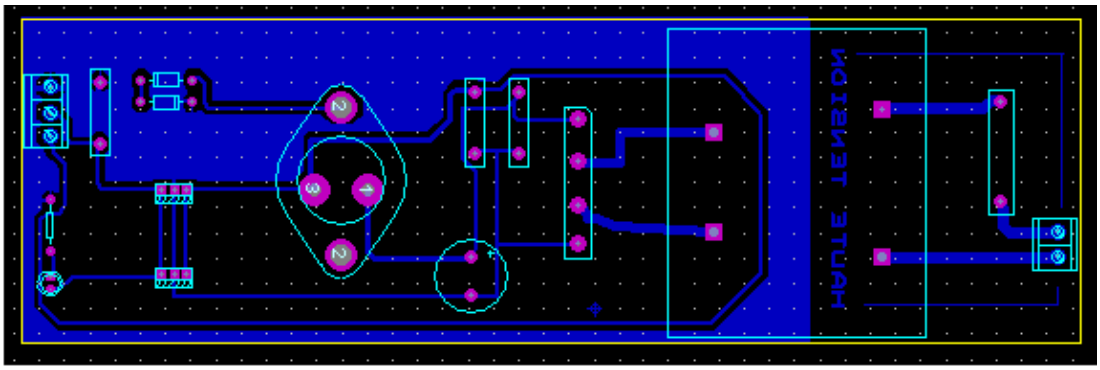


Figure III.10: Schéma du circuit imprimé de l'alimentation

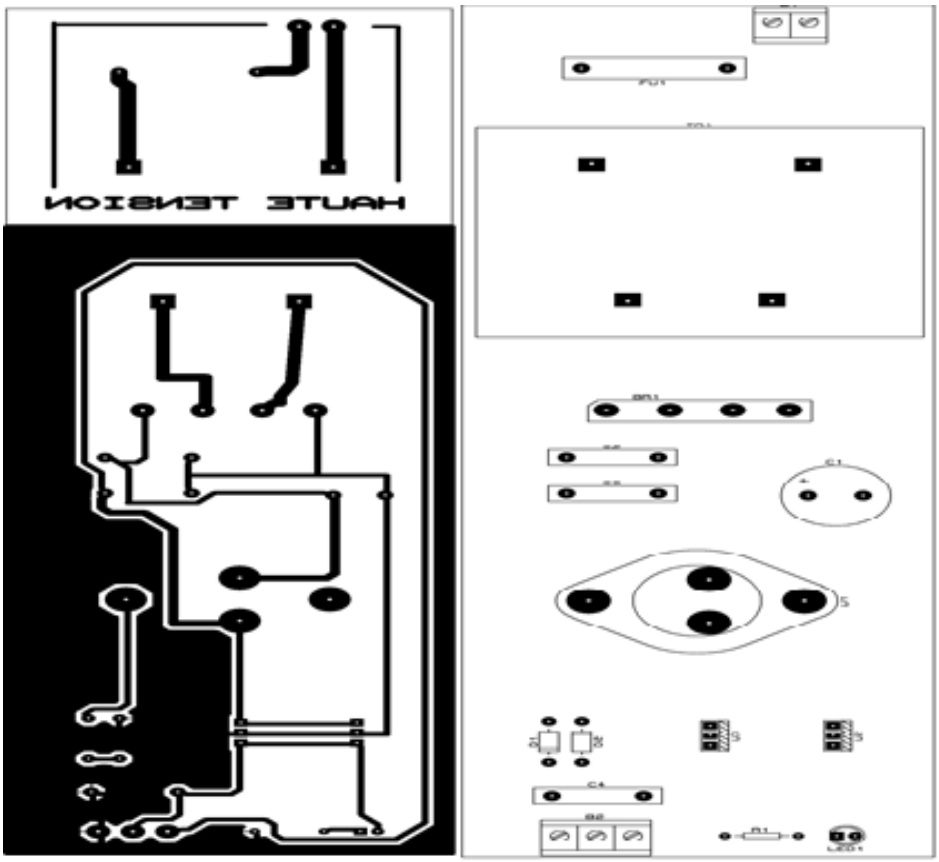


Figure III.11: Face cuivre / Face composants

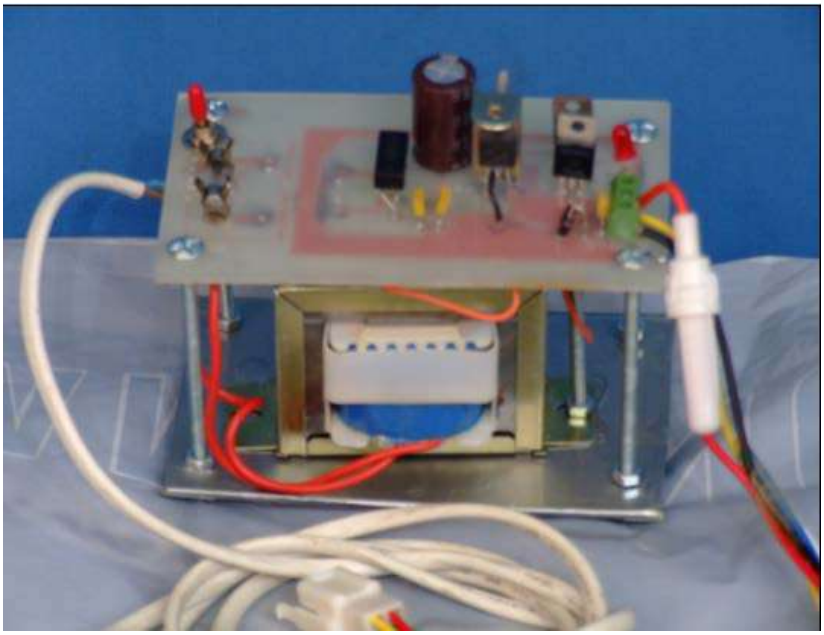


Figure III.12 : Photo de l'alimentation réalisée

III.5. Partie logicielle

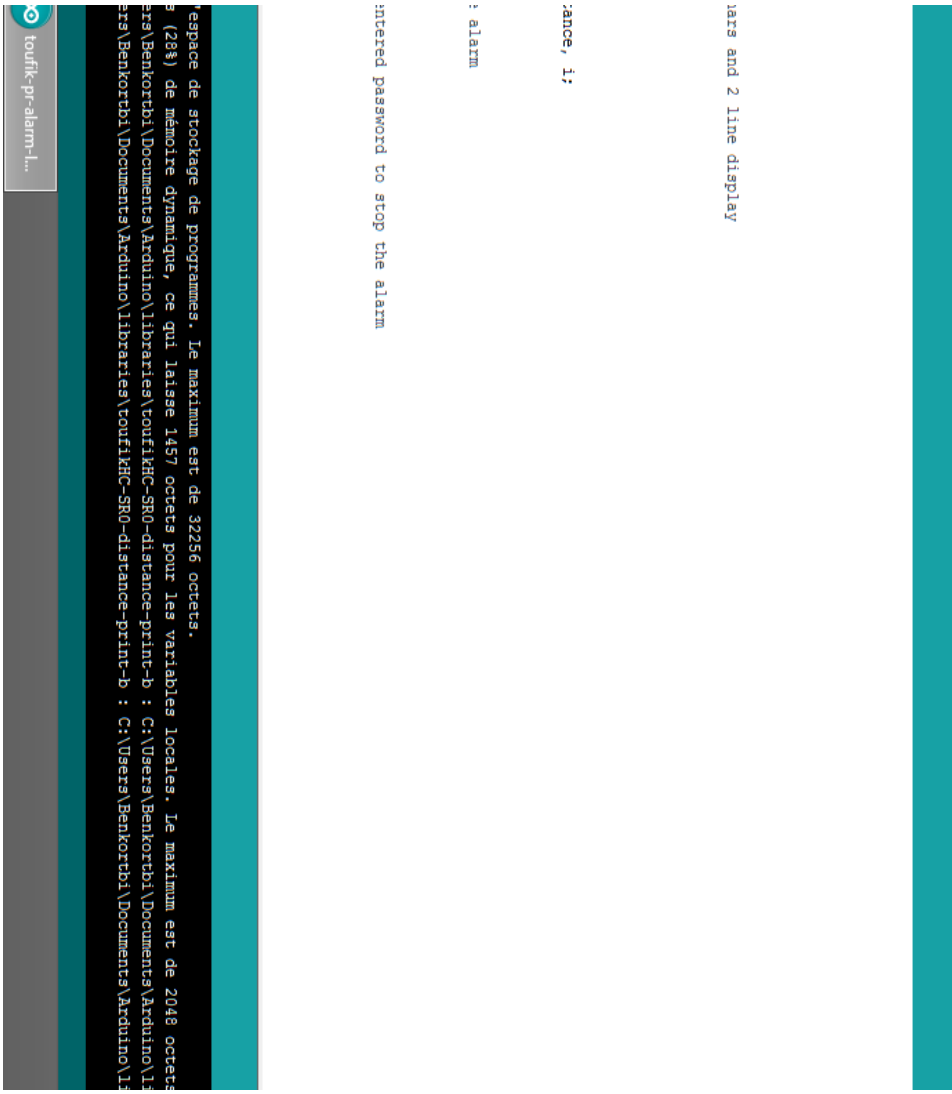
Le programme d'application est structuré en 4 parties distinctes :

- La première partie est une zone de commentaire (qui ne sera pas interprété par le microcontrôleur) dans lequel on renseigne en général, le nom du créateur du programme, la date de création, d'éventuels liens pointant vers une page web, les révisions (s'il y en a) et la description du programme. Cette partie n'a pas une grande importance mais elle peut vous aider à comprendre ce qu'a voulu faire le programme. Elle est donc aussi utile pour les autres. Cette zone de commentaire (pour ne pas être lue par le microcontrôleur et donc générer des erreurs) commencera par un « /* » et se terminera par un « */ ».

- La deuxième partie est faite pour déclarer des variables et les représentées par la fonction « int ». Les variables sont des expressions que vous pouvez utiliser dans les programmes pour stocker des valeurs numériques. Les constantes prédéfinies du langage Arduino sont des valeurs particulières ayant une signification spécifique.

- La troisième partie permet de configurer les entrées et sorties. La syntaxe employée est « void setup () »dans laquelle on donnera le détail entre accolade par exemple: {fonction (nom, état); }

- La quatrième et dernière partie concerne la programmation des interactions et des comportements que l'on souhaite donner à un composant électronique par exemple. La syntaxe employée est « void loop() » dans laquelle on donnera le détail entre accolade comme pour la configuration des entrées/sorties. Les fonctions de base « void setup () » et « void loop () » sont obligatoires dans tout programme en langage Arduino.



La figure III.13 montre l’’organigramme qui décrit le fonctionnement général du programme.

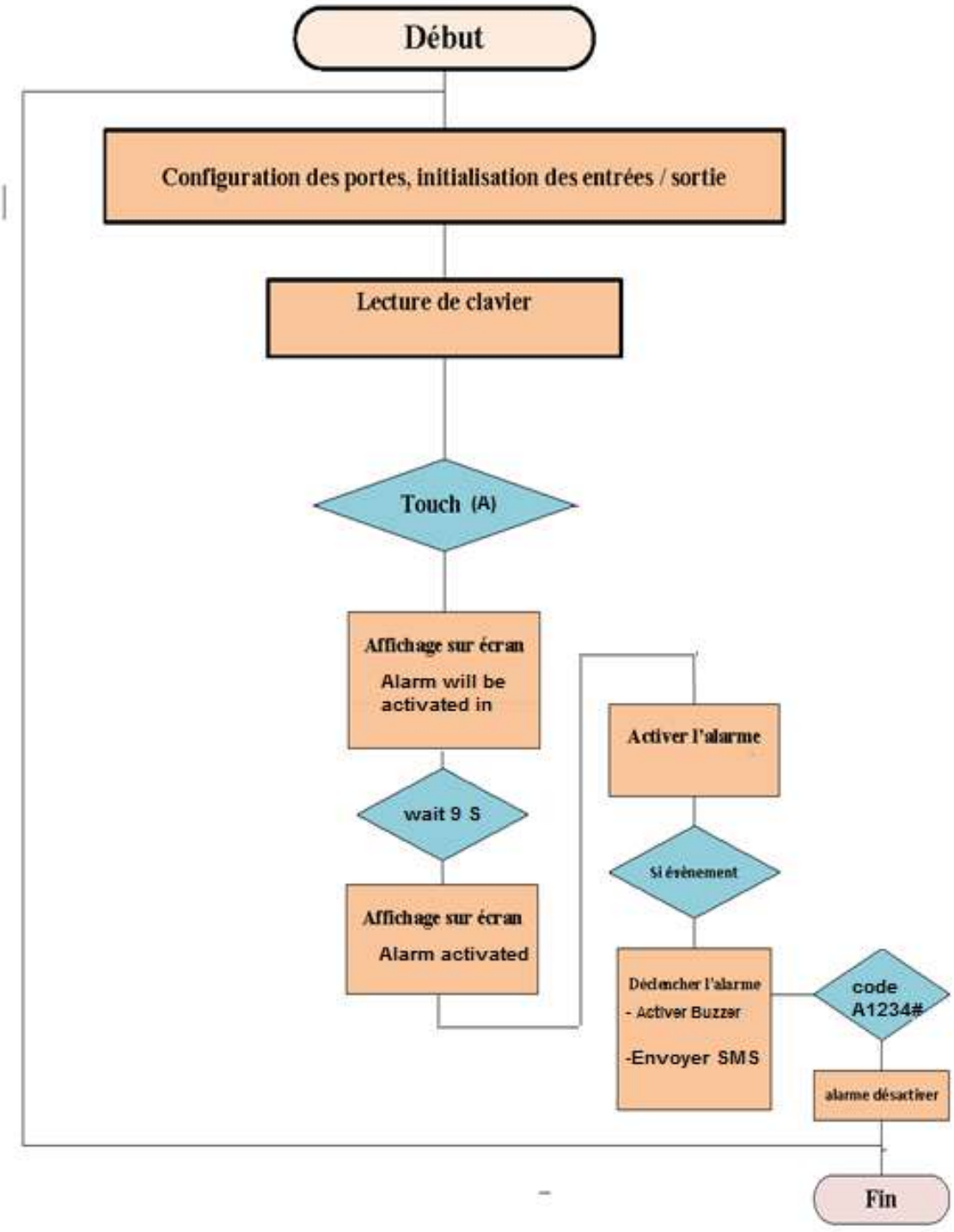


Figure III.13: Organigramme de fonctionnement général de notre système d'alarme

III.6. Mise en marche du système

Lors de la mise en marche de notre système d'alarme, on alimente le GSM avec une tension de 5V séparée, puisqu'il consomme un courant plus fort, ensuite on branche le montage d'alarme avec le PC, dans ce cas, le montage est désactivé (en état de repos).

Pour l'activer, une action sur le clavier (bouton A) et attente de 9 secondes pour la mise en marche.

Dès que le capteur à ultrasons capte un objet suivant la distance donnée (fixer dans le programme), l'écho reçois le signal de retour qu'est délivré par le trigger, et émit une information à l'Arduino qu'est de sa part lance deux ordres (deux signaux), au deux sorties consécutives l'une, au buzzeur et l'autre au GSM.

III.7.Montage du prototype de notre système

Vue la petite taille de notre système d'alarme par rapport à la plupart des systèmes qui existent sur le marché, nous avons opté à l'intégrer directement dans le boitier (que nous avons conçu) contenant le bloc de la commande et l'afficheur.

Ceci permettra de fixer l'ensemble sur le mur et de nous donner un excellent design en minimisant le nombre de fils de connexions entre le clavier et l'afficheur d'une part et le système d'alarme d'autre part au contraire de ce qui est généralement utilisé dans la plupart des systèmes commercialisés.

III.8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons commencé par une description générale du fonctionnement du système réalisé et les liaisons entre les différents modules utilisés. Cette présentation a été suivie par une explication détaillée des différentes étapes de réalisation du projet.

La réalisation pratique de ce système est effectuée principalement autour une carte Arduino Uno avec des détecteurs réels utilisés dans les systèmes d'alarme académie.

La mise en marche du système à montrer le bon fonctionnement de notre conception.

Et en fin du chapitre, nous avons présenté les programmes que nous avons élaboré pour le fonctionnement des différents étages et pour lequel nous avons eu une entière satisfaction sans omettre de souligner certaines difficultés majeurs que nous avons rencontrés vu la consistance de la tâche et que nous avons surmonté aux prix d'un dur conception labeur, néanmoins reste certaines étapes que nous laisserons le soin aux futurs.utilisateurs.

Conclusion générale

Conclusion générale

La sécurité est l'état d'esprit d'une personne qui se sent tranquille et confiante. C'est le sentiment, bien ou mal fondé, d'être à l'abri de tout danger et risque ; il associe calme, confiance, quiétude, sérénité, tranquillité, assurance et sûreté.

La protection de la résidence contre les risques naturels ou humains est une préoccupation majeure des propriétaires, surtout lorsqu'elle est peu occupée et parfois isolée d'autres habitations.

C'est ce qui a fait que les systèmes de sécurité sont imposés à notre vie quotidienne, il s'agit d'une solution très efficace à nos jours. Un système d'alarme est composé principalement de détecteurs, d'une centrale d'alarme et d'avertisseurs.

Dans ce travail, nous avons opté à concevoir et réaliser un système d'alarme professionnel identique dans son fonctionnement aux systèmes d'alarme commercialisés actuellement. Notre système est à base d'une carte Arduino Uno qui constitue la centrale d'alarme raccordée à des détecteurs et des avertisseurs et programmée pour fonctionner avec tout type de zones d'alarme que peut exister dans un système d'alarme moderne. La réalisation pratique a montré le bon fonctionnement de notre système. En termes de qualité et de prix, notre système assure une bonne performance tout en gardant un coût de fabrication très abordable.

Ce travail a été bien réalisé principalement grâce au stage pratique que nous avons effectué au niveau d'une entreprise spécialisée à l'installation et la maintenance de systèmes d'alarme et de télésurveillance à Constantine.

Durant ce travail nous avons appris beaucoup de nouvelles surtout que c'est la première fois pour nous de toucher ce domaine qui jour après jour s'impose à notre vie et devient petit à petit une nécessité. Nous sommes très satisfais de ce que nous avons acquis durant la préparation et la réalisation de ce travail qui est très bénéfique pour nous.

Nous espérons que ce système soit affiné en termes de design afin qu'il soit commercialisé entant que produit algérien. Également nous espérons que ce travail va apporter une aide précieuse aux futurs étudiants en électronique et en informatique industrielle, et à toute personne qui désire étudier, comprendre ou réaliser un système d’alarme modernes.

Annexe

Bibliographie

1. Nassif Matta, « Conception et installation d'un système de surveillance dans une menuiserie avec émission d'alarme à distance », Mémoire d'Ingénieur en Electronique, ISAE Cnam Liban, 2010.

2. Hachemi Khaoula, Lamamra Kheiddine, « Etude et réalisation d'un système d'alarme à base d'une carte arduino », mémoire de Master en informatique industrielle, Université Oum El Bouaghi, Algérie, 2017.

3. Becky Stewart, A l'aventure avec ARDUINO, Eyrolles, 2015.

4. Krama Abdelbasset, Gougui Abdelmoumen, « Etude et réalisation d'une carte de contrôle par Arduino via le système Androide », mémoire de Master en Electrotechnique industrielle, Université de Ouargla, Algérie, 2015.

5. https://www.gotronic.fr/pj2-hc-sr04-utilisation-avec-picaxe-1343.pdf, consulté le 23/06/2019.

6. https://howtomechatronics.com/projects/arduino-security-alarm-system-project/, consulté le 23/06/2019.