

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب

Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib

Faculté de Science et Technologie

Département D'électronique et des Télécommunications



Projet de Fin d'Etudes

Dans le cadre de l'arrêté ministériel 1275

«Un diplôme, un startup ou brevet d'invention»

Pour l'obtention du diplôme de Master en :

Filière : Électronique

Étude et Conception d'une Salle de Cours Intelligente

Spécialité : Electronique Instrumentation

Présenté Par :

1/BOUKRI Makhfi

M2 Electronique Instrumentation

2/KADDOURI Khadidja

M2 Electronique Instrumentation

Devant le jury composé de :

Dr BENZINA Amina

MCA

U.AinTémouchent

Président

Dr SEKKAL Mansouria

MCB

U.AinTémouchent

Examinateur

Dr BELAID Boumedyen

Dr

U.Tlemcen

Encadrant

Dr BADIR BENKRELIFA Lahouaria

MCB

U.AinTémouchent

Encadrant

Pr BELARBI Lahcen

Pr

U.AinTémouchent

Partenaire socioéconomique

Dr SEBBAH Fatima

U.AinTémouchent

Incubateur

Année Universitaire 2022/2023

Dédicace

Je Dédie ce travail :

« A ma petite famille »

A mes chères sœurs et frère pour leur appui et leur encouragement.

A tous mes amis avec lesquels j'ai partagé des moments durant nos études.

Boukri Makhfi

Dédicace

Je Dédie ce travail :

« A ma petite famille »

A mes chères sœurs et frère pour leur appui et leur encouragement.

A tous mes amis avec lesquels j'ai partagé des moments durant nos études.

KADDOURI Khadidja

Remerciement

En premier lieu et avant tout, nous remercions Dieux de nous avoir donné la volonté et le courage d'achever nos études et réaliser ce modeste travail.

Ainsi nous tenons à adresser nos infinis remerciements à notre encadrante

Dr BADIR.B. Lahouria.

Nous vous remercions pour la gentillesse et la spontanéité avec les quelles vous avez bien voulu diriger ce travail. Nous avons eu le grand plaisir de travailler sous votre direction, et avons trouvé auprès de vous le conseiller et le guide qui nous a reçus en toute

Circonstance avec bienveillance.

Merci pour votre proposition de sujet de mémoire, Votre compétence professionnelle

Incontestable. Veuillez, cher Madame, trouvé dans ce modeste travail l'expression de notre haute considération, de notre sincère reconnaissance et de notre profond respect.

A Docteur BELAID Boumedyen notre encadrant

Merci infiniment pour votre aide, vous nous avez transmis tant de connaissances dont nous en serons très reconnaissants et grand merci pour votre disponibilité et patience ce fait un énorme honneur de vous avoir à nos coté comme étant notre encadrant.

A Docteur SEKKAL Mansouria président du jury.

C'est pour nous un grand honneur de vous voir siéger dans notre jury. Nous vous sommes très reconnaissants de la spontanéité et de l'amabilité avec lesquelles vous avez accepté de juger notre travail, un grand merci.

Docteur BENZINA Amina examinatrice

Merci d'avoir acceptée d'examiné ce modeste travail. Vous nous faites l'honneur merci infiniment.

Nous remercions aussi toute l'équipe du laboratoire de génie électrique de l'université

BELHADJ BOUCHAIB pour leur collaboration, leur présence, leur patience durant notre travail.

Merci à tous les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail.

Résumé

Ces dernières décennies le monde a connu un développement indéniable dans le secteur de technologie en générale et dans le bien être du personnel en particulier, où l'apparition de la domotique a rendu la vie quotidienne beaucoup plus simple.

Notre travail s'est articulé autour de la réalisation d'un prototype d'une salle de cours ou de TP domotique, à base de capteurs de température et d'humidité, de flamme, d'antivol et aussi la sécurité de salle de cours et de TP en intégrant un contrôle d'accès au étudiants ainsi qu'aux enseignants. Aussi notre prototype se charge de contrôler le chevauchement des occupations de salles de cours et de TP et la protection des équipements pédagogiques dans les salles de cours et de TPs. Une coordination entre laborantins et enseignants de TP via une interface graphique conçue sous environnement de programmation Processing est établie.

Les informations collectées par les capteurs sont analysées à l'aide d'une carte ARDUINO MEGA. Ensuite, ces données sont présentées sur un afficheur LCD, tandis que nous pouvons également les visualiser sur une interface personnalisée grâce à une connexion WIFI via ESP32.

En conséquence, la demande pour les salles de cours ou de TPs domotiques devrait augmenter en raison de la disponibilité des équipements de confort et de sécurité, ainsi que de la réduction des coûts. Dans le cadre de notre projet de recherche, nous cherchons à intégrer davantage la technologie moderne dans ces espaces en utilisant des solutions open source.

Mots clés : Domotique, salle de cours, salle de TP, Cartes Arduino, capteurs, Processing, Communication wifi.

Abstract

In recent decades the world has experienced undeniable development in the technology sector in general and in the well-being of personnel in particular, where the appearance of home automation has made daily life much easier.

Our work revolved around the realization of a prototype of a classroom or home automation lab, based on temperature and humidity sensors, flame, anti-theft and also classroom security. and TP by integrating access control for students and teachers. Our prototype is also responsible for controlling the overlapping of occupations of classrooms and practicals and the protection of educational equipment in classrooms and practicals. Coordination between laboratory technicians and TP teachers via a graphical interface designed under the Processing programming environment is established.

The information collected by the sensors is analyzed using an ARDUINO MEGA board. Then, these data are presented on an LCD display, while we can also view them on a personalized interface thanks to a WIFI connection via ESP32.

As a result, the demand for home automation classrooms or TPs should increase due to the availability of comfort and safety equipment, as well as cost reduction. As part of our research project, we seek to further integrate modern technology into these spaces using open source solutions.

Keywords: Home automation, classroom, lab room, Arduino cards, sensors, Processing., Wifi communication.

لقد شهد العالم في العقود الأخيرة تطورا ملحوظا في مجال التكنولوجيا عموما وفي رفاهية الأشخاص على وجه الخصوص، حيث أدى ظهور التشغيل الآلي للمنزل أو القاعة إلى جعل الحياة اليومية أبسط بكثير. تمحور عملنا حول تحقيق نموذج أولي لقاعة دراسية أوقاعة أعمال تطبيقية TP أوتوماتيكية ، بناء على مستشعرات درجة الحرارة والرطوبة، واللهب، ومكافحة السرقة وأيضا أمن قاعات الدروس وقاعات الاعمال التطبيقية TP و تسهيل الولوج للطلاب والمعلمين.

نموذجنا الأولي مسؤول أيضا عن التحكم في تداخل شغور قاعات الدروس وقاعات الاعمال التطبيقية وحماية المعدات التعليمية في هاته القاعات. يتم التنسيق بين فنيي المختبرات ومعلمي TP عبر واجهة رسومية مصممة و مبرمجة بالمعالج

Processing

يتم تحليل المعلومات التي تم جمعها بواسطة أجهزة الاستشعار باستخدام لوحة ARDUINO MEGA. بعد ذلك ، يتم تقديم هذه البيانات على شاشة LCD ، بينما يمكننا أيضا عرضها على واجهة مخصصة بفضل اتصال WIFI عبر ESP32.

نتيجة لذلك ، يجب أن يزداد الطلب على القاعة الدراسية أوقاعة الأعمال تطبيقية TP الأوتوماتيكية نظرا لتوفر معدات الراحة والسلامة ، فضلاً عن خفض التكلفة. كجزء من مشروعنا البحثي ، نسعى إلى زيادة دمج التكنولوجيا الحديثة في هذه المساحات باستخدام حلول مفتوحة المصدر

الكلمات المفتاحية: أتمتة المنزل ، قاعات الدراسة ، قاعات المختبر ، بطاقات Arduino ، أجهزة الاستشعار ، المعالج

Processing ، اتصال Wi-Fi

Table des matières

Dédicace.....	i
Dédicace.....	ii
Remerciements.....	iii
Résumé(Français).....	iv
Résumé(Anglais).....	v
Résumé(Arabe).....	vi
Table des matières.....	vii
Liste des figures.....	viii
Liste des tableaux.....	ix
Glossaire.....	x
Liste des annexes.....	xi
Introduction générale.....	1
Introduction.....	3
Définition de la Domotique.....	3
I.3 Historique et Evolution de la Domotique.....	3
Principe de Fonctionnement de la Domotique.....	4
Domaine d'application de la domotique.....	4
La gestion de l'énergie.....	5
La sécurité.....	5
Le confort.....	5
L'accessibilité.....	5
La communication.....	5
Le divertissement.....	6
La santé.....	6
Inconvénients de la domotique.....	6
Coût élevé.....	6
Complexité.....	6
Dépendance à l'électricité et à internet.....	6
Sécurité.....	6

Table des matières

mises à jour.....	7
Définition de la Maison Intelligente.....	7
Définition de la Salle Intelligente.....	7
Caractéristiques de la Salle Intelligente	8
Systèmes de contrôle automatisés	8
Capteurs.....	8
Équipements connectés	8
Éclairage intelligent	9
Systèmes de sécurité.....	9
Gestion de l'énergie.....	9
Télésurveillance	9
Conclusion	9
Introduction	10
Arduino	10
Avantages de l'Arduino	11
Carte Arduino UNO.....	12
Caractéristiques de la carte UNO	12
Brochage de la carte UNO	13
Carte Arduino Méga 2560	14
Brochage de la carte Méga 2560	14
Caractéristiques de La carte Arduino Méga 2560	15
Afficheur LCD.....	15
Afficheur LCD 16×02	16
Afficheur LCD 20×04	16
Brochage LCD 16×2 et 20×4.....	17
Clavier 4×4	17
Brochage du Clavier 4×4	18
Esp32	18
Caractéristique ESP32	19

Table des matières

Buzzer.....	20
Caractéristiques du buzzer.....	20
Caractéristiques du buzzer	20
Brochage du buzzer	20
Relais	21
Caractéristiques du relais.....	21
Brochage du relais	21
Moteur Pas-à-pas	22
Caractéristiques du Moteur.....	23
Module Driver ULN2003	23
Caractéristiques Driver ULN2003A.....	24
Brochage du Driver ULN2003A avec moteur pas à pas.....	24
RFID (Radio-Frequency Identification)	25
Caractéristiques du module RFID	25
Brochage du RFID26	
Capteurs	26
Capteur de température et d'humidité DHT11	27
Caractéristique de DHT11.....	27
Brochage du DHT11	28
Capteur de gaz MQ2.....	28
II.15. 1. Caractéristique du MQ2.....	28
2. Brochage du MQ2	29
Capteur de flamme KY-026	29
Caractéristique du KY-026.....	29
Brochage du KY-026.....	30
Capteur à effet Hall (SS495A).....	30
Brochage du capteur à effet Hall	31
Alimentation	31
Langage de programmation	32

Table des matières

Logiciel Arduino.....	33
Principe général d'utilisation	34
Description des menus	35
Description de la barre des boutons	36
Processing.....	37
Interface de Processing	38
Conclusion.....	39
III-1. INTRODUCTION	39
III-2. Schéma synoptique générale.....	40
Etude pratique et fonctionnement de la salle intelligente	41
Système de détection de gaz.....	41
Système de détection de flamme.....	44
Système de température et d'humidité	45
Simulation sous proteus et réalisation pratique de température et d'humidité.....	46
Système antivol	47
Simulation sous proteus et réalisation pratique de système d'antivol.....	47
Système de messagerie.....	49
Système de contrôle des volets.....	49
Système d'accès	51
Simulation sous proteus et réalisation pratique de système d'accès	52
Système de communication.....	55
Interface graphique de contrôle de la salle de cours ou de TP.....	55
Présentation d'interface.....	56
Schéma global du prototype de la salle de cours ou de TP domotique.....	56
Conclusion.....	57
Conclusion générale... ..	58
Références bibliographique.....	60
Annexes... ..	61

Liste des figures

CHAPITRE II

Figure II.1 - Brochage de la carte UNO	13
Figure II.2 –Arduino Méga 2560	14
Figure II.3 -Afficheur LCD 16×02.....	15
Figure II.4 -Afficheur LCD 20×04.....	15
Figure II.5-broches de l’afficheur LCD.	Erreur ! Signet non défini.
Figure II.6 -Clavier 4×4.....	17
Figure II.7 -Brochage du Clavier 4×4	17
Figure II.8 – Esp32.....	18
Figure II.9 – Buzzer.....	19
Figure II.10 – Brochage du buzzer	19
Figure II.11 – Relais	20
Figure II.12- Brochage de relais	21
Figure II.13-ULN2003 [16].....	22
Figure II.14-Brochage de l’ULN2003 avec moteur pas à pas.....	23
Figure II.15 -Brochage de Moteur pas à pas.....	23
Figure II.16 -Brochage du RFID.	25
Figure II.17 – Principe du capteur	26
Figure II.18 – Capteur de température et d’humidité DHT11	Erreur ! Signet non défini.
Figure II.19 -Brochage du DHT11	27
Figure II.20– MQ2	28
Figure II.21 – KY-026.....	29
Figure II.22 – capteur à effet Hall	30
Figure II.23- Structure d’un programme	31
Figure II.24-Espace de développement Intégré (EDI).	32
Figure II.25-Menu file.	33
Figure II.26 –Menu de Sketch.	34
Figure II. 27-Menu de Tools.	35
Figure II.28-boutons du logiciel Arduino.....	35

Figure II. 29-Logo du logiciel processing	36
---	----

Liste des figures

Figure II. 30. L’interface de processing	37
--	----

CHAPITRE III

Figure III.1- Schéma synoptique générale	39
--	----

Figure III.3- Simulation sous proteus de système de gaz.....	40
--	----

Figure III.2-Schémas de fonctionnement Système de détection de gaz.....	40
---	----

Figure III.4- information de présence de gaz	41
--	----

Figure III.5 –Etat OFF de système de gaz.....	41
---	----

Figure III.6 –Etat ON de système de gaz	41
---	----

Figure III.8- Simulation sous proteus de système de flamme	42
--	----

Figure III.7-Schémas de fonctionnement Système de détection de flamme	42
---	----

Figure III.9- information de présence de flamme.....	43
--	----

Figure III.10 –Etat ON de système de gaz et de flamme	43
---	----

Figure III.11-Schémas de fonctionnement système de température/humidité	44
---	----

Figure III.13– système d’affichage de température et d’humidité dans l’interface	45
--	----

Figure III.14-Schémas de fonctionnement système antivol	45
---	----

Figure III.15–Simulation sous proteus de système d’antivol.....	46
---	----

Figure III.16- information de tentation de vol.....	46
---	----

Figure III.17- système d’affichage de tentation de vol dans l’interface graphique.....	46
--	----

Figure III.18– système de messagerie implémenté sous environnement Processing.....	47
--	----

Figure III.19 –Schéma de fonctionnement de système de contrôle des volets.....	47
--	----

Figure III.20 –Simulation sous proteus de système de contrôle des volets.....	48
---	----

Figure III.21–système de contrôle des volets	48
--	----

Figure III.22– système d’affichage de contrôle des volets dans l’interface graphique.....	48
---	----

Figure III.23– système de contrôle de porte dans l’interface graphique	49
--	----

Figure III.24-Schémas de fonctionnement système d’accès	49
---	----

Figure III.25–Simulation sous proteus de système d’accès	50
--	----

Figure III.26- Accès à la salle avec un tag contenant un faux code	51
--	----

Figure III.27 Accès à la salle avec un contenant le bon code, (b) accès à la salle avec un tag	51
Figure III.28-Affichage d'accès à la salle	51
Figure III.29-Affichage d'accès à la salle sur l'interface graphique Processing.....	52
Figure III.30-Affichage d'accès à la salle avec un code erroné	52
Figure III.31. Exemple de communication non filaire	53
Figure III.32-Module wifi ESP32	53
Figure III.34. Schéma global du prototype.....	54
Figure III.33-L'interface graphique	54

Liste des Tableaux

Tableau II.1 - caractéristiques de la carte UNO	12
Tableau II.2 - caractéristiques de la carte Arduino Méga2560.....	14
Tableau II.3 - Brochage LCD 16×02 et 20×4[8].....	16
Tableau II.4 - caractéristiques Esp32	18
Tableau II.5- caractéristiques du Buzzer	19
Tableau II.6 - caractéristiques du relais.....	20
Tableau II.7 - caractéristiques du moteur.....	22
Tableau II.8 - caractéristiques du driverULN2003A.....	23
Tableau II.9 - caractéristiques du module RFID	24
Tableau II.10 – Brochage du RFID	25
Tableau II.11 – Caractéristiques du DHT11	26
Tableau II.12 – Caractéristiques du MQ2	27
Tableau II.13 – Caractéristiques du KY-026.....	28
Tableau II.14 – Caractéristiques du Capteur a effet Hall (SS495 A).....	29

Glossaire

ICT	information and communication technologies
IoT	Internet of Things
AI	artificial intelligence
LCD	Liquid Crystal Display
ICSP	In-Circuit Serial Programming
UARTs	Universal Asynchronous Receiver Transmitter
SRAM	Static Random Access Memory
EEPROM	Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory
Esp32	Espressif Systems Puce
CPU	Central Processing Unit
Wifi	Wireless Fidelity
GND	Ground
VCC	Voltage continu current
RFID	Radio-Frequency Identification
EDI	Electronic Data Interchange

Introduction général

Introduction générale

La domotique représente le fruit de l'évolution technologique qui ne cesse de se développer depuis son apparition en 1980 jusqu'à nos jours et cela grâce à la fusion de l'électronique et l'informatique, donnant lieu au système embarquée. la domotique regroupe différentes techniques avancées qui permettent de contrôler, programmer et automatiser les équipements et appareils intégrés dans une habitation à distance ou sur place, en servant l'électronique, l'informatique, les télécommunications et l'automatisme.

L'émergence de systèmes de communication performants, tels que la numérisation des réseaux, a contribué à l'apparition de systèmes innovants axés sur la communication et les échanges à l'intérieur et à l'extérieur de l'habitat. L'objectif de la domotique était d'apporter plus de confort, de sécurité et de convivialité dans la gestion des habitations. C'est dans ce contexte que nous avons eu l'idée de concevoir un système performant pour la sécurité des salles, des ateliers et des laboratoires.

Une salle intelligente utilise des dispositifs de commande et de contrôle pour gérer les différents équipements qui s'y trouvent. Ces dispositifs peuvent être pilotés à distance depuis une interface, et certaines fonctions sont visualisables tandis que d'autres nécessitent des capteurs installés sur place. Ces capteurs contribuent à l'accès à la salle, au contrôle de l'ouverture et de la fermeture des rideaux, ainsi qu'à l'exécution de tâches de sécurité.

Dans notre projet de fin d'étude, nous nous sommes intéressés à la conception d'un système de salle domotique afin d'améliorer la sécurité en évitant les intrusions, le vol et la perte des équipements de la salle. Pour se faire, nous avons mis en œuvre différents systèmes tels que :

Introduction générale

Systeme de sécurité : ce dernier est chargé de surveiller les équipements de la salle et de détecter toute activité suspecte. Il peut comprendre des capteurs de mouvement, des capteurs antivol, des alarmes, etc.

Systeme d'occupation de la salle : il permet de gérer l'utilisation de la salle en fonction des besoins en matière d'affichage de l'emploi du temps, la liste des étudiants présents. Il peut inclure des modules de présence tels que le module RFID pour détecter l'occupation de la salle et ajuster les paramètres en conséquence.

Systeme de communication avec les laborantins : ce système facilite la communication entre des enseignants occupant la salle et le personnel de laboratoire, ce dernier est muni des interfaces de communication, voir même des systèmes d'interphonie, etc.

Pour mieux cerner notre travail, on s'est basé sur trois chapitres :

Le premier chapitre est consacré aux notions générales, en expliquant les principes de base, les avantages et les applications de cette technologie.

Le deuxième chapitre aborde les outils matériels et logiciels utilisés pour la réalisation de notre prototype de salle domotique. Où Nous présenterons les composants, les dispositifs de contrôle, ainsi les logiciels que nous avons utilisé, etc.

Le dernier chapitre est dédié aux étapes suivies pour la réalisation pratique de notre système de salle domotique. Où Nous expliquons les processus de conception, d'installation, de configuration et de test du système.

En fin, nous terminons notre projet de fin d'étude par une conclusion générale.

CHAPITRE I

Systeme Domotique

Introduction

La domotique est un domaine en pleine croissance qui consiste à automatiser, à surveiller et à contrôler les équipements et les systèmes électroniques d'une maison, d'un immeuble ou d'un lieu de travail tel qu'une salle de cours intelligente et qui fait l'objet de notre projet de fin d'étude. La domotique est de plus en plus considérée comme un élément clé d'une salle de cours intelligente tout en offrant un environnement pratique, surveillé et sécurisé. Pour achever à la réalisation de notre salle de cours intelligente il faut en premier mieux cerner l'aspect de la domotique dont le premier chapitre est dédié à détailler cette dernière.

Définition de la Domotique

La domotique est l'ensemble des technologies et des systèmes qui permettent d'automatiser, de surveiller et de contrôler les différents équipements d'une habitation, d'un bâtiment ou d'une salle, tels que l'éclairage, le chauffage, la ventilation, la climatisation, les appareils électroménagers, les serrures, les volets roulants, les systèmes de sécurité, les systèmes audio et vidéo etc ...

La domotique vise à améliorer le confort et la sécurité des occupants de la pièce intelligente comme elle permet notamment de programmer et de contrôler les différents équipements à distance à l'aide d'un ordinateur, d'un Smartphone ou d'une tablette.

Le principe de fonctionnement de la domotique repose essentiellement sur l'utilisation de capteurs, de détecteurs, de réseaux de communication et de logiciels d'automatisation pour surveiller et contrôler les différents équipements d'une maison, d'un immeuble ou d'un lieu de travail tel qu'une salle de cours intelligente. Elle peut être mise en place dans des bâtiments neufs ou existants, et peut être adaptée aux besoins spécifiques de chaque utilisateur.[1]

I.3 Historique et Evolution de la Domotique

La domotique remonte aux années 1970-1980 cependant, à cette époque la domotique était encore un domaine inconnu qui n'était pas encore concrétisé.

Il est important de noter que la domotique a existé sous une forme différente depuis des siècles tels que l'arrosage automatique inventé par les Égyptiens au 15ème siècle avant Jésus-Christ, ou encore le système de portes automatisées de Léonard de Vinci en 1486.

D'autres inventeurs ont également contribué à l'évolution de la domotique, notamment Eugène Robert-Houdin en 1850 avec son système électrique de portail qui s'ouvre tout seul dès que l'on y sonne. Alexander Graham Bell en 1876 avec l'invention du téléphone qui était l'invention du 21 siècle et Christian Hulsmeyer en 1904 avec l'invention du radar. Enfin, Eugène Polley en 1955 a créé la première télécommande sans fil.

Dans les années 1990, l'avènement d'Internet a permis de connecter les différents équipements de la maison, ce qui a ouvert la voie à de nouveaux services de la domotique.

Au cours des dernières années, la domotique a connu une évolution rapide avec l'émergence de nouvelles technologies telles que les réseaux sans fil, l'intelligence artificielle et l'Internet des objets (IoT). Les maisons intelligentes, les immeubles intelligents voire même les lieux de travail sont devenus plus abordables et plus accessibles.

Aujourd'hui, la domotique est utilisée dans une grande variété d'applications, allant des maisons intelligentes aux bâtiments commerciaux et industriels, en passant par les villes intelligentes jusqu'aux endroits de travail.

Les technologies de domotique sont utilisées pour améliorer la sécurité, le confort et l'efficacité énergétique, tout en offrant de nouvelles opportunités de connectivité et de contrôle aux utilisateurs.[2]

Principe de Fonctionnement de la Domotique

Le principe de fonctionnement de la domotique consiste à intégrer des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans les différentes fonctions de la maison, du bâtiment ou d'un lieu de travail tout en programmant et en contrôlant à distance ou sur place une panoplie d'équipements. Ces différentes fonctions sont interconnectées et communiquent entre elles grâce à un système centralisé qui peut être contrôlé à distance via un ordinateur, une tablette, un Smartphone ou une télécommande. L'objectif est d'optimiser la gestion des ressources énergétiques et de faciliter la vie quotidienne des occupants en offrant des fonctionnalités personnalisées et préprogrammées selon les besoins des utilisateurs.

Domaine d'application de la domotique

Le domaine d'application de la domotique comprend l'ensemble des secteurs où la technologie est utilisée pour automatiser et gérer les différents équipements d'un bâtiment ou d'un lieu de vie. Cela inclut notamment la maison intelligente, les lieux de travail, l'hôtellerie, les bâtiments publics, la santé et l'agriculture. La domotique peut être utilisée pour différents besoins, tels que la gestion de l'éclairage, la sécurité, le chauffage, la climatisation, la

commande des appareils électroménagers, la surveillance vidéo dans un but de confort et de sécurité.

La gestion de l'énergie :

La domotique permet de contrôler et de réguler la consommation d'énergie dans une habitation en fonction des besoins. Elle peut notamment gérer l'éclairage, le chauffage, la climatisation en fonction de la présence ou de l'absence des occupants. [3]

La sécurité :

La domotique offre des solutions de sécurité pour protéger les biens et les personnes. Elle peut détecter les intrusions, les incendies, les fuites de gaz, les inondations, etc. et déclencher des actions d'alerte ou de prévention via capteurs, des détecteurs de mouvement, des caméras de surveillance où des alarmes peuvent être programmés pour signaler tout comportement suspect en alertant le propriétaire ou les services de sécurité.

Le confort :

La domotique permet d'optimiser le confort dans une habitation en offrant des solutions pour faciliter la vie quotidienne par le biais de contrôler plusieurs éléments de la maison à distance. Elle peut gérer l'ouverture et la fermeture des volets, l'arrosage automatique, l'ouverture des portes et des portails, réglage de la température de la maison etc...

L'accessibilité :

La domotique offre des solutions pour faciliter l'accès aux équipements et aux espaces pour les personnes à mobilité réduite (handicap ou âgées). En leur permettant de contrôler les équipements de la maison à distance, sans avoir à se déplacer.

La communication:

La domotique offre des solutions de communication pour faciliter les échanges entre les habitants d'une habitation et avec l'extérieur. Elle peut gérer les appels téléphoniques, les interphones, les vidéo-phones, les systèmes de diffusion sonore, etc.

Le divertissement :

La domotique permet de gérer les équipements de divertissement dans une habitation, tels que la télévision, la musique, les jeux vidéo, etc. Elle peut également offrir des solutions de home cinéma avec une qualité d'image et de son optimisée.

La santé :

La domotique offre des solutions pour surveiller la santé des personnes à domicile, notamment les personnes âgées ou atteintes de maladies chroniques. Elle peut mesurer les paramètres de santé, tels que la tension artérielle, la glycémie, etc. et envoyer des alertes en cas d'anomalies.

Inconvénients de la domotique

Inconvénients de la domotique

Voici quelques inconvénients de la domotique :

Coût élevé :

Le coût d'achat et d'installation d'un système domotique peut être très élevé, en particulier pour les systèmes personnalisés, ce qui peut rendre la technologie inaccessible pour certaines personnes.

Complexité :

La domotique implique l'intégration de plusieurs technologies et systèmes différents, ce qui peut rendre la configuration et la maintenance du système complexes et potentiellement problématiques, en particulier pour les personnes qui ne sont pas familières avec la technologie.

Dépendance à l'électricité et à internet :

La plupart des systèmes domotiques nécessitent une connexion Internet fiable et une source d'électricité constante pour fonctionner correctement. Ce qui peut poser des problèmes en cas de panne de courant ou de perte de connexion.

Définition de la Maison Intelligente

La maison intelligente est considérée comme une évolution de la domotique, avec une portée plus large qui inclut les technologies de l'Internet des objets (IoT) et de l'intelligence artificielle (IA). La maison intelligente, également connue sous le nom de maison connectée, qui est un concept de logement équipé de technologies avancées permettant de créer un environnement connecté et automatisé. La maison intelligente utilise des dispositifs électroniques, des capteurs, des systèmes de communication et des logiciels de gestion pour surveiller et contrôler différents équipements tels que l'éclairage, le chauffage, la climatisation, les appareils électroménagers, les serrures et les systèmes de sécurité.

L'objectif principal de la maison intelligente est d'améliorer la qualité de vie de ses occupants en leur offrant des avantages tels qu'une meilleure sécurité, une gestion énergétique plus efficace, un confort accru et une plus grande commodité. Les occupants peuvent contrôler et surveiller les différents équipements à distance via leur smartphone, leur tablette ou leur ordinateur.

Définition de la Salle Intelligente

Une salle intelligente est une salle équipée de technologies avancées telles que des capteurs, des écrans interactifs, des systèmes de communication et des logiciels de gestion qui permettent de créer un environnement connecté et automatisé. Cette salle peut être utilisée pour des activités telles que des réunions, des présentations, des cours, des travaux pratiques ou des conférences.

Les salles intelligentes sont conçues pour améliorer l'efficacité, la productivité et la surveillance des équipements présents dans la salle. Elles sont souvent équipées de systèmes de contrôle centralisés qui permettent aux utilisateurs de gérer facilement les différents équipements et de personnaliser l'environnement en fonction de leurs besoins.

Les salles intelligentes peuvent être utilisées dans divers domaines tels que l'enseignement, la formation, les affaires et l'industrie, et sont de plus en plus populaires en raison de leur capacité à améliorer l'efficacité et la collaboration.

Caractéristiques de la Salle Intelligente

Une salle intelligente est une pièce équipée d'un système de gestion automatisé qui permet de contrôler et d'optimiser les différents éléments de la salle tels que l'éclairage, la température, la ventilation, les stores, les projecteurs, etc. Les caractéristiques de la salle intelligente peuvent inclure :

Systemes de contrôle automatisés :

Les systèmes de contrôle automatisés permettent de contrôler les différents équipements de la salle en temps réel à partir d'une interface graphique telles que l'ouverture et la fermeture des portes, l'allumage et l'extinction des lumières, la gestion de la température et la sécurité.

Capteurs :

Les capteurs sont des dispositifs électroniques qui permettent de mesurer différentes grandeurs physiques telles que la température, l'humidité, la présence de personnes, etc.

Équipements connectés :

Les équipements connectés, tels que les projecteurs, les écrans, les haut-parleurs, etc. peuvent être contrôlés à distance à partir d'un smartphone, d'une tablette ou d'un ordinateur.

Éclairage intelligent :

Les éclairages de la salle peuvent être contrôlés automatiquement ou manuellement pour s'adapter aux différentes situations et besoins des utilisateurs.

Systemes de sécurité :

La salle est équipée de dispositifs de sécurité tels que des caméras, des capteurs de mouvement, des alarmes et des serrures intelligentes pour garantir la sécurité des utilisateurs et des équipements.

Gestion de l'énergie :

La salle est équipée de dispositifs pour surveiller et gérer la consommation d'énergie, afin de réduire les coûts et de minimiser l'impact environnemental.

Télésurveillance

La télésurveillance est une technologie permettant de surveiller à distance un lieu, tel qu'un domicile, un commerce ou un bureau. Elle peut être utilisée pour surveiller les accès, détecter des intrusions, des incendies, des fuites de gaz ou d'eau, ou encore pour suivre des personnes âgées ou des enfants. Le système de télésurveillance se base généralement sur des caméras de surveillance reliées à un système d'alarme qui envoie une alerte en cas de détection d'un événement suspect, le système peut également être équipé de capteurs de mouvements, de détecteurs d'intrusion et d'autres dispositifs pour surveiller les activités suspectes. Les images sont alors consultables à distance par les utilisateurs autorisés, qui peuvent également prendre des mesures en conséquence, telles que contacter les autorités compétentes. La télésurveillance peut ainsi contribuer à renforcer la sécurité d'un lieu et à prévenir les risques de cambriolage ou d'incidents.

Conclusion

La salle intelligente représente le futur de l'enseignement. Grâce à ses nombreuses fonctionnalités, elle permet d'améliorer le quotidien des étudiants tout en facilitant le travail des enseignants. La salle intelligente doit être envisagée comme un investissement à long terme qui nécessite une réflexion approfondie et une planification minutieuse pour en tirer tous les avantages. Les informations présentées dans ce chapitre sont d'une utilité primordiale pour la compréhension de la suite de notre travail.

La conception de la salle intelligente est assurée par des capteurs ainsi que des circuits numériques comme la carte Arduino qui seront développés dans le deuxième chapitre.

CHAPITRE II

Outils de Développement

Introduction

La réalisation de notre prototype de salle de cours intelligente ne peut voir le jour sans l'utilisation d'un nombre important des outils de développement ainsi que des capteurs. Le présent chapitre met en évidence les différents outils de développement que nous avons usité dans la conception de notre projet de fin d'études, tout en présentant les outils les plus importants pour créer notre prototype à savoir les outils software ou hardware.

En commençant avec la carte Arduino ainsi que son environnement de programmation, l'afficheur LCD, le clavier etc... en finissant avec la présentation des capteurs utilisés.

Arduino

C'est une carte électronique programmable destinée à réaliser des tâches selon les besoins de l'utilisateur via un programme préalablement écrit par la suite téléversé sur la carte Arduino. Tout en offrant une multitude de possibilités de combinaisons de circuits électroniques simples avec un faible coût.

Le système Arduino se charge d'assurer la l'union entre les performances de la programmation à celles de l'électronique.

Arduino offre divers opérations dans de différents domaines tels que :

- Le contrôle des appareils domestiques.
- La fabrication des robots.
- La réalisation d'un jeu de lumières.
- L'interfaçage homme-machine.
- Télécommander un appareil mobile [4]

Avantages de l'Arduino

En vue de différents avantages qu'elle offre la carte Arduino, cette dernière a pris une place indispensable dans l'environnement des chercheurs et parmi ces avantages on cite :

- ✓ sa capacité à piloter des capteurs grâce à son interface programmable
- ✓ La carte reçoit des informations analogiques ou numériques sur ces entrées. Le Microcontrôleur traitera ces informations et les transmettra vers les sorties numériques.
- ✓ les cartes Arduino sont peu coûteuses comparativement aux autres plateformes.
- ✓ Elle simplifie considérablement les schémas électroniques et par conséquent, le coût de la réalisation.
- ✓ Le logiciel Arduino, écrit en Java il peut être exploité par différents systèmes tels que Windows, Macintosh et Linux dont la plupart des systèmes à microcontrôleurs sont limités à Windows.
- ✓ Le logiciel Arduino et le langage Arduino sont publiés sous licence open source,
- ✓ L'Arduino est conçu pour être modulaire, ce qui signifie que les utilisateurs peuvent ajouter des modules complémentaires (appelés "shields") pour ajouter des fonctionnalités supplémentaires à leur projet.
- ✓ Arduino est une plate-forme qui a été conçue pour permettre aux personnes de tous âges et de tous niveaux de compétence de créer facilement des objets interactifs.
- ✓ L'Arduino bénéficie d'une large communauté de développeurs qui partagent des tutoriels, des projets et des astuces en ligne, ce qui facilite l'apprentissage et la résolution des problèmes.
- ✓ Nombreuses bibliothèques disponibles avec diverses fonctions implémentées. [5]

Carte Arduino UNO

Arduino UNO est une carte électronique programmable basée sur le microcontrôleur l'ATmega328 où elle se constitue de 14 broches entrées/sorties numériques, 06 entrées analogiques (qui peuvent également être utilisées en broches entrées/sorties numériques), une connexion USB, un oscillateur à quartz 16Mhz, un support ICSP et d'un bouton reset et un connecteur d'alimentation jack. Pour commencer à utiliser la carte Arduino UNO, il suffit de la connecter à un ordinateur à l'aide d'un câble USB. [6]

Caractéristiques de la carte UNO

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques de la carte UNO

Microcontrôleur	ATMEGA328
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'alimentation (recommandée)	7-12V
Tension d'alimentation (limites)	6-20V
Broches E/S numérique	14 (dent 6 disposent d'une sortie PWM)
Broches d'entrées analogiques	6(utilisables en broches E/S numérique)
Intensité maxi disponible par broches E/S (5V)	40mA (ATTENTION :200 mA annulé pour l'ensemble des broches E/S)
Intensité maxi disponible pour la sortie 3.3V	50mA
Intensité maxi disponible pour la sortie 5V	Fonction de l'alimentation utilisé-500Ma max si port USB utilisable seul
Mémoire programme Flash	32 KB (AT méga 328)dont 0.5 KB sont utilisés par le boothoader
Mémoire SRAM (mémoire volatile)	2KB (AT méga 328)
Mémoire EEPROM (mémoire non volatile)	1 KB (ATmega328)
Vitesse d'horloge	16 MHz

Tableau II.1 - caractéristiques de la carte UNO

Brochage de la carte UNO

Le brochage de la carte UNO est illustré dans la figure ci-dessous [7]

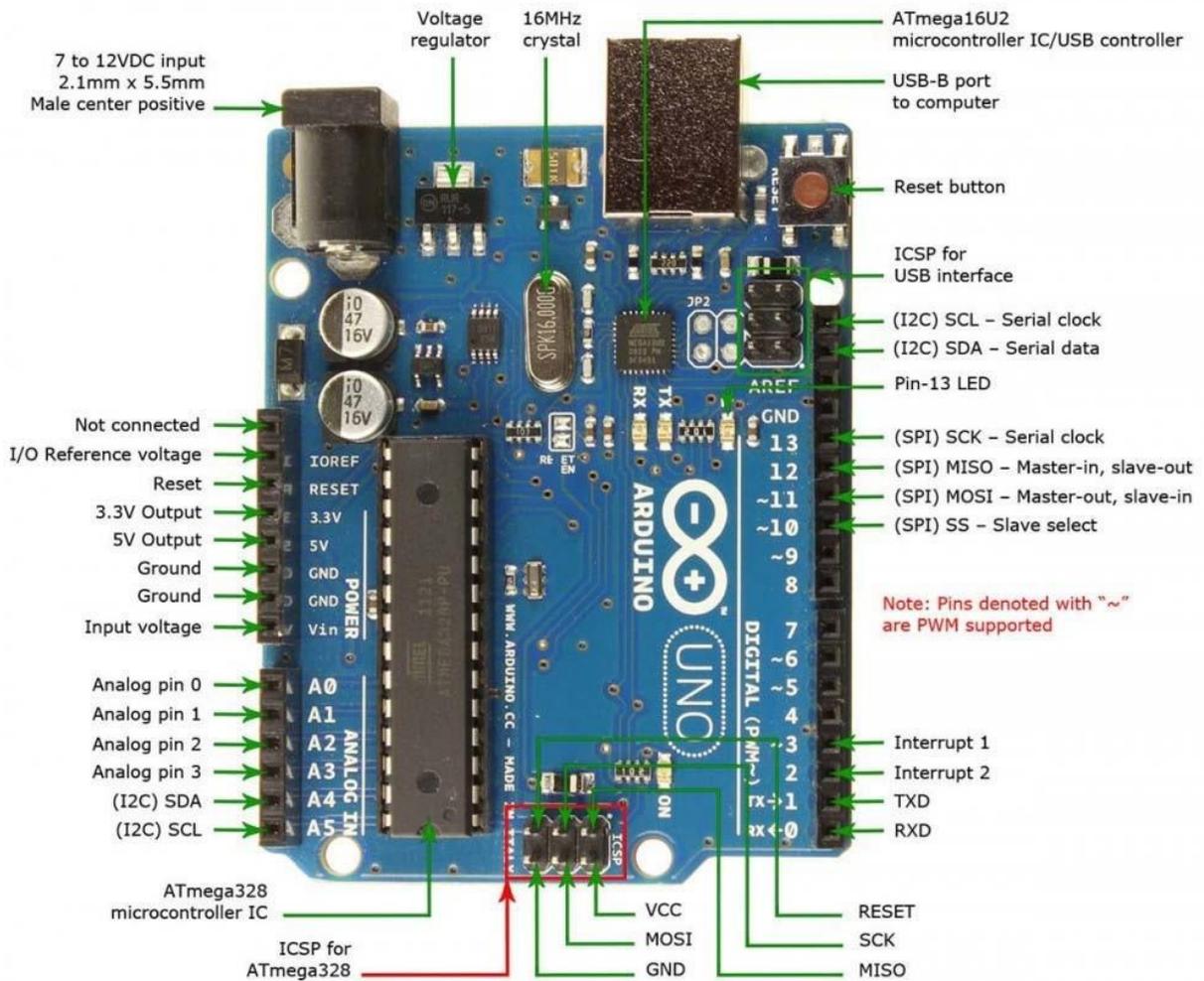


Figure II.1 - Brochage de la carte UNO[7]

Carte Arduino Méga 2560

Arduino Méga 2560 (Figure II.2) est une carte électronique programmable basée sur le microcontrôleur ATmega2560 cadencé à 16 MHz. Elle dispose de 54 broches entrées/sorties numériques, 16 analogiques, 4 UARTs, une connexion USB, une prise d'alimentation, et un bouton de réinitialisation.

La carte Méga 2560 est idéale pour des projets exigeant un grand nombre de pins entrées/sorties.

Brochage de la carte Méga 2560

Le brochage de la carte Méga 2560 est illustré dans la figure ci-dessous

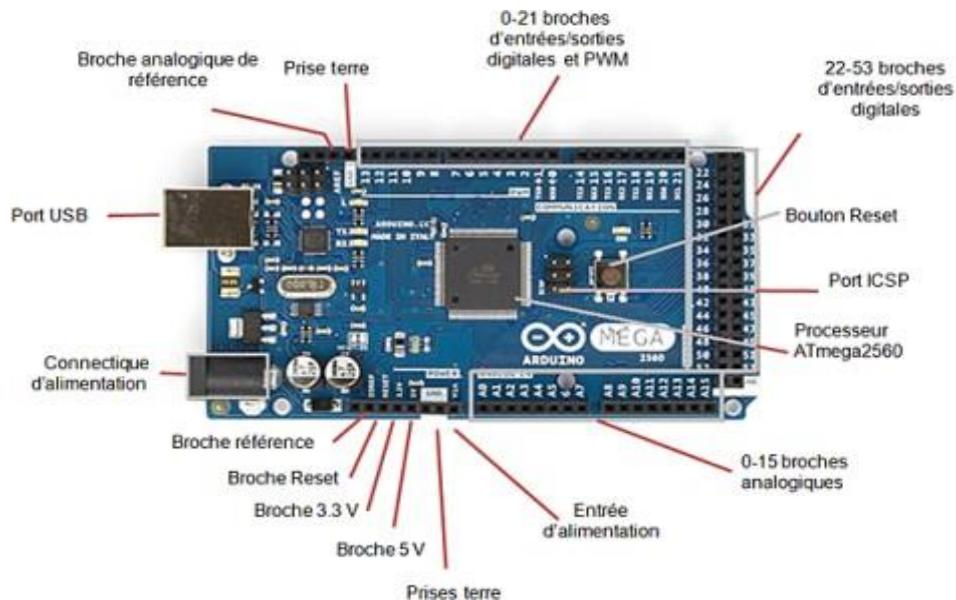


Figure II.2 –Arduino Méga 2560

Caractéristiques de La carte Arduino Méga 2560

Les caractéristiques de la carte Arduino Méga sont citées dans le tableau ci-dessous :

Micro contrôleur	ATmega2560
Tension d'alimentation interne	5 v
Tension d'alimentation (recommandée)	7 à 12V
Tension d'alimentation (limitée)	6 à 20 v
Entrées/sorties numériques	54 dont 14 sorties PWM (largeur d'impulsion modulée)
Entrées analogiques	16 (résolution de 10 bits)
Courant max par broches E/S	40 mA
Mémoire Flash	256 KB
Mémoire SRAM	8 KB
Mémoire EEPROM	4 KB
Fréquence horloge	16 MHz
Dimensions	107 x 53 x 15 mm

Tableau II.2 - caractéristiques de la carte Arduino Méga2560

Afficheur LCD

Les afficheurs à cristaux liquides, également appelés afficheurs LCD (Liquid Crystal Display), sont des modules intelligents compacts qui nécessitent peu de composants externes pour fonctionner et tout en consommant peu d'énergie. Les afficheurs LCD sont essentiels dans les systèmes d'électroniques qui ont besoin d'afficher les paramètres de fonctionnement en permettant un affichage facile de messages.

Afficheur LCD 16×02

Un afficheur LCD 16x02 est un type d'afficheur à cristaux liquides qui est capable d'afficher 16 caractères sur 2 lignes.

Afficheur LCD 20×04

Un afficheur LCD 20x04 est un type d'afficheur à cristaux liquides qui est capable d'afficher 20 caractères sur 4 lignes.

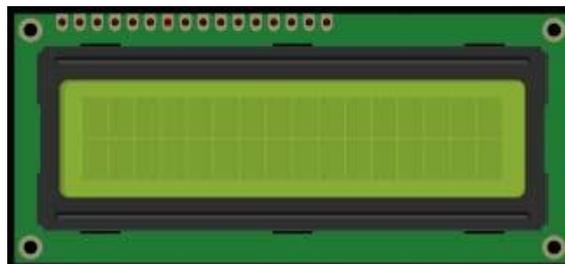


Figure II.3 -Afficheur LCD 16×02

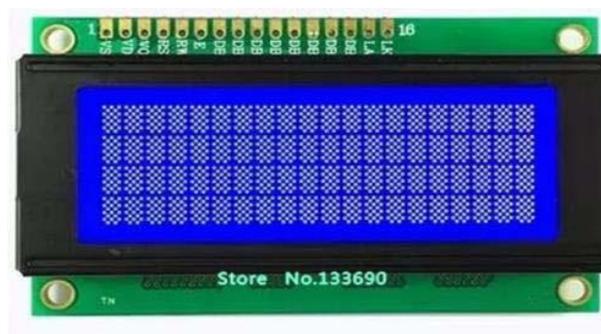


Figure II.4 -Afficheur LCD 20×04

Brochage LCD 16×2 et 20×4

L'écran LCD 16×02 présente 16 broches pour permettre la gestion de l'affichage et du contraste.

Nom	Rôle
1 Vss	Masse
2 Vdd	+5V
3 VEE	Réglage du contraste
4 RS	Sélection du registre (commande ou donnée)
5 R/W	Lecture ou écriture
6 E	Entrée de validation
7 à 14 D0 à D7	Bus de données
15 A	Anode (+5V)
16 K	Cathode (masse)

Tableau II.3 - Brochage LCD 16×02 et 20×4[8]

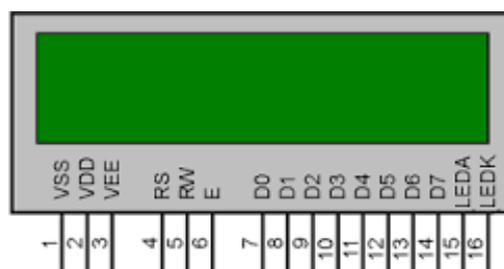


Figure II.5-broches de l'afficheur LCD.

Clavier 4×4

Un clavier 4x4 est un dispositif d'entrée composé de 16 touches disposées en quatre lignes et quatre colonnes. Il est souvent utilisé pour l'interaction homme-machine dans les systèmes embarqués ou les projets électroniques, plus particulièrement il est utilisé pour pouvoir se connecter avec l'afficheur LCD.

Le clavier 4x4 se compose de 10 touches numériques de 0 à 9 et 6 autres touches de fonction supplémentaires telles que * et #. Le clavier 4x4 est facile à utiliser et peut être intégré à une variété de projets électroniques pour permettre une entrée utilisateur pratique et fiable.

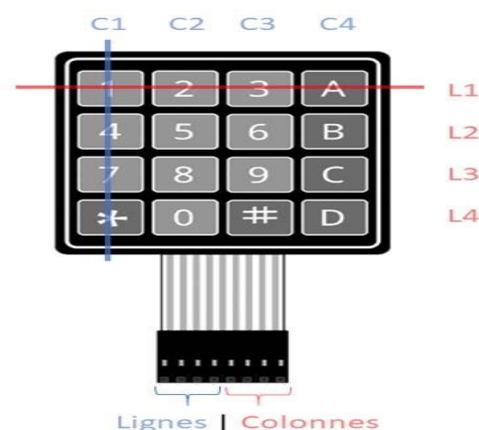


Figure II.6 -Clavier 4×4

Brochage du Clavier 4×4

Le clavier 4x4 possède 8 fils en sortie du clavier dont 4 lignes et 4 colonnes.

En prenant le clavier en vue de gauche à droite on a :

Pin 1-4 représente les quatre lignes, pin 5-8 représente les quatre colonnes.

On le branche sur les 8 entrées digitales successives de la carte Arduino (Figure II.5).

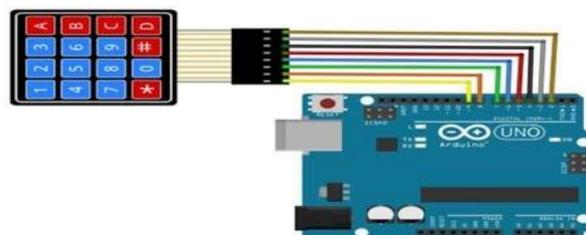


Figure II.7 -Brochage du Clavier 4×4[9]

Esp32

L'ESP32 est un microcontrôleur à faible consommation d'énergie et à haute performance qui intègre le Wi-Fi et le Bluetooth, développé par la société Espressif. L'ESP32 est largement utilisé dans les projets IoT (Internet of Things) et les applications embarquées pour sa polyvalence, ses performances et sa connectivité sans fil avancée, permettant la communication avec d'autres appareils et l'accès à Internet.

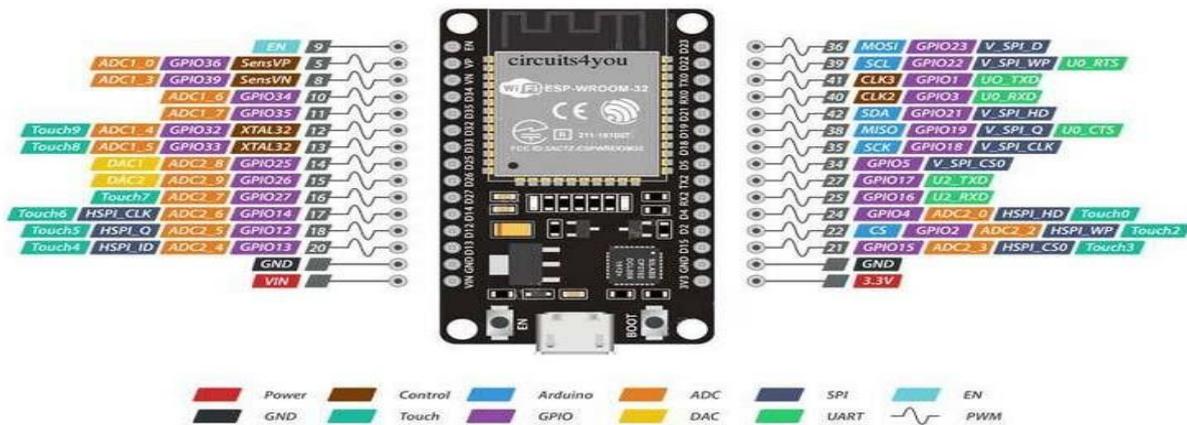


Figure II.8 – Esp32

Caractéristique ESP32 :

Les caractéristiques de la carte ESP32 sont citées dans le tableau ci-dessous : [10]

CPU	ESP-WROOM-32 (Tensilica Xtensa LX6)
Tension d'alimentation	7-12V
E/S digitales	14
Entrées analogiques	6
Flash	4000kB
SRAM	520kB
EEPROM	448kB
Fréquence d'horloge	240 MHz
Wifi	oui
Bluetooth	oui

Tableau II.4 - caractéristiques Esp32

Buzzer

Un buzzer est un dispositif électronique utilisé dans l'univers Arduino destiné à produire un son. Le buzzer est composé d'un élément piézoélectrique qui se déforme mécaniquement sous l'effet d'un courant électrique, créant ainsi des vibrations qui génèrent le son. Il est principalement usité pour produire des signaux sonores d'alerte, des indications sonores, des alarmes ou des effets sonores dans les jeux électroniques. La figure II.7 montre un buzzer.



Figure II.9 – Buzzer

Caractéristiques du buzzer [11]

tension de fonctionnement	3,5 à 5.5V
Courant de fonctionnement maximum	30mA à 3V
Sortie sonore minimum	85 dB / 10 cm
température de fonctionnement	-20°C à 70°C
Poids	2g

Tableau II.5- caractéristiques du Buzzer

Brochage du buzzer

Le buzzer possède généralement deux bornes, Il est important de noter que certains buzzers peuvent également avoir une troisième borne dédié au contrôle de volume.

Une borne du buzzer est connectée au GND et l'autre borne est connectée à une sortie digitale de l'Arduino. La figure II.8 montre comment brancher un buzzer sur l'Arduino.

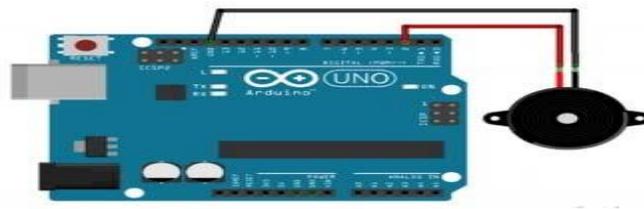


Figure II.10 – Brochage du buzzer

Relais

Un relais est un interrupteur électromécanique qui permet de contrôler un circuit électrique à partir d'un autre circuit. Il est usité pour isoler électriquement des circuits, afin de commuter des charges électriques élevées à partir de signaux de faible puissance, ou pour contrôler des circuits haute tension à partir de circuits basse tension. Le relais est identique à d'autres circuits électriques du fait qu'il reçoive un signal électrique et envoie le signal à d'autres équipements en allumant et éteignant l'interrupteur.

Le relais est un contact qui est initialement dans un état fixe, soit normalement fermé, soit normalement ouvert, et il reste dans cet état tant qu'il n'est pas alimenté. L'état du contact ne sera modifié que lorsqu'un courant électrique sera appliqué aux contacts. [12]



Figure II.11 – Relais

Caractéristiques du relais

Les caractéristiques du relais sont citées dans le tableau ci-dessous : [13]

Courant de consommation	58,3 mA (12 V), 29,2 mA (24 V) Courant consommé par la bobine donc courant de commande
Tension min. de commutation	12 V ou 24 V (suivant les modèles)
Courant de commutation max	8A
Tension de commutation/tension max	250 V c.a./440 V c.c
Durée de vie mécanique	Mécanique : 10 000 000 manœuvres min Nombre de manœuvres garanties par le constructeur
Temps d'enclenchement	15 ms max
Temps de relâchement	5 ms max
Rigidité diélectrique bobine-contacts	4000 V Tension que l'on peut appliquer entre les contacts et la bobine sans risque d'arc électrique
Poids	9g

Tableau II.6 - caractéristiques du relais

Brochage du relais

- VCC : 3.3V-5 V
- GND : la Masse
- S (Signal) : broche de réception du signal envoyé par arduino
- NC : Normalement fermé
- COM : Commun
- NO: Normalement ouvert (Figure II.11)

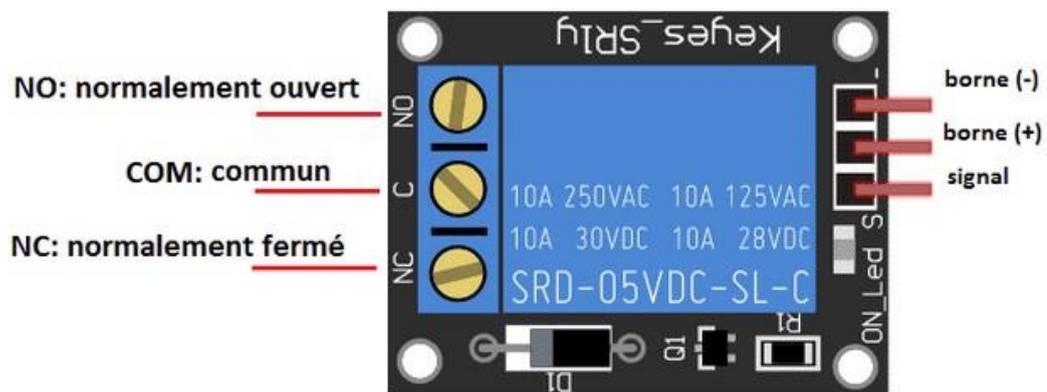


Figure II.12- Brochage de relais

Moteur Pas-à-pas

Les moteurs pas-à-pas sont utilisés pour orienter la position du rotor en transformant une séquence d'impulsions sur différentes phases en un déplacement angulaire. Dans ce cas, le moteur unipolaire est utilisé et nécessite la présence d'un réseau de transistor tel que le ULN2003A, qui est équipé de sept transistors. [14]

Caractéristiques du Moteur

Les caractéristiques du moteur sont citées dans le tableau ci-dessous : [15]

Tension de fonctionnement	5V
Tension de pilotage	5V-12V
Nombre de pôles	4
Ratio de variation de vitesse	1/64
Angle par pas	5.625° /64
Bruit	<40dB(120Hz)
Dimensions du module	31mm x 35mm

Tableau II.7 - caractéristiques du moteur

Module Driver ULN2003

L'ULN2003 est en effet une puce de pilote de moteur pas à pas qui peut être utilisée pour amplifier le signal de contrôle de l'Arduino. Il est couramment utilisé pour contrôler des moteurs pas à pas de petites applications en raison de sa taille compacte et de son coût abordable. La carte de pilote ULN2003 est conçue pour faciliter l'utilisation de cette puce, avec des borniers de connexion pour les phases du moteur et des broches d'entrée pour se connecter à l'Arduino. [16]

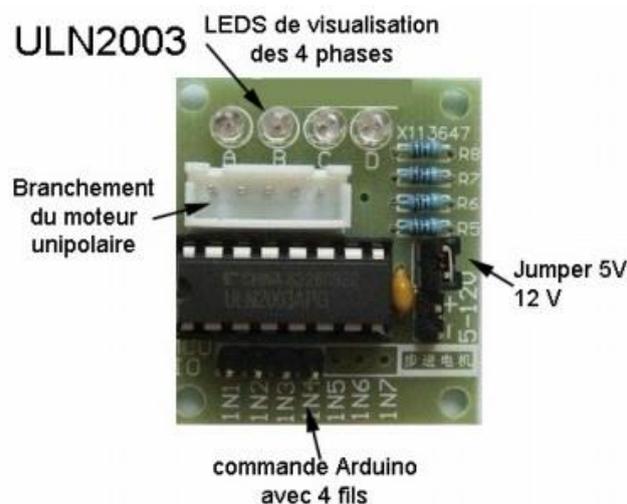


Figure II.13-ULN2003 [16]

Caractéristiques Driver ULN2003A

Les caractéristiques du Driver ULN2003A sont citées dans le tableau ci-dessous :

Tension de fonctionnement	5V
Tension de pilotage	5V-12V
Dimensions du module	2,8cm x 2,8cm
Des diodes de visualisation permettent de contrôler le bon fonctionnement des 4 phases (A, B, C, D)	

Tableau II.8 - caractéristiques du driver ULN2003A

Brochage du Driver ULN2003A avec moteur pas à pas

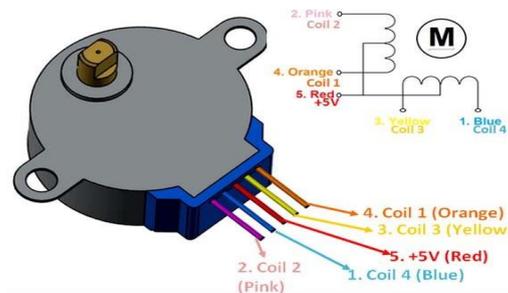


Figure II.14-Brochage de l'ULN2003 avec moteur pas à pas[16]

Le driver ULN2003 est relié à:

- une alimentation de 5V DC pour le moteur : +V et GND.
- la carte Arduino sur 4 pins digitales (pin 8- pin 11), configurées en sorties, avec 4 fils.

In1: pin 8
 In2: pin 9
 In3: pin 10
 In4 : pin 11
 In5 : 5V

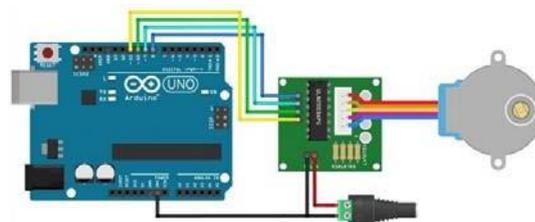


Figure II.15 -Brochage de Moteur pas à pas. [16]

RFID (Radio-Frequency Identification)

Un module RFID (Radio Frequency Identification) est un composant électronique utilisé pour la communication sans fil et l'identification automatique d'objets à l'aide de tags (étiquettes ou balises) RFID. Il fonctionne en utilisant des ondes radio pour échanger des données entre un lecteur RFID et les tags RFID. Les balises RFID, également appelées étiquettes ou transpondeurs, sont de petits dispositifs qui contiennent des informations électroniques stockées, telles qu'un identifiant unique. Elles peuvent être attachées à des objets ou intégrées dans des cartes, des badges ou d'autres supports. Les modules RFID sont couramment utilisés dans de nombreux domaines tels que la logistique, le contrôle d'accès, la gestion des stocks, la traçabilité des produits, la sécurité, etc. Ils offrent une méthode pratique et automatisée pour l'identification et la récupération des données, ce qui les rend largement utilisés dans les systèmes de suivi, de contrôle et de gestion.[17]

Caractéristiques du module RFID

Les caractéristiques du RFID sont citées dans le tableau ci-dessous :

Tension d'alimentation	3.3V
F réquence de fonctionnement	13,56 MHz
Courant	13-26mA
Taux de transfert de données maximum	10 Mbit / s
Dimensions	60mm × 39mm

Tableau II.9 - caractéristiques du module RFID

Brochage du RFID

RFID	Arduino UNO
GND	GND
VCC	3.3V
MOSI	11
MISO	12
SCK	13
SDA	10
RST	9

Tableau II.10 – Brochage du RFID

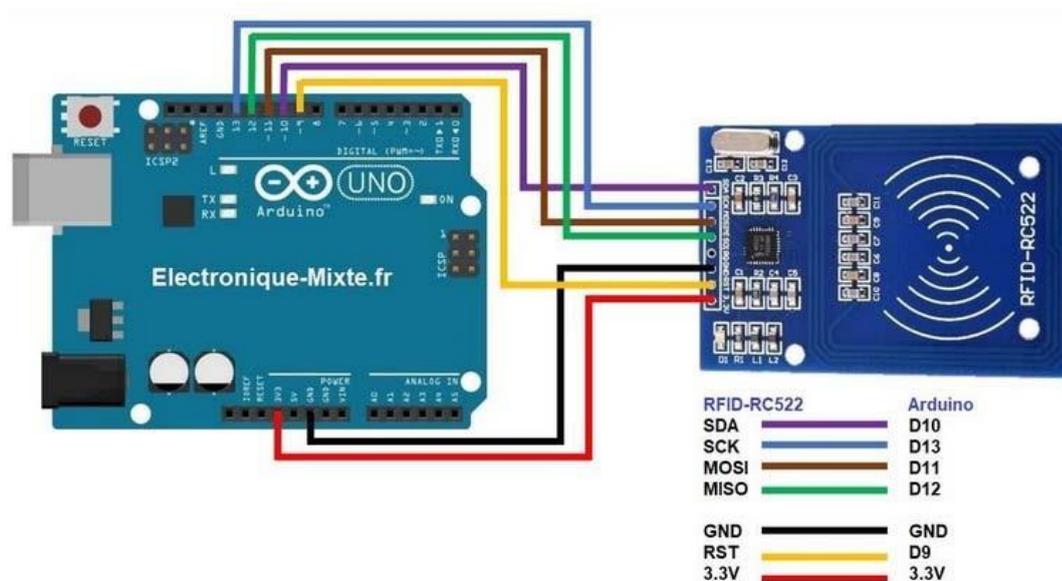


Figure II.16 -Brochage du RFID. [17]

Capteurs

Les capteurs sont des dispositifs utilisés pour détecter et mesurer des phénomènes physiques ou des conditions environnementales et cela en convertissant une grandeur physique en une grandeur électrique. Ils sont largement utilisés dans de nombreux domaines tels que l'électronique, l'automatisation, les systèmes de contrôle, les sciences, la robotique, etc.

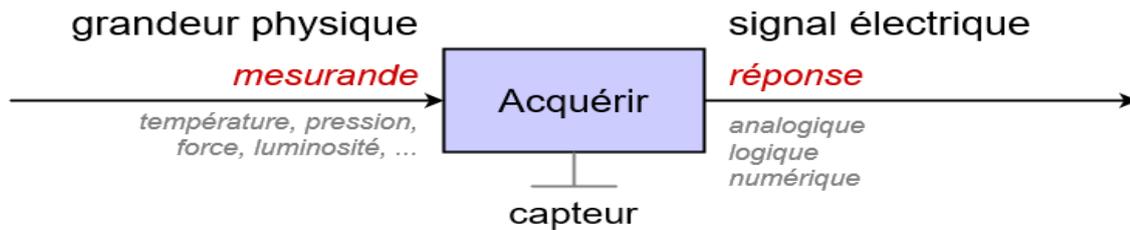


Figure II.17 – Principe du capteur

Capteur de température et d'humidité DHT11

Le DHT11 est un capteur de température et d'humidité utilisé dans les projets électroniques. Il fournit des mesures précises de la température et de l'humidité ambiantes. Il utilise un capteur de température et un capteur d'humidité intégrés pour détecter les variations dans l'environnement. Le DHT11 est facile à utiliser et à connecter à un microcontrôleur tel que l'Arduino. Il est couramment utilisé dans des applications telles que la domotique, la surveillance environnementale et les systèmes de contrôle climatique. Il fournit des données fiables pour permettre une meilleure gestion de l'environnement intérieur. [19]



Figure II.18 – Capteur de température et d'humidité DHT11

Caractéristique de DHT11

Les caractéristiques de l' DHT11 sont citées dans le tableau ci-dessous :

Alimentation	3-5.5V DC
Précision Humidité	±5%
Précision Température	±2 °C
Champ de mesure de Température	0 à 50 °C
Champ de mesure d'humidité	20% à 90%
Fréquence mesure max	1Hz (1 mesure par seconde)
Courant max	2.5mA
Dimensions	29 mm x 16 mm x 7 mm (Longueur x largeur x Hauteur)

Tableau II.11 – Caractéristiques du DHT11

Brochage du DHT11

Le montage est très simple, il suffit de câbler le 5 V de l'Arduino sur la broche Vcc, la masse de l'Arduino sur la broche GND et la broche DATA du capteur sur une des broches numériques de l'arduino.

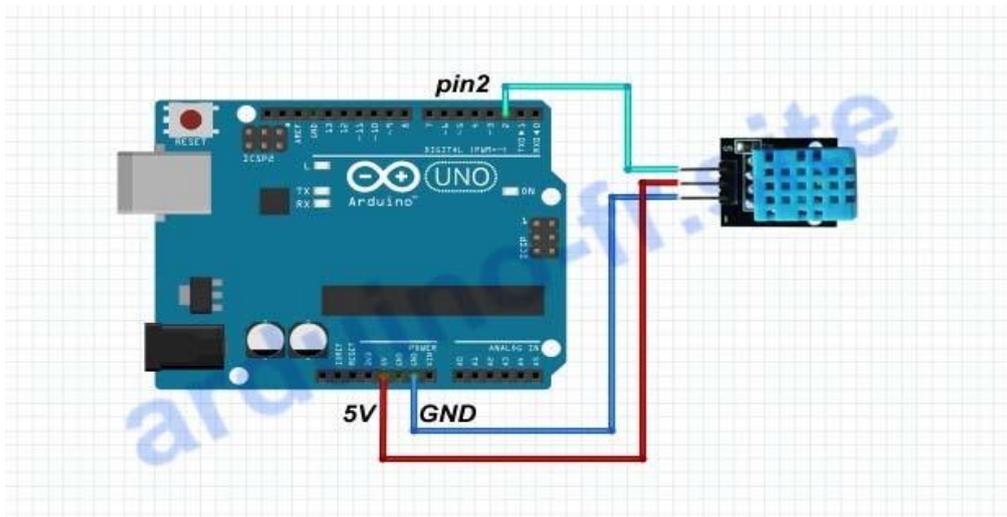


Figure II.19 -Brochage du DHT11

Capteur de gaz MQ2

Le capteur MQ2 permet de détecter différents gaz, tels que le H₂, le GPL, le CH₄, le CO, l'alcool, la fumée et le propane, à des concentrations allant de 300ppm à 10.000ppm. Il est utile pour la détection des fuites de gaz à domicile pour un usage intérieur à température ambiante. [20]

II.15. 1. Caractéristique du MQ2

Les caractéristiques du MQ2 sont citées dans le tableau ci-dessous : [21]

Sortie analogique	0V-5 V
Sortie numérique	0V ou 5V
Puissance	800mw en chauffe
Alimentation	5V
Plage de mesure	10 à 10000 ppm
Dimensions	32.4 mm / 20.4 mm

Tableau II.12 – Caractéristiques du MQ2

2. Brochage du MQ2

Le capteur possède deux sorties : une sortie analogique dont la tension varie en fonction de la concentration globale de gaz détecté, et une sortie numérique, réglable à l'aide d'un potentiomètre, permettant à l'utilisateur de définir le seuil de détection du gaz.

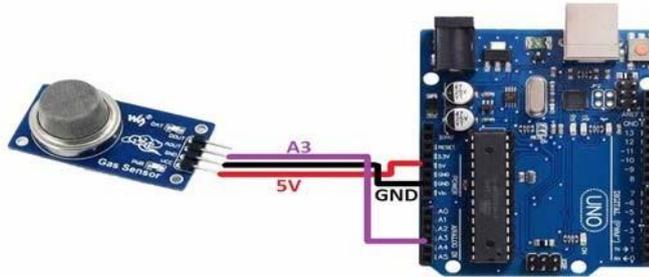


Figure II.20– MQ2[21]

Capteur de flamme KY-026

Le capteur de flamme KY-026 est un module utilisé pour détecter les flammes en utilisant un récepteur infrarouge qui capte les émissions lumineuses provenant de sources de chaleur. Le module KY-026 mesure l'intensité de la lumière infrarouge émise par le feu dans une plage de longueurs d'onde allant de 760 à 1100 nm, ce qui en fait un choix courant pour les systèmes de détection d'incendie.[22]

Caractéristique du KY-026

Les caractéristiques du KY-026 sont citées dans le tableau ci-dessous :

Sortie analogique	0V-5 V
Sortie numérique	logique 1 ou logique 0
Consommation de courant	10mA
Tension d'alimentation	3.3V-5V
Plage de mesure	10 à 10000 ppm
Dimensions	42 mm x 15 mm

Tableau II.13 – Caractéristiques du KY-026

Brochage du KY-026

Le capteur possède quatre broches :

La broche marquée d'un symbole + doit être reliée à une broche d'alimentation 5V du Arduino.

La broche marquée d'un G doit être reliée à une broche GND du Arduino.

La broche A0 est une broche analogique qui renvoie la température mesurée de la flamme. La broche D0, quant à elle, renvoie HIGH si du feu est détecté, et LOW sinon. [23]



Figure II.21 – KY-026

Capteur à effet Hall (SS495A)

Un capteur à effet Hall est un dispositif électronique qui détecte les variations d'un champ magnétique. Il utilise l'effet Hall, qui est la génération d'une tension proportionnelle au champ magnétique appliqué, pour mesurer la présence, la force et la direction d'un champ magnétique. Les capteurs à effet Hall sont couramment utilisés dans les applications de détection de position, de vitesse et de courant. [24]

Les caractéristiques du capteur à effet Hall sont citées dans le tableau ci-dessous :

Consommation	7mA à 5V DC
Température de fonctionnement	-40°C à +150°C
tension d'alimentation	5 V DC
Sensibilité	3.125mv/Gauss
Linéarité	1%
Temps de réponse	3μS

Tableau II.14 – Caractéristiques du Capteur a effet Hall (SS495 A)

Brochage du capteur à effet Hall

Borne 1 : +5V

Borne 2 : Masse (GND)

Borne 3 : Sortie signal Vout -> Entrée analogique de l'Arduino[25]

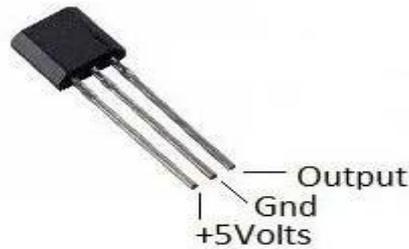


Figure II.22 – capteur à effet Hall

Alimentation

Généralement il existe deux sortes d'alimentation :

1) Alimentation filaire :

- Câble USB: lorsqu'on relie la carte à notre PC (à n'importe quel port USB), notre Arduino s'allume. La plupart des modèles requiert un câble USB standard A-B, mais quelques uns (comme le nano) nécessitent un câble USB A – mini B.
- Adaptateur: la plupart des adaptateurs type téléphone ou autre, sortant avec une tension continue comprise entre 7 et 12V et ayant un connecteur Jack.

2) Alimentation autonome :

- Pile 9V: Cette pile est idéale car commune, avec un faible encombrement et se trouvant dans la plage de tension recommandée (entre 7 et 12V) via le connecteur jack [28].
- Autres piles: Une solution moins pratique car plus encombrante est de mettre en série des piles de type AA (ou AAA).[26]

Langage de programmation

Un langage de programmation est utilisé pour écrire des instructions qui seront converties en langage machine par un compilateur. Dans le cas d'un programme Arduino, l'exécution des instructions se fait de manière séquentielle. La structure d'un programme Arduino est présentée dans la Figure II.20.[27]

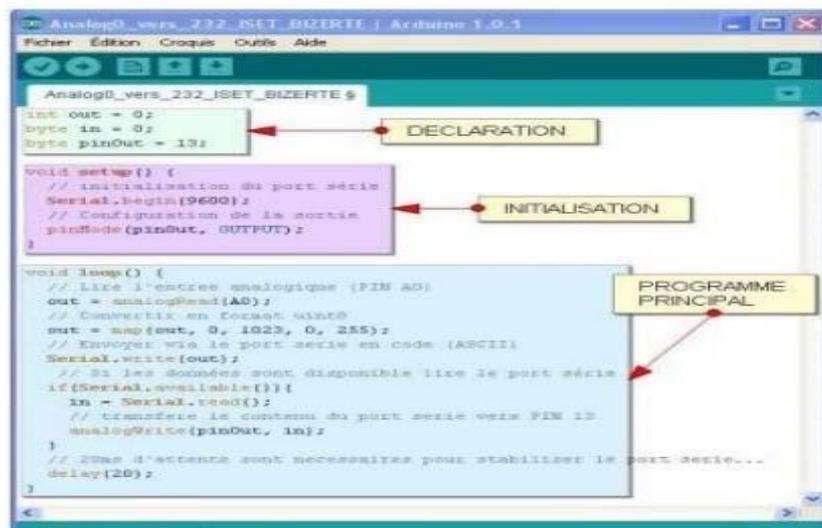


Figure II.23- Structure d'un programme

- La partie déclaration des variables (optionnelle)
- La partie initialisation et configuration des entrées/sorties : la fonction `setup()`
- La partie du programme principale qui s'exécute en boucle : la fonction `loop()`

Logiciel Arduino

Dans chaque partie d'un programme nous utilisons différentes instructions issues de la syntaxe du langage Arduino

Dans un langage de programmation comme C ou C++, nous utiliserons des instructions pour déclarer et initialiser des variables, définir des fonctions, gérer la mémoire, etc. Dans tous les cas, chaque instruction doit être écrite selon la syntaxe spécifique du langage de programmation utilisé, afin d'être interprétée correctement par l'ordinateur et de réaliser la tâche souhaitée.

Les fonctions principales du logiciel Arduino sont :

- écrire et compiler des programmes pour la carte Arduino.
- se connecter avec la carte Arduino pour y transférer les programmes.
- communiquer avec la carte Arduino.

Cet espace de développement intégré (EDI) dédié au langage Arduino et à la programmation des cartes Arduino comporte (Figure II.21) :

- une BARRE DE MENUS.
- une BARRE DE BOUTONS qui donne un accès direct aux fonctions, essentielles du logiciel et fait toute sa simplicité d'utilisation.

Un EDITEUR (à coloration syntaxique) pour écrire le code de programme, avec onglets de navigation.

- une ZONE DE MESSAGES indiquant l'état des actions en cours.
- une CONSOLE TEXTE qui affiche les messages concernant le résultat de la compilation du programme

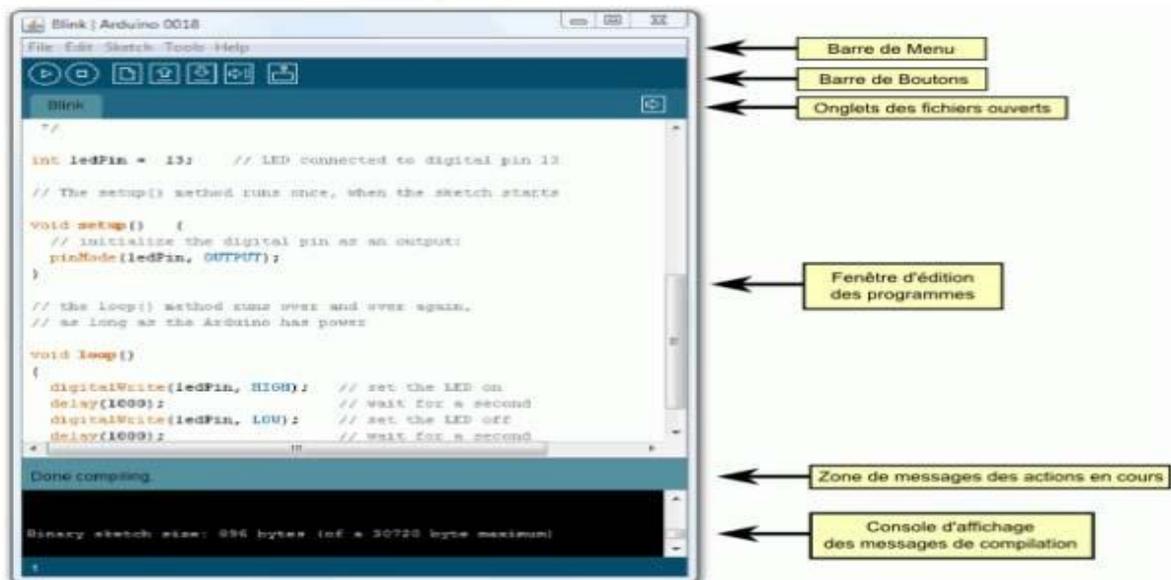


Figure II.24-Espace de développement Intégré (EDI). [27]

Principe général d'utilisation

Le code écrit avec le logiciel Arduino est appelé un programme (ou une séquence - sketch en anglais) :

- Ces programmes sont écrits dans l'éditeur de texte. Celui-ci a les fonctionnalités usuelles de copier/coller et de rechercher/remplacer le texte.
- la zone de messages donne l'état de l'opération en cours lors des sauvegardes, des exportations et affiche également les erreurs.
- La console texte affiche les messages produits par le logiciel Arduino incluant des messages d'erreur détaillés et autres informations utiles.
- La barre de boutons permet de vérifier la syntaxe et de transférer les programmes, créer, ouvrir et sauver votre code, et ouvrir le moniteur série.
- La barre des menus permet d'accéder à toutes les fonctionnalités du logiciel Arduino

Description des menus

Il est courant dans les logiciels de voir des menus contextuels qui s'adaptent au travail en cours. Dans ce cas, cela signifie que les commandes complémentaires disponibles dans les cinq menus sont sensibles au contexte. Cela signifie que seuls les items qui correspondent au travail en cours sont disponibles dans le menu.

✓ **File** (Fichier) voir figure II.22

le menu propose toutes les fonctionnalités usuelles pour gérer les fichiers de programme Sketchbook. Parmi ces fonctionnalités, il y a apparemment une fonctionnalité qui permet d'avoir un accès direct à tous les programmes dans le répertoire de travail.

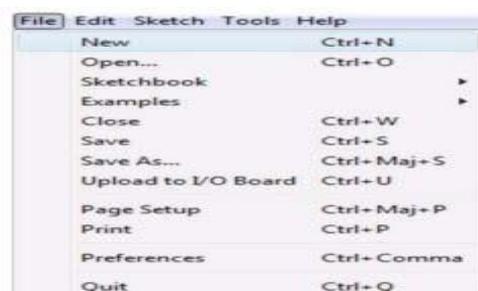


Figure II.25-Menu file.

✓ **Edit** (Editer),

✓ **Sketch** (Programme ou Séquence) voir figure II.23, il contient un menu de fonctions

-Compiler et vérifier le programme (Verify/Compile).

-Ajouter une librairie au programme en insérant l'instruction # include dans le code. (Import Library).

-Ouvrir le répertoire courant du programme (Show Sketch Folder).

-Ajouter un fichier source au programme (Add File...).Le nouveau fichier apparaît dans un nouvel onglet dans la fenêtre d'édition. Les fichiers peuvent être retirés du programme en utilisant le menu "tab"

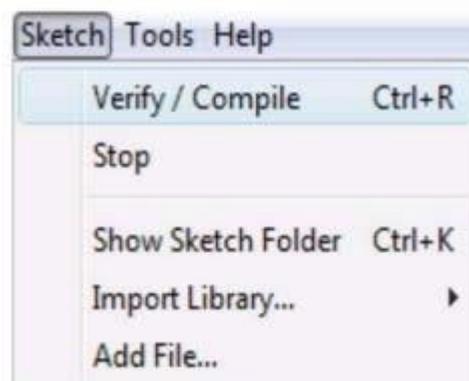


Figure II.26 –Menu de Sketch.

