

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOD MAMMERI DE TIZI-OUZOU**



**FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE**

Mémoire de fin d'études De Master Académique

Domaine : Sciences et technologies

Filière : Génie Electrique

Spécialité : Electronique industrielle

Présenté par :

AMMAR Zohra

ARKOUB Amel

THEME :

**Conception et Réalisation d'un
Système de Sécurité pour Armoires
Electriques Industrielles.**

Président : Mme CHIBANE Loundja

Encadreur : Mme LAHDIR Leila

Co-Encadreur: Mr IKHLEF Hakim

Examineur : Mme SLIMANI Kahina

Promotion 2023/2024

Remerciements

Avant tout, Nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné le courage et la volonté de réaliser ce travail.

Par la suite Nous tenons à remercier Madame Lahdir, notre encadreur pour toute l'aide qu'elle nous a apportée. Ainsi qu'à tous nos professeurs qui nous ont suivis tout au long de notre cursus universitaire. Et sans oublier notre encadreur au niveau de l'entreprise Monsieur Ikhlef Hakim qui nous a suivi tout au long de notre stage.

Nos plus vifs remerciements vont aussi aux membres du jury qui ont bien voulu nous honorer en acceptant d'examiner notre travail.

Nos plus vifs remerciements vont aussi à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de notre travail et à tous ceux qui nous ont aidés à vaincre les nombreuses difficultés rencontrées tout au long de la durée de notre mémoire.

Nous exprimons, en fin, notre infinie gratitude à nos chers parents et familles en reconnaissance de leurs sacrifices, aides, soutien et encouragement.

Dédicace

Je dédie ce travail à : Mes très chers parents pour les sacrifices qu'ils ont consentis pour que j'aie les meilleures conditions pour réussir.

Je les remercie chaleureusement pour leur compréhension et leur soutien et je prie dieu de les récompenser pour toutes les peines données.

*A mon cher frère et chères sœurs. A toute ma famille.
A tous mes collègues de la promotion Master 2
Electronique 2023/2024.*

AMEL

Dédicace

Je dédie ce travail à : Mes très chers parents pour les sacrifices qu'ils ont consentis pour que j'aie les meilleures conditions pour réussir.

Je les remercie chaleureusement pour leur compréhension et leur soutien et je prie dieu de les récompenser pour toutes les peines données.

*A mes chers frères et chères sœurs. A toute ma famille.
A tous mes collègues de la promotion Master 2
Electronique 2023/2024.*

ZOHRA

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : Généralité sur l'industrie et sa sécurité	
Préambule	2
Partie A: Présentation de l'entreprise d'accueil.....	3
Partie B: Généralités.....	4
I.B.1 Définition	4
I.B.1.1.Le processus industriel.....	5
I.B.1.2.Industrie et propriété intellectuelle.....	6
I.B.1.3.Les différentes parties essentielles d'une industrie.....	6
I.B.2.Définitions.....	7
I.B.3.Définition du système de sécurité.....	14
Discussion.....	15
Chapitre II : Les systèmes de sécurité industrielle	
Préambule.....	16
II.1.Définition du système de sécurité dans l'industrie.....	16
II.2.Les différents systèmes de sécurité dans l'industrie.....	17
II.3.Les avantages des systèmes de sécurité industrielle.....	19
II.4.Les inconvénients des systèmes de sécurité industrielle.....	19
II.5.La sécurité industrielle et le risque électrique.....	20
II.6.L'armoire électrique.....	22
II.6.1.La composition de l'armoire électrique.....	23
II.6.2.L'utilité de l'armoire électrique.....	24
Discussion.....	25

Chapitre III : Conception et réalisation du système de sécurité pour les armoires électriques

Préambule.....	26
III.1.Conception du projet.....	26
III.2.Le fonctionnement du système.....	26
III.3.Réalisation de notre système de sécurité.....	29
III.3.1.Partie matérielle.....	29
III.3.1.1.L'émetteur.....	30
III.3.1.2.Le récepteur.....	31
III.4.Description des différents blocs.....	32
III.4.1.Bloc de détection.....	32
III.4.2.Bloc de traitement de l'information.....	34
III.4.3.Bloc de commande.....	36
III.4.4.Bloc d'alimentation.....	44
III.5.Description et réalisation des cartes PCB.....	44
III.5.1.Déscription de la carte PCB.....	44
III.5.2Réalisation de la carte PCB.....	45
III.5.2.1.Les étapes à suivre pour la réalisation des deux cartes.....	47
III.5.2.1.1.La réalisation sur la plaque d'essai.....	48
III.5.2.1.2.Création d'un schéma structurel.....	48
III.5.2.1.3.Conception de notre schéma PCB.....	51
III.5.2.1.4.Obtention des deux cartes.....	51
III.6.Réalisation logicielle.....	58
III.6.1.Logiciel STM32Cube programmable.....	58
III.6.2.Les étapes pour utiliser le logiciel STM32Cube programmable.....	58
III.7.Tests de fonctionnement de la maquette.....	60

Discussion.....64

Conclusion65

Bibliographies

Résumé

Mots clefs

Liste des figures

Figure I.1.Un espace industriel.....	05
Figure I.2.Accident de déplacement d'éléments	09
Figure I.3.Accident musculosquelettique du poignet.....	10
Figure I.4.Troubles psychiques.....	11
Figure I.5.Incendies.....	12
Figure I.6.Indicateurs pour les risques chimiques.....	13
Figure.I.7.Indicateurs pour les risques biologiques.....	13
Figure I.8.Accidents électriques.....	14
Figure I.9.Système de sécurité	15
Figure II.1.La sécurité industrielle.....	17
Figure II.2.Armoire électrique	22
Figure II.3.Tableau électrique de l'armoire de commande.....	23
Figure III.1.La maquette de notre système	27
Figure III.2.Schéma synoptique de notre système	28
Figure III.3.Les différentes parties de notre système	29
Figure III.4.Carte émetteur	30
Figure III.5.Carte récepteur	31
Figure III.6.Les différents blocs de notre système	32
Figure III.7.Le module 433MHz.....	33
Figure III.8.STM32 Microcontrôleur.....	35
Figure III.9.Un relais	36
Figure III.10. Un contacteur	37
Figure III.11.Encodeur HT12E	38

Figure III.12.Décodeur HT12D	39
Figure III.13.Capacité électrique.....	40
Figure III.14.Résistances électriques.....	40
Figure III.15.Des LEDs	41
Figure III.16.Transistors.....	42
Figure III.17.Optocoupleur.....	42
Figure III.18.Bornier électrique	43
Figure III.19.Régulateur	43
Figure III.20.Disjoncteur	44
Figure III.21.Fenetre ISIS Proteus.....	46
Figure III.22.Organigramme représentant les étapes de conception des deux cartes.....	47
Figure III.23.Réalisation de notre système sur la plaque d'essai	48
Figure III.24.Schéma structurel de l'émetteur.....	49
Figure III.25.Schéma structurel du récepteur	50
Figure III.26.Schéma PCB des deux cartes.....	51
Figure III. 27.Les deux cartes après l'impression et début de la soudure.....	57
Figure III.28.L'allure finale de l'émetteur	52
Figure III.29.L'allure finale du récepteur	53
Figure III.30.La partie réceptrice.....	54
Figure III.31.Disjoncteur	54
Figure III.32. Contacteur	55
Figure III.33.Une lampe.....	55
Figure III.34 .Arrêt d'urgence.....	56
Figure III.35.Bouton stop.....	56
Figure III.36.Bouton marche	56

Figure III.37.La partie émettrice.....	57
Figure III.38.Réalisation de notre système.....	57
Figure III.39.Test 1.....	61
Figure III.40.Test 2.....	61
Figure III.41.Test 3.....	62
Figure III.42.Test 4.....	63
Figure III.43.Test 5.....	63
Figure III.44.Test 6.....	64

Introduction

Introduction

Introduction

L'industrie moderne occupe une place centrale dans l'économie mondiale, jouant un rôle crucial dans la production de biens et services à grande échelle. Cependant, elle est également le théâtre de nombreux risques liés à la sécurité des installations et des employés. Parmi ces risques, les accidents électriques se distinguent par leur fréquence et leur gravité, pouvant entraîner des dommages matériels considérables ainsi que des blessures graves, voire mortelles, pour les opérateurs.

Les armoires électriques, qui renferment et protègent les composants essentiels, sont souvent équipées de systèmes de sécurité intégrés. Ces systèmes permettent de contrôler et de réguler les équipements électriques afin de minimiser les risques. Toutefois, malgré la présence de ces systèmes de sécurité, des problèmes de non-accessibilité ou de non-visibility peuvent survenir, rendant difficile l'intervention rapide en cas d'urgence. Cela peut augmenter le risque pour les opérateurs, qui ne peuvent pas toujours interagir instantanément et efficacement avec les dispositifs de sécurité intégrés aux armoires électriques. Face à ces limitations, il devient impératif de trouver une solution qui permet une meilleure accessibilité aux systèmes de sécurité mais aussi un meilleur contrôle.

C'est dans cette optique, que nous avons proposé un système de sécurité communiquant à distance avec les armoires électriques. L'objectif de notre système de sécurité est de contrôler les armoires électriques se trouvant sur n'importe quelle distance, dans l'industrie, en utilisant les ondes radio. Il permettra la coupure du courant à distance lorsque le bouton d'arrêt d'urgence de ce dernier sera utilisé.

Dans le but d'atteindre cet objectif, nous avons organisé notre mémoire comme suit :

Après une introduction générale, le premier chapitre est consacré à la définition de l'entreprise d'accueil, aux généralités sur l'industrie ainsi qu'aux risques pouvant être observés au sein d'une organisation industrielle.

Une description bien détaillée des différents systèmes de sécurité dans l'industrie, les avantages et les inconvénients de ceux-ci sont énumérés dans le deuxième chapitre tout en évoquant le système le plus utilisé contre les risques électriques, à savoir, les armoires électriques.

Dans le troisième chapitre, une description bien détaillée de notre système de sécurité pour armoires électriques sera faite, tout en mettant l'accent sur les différentes étapes de conception ainsi que celle de réalisation. Des tests seront aussi effectués pour mettre en évidence l'utilité d'une telle conception dans le domaine de sécurité.

Nous terminerons ce mémoire par une conclusion général et des perspectives pour améliorer ce système de sécurité pour armoires électriques.

Chapitre I
Généralités sur
l'industrie et sa
sécurité

Préambule

L'industrie manufacturière est responsable de la production de biens qui sont essentiels à notre vie quotidienne. De la nourriture aux vêtements en passant par les appareils médicaux, cette industrie joue un rôle vital en nous fournissant des produits de première nécessité.

Avec les avancées technologiques, mondialisation, désagrégation industrielle, complexité et interdépendance des systèmes, l'automatisation massive et l'autonomie grandissante des systèmes reposant sur l'IA, les interventions humaines sont toujours nécessaires dans la plupart des opérations.

Par exemple, dans le secteur militaire les opérateurs sont les plus appréciés dans des situations réelles. Le leader doit toujours garder le contrôle sur les systèmes autonomes et reste responsable de la prise de décision. De plus, l'humain est la composante la plus capable d'adaptation des systèmes complexes à évolution rapide et imprévisible, celle qui, dans de nombreux cas, leur permet de continuer à fonctionner malgré les failles. Par conséquent, on peut dire que les opérateurs humains sont impliqués dans le processus de fabrication d'une manière ou d'une autre autonomes, les hommes restent indispensables aux opérations.

Au cours de ces dernières années, des statistiques ont enregistré un nombre important de blessures entraînant l'absence d'un travailleur sept jours ou plus ; ainsi qu'un certain nombre de travailleurs qui ont souffert d'une maladie causée par leur emploi dans le secteur manufacturier.

De ce fait, on peut conclure qu'au sein de l'industrie de fabrication, la santé et la sécurité sont très importantes pour protéger les conditions de travail et la santé globale des opérateurs et du personnel sur le lieu de travail, en particulier en usine et d'autres lieux à haut risque.

Partie A : Présentation de l'entreprise d'accueil :

SARL MICROTECHLOGIES LAB est une société algérienne reconnue comme leader dans le domaine des équipements pour la formation technique. La société est spécialisée exclusivement **dans la conception, la production et l'installation de laboratoires et d'équipements didactiques et pour la recherche scientifique.**

Ces équipements, appartenant aux différents secteurs technologiques, permettent d'atteindre deux importants objectifs dans le domaine de la recherche scientifiques et la didactique :

- Faciliter l'implémentation expérimentale et le passage à partir d'idées théoriques vers des résultats pratiques pour les chercheurs.
- Faciliter l'apprentissage des étudiants, en complétant les aspects concrets avec la théorie étudiée en classe et dans les livres scolaires.
- Faciliter le travail du professeur, en montrant l'aspect applicatif des matières étudiées en parallèle avec l'activité théorique.

Dans le but de satisfaire toutes les exigences du marché industriel local, concernant les différents profils professionnels recherchés, nous proposons des systèmes flexibles et conformes aux technologies actuelles.

Les laboratoires et les équipements didactiques proposés permettent de réaliser des solutions adaptées pour le cursus scolaire initial, post-diplôme, la formation continue et la requalification professionnelle.

Les équipements fabriqués intéressent la plus part des secteurs technologiques avec des programmes didactiques correspondant aux écoles professionnelles, techniques et universités, au niveau national. Les secteurs technologiques sont les suivants : ÉLECTRONIQUE, TÉLÉCOMMUNICATIONS, ÉLECTROTECHNIQUE, AUTOTRONIQUE, AUTOMATION, RÉFRIGÉRATION ET CONDITIONNEMENT, ÉNERGIES RENOUVELABLES, SYSTÈMES CNC, CONTRÔLE DE PROCESSUS INDUSTRIEL, PUISSANCE ELECTRIQUE, MECANIQUE DES FLUIDS, THERMODINAMIQUE, PHYSIQUE, SCIENCES, BIOLOGIE.

Les principaux clients sont : Universités (Biskra, Tiaret, Boumerdes, Setif, M'sila, Adrar, Laghouat, Ain timouchent, Bejaia, Batna, Medea ...), Ecoles supérieures (EMP, ENP, ENPC, ESTIN ...), Laboratoires de recherche (URAER *Ghardaïa* ...).

Partie B : Généralités

I.B.1.Définition

L'industrie est un domaine qui regroupe plusieurs secteurs : automobile, textile, pharmaceutique, santé, chimique, électrique, nucléaire, agroalimentaire, télécoms... Toutes ces industries font de la recherche pour améliorer leurs produits, puis fabriquent, réparent et vendent. Les nouveaux enjeux liés au développement durable et à l'efficacité énergétique poussent par ailleurs les secteurs à se renouveler et à évoluer.

L'industrie est la production de biens grâce à la transformation des matières premières ou des matières ayant déjà subi une ou plusieurs transformations et à l'exploitation des sources d'énergie. Cependant, le terme « industrie », polysémique, recouvre originellement la plupart des travaux humains.

Oscillant depuis la préhistoire entre artisanat et mécanisation, l'activité industrielle des produits (qui ne concernent pas l'alimentation humaine) s'intensifie au tournant du XVIII^e siècle puis au XIX^e siècle grâce à l'utilisation des énergies fossiles et l'application de nouvelles technologies, ce phénomène est appelé révolution industrielle. Ces transformations ont modifié l'industrie elle-même qui s'est rationalisée par :

-L'utilisation de machines, d'abord manuelles puis automatisées, impliquant une production en série

-Une division du travail, contrairement à l'artisanat où la même personne assure théoriquement l'ensemble des processus.

Chapitre I : Généralités sur l'industrie et sa sécurité



Figure I.1. Un espace industriel.

I.B.1.1. Le processus industriel

Le caractère industriel d'une activité est étroitement lié au processus de production mis en œuvre : division du travail, spécialisation et répétitivité des tâches, donc mécanisation, développement et spécialisation des fonctions administratives et de support, etc.

On peut consulter les thèmes suivants :

- Conception, design ;
- Production, productique ;
- Logistique ;
- Gestion d'entreprise ;
- Gestion des ressources humaines.
- Sécurité, sécurité industrielle ;
- Prévention, gestion des risques ;
- Gestion de la qualité ;
- Comptabilité ;
- Contrôle de gestion ;

I.B.1.2. Industrie et propriété intellectuelle

Dans toute forme d'industrie, on retrouve un procédé, une méthode de production. Souvent, leurs inventeurs cherchent à les protéger pour éviter que d'autres ne viennent les concurrencer. C'est en partant de ce principe de propriété intellectuelle, qu'ont été mis au point un certain nombre d'outils juridiques utilisés pour protéger un procédé, comme le brevet.

Ensuite, entre le fournisseur et le client, apparaît la notion de contrat, qui fixe par écrit les termes d'un accord (commercial, d'assistance technique, de formation, de service après-vente, etc.).

I.B.1.3. Les différentes parties essentielles d'une industrie

Les différentes parties essentielles d'une industrie peuvent varier en fonction du secteur spécifique et de la nature des opérations, On peut citer quelques composantes générales que l'on retrouve souvent :

- **Partie production** : Cette partie implique la fabrication ou la transformation des matières premières en produits finis. Cela peut inclure des lignes de production, des équipements de fabrication, des processus de fabrication,....etc.
- **Partie logistique et approvisionnement** : Cette partie concerne la gestion des flux de matières premières, des composants et des produits finis dans l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement. Cela comprend le transport, le stockage, la gestion des stocks ...etc.
- **Partie recherche et développement** : Cette partie implique l'innovation et l'amélioration des produits, des processus et des technologies. Elle comprend souvent des laboratoires de recherche, des équipes d'ingénierie...etc.
- **Partie qualité et assurance qualité** : Cela englobe les processus et les systèmes visant à garantir la conformité aux normes de qualité et aux spécifications des produits. Cela peut inclure des tests de qualité, des inspections, des audits ...etc.
- **Partie gestion des ressources humaines** : Cette partie concerne la gestion du personnel : y compris le recrutement, la formation, la gestion des performances, la santé et la sécurité au travail etc.

Chapitre I : Généralités sur l'industrie et sa sécurité

- **Partie marketing et vente** : Cette partie implique la promotion, la commercialisation et la vente des produits auprès des clients. Cela peut inclure la publicité, les relations publiques, le développement de marchéetc.
- **Partie administration et finances** : Cela englobe les fonctions administratives telles que la comptabilité, la gestion financière, la gestion des opérations, les ressources humaines ...etc.
- **Partie maintenance et services technique** : Cette partie implique la maintenance préventive et corrective des équipements, ainsi que la fourniture de services techniques aux clients.

Ces parties essentielles peuvent être intégrées dans une seule installation industrielle ou réparties sur plusieurs sites en fonction de la taille et de la complexité de l'entreprise.

Les changements organisationnels et technologiques dans les entreprises, les nouvelles formes d'organisation du travail ont créé de nouveaux risques. Dans ce contexte, les entreprises doivent s'attendre à une recrudescence des accidents et des maladies professionnelles ainsi qu'à une détérioration de la qualité de vie au travail. Ces entreprises ont progressivement été amenées à prendre en considération ces préoccupations au sein même de leur organisation. En effet, au cours des dernières décennies, la plupart des pays du monde ont adopté des législations visant à imposer aux employeurs le devoir d'assurer la sécurité et la santé aux travailleurs dans tous les aspects reliés au travail.

Les principes de prévention énoncés incluent : éviter le risque, combattre les risques à la source et adapter le travail à l'individu, selon une politique de prévention globale et cohérente. Il est donc indispensable que les employés et les employeurs maîtrisent ces réglementations qui s'imposent pour favoriser le bien-être de tous.

I.B.2.Définitions

- **La sécurité** est la situation dans laquelle quelqu'un ou quelque chose n'est exposé à aucun **danger**, ni à aucun **risque** d'agression physique, d'accident, de vol ou de détérioration.

La sécurité fait souvent référence à la notion de risque et de danger, à la notion de prévention et de protection mais aussi à la notion de responsabilité et de l'assurance. La sécurité au travail est de l'ordre de la protection et la prévention des accidents et des

Chapitre I : Généralités sur l'industrie et sa sécurité

maladies dans le monde professionnel.

Santé et sécurité sont indissociables et font l'objet d'une même politique. La préservation de la santé et de la sécurité au travail est un enjeu majeur de santé publique mais également un enjeu économique décisif en raison du nombre de jours de travail perdus du fait des accidents du travail. [12]

- **Le danger** est une situation, une condition ou une pratique qui comporte en elle-même un potentiel à causer des dommages aux personnes, aux biens ou à l'environnement. Par définition, c'est la cause ou la source ayant le potentiel de provoquer des préjudices ou des dommages : des blessures humaines, un mauvais état de santé, des dégâts matériels, des dommages à l'environnement. Les dangers peuvent se matérialisés par des :
 - Produits dangereux : inflammables, toxiques, explosifs...
 - Réactions chimiques dangereuses : incompatibilité, corrosion, dégagement de produits toxiques.
 - Conditions opératoires extrêmes : pression, températures, rayonnement, électricité...
 - Erreurs de conception non détectées
 - Énergie potentielle : la hauteur
 - Énergie électrique : conducteur nu sous tension
 - Énergie pneumatique : gaz sous pression
 - Énergie mécanique : organe mobile
- **Le risque** est la possibilité de survenance d'un dommage résultant d'une exposition à un danger. Le risque est la composante de deux paramètres : la « gravité » et la « probabilité ». Plus la gravité et la probabilité d'un événement sont élevées, plus le risque est élevé.

✓ Classification des risques

1. Les risques des circulations et déplacements

Ces risques concernent les circulations et déplacements au sein de l'entreprise à l'intérieur d'une même unité géographique. A titre d'exemple : d'un service à un autre qu'ils soient dans le même bâtiment ou non, de la boutique à la réserve, du magasin à la cave, etc. Cette famille de risques regroupe les accidents liés aux chutes, faux pas, trébuchements, heurts, chutes de hauteur mais aussi les collisions des personnes avec des machines ou des engins de manutention (**Figure I.2**) [10].



Figure I.2. Accident de déplacement d'élément.

1. Les risques des manutentions manuelles et mécaniques

Ils concernent la manutention manuelle de charges qui se définit comme toute opération de transport ou de soutien d'une charge, par un ou plusieurs salariés, dont le levage, la pose, la poussée, la traction, le port ou le déplacement d'une charge qui, du fait de ses caractéristiques ou de conditions ergonomiques défavorables, comporte des risques, notamment dorso-lombaires pour les personnes concernées. Les manutentions manuelles et mécaniques peuvent entraîner des lésions graves notamment en cas de heurt ou de collision avec des engins ou matériels. Elles sont fréquemment à l'origine d'accidents dorsaux, en particulier lombaires. [10]

2. Les risques physiques

Cette famille de risques englobe tous les phénomènes physiques et les nuisances qui peuvent avoir un impact sur la santé humaine.

Chapitre I : Généralités sur l'industrie et sa sécurité

Les risques physiques concernent tous les risques liés à l'utilisation de machines ou équipements professionnels (presse, outils, scie, matériel divers, y compris les couteaux, les machines à découper, les fours...) et l'utilisation d'équipements additionnels (échelle, escabeau, échafaudage...). Ils concernent aussi l'environnement de travail : bruit, ambiances lumineuses, vibrations, travail sur écran, rayonnements optiques ou électromagnétiques, chaleur, froid, etc.

Les risques physiques vont engendrer un dommage sur tout ou partie du corps humain ainsi que des maladies professionnelles telles que les lombalgies, les surdités, les troubles vasculaires du système main bras, les effets des rayonnements sur la peau et les risques oculaires (photo-conjonctives, cataractes) **(Figure I.3) [10]**.

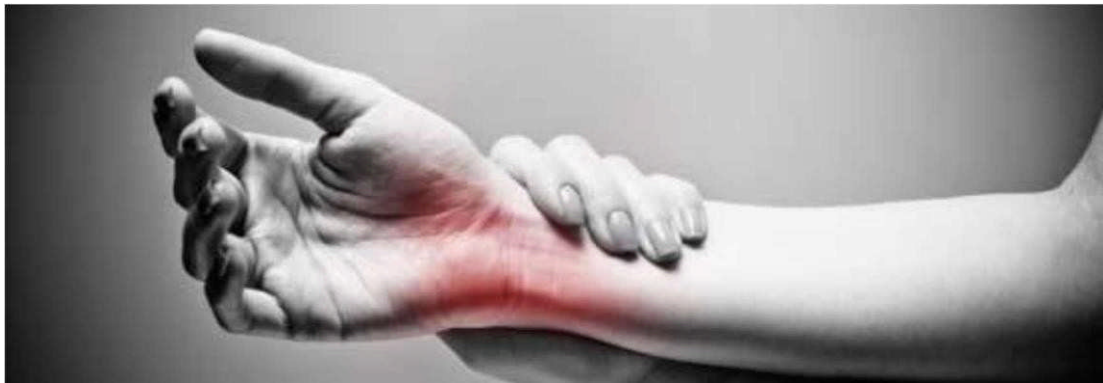


Figure I.3. Accident musculosquelettique du poignet.

Les activités physiques au travail restent souvent caractérisées par la pression temporelle, la répétitivité, des niveaux d'efforts et des gestuelles contraintes, soit l'inverse d'une "activité physique de santé". Malgré les progrès techniques qui permettent d'alléger les tâches les plus dures, l'activité physique au travail reste l'une des principales causes d'accidents du travail, de maladies professionnelles et d'inaptitudes au travail. Elle est souvent à l'origine de fatigue et de douleurs qui dégradent le geste professionnel et la perception de la tâche provoquant des erreurs qui altèrent la qualité du travail, et également des accidents (traumatiques, cardiovasculaires, ...) et/ou des atteintes de l'appareil locomoteur (troubles musculosquelettiques des membres (TMS), lombalgies).

3. Les risques psychosociaux

Sous l'effet des mutations du monde du travail telles que la complexité grandissante des tâches, la réduction des temps de repos, l'individualisation du travail ou encore les exigences accrues de la clientèle, la prise en compte des risques psychosociaux est devenue incontournable.

Chapitre I : Généralités sur l'industrie et sa sécurité

Un nombre grandissant de salariés déclarent souffrir de symptômes liés à des risques psychosociaux. Le phénomène n'épargne aucun secteur d'activité. Indépendamment de leurs effets sur la santé des individus, les risques psychosociaux ont un impact sur le fonctionnement des entreprises (absentéisme, turnover, ambiance de travail...). Ils sont aussi à l'origine de pathologies professionnelles telles que les dépressions professionnelles, les maladies psychosomatiques, les problèmes de sommeil, mais aussi de pathologies concernant la santé physique comme les Troubles Musculosquelettiques (TMS) telles que les douleurs de dos et/ou dans les membres... Les manifestations de stress sont d'ordre individuel (irritabilité, absentéisme, etc.) les causes et les effets du stress peuvent être, en revanche, collectifs (**Figure I.4**) [10].



Figure I.4 Troubles psychiques.

4. Les risques d'incendie et d'explosion

Les risques d'incendie et d'explosion sont des sujets permanents de préoccupation pour de nombreuses entreprises. En effet, les incendies et les explosions sont à l'origine de blessures graves voire de décès, et de dégâts matériels considérables. Chacun de ces risques fait l'objet d'une démarche de prévention spécifique dont l'objectif prioritaire est d'agir avant que le sinistre ne survienne (**Figure I.5**) [10].



Figure I.5 .Incendie

Dans le milieu industriel, les causes d'incendie se répartissent ainsi : 40 % : des causes criminelles, 25 % : des causes électriques, 14 % : des défaillances techniques, 9 % : causes de négligences humaines, 7 % : causes de travaux à feu nu, 5 % : cause de chauffage.

5.Les risques Chimiques

Sont inclus dans cette famille de risques les lubrifiants, fluides de coupe ou de laminage, acides ou bases, liquides cryogéniques, gaz sous pression, résines synthétiques (époxy, polyuréthanes, polyesters non saturés, etc.), les produits phytosanitaires (pesticides, herbicides, fongicides...), etc. Les fumées (soudure, gaz d'échappement...), les produits volatiles (huile chaude...) ou les poussières (ciment, farine, sciure de bois...), tout comme l'utilisation d'outils en nickel, chrome ou cobalt et les gants en latex font partie de cette famille de risques. Sont aussi concernés les produits d'entretien et les produits chimiques d'usage courant (colles, acétone, alcool...) également certains produits d'usage professionnel par exemple les produits utilisés par les coiffeurs (teintures, décolorants, laques et autres produits cosmétiques...), par les peintres (peinture, décapant...), les menuisiers (colles...), etc. Les conséquences des accidents liés aux risques chimiques sont multiples et peuvent être graves : brûlures, intoxications, allergies, irritations cutanées, atteintes des voies respiratoires, etc (**Figure I.6**) [10].



Figure I.6. Indicateurs pour les risques chimiques.

6. Les risques Biologique

Le risque biologique concerne de multiples activités : les métiers de la santé, les services à la personne, l'agriculture, les industries agroalimentaires, les métiers de l'environnement... L'évaluation des risques se fait en suivant la chaîne de transmission à partir du « réservoir » d'agents biologiques jusqu'au travailleur exposé. La prévention des risques consiste à rompre cette chaîne le plus en amont possible. Les agents biologiques (bactéries, champignons, virus...) peuvent être à l'origine de maladies chez l'homme : infections, intoxications, allergies voire cancers (Figure I.7) [10].



Figure I.7. Indicateurs pour les risques biologiques.

7. Les Risque Electriques

Dans nos sociétés industrielles, l'électricité est la forme d'énergie la plus utilisée. Les

Chapitre I : Généralités sur l'industrie et sa sécurité

travailleurs sont amenés à utiliser du matériel électrique. Cela implique que toute entreprise peut être confrontée à un accident d'origine électrique. Si le nombre d'accidents liés à l'électricité diminue régulièrement, ceux-ci sont souvent très graves. Le risque électrique comprend le risque de contact, direct ou non, avec une pièce nue sous tension, le risque de court-circuit. Ses conséquences sont l'électrisation, l'électrocution, l'incendie, l'explosion... La prévention du risque électrique repose, d'une part, sur la mise en sécurité des installations et des matériels électriques et, d'autre part, sur le respect des règles de sécurité lors de leur utilisation ou lors d'opération sur ou à proximité des installations électriques (**Figure I.8**) [10].

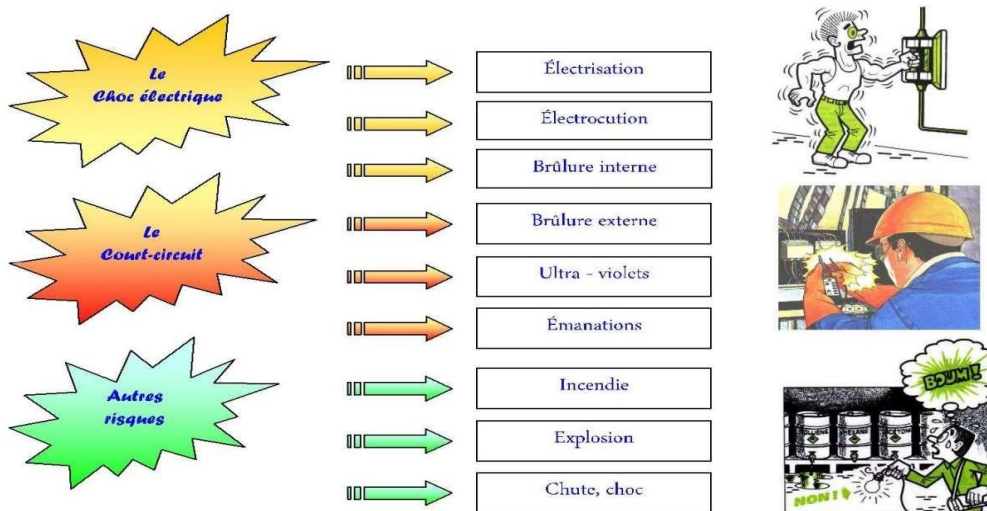


Figure I.8. Accidents électriques.

I.B.3. Définition de système de sécurité

Un système de sécurité est un ensemble d'éléments mis en place permettant de détecter une situation de danger potentiel et d'en prévenir les conséquences. