



# DEDICACES

Je dédie ce travail

A ma famille, elle qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui :

Particulièrement à mon père, pour le gout à l'effort qu'il suscite en moi, de par sa rigueur.

A toi ma mère, ceci est ma profonde gratitude pour ton éternel amour, que ce rapport soit le meilleur cadeau que je puisse t'offrir.

A mes frères, qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études.

A mes ami(e)s, pour tous les magnifiques instants que nous avons vécus ensemble.

A tous ceux qui me sont chers.

HAOUA

# REMERCIEMENT

J'aimerais adresser mes remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui m'ont appuyé au cours de ce parcours.

Je tiens en premier lieu à adresser ma reconnaissance et mes remerciements à mon encadreur de projet, directeur de l'entreprise ERITECH, Monsieur ERIC ROUAMBA, pour son encadrement et sa disponibilité, ainsi que pour la richesse et la qualité de son enseignement.

Je remercie également Madame (.....), pour sa collaboration et ses conseils précieux qui m'ont été d'une grande utilité lors de la réalisation de mon projet de fin d'étude.

Finalement je remercie mes parents, mes grand-frères et mes amis(es), pour leur amour et leur appui inconditionnels. Sans vous, mon projet ne se serait jamais réalisé.

Que tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin, trouvent ici l'expression de ma sincère gratitude.

DIA HAOUA TRAORE

# Table des matières

INTRODUCTION GENERALE .....	1
Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise .....	3
I. Introduction .....	3
II. Informations générales .....	3
1. Présentation de l'entreprise .....	3
2. Produits et Services.....	4
3. Historique .....	4
III. Conclusion .....	5
CHAPITRE 2 : Radiofréquence RF.....	7
I. PROBLEMATIQUE .....	7
➤ Problème sur la santé .....	7
1. Avantages de la radiofréquence.....	8
2. SOLUTIONS .....	9
II. Les modules RF .....	11
1. Introduction .....	11
2. Emetteur et récepteur radio fréquence RF .....	13
3. Principaux facteurs affectant les performances du module RF .....	16
III. Conclusion .....	17
CHAPITRE 3 : ESP-01.....	19
I. Introduction .....	19
1. Caractéristiques de l'ESP-01.....	20
II. Les paramètres importants de l'ESP-01.....	21
1. La puissance requise .....	21
2. LED intégrées .....	21
3. Antenne wifi intégrée .....	22
4. Mode d'utilisation.....	22
5. Compatibilité planche à pain.....	22
6. Micrologiciel par défaut.....	22

7.	Modes de démarrage pour ESP01 .....	22
8.	Dimensions de l'ESP01 .....	23
III.	Brochage de l'ESP-01 .....	23
1.	Rôles des broches .....	24
IV.	Utilisation de l'ESP01 .....	24
1.	ESP-01 avec un microcontrôleur fonctionnant à 3,3V .....	25
2.	ESP-01 avec un microcontrôleur fonctionnant en 5V .....	25
V.	Applications de l'ESP01 .....	26
VI.	CONCLUSION :.....	27
<b>CHAPITRE 4 : CARTE ELECTRONIQUE ET CONCEPTION DE LA CARTE.</b>		<b>29</b>
I.	Carte électronique .....	29
II.	Conception de la carte .....	29
1.	Schéma électronique .....	29
2.	Désignation du composant .....	34
3.	Outils nécessaires .....	35
4.	Vérification du montage sur plaque à essai.....	35
5.	Soudure des cartes .....	36
5.1.	Soudure de la carte commande .....	37
5.2.	Soudage de la carte réceptrice.....	38
5.3.	Carte réceptrice soudé.....	39
5.4.	Carte réceptrice soudé.....	39
6.	Schéma de câblage .....	40
III.	Conclusion .....	41
CONCLUSION GENERALE .....		41
Perspectives .....		43
Résumé .....		44

## LISTES DES FIGURES

Figure 2: Logo de l'entreprise ERITECH .....	4
Figure 3: Emetteur et récepteur de module radio 433Mhz .....	15
Figure 4: Module ESP-01 .....	20
Figure 5: Les broches de l'ESP01 .....	23
Figure 6: ESP01 avec un microcontrôleur fonctionnant à 3.3V .....	25
Figure 7: ESP01 avec un microcontrôleur fonctionnant en 5V .....	26
Figure 8: Schéma électronique de la partie commande .....	30
Figure 9: Schéma électronique de la partie réceptrice .....	30
Figure 10: Circuit imprimé (PCB) de la partie commande .....	31
Figure 11: Circuit imprimé (PCB) de la partie réceptrice .....	31
Figure 12: Visuel 3D de la carte émettrice .....	32
Figure 13: Visuel 3D de la carte réceptrice .....	32
Figure 14: Visuel 2D face composant de la carte émettrice .....	33
Figure 15: Visuel 2D face composant de la carte réceptrice .....	33
Figure 16: Visuel 2D face cuivre de la partie commande .....	34
Figure 17: Visuel 2D face cuivre de la partie réceptrice .....	34
Figure 18: Réalisation du système de commande sur une plaque à essai .....	36
Figure 19: Soudure de la carte commande .....	37
Figure 20: Fixation de l'alimentation 200V sur la carte émettrice .....	38
Figure 21: Soudure de la réceptrice .....	38
Figure 22: Fixation de l'ESP01 sur la carte réceptrice .....	39
Figure 23: Carte émettrice soudé .....	39
Figure 24: Carte réceptrice soudé .....	40

## LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les composants essentiels .....	35
Tableau 2: les outils.....	35

## LISTE DES ABREVIATIONS

AP: point d'accès  
ASK: amplitude-shift keying  
Dbm: puissance en milliwatts  
ESP: electronic stability program  
GPIO: general purpose input/output  
IDE: environnement de développement intégré  
IEEE: institute of electrical and electronics engineers  
IOT: internet of things  
ISM: industrielle scientifique et médicale  
MCU: microcontroller unit  
MHz: mégahertz  
MIFA: meandered inverted-f antenna  
PCB: polychlorobiphényles  
POC: proof of concept  
RF: Radio Fréquence  
SoC: système on a chip  
STA: statistique  
TTL: time to live  
UART: universal asynchronous receiver transmitter



# INTRODUCTION GENERALE

La révolution technologique a bouleversé notre société et a contribué à l'essor de nouvelles techniques en particulier dans le domaine des télécommunications, un domaine vaste et varié (Radars, satellites, téléphonie mobile...). Au fil des années, de nouveaux défis au niveau de la conception des émetteurs et des récepteurs radiofréquences (RF), se présentent aux industriels du domaine ; le but principal étant d'atteindre la meilleure performance en assurant un coût et un encombrement réduit du produit. A partir des années 1980, les circuits intégrés monolithiques micro-ondes ont été introduits dans la conception des systèmes de télécommunications. Ils ont permis de réaliser sur le même substrat plusieurs fonctionnalités (oscillateurs, mélangeurs, filtres, antennes, etc.) nécessaires pour la conception d'une chaîne d'émission/réception complète. Avec l'apparition de nouveaux standards sans fil, la diminution de la taille des composants est devenue indispensable pour concevoir des dispositifs plus compacts. Pour répondre à ces nouveaux besoins, les recherches se sont orientées vers la conception d'architectures RF flexibles basées sur l'intégration de composants reconfigurables (agiles) en fréquence (filtres, antennes, déphaseur, etc.). L'une des solutions retenues pour assurer l'agilité de ces composants est d'utiliser des commutateurs comme commande externe permettant l'adaptation de la réponse du dispositif à plusieurs fréquences.

# **CHAPITRE 1 : Présentation de l'entreprise**

# Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise

## I. Introduction

Dans ce chapitre on va présenter l'entreprise en citant des informations générales sur ERITECH, ses produits et ses services et de son historique.

## II. Informations générales

### 1. Présentation de l'entreprise

ERITECH a été créé à Sfax par Ms Arzouma Eric ROMBA ; elle est spécialisée dans la conception des composants électroniques notamment les systèmes embarqués, dans la sécurité électronique, incendie et supervision.

ERITECH a son siège social au Centre Millenium Bloc 8 2eme Etage-Bureau N°19, Route de la Marsa Sidi Daoud, 2046 La Marsa Tunis, Tunisie et est implantée à Sfax sur route Tunis pour ces activités.

ERITECH est à mesure de répondre à vos attentes en matière de conception de carte électronique, installation de système de sécurité ; électronique, incendie, supervision et la domotique sur l'ensemble de la Tunisie et à l'extérieur.

#### **Adresse :**

Adresse 1 : Centre millenium B19 Sidi Daoued 2046 Tunis

Adresse 2 : Route Tunis Km1 Sfax 3069

Téléphone : (+216) 29 61 73 60 / 53553994

Email : [www.eritech-tn.com](http://www.eritech-tn.com)



*Figure 1: Logo de l'entreprise ERITECH*

## 2. Produits et Services

ERITECH propose les produits suivants :

- Module pour commande de prise, lampe et appareil on/off ;
- Module de commande volet roulant, porte garage, portail, porte ;
- Module pour contrôle de chauffage et climatisation et la gestion de température
- Module pour la gestion de température
- Des modules d'assurances pour le confort et la gestion vocal des équipements
- Une application mobile Eritech Home

## 3. Historique

ERITECH est une société spécialisée dans la conception, vente et installation des systèmes électroniques (Domotique, Caméra surveillance, Alarme, Sonorisation, Electricité...) crée le 09 novembre 2021.

- Elaboration des machines de production
- Développement des différents modules de commande
- Création administrative

- Lancement de l'activité et premières ventes
- Elargissement de la gamme avec de nouvel model de produits

### III. Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté brièvement l'entreprise, parler de ses services et produits et énumérer son historique.

