

FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE
N° :



DOMAINE : SCIENCES TECHNOLOGIE
FILIERE : ELECTRONIQUE
OPTION : INSTRUMENTATION

Mémoire présenté pour l'obtention
du diplôme de Master Académique

Par:

LAROUSSE Souhil et BOUGUERRA Hamza Abdelmenaim

Intitulé

CONCEPTION ET REALISATION D'UN SYSTEME DE
POINTAGE BIOMETRIQUE BASE SUR RFID RC522

Soutenu devant le jury composé de:

CHABANE Rayene	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Président
	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Rapporteur
	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Examineur

Année universitaire : 2022 /2023

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

REMERCIEMENTS

Nous remercions avant tout ALLAAH, le tout puissant, pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces longues années d'étude.

Nous tenons à remercier notre encadreur M^{me} **R. CHABANE** pour sa collaboration et aussi pour son aide constante.

Nous adressons également un merci particulier aux membres du jury qui nous ont fait l'honneur de juger notre travail.

Un grand merci aux enseignants du département de l'électronique de l'université de M'sila pour leurs aides et encouragements.

Enfin, nous tenons à adresser nos sincères remerciements à nos familles et nos amis pour leur soutien, particulièrement durant cette période.

Souhil et Hamza

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

*A mes parents, je leur serai à jamais reconnaissant. Que dieu leur procure
bonne santé et longue vie.*

À ma femme qui a toujours été à mes côtés, merci

A mes chères enfants : Tasnim, Djana, Firas,

Mon frère et sœurs, ainsi que leurs enfants

À mes beaux parents et à toute ma famille

À tous mes amis et collègues

À tous les étudiants de la promotion 2022/2023

Option : Instrumentation

A tous ceux qui, m'ont donné la force de continuer

LAROUSSE Souhil

إهداء

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات والصلاة والسلام على خير الانام سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم

:أهدي تحيتي

الى الذي رباني فأحسن تربيتي واخذ بيدي الى سبيل العلم والنجاح وكان عون من كل الجوانب، الى النور الذي اضاء دربي، الى الذي عبد لي الطريق نحو المستقبل ابي الغالي الى التي من عيونها وصوتها استمد قوتي، الى جوهرة حياتي التي حملتني، الى التي دعاؤها سر نجاحي، الى منبع العطاء والوفاء الى جنتي امي الغالية الى من يذكرهم القلب قبل ان يكتب القلم الى من قاسموني حلو الحياة ومرها تحت السقف الواحد إخوتي اخواتي ريمة هديل وعبد الباسط حفظهم الله ولا ينبغي ان أنسى رفيق دربي وأخي لعروسي سهيل حفظه الله

بوقرة حمزة عبد المنعم

Résumé

Le système de pointage est important, car il contribue activement dans la productivité de l'établissement. Notre étude concerne la conception et la réalisation d'une pointeuse biométrique avec le badge RFID RC522 à l'aide d'Arduino. La RFID est le diminutif de Radio Frequency Identification ; c'est une

technologie qui permet de lire rapidement des données afin de faire gagner du temps aux utilisateurs. Dans un premier lieu, nous avons présenté la technologie RFID. Ensuite, une étude technologique du système a été dévoilée en détail. Enfin, nous avons terminé notre étude par la phase réalisation. Sachant qu'après chaque passage du badge devant la pointeuse, les données (date, heure et ID) seront enregistrées automatiquement dans un fichier Excel sans intervention humaine.

Mots clés

RFID RC522, Arduino, ID

Abstract

The pointing system is important because it actively contributes to the productivity of the establishment. Our study concerns the design and production of a biometric time clock with the RC522 RFID badge using Arduino. RFID is diminutive of Radio Frequency Identification; it is a technology that allows data to be read quickly in order to save time for users. First, we presented RFID technology. Then, a technological study of the system was unveiled in detail. Finally, we ended our study with the implementation phase. Knowing that after each pass of the badge in time clock, the data (date, time and ID) will be saved automatically in an Excel file without human intervention.

Key words:

RC522 RFID, Arduino, ID.

Sommaire

Liste des tableaux et des figures

REMERCIEMENTS	iii
Dédicace	iv
Résumé	vi
Abstract	vi
LISTE DES FIGURES	x
LISTE DES TABLEAUX	xi
Liste des abréviations	xiii
Introduction générale	2
CHAPTER I	5
I. Error! Bookmark not defined.	
I.1 Error! Bookmark not defined.	
I.2 Error! Bookmark not defined.	
I.3 Error! Bookmark not defined.	
I.4 Error! Bookmark not defined.	
I.4.1 Les étiquettes RFID passives	7
I.4.2 Les étiquettes RFID actives	8
I.4.3 Les étiquettes RFID semi-actives	8
I.5 Error! Bookmark not defined.	
I.6 Error! Bookmark not defined.	
I.6.1 Fréquences comprises entre 125 et 148 kHz	12
I.6.2 Fréquence de 13,56 MHz	12
I.6.3 Fréquences de 434 MHz ou comprises entre 865 et 868 MHz (UHF pour ultra haute fréquence):	12
I.6.4 Fréquences comprises entre 2.45 et 5.8 GHz	12
I.7 Error! Bookmark not defined.	
I.8 Error! Bookmark not defined.	
I.8.1 Avantages	14
I.8.2 Inconvénients	16
I.9 Error! Bookmark not defined.	
CHAPTER II	19
II. 18	
II.1 19	
II.2 19	
II.3 19	
II.4 20	
II.4.1 20	
II.4.2 21	

Liste des tableaux et des figures

II.4.3	22	
II.4.4	Error! Bookmark not defined.	
II.5	le module RFID RC522 à 13.56MHz	25
II.5.1	26	
II.5.2	26	
II.5.3	27	
II.5.4	27	
II.5.5	28	
II.5.6	28	
II.6	29	
II.6.1	30	
II.6.2	31	
II.6.3	32	
II.7	32	
II.7.1	33	
II.7.2	33	
II.7.3	34	
II.7.4	35	
II.7.5	35	
II.8	36	
CHAPITER III		37
III.	39	
III.1	Error! Bookmark not defined.	
III.2	39	
III.3	39	
III.4	40	
III.4.1	40	
III.4.2	42	
III.5	42	
III.5.1	42	
III.5.2	43	
III.6	48	
III.6.1	48	
III.6.2	49	
III.7	51	
Conclusion générale		51
Références Bibliographiques		54

LISTE DES FIGURES

Figure I-1 : principe de fonctionnement de la de la technologie RFID	7
Figure I-2 : Les étiquettes RFID passives	8
Figure I-3: Les étiquettes RFID actives	8
Figure I-4: Classification des tags RFID	9
Figure I-5: Exemples de Tags RFID	10
Figure I-6: Exemples d'antennes RFID	10
Figure I-7: Exemples de lecteurs RFID	11
Figure I-8: Illustration d'un système RFID	11
Figure II-1: Schéma Bloc du projet	20
Figure -II-2: Une carte ARDUINO UNO avec ses connecteurs	21
Figure II-3: Composants de la carte Arduino UNO	22
Figure II-4: Interface Arduino IDE	25
Figure II-5: module RFID RC522 à 13.56MHz	25
Figure II-6: Les pins du module MRFC 522	26
Figure II-7: Schéma fonctionnel simplifié du MFRC522	27
Figure II-8: Exemple de branchement avec carte arduino	28
Figure II-9: Etiquettes RFID	28
Figure II-10: Le module de carte SD	29
Figure II-11: formate de la carte SD	30
Figure II-12: Câblage le module SD avec carte Arduino Uno	31
Figure II-13: L'afficheur LCD I2C 160A	32
Figure II-14: Câblage LCD I2C avec carte arduino Uno	34
Figure II-15: Installation bibliothèque de Frank de Brabander	34
Figure III-1: interface de FRITZING	39
Figure III-2 : Schéma électronique du montage global	39
Figure III-3: Circuit global du système de pointage	40
Figure III-4: Organigramme du système de pointage	41
Figure III-5: Librairie RFID 522	42
Figure III-6 : Carte utilisateur ID	42
Figure III-7: lire l'UID de la carte utilisateur	43
Figure III-8 : Etat initiale du système de pointage	43
Figure III-9 : Exemple de pointage de premier utilisateur	44
Figure III-10 : Exemple de pointage du deuxième utilisateur	45
Figure III-11 : Utilisateur non enregistré	46
Figure III-12: logo PLX-DAQ-v2.11 Excel	46
Figure III-13 : Etapes à suivre pour activer le macro avertissement de sécurité	48
Figure III-14 : Acquisition des données à partir du fichier Excel	48
Figure III-15: Exemple de lecture de fichier Excel	49

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau I-1: Classification des fréquences</i>	13
<i>Tableau I-2: Exemples d'applications de la technologie RFID</i>	14
<i>Tableau II-1 : les connecteurs de branchement du RFID MFRC 522 avec Arduino</i>	27
<i>Tableau II-2 : connexion les pin Module carte SD avec les pin carte Arduino UNO</i>	30
<i>Tableau II-3: Les Spécification LCD I2C</i>	33
<i>Tableau II-4: connexion les pin LCD I2C avec les pin carte Arduino UNO</i>	33
<i>Tableau III-1: Liste des composants utilisés</i>	38

Liste des abréviations

- (RFID) Radio Frequency Identification*
- (EPC) Electronic Power Control*
- (ID)identifiant de connexion*
- (IBM)International Business Machines*
- (IFF) Identify Friend or Foe*
- (UHF) Ultra Haute Fréquence*
- (USB)Universal Serial Bus*
- (UID)User indentifier*
- (UART)Universal Asynchronous Receiver Transmitter*
- (VICC)Vicinity Integrated Circuit Card*
- (AIDC)Automatic Identification and Data Capture*
- (ISM)Industriel- Scientifique -médical*
- (UTP) Universiti Teknologi Petronas*
- (SD) Secure Digital*
- (SRAM) Static Random Acces Memory*
- (LCD) Liquid Cristal Display*
- (IDE) Integrated Development Environment*
- (SPI) Serial Peripheral Interface*
- (SDO) Serial Data Out/ Error*
- (SDI)Serial data in*
- (SCK)Serial Clock*
- (CSN)Chip Select Not*
- (CPU)Central Processing Unit*
- (ASIC)Application Specific Integrated Circuit*
- (IC)Integrated Circuit*
- (FPGA)Field Programmable Gate Array*
- (ISR)Interrupt Service Routine*

Introduction Générale

Introduction générale

L'informatique est aujourd'hui présente dans divers domaines et secteurs. La présence des systèmes informatisés est devenue un critère de base pour assurer le bon développement d'une société ou d'une industrie [1].

La fréquentation quotidienne des différents secteurs (universités, écoles, entreprises,.....) est un problème particulier en termes de statistiques quotidiennes ou mensuelles pour les utilisateurs (étudiants, élèves, employeurs ...).

Utiliser un système de pointage permet de suivre avec précision les heures de travail du personnel, d'éviter les vols de temps et d'enregistrer les retards et les absences des employés avec exactitude.

Les systèmes de pointage permettent aux entreprises d'augmenter la productivité de leurs managers en automatisant l'enregistrement des heures de travail. Ces systèmes permettent en outre d'économiser beaucoup de temps et de faciliter la gestion de la paie.

Les systèmes de pointage permettent aussi de conserver toute l'information liée à l'assiduité des employés afin de mieux évaluer leur performance.

Le fonctionnement du pointage dépend du type de système choisi. Généralement, les employés pointent leur temps à l'aide d'un badge. Le temps (arrivée, départ, pause) est automatiquement enregistré par l'appareil ou le logiciel.

Avec les nouvelles technologies et l'évolution de la science, il existe de nombreux systèmes de pointage. À défaut de ne pas pouvoir tous les citer, nous vous présentons ci-dessous les trois systèmes de pointage les plus utilisés [2].

Le système de pointage mécanique : Le premier système de pointage sur notre liste est le système de pointage mécanique. Son mode de fonctionnement est simple avec un support qui est inséré dans le système. Tous les mouvements (entrées, sorties et pause) sont enregistrés avec un système informatique. Tous les détails concernant les horaires sont également prélevés.

Le système de pointage mobile : La particularité du système de pointage mobile est qu'il est pratique pour les salariées qui exercent sur différents postes de travail. La pointeuse mobile permet de gagner du temps et de l'énergie, et les salariés peuvent s'en servir même s'ils sont en mission.

Le système de pointage biométrique : Le système de pointage biométrique est un système de pointage de dernière génération. Il facilite le contrôle d'accès de tous les employés. Pour l'utilisation, il suffit de recueillir une trace de chaque salarié, soit l'empreinte, ou une signature pour avoir une traçabilité de ses différents déplacements.

Dans ce cadre s'inscrit l'objectif de notre projet de fin d'études dont il s'agit d'une conception et une réalisation d'un système de pointage basé sur la technologie RFID (identification par radio fréquence) à l'aide d'Arduino pour contrôler l'entrée et la sortie des utilisateurs de n'importe quel établissement.

A cet effet, notre mémoire est structuré en trois chapitres :

Le premier chapitre contient des notions sur la technologie RFID utilisée dans notre conception. Cette technologie utilise des étiquettes ou des cartes dotées de puces RFID pour suivre la présence des individus dans une zone donnée. Les puces RFID contiennent des informations d'identification uniques qui sont lues par des lecteurs RFID situés à différents endroits dans la zone surveillée.

Dans le second chapitre, nous allons présenter particulièrement une étude des différents et principaux composants constituant notre pointeuse. Il s'agit bien évidemment du kit RFID choisi, de ses caractéristiques et son implantation avec la plateforme Arduino.

Le dernier chapitre sera sacré pour montrer la phase finale qui est la conception et la réalisation de notre objectif.

A la fin, nous terminerons notre travail par une conclusion générale où on récapitule toutes les étapes suivies pour réaliser notre modeste projet.

Chapitre I

La Technologie RFID

Radio Frequency IDentification

CHAPITRE I La technologie RFID .I

I.1 Introduction

L'abréviation RFID signifie Radio Frequency Identification ou Identification par Radio fréquence. Cette technologie permet d'identifier un objet, suivre son acheminement et de connaître sa position dans un environnement interne en temps réel grâce à une étiquette émettant des ondes radio, attachée ou incorporée à l'objet (étiquette RFID). La technologie RFID permet la lecture des étiquettes même sans ligne de vue directe et peut traverser de fines couches de matériaux.

Nous avons consacré ce premier chapitre pour présenter la technologie RFID et son historique. Par la suite, nous avons mis l'accent sur les différents éléments constituant un système RFID et les différentes composantes d'une chaîne de communication. Nous avons décrit aussi le principe de fonctionnement, les caractéristiques, la communication entre le Lecteur et le Tag, les avantages et les inconvénients de cette technologie.

RFID offre un large éventail d'applications, elle peut améliorer de façon considérable la vie d'individu. Pour cette raison, nous avons cité plein d'exemples dans les différents domaines de la vie.

I.2 Bref historique

Les années 40 : La notion de RFID est apparue la première fois lors de la 2^{ème} Guerre Mondiale (il est directement lié au développement de la radio et du radar) pour identifier si les avions qui arrivaient dans l'espace aérien britannique étaient amis ou ennemis. Les alliés mettaient en place dans leurs avions des transpondeurs (sorte d'imposantes balises) afin de répondre aux interrogations de leurs radars. Ce système, dit IFF "Identify Friend or Foe", est la première utilisation du RFID. De nos jours, le contrôle du trafic aérien reste basé sur ce principe[3].

La première étude obtenue sur le sujet est un travail d'Harry Stockman[4], suivi notamment par les travaux de F. L. Vernon et ceux de D.B. Harris[5]. Ils décrivent des principes qui sont toujours utilisés aujourd'hui [6].

Les années 1969 : Le premier brevet lié à la technologie RFID est déposé aux Etats-Unis par Mario Cardullo [4] qui l'utilise pour l'identification des locomotives.

Les années 70 : Les systèmes RFID durant les années 1969 et 1979 restent utilisés de manière restreints, principalement à usage militaire pour le contrôle d'accès aux sites sensibles, comme le secteur nucléaire[5].

Les années 80 : A la fin des années 70, la technologie se répand dans le secteur privé. L'identification du bétail en Europe reste une des premières applications commerciales. S'ensuivent de nombreuses utilisations dans ce même domaine, notamment dans les chaînes de fabrication des constructeurs automobiles. Dès le début des années 1980, les tags RFID commencent à être fabriqués par plusieurs sociétés européennes et américaines.

Les avancées technologiques permettent l'apparition du tag passif recevant son énergie par le signal du lecteur. Cette particularité rend le tag moins coûteux, car il permet l'absence de source d'énergie embarquée. Les distances de lecture obtenues sont de quelques centimètres.

Les années 90 : C'est le début de la normalisation pour une interopérabilité des équipements RFID.

De plus, la miniaturisation du système RFID permet son intégration dans une seule puce électrique par IBM.

Les années 2000 : C'est un "boom" des applications grâce à la miniaturisation de la technologie quelques années auparavant.

En 2004 : Le "Auto-ID Center" du MIT devient EPC global, une organisation dont le but est de promouvoir la norme EPC - sorte de super code barre stocké dans un tag RFID -, élaborée par les universitaires et adoptée par l'industrie [7].

I.3 Définition

La RFID (Radio Frequency Identification) est une technologie de communication sans fil utilisée pour capturer des données, qui peuvent être liées aux différents attributs d'identification (numéro de série, position, couleur, date d'achat, etc...) d'entités portant des étiquettes RFID (tags) [8]. Le processus de collecter des données est basé sur un échange d'ondes électromagnétiques entre les étiquettes RFID (tags) et les interrogateurs RFID (lecteurs) [9].

Cette technologie d'identification automatique et de capture de données est capable de fournir une plus grande granularité d'étiquetage par rapport aux codes barres et aux technologies Auto-ID précédentes.

Par exemple, avec la RFID, il est possible d'attribuer des codes d'identification différents pour des articles similaires, et différents niveaux d'identification permettant une meilleure visibilité et une meilleure traçabilité dans les processus logistiques et les processus de fabrication. Au cours des cinq dernières années, plusieurs groupes (économiques, sociaux, militaires, sanitaires et politiques) ont pris conscience du potentiel d'innovation et d'amélioration de l'efficacité de leurs processus grâce à la technologie RFID.

Les étiquettes RFID et leurs performances de communication sont de plus en plus utilisées, ainsi que leur niveau de normalisation qui est continuellement amélioré [8].

I.4 Principe de fonctionnement

Un système RFID (fig I.1) se compose : d'une station de base fixe ou mobile (appelée aussi interrogateur) comprenant une antenne intégrée ou non; d'une radio-étiquette ou RFID-*tag*. La station de base RFID émet des ondes électromagnétiques qui induisent un courant dans l'antenne de l'étiquette. La puce de l'étiquette reconnaît le signal émis et délivre les informations qu'elle contient [10].

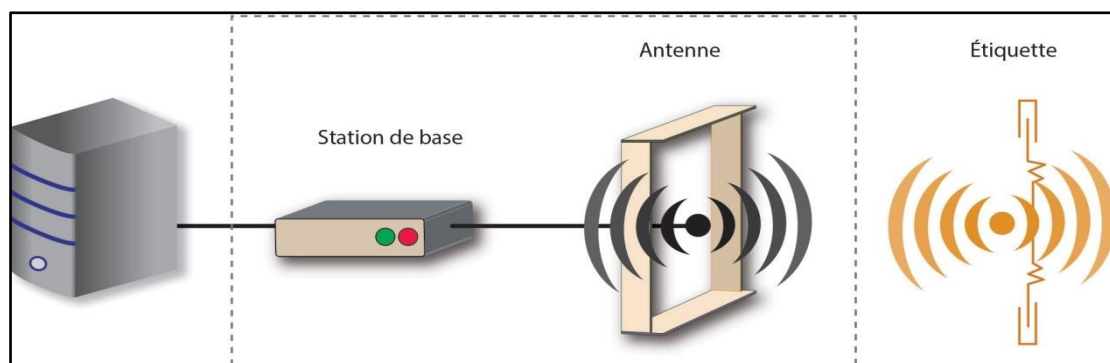


Figure I-1 : principe de fonctionnement de la de la technologie RFID

On distingue trois catégories d'étiquettes RFID : **passives, actives et semi-actives**.

I.4.1 Les étiquettes RFID passives

Elles ne possèdent pas de source d'alimentation et utilisent l'énergie transmise par l'interrogateur. La distance de fonctionnement varie de quelques centimètres à quelques mètres selon la fréquence. Elles sont répandues actuellement et sans entretien (badge d'accès, titre de transport...)[11].



Figure I-2 : Les étiquettes RFID passives

I.4.2 Les étiquettes RFID actives

Elles tirent leur énergie d'une alimentation embarquée (pile, batterie...) qui leur permettent d'émettre un signal de façon autonome. Elles présentent un rayon d'action de l'ordre de quelques dizaines de mètres. Elles sont plus onéreuses que les passives et demandent un maintien de la source d'énergie[12].



Figure I-3: Les étiquettes RFID actives

I.4.3 Les étiquettes RFID semi-actives

Petits et légers, sont des tags intermédiaires entre les tags actifs et les tags passifs. Ils utilisent généralement une pile comme source d'énergie (comme les tags actifs), mais ils peuvent également transmettre des données en utilisant l'énergie générée par les ondes des lecteurs RFID (comme les tags passifs) [13].

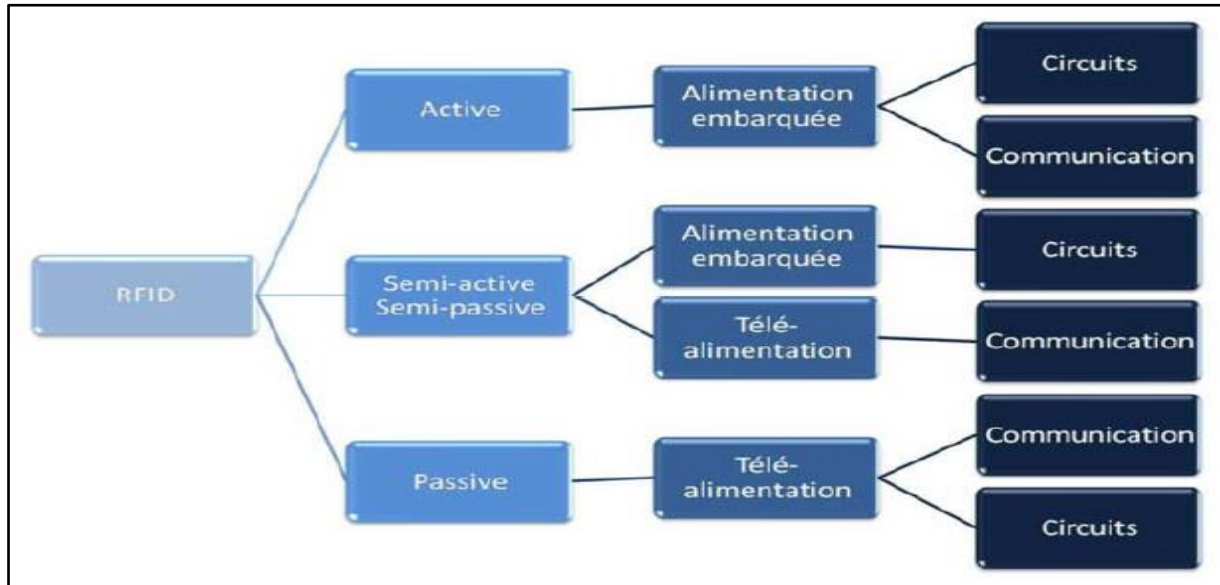


Figure I-4: Classification des tags RFID

I.5 Les composants d'un système RFID

Un système complet utilisant la technologie RFID est composé des éléments suivants :

❖ **Un transpondeur** : ou étiquette qui est programmé avec des données identifiant l'objet sur lequel il sera placé. Couramment dit en langue française identifiant, étiquette, ou transpondeur, appelé aussi en anglais Tag ou Label. Dans la littérature, nous pouvons trouver les acronymes suivants[4], [5]:

- PIT (Programmable Identification Tag) ;
- Data Carrier : porteur de données ;
- ICC (Integrated Circuit Card);
- PICC ou (Proximity Integrated Circuit Card;
- VICC (Vicinity Integrated Circuit Card).

La Figure I-5 montre quelques tags disponibles sur le marché.



Figure I-5: Exemples de Tags RFID

- a. **Une antenne** : qui est généralement intégrée au lecteur RFID et à l'étiquette RFID. Elle permet d'activer les tags afin de recevoir des données et d'en transmettre les informations [5].

Figure I-6: Exemples d'antennes RFID



- b. **Un lecteur** : Appelé interrogateur, lecteur (Reader), ou Modem (Modulateur /Démodulateur), fixe ou portable. C'est un élément essentiel à l'utilisation de la RFID. Il transmet à travers des ondes-radio l'énergie au tag RFID, une requête d'informations est alors émise aux étiquettes

RFID situées dans son champ magnétique, puis il réceptionne les réponses et les transmet aux applications concernées. Comme le montre la figure I-7, des lecteurs peuvent être de différents types déportés et reliés avec l'hôte à distance (sans fils) [7].

Figure I-7: Exemples de lecteurs RFID

- c. **Le logiciel RFID** : ou middleware RFID, est le cerveau de la chaîne RFID. Il permet de transformer les données brutes émises par la puce RFID en informations compréhensibles, il



est géré par un ordinateur [14].

La figure I-8 résume les composants du système RFID, cités précédemment, comme suit :

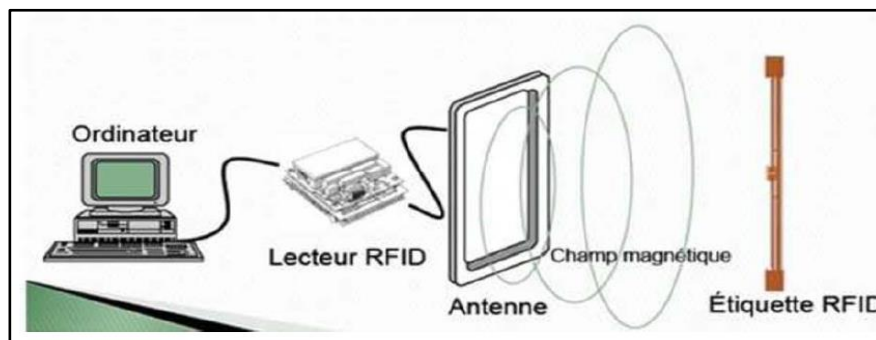


Figure I-8: Illustration d'un système RFID

I.6 Gammes de fréquences

Selon leur technologie, les RFID utilisent principalement quatre gammes de fréquences rendent ces étiquettes particulièrement fines. Ces systèmes sont largement répandus dans les applications de transport et de logistique, pour la traçabilité des produits et l'identification des personnes (passport, carte Navigo, carte sans contact). Cette technologie est à la base des applications NFC de plus en

plus présentes dans les Smartphones et les cartes bancaires. La portée de lecture va de quelques centimètres à environ un mètre.

Les deux gammes de fréquences les plus basses correspondent à des systèmes qui fonctionnent en couplage magnétique (couplage inductif), comme les cartes à puce sans contact. Ces systèmes sont le plus souvent passifs. Ils sont généralement dédiés aux applications courtes distances mais les technologies les plus récentes peuvent présenter des portées de quelques mètres [10].

I.6.1 Fréquences comprises entre 125 et 148 kHz

La portée de détection d'une étiquette répondant à ces fréquences va de quelques centimètres à plusieurs dizaines de centimètres. Les étiquettes sont d'un poids et d'une taille réduits. Ces systèmes peuvent être intégrés dans tout type de matériaux tels que les textiles ou les plastiques. On les trouve dans les applications de logistique et de traçabilité.

I.6.2 Fréquence de 13,56 MHz

les antennes peuvent être imprimées ou gravées, ce qui rend ces étiquettes particulièrement fines. Ces systèmes sont largement répandus dans les applications de transport et de logistique, pour la traçabilité des produits et l'identification des personnes (passeport, carte Navigo, carte sans contact). Cette technologie est à la base des applications NFC (*Near Field Communication*) de plus en plus présentes dans les smartphones et les cartes bancaires. La portée de lecture va de quelques centimètres à environ un mètre.

I.6.3 Fréquences de 434 MHz ou comprises entre 865 et 868 MHz (UHF pour ultra haute fréquence):

La portée maximale de détection d'une étiquette pour cette gamme est d'environ 3 à 10 mètres. On trouve ce type d'étiquettes dans des applications nécessitant la lecture très rapide et à distance d'un grand nombre d'étiquettes (gestion de stock, logistique, suivi de contenants...), ou dans des environnements contraints (métal, liquide)

I.6.4 Fréquences comprises entre 2.45 et 5.8 GHz

La portée de lecture est généralement d'environ 75 centimètres mais peut atteindre plusieurs dizaines de mètres pour les étiquettes RFID actives. Ces étiquettes sont notamment utilisées pour les péages automatiques d'autoroutes ou l'identification des parcs de véhicules privés entrant ou sortant d'entrepôts ou d'installations [10].

Tableau I-1: Classification des fréquences

Fréquence	Vitesse	Distance	Informations
Basses fréquences			
125 kHz	< 10 kb/s	Jusqu'à 1m	Charge du transpondeur
134,2 kHz			
Haute fréquence			
13,56 MHz	< 100kb/s	Limitation de puissance autorisée	ISO 14443A 1-4, ISO 14443B 1-4, ISO 15693-3, ISO 18000-3, ...
Ultra hautes fréquences			
915 MHz	< 200 kb/s	Jusqu'à 5-7m	Etats-Unis
865 - 868 MHz			Union Européenne
2,45 – 5,8 GHz	< 200 kb/s	Jusqu'à 10m	Micro-ondes

I.7 Applications de la RFID

De nombreuses applications de suivi basées sur des technologies informatiques et de communication omniprésentes ont été introduites ces dernières années, telles que les systèmes RFID, de sorte que la RFID peut être utilisée pour suivre des objets dans le monde entier.

De plus, certains systèmes de gestion d'entrepôt ou de chaîne d'approvisionnement peuvent être combinés avec la RFID pour former des systèmes de suivi du fret.

Ces systèmes de traçabilité aident les entreprises à gérer les matières premières et les produits, ce qui contribue à réduire le budget de fonctionnement.

L'utilisation de la RFID est dans plusieurs domaines tels que : la Sécurité, le transport, la logistique, la fidélisation, le paiement et la santé. Le tableau ci-dessous présente quelques exemples de ces applications avec la gamme de fréquence et le type de technologie utilisés.

Tableau I-2: Exemples d'applications de la technologie RFID

	Technologie	Fréquence

Badge d'accès	Passive	125 kHz
Identification d'animaux	Passive	134,2 kHz
Colis postaux	Passive	13,56 MHz
Passeport biométrique	Passive	13,56 MHz
Identification textiles blanchisserie	Passive	13,56 MHz
Titre de transport	Passive	13,56 MHz
Paiement sans contact	Passive	13,56 MHz
Bagagerie aéroport	Passive	UHF
Identification wagons	Passive	UHF
Logistique chaîne d'approvisionnement	Passive	UHF
Péage autoroutier	Active	2,45 GHz

I.8 Avantages et inconvénients

I.8.1 *Avantages*

La technologie RFID (Radio Frequency Identification) présente de nombreux avantages dans différents domaines. Voici quelques-uns des avantages les plus courants de l'utilisation de la technologie RFID[6] :

- a. ***Automatisation des processus*** : L'utilisation de la technologie RFID permet d'automatiser divers processus tels que la collecte de données, l'inventaire des stocks et le suivi des actifs. Les étiquettes RFID peuvent être lues à distance et rapidement, ce qui permet de gagner du temps et d'éliminer les erreurs humaines.
- b. ***Amélioration de l'efficacité opérationnelle*** : Grâce à la technologie RFID, les entreprises peuvent optimiser leurs opérations en suivant plus efficacement les produits, les matériaux ou les équipements. Cela permet de réduire les temps d'attente, d'améliorer la précision des données et d'optimiser l'utilisation des ressources.
- c. ***Réduction des coûts*** : L'automatisation des processus et l'amélioration de l'efficacité opérationnelle grâce à la technologie RFID peuvent entraîner une réduction des coûts. Par exemple, en optimisant la gestion des stocks, les entreprises peuvent éviter les surstocks ou les ruptures de stock, ce qui se traduit par des économies de coûts.
- d. ***Traçabilité et visibilité accrues*** : La technologie RFID permet de suivre et de localiser facilement des objets ou des produits tout au long de la chaîne d'approvisionnement. Cela offre une visibilité accrue sur les flux de marchandises, ce qui facilite la gestion des stocks, la prévention des pertes et le suivi des produits défectueux.
- e. ***Sécurité renforcée*** : Les étiquettes RFID peuvent être utilisées pour sécuriser les biens et les accès. Par exemple, elles peuvent être utilisées pour contrôler l'accès aux zones restreintes ou pour empêcher le vol de produits en déclenchant une alarme lorsque des articles non autorisés passent par un point de contrôle.

- f. **Expérience client améliorée** : La technologie RFID peut améliorer l'expérience client en offrant une gestion plus rapide et plus précise des paiements, en réduisant les files d'attente et en permettant des expériences d'achat personnalisées. Par exemple, dans le secteur de la vente au détail, les étiquettes RFID peuvent permettre aux clients de trouver rapidement les produits souhaités et d'obtenir des informations détaillées sur ces produits.
- g. **Suivi des performances et analytics** : La collecte de données en temps réel grâce à la technologie RFID permet de suivre et d'analyser les performances opérationnelles. Cela peut aider les entreprises à identifier les goulots d'étranglement, à améliorer les processus et à prendre des décisions plus éclairées basées sur des données précises.

Il convient de noter que l'utilisation de la technologie RFID peut présenter des défis, tels que les coûts initiaux d'investissement, la nécessité de mettre en place une infrastructure adaptée et les problématiques liées à la confidentialité et à la sécurité des données. Cependant, les avantages potentiels offerts par cette technologie justifient souvent ces défis pour de nombreuses entreprises et industries.

I.8.2 Inconvénients

Bien que la technologie RFID présente de nombreux avantages, elle comporte également quelques inconvénients. Voici quelques-uns des inconvénients couramment associés à l'utilisation de la technologie RFID :

- a. **Coût initial** : L'adoption de la technologie RFID peut représenter un investissement initial important. Les coûts comprennent l'achat d'équipements RFID tels que les lecteurs et les étiquettes, ainsi que la mise en place d'une infrastructure appropriée. Ces coûts peuvent être prohibitifs pour certaines petites entreprises.
- b. **Portée limitée** : Les systèmes RFID ont une portée limitée, généralement de quelques mètres. Cela signifie que les étiquettes RFID doivent être à proximité d'un lecteur pour être détectées. Si une lecture à distance est requise, des solutions plus coûteuses, telles que les lecteurs à longue portée, doivent être mises en place.
- c. **Interférences électromagnétiques** : Les interférences électromagnétiques provenant d'autres équipements peuvent perturber les signaux RFID, ce qui peut entraîner des erreurs de lecture.

ou des dysfonctionnements. Les environnements avec de nombreux équipements électroniques peuvent nécessiter des mesures de protection supplémentaires pour minimiser les interférences.

- d. **Confidentialité et sécurité** : Comme les informations stockées sur les étiquettes RFID peuvent être lues à distance, il existe des préoccupations concernant la confidentialité et la sécurité des données. Des mesures de sécurité supplémentaires, telles que le chiffrement des données ou l'utilisation de protocoles d'authentification, doivent être mises en place pour protéger les informations sensibles.
- e. **Durée de vie limitée des étiquettes** : Les étiquettes RFID ont une durée de vie limitée, en particulier dans des environnements difficiles ou exposés à des conditions extrêmes (chaleur, humidité, chocs, etc.). Cela peut entraîner des coûts supplémentaires liés au remplacement fréquent des étiquettes défectueuses ou endommagées.
- f. **Standardisation** : Il existe différents protocoles et normes RFID, ce qui peut rendre difficile l'interopérabilité entre les systèmes RFID de différents fabricants. La standardisation est en cours de développement, mais elle peut poser des défis lors de l'intégration de systèmes RFID provenant de différentes sources.

Il est important de noter que malgré ces inconvénients, la technologie RFID continue de se développer et de s'améliorer. De nombreuses entreprises ont réussi à surmonter ces défis pour bénéficier des avantages qu'offre la RFID [6].

I.9 Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté la technologie RFID, son principe de fonctionnement, les différentes fréquences utilisées ainsi que ses différents domaines d'applications. Une étude technologique du système à réaliser sera l'objectif du chapitre qui suit.

Chapitre II

Etude Technologique du Système

CHAPTER II

Etude technologie du système .II

II.1 Introduction

Dans cette partie, nous sommes intéressés particulièrement à l'étude des différents et principaux composants constituant notre pointeuse. Il s'agit bien évidemment du kit RFID choisi (Module RFID 13,56 MHz TAG RC522), de ses caractéristiques, et son implantation avec la plateforme Arduino.

II.2 Présentation des composants

Nous allons utiliser pour la réalisation de notre projet différents composants électroniques qui s'imposent grâce à leurs simplicités, efficacités, faibles coûts et n'est au moins leurs disponibilités. Nous citons :

- Une carte Arduino (*Arduino Uno* doté d'un microcontrôleur ATmega 328 P)
- un Kit RFID composée d'un lecteur (13 kHz) et quelques étiquettes RFID (Cartes + Tags)
- un module de carte SD ,avec une carte SD pour les enregistrements de données
- un afficheur LCD I2C 160A
- des résistances (1k Ω , 2k Ω , 220 Ω ...) et des LEDs.

Dans ce qui suit, on va présenter en détail les différents éléments utilisés pour concevoir et réaliser le système complet.

II.3 Schéma bloc

Notre système est basé sur la carte Arduino Uno. L'ensemble de l'appareil peut être divisé en quatre sous parties :

- ❖ la section d'interface d'affichage à cristaux liquides (LCD) ;
- ❖ la section d'interface de module RFID
- ❖ la section d'interface la carte SD
- ❖ la section d'interface LED et BUZZER.

Les blocs de construction de base sont illustrés dans le diagramme ci-dessous.

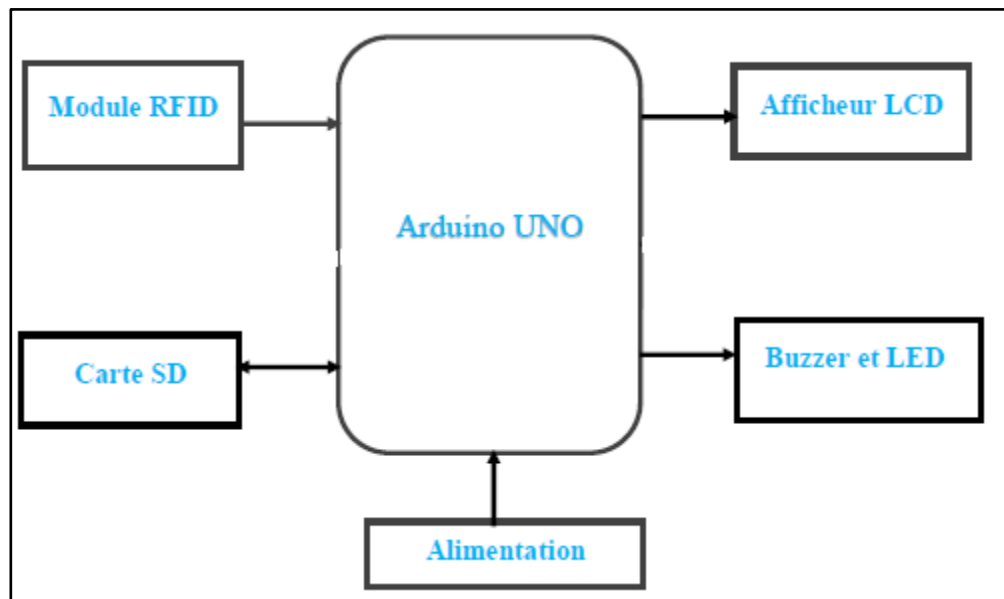


Figure II-1: Schéma Bloc du projet

II.4 Carte Arduino Uno

II.4.1 Qu'est-ce que Arduino ?

Arduino est un ensemble matériel et logiciel qui permet d'apprendre l'électronique tout en se familiarisant avec la programmation informatique.

Une carte Arduino est une petite (5,33 x 6,85 cm) carte électronique équipée d'un microcontrôleur, sur laquelle nous pouvons brancher des capteurs de température, d'humidité, de vibration ou de lumière, une caméra, des boutons, des potentiomètres de réglage, des contacts électriques[15]....

Il y a aussi des connecteurs pour brancher des LEDs, des moteurs, des relais, des afficheurs, un écran...

Le microcontrôleur permet, à partir d'événements détectés par des capteurs, de programmer et commander des actionneurs ; la carte Arduino est donc un cerveau qui permet de rendre intelligent des systèmes électroniques et d'animer des dispositifs mécaniques [16].

La figure ci-dessous montre une carte Arduino Uno qui est très utilisée pour notre projet.

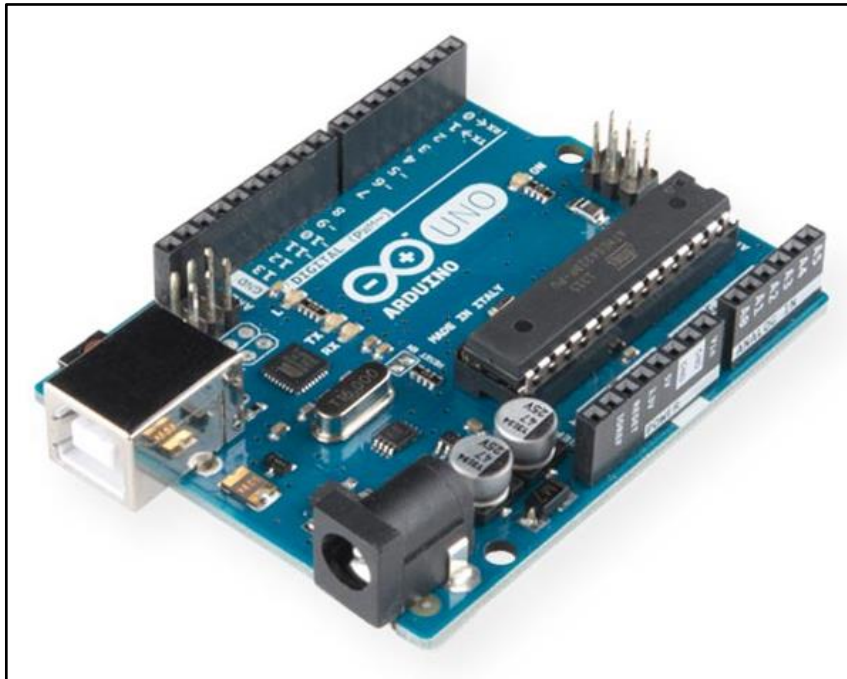


Figure -II-2: Une carte ARDUINO UNO avec ses connecteurs

II.4.2 Les caractéristiques carte arduino

Les caractéristiques de la carte Arduino sont les suivantes [17] :

- Microcontrôleur : ATmega328
- Tension de fonctionnement nominale : 5V
- Tension d'alimentation (recommandé) : 7-12V
- Tension d'alimentation (limites) : 6-20V
- Entrées/sorties digitales : 14 (dont 6 pouvant être utilisées comme sorties PWM)
- Entrées Analogiques : 6
- DC Current per I/O Pin : 40 mA
- DC Current for 3.3V Pin: 50 mA
- Memoire Flash : 32 KB (ATmega328) dont 0.5 KB utilisé par le bootloader
- SRAM: 2 KB (ATmega328)
- EEPROM: 1 KB (ATmega328)
- Fréquence d'horloge : 16 MHz. [40]

II.4.3 Les principaux composants d'une carte Arduino

Les principaux composants d'une carte Arduino sont illustrés dans la figure suivante [1] :

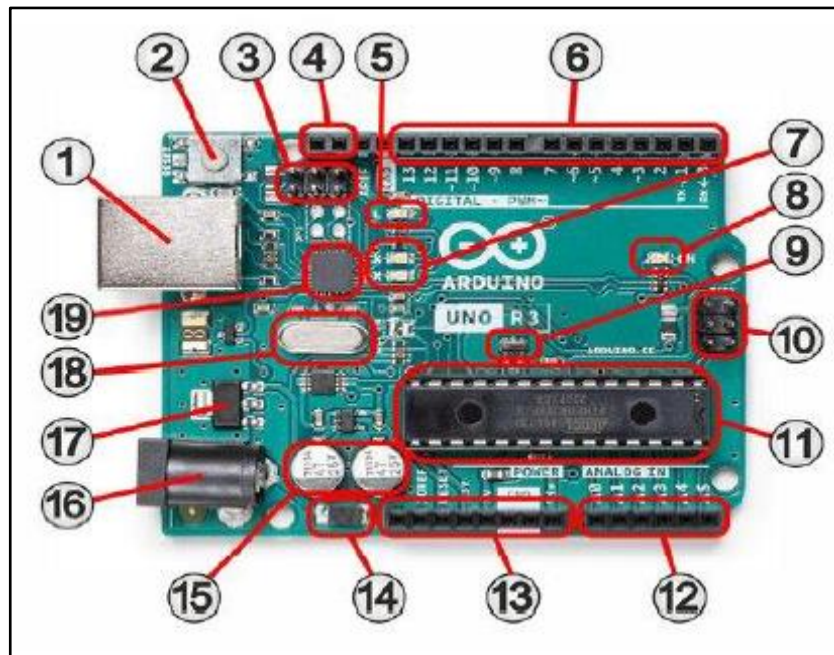


Figure II-3: Composants de la carte Arduino UNO

1. Port USB

Branchez un câble USB sur cette prise pour transférer le programme de commande personnalisé à l'Arduino.

2. Bouton de réinitialisation

Ce bouton permet une réinitialisation manuelle de l'Arduino en cas d'arrêt automatique de celui-ci suite à un dysfonctionnement.

3. Interface ICSP (interface USB)

L'interface ICSP (In Circuit Serial Programming) permet de programmer un circuit logique directement dans le système de codage.

4. Bus I2C

Le bus I2C permet l'envoi des données de l'appareil maître aux esclaves raccordés via les lignes SCL (Serial Clock) et SDA (Serial Data).

5. LED intégrées

La LED « L » est connectée de manière interne à la broche 13 et est utilisée pour effectuer des tests.

6. Entrées/sorties numériques

Ces broches d'E/S peuvent être configurées comme des entrées ou des sorties numériques. Six d'entre elles fonctionnent comme des sorties PWM à modulation de largeur d'impulsion si nécessaire.

7. LED témoins

Les LED « RX » et « TX » indiquent visuellement le transfert des données du PC vers la carte Arduino UNO.

8. LED de tension de fonctionnement

La LED « ON » indique l'alimentation en tension de la carte microcontrôleur. Elle s'allume lorsque la carte est alimentée en courant.

9. Oscillateur à quartz (contrôleur)

Le quartz garantit que l'oscillateur dans le contrôleur oscille de manière stable et avec une fréquence constante.

10. Interface ICSP (contrôleur)

Il est possible de programmer le contrôleur via cette interface. Mais cela a déjà été fait à la sortie d'usine et n'est donc généralement pas nécessaire.

11. Microcontrôleur

Un microcontrôleur est une puce à semi-conducteurs qui combine le processeur, les périphériques et la mémoire. C'est lui qui va recevoir le programme que vous aurez créé et qui va le stocker dans sa mémoire puis l'exécuter.

12. Entrées analogiques

Ces six entrées doivent être utilisées si des tensions analogiques, provenant de capteurs par exemple, sont disponibles comme valeurs d'entrée.

13. Broches d'alimentation Ces broches peuvent être utilisées pour alimenter en tension la carte du microcontrôleur ou pour prélever des tensions (3,3 V ou 5 V).

14. Diode redresseuse

L'utilisation d'une diode redresseuse permet d'alimenter le système avec un courant alternatif ou continu.

15. Condensateurs de charge

Les condensateurs de charge égalisent la tension d'alimentation. L'un des condensateurs est placé avant le stabilisateur de tension de 5 V et l'autre, après.

16. Port d'alimentation

Pour que la carte microcontrôleur puisse également fonctionner sans connexion USB après la programmation, elle doit être alimentée par une source externe.

17. Stabilisateur de tension

Le stabilisateur de tension génère un courant stable de 5 V à partir de la tension d'alimentation, qui doit être comprise entre 7 et 12 V (AC ou DC).

18. Oscillateur à quartz (contrôleur USB)

Le quartz garantit que l'oscillateur dans le contrôleur USB oscille de manière stable et avec une fréquence constante.

19. Interface USB

L'interface USB convertit les signaux reçus dans un format utilisable pour le contrôleur.

II.4.4 L'application Arduino

Arduino IDE est un environnement de développement intégré (IDE) open source utilisé pour programmer les microcontrôleurs Arduino. C'est un logiciel gratuit et facile à utiliser qui permet aux utilisateurs de créer et de téléverser des programmes sur leur carte Arduino.

Arduino IDE est compatible avec différents systèmes d'exploitation tels que Windows, Mac OS et Linux. Il dispose d'une interface utilisateur intuitive et simple qui permet aux débutants de facilement apprendre à programmer leur carte Arduino. De plus, il prend en charge différents langages de programmation tels que le langage Arduino, le C et le C++, ce qui offre aux utilisateurs une grande flexibilité dans leur façon de coder.

Avec Arduino IDE, les utilisateurs peuvent programmer leur carte Arduino pour contrôler des capteurs, des moteurs, des LED, des écrans LCD, des relais et d'autres composants électroniques. Les projets pouvant être réalisés avec Arduino sont nombreux et variés, allant de la simple commande d'une LED clignotante à la conception de systèmes complexes de contrôle de robots.

Par ailleurs, l'environnement de programmation Arduino (IDE) permet d'écrire, de modifier un programme et de le convertir en une série d'instructions compréhensibles pour la carte.

Un langage de programmation est un langage permettant à un être humain d'écrire un ensemble d'instructions (code source) qui seront directement converties en langage machine grâce à un compilateur (c'est la compilation). L'exécution d'un programme Arduino s'effectue de manière séquentielle, c'est-à-dire que les instructions sont exécutées les unes à la suite des autres[18].

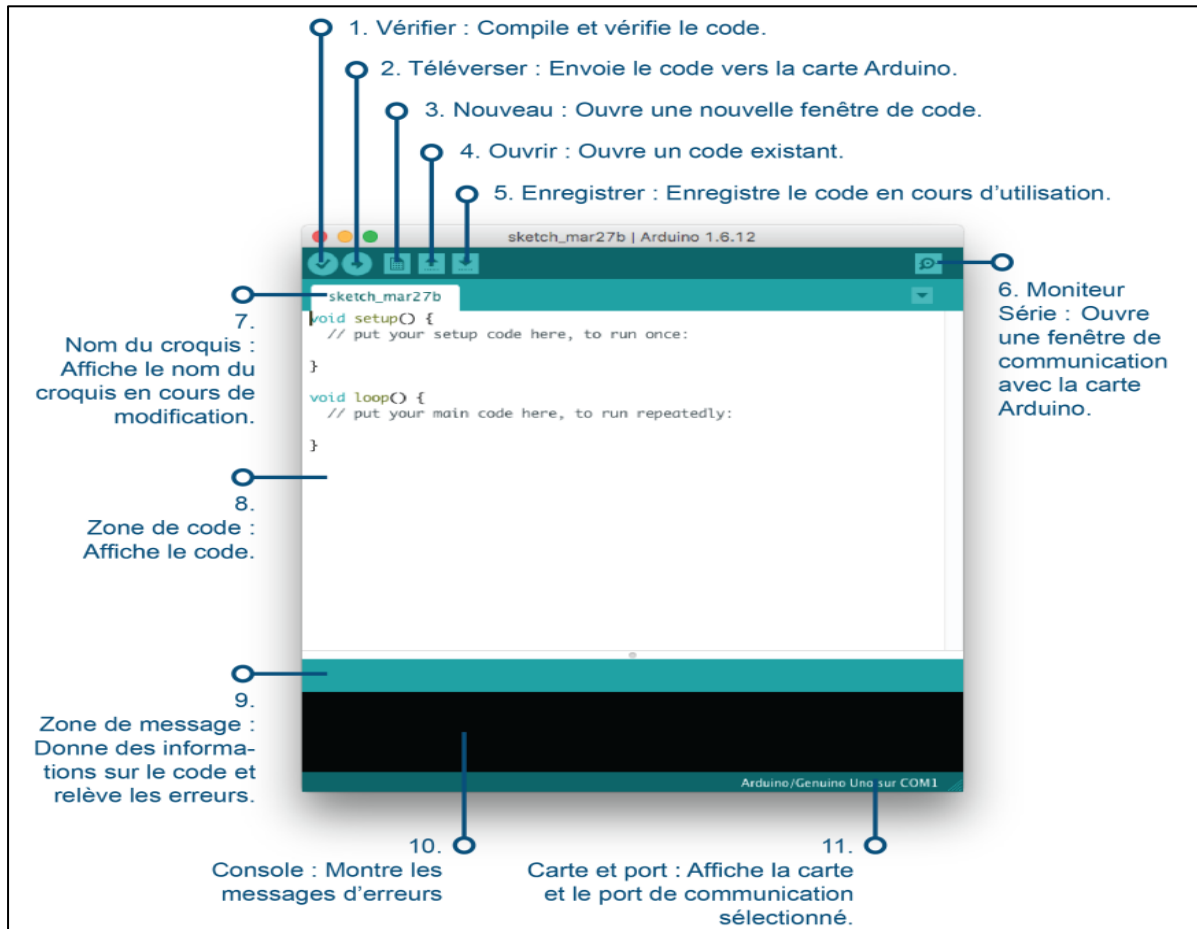


Figure II-4: Interface Arduino IDE

II.5 le module RFID RC522 à 13.56MHz

Le lecteur RFID (*Figure II-5*) sous trouve comme un module Arduino sous le nom de RC522, il permet l'identification sans contact des tags RFID comme il est déjà expliqué le principe dans le premier chapitre I. est basé sur le circuit intégré Philips RC522. Il utilise la bande ISM2 13.56MHz, la distance de communication peut aller jusqu'à 6 cm, mais la plupart des modules NFC marchent très bien avec 1cm de distance [19].

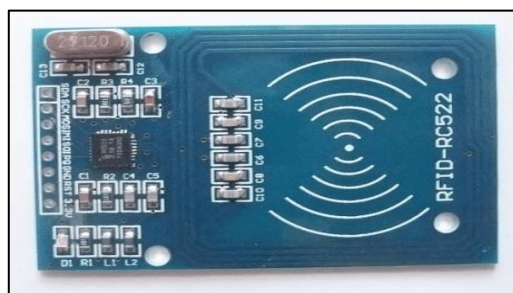


Figure II-5: module RFID RC522 à 13.56MHz

II.5.1 Les caractéristiques du module:

Les caractéristiques de ce module RC522 sont

- Basse tension, 3.3V, courant : 13-25mA
- Faible cout (1000 DA+1 Cartes et 1 Tag)
- Simple à implémenter avec les cartes Arduino et tous les microcontrôleurs
- Fréquence d'utilisation : 13.56MHz, le tampon FIFO gère 64 octets Rx/Tx.
- Interface SPI.
- Température de travail -25 ~ 85 °C .
- Taille petite et très légère (71.00mm ×40.90mm) qui permet son intégration sans encombrer les autres composants du circuit imprimé.
- Par contre la distance de lecture est limitée à 6 cm pour assurer une bonne lecture du tag[20].

II.5.2 Présentation module RFID RC522 à 13.56MHz

Le module est un lecteur de la puce RFID basé sur le circuit MFRC522 à faible coût est facile à utiliser. Il peut être utilisé dans une large gamme d'application. Le MFRC522 est un circuit intégré de lecture / écriture hautement intégré pour la communication sans contact à 13,56 MHz.

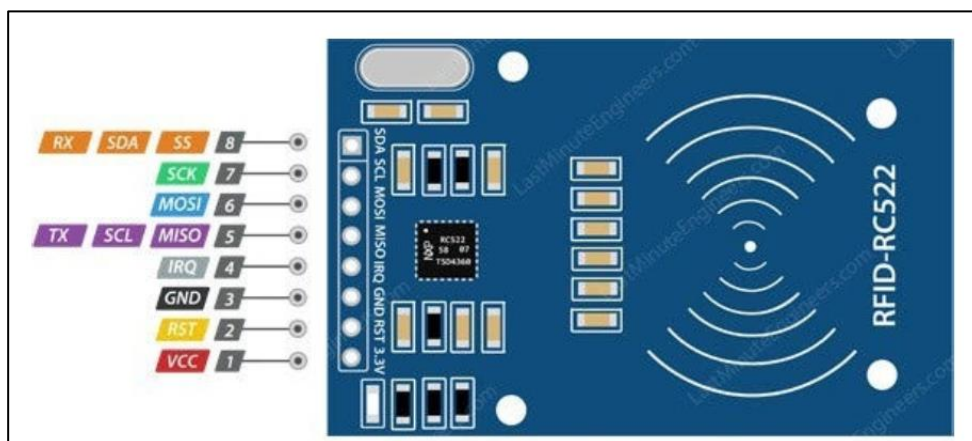


Figure II-6: Les pins du module MRFC 522

II.5.3 Principe de fonctionnement

L'interface analogique gère la modulation et la démodulation des signaux analogiques. Le UART sans contact gère les exigences de protocole pour la communication protocoles en coopération avec l'hôte. Le tampon FIFO assure des données rapides et pratiques transfert vers et depuis l'hôte et le UART sans contact et vice versa [19].

Diverses interfaces hôtes sont mises en œuvre pour répondre aux différentes exigences des clients.

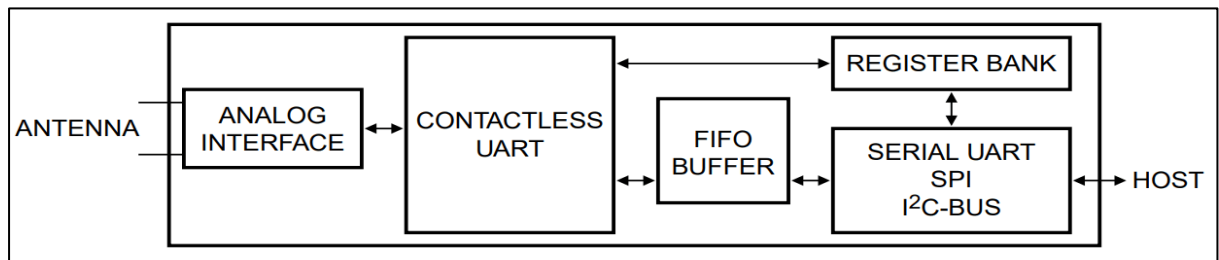


Figure II-7: Schéma fonctionnel simplifié du MFRC522

II.5.4 Câblage MFRC522 avec carte arduino Uno

Le câblage d'un module RFID MFRC522 avec la carte arduino et représenter dans le tableau sous-dessous [21] :

Tableau II-1 : les connecteurs de branchement du RFID MFRC 522 avec les connecteurs Arduino UNO

Module RFID MFRC 522	Carte arduino Uno
SDA	Numérique 10
SCK	Numérique 13
MOSI	Numérique 11
MISO	Numérique 12
IRQ	Ne pas se connecter
GND	GND
TVD	Numérique 9
3.3V	3.3V

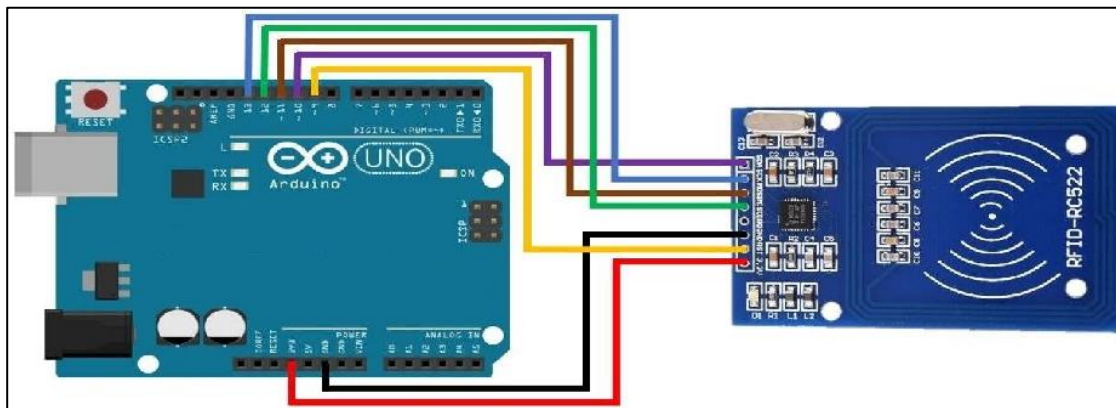


Figure II-8: Exemple de branchement avec carte arduino

II.5.5 Code pour lire une carte RFID

le module RFID RC522 nécessite de programme pour assurer le bonne fonctionnement nous utilisons la librairie SPI.h qui va nous permettre d'établir la communication entre la carte Arduino et le module; et la librairie MFRC522.h qui va nous permettre de dialoguer avec le module[13] (ANNEXE 1).

II.5.6 Etiquettes RFID

Ces étiquettes sont attachées à l'objet à identifier et permettent un contrôle d'accès fiable et sécuritaire. Chaque étiquette a sa propre identification unique (UID).

Dans figure ci-dessous nous avons un porte-clés et une carte électromagnétique (badge)[1].



Figure II-9: Etiquettes RFID

- ✓ Porte clé : Le porte-clés RFID est un produit simple et pratique qui s'adapte à toutes les situations.

- ✓ Badge RFID : Le badge RFID sont munis d'une antenne et d'une puce aussi, pour permettre la transmission de données avec un lecteur. Il est réalisé à partir d'un PVC ultra blanc offrant une résistance parfaite lors de manipulations répétées.

II.6 module de carte SD

Le module de carte SD est particulièrement utile pour les projets nécessitant un enregistrement de données.

L'Arduino peut créer un fichier dans une carte SD pour écrire et enregistrer des données à l'aide de la bibliothèque **SD** .

Il existe différents modèles de différents fournisseurs, mais ils fonctionnent tous de la même manière, en utilisant le protocole de communication SPI. Le module utilisé dans ce tutoriel est celui présenté dans la figure (II-10)[22].



Figure II-10: Le module de carte SD

II.6.1 Câblage des broches

Le module est connecté à l'Arduino via l'interface SPI et pour cela vous aurez besoin des broches SCK, MISO, MOSI et CS. Les cartes Arduino Uno ont des broches dédiées pour le bus SPI. Vous pouvez utiliser n'importe quelle broche libre du microcontrôleur pour la broche CS et spécifier ce changement dans le code. Par défaut, les broches des cartes énumérées dans le tableau ci-dessous[1] :

Tableau II-2 : connexion les pin Module carte SD avec les pin carte Arduino UNO

Module de carte SD	Câblage à Arduino Uno
VCC	3,3 V ou 5 V (fiche technique du module)
CS	4
MOSI	11
CLK	13
MISO	12
GND	GND

II.6.2 Préparation de la carte SD

La première étape lors de l'utilisation du module de carte SD avec Arduino consiste à formater la carte SD en FAT16 ou FAT32. Suivez les instructions ci-dessous.

1) Pour formater la carte SD, insérez-la dans votre ordinateur. Allez dans **Poste de travail** et faites un clic droit sur la **carte SD**. Sélectionnez **Format** comme indiqué dans la figure ci-dessous[22].

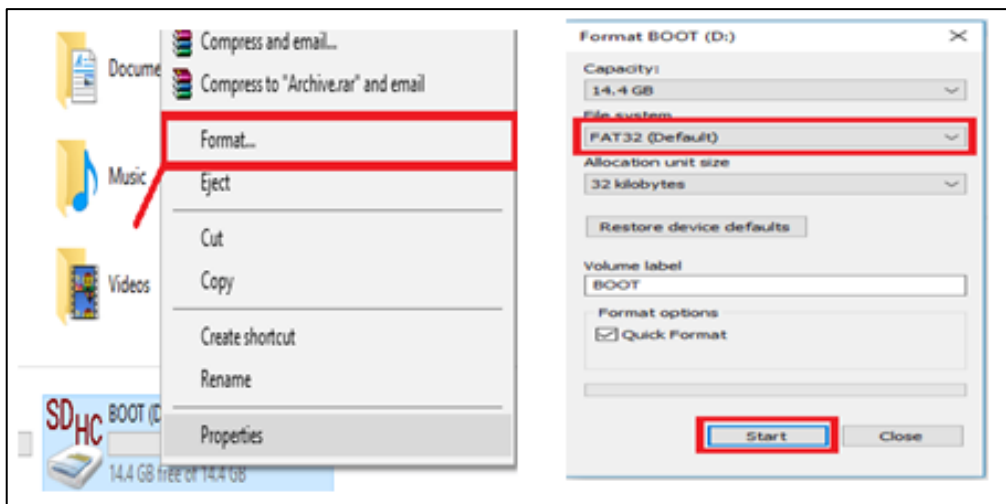
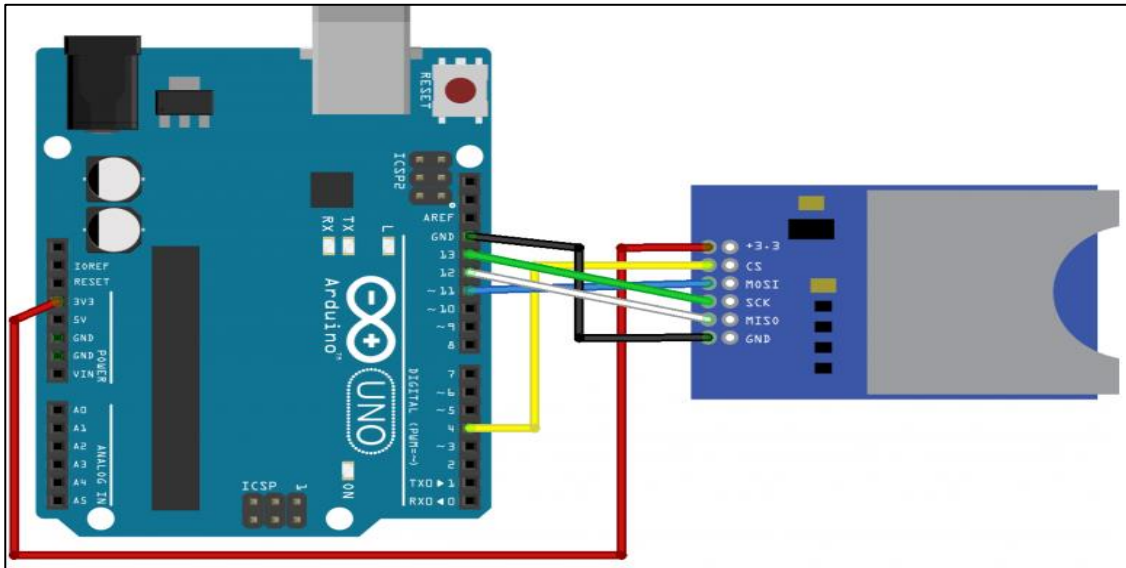


Figure II-11: formate de la carte SD

2) Une nouvelle fenêtre apparaît. Sélectionnez **FAT32**, appuyez sur **Démarrer** pour initialiser le processus de formatage et suivez les instructions à l'écran. Connectez le module de carte SD à

l'Arduino comme indiqué dans les schémas de circuit ci-dessous ou vérifiez le **câblage des broches** dans tableau II-2.

Figure II-12: Câblage le module SD avec carte Arduino Uno



II.6.3 Programme préparer et initialiser SD card

Pour vérifier la connexion du module sd à la carte Arduino et la mémoire flash, utilisez le sketch standard de la bibliothèque SD.h – CardInfo (exemple de code affiché dans ANNEXE 2).

Après avoir chargé le programme dans le microcontrôleur, ouvrez le moniteur du port série et vous y verrez des informations sur le système de fichiers, la capacité de mémoire disponible et la liste des fichiers avec leur date de création qui se trouvent sur la carte[23].

II.7 L'afficheur LCD I2C 160A

II.7.1 Définition

Un écran LCD 160A I2C est un écran à cristaux liquides (LCD) qui utilise la communication par bus I2C pour communiquer avec un microcontrôleur ou une carte de développement. "160A" fait référence à la taille de l'écran, qui est d'environ 160 mm de large. Les écrans LCD I2C sont couramment utilisés dans les projets électroniques et robotiques pour afficher des données ou des messages. Ils sont généralement compacts, peu coûteux et facilement intégrés dans de nombreux projets.

Pour utiliser l'écran LCD I2C 160A, nous devons d'abord le connecter à un microcontrôleur ou à une carte de développement compatible à l'aide des broches SDA et SCL pour les connexions de bus I2C. Vous devrez ensuite écrire du code en utilisant un langage de programmation compatible avec votre microcontrôleur ou votre carte de développement pour envoyer des données à l'écran et lui dire ce que nous voulons afficher[24].



Figure II-13: L'afficheur LCD I2C 160A

II.7.2 Principes de base des l'afficheur LCD I2C

- Ce type d'écran LCD est idéal pour afficher du texte et des chiffres, d'où le nom "LCD à caractères".
- L'écran LCD I2C que nous utilisons dans ce projet est livré avec un petit circuit supplémentaire fixé à l'arrière de l'unité.

- Cette unité comprend une puce PCF8574 (pour les communications I2C) et un potentiomètre de réglage du rétro éclairage LED.
- Un écran LCD se compose de petits rectangles qui composent les caractères individuels de l'écran LCD.
- Chaque rectangle se compose d'une grille de 5 x 8 pixels et vous pouvez contrôler les pixels individuels pour afficher des caractères personnalisés sur l'écran LCD [25].

II.7.3 *Spécifications de l'écran LCD 16 × I2C*

Tableau II-3: Les Spécification LCD I2C

Tension de fonctionnement	5V
Manette	Contrôleur LCD Hitachi HD44780
Adresse par défaut	0x27
Résolution d'écran	2 lignes × 16 caractères
Résolution des caractères	5 × 8 pixels
Dimensions des modules	80 × 36 × 12 mm
Dimensions de la zone de visualisation	64,5 × 16,4 mm

II.7.4 Connexions LCD I2C

Les connexions sont également indiquées dans le tableau ci-dessous et illustrées dans la figure II-14.

Tableau II-4: connexion des pin LCD I2C avec les pin carte Arduino UNO

LCD à caractères I2C	Arduin
GND	GND
VCC	5V
SDA	A4
SCL	A5

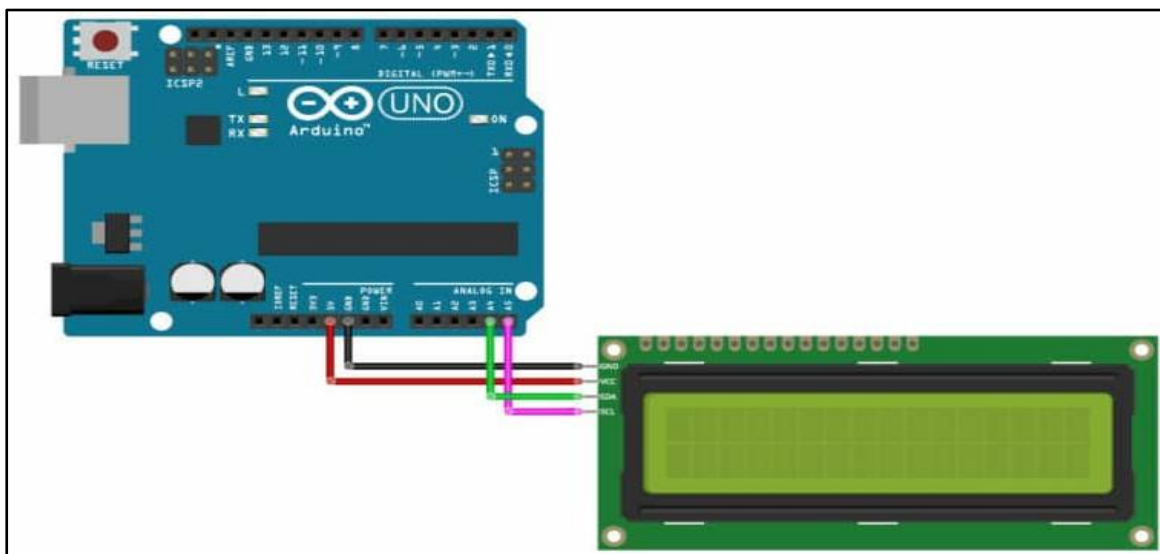


Figure II-14: Câblage LCD I2C avec carte arduino Uno

II.7.5 Installation de la bibliothèque LiquidCrystal_I2C Arduino

Dans ce projet, nous utiliserons la bibliothèque LiquidCrystal_I2C. Cette bibliothèque contient de nombreuses fonctions intégrées qui facilitent la programmation de l'écran LCD. La

bibliothèque LiquidCrystal_I2C fonctionne en conjonction avec la bibliothèque Wire.h qui vous permet de vous connecter à des périphériques I2C. Cette bibliothèque est préinstallée avec Arduino IDE.

Pour installer cette bibliothèque, accédez à Outils > Gérer les bibliothèques (Ctrl + Maj + I sous Windows) dans l'IDE Arduino. Le gestionnaire de bibliothèque ouvrira et mettra à jour la liste des bibliothèques installées[26].

Nous recherchons "liquidcrystal_i2c" et trouvons la bibliothèque de Frank de Brabander. Sélectionnez la dernière version, puis cliquez sur Installer (ANNEXE 3).



Figure II-15: Installation bibliothèque de Frank de Brabander

II.8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons mis en évidence les étapes nécessaires à la réalisation de notre projet en décrivant les différents outils matériels et logiciels pour la réalisation de notre projet. Nous avons divisé notre activité en deux parties : l'électronique et l'informatique.

Dans la partie électronique, nous mentionnons les différents composants et leur principe de fonctionnement et l'outil de connexion avec carte arduino .

Dans la partie informatique, nous avons abordé en détail Le logiciel Arduino IDE, qui permettent le bon fonctionnement de tous les éléments, constitutifs de ce projet et détecter les erreurs pour permis de développer la base de données. En tenant compte des limitations de compatibilité avec les Windows et terminaux (ordinateurs).

Le prochain chapitre sera consacré au développement et à la mise en place de notre système de pointage automatisé.

Chapitre III

Réalisation du Système de Pointage

CHAPITER III

Réalisation du système de pointage .III

III.1 INTRODUCTION

Dans ce présent chapitre, nous présentons les étapes à suivre pour réaliser un système de pointage basé sur RFID à l'aide d'Arduino. Chaque utilisateur reçoit une carte d'identité unique, ce qui permet de connaître ses informations personnelles et le temps de vérification dans le système pour gérer la présence et l'accès au système global.

À cet effet, nous avons divisé le travail qui suit en trois parties : la première concerne la conception d'indicateurs RFID et les différents composants décrits au chapitre précédent. La deuxième partie concerne la réalisation pratique et la programmation de notre système. Les différents essais effectués seront l'objet de la troisième partie de ce chapitre.

III.2 Présentation

Le système de pointage qu'on veut réaliser est basé sur l'identification par radio fréquence de 13,56 MHz. Les tags RFID autorisés sont stockés dans le microcontrôleur. Lorsque l'utilisateur présente son tag devant le lecteur, ses informations uniques sont comparées avec celles contenues dans le microcontrôleur, et dès qu'il y a une correspondance, le microcontrôleur allume la LED verte et l'utilisateur sera inscrit. Le nom de l'utilisateur et son identificateur de carte s'affichent sur l'écran LCD.

Si ce n'est pas le cas (non correspondance), le microcontrôleur allume la LED rouge et le BUZZER émet une impulsion sonore pendant 3 secondes pour alerter l'utilisateur. Le tout sera enregistré dans le logiciel Excel.

III.3 Liste des pièces requises

Pour concevoir un système de pointage basé sur RFID à l'aide d'Arduino, nous avons besoin des composants suivants :

Tableau III-1: Liste des composants utilisés

Nom du composant	Description	Prix en (DA)
Carte Arduino	Un Arduino UNO R3	2500
Module RFID	Un module RC522	1000
Module SD Carte		500
Carte SD		750
Buzzer	Un buzzer 5V	100
LED	Une LED rouge et une LED verte	40
Résistance	2 R 220ohm, 4 R 1Kohm	60
Afficheur LCD	Ecran LCD I2C 16x2	1200
Plaque d'essai		450
Fils de connexion	(50)Fils de cavalier	200
TOTAL		5600

III.4 Réalisation:

III.4.1 Réalisation par logiciel FRITZING :

Nous avons utilisé le logiciel FRITZING pour réaliser notre montage

Fritzing est un logiciel open source destiné à la conception de circuits électroniques, de schémas et de cartes de prototypage. Il permet aux utilisateurs de créer des représentations visuelles de leurs projets électroniques, en utilisant des composants électroniques virtuels, des fils de connexion et des cartes de circuits imprimés (PCB).

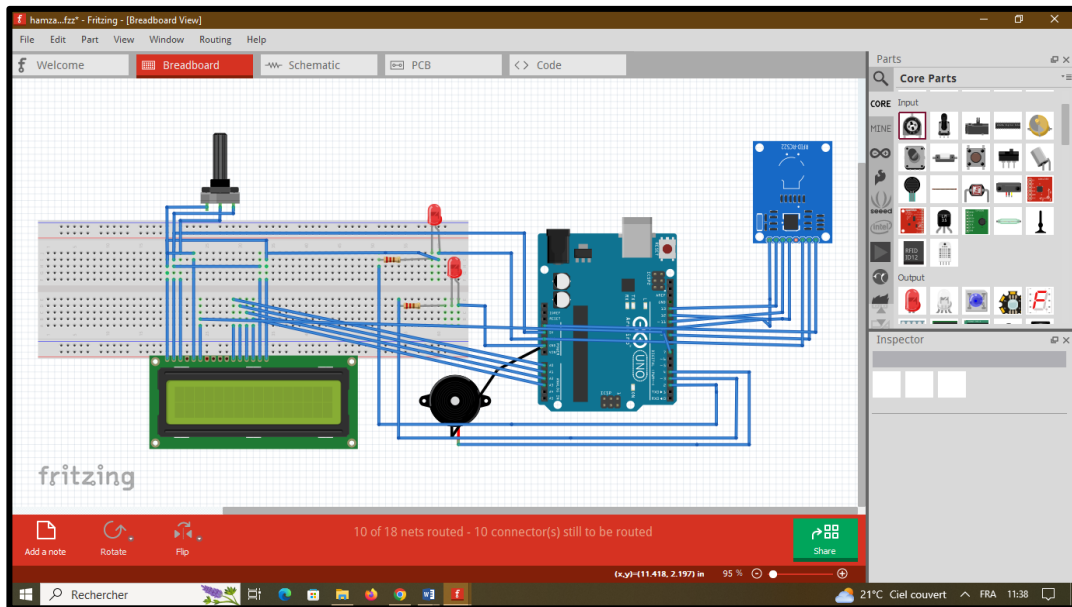


Figure III-1: interface de FRITZING

La Figure III-2 illustre le branchement des différents composants (modules RFID, module carte SD, LCD, LEDs, Buzzer) avec la carte Arduino UNO. Cette dernière qui contient un microcontrôleur qui sert à la fois de programmer, via un câble USB, et d'assurer une alimentation de 5V.

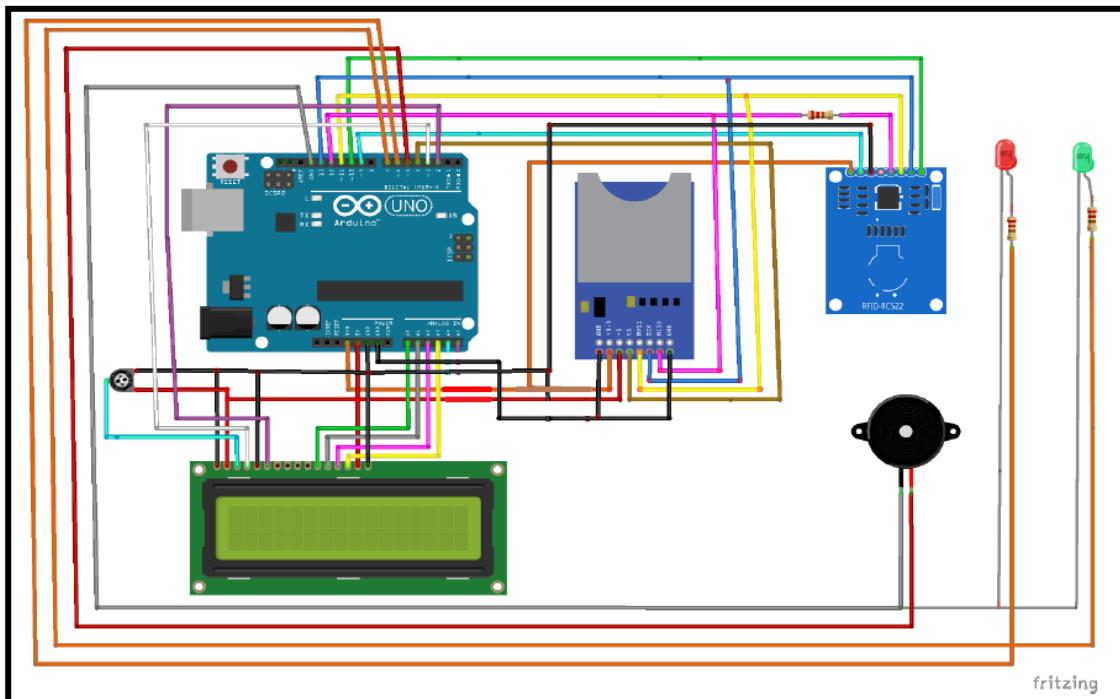


Figure III-2 : Schéma électronique du montage global

III.4.2 Réalisation pratique :

Après une étude générale des différents éléments constituant notre carte électronique, on passe maintenant à la réalisation physique de notre projet. Dans cette partie on touchera aux différents logiciels et outils utilisés pour la création de notre carte.

La figure III-3 montre le circuit global de notre projet sur la plaque d'essai :

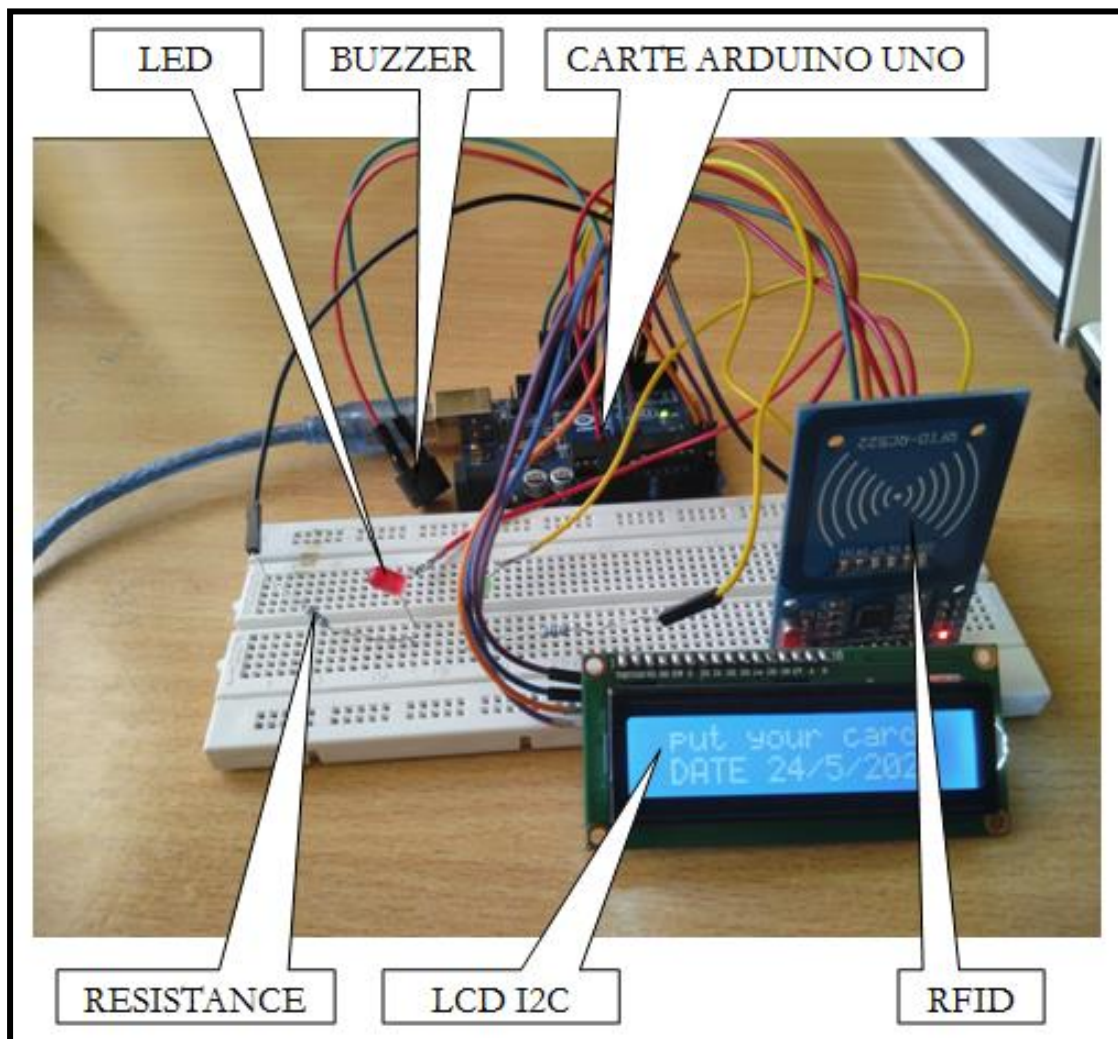


Figure III-3: Circuit global du système de pointage

III.5 Implémentation et validation

III.5.1 L'organigramme de fonctionnement

Ce diagramme permet de présenter les différentes étapes de fonctionnement du système à réaliser :

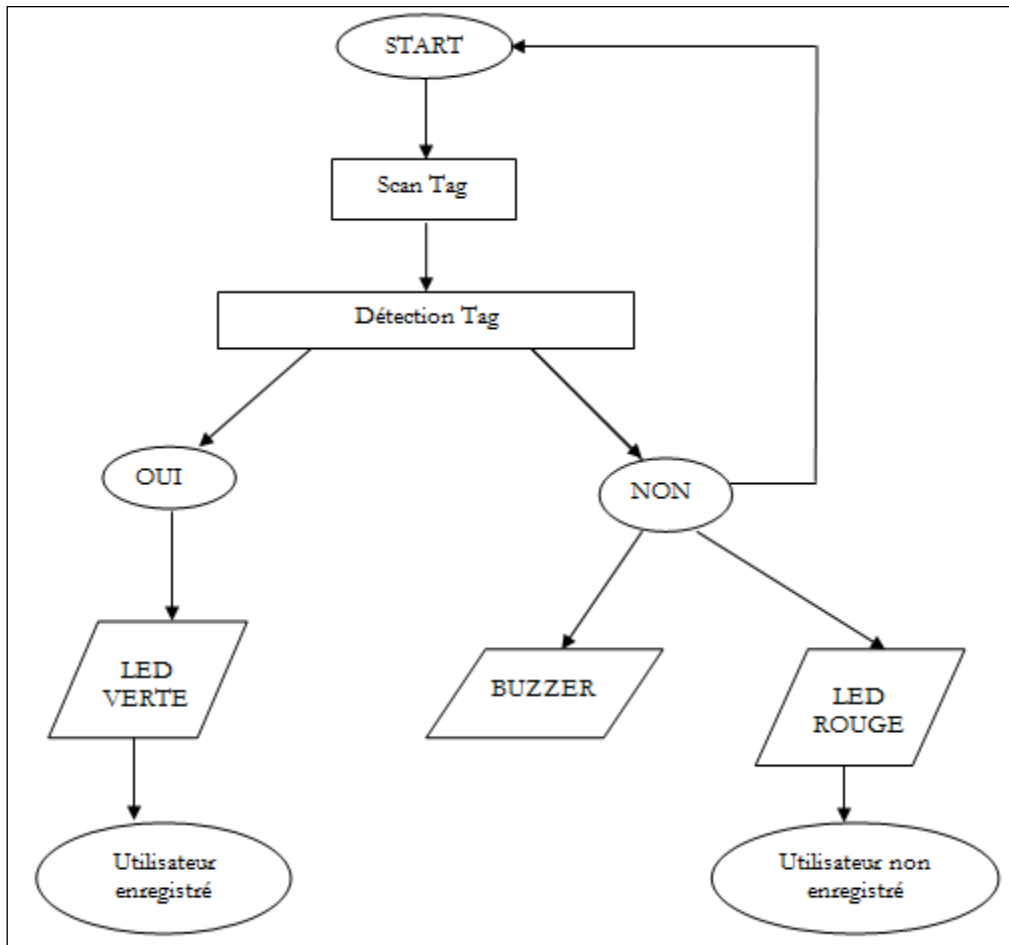


Figure III-4: Organigramme du système de pointage

III.5.2 Implémentation logiciel (Arduino IDE)

Après avoir présenté la phase réalisation de notre projet souhaité, on passe à la phase programmation à l'aide d'Arduino IDE.

Arduino IDE (Integrated Development Environment), aussi connu sous le nom environnement de développement intégré, est un logiciel open-source qui permet aux utilisateurs d'écrire et de télécharger le code informatique dans un environnement de travail en temps réel.

a. Test des modules RFID 522

La première étape consiste à reconnaître les UID pour les opérations à venir. Nous avons besoin de télécharger la librairie RFID (figure III-5) (ANNEXE 1)

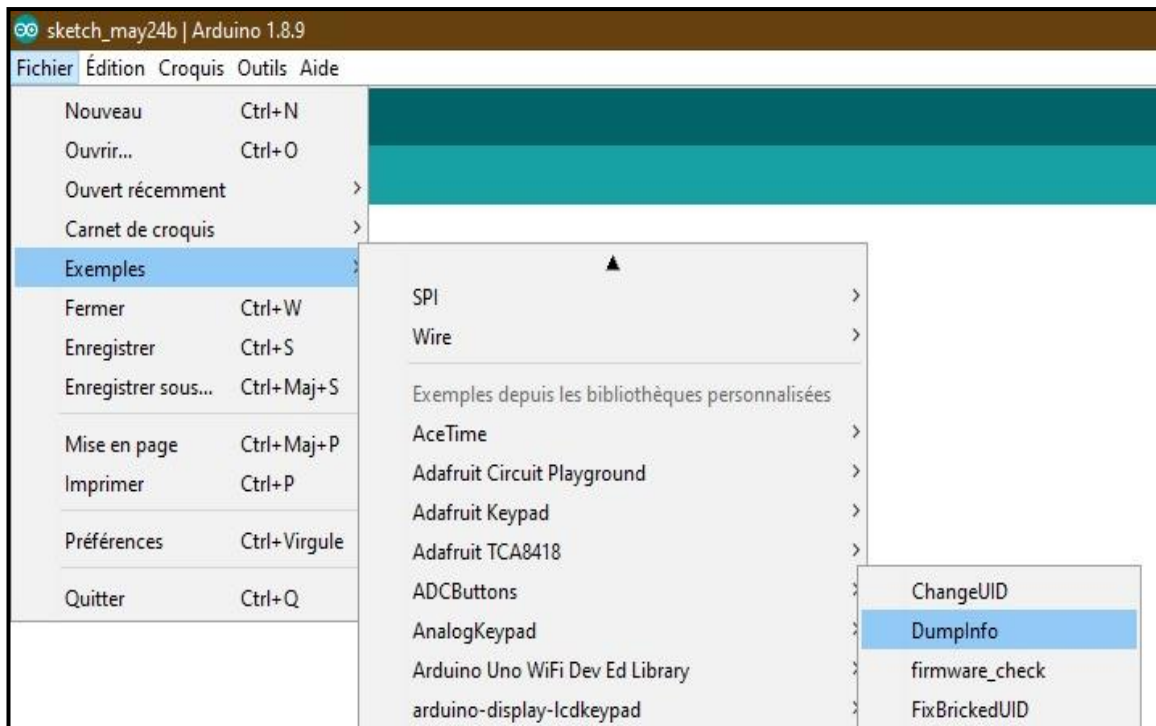


Figure III-5: Librairie RFID 522

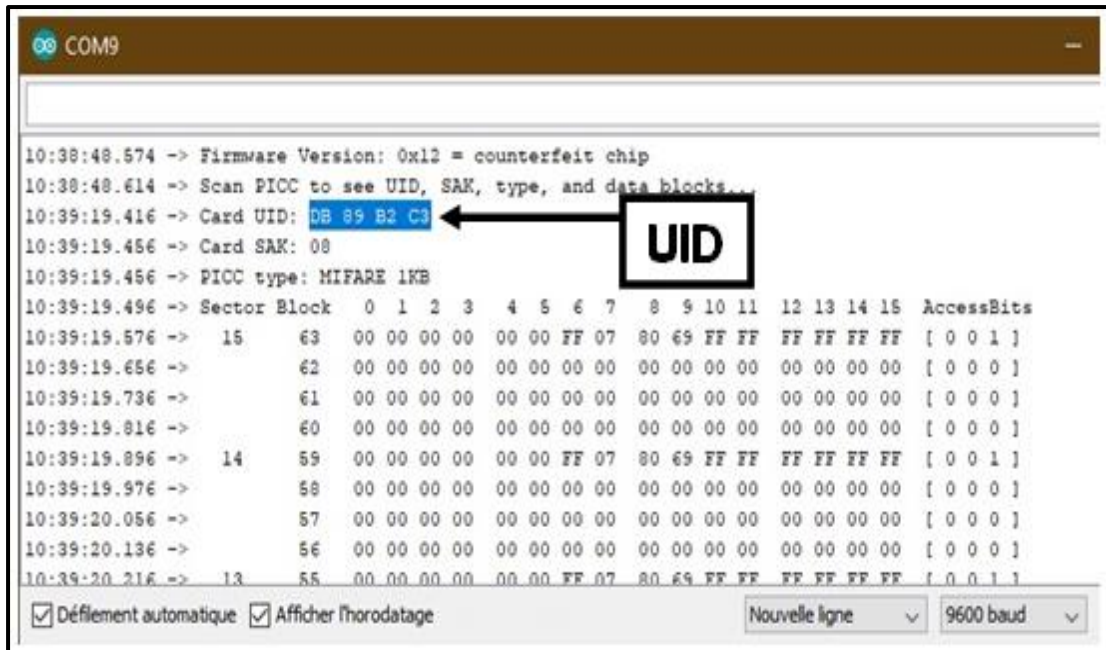
Une fois la librairie est téléchargée, le module RFID permet de lire l’ID de l’utilisateur pendant 5 secondes pour l’enregistrer dans la base de données.

Exemple de cartes ID (Tag) est illustré dans la figure III-6.



Figure III-6 : Carte utilisateur ID

Dès que l’enregistrement s’effectue, une fenêtre s’ouvre affichant ainsi l’identificateur de l’étudiant (figure III-7).



```

COM9
10:38:48.574 -> Firmware Version: 0x12 = counterfeit chip
10:38:48.614 -> Scan PICC to see UID, SAK, type, and data blocks...
10:39:19.416 -> Card UID: DB 89 B2 C3
10:39:19.456 -> Card SAK: 08
10:39:19.456 -> PICC type: MIFARE 1KB
10:39:19.496 -> Sector Block 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 AccessBits
10:39:19.576 -> 15 63 00 00 00 00 00 00 FF 07 80 69 FF FF FF FF FF FF [ 0 0 1 ]
10:39:19.656 -> 62 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 [ 0 0 0 ]
10:39:19.736 -> 61 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 [ 0 0 0 ]
10:39:19.816 -> 60 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 [ 0 0 0 ]
10:39:19.896 -> 14 59 00 00 00 00 00 00 FF 07 80 69 FF FF FF FF FF FF [ 0 0 1 ]
10:39:19.976 -> 58 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 [ 0 0 0 ]
10:39:20.056 -> 57 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 [ 0 0 0 ]
10:39:20.136 -> 56 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 [ 0 0 0 ]
10:39:20.216 -> 13 55 00 00 00 00 00 00 FF 07 80 69 FF FF FF FF FF FF [ 0 0 1 ]
 Défilement automatique  Afficher l'horodatage
Nouvelle ligne 9600 baud

```

Figure III-7: lire l'UID de la carte utilisateur

b. Teste de pointage

Avant de faire le test, on lance d'abord notre programme (annexe 5) par arduino IDE qui commence par importer les bibliothèques nécessaires.

- i. Dans un premier temps, notre système affiche le message « put your card » avec la date et le jour de l'opération (figure III-8).

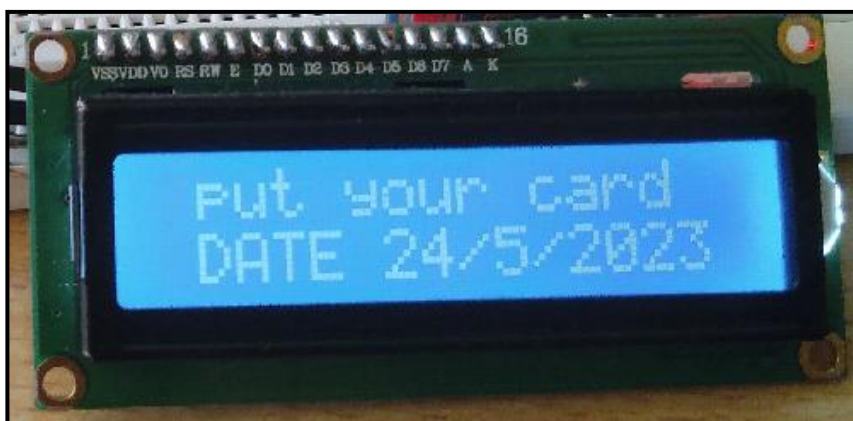


Figure III-8 : Etat initiale du système de pointage

- ii. Ensuite on déclare l'ID de notre utilisateur :

Exmple 1 : bouguerra hamza {0xDB, 0x89, 0xB2, 0xC3}

```
if(nuidPICC[0] == 0xDB && nuidPICC[1] == 0x89 && nuidPICC[2] == 0xB2 && nuidPICC[3] == 0xC3)
```

Exemple 2 : laroussi souhil {0X83, 0xCD, 0X02, 0X24}

```
else if(nuidPICC[0] == 0x83 && nuidPICC[1] == 0xCD && nuidPICC[2] == 0x02 && nuidPICC[3] == 0x24)
```

Le nouvel ID sera comparé avec l'ID de base. Si les deux IDs sont identiques, la LED verte s'allume avec l'enregistrement de la date et l'heure et le nom de l'utilisateur et son identificateur de carte s'affichent sur l'écran LCD (figure III-9 et III-10).

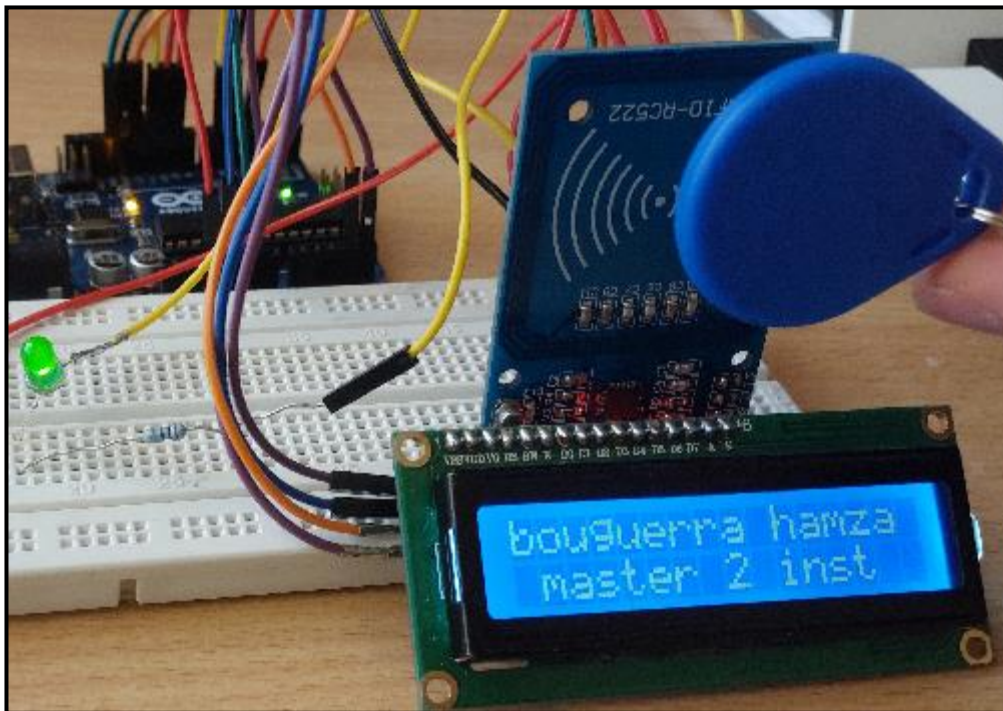


Figure III-9 : Exemple de pointage de premier utilisateur

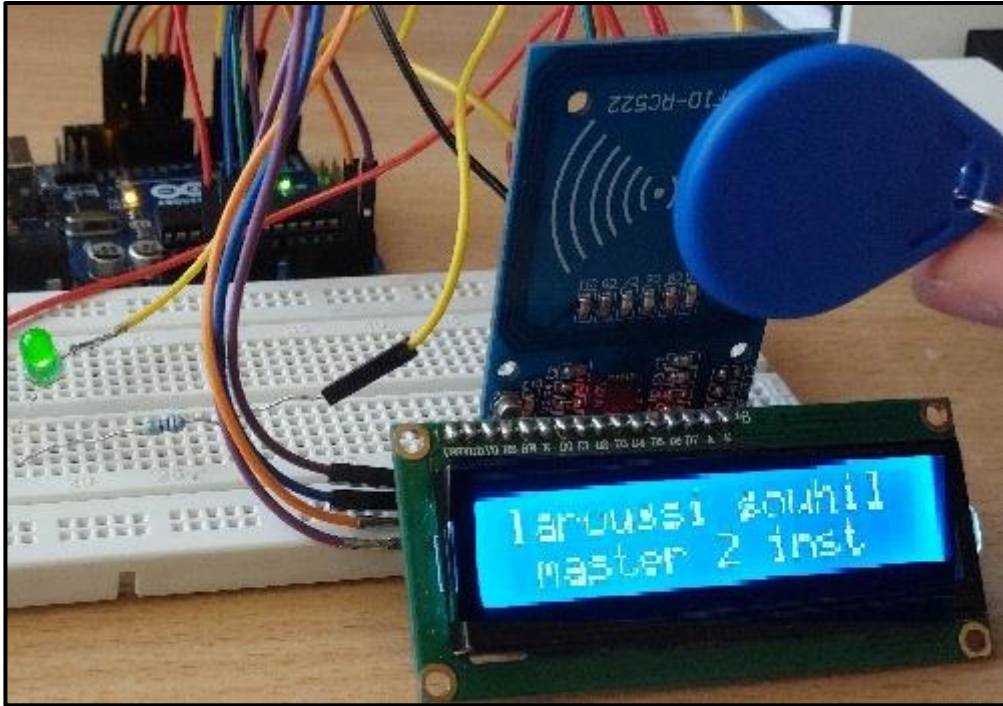


Figure III-10 : Exemple de pointage du deuxième utilisateur

- iii. Si les deux IDs ne sont pas identiques, la LED rouge s'allume avec un avertissement sonore par Buzzer pendant 3secondes. Par conséquent, le message « code not verified, try again » s'affichera sur l'écran LCD (figure III-11).

```
else
{
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.println("code not verifie");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.println("  try again  ");
  digitalWrite(redPin, HIGH);
  digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
  delay(3000);
  digitalWrite(redPin, LOW);
  digitalWrite(buzzerPin, LOW);
  lcd.clear();
}
```

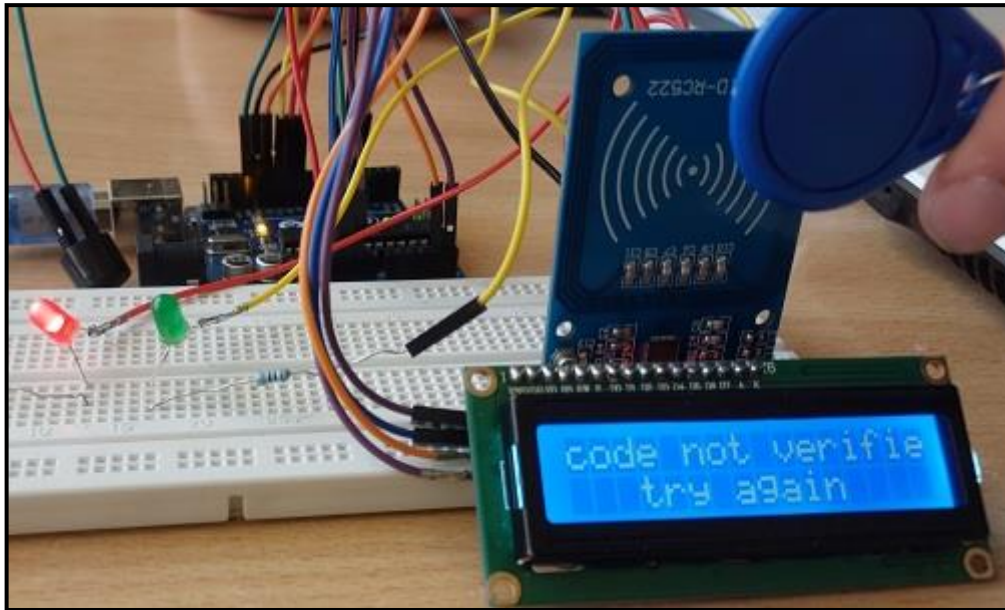


Figure III-11 : Utilisateur non enregistré

III.6 Création une feuille de pointage

pour créer une feuille de pointage automatique, pour notre système de pointage, on utilise un programme qui s'appelle PLX-DAQ v2

III.6.1 *PLX-DAQ v2*

Le PLX-DAQ v2 est un programme utilisé pour établir une communication facile entre Microsoft Excel et tout appareil prenant en charge le protocole de port série. Il a été intentionnellement écrit pour permettre la communication entre Arduino et Excel.

Il met à jour les enregistrements du pointage vers Excel toutes les 10 secondes, avec la possibilité d'imprimer les données sur une feuille et de créer un graphique avec toutes les informations.

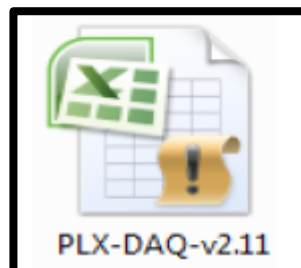


Figure III-12: logo PLX-DAQ-v2.11 Excel

III.6.2 *Principe de fonctionnement*

c. Configuration avec Arduino

- Dans la fonction de configuration du sketch Arduino, on inclue ces codes :
 - Serial.begin (9600);
 - Serial.println ("CLEARDATA");
 - Serial.println ("LABEL,Acolumn,Bcolumn,...");
 - Serial.println ("RESETTIMER").

- Les directives de contrôle du logiciel PLX-DAQ :
 - CLEARDATA : efface les données précédentes dans la colonne,
 - LABEL : spécifie le nom des colonnes,
 - RESETTIMER : réinitialise le temps interne.

- Dans la fonction loop(), on inclue d'abord cette directive de contrôle.
 - Serial.print ("DATA,TIME,ID"): DATA spécifie que le reste de la sortie série sera étiqueté comme données et enregistré dans la colonne.

- Enfin, il suffit d'imprimer les données qui ont été enregistrées via la commande :
 - Serial.println() ;
 - delay(100) ;

d. Configuration Excel

Après avoir ouvert la feuille de calcul Excel, on autorise l'Excel pour exécuter la macro "avertissement de sécurité" afin de nous afficher l'interface de PLX DAQ v2.
La figure III-13 montre les étapes à suivre :

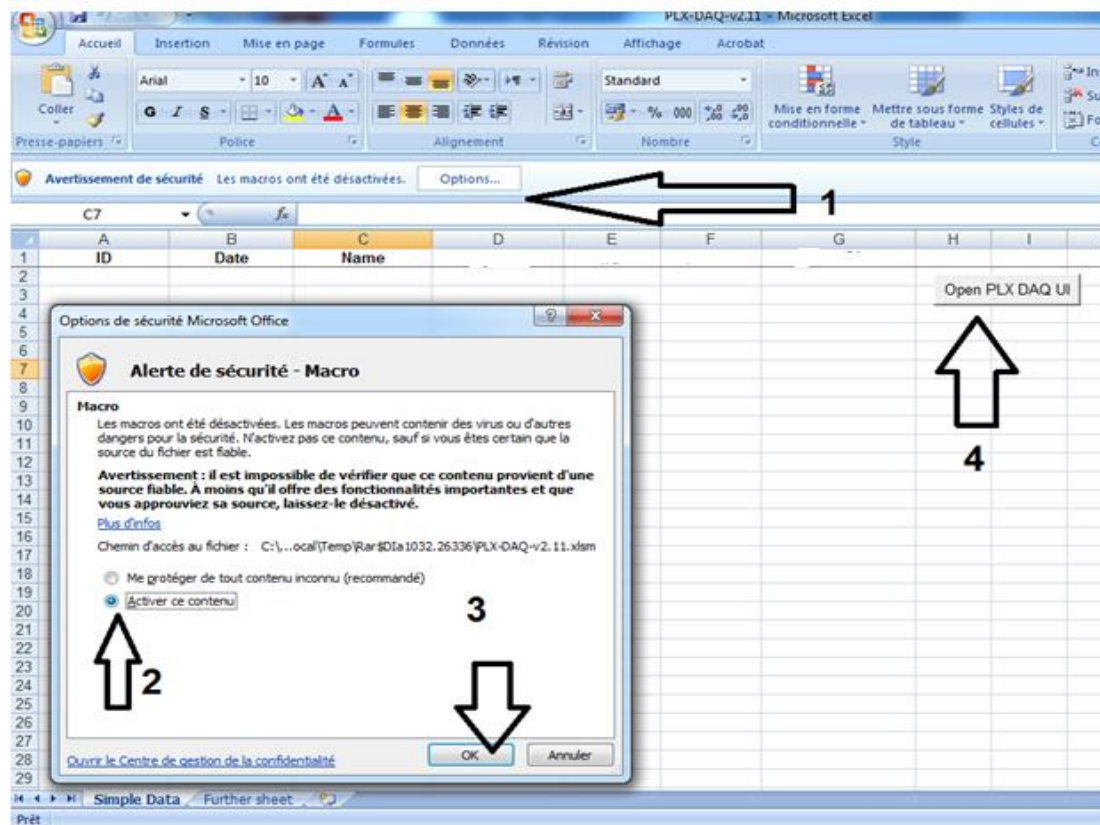


Figure III-13 : Etapes à suivre pour activer le macro avertissement de sécurité

La configuration PLX-DAQ.v2 s'effectue à travers la fenêtre ci-dessous :

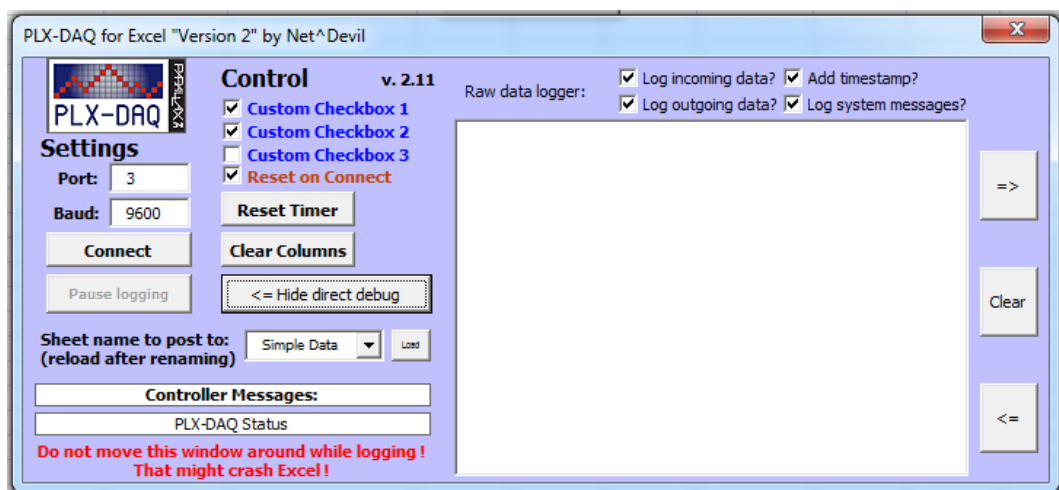


Figure III-14 : Acquisition des données à partir du fichier Excel

Cette fenêtre montre une feuille Excel avec trois onglets, qui sont des données simples (date, heure, RFID UID) don on peut modifier le tableau selon le besoin.

Après chaque passage d'une carte ID, Excel enregistre les données de chaque carte comme montre la figure ci-dessous :

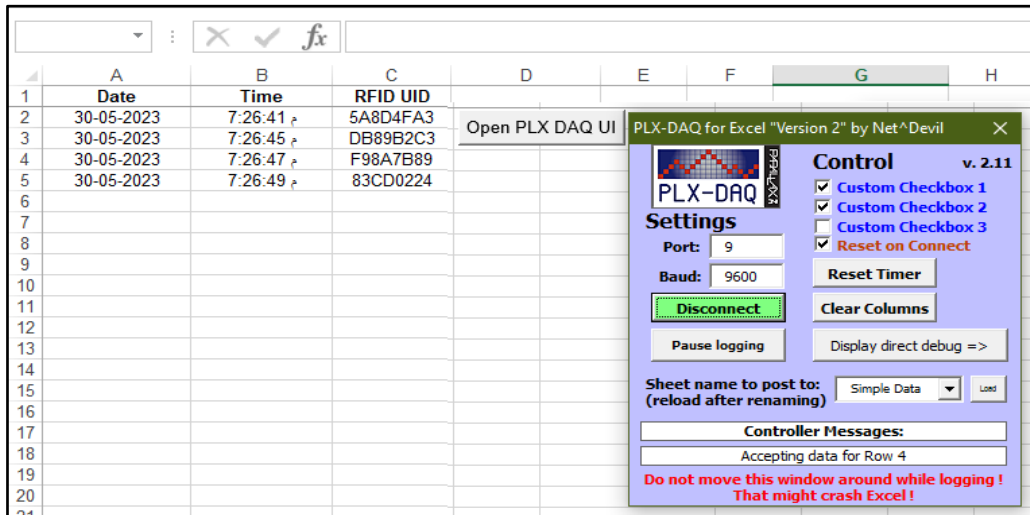


Figure III-15: Exemple de lecture de fichier Excel

III.7 Conclusion

Dans ce dernier chapitre, on a présenté les étapes à suivre pour créer et réaliser un système de pointage automatique basé sur la technologie RFID.

Nous avons commencé cette réalisation par une simulation dont on a utilisé le logiciel FRITZING., Passons ensuite à une nouvelle partie qui est assez importante car elle nous permettra d'implémenter nos choix technologiques pour la conception technique de notre système.

Enfin, nous avons testé le bon fonctionnement de notre pointeuse par le biais d'un afficheur LCD et un fichier Excel qui fait sauvegarder les données.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Le système de pointage est important, car il contribue activement dans la productivité de l'entreprise. Avec un tel système, tous les mouvements sont enregistrés, et le service administratif a une bonne visibilité sur les entrées et les sorties des salariés, ce qui facilite les contrôles.

Dans les années antérieures, le pointage était fait de manière manuelle, mais au fil des années il a connu un progrès considérable. Le système de pointage est réalisé désormais sous différentes formes. Il existe des systèmes de pointage mécanique, des systèmes de pointage mobile et des systèmes de pointage biométrique.

L'objectif de notre travail était la réalisation d'une pointeuse badgeuse basé sur la technologie RFID. Cette technologie a pour avantage de faire gagner du temps aux usagers et de permettre une lecture rapide des données (exemples : puces pour animaux domestiques, badges entrée, puces antivol, clé de voiture ...).

La RFID ou encore la Radio Frequency Identification est une méthode permettant de mémoriser et récupérer des données à distance. Le système est activé par un transfert d'énergie électromagnétique entre une étiquette radio et un émetteur RFID. L'étiquette radio composée d'une puce électronique et d'une antenne reçoit le signal radio émis par le lecteur lui aussi équipé d'une technologie RFID. Les composants permettent à la fois de lire et de répondre aux signaux.

Pour concrétiser ce genre de système de pointage, nous avons eu recours à un processus de développement et au langage de modélisations pour la phase de conception. Pour ce qui est de la phase réalisation, elle s'est caractérisée par l'utilisation du module RC522, de la carte SD et d'un afficheur LCD à l'aide de la plateforme Arduino. Sachant qu'après chaque passage du badge devant la pointeuse, les données (date, heure et ID) seront enregistrées automatiquement dans un fichier Excel sans intervention humaine.

Ce projet nous a été une source de découverte de plusieurs domaines et une occasion précieuse pour approfondir nos connaissances. De plus, il nous a donné une idée sur la complémentarité entre la théorie et la pratique. De plus, il nous a donné une idée sur la complémentarité entre les deux.

Malgré les difficultés rencontrées tout au long de notre travail, le plus important est que notre projet soit réellement exploitable.

Perspectives

Les pointeuses biométriques à empreintes digitales, les pointeuses à reconnaissance faciale et les pointeuses biométriques palmaires permettent de s'affranchir des contraintes liées aux badges (perte, vol, oubli, détérioration...) et apportent un grand confort d'utilisation. Elles présentent plusieurs avantages par rapport à d'autres méthodes de pointage telles que les cartes magnétiques, les codes PIN et les badges RFID.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- [1] *Ghouila Nejmeddine, «Système de Pointage par carte à puce Institut Supérieur Des Études» Technologiques De Mahdia, 2007/2008*
- [2] *IBERRAKEN Sabrina, « Réalisation d'un système de pointage des étudiants basé sur la technologie RFID » Université Abderrahmane Mira Béjaia, 2021-2022.*
- [3] *K. Finkenzeller, Fundamentals and applications in contactless smart cards, radio frequency identification and near-field communication, 3rd ed. Chichester, West Sussex ; Hoboken, NJ: Wiley, 2010.*
- [4] *D. M. Dobkin, The RF in RFID: UHF RFID in practice, Second edition. Amsterdam: Elsevier/Newnes, 2013.*
- [5] *H. Stockman, « Communication by Means of Reflected Power », Proc. IRE, vol. 36, no 10, p. 1196-1204, oct. 1948.*
- [6] *F. Marouf, « Etude et Conception d'Antennes Imprimées pour Identification Radio Fréquence RFID UHF », Thèse de Doctorat, université de tlemcen, 2013.*
- [7] http://igm.univmlv.fr/~dr/XPOSE2012/RFID_Modbus/RFID/histoire.html
- [8] <https://www.calameo.com/books/00068508872f75290aaa8>
- [9] *S. Lahiri, RFID Sourcebook. Pearson P T R, 2011.*
- [10] <https://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-4217/ed4217.pdf>
- [11] « *Different Types of RFID Systems | Impinj* ». Disponible sur: <https://www.impinj.com/about-rfid/types-of-rfid-systems/>.
- [12] *T. Igoe, Getting started with RFID, First edition. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc, 2012.*
- [13] *F. Daout, S. Jacquet, and X. Durocher, "Conception , Simulation , Réalisation et mesure d'une antenne imprimée rectangulaire 2 . 4 GHz. ", J3eA, vol. 8, p. 0001, 2009.*
- [14] *application sur Technologie RFID Réalisé par : Mr YAHIAOUI Billal Mr SFAÏHI Ali*
- [15] http://www.techmania.fr/arduino/Decouverte_arduino.pdf

- [16] *ZIANI-KERARTI Samir, KADI Oussama «ÉTUDE ET CONCEPTION D'UN SYSTEM DE PRÉSENCE AUTOMATIQUE PAR RFID »de master, université de Mostaghanem, 2018.*
- [17] <https://www.gotronic.fr/art-arduino-uno-a000066-12420.htm>
- [18] <https://arduino.blaisepascal.fr/presentation/logiciel/>
- [19] <https://www.electronique-mixte.fr/microcontrolleurs/rfid-controle-dacces-par-badge-avec-arduino/>
- [20] *MFRC522 Standard performance MIFARE and NTAG frontend. Rev. 3.9 — 27 April 2016. Product data sheet COMPANY PUBLIC.*
- [21] <https://www.gotronic.fr/pj2-sbc-rfid-rc522-fr-1439.pdf>
- [22] <https://randomnerdtutorials.com/guide-to-sd-card-module-with-arduino/>
- [23] <https://docs.arduino.cc/learn/programming/sd-guide>
- [24] https://www.robotique.tech/tutoriel/afficheur-i2c_lcd-1602a/
- [25] *mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master académique Oubira Bilal ,Djoualil Abdel halim « Étude et conception d'un système d'accès Sécurisé par la technologie RFID » Université 8Mai 1945 – Guelma, Juillet 2019*
- [26] <https://www.gotronic.fr/pj2-sbc-lcd16x2-fr-1441.pdf>

Annexe

annexe**ANNEXE1** : code pour carte rfid

```

#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#define RST_PIN    9
#define SS_PIN     10
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    while (!Serial);
    SPI.begin();
    mfrc522.PCD_Init();
    delay(4);
    mfrc522.PCD_DumpVersionToSerial();
    Serial.println(F("Scan PICC to see UID, SAK, type, and data
blocks..."));
}
void loop() {
    if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()) {
        return;
    }
    if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) {
        return;
    }
    mfrc522.PICC_DumpToSerial(&(mfrc522.uid));
}

```

ANNEXE2 :code pour preparer et initialiser SD card

```

#include <SPI.h>
#include <SD.h>
File myFile;
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    while (!Serial) {
    }
    Serial.print("Initializing SD card...");
    if (!SD.begin(4)) {
        Serial.println("initialization failed!");
        while (1);
    }
    Serial.println("initialization done.");
    if (SD.exists("example.txt")) {
        Serial.println("example.txt exists.");
    } else {
        Serial.println("example.txt doesn't exist.");
    }
    Serial.println("Creating example.txt...");
    myFile = SD.open("example.txt", FILE_WRITE);
    myFile.close();

    if (SD.exists("example.txt")) {

```

```

    Serial.println("example.txt exists.");
  } else {
    Serial.println("example.txt doesn't exist.");
  }
  Serial.println("Removing example.txt...");
  SD.remove("example.txt");
  if (SD.exists("example.txt")) {
    Serial.println("example.txt exists.");
  } else {
    Serial.println("example.txt doesn't exist.");
  }
}
void loop() {
}

```

ANNEXE3 :code pour fonctionnement de LCD I2C

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
void setup()
{
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(3,0);
  lcd.print("Hello, world!");
  lcd.setCursor(2,1);
  lcd.print("Ywrobot Arduino!");
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("Arduino LCM IIC 2004");
  lcd.setCursor(2,3);
  lcd.print("Power By Ec-yuan!");
}
void loop()
{
}

```

ANNEXE 4:Alimentation 5v DC

Pour alimenter notre système on a conçu un bloc d'alimentation composé en deux parties, l'une pour alimenter l'ATMega avec une valeur de 5V, composée d'un régulateur LM7805 et deux condensateurs de 10 μ F ; la deuxième partie composée d'un régulateur LM 317 monté avec un potentiomètre, une résistance de 1 k Ω et un condensateur de 10 μ F pour réduire la sortie jusqu'à 3,3V pour alimenter le module RFID (RC522)

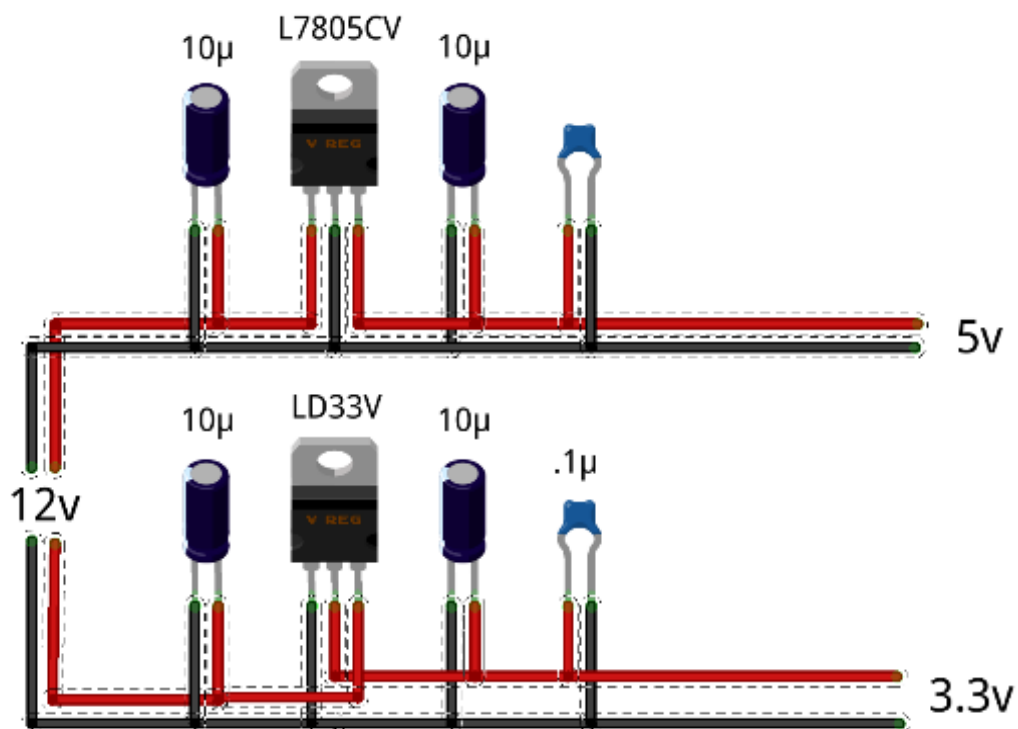


Figure représenter : schémas de l'unité d'alimentation 5V et 3,3V

ANNEXE 5:code complet de notre projet

```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <TimeLib.h>
#define SS_PIN 10
#define RST_PIN 9
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16,2);
MFRC522 rfid(SS_PIN, RST_PIN);
MFRC522::MIFARE_Key key;
byte nuidPICC[4];
int greenPin = 6;
int redPin = 5;
int buzzerPin = 4;
void setup() {
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  pinMode(greenPin,OUTPUT);
  pinMode(redPin,OUTPUT);
  pinMode(buzzerPin,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16,2);
  setTime(0,0,0,24,05,2023);
  SPI.begin();
```

```
rfid.PCD_Init();
for (byte i = 0; i < 6; i++) {
  key.keyByte[i] = 0xFF;
}
printHex(key.keyByte, MFRC522::MF_KEY_SIZE);
}
void loop() {
  lcd.setCursor(1,0);
  lcd.println("put your card ");
lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" DATE ");
lcd.print(day());
  lcd.print("/");
  lcd.print(month());
  lcd.print("/");
  lcd.print(year());
  if ( ! rfid.PICC_IsNewCardPresent())
    return;
  if ( ! rfid.PICC_ReadCardSerial())
    return;
  MFRC522::PICC_Type piccType = rfid.PICC_GetType(rfid.uid.sak);
  Serial.println(rfid.PICC_GetTypeName(piccType));
  if (piccType != MFRC522::PICC_TYPE_MIFARE_MINI &&
      piccType != MFRC522::PICC_TYPE_MIFARE_1K &&
      piccType != MFRC522::PICC_TYPE_MIFARE_4K) {
    return;
  }
  {for (byte i = 0; i < 4; i++) {
    nuidPICC[i] = rfid.uid.uidByte[i];
  }
  if(nuidPICC[0] == 0xDB && nuidPICC[1] == 0x89 && nuidPICC[2] == 0xB2 &&
nuidPICC[3] == 0xC3)
  {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.println("bouguerra hamza ");
lcd.setCursor(0,1);
    lcd.println(" master 2 inst ");
    digitalWrite(greenPin, HIGH);
    delay(3000);
    digitalWrite(greenPin, LOW);
    delay(1000);
    lcd.clear();
  }
  else if(nuidPICC[0] == 0x83 && nuidPICC[1] == 0xCD && nuidPICC[2] == 0x02 &&
nuidPICC[3] == 0x24)
  {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.println("laroussi souhil ");
lcd.setCursor(0,1);
    lcd.println(" master 2 inst ");
```

```

digitalWrite(greenPin, HIGH);
delay(2000);
digitalWrite(greenPin, LOW);
delay(1000);
lcd.clear();
}
else
{
lcd.setCursor(0,0);
lcd.println("code not verifie");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.println(" try again ");
digitalWrite(redPin, HIGH);
digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
delay(3000);
digitalWrite(redPin, LOW);
digitalWrite(buzzerPin, LOW);
lcd.clear();
}
}
rfid.PICC_HaltA();
rfid.PCD_StopCrypto1();
}
void printHex(byte *buffer, byte bufferSize) {
  for (byte i = 0; i < bufferSize; i++) {
    lcd.print(buffer[i] < 0x10 ? "" : "");
  }
}
void printDec(byte *buffer, byte bufferSize) {
  for (byte i = 0; i < bufferSize; i++) {
    lcd.print(buffer[i] < 0x10 ? "" : "");
  }
}
}

```

ANNEXE 6:code pour saisie dans EXEL

```

#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#define SS_PIN 10
#define RST_PIN 9
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);
byte nuidPICC[4];

int readsuccess;
byte readcard[4];
char str[32] = "";
String StrUID;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  SPI.begin();
  mfrc522.PCD_Init(); // Init MFRC522 card

```

```
Serial.println("CLEARDATA");
Serial.println("LABEL,Date,Time,RFID UID");
delay(1000);
Serial.println("Scan PICC to see UID...");
Serial.println("");
}
void loop() {
  readsuccess = getid();
  if(readsuccess){
    Serial.println( (String) "DATA,DATE,TIME," + StrUID );
  }
}
int getid(){
  if(!mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()){
    return 0;
  }
  if(!mfrc522.PICC_ReadCardSerial()){
    return 0;
  }
  Serial.println("THE UID OF THE SCANNED CARD IS:");
  for(int i=0;i<4;i++){
    readcard[i]=mfrc522.uid.uidByte[i]; //storing the UID of the tag in readcard
    array_to_string(readcard, 4, str);
    StrUID = str;
  }
  mfrc522.PICC_HaltA();
  return 1;
}
void array_to_string(byte array[], unsigned int len, char buffer[])
{
  for (unsigned int i = 0; i < len; i++)
  {
    byte nib1 = (array[i] >> 4) & 0x0F;
    byte nib2 = (array[i] >> 0) & 0x0F;
    buffer[i*2+0] = nib1 < 0xA ? '0' + nib1 : 'A' + nib1 - 0xA;
    buffer[i*2+1] = nib2 < 0xA ? '0' + nib2 : 'A' + nib2 - 0xA;
  }
  buffer[len*2] = '\0';
}
```