✓ **Tools** (Outils) voir figure II.24, ce menu permet :

-La mise en forme automatique (Auto Format).

-La sélection de la carte Arduino utilisée (Board).

-Serial Port (Port Série), Ce menu contient tous les ports séries (réels ou virtuels) présents sur l'ordinateur. Il est automatiquement mis à jour à chaque fois que le niveau supérieur du menu outils soit ouvert.

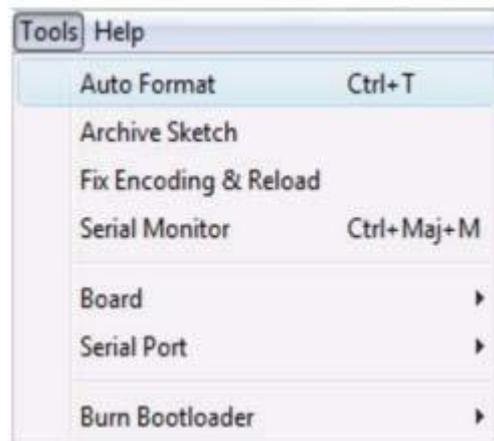


Figure II. 27-Menu de Tools.

Description de la barre des boutons

Elle contient plusieurs options voir figure II.25 :

- Vérifier/compiler : vérifie le code en recherchant l'erreur.
- Stop : arrête les boutons activés.
- Nouveau : ouvre une nouvelle fenêtre d'édition vierge.
- Ouvrir : ouvre la liste de tous les programmes déjà sauvegardé au paravent.
- Sauver fichier : permet la sauvegarde du programme.
- Transférer vers la carte : compile et transfert le code vers la carte Arduino.
- Moniteur série : ouvre la fenêtre (TERMINAL SERIE).

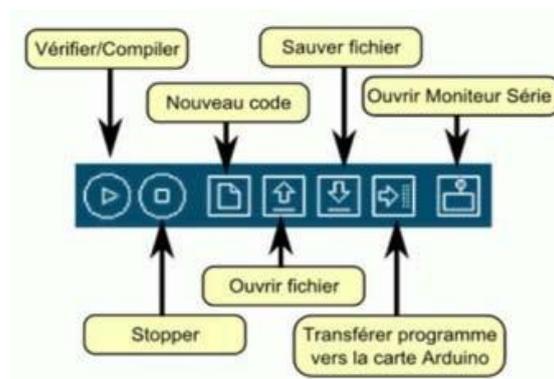


Figure II.28-boutons du logiciel Arduino.

Processing

Processing est un environnement de programmation open-source basé sur Java, spécialement conçu pour la création d'œuvres graphiques et interactives. Il offre une syntaxe simplifiée et des bibliothèques graphiques prêtes à l'emploi, permettant aux utilisateurs de créer des animations, des jeux, des visualisations et des applications interactives.



Figure II. 29-Logo du logiciel processing

Interface de Processing

L'interface d'utilisation de processing est constituée de deux fenêtres distinctes dont la première est la fenêtre principale dédiée à la création des projets et la deuxième représente la fenêtre de visualisation destiné à la création de : dessins, animations et vidéos qui vont apparaître dans l'interface.

On trouve plus précisément les éléments suivants dans l'interface :

1. Barre de menu
2. Barre d'actions
3. Barre d'onglets
4. Bouton pour activer le mode debug
5. Liste déroulante pour les modes
6. Zone d'édition (Pour y saisir le programme)
7. Console comprenant un onglet dédié aux messages propre au programme exécuté comme elle comprend aussi un onglet qui affiche les erreurs. Cette console indique aussi si des mises à jour (« Updates ») sont disponibles.

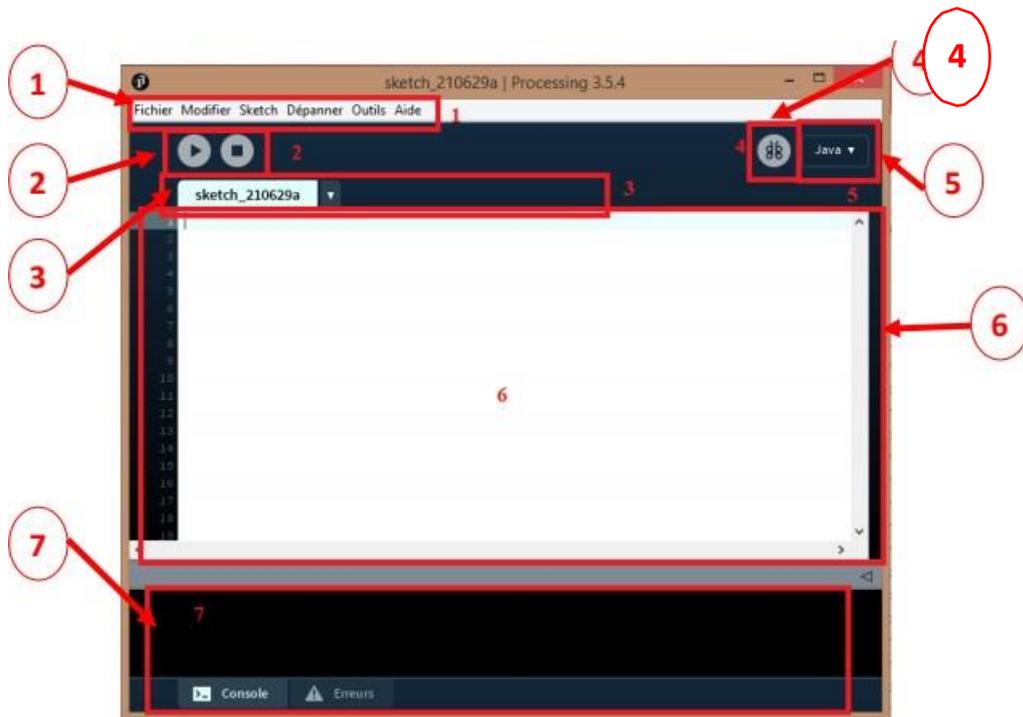


Figure II. 30. L’interface de processing

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons pu tirer des concepts importants sur les outils de développements en détaillant les notions de base en matière de fonctionnalité de la carte

Arduino, les différents modules nécessaires pour la mise en place de notre prototype comme on a abordé les différents capteurs utilisé et les différents logiciel utilisé.

Ces notions colletées dans ce chapitre nous seront d’une grande utilité afin de poursuivre le chapitre suivant qui sera dédié à la partie pratique de notre travail.

CHAPITRE III

Réalisation pratique

III-1. INTRODUCTION

Les recherches et les informations recueillies pendant la réalisation de notre projet de fin d'études nous ont permis de relier la théorie à la pratique, en nous permettant ainsi de concrétiser la réalisation de notre salle de cours ou de TP intelligente. Pour ce faire ; plusieurs outils de développement matérielles et logicielles sont indispensables en particulier la carte "ARDUINO". Le présent chapitre est consacré à la mise en œuvre de notre prototype tout en effectuant des tests sur les différents systèmes de la salle de cours ou de TP qui offrent à l'utilisateur le contrôle total d'une manière fiable et automatique, ainsi que le dialogue à distance entre l'occupant de la salle de TP et les laborantins ou une interface reliant l'enseignant et l'administration pour la salle de cours afin d'établir le suivi en temps réel de cette dernière.

III-2. Schéma synoptique générale

La figure ci-dessous représente un schéma synoptique de notre prototype

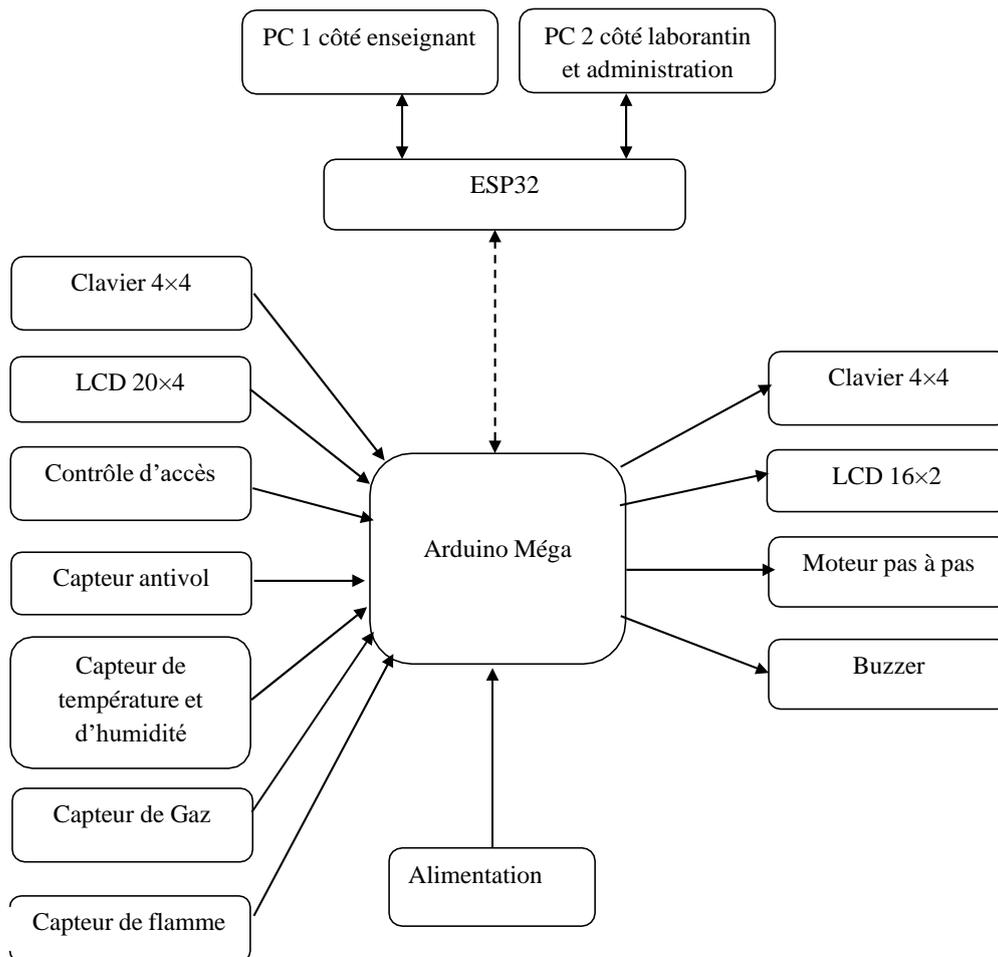


Figure III.1- Schéma synoptique générale

Etude pratique et fonctionnement de la salle intelligente

Le fonctionnement de notre salle intelligente se divise en plusieurs sous systèmes pour assurer un fonctionnement optimal du système dans son ensemble.

Système de détection de gaz

Lorsque le système détecte une fuite de gaz, l'alarme se déclenche et un voyant dans l'interface dédié aux personnels de l'administration s'allume en indiquant la présence de gaz. Le schéma suivant résume les différentes actions lors de la détection d'une fuite de gaz (Figure III.2).

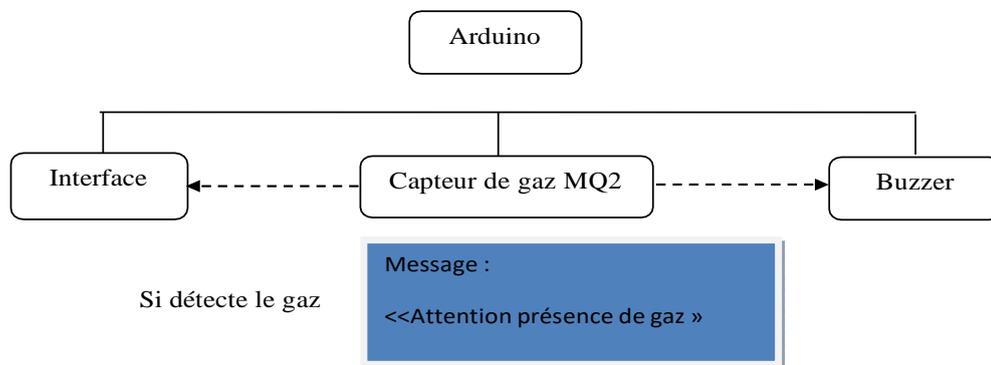


Figure III.2-Schémas de fonctionnement Système de détection de gaz

Simulation sous proteus et réalisation pratique du système dedétection de gaz

L’illustration suivante illustre la simulation sous proteus de système de détection de gaz (Figure III.3).

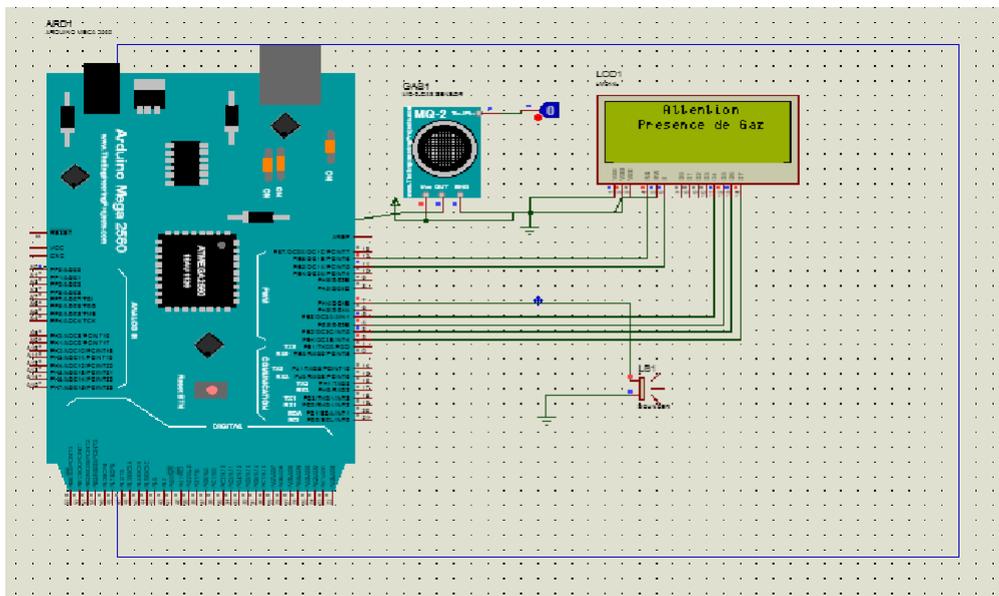


Figure III.3- Simulation sous proteus de système de gaz

Lorsqu’ il ya une détection de fuite de gaz (Figure III.4), l’alarme (Buzzer) se déclenche, le LCD affichera l’état de système et un voyant indiquant la présence de fuite de gaz sera allumé

dans l'interface graphique implémenté sous l'environnement de programmation Processing, témoignent la présence de gaz par le voyant rouge et dans le cas contraire par le voyant vert.



Figure III.4- information de présence de gaz



Figure III.5 –Etat OFF de système de gaz



Figure III.6 –Etat ON de système de gaz

Système de détection de flamme

Lorsque le système détecte la flamme, l'alarme se déclenche et un voyant dans l'interface dédié aux personnels de l'administration s'allume en indiquant la présence de la flamme.

Le schéma suivant résume les différentes actions lors de la détection d'une flamme (Figure III.7).

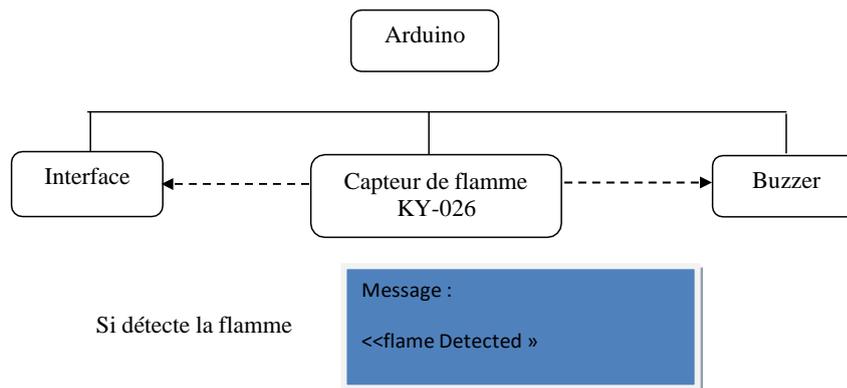


Figure III.7-Schémas de fonctionnement Système de détection de flamme

Simulation sous proteus et réalisation pratique du système de détection de flamme

L'illustration suivante illustre la simulation sous proteus de système de détection de flamme (Figure III.8).

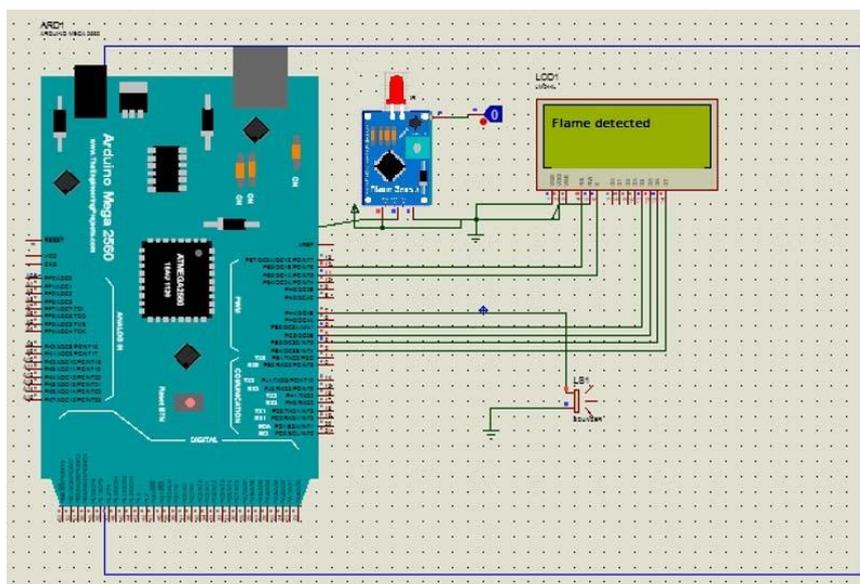


Figure III.8- Simulation sous proteus de système de flamme

Lorsqu' il ya une détection de flamme (Figure III.8), l'alarme (Buzzer) se déclenche, le LCD affichera l'état de système et un voyant indiquant la présence de flamme sera allumé dans l'interface graphique implémenté sous l'environnement de programmation Processing, la (figure III.9) et la (figure III.10) témoignent la présence de flamme par le voyant rouge et dans le cas contraire par le voyant vert.



Figure III.9- information de présence de flamme



Figure III.10 –Etat ON de système de gaz et de flamme

Système de température et d'humidité

Ce système nous permet de consulter la température et l'humidité dans la salle.

La (Figure III.11) représente le fonctionnement du système de température/humidité en fonction des conditions déclarées.

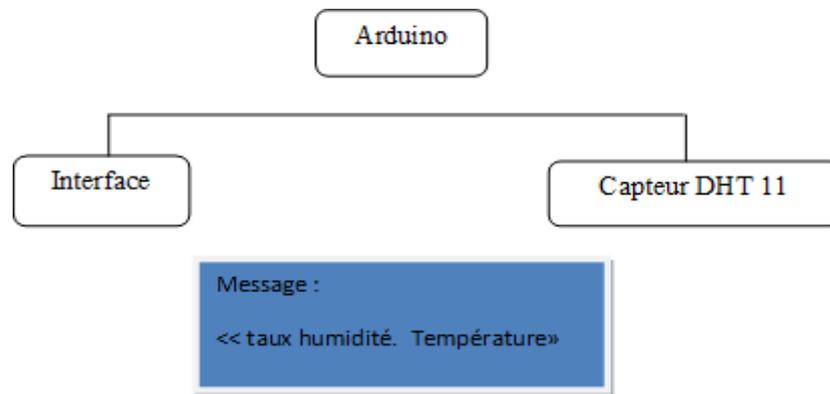


Figure III.11-Schémas de fonctionnement système de température/humidité

Simulation sous proteus et réalisation pratique de température et d'humidité

L'illustration suivante représente la simulation sous proteus de système de température et d'humidité (Figure III.12).

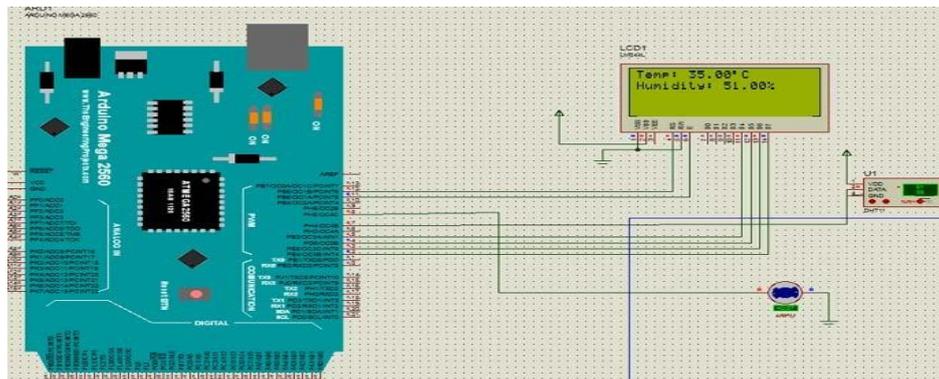


Figure III.12-Simulation sous proteus de système de température et d'humidité

-La figure ci-dessous montre les paramètres : humidité et température affichés aussi sur l'interface graphique implémentée sous l'environnement de programmation Processing.

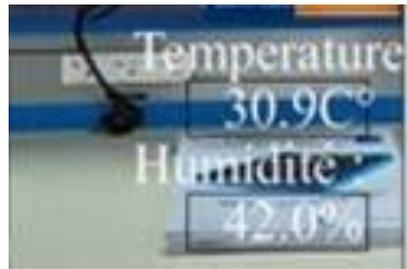


Figure III.13– système d’affichage de température et d’humidité dans l’interface graphique implémenté sous environnement Processing

Système antivol

Lorsque une personne tente de voler un équipement en dehors de la salle de cours ou de TP le système cette tentation où une alarme se déclenche et un voyant dans l’interface dédié aux personnels de l’administration s’allume en indiquant la tentation de vol.

Le schéma suivant résume les différentes actions lors de la détection d'une tentative de vol (Figure III.14).

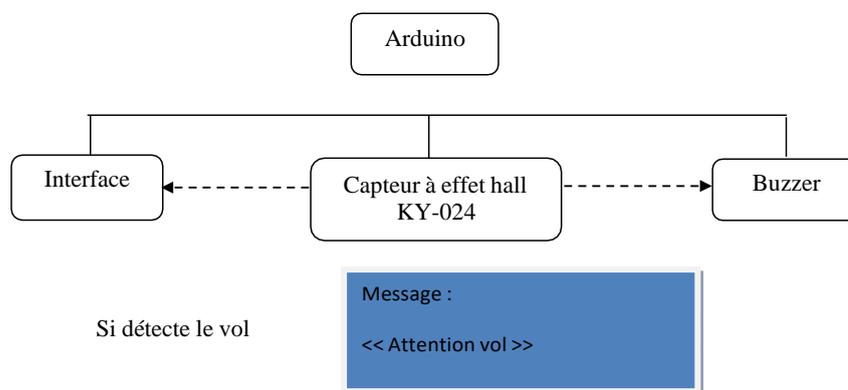


Figure III.14-Schémas de fonctionnement système antivol

Simulation sous proteus et réalisation pratique de système d'antivol

L'illustration suivante représente la simulation sous proteus de système antivol (Figure III.15).

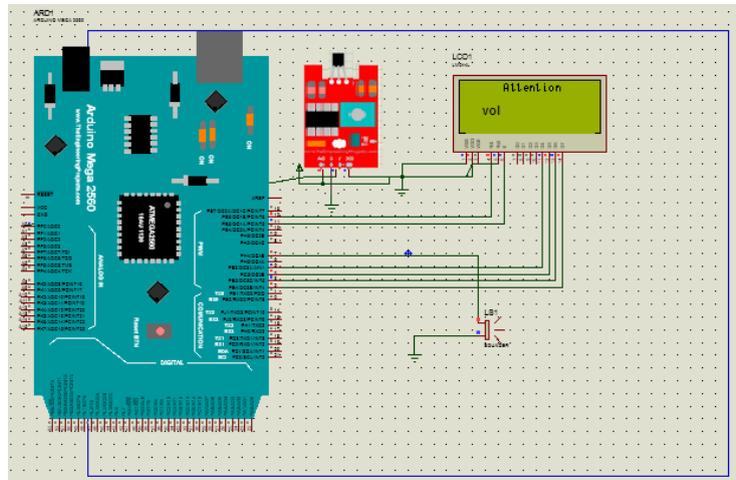


Figure III.15–Simulation sous proteus de système d'antivol

Lorsqu' il ya une détection de vol (Figure III.15), l'alarme (Buzzer) se déclenche, le LCD affichera l'état de système et un voyant indiquant la tentation de vol sera allumé dans l'interface graphique implémenté sous l'environnement de programmation Processing, la (figure III.16) et la (figure III.17) témoignent la tentation de vol par le voyant rouge et dans le cas contraire par le voyant vert.



Figure III.16- information de tentative de vol



Figure III.17- système d'affichage de tentative de vol dans l'interface graphique implémenté sous environnement Processing

Système de messagerie

Ce système permet aux enseignants d'envoyer des messages aux laborantins sans se déplacer afin pour demander des équipements ou des composants qui en ont besoin. La (Figure III.18) montre ce système implémenté sous environnement Processing.

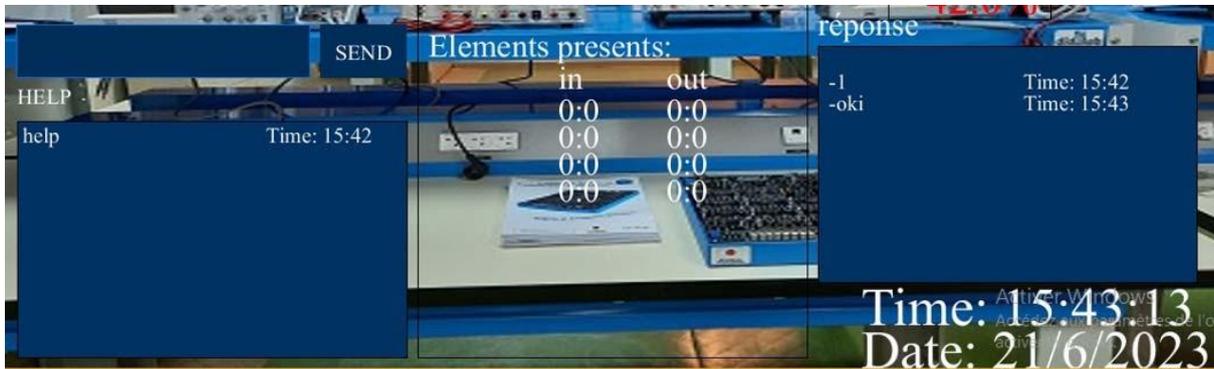


Figure III.18– système de messagerie implémenté sous environnement Processing

Système de contrôle des volets

Grâce à ce système, nous sommes en mesure de contrôler les volets à l'aide d'un moteur pas à pas piloté par le module ULN2003A. Et cela grâce à des boutons de commande disponibles sur notre interface graphique où nous pouvons contrôler l'ouverture et la fermeture des volets à distance.

La figure suivante représente le schéma de fonctionnement de système de contrôle des volets.

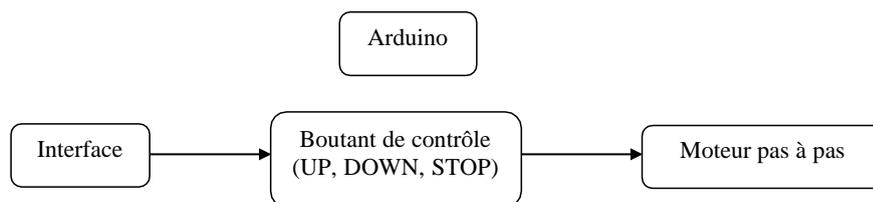


Figure III.19 –Schéma de fonctionnement de système de contrôle des volets

Simulation sous proteus de Système de contrôle des volets

La figure suivante représente la simulation sous proteus de Système de contrôle des volets (Figure III.20).

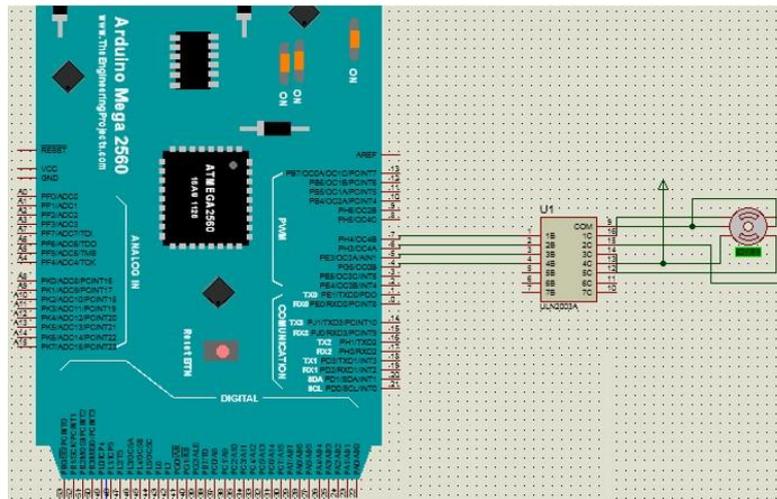


Figure III.20 –Simulation sous proteus de système de contrôle des volets

Trois boutons de commande ont été intégrés dans notre interface graphique un pour l'activation de la montée, le deuxième pour la descente et le troisième pour l'arrêt des volets.

La figure suivante (Figure III.21) illustre notre de système de contrôle des volets et la (FigureIII.22) montre le système de volet implémenté dans l’interface graphique sous environnement Processing.

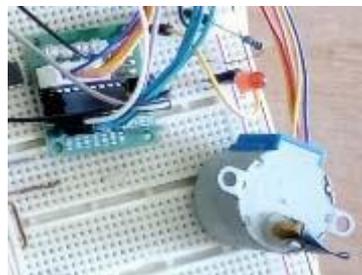


Figure III.21–système de contrôle des volets



Figure III.22– système d’affichage de contrôle des volets dans l’interface graphique implémenté sous environnement Processing

Système d'accès

Ce système permet aux enseignants et aux étudiants d'accéder à la salle en insérant le code d'entrée préalablement configuré par l'administration via le clavier ou en passant leur carte d'identification. Si le code est correct, un message s'affiche sur l'écran LCD indiquant le nom du propriétaire du code, et la porte s'ouvre automatiquement. En revanche, si l'accès est refusé, un message d'erreur s'affiche sur le même écran LCD. On peut aussi ouvrir la porte directement par le biais de l'interface graphique sans insertion de code la (Figure III.23) montre cette option qui se trouve dans notre interface graphique.



Figure III.23– système de contrôle de porte dans l'interface graphique implémenté sous environnement Processing

Le schéma suivant illustre le fonctionnement de ce système (Figure III.24).

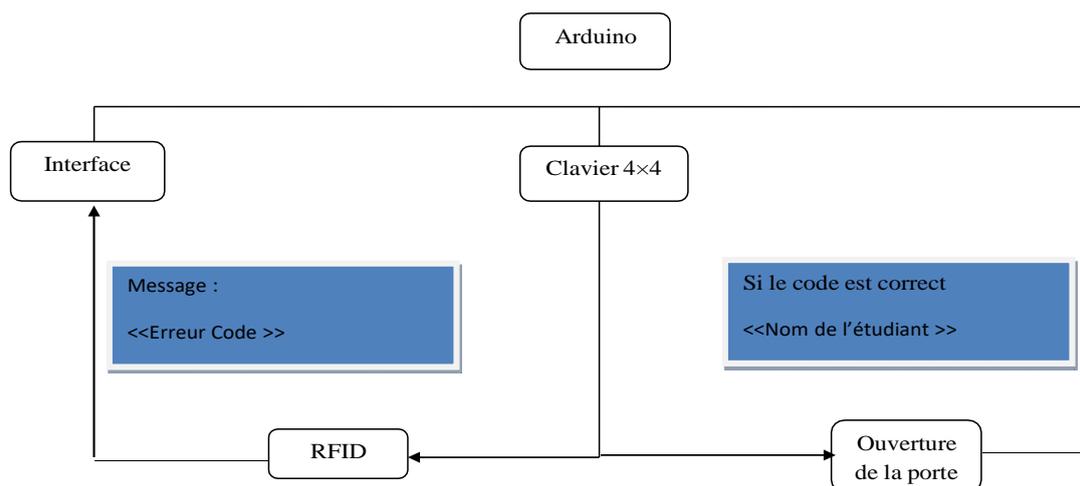


Figure III.24-Schémas de fonctionnement système d'accès

Simulation sous proteus et réalisation pratique de système d'accès

La figure suivante représente la simulation sous proteus de Système d'accès à la salle de cours ou de TP (Figure III.25).

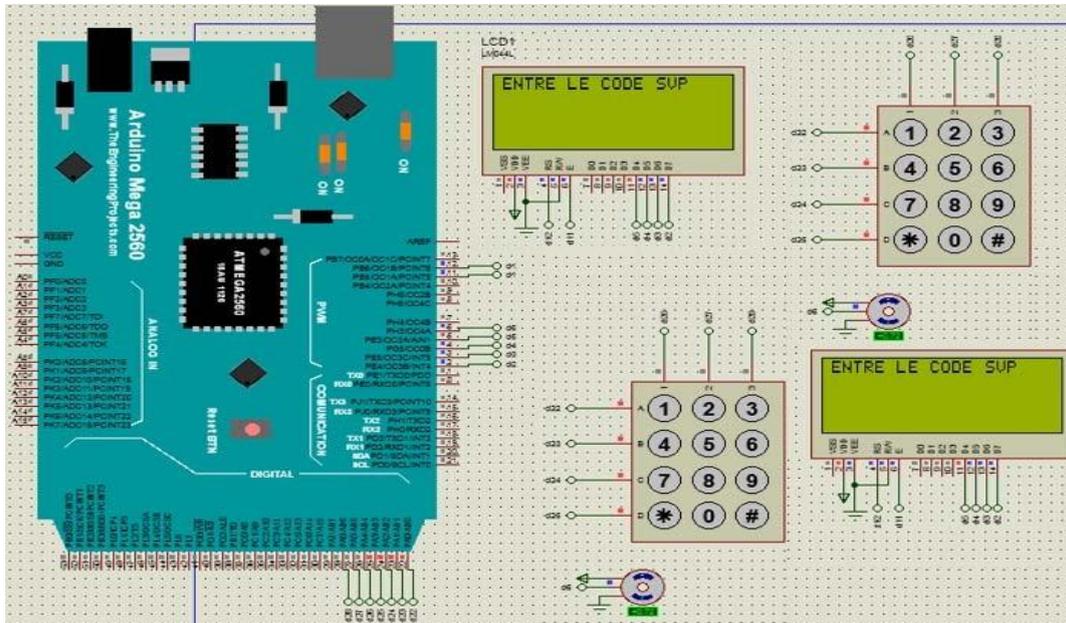


Figure III.25–Simulation sous proteus de système d'accès

Lorsque l'étudiant insère le code prédéfinie, par exemple « 122 » la porte s'ouvrira et l'afficheur LCD affiche le code et le nom de l'étudiant d'une part et d'une autre part sur l'interface graphique s'affiche aussi le nom de l'étudiant, la date et l'heure de l'accès à la salle et aussi l'heure ou l'étudiant en question quittera la salle (Figure III.29). Dans le cas où le code inséré est erroné la porte ne s'ouvrira pas et le LCD affiche « Access refusé» et après trois tentatives erronées ça prendra 10 secondes pour réessayer de nouveau (Figure III.30).

On a deux possibilité d'accéder à la salle de cours ou de TP qui sont ou bien le tag sous forme de clé ou bien le tag sous forme de badge comme présenté sur la (Figure III.27) où dès que on présente le badge qui contient le bon code il s'affiche sur le LCD le numéro du code sans insertion de ce dernier dans le clavier en affichant porte ouverte. Dans le cas où le tag contient un faux code l'accès à la salle sera refuser et le LCD affiche le numéro du code qui se trouve dans le tag où la (Figure III.26) le témoigne.

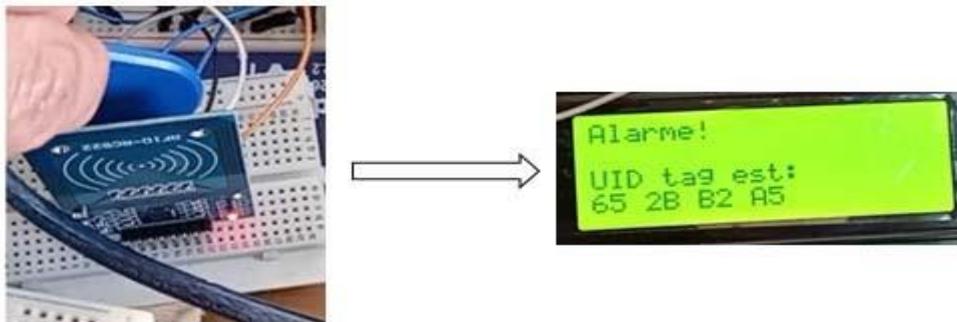


Figure III.26- Accès à la salle avec un tag contenant un faux code

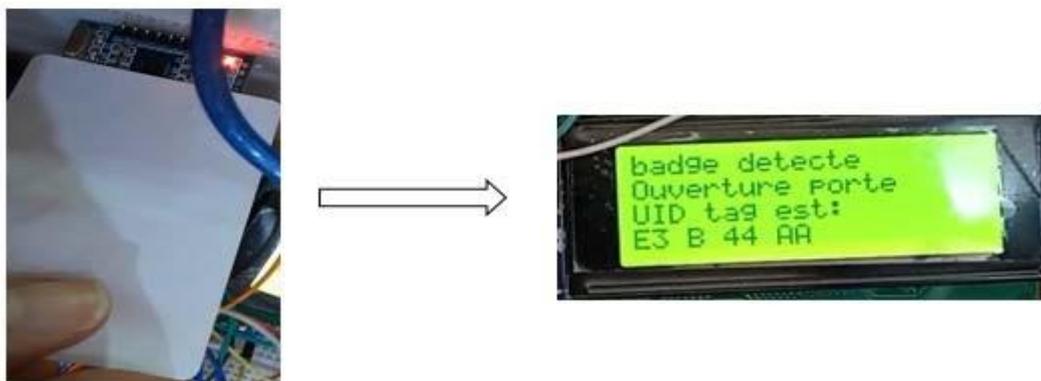


Figure III.27 Accès à la salle avec un contenant le bon code, (b) accès à la salle avec un tag

La figure suivante montre la procédure concernant l'accès à la salle de cours ou de TP.

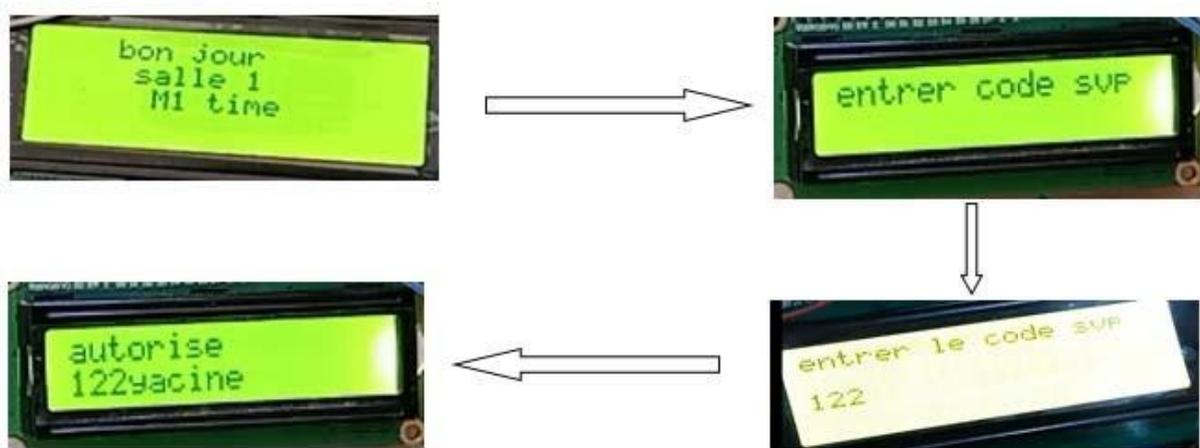


Figure III.28-Affichage d'accès à la salle

La figure suivante (Figure III.29) présente l'affichage de l'accès de l'étudiant sur l'interface graphique.



Figure III.29-Affichage d'accès à la salle sur l'interface graphique Processing

Dans le cas où le code inséré par l'étudiant est erroné le LCD affiche accès refusé et on aura un message qui demande de rentrer le code à nouveau et après trois tentative de code erroné le LCD affiche ressayer après 10 second (FigureIII.30)

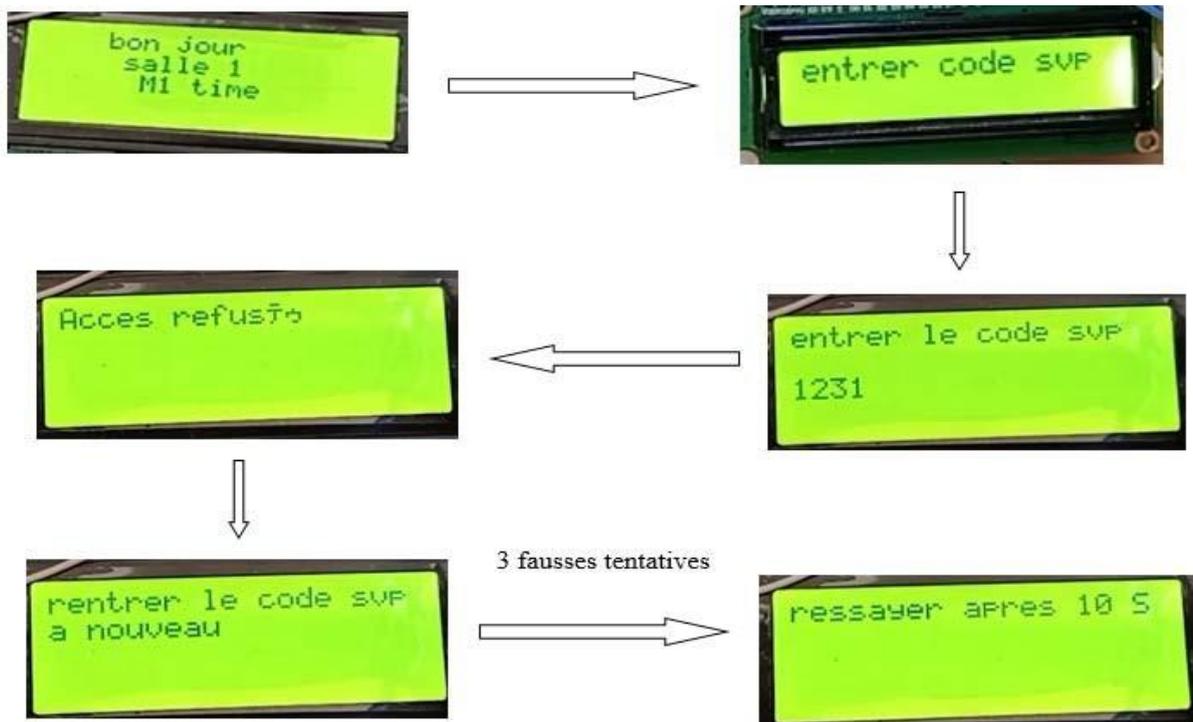


Figure III.30-Affichage d'accès à la salle avec un code erroné

Systeme de communication

Le passage de l'information concernant l'état de la salle de cours ou de TP entre notre prototype et l'interface graphique que nous avons implémenté est assuré par une communication WIFI en se servant du module WIFI ESP32. (Figure III.31).

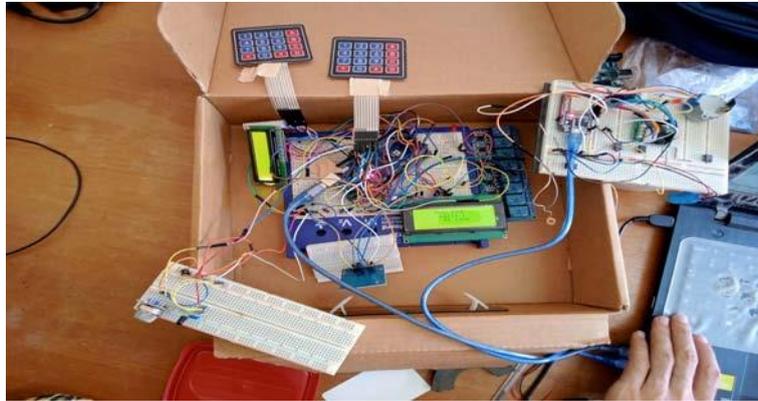


Figure III.31. Exemple de communication non filaire

Le module WIFI ESP32 transmettra un ensemble de données qui comprendra les informations relatives à la salle de cours ou de TP, afin de les afficher dans l'interface sur un PC (Figure III.32).

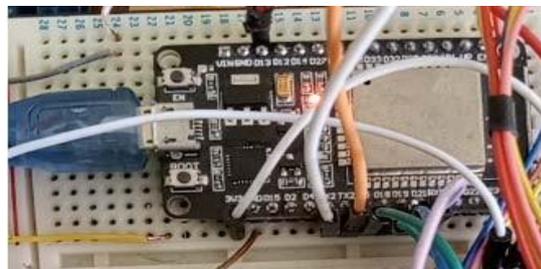


Figure III.32-Module wifi ESP32

Interface graphique de contrôle de la salle de cours ou de TP

Interface graphique c'est la plateforme (Figure III.33) utilisée pour afficher les diverses données et informations concernant la salle de cours ou de TP sur un PC via une connexion WIFI. L'interface a été développée avec le logiciel Processing, qui utilise le langage de programmation Java. Cette interface joue le rôle de station finale pour recevoir et afficher les différentes données et paramètres transmis, permettant ainsi de surveiller et de contrôler les différents aspects de la salle de cours ou de TP

Présentation d'interface

Notre interface portant le nom BK Classroom (Figure III.33) regroupe :

- 1- Secteur de contrôle manuel
- 2- Secteur de monitoring
- 3- Secteur d'état (ON/OFF)
- 4- Secteur de messagerie

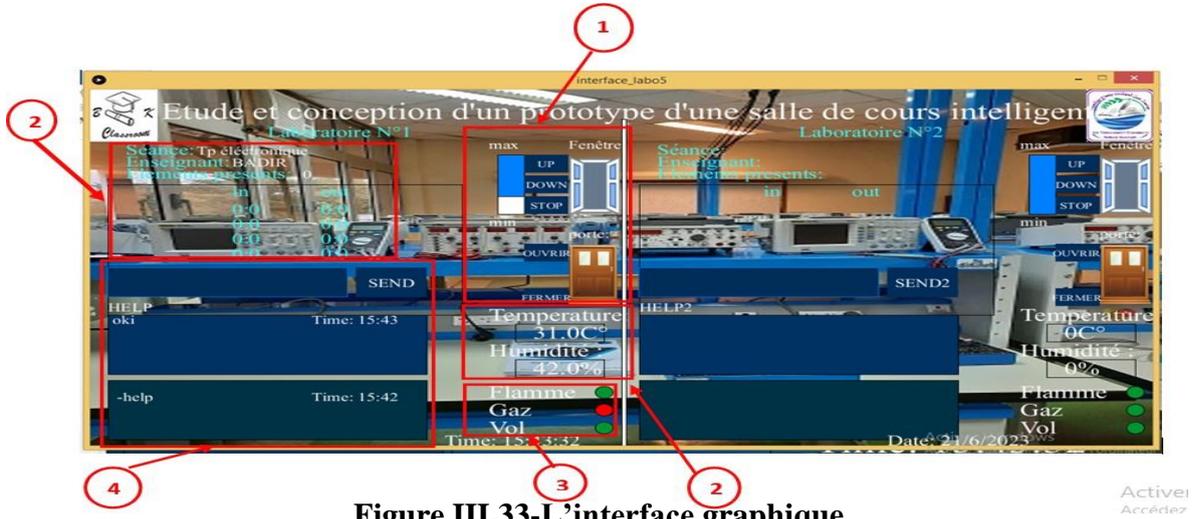


Figure III.33-L'interface graphique

Schéma global du prototype de la salle de cours ou de TP domotique

La figure ci-dessous représente un schéma global de notre prototype

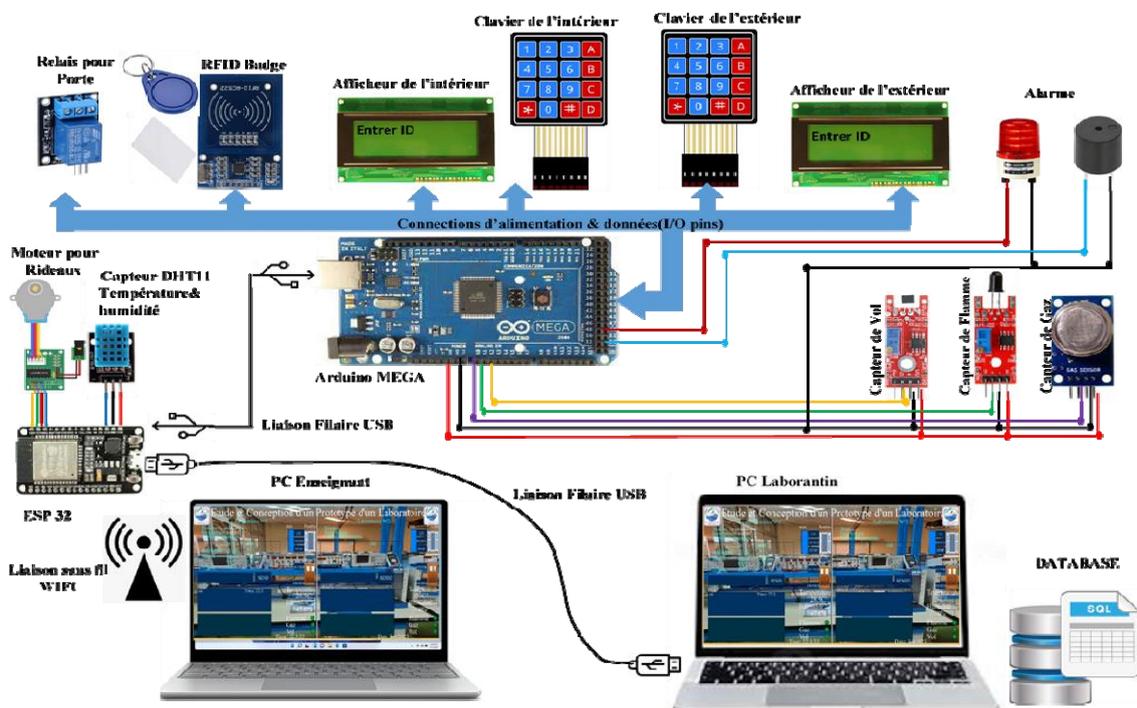


Figure III.34. Schéma global du prototype

Conclusion

Le chapitre présente une évaluation pratique de notre salle de cours ou de TP domotique, dans le but de confirmer le bon fonctionnement opérationnel de notre prototype. Les aspects abordés tout au long de ce chapitre sont mis en pratique pour concrétiser notre projet.

Conclusion générale

Notre projet de fin d'étude est dédié à la conception et la réalisation d'un plateau technique hardware et software aboutissant à un prototype de salle de cours ou de TP domotique conçu pour assurer :

- La conservation et la protection des équipements pédagogiques dans les salles de cours et de TP.
- La sécurité de salle de cours et de TP.
- Le contrôle d'accès des étudiants ainsi que les enseignants au sein de la salle de cours ou de TP.
- Le contrôle de présence et absence des étudiants ainsi que les enseignants.
- Le contrôle de chevauchement des occupations de salles de cours et de TP.
- La coordination efficace entre laborantins et enseignants de TP via une interface graphique conçue sous environnement de programmation Processing.

Nous sommes ravis et fière de dire que ce projet nous a permis d'approfondir nos connaissances en matière d'électronique tout en manipulant avec fluidité les matériels et les outils de développement de notre prototype. Bien évidemment, l'ensemble de ce travail s'est déroulé dans des conditions favorables, où un effort collectif remarquable et une entente harmonieuse ont conduit à la réalisation d'un travail concluant et gratifiant.

Ce modeste projet nous a offert l'opportunité d'explorer de nouveaux horizons dans le domaine des informations techniques. En approfondissant nos recherches, nous avons pu repousser nos limites et progresser dans un domaine vaste, développé et sophistiqué.

Un aspect à prendre en compte serait la disponibilité limitée de certains composants électroniques, ainsi que le manque de temps nécessaire pour approfondir davantage ce projet. En effet ce domaine est vaste et en constante évolution, et il reste encore de nombreuses possibilités d'intégration et d'amélioration à explorer.

En effet, les amateurs de domotique ont de nombreuses possibilités à explorer. Rien ne nous empêche de poursuivre notre chemin et de concrétiser nos idées.

En effet, il existe de nombreuses possibilités pour les passionnés de la domotique en particulier et de l'électronique en général. Malgré les limitations, nous avons fait de notre mieux pour atteindre notre objectif.

Effectivement, il existe de nombreuses opportunités pour les passionnés de la domotique en particulier et de l'électronique en général. En dépit des ressources limitées dont nous disposions, nous avons fait de notre mieux pour atteindre notre objectif.

Ce projet était pour nous une expérience riche et très intéressante

Bibliographie

- [1] Astalaseven ,Eskimon et olyte , (Arduino pour bien commencer en électronique et en Programmation).
- [2] LEHSAINI Ilyes et BENDIMERAD Abderrahman,(Etude et réalisation d'une plateforme d'acquisition micro contrôlée et de transmission Bluetooth du signal ECG sur Smartphone), mémoire de projet de fin d'études, Tlemcen 2015.
- [3] SIDI ALI CHERIF ABD EL GHANI ; BENTRARI OUM EL KHEIR HAYET (Etude et conception d'un système dédié à la mesure de l'activité électrique myocardiqueECG).
- [4] SIDI ALI CHERIF ABD EL GHANI ; BENTRARI OUM EL KHEIR HAYET (Etude et conception d'un système dédié à la mesure de l'activité électrique myocardiqueECG).
- [5] Tutoriel pdf Arduino DHT11 [Eng]
- [6] StambouliEchaima et BerbaraRokia (contrôle de maison a distance), mémoire de master spécialité : signaux en ingénierie des systèmes et informatique industrielle (SISII) édition 2016-2017
- [7] Simon Landrault (Eskimon) et Hippolyte Weisslinger (olyte), (Arduino : Premiers pas en informatique embarquée), Édition du 19 juin 2014.

Webographie

- [W1] <https://www.lemagdeladomotique.com/dossier-1-domotique-definition-applications.html>
- [W2] <https://www.journaldelagence.com/wpcontent/uploads/2018/09/la-domotique.pdf>
- [W3] <https://www.quelleenergie.fr/economies-energie/domotique/>
- [W4] <https://www.aranacorp.com/fr/gerez-un-ecran-lcd-16x2-avec-arduino/>
- [W5] <http://electromaroc.com/12-module-arduino-pic-fpga/84-clavier-matriciel.html>
- [W6] <http://wiki.jelectronique.com/doku.php?id=esp32>
- [W7] <https://pecquery.wixsite.com/arduino-passion/le-buzzer>
- [W8] <https://www.circuitbasics.com/what-is-a-relay/>
- [W9] <https://www.lextronic.fr/module-relais-5v-40436.html>
- [W10] <https://www.lextronic.fr/module-relais-5v-40436.html>
- [W11] <https://www.moussasoft.com/product/moteur-pas-a-pas-avec-driver-uln2003>
- [W12] <https://volta.ma/produit/module-driver-uln2003-moteur-pas-a-pas/>
- [17] <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/tech-rfid-4187/>
- [W13] <http://wiki.jelectronique.com/doku.php?id=esp32>
- [W14] <https://www.indiamart.com/proddetail/mq2-gas-sensor-module-21147694873.html>

Références bibliographique

[W15]<https://sensorkit.joy-it.net/fr/sensors/ky-026>

[W16]<https://arduino-france.site/capteur-flamme/>

[W17]<https://fr.rs-online.com/web/p/capteurs-a-effet-hall/2166231>

[W18]<https://manuals.plus/fr/honeywell/linear-hall-effect-sensor-ics-manual#axzz85jZmMCM3>

[W19] <http://automacile.fr/definition-arduino-quest-ce-quun-arduino/>

Annexes

Annexe A



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي جامعة

عين تموشنت باشاج بوشعيب

حاضنة الأعمال عين تموشنت



ملحق نموذج العمل التجاري

البطاقة التقنية للمشروع *Fiche technique du projet*

Boukri Makhfi Kaddouri Khadidja Belaid Boumedyen Badir Benkrelifa Lahouaria	الاسم و اللقب Votreprénom et nom Your first and last Name
BK-Classroom	الاسم التجاري للمشروع Intitulé de votreprjet Title of your Project
	رقم الهاتف Votrenuméro de téléphone Your phone number
didenebm@yahoo.fr	البريد الالكتروني e-mail Votreadresse Your email address
Ain temouchent	مقر مزاولة النشاط (الولاية- البلدية) Votrevilleou commune d'activité Your city or municipality of activity

طبيعة المشروع *Nature de projet*

المنتوج ذو طابع إنتاجي أو خدماتي

Vente de marchandises ou de services

Sale of goods or services

المشكلة المراد حلها وتكون مدعمة بالبيانات (إحصائيات إن وجدت)

Ces dernières décennies le monde a connu un développement indéniable dans le secteur de technologie en générale et dans le bien être du personnel en particulier, où l'apparition de la domotique a rendu la vie quotidienne beaucoup plus simple notamment dans les habitats ainsi que dans nos lieux de travail y compris les milieux universitaires. Nous nous sommes focalisés sur la conception d'une salle de cours ou de TP domotique afin de répondre à des problèmes rencontrés au sein de l'université où nous citons :

Sécurité de salle de cours et TP.

- Perte d'équipements pédagogiques.
- Mauvaise coordination entre laborantins et enseignants de TP.
- Manque de contrôle de présence des étudiants et enseignants et chevauchement des occupations de salles de cours.

1-Valueproposition:



1- القيمة المقترحة:

القيمة التي نقدمها للزبون؟

كيف نساعد الزبون على حل مشكلاته؟ (البحث عن حل وتحويله إلى نموذج تجاري) ما

طبيعة هذا الحل للمشكلة هل هي قيم نوعية أو كمية؟(اختر من الرسم ما يوافق مشروعك)



1/1- القيمة التي نقدمها للعميل:

- Permet de visualisé et de contrôler les paramètres fait par nos spécialistes dans la salle de cours ou de TP en temps réel
- Utilisation des capteurs répandant à la sécurité intérieure de la salle de cours ou de TP
- Installation de capteur dédié aux antivol
- Fournir un service de sécurité pour la protection des équipements pédagogiques
- Respect des emplois du temps en matière d'occupation des salles ainsi que la présence des étudiants et enseignant via un capteur et une conception d'interface graphique pour le contrôle et la commande.
- Développement d'une interface de messagerie entre enseignant et laborantin
- Améliorer et augmenté la qualité de l'enseignement
- Fabrication et installation selon les besoins du client

- Augmentation de l'efficacité et gain de temps
- Automatisation total du système sans l'intervention humaine
- Maintenance préventive par notre équipe spécialiste
- Ajout/suppression d'un service selon les besoins des clients
- Facilité le travail de l'administration
- Mode manuel / automatique
- Adaptation automatique des paramètres de notre prototype

2/1- ما هي المشاريع الأخرى التي استهدفت نفس المشكلة والتي جرى تنفيذها؟

Les projets ciblant le même problème sont :

- Au niveau national : il n y a aucun projet comme notre prototype.
- Au niveau international :

Il existe des salles de cours universitaires domotiques dans différents pays à travers le monde. Les universités et les établissements d'enseignement supérieur reconnaissent l'importance de la technologie et de la domotique dans l'éducation et l'apprentissage. Par conséquent, de nombreux établissements universitaires ont mis en place des salles de cours équipées de technologies domotiques pour offrir un environnement d'apprentissage plus interactif, moderne et adapté aux besoins des étudiants.

Certains pays, tels que les États-Unis, le Japon, l'Allemagne, le Royaume-Uni et la Corée du Sud, sont généralement à la pointe de l'adoption de ces technologies dans les universités et dans l'Afrique du sud.

Voici les liens vers les sites web officiels des universités mentionnées précédemment :

1. Massachusetts Institute of Technology (MIT) - États-Unis:

<https://www.mit.edu/>

2. StanfordUniversity - États-Unis: <https://www.stanford.edu/>

3. University of California, Berkeley - États-Unis:

<https://www.berkeley.edu/>

4. Tokyo Institute of Technology - Japon:

<https://www.titech.ac.jp/>

5. Seoul National University - Corée du Sud: <https://www.snu.ac.kr/>

6. Technical University of Munich - Allemagne: <https://www.tum.de/>

7. University of Cambridge - Royaume-Uni:

<https://www.cam.ac.uk/>

8. University of Oxford - Royaume-Uni: <https://www.ox.ac.uk/>

9. University of Cape Town - Afrique du Sud:

<https://www.uct.ac.za/>

Les types de domotique offerts par les universités peuvent varier en fonction des ressources, des priorités et des domaines d'expertise spécifiques de chaque institution. Voici quelques exemples des types de domotique que certaines universités pourraient proposer dans leurs salles de cours :

1. Contrôle de l'éclairage intelligent : Les salles de cours peuvent être équipées de systèmes d'éclairage intelligents qui permettent de régler l'intensité lumineuse, la couleur et les scénarios d'éclairage en fonction des besoins. Cela peut favoriser un environnement d'apprentissage confortable et productif.

2. Gestion de l'énergie : Les systèmes de gestion de l'énergie peuvent être utilisés pour surveiller et contrôler la consommation d'énergie dans les salles de cours, en optimisant l'utilisation des ressources et en réduisant les coûts énergétiques.

3. Contrôle de la climatisation : Les salles de cours peuvent être équipées de systèmes de climatisation intelligents qui permettent de réguler la température et le confort thermique en fonction des besoins, tout en optimisant l'efficacité énergétique.

4. Intégration des technologies audiovisuelles : Les universités peuvent utiliser la domotique pour intégrer des technologies audiovisuelles avancées dans leurs salles de cours, telles que des écrans interactifs, des vidéoprojecteurs, des systèmes de sonorisation et des équipements de vidéoconférence.

5. Automatisation des équipements : Les équipements de la salle de cours, tels que les stores, les rideaux, les écrans et les tableaux, peuvent être automatisés pour s'ajuster en fonction des besoins des enseignants et des étudiants.

2- Customersegments:



-2 شرائح العملاء

- من أهم عملاؤنا؟ لمن نوجه القيمة؟ (حدد بالتفصيل)

نحاول تحديد عدد العملاء من خلال استبيان أو سير أراء إن وجد. بهدف تحديد السوق المحتمل. أو كيف العمل لتحديد سوق مستهدف.

- Destiné aux :

- les universités

- les lycées et secondaire

- voire même dans toute entreprise ou société étatique ou privé désirant domotisé leur établissement

3- Customer



3- العلاقات مع العملاء :
Relationships :

كيف تجذب انتباه العملاء إلى منتجاتك أو خدماتك؟.

كيف تشجع العميل لشراء منتجك أو خدمتك؟.

كيف يستفيد العميل من منتجك أو خدمتك؟.

ما هي الطرق المستعملة لخدمة ما بعد بيع منتجك أو خدمتك؟.

- Fournir un service de livraison gratuit
- Guide d'installation offert
- Formation gratuite
- Garantie d'usage
- Service d'installation et de configuration selon le type d'offres
- Maintenance préventive
- Assistance téléphonique et en ligne pour répondre aux questions des clients
- Assistance téléphonique et en ligne pour répondre aux questions des clients

4- Channels



4-القنوات:

كيف يعلم الجمهور بوجودنا أو منتجنا أو خدمتنا؟.

ما هي قنوات التوزيع التي يفضلها العملاء للتواصل معهم؟

ما هي القنوات الأكثر فعالية مقارنة مع تكلفتها

1/4- الآليات والطرق لإعلام بمنتوجنا أو خدمتنا:

- Création de notre propre site web
- Publicités viaréseaux sociaux
- Campagnes de sensibilisation
- Contact direct avec les universités
- Annonces et publicités
- Foires et expositions

2/4- قنوات التوزيع التي يفضلها العملاء:

La distribution se fait via le site Web avec de livraison disponible.

5- **Keypartners:**



5- الشركات الرئيسية:

- من هم الشركاء الرئيسيون الذين يمكن مساعدتنا في الانتاج أو الخدمة أو في تسويقها أو توزيعها؟ (الشركاء الذين أضع معهم عقد). - من

هم الموردون الرئيسيين؟ (الذين يقدمون لنا: المواد الأولية + الآلات للإنتاج + برنامج لتقديم خدمة +...)

قم بكتابة قائمة الشركاء الرئيسيون لمشروعك بالتفصيل مع ذكر الإسم، الهاتف، العنوان...إلخ

1/5- الشركاء الرئيسيون الذين يمكن مساعدتنا:

Nos sociétés de soutien sont :

- Les agences de marketing numérique

- les agences de livraison

2/5-الموردين الرئيسيين:

Fournisseur des pièces électronique :

- EPC Algérie : Distributeur de composants électroniques, proposant une large gamme de produits et de marques
- Electromind : Société spécialisée dans la distribution de composants électroniques, avec une variété de produits disponibles.
- Dzduino Electronics :
Site :www.dzduino.com
- PowerTech :
Téléphone :0558707032
- 1001 Arduino :
Téléphone : 0664666958

6- Keyactivities::



6- الأنشطة الرئيسية

المراحل الرئيسية للإنتاج أو الخدمة؟ (نذكر المراحل من إقتناء المواد الأولية إلى المنتج النهائي)
هل هناك أنشطة ثانوية؟ (نذكر الأنشطة الثانوية التي تدخل في منتجنا أو خدمتنا)

1/6- المراحل الرئيسية:

La première étape est la fourniture de matières premières et d'équipements.

Ensuite, l'installation et l'emballage avec l'aide de techniciens et d'ingénieurs

Et à la fin, la distribution.

Les étapes de notre prototype sont :

- 1- planification de la conception
- 2- Sélection des composants et équipements
- 3- Assemblage et installation

4- Programmation et configuration

5- Tests et mise en service

2/6- الأنشطة الثانوية:

- Transport et livraison
- Formation des clients
- Assistance technique
- Suivi et évaluation
- Maintenance préventive
- Mise à jour et amélioration du prototype

7- Key Resources :



7-الموارد الرئيسية

نقوم بتحديد فقط الموارد دون ذكر التكلفة.

1/7- الموارد المادية:

المورد fournisseur	مصدر محلي أو أجنبي	الموارد Ressources
DZduino Power Tech 1001 Arduino	National	Les pièces électroniques

2/7- الموارد البشرية:

Annexes

العدد	صنف المورد البشري
2	Ingénieur en électronique
2	Ingénieur en informatique
3	Délégués commercial
1	Comptable
1	Juriste
1	livreurs

3/7- الموارد المالية:

الاحتياج	المورد المالي
	Électricité, gaz et eau
	Location
	Internet
	Essence
	Fourniture informatique
	Matérielles bureautique
	Equipement d'emballage

8- Cost Structure



8- هيكل التكاليف:

▪ 1/8: هيكل التكاليف structure Costs

Annexes

50000 DA	تكاليف التعريف بالمنتج أو المؤسسة Frais d'établissement
40000 DA	تكاليف الحصول على العدادات (الماء- الكهرباء) Frais d'ouverture de compteurs (eaux-gaz-....)
-	تكاليف التكوين برامج الاعلام الالي المختصة Logiciels, formations
13000 DA	Dépôt marque, brevet, modèle تكاليف براءة الاختراع و الحماية الصناعية و التجارية
-	Droits d'entrée تكاليف الحصول على تكنولوجيا او ترخيص استعمالها
-	Achat fonds de commerce ou parts شراء الأصول التجارية أو الأسهم
200000 DA	Droit au bail الحق في الإيجار
	Caution ou dépôt de garantie وديعة أو وديعة تأمين
30000 DA	Frais de dossier رسوم إيداع الملفات
50000 DA	Frais de notaire ou d'avocat تكاليف الموثق-المحامي-.....
80000 DA	Enseigne et éléments de communication تكاليف التعريف بالعلامة و تكاليف قنوات الاتصال
-	Achat immobilier شراء العقارات
100000 DA	Travaux et aménagements الأعمال والتحسينات الاماكن
200000	Matériel الألات- المركبات- الاجهزة
300000DA	Matériel de bureau تجهيزات المكتب
-	Stock de matières et produits تكاليف التخزين
-	trésorerie de départ التدفق النقدي (الصندوق) الذي تحتاجه في بداية المشروع.

المجموع = DA 1063000

▪ 2/8- نفقاتك أو التكاليف الثابتة الخاصة بمشروعك

350000DA	Assurances التأمينات
15000 DA	Téléphone, internet الهاتف و الانترنت
-	Autres abonnements اشتراكات أخرى
-	Carburant, transports الوقود و تكاليف النقل
-	Frais de déplacement et hébergement تكاليف التنقل و المبيت
15000 DA	Eau, électricité, gaz فواتير الماء - الكهرباء - الغاز
-	Mutuelle <u>التعاضدية الاجتماعية</u>
100 000 DA	Fournitures diverses لوازم متنوعة
100000 DA	Entretien matériel et vêtements صيانة المعدات والملابس
10000 DA	Nettoyage des locaux تنظيف المباني
50000 DA	Budget publicité et communication ميزانية الإعلان والاتصالات

المجموع = DA 690000

▪ 3/8- رواتب الموظفين و مسؤولين الشركة

60000/4	Ingénieur en électronique
60000/3	Délégués commercial
60000/1	Comptable
40000/1	Juriste
30000/1	livreurs

Annexes

500 000 DA	رواتب الموظفين Salaires employés
300 000 DA	صافي أجور المسؤولين Rémunération nette dirigeant

Revenue



9- مصادر الإيرادات
Streams-9

1/9- الإيرادات الإجمالية:

البيان	القيمة
عدد الوحدات المنتجة	10
سعر البيع	10000DA
سعر البيع × عدد الوحدات المنتجة = الإيرادات الإجمالية	100000DA

2/9- مصادر الدخل:

-Vente du prototype

-Maintenance

-Formations

- Investissements

Annexe B

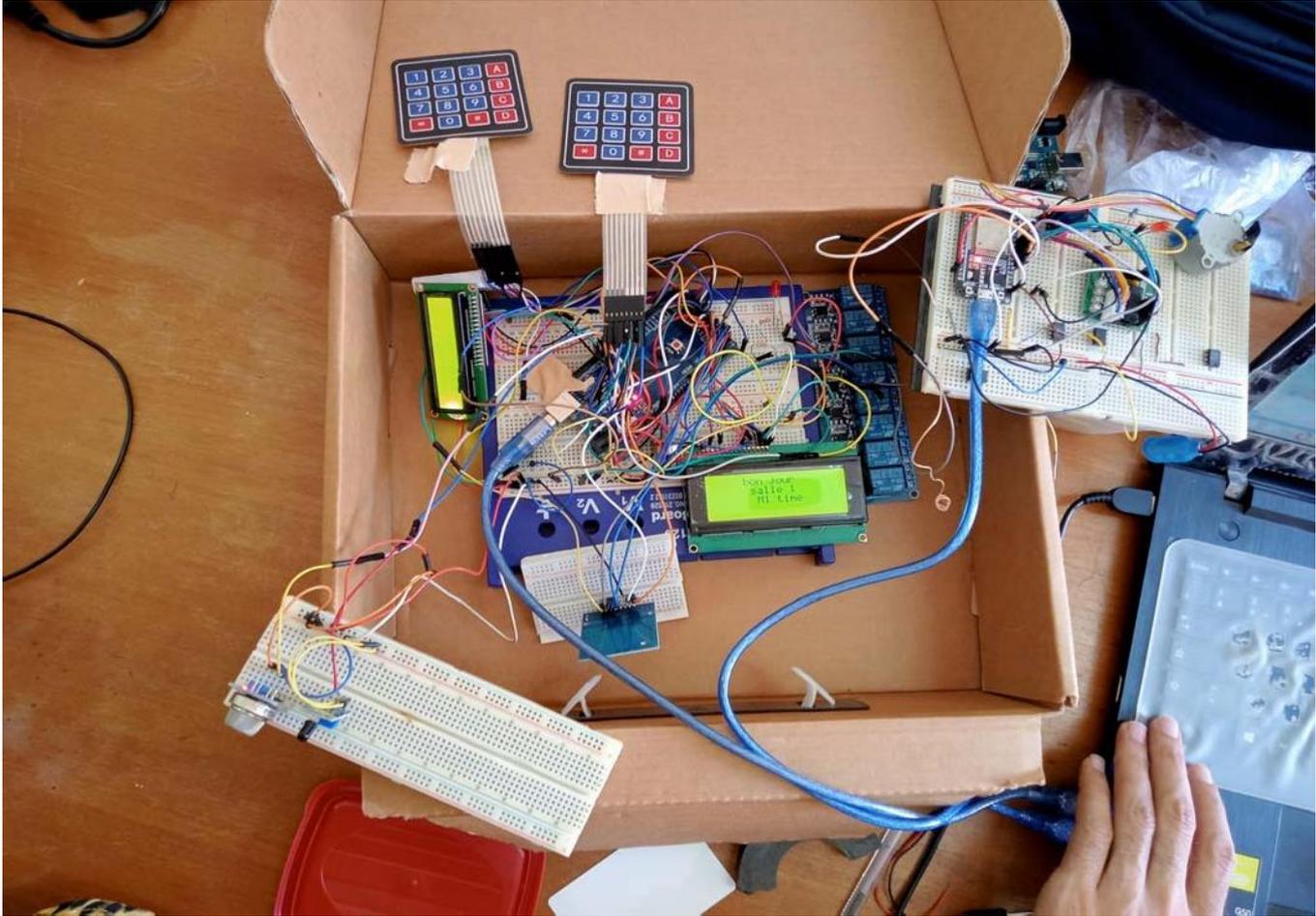


Figure B.1. Circuit générale

Annexe C Fiches Techniques



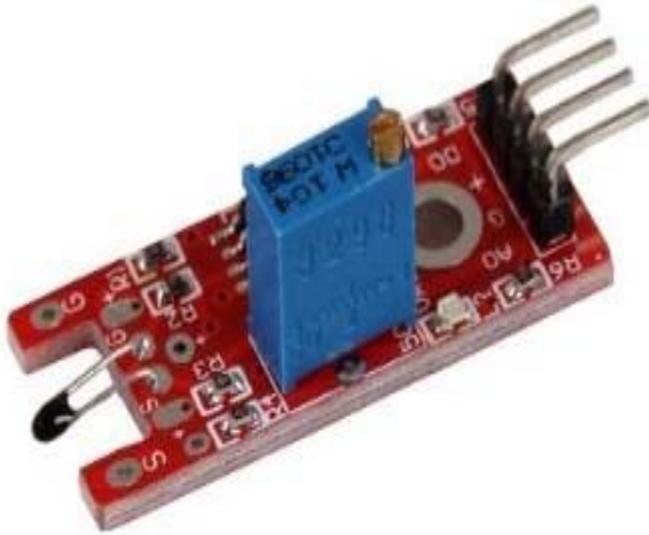
**RFID PROXIMITY
ACCESS CONTROL**

RFID231C-SYS

Technical specification		
Features	Specification	Comments
Protocol	Hitag2	Philips high security Protocol
User Range	Upto 15cm	Using standard Transponder card
Maximum No of Cards	50	
User feedback	LED	Data Accept / Reject LED Indication on Sensor and Control Unit
Programming Features	Yes	Via 2 onboard Switches or PC control Interface
Relay output	2A @ 12Vdc	Standard British Telecom BT47W/6 Changeover Contacts
Relay Operation Time	½ Sec - 10 mins	Programmable via onboard Switches or PC
PC Interface	RS232	2 wires only!
PC Commands	9	Complete Configuration through PC is possible.
Data Logging Output	Yes	Real time through RS232
Mounting	Wall or Pole	With Screw fixings provided
Environmental Protection	IP65	
Enclosure Material	ABS	
Power Supply: UK Version	UK 230Vac	UK Plug top
Power Supply: INTL Version	INTL 110 -240Vac	Standard International IEC Input
Power Consumption	~50mA	Quiescent
	~90mA	Operating Relay
Dimensions	110 x 85 x 35mm	
Operating Temp	-0 to + 70 °C	
Storage Temp	-55 to + 125 °C	

Technical specification: Transponder Card		
Features	Specification	Comments
Card Type	ISO Hitag2	Can be any Hitag2 card package
Material	White PVC	May be Custom Silk Screened
Size		As standard credit card

Annexe C Fiches Techniques



Technical data / Short description

Temperature measurement range: -55°C / $+125^{\circ}\text{C}$ This module includes a NTC Thermistor - its resistance falls with higher temperature.

Digital Out: While measuring a temperature which is higher than the limit value, it will be shown here - you can set the limit value via potentiometer

Analog Out: Direct measurement of the sensor unit

LED1: Shows that the sensor is receiving power

LED2: Shows that a magnetic field was detected

Annexe C Fiches Techniques

SS495 SPECIFICATIONS, $V_s=5.0V, T_s$ -40 to 125°C (unless otherwise noted)

Catalog Listings		SS495A*	SS495A1*	SS495A2*
		Standard	High Accuracy	Basic
Supply Voltage (VDC)		4.5 to 10.5	4.5 to 10.5	4.5 to 10.5
Supply Current @ 25°C (mA)	Typ.	7.0	7.0	7.0
	Max.	8.7	8.7	8.7
Output Type (Sink or Source)		Ratiometric	Ratiometric	Ratiometric
Output Current (mA)	Typ. Source	$V_s > 4.5V$	1.5	1.5
	Min. Source	$V_s > 4.5V$	1.0	1.0
	Min. Sink	$V_s > 4.5V$	0.6	0.6
	Min. Sink	$V_s > 5.0V$	1.0	1.0
Magnetic Range	Typ.	-670 to +670 Gauss (-67 to +67 mT)		
	Min.	-600 to +600 Gauss (-60 to +60 mT)		
Output Voltage Span	Typ.	0.2 to ($V_s - 0.2$)	0.2 to ($V_s - 0.2$)	0.2 to ($V_s - 0.2$)
	Min.	0.4 to ($V_s - 0.4$)	0.4 to ($V_s - 0.4$)	0.4 to ($V_s - 0.4$)
Null (Output @ 0 Gauss, V)		2.50 \pm 0.075	2.50 \pm 0.075	2.50 \pm 0.100
Sensitivity (mV/G)		3.125 \pm 0.125	3.125 \pm 0.094	3.125 \pm 0.156
Linearity, % of Span	Typ.	-1.0%	-1.0%	-1.0%
	Max.	-1.5%	-1.5%	-1.5%
Temperature Error Null Drift (%/°C)		\pm 0.06%	\pm 0.04%	\pm 0.07%
	$\geq 25^\circ C$ Max.	-0.01% - 0.05%	-0.01% - 0.05%	-0.02% - 0.06%
	$< 25^\circ C$ Max.	-0.00% - 0.06%	-0.00% - 0.06%	-0.01% - 0.07%

*Bulk, 1,000 per bag

To order Surface Mount: add -S suffix to listing. Example: SS495A-S.

To order tape in Ammopack style T2: add -T2 suffix to listing.

To order tape in Ammopack style T3: add -T3 suffix to listing.

To order tape in reel style P (surface mount): add -SP suffix to listing.

PTD 020

Annexe C Fiches Techniques

TECHNICAL DATA

MQ-2 GAS SENSOR

FEATURES

Wide detecting scope
Stable and long life

Fast response and High sensitivity
Simple drive circuit

APPLICATION

They are used in gas leakage detecting equipments in family and industry, are suitable for detecting of LPG, i-butane, propane, methane ,alcohol, Hydrogen, smoke.

SPECIFICATIONS

A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
Vc	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
VH	Heating voltage	5V±0.1	ACOR DC
RL	Load resistance	can adjust	
RH	Heater resistance	33 Ω ± 5%	Room Tem
PH	Heating consumption	less than 800mw	

B. Environment condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
Tao	Using Tem	-20℃-50℃	
Tas	Storage Tem	-20℃-70℃	
RH	Related humidity	less than 95%Rh	
O ₂	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	minimum value is over 2%

C. Sensitivity characteristic

Symbol	Parameter name	Technical parameter	Remarks
Rs	Sensing Resistance	3K Ω -30K Ω (1000ppm iso-butane)	Detecting concentration scope: 200ppm-5000ppm LPG and propane 300ppm-5000ppm butane 5000ppm-20000ppm methane 300ppm-5000ppm H ₂ 100ppm-2000ppm Alcohol
α (3000/1000) isobutane	Concentration Slope rate	≤0.6	
Standard Detecting Condition	Temp: 20℃ ± 2℃ Humidity: 65%±5%	Vc:5V±0.1 Vh: 5V±0.1	
Preheat time	Over 24 hour		