## **CHAPITRE 2 : La radiofréquence RF**

## CHAPITRE 2 : Radiofréquence RF

### I. PROBLEMATIQUE

#### ➤ Problème sur la santé

La téléphonie mobile et les nouvelles technologies de communication sans fil se sont développées de façon exponentielle à partir des années 90. Parallèlement des craintes sont apparues concernant de possibles effets délétères des ondes électromagnétiques de type radiofréquences, sur la santé. On entend tout et son contraire à ce propos. Pour les agences sanitaires, l'utilisation de ces ondes fait l'objet d'attention, mais ne paraît pas poser de problème dans la mesure où leur usage est encadré. Elles s'appuient sur des expertises collectives qui analysent en détail la littérature scientifique disponible pour évaluer le risque. La réglementation est fondée sur les bases scientifiques. Cependant, nombre d'articles de presse, d'émissions de radio ou télévision, de vidéos et de sites internet font régulièrement état de danger. Les radiofréquences seraient cancérogènes, dangereuses pour les enfants, pour la fertilité, pour l'immunité, etc. La 5G serait une nouvelle menace.

De nombreux facteurs entravent la transmission ou la réception d'un signal radio. Les problèmes les plus courants sont les interférences radio, les interférences électromagnétiques, les problèmes de câbles et les problèmes d'antenne.

#### ➤ Interférence électromagnétique

Les équipements non radio fonctionnant à proximité immédiate de l'équipement WLAN (éléments d'un réseau local sans fil) peut parfois générer des interférences électromagnétiques. Théoriquement, cette interférence peut affecter directement la réception et la transmission des signaux. Cependant, l'interférences électromagnétiques affecte plus probablement les composants de l'émetteur que la transmission.

Isoler l'équipement radio des sources potentielles d'interférences électromagnétiques afin de minimiser les effets possibles d'interférences électromagnétiques. Éloignez l'équipement de ces sources si possible. En outre, fournir une alimentation conditionnée à l'équipement WLAN afin de réduire les effets des interférences électromagnétiques sur les circuits d'alimentation.

#### ➤ Problèmes de câblage

Les câbles qui relient les antennes aux périphériques WLAN sont une source possible de problèmes de communication radio. Si vous configurez des ponts pour communiquer sur une longue distance, assurez-vous que les câbles d'antenne ne sont pas plus longs que nécessaire. Plus un câble est long, plus l'atténuation du signal est importante, ce qui réduit la puissance du signal et, par conséquent, la portée. Il existe un outil que vous pouvez utiliser pour calculer la distance maximale sur laquelle deux ponts peuvent communiquer en fonction des combinaisons d'antenne et de câble utilisées.

#### ➤ Problèmes d'antenne

En raison de la nature de la propagation des ondes radio, les périphériques dotés d'antennes omnidirectionnelles communiquent souvent de salle en salle. La densité des matériaux utilisés dans la construction d'un bâtiment détermine le nombre de murs que le signal RF peut traverser et maintient une couverture adéquate. Voici une liste de l'impact matériel sur la pénétration du signal :

- Les murs en papier peint ou en vinyle ont peu d'effet sur la traversée du signal.
- Les murs en béton massif et pré coulé limitent la pénétration du signal à un ou deux murs sans dégradation de la couverture.
- Les murs en béton et en béton limitent la pénétration du signal à trois ou quatre murs.
- Une paroi métallique épaisse provoque une réflexion des signaux. Cela entraîne une faible pénétration du signal.

Les modules RF sont largement utilisés dans la conception électronique en raison de la difficulté de concevoir des circuits radio. Une bonne conception de radio électronique est notoirement complexe en raison de la sensibilité des circuits radio, de la précision des composants et des dispositions nécessaires pour obtenir un fonctionnement sur une fréquence spécifique. De plus, un circuit de communication RF fiable nécessite une surveillance attentive du processus de fabrication pour garantir que les performances RF ne sont pas affectées de manière négative.

### 1. Avantages de la radiofréquence

Dans la communication, les fréquences radio sont utilisées dans les appareils de communication tels que les émetteurs , les récepteurs , les ordinateurs , les téléviseurs et les téléphones portables , pour n'en nommer que quelques-



uns. Les fréquences radio sont également appliquées dans les systèmes à courant porteur , y compris les circuits de téléphonie et de contrôle. Le circuit intégré MOS est la technologie à l'origine de la prolifération actuelle des dispositifs de télécommunications sans fil à radiofréquence tels que les téléphones portables .

Dans la médecine, les applications médicales de l'énergie des radiofréquences (RF), sous forme d' ondes électromagnétiques ( ondes radio ) ou de courants électriques, existent depuis plus de 125 ans, et incluent maintenant la diathermie , le traitement par hyperthermie du cancer, les scalpels électro chirurgicaux utilisés pour couper et cautériser dans les opérations et ablation par radiofréquence . L'imagerie par résonance magnétique (IRM) utilise des ondes de radiofréquence pour générer des images du corps humain.

Dans la vie courante, nous utilisons l'énergie RF dans presque tous les secteurs de votre vie quotidienne. Le matin, les nouvelles vous parviennent au moyen du service sans fil comme la radiodiffusion (radio AM et FM, télévision); le service sans fil vous permet de commander votre café en utilisant votre téléphone cellulaire; le service sans fil vous protège en fournissant la communication pour atteindre les services d'urgence (police, pompiers, ambulance); de plus, le service sans fil vous tient branché grâce aux dispositifs grand public comme le Wi-Fi, les appareils de surveillance bébé et les téléphones sans fil.

## 2. SOLUTIONS

Pour aider à mieux interpréter les données scientifiques, et par là même faciliter la prise de décision publique, il est apparu nécessaire à l'Anses (l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) d'une part d'adopter une démarche d'évaluation du niveau de preuve spécifique aux effets sanitaires potentiels des radiofréquences, et d'autre part de renforcer la description méthodologique des évaluations du risque dans ce domaine.

La limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz), pose le cadre de la limitation de l'exposition aux champs électromagnétiques, dans le but de protéger les personnes des effets avérés de

ces champs. En particulier, le Conseil de l'union européenne recommande que les États membres se dotent d'un cadre réglementaire limitant les expositions aux champs électromagnétiques, afin d'assurer un niveau élevé de protection de leur population.

Et la diminution de l'utilisation intensifs de téléphones mobiles évite l'augmentation du risque de tumeur cérébrale sur le long terme.

Aussi concernant les interférences électromagnétiques il faut isoler l'équipement radio des sources potentielles afin de minimiser les effets possibles d'interférences électromagnétiques. Éloignez l'équipement de ces sources si possible. En outre, fournir une alimentation conditionnée à l'équipement WLAN afin de réduire les effets des interférences électromagnétiques sur les circuits d'alimentation.

Ensuite à propos des problèmes de câblage comme tous les autres câbles réseau, pour une bonne installation des câbles, vous devez installer correctement les câbles d'antenne pour vous assurer que le signal transmis est propre et exempt d'interférences. Afin de s'assurer que les câbles respectent leurs spécifications, évitez les points suivants :

- Connexions perdues : la perte de connecteurs à chaque extrémité du câble entraîne un mauvais contact électrique et une dégradation de la qualité du signal.
- Câbles endommagés : les câbles d'antenne présentant des dommages physiques évidents ne sont pas conformes aux spécifications. Par exemple, les dommages provoquent parfois une réflexion induite du signal dans le câble.
- Câbles partagés avec les câbles d'alimentation : l'interférences électromagnétiques produites par les câbles d'alimentation peut affecter le signal sur le câble d'antenne.

Et pour les problèmes d'antenne, lorsque vous connectez deux points (par exemple, un pont Ethernet), vous devez tenir compte de la distance, des obstacles et de l'emplacement de l'antenne. Si vous pouvez installer les antennes à l'intérieur et que la distance est courte (plusieurs centaines de mètres).

Pour les longues distances de ½ mille ou plus, utilisez des antennes directionnelles à gain élevé. Ces antennes doivent être aussi hautes que possible et au-dessus des obstacles tels que les arbres et les bâtiments. Si vous

utilisez des antennes directionnelles, assurez-vous que vous les alignez de sorte que vous dirigez les lobes de puissance rayonnée principaux les uns vers les autres. Grâce à une configuration de ligne de visibilité et aux antennes Yagi, des distances allant jusqu'à 40 km à 2,4 GHz sont accessibles à l'aide des antennes paraboliques à disques, à condition qu'une ligne de site claire soit maintenue.

Utilisez la feuille de calcul des antennes (format Microsoft Excel) pour calculer la distance maximale que deux ponts peuvent communiquer en fonction des combinaisons d'antenne et de câble utilisées.

## II. Les modules RF

### 1. Introduction

Le terme module RF peut être appliqué à différents types, formes et tailles de petits circuits imprimés de sous-ensembles électroniques. Il peut également être appliqué à des modules sur une grande variété de fonctionnalités et de capacités. Les modules RF intègrent généralement une carte de circuit imprimé, un circuit d'émission ou de réception, une antenne et une interface série pour la communication avec le processeur hôte.

#### 1.1. Caractéristiques du module RF

- La fréquence du récepteur 433 MHz
- Fréquence typique du récepteur 105 Dbm
- Courant d'alimentation du récepteur 3,5 mA
- Faible consommation d'énergie
- La tension de fonctionnement du récepteur est de 5 V
- La gamme de fréquences de l'émetteur 433,92 MHz
- La tension d'alimentation de l'émetteur est comprise entre 3 V et 6 V
- La puissance de sortie de l'émetteur est comprise entre 4Dbm et 12Dbm

#### 1.2. Types de modules RF

La plupart des types standard bien connus sont couverts ici :

- Module émetteur
- Module récepteur
- Module émetteur-récepteur
- Système sur un module à puce.

#### ➤ Modules émetteurs

Un module émetteur RF est un petit sous-ensemble PCB capable de transmettre une onde radio et de moduler cette onde pour transporter des données. Les modules émetteurs sont généralement mis en œuvre à côté d'un microcontrôleur qui fournira des données au module qui peuvent être transmises. Les émetteurs RF sont généralement soumis à des exigences réglementaires qui dictent la puissance de sortie maximale autorisée de l'émetteur, les harmoniques et les exigences de limite de bande.

#### ➤ Module récepteur

Un module récepteur RF reçoit le signal RF modulé et le démodule. Il existe deux types de modules récepteurs RF : les récepteurs superhétérodynes et les récepteurs super régénératifs. Les modules super régénératifs sont généralement des conceptions à faible coût et à faible puissance utilisant une série d'amplificateurs pour extraire les données modulées d'une onde porteuse. Les modules super régénératifs sont généralement imprécis car leur fréquence de fonctionnement varie considérablement avec la température et la tension d'alimentation. Les récepteurs superhétérodynes ont un avantage de performance sur les super régénératifs ; ils offrent une précision et une stabilité accrues sur une grande tension et plage de température. Cette stabilité provient d'une conception à cristal fixe qui, dans le passé, avait tendance à signifier un produit comparativement plus cher. Cependant, les progrès dans la conception des puces réceptrices signifient désormais qu'il existe actuellement peu de différence de prix entre les modules récepteurs superhétérodynes et super régénératifs.

#### ➤ Module émetteur-récepteur

Un module émetteur-récepteur RF comprend à la fois un émetteur et un récepteur. Le circuit est généralement conçu pour un fonctionnement en semi-duplex, bien que des modules en duplex intégral soient disponibles, généralement à un coût plus élevé en raison de la complexité supplémentaire.

#### ➤ Système sur un module à puce

Un module SoC (system on a chip ou système sur une puce) est identique à un module émetteur-récepteur, mais il est souvent fabriqué avec un microcontrôleur intégré. Le microcontrôleur est généralement utilisé pour gérer la mise en paquets des données radio ou la gestion d'un protocole tel qu'un module conforme à la norme IEEE 802.15.4 . Ce type de module est typiquement utilisé pour des conceptions qui nécessitent un traitement supplémentaire pour se conformer à un protocole lorsque le concepteur ne souhaite pas intégrer ce traitement dans le microcontrôleur hôte.

## 2. Emetteur et récepteur radio fréquence RF

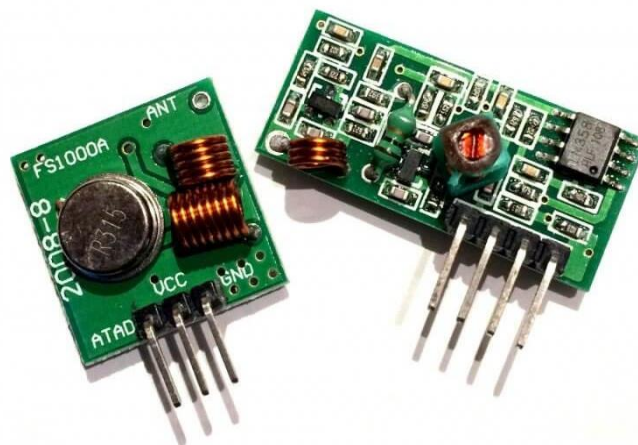
L'émetteur et le récepteur RF est un moyen facile de communiquer (à sens unique) deux appareils par radiofréquence. La plage correspondante varie entre 30 kHz et 300 GHz, dans le système de communication RF. Les données numériques sont représentées sous forme de variations de l'amplitude de l'onde porteuse. Cette modulation est connue sous le nom de clé de décalage d'amplitude (ASK). Ces signaux transmis par radiofréquence (RF) peuvent parcourir de longues distances. Ainsi, il peut être utilisé pour communiquer dans des applications à longue portée. La communication RF utilise une plage de fréquences spécifique pour communiquer entre deux appareils. Les signaux sur une bande de fréquence RF n'interféreront pas avec d'autres signaux RF de fréquence. Les signaux de radiofréquence peuvent être transmis en cas d'obstacles entre l'émetteur et le récepteur.

Dans de nombreux projets, nous utilisons des modules RF pour transmettre et recevoir les données car il a un volume d'applications plus élevé que l'IR. Le module émetteur-récepteur RF fonctionnera toujours dans une paire qui nécessite un émetteur et un récepteur pour envoyer et recevoir les données. Un émetteur ne peut envoyer que des informations et un récepteur ne peut que les recevoir, de sorte que les données peuvent être envoyées d'un bout à l'autre et non l'inverse.

Le module émetteur de forme carré, se compose de trois broches à savoir deux pour l'alimentation (VCC et GND) et une entrée (DATA). La broche Vcc a une tension d'entrée large de 3V à 12V. L'émetteur consomme un courant minimum de 9mA et peut monter jusqu'à 40mA pendant la transmission. La broche centrale (DATA) est la broche de données pour transmettre le signal. Ce signal modulé à l'aide de l'ASK puis envoyé à l'antenne à une fréquence de 433 MHz.

Le module récepteur RF a quatre broches, à savoir VCC, GND et deux broches centrales (DATA) comme indiqué ci-dessous. La broche Vcc doit être alimentée par une alimentation régulée de 5V. Le courant de fonctionnement de ce module est inférieur à 5,5 mA. Les broches VCC et GND servent à alimenter le module. On utilise l'une ou l'autre des deux broches DATA pour recueillir le message capté. DATA sont court-circuitées pour recevoir le signal 433Mhz de l'air. Ce signal est ensuite démodulé pour obtenir les données et envoyé via la broche de données.

Les deux modules comportent également un connecteur ANT qui permet d'ajouter une antenne.



**Émetteur**

**Récepteur**

*Figure 2: Émetteur et récepteur de module radio 433Mhz*

## 2.1. Caractéristiques de l'émetteur et du récepteur RF

- Fréquence du récepteur 433MHz
- Fréquence typique du récepteur 105Dbm
- Courant d'alimentation du récepteur 3,5mA
- Faible consommation d'énergie
- Tension de fonctionnement du récepteur 5v
- Gamme de fréquence de l'émetteur 433,92 MHz
- Tension d'alimentation de l'émetteur 3v ~ 6v

## 2.2. Domaine d'application du module émetteur et récepteur RF

- Surveillance des véhicules
- Télécommande
- Télémétrie
- Réseau sans fil à petite portée
- Relevé de compteur sans fil
- Systèmes de contrôle d'accès

- Systèmes de sécurité domestique sans fil
- Radiomessagerie de zone
- Système d'acquisition de données industrielles
- Lecture de balises radio
- Cartes à puce RF sans contact
- Terminaux de données sans fil
- Systèmes de protection incendie sans fil
- Acquisition de signaux biologiques
- Surveillance hydrologique et météorologique
- Télécommande robotique
- Transmissions de données sans fil
- Transmission vidéo /audio numérique
- Télécommande industrielle, télémétrie et télédétection
- Systèmes d'alarme et transmission sans fil pour divers types de signaux numériques à faible débit
- Télécommande pour divers types d'appareils électroménagers et de projets électroniques
- De nombreux autres domaines d'applications liés au contrôle sans fil RF
- Serveur web mobile pour la surveillance des personnes âgées

### 3. Principaux facteurs affectant les performances du module RF

Comme pour tout autre appareil RF, les performances d'un module RF dépendent d'un certain nombre de facteurs. Par exemple, en augmentant la puissance de l'émetteur, une plus grande distance de communication sera atteinte. Cependant, cela entraînera également une consommation d'énergie électrique plus élevée sur le dispositif émetteur, ce qui réduira la durée de vie des dispositifs alimentés par batterie. De plus, l'utilisation d'une puissance



d'émission plus élevée rendra le système plus sujet aux interférences avec d'autres appareils RF, et peut en fait rendre l'appareil illégal selon la juridiction. En conséquence, l'augmentation de la sensibilité du récepteur augmentera également la portée de communication effective, mais entraînera également potentiellement un dysfonctionnement en raison d'interférences provenant d'autres appareils RF.

### III. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de faire la description détaillée des modules émetteur / récepteur RF.

## **CHAPITRE 3 : L'ESP-01**

# CHAPITRE 3 : ESP-01

## I. Introduction

ESP-01 est un module Wifi qui permet au microcontrôleur d'accéder facilement au réseau Wifi. C'est l'une des puces Wifi principalement incorporées dans l'industrie, elle assimile les commutateurs d'antenne, le balun radiofréquence, l'amplificateur de puissance, l'amplificateur récepteur à faible bruit et les éléments exécutifs de puissance.

L'ESP-01 est un petit module permettant de connecter n'importe quel microcontrôleur (du moment qu'il possède un UART Rx/Tx) à un réseau Wifi. Il est principalement composé d'un ESP8266 fabriqué par la société Chinoise Expressif. Il existe d'autres modules à base d'ESP8266 avec plus ou moins de broches. L'ESP-01 est le plus petit. Le module ESP-01 possède 8 broches, il s'alimente en 3,3v (Attention PAS DE 5V).

L'aventure ESP8266 a démarré en 2014 et le module a gagné rapidement en popularité. Il existe maintenant de nombreuses cartes à base de processeur ESP8266. Leurs caractéristiques diffèrent notamment en termes de nombres de ports d'entrées-sorties ou de taille de la mémoire flash.

Dans la famille ESP8266, il n'y a, en pratique, que trois cartes qui se prêtent à l'expérimentation, à savoir qui dispose de broches enfichables : ESP-01, ESP-05 et ESP-201.

- L'ESP-01, qui dispose de quatre broches GPIO dont deux réservées à la liaison série. Il n'est pas enfichable sur une plaque de prototypage.
- L'ESP-05, qui ne dispose que de deux broches GPIO, réservées à la liaison série, et est plutôt destiné à fournir la fonctionnalité Wifi, par exemple à une carte Arduino, au travers de cette liaison.
- L'ESP-201, qui correspond à un ESP-12E équipé de broches, et qui fournit l'accès à toutes les fonctionnalités de l'ESP8266EX. Toutefois, la disposition de ses broches rend malaisée son utilisation sur les supports de prototypage standards. Il offre la double fonctionnalité de l'antenne externe.

Le module ESP-01 est appelé système sur puce (SOC) car il agit lui-même comme un microcontrôleur autonome, nous n'avons donc pas besoin de l'interfacer avec

un autre microcontrôleur (c'est-à-dire Arduino , Atmel, microcontrôleur PIC , etc.) afin pour utiliser ses broches d'E/S.

Il existe deux versions d'ESP 01 disponibles. Une ancienne édition de couleur bleue et une nouvelle édition de couleur noire qui s'appelle également ESP 01S. Le nouvel ESP01S a 1 Mo de mémoire flash tandis que l'ancien bleu a 512 K. Les deux ESP ont le même nombre de broches et de techniques de programmation sinon.

Dans notre projet nous avons utilisé le nouvel ESP01 de couleur noir.



*Figure 3: Module ESP-01*

## 1. Caractéristiques de l'ESP-01

### **ESP-01 :**

- Module Wi-Fi économique, compact et puissant
- Alimentation : 2,5 à 3,3 V CC, la tension maximale à supporter est de 3,6 V CC.
- Consommation actuelle : 100 mA
- Tension d'E/S : 3,6 V (max)
- Courant source d'E/S : 12 mA (max)

- MCU 32 bits basse consommation intégré à 80 MHz et peut aller jusqu'à 160 MHz par programmation
- Mémoire flash de 1Mo
- Prend en charge la communication série donc compatible avec de nombreuses plateformes de développement comme Arduino
- Peut être programmé à l'aide d'Arduino IDE ou de commandes AT
- Il prend en charge les modes STA/AP/STA+AP
- Il prend en charge la fonction Smart Link pour Android et appareils iOS
- 2 broches GPIO (GPIO 0, GPIO 2)
- 1 broche LED intégrée (GPIO 1 également appelée broche Tx)
- Température de fonctionnement extrême : -40 à 125 C.
- Pas de Bluetooth
- Pas de broche analogique

## II. Les paramètres importants de l'ESP-01

### 1. La puissance requise

C'est un appareil de faible puissance. Il ne nécessite que 3,3 V CC et la terre pour fonctionner. Dans des circonstances normales, sa plage de consommation de courant est jusqu'à 170 mA. Chaque broche peut fournir 12 mA de courant. Le courant maximum qu'il peut tirer est d'environ 320 mA. Pour un bon fonctionnement, la broche CH\_PD devait également être à 3,3 V CC.

### 2. LED intégrées

Le brochage ESP 01 se compose de deux LED intégrées :

**LED rouge** : C'est la LED d'alimentation et elle s'allume lorsqu'une tension appropriée est appliquée.

**LED bleue** : Elle indique le flux de données.

### 3. Antenne wifi intégrée

L'une des caractéristiques les plus importantes de ce petit module est une antenne Wifi intégrée mais efficace. L'antenne se présente sous la forme d'une piste PCB et est appelée MIFA (Meandered Inverted-F Antenna).

### 4. Mode d'utilisation

Trois modes d'utilisation de ce module selon les besoins.

- AP (mode point d'accès)
- STA (mode station)
- Modes AP et ST

### 5. Compatibilité planche à pain

À des fins de développement, chacun relais sur Bread Board. Malheureusement, cet ESP01 n'est pas compatible avec la planche à pain. Sois nous devons utiliser des fils de connexion, soit nous devons créer un petit adaptateur pour le connecter directement à Bread Board.

### 6. Micrologiciel par défaut

ESP 01 a un micrologiciel par défaut chargé en usine (SDK + API). Vous pouvez utiliser les commandes AT pour programmer en cas de micrologiciel par défaut. Cependant, vous pouvez y flasher votre firmware si nécessaire.

### 7. Modes de démarrage pour ESP01

**Mode normal** : C'est le mode dans lequel l'ESP 01 est utilisé pendant le fonctionnement normal. Dans ce mode, les GPIO 0 et 2 seront à l'état haut.

**Mode de programmation :** Le mode de programmation est utilisé lorsqu'un nouveau logiciel/micrologiciel doit être flashé sur ESP 01. Ce processus de programmation écrase le logiciel précédemment installé à partir du module. Vous pouvez utiliser Arduino ou n'importe quel convertisseur série. USB vers TTL pour le programmer. Dans ce mode, GPIO 0 est bas et GPIO 2 est haut.

### 8. Dimensions de l'ESP01

- Longueur : 14,3 mm
- Largeur : 24,8 mm
- Hauteur : 3mm
- Taille du tampon : 0,9 × 1,7 mm
- Pas de la broche : 2,54 mm

### III. Brochage de l'ESP-01

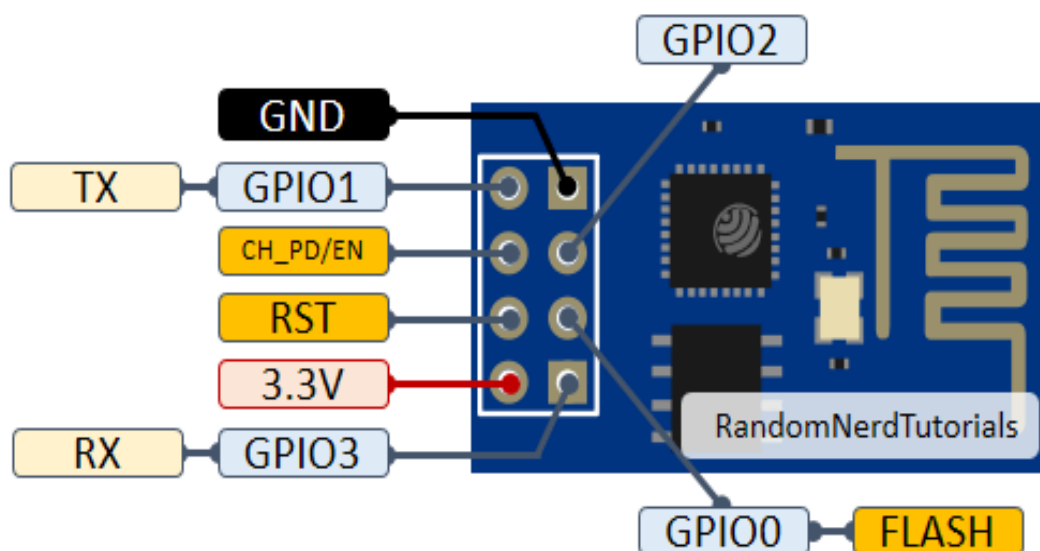


Figure 4: Les broches de l'ESP01

## 1. Rôles des broches

- Vcc : +3,3 V est appliqué sur cette broche. La tension maximale qu'il peut supporter est de 3,6 V.
- GND : Broche de terre
- Rx/GPIO 3 : Cette broche est utilisée pour recevoir des données.
- Tx/ GPIO 1 : : Cette broche est utilisée pour envoyer des données.
- CH\_PD : Il s'agit d'une broche de mise hors tension de la puce et il faut également 3,3 V pour faire fonctionner le module ESP01.
- GPIO 0 : Broche d'entrée/sortie à usage général 0. Nous la réglons sur Ground lorsque nous devons télécharger un nouveau code sur le module. C'est ce qu'on appelle le mode Programmation.
- GPIO 2 : Broche d'entrée/sortie à usage général 2. Nous utilisons généralement cette broche pour contrôler n'importe quelle charge.
- RST : Broche de réinitialisation. Il est utilisé pour réinitialiser le module. Pour réinitialiser, nous devons le rendre bas en nous connectant à Ground.

## IV. Utilisation de l'ESP01

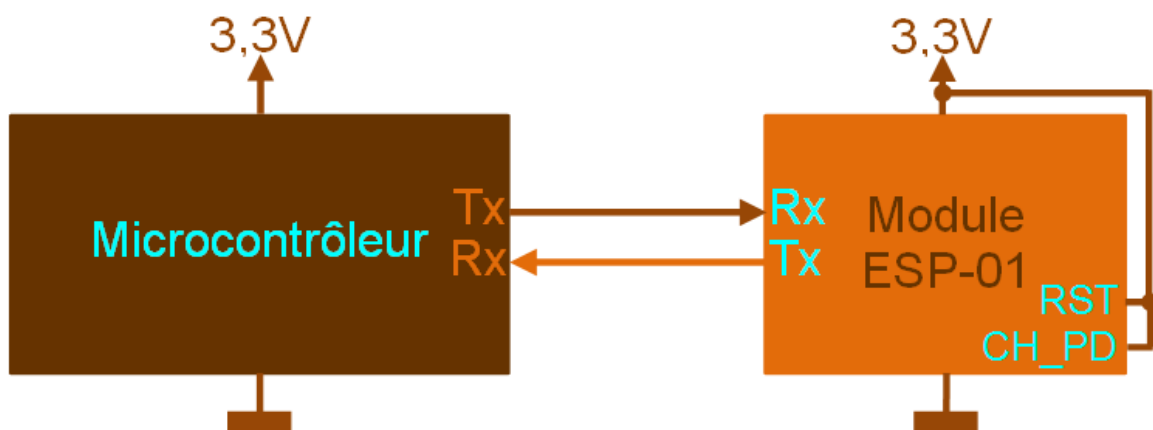
L'ESP01 est un appareil très convivial et peu coûteux pour fournir une connectivité Internet à vos projets. Le module peut fonctionner à la fois comme point d'accès (peut créer un point d'accès) et comme station (peut se connecter au Wi-Fi), il peut donc facilement récupérer des données et les télécharger sur Internet pour créer l'Internet des objets aussi simple que possible. Il peut également récupérer des données sur Internet à l'aide d'API, ce qui permet à votre projet d'accéder à toutes les informations disponibles sur Internet, ce qui le rend plus intelligent. Une autre caractéristique intéressante de ce module est qu'il peut être programmé à l'aide de l'IDE Arduino, ce qui le rend beaucoup plus convivial. Cependant, cette version du module n'a que 2 broches GPIO (vous pouvez le pirater pour en utiliser jusqu'à 4), vous devez donc l'utiliser avec un autre microcontrôleur comme Arduino. , sinon vous pouvez regarder sur le plus de versions autonomes ESP-12 ou ESP-32. Donc, si vous recherchez un module pour démarrer avec IOT ou pour fournir une connectivité Internet à votre projet, ce module est le bon choix pour vous.



Le module ESP8266 s'alimente en 3,3V et non en 5V. Même si l'ESP-01 est plutôt tolérant, il est fortement recommandé d'adapter le niveau de tension si l'alimentation provient d'une source en 5V. Sans cette précaution vous risquez tout simplement d'endommager, voire de détruire le module.

Ce mode de fonctionnement utilise les bornes Rx et Tx. La connexion avec un microcontrôleur se fait comme indiqué ci-dessous :

### 1. ESP-01 avec un microcontrôleur fonctionnant à 3,3V



*Figure 5: ESP01 avec un microcontrôleur fonctionnant à 3.3V*

Notez bien que le Tx du microcontrôleur est connecté au Rx de l'ESP et inversement. Ceci est logique : Ce qui est envoyé par le microcontrôleur doit être reçu par l'ESP et ce qui est envoyé par l'ESP doit être reçu par le microcontrôleur.

### 2. ESP-01 avec un microcontrôleur fonctionnant en 5V

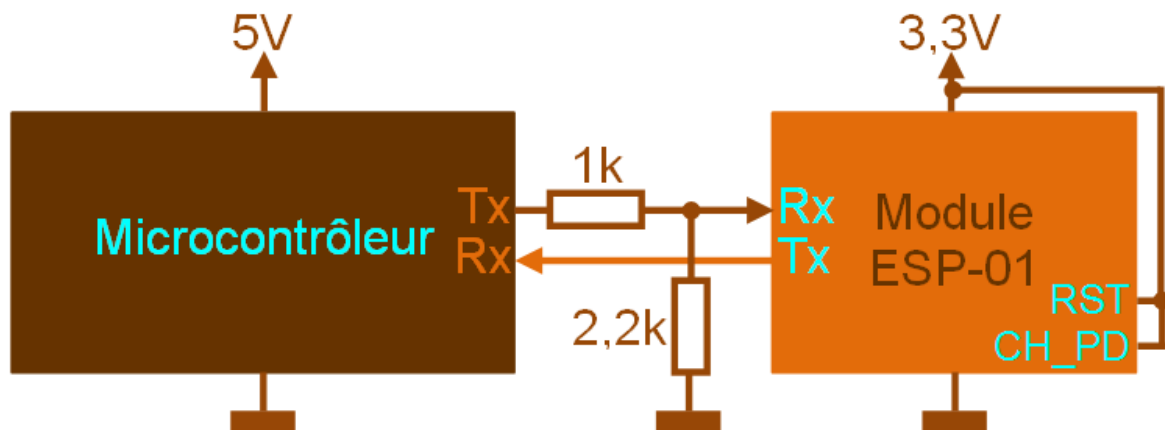


Figure 6: ESP01 avec un microcontrôleur fonctionnant en 5V

La commande se fait par l'intermédiaire de commandes AT (langage de commande anciennement utilisé par les modems et également par les modules Bluetooth).

### ➤ Description d'une commande AT :

Une commande AT commence toujours par "AT+" suivi de la commande à envoyer. En retour le module renvoie "OK" pour indiquer le bon déroulement de la commande.

Ce module relais tient sans problème dans la boîte d'encastrement standard d'un interrupteur mural et permet de transformer celui-ci en interrupteur télécommandé par un smartphone en utilisant la fonctionnalité Wifi. Il faut bien entendu lui fournir une alimentation, ce qui est réalisé avec le module alimentation présenté ci-dessous, qui se logera également sans difficulté dans le boîtier encastré.

## V. Applications de l'ESP01

- Projets IoT
- Portails de points d'accès
- Enregistrement de données sans fil
- Domotique intelligente

- Apprendre les bases du réseautage
- Électronique portative
- Ampoules et douilles intelligentes

## VI. CONCLUSION :

Ce chapitre nous a permis de faire la description détaillée de l'ESP01.

Nous allons présenter la carte électronique et la conception de la carte.

## **CHAPITRE 4 : Carte électronique et conception de la carte**

# CHAPITRE 4 : CARTE ELECTRONIQUE ET CONCEPTION DE LA CARTE

## I. Carte électronique

Nous avons deux cartes dont une est composée d'un émetteur et l'autre est composée d'un récepteur et un ESP01.

Notre carte est constituée d'une paire d'émetteur et de récepteur RF utilisée pour la communication sans fil et un ESP01 permettant la connexion du microcontrôleur à un réseau wifi.

- Partie commande : dans cette partie nous utiliserons une carte émetteur RF alimenté avec une pile de 12V. L'émetteur consistera à envoyer le signal dans la partie réceptrice.
- Partie réceptrice : nous utiliserons une carte réceptrice RF et un ESP01 avec une alimentation de 220V. Elle recevra le signal envoyé par la commande qui lui permettra d'allumer la lampe.

## II. Conception de la carte

### 1. Schéma électronique

Pour réaliser notre carte électronique nous avons utilisé le logiciel EasyEDA qui permet de dessiner le schéma électronique de la carte puis le converti en une forme PCB et enfin de déterminer la forme 3D(réelle).

EasyEDA est une suite d'outils EDA basée sur le Web qui permet aux ingénieurs en matériel de concevoir, de simuler, de partager - publiquement et en privé - et de discuter de schémas , de simulations et de cartes de circuits imprimés . Les autres fonctionnalités incluent la création d'une nomenclature , de fichiers Gerber et de fichiers de sélection et de placement et de sorties documentaires aux formats PDF, PNG et SVG.

EasyEDA permet la création et l'édition de schémas de principe, la simulation SPICE de circuits mixtes analogiques et numériques et la création et

l'édition de schémas de circuits imprimés et, éventuellement, la fabrication de cartes de circuits imprimés. Avec EasyEDA la conception, la simulation de fonctionnement et la création du circuit imprimé (PCB) se font dans votre navigateur.

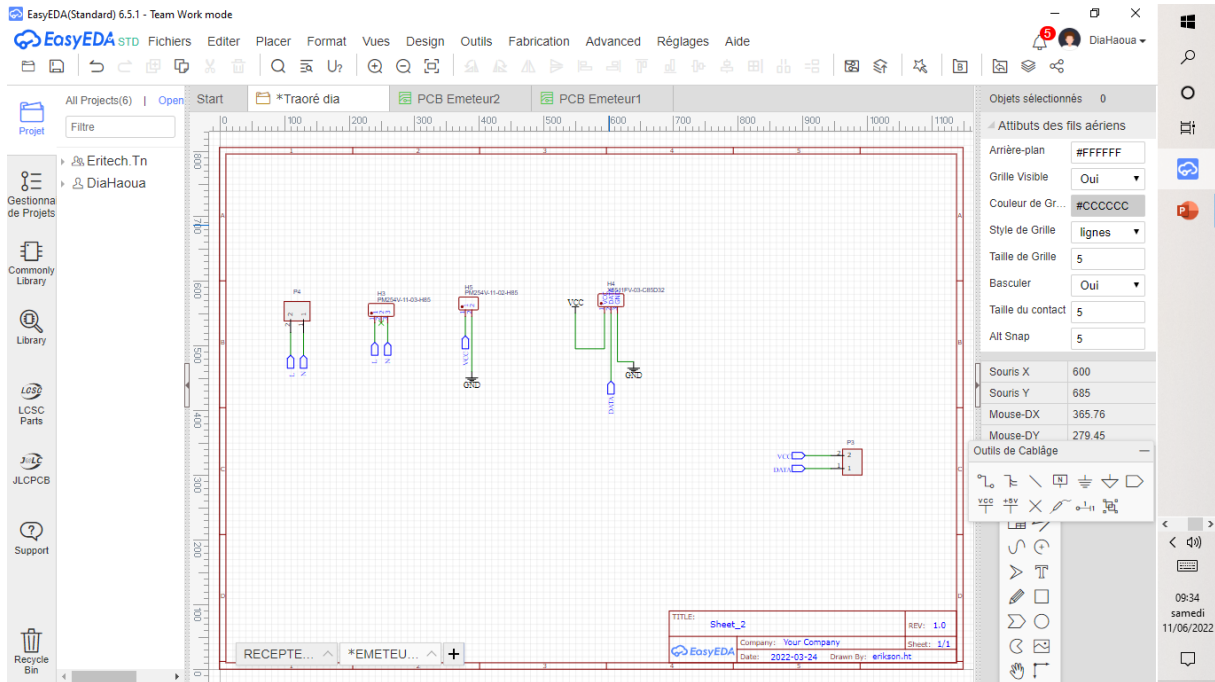


Figure 7: Schéma électronique de la partie commande

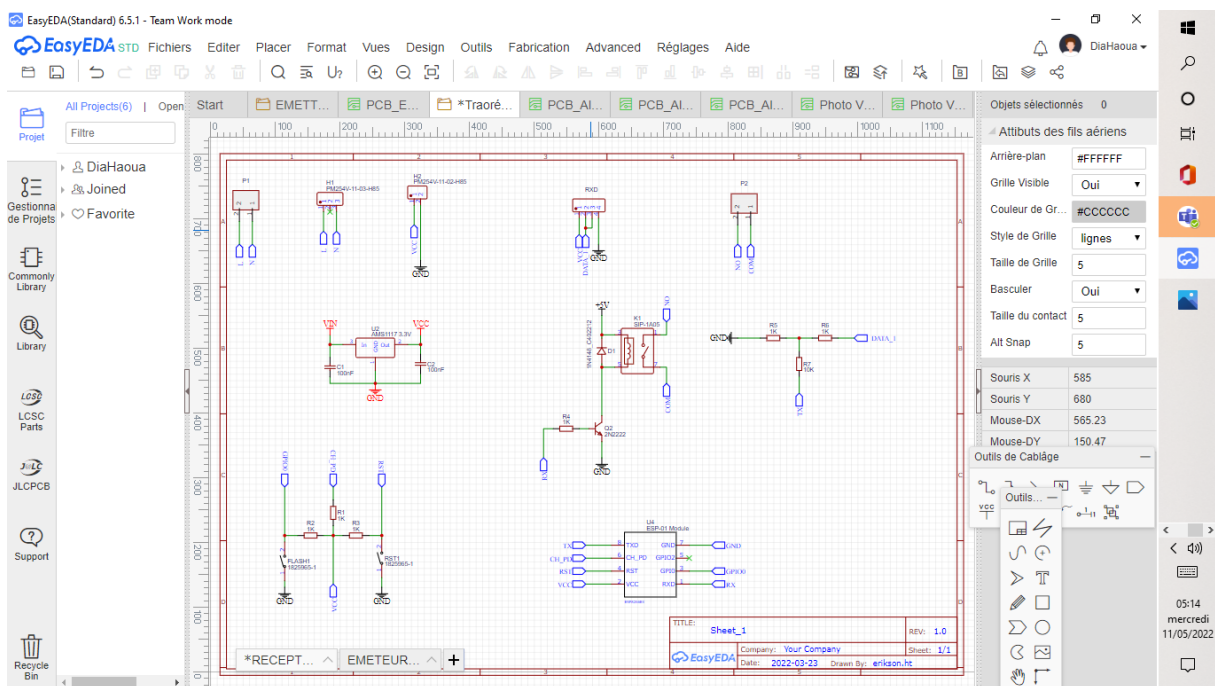


Figure 8: Schéma électronique de la partie réceptrice



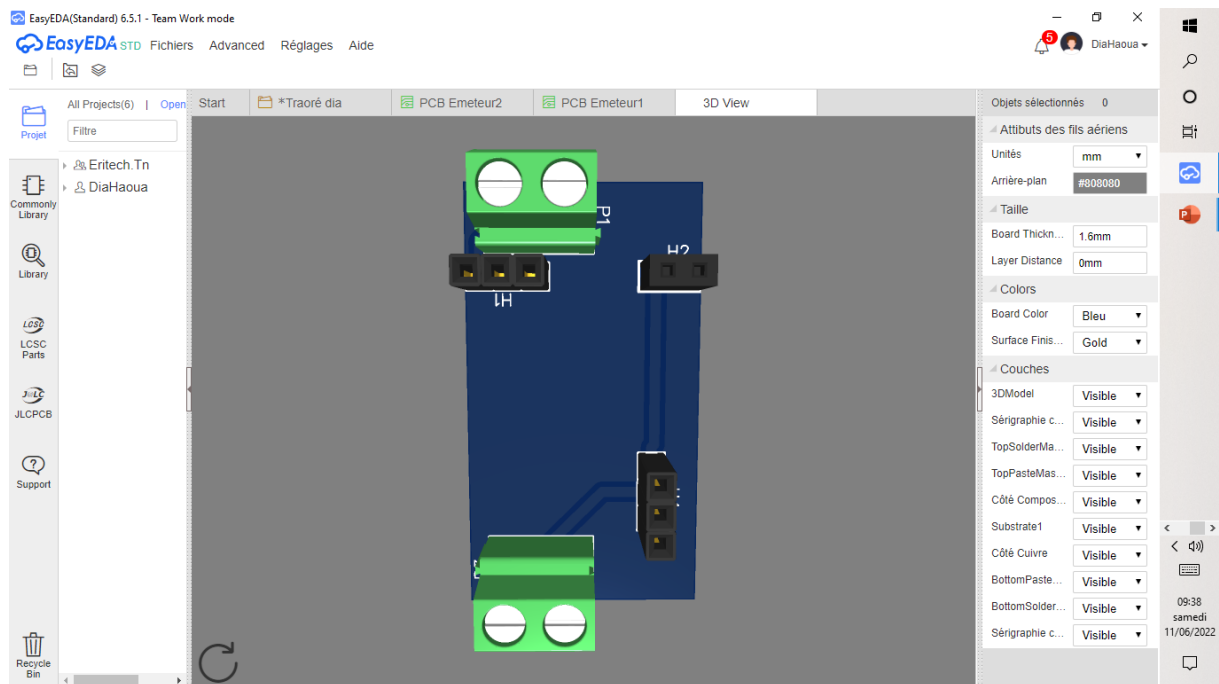


Figure 11: Visuel 3D de la carte émettrice

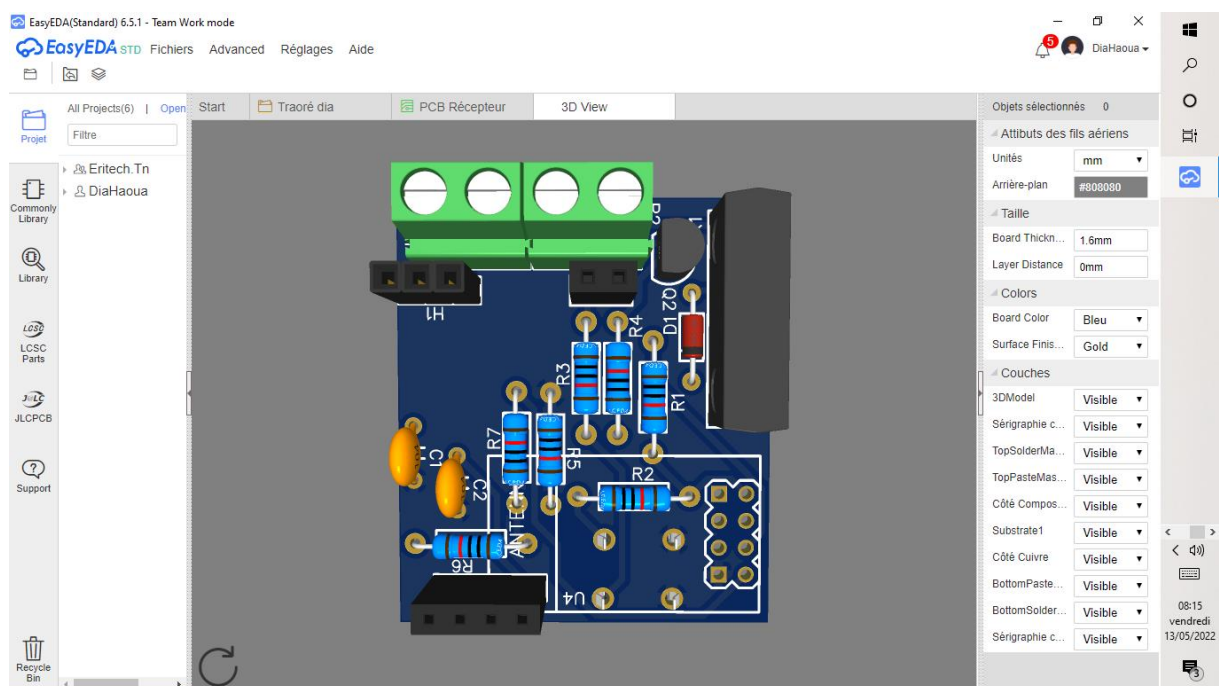


Figure 12: Visuel 3D de la carte réceptrice



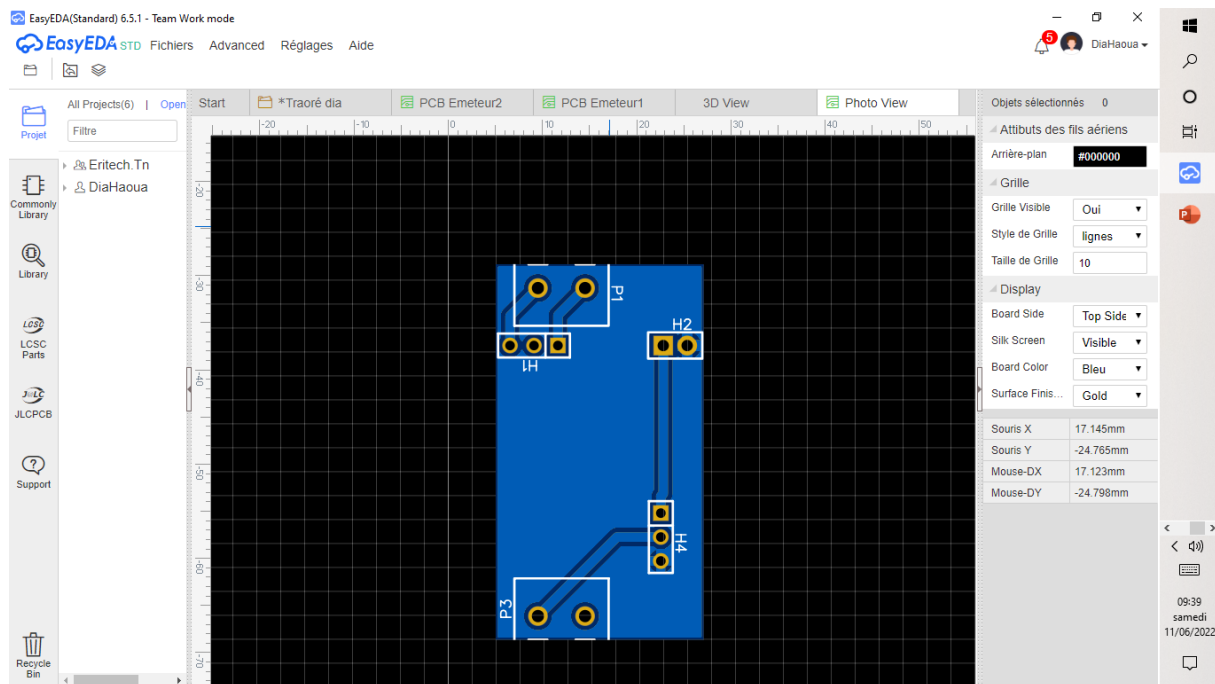
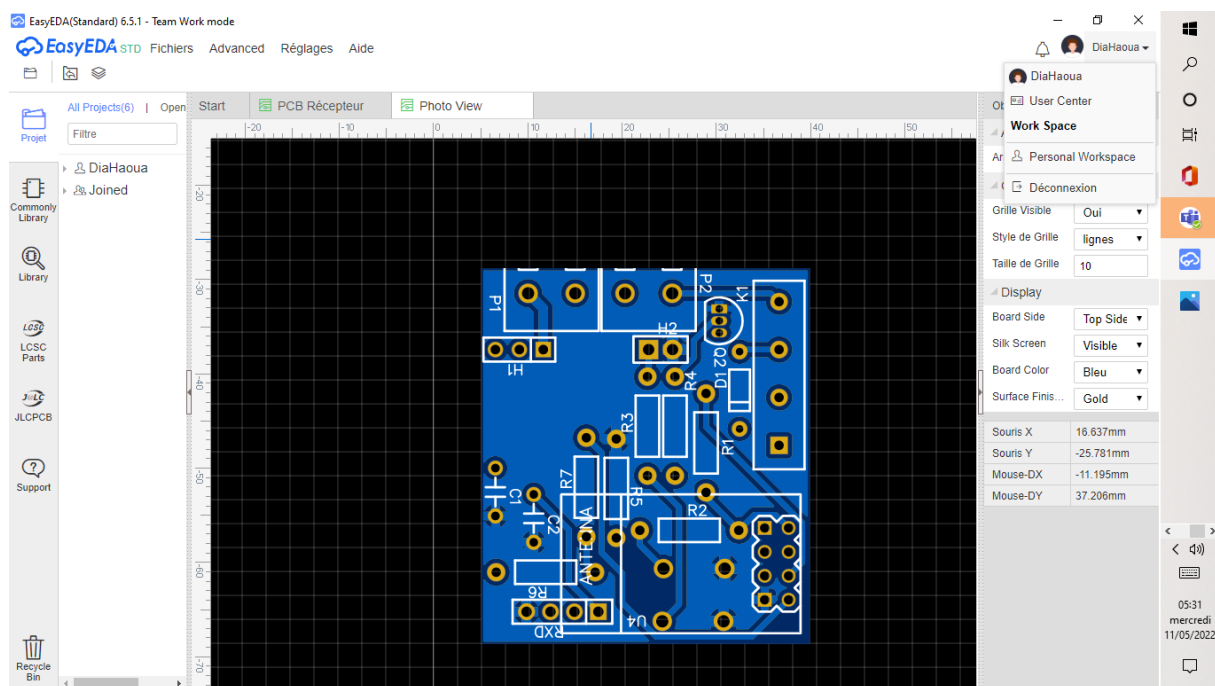
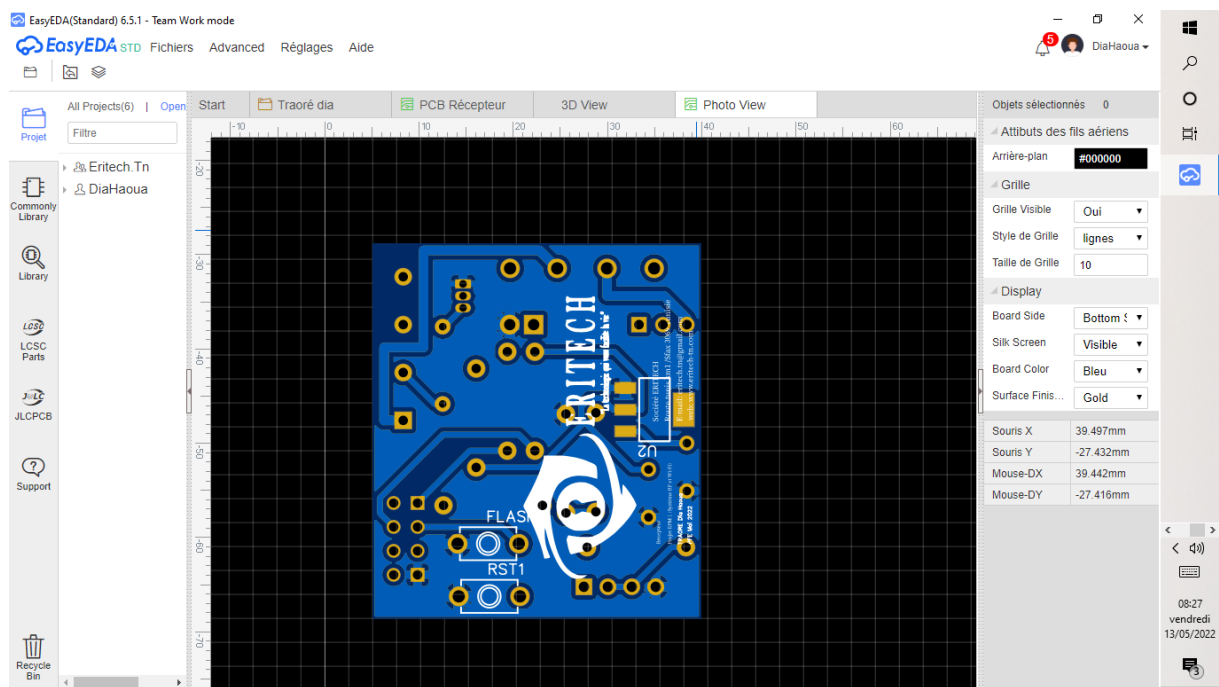
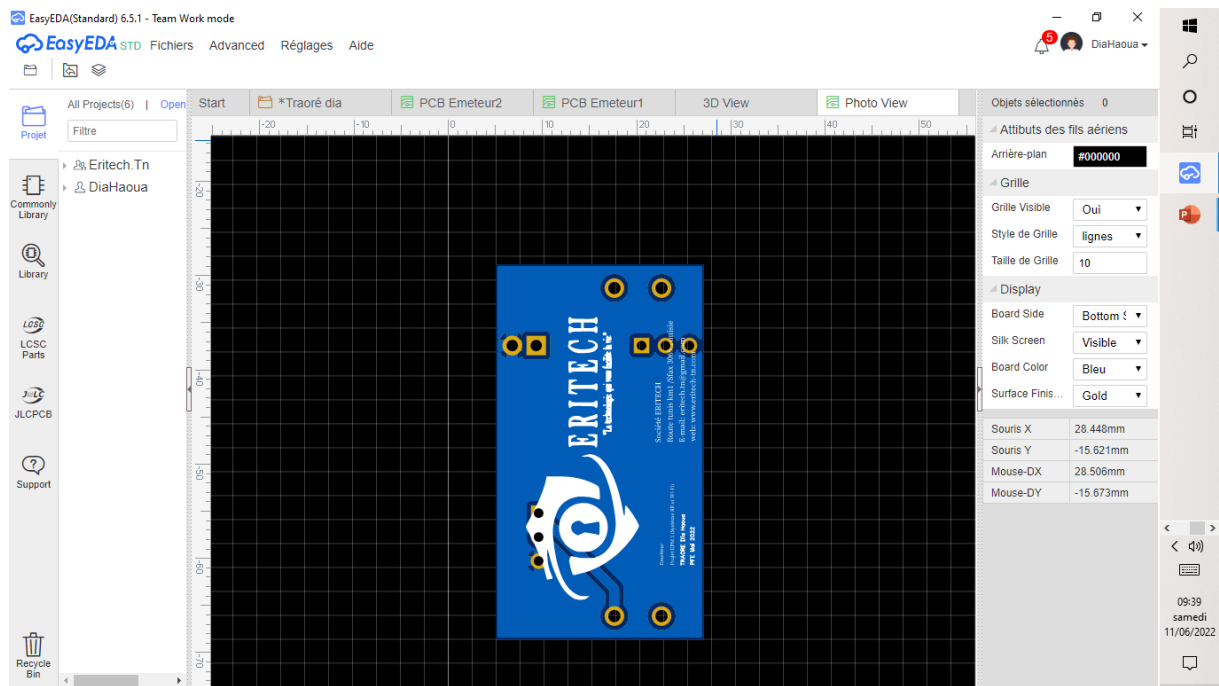


Figure 13: Visuel 2D face composant de la carte émettrice





## 2. Désignation du composant

Modules émetteur et récepteur RF : La communication sans fil entre les sections émetteur et récepteur est réalisée à l'aide de modules RF. Une paire d'émetteur et de récepteur de 433 MHz est utilisée dans ce projet.

Les composants essentiels	Quantités
Module émetteur récepteur RF 433Mhz	1
ESP-01 (U4)	1
Résistance 1K (R1, R2, R3, R4, R5, R6)	6
Résistance 10K (R7)	1
Relai 5V (K1)	
Transistor (Q2 2N2222)	1
Régulateur de tension 3.3V (U2)	1
Male header 3×1 (H1)	2
Male header 2×1 (H2)	2
Female header RXD (4×1)	1
Boutons (flash ; RST)	2
LED	1
Screw terminal 2×1 (P1, P2, P3)	4
Diode (D1 1N4148)	1

Tableau 1 : Les composants essentiels

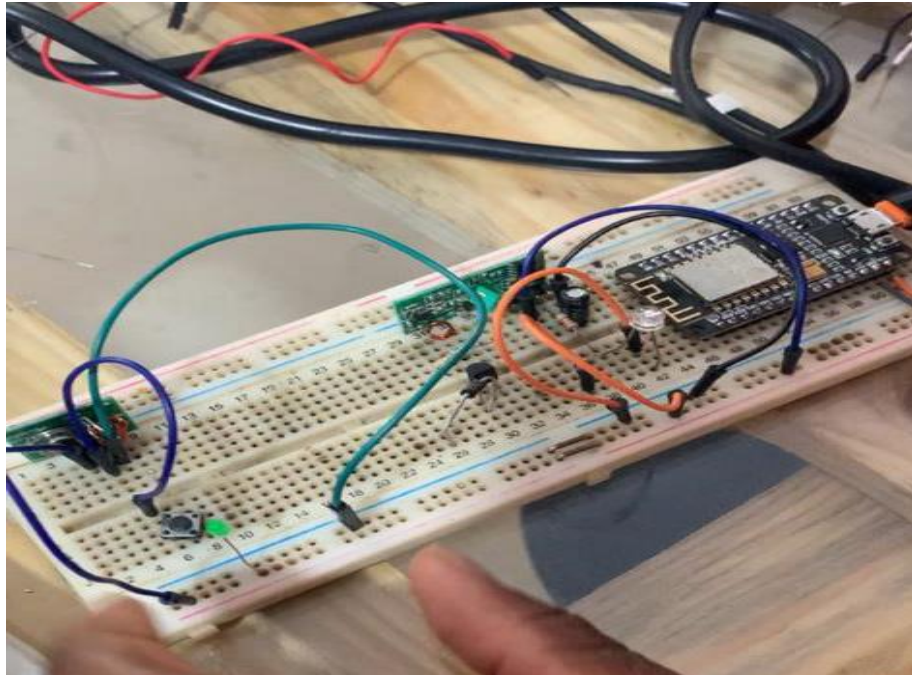
### 3. Outils nécessaires

Outils	Quantité
Fer à souder	1
Fil à souder	1
Support de soudure	1
Flux de soudure	1
Multimètre	1
Coupe fil	1
Pompe à dessouder	1

Tableau 2: les outils

### 4. Vérification du montage sur plaque à essai

Après la conception de notre système et la validation de son fonctionnement avec easyEDA nous passons à sa réalisation réelle.



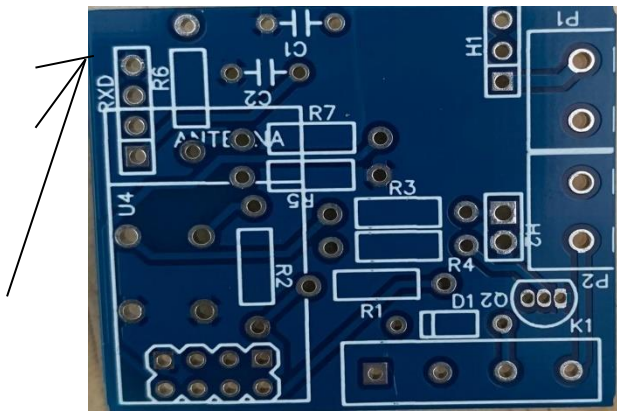
*Figure 17: Réalisation du système de commande sur une plaque à essai*

## 5. Soudure des cartes

Les composants traditionnels sont facilement manipulables à la main. Ils sont de taille moyenne et sa soudure s'effectue manuellement.

Avant de souder les composants, il faut percer les pastilles. Ces trous correspondent à l'emplacement des pattes des composants, pour cela nous avons exigé à notre fournisseur de les percer selon nos besoins.

Pastille percée



## 5.1. Soudure de la carte commande



Figure 18: Soudure de la carte commande



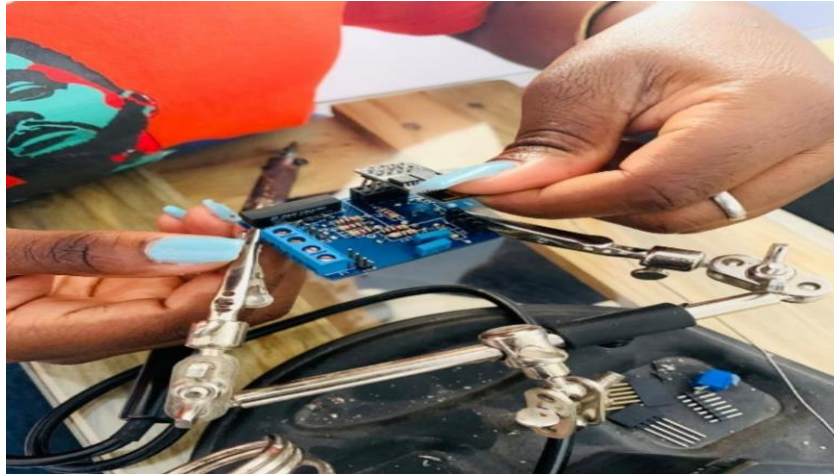


*Figure 19: Fixation de l'alimentation 200V sur la carte émettrice*

## 5.2. Soudure de la carte réceptrice

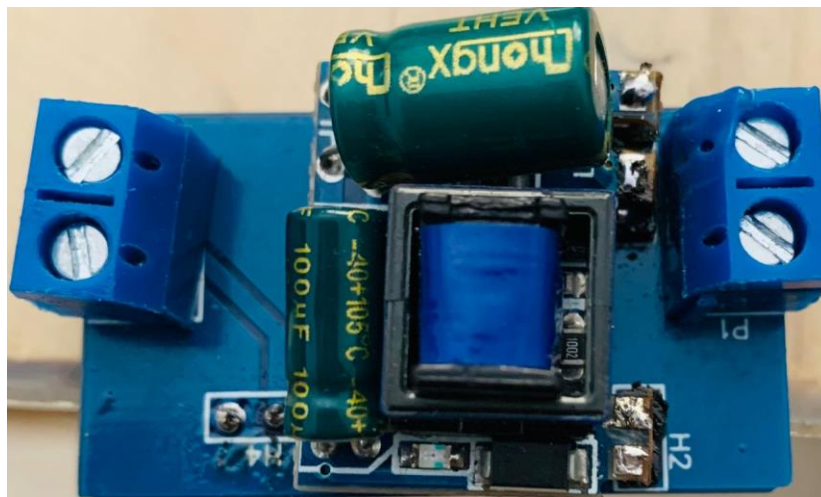


*Figure 20: Soudure de la réceptrice*



*Figure 21: Fixation de l'ESP01 sur la carte réceptrice*

### 5.3. Carte réceptrice soudé



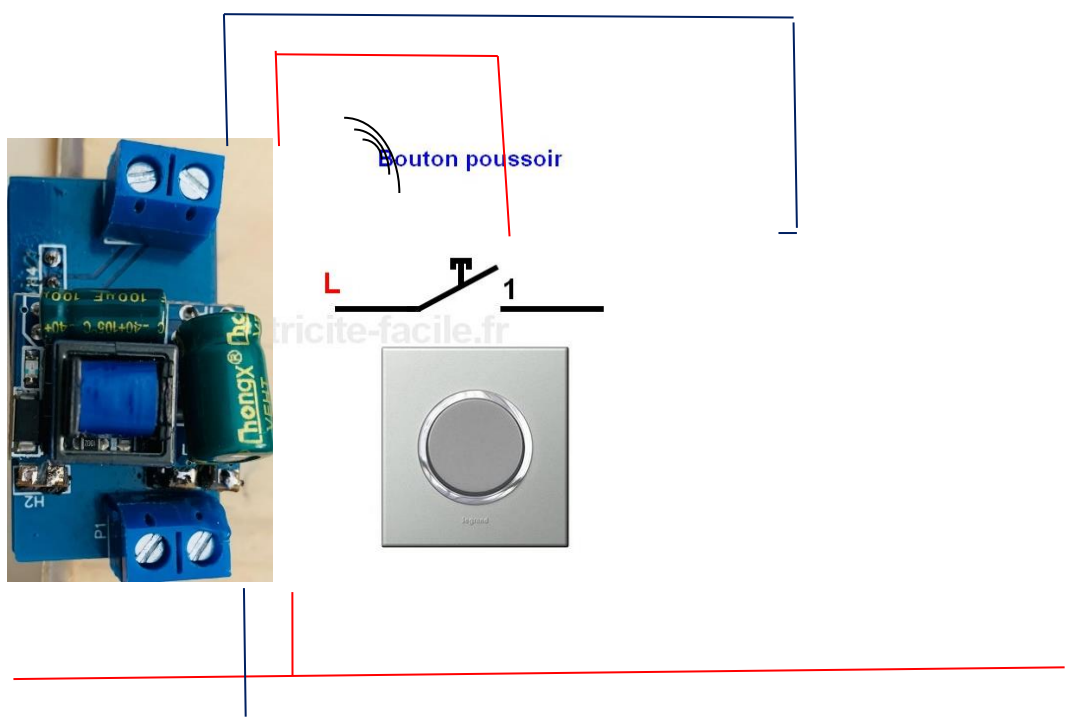
*Figure 22: Carte émettrice soudé*

### 5.4. Carte réceptrice soudé



Figure 23: Carte réceptrice soudé

## 6. Schéma de câblage





### III. Conclusion

## CONCLUSION GENERALE

41

travers une application smart, ainsi que la supervision de ces appareils à distance.

En imaginant ce projet, nous avons en tête quelques bases et méthodes scolaires concernant l'élaboration d'une solution domotique, mais nous ne connaissions ni les processus en amont, ni les processus en aval. En maîtrisant le projet dans sa globalité, nous avons eu un aperçu complet du processus de fabrication d'un système de commande, des compétences et des connaissances qui y sont attachées. D'autre part, la domotique a cette particularité de rassembler divers corps de métiers : programmation, informatique, électronique, électrotechnique, et bien d'autres. Cette pluridisciplinarité fut un obstacle que nous avons surmonté grâce aux compétences multiples et à la polyvalence de notre équipe. Cette plurivalence a notamment été mise à profit dans l'attribution des tâches afin que chacun tire parti de ses accomplissements.

Enfin, les temps impartis à la réalisation du système furent bref et il a fallu faire preuve de flexibilité et de persévérance, parfois pour respecter les délais, parfois pour respecter les contraintes technologiques imposées par le projet. Somme toute, nous avons retrouvé lors de ces quatre mois, les compétences, les contraintes mais aussi l'excitation d'un projet d'entreprise. Le stage de projet de fin d'études a été une occasion précieuse pour se familiariser avec le milieu de travail, il m'a permis de mettre en œuvre les connaissances et les compétences acquises tout au long de ma formation et d'assumer la responsabilité qui m'a été confiée. Cette expérience a aiguisé mes capacités d'analyse et de synthèse et a surtout fortifié ma motivation, détermination et mon ambition de suivre une carrière dans le domaine d'électronique.

## Perspectives

Ce projet est avant tout un POC (Proof Of Concept), c'est-à-dire qu'il nous a permis d'affirmer qu'aujourd'hui, il est possible de faire de la domotique de qualité à moindre coût au prix de quelques efforts. Il conviendra, cependant, d'élargir le nombre de modules, en gardant à l'esprit que les modules sont passifs et parfois gourmands en énergie.

On pensera par exemple à :

- Une gestion de chauffage
- Une station météorologique
- Un système d'irrigation pour le jardin
- Une gestion de l'état de chaque ouverture (portes et fenêtres)
- Un système de diffusion sonore intelligent
- Un système d'alerte incendie

Les seules limitations restent l'imagination et les connaissances techniques.

## Résumé

Le présent rapport décrit le travail réalisé dans le cadre du projet de fin d'études que j'ai effectué au sein de l'entreprise ERITECH basée à SFAX(TUNISIE). Au cours des dernières années, une nouvelle technologie a été remarquée dans le domaine de l'électronique et des réseaux informatiques, elle nous donne la possibilité de faire des systèmes qui sont connectés à des réseaux informatiques. Cette technologie est la réalisation d'un système de commande de RF accessible à distance grâce à une application smart, elle a la capacité d'augmenter la croissance des technologies de contrôlé à distance dans les milieux urbains et de fournir des services capables d'améliorer considérablement le bien-être des individus et des sociétés. Mon but est de commander les lumières et les équipements électriques on/off d'une pièce ou d'une maison à travers une carte électronique connecté et commandé avec les smartphones pour le confort afin de donner la possibilité à l'utilisateur de contrôler différents appareils d'éclairage de la maison à distance. On peut aussi utiliser les interrupteurs muraux, commande IR.

Afin de mener à bien cette mission, j'ai trouvé utile de commencer par une recherche sur les modules RF et l'esp01 par la suite l'analyse des cartes électroniques et la conception des cartes. A la lumière de cette étude, divers axes sont décelés englobant une inspection approfondie des différents caractéristiques et aspects techniques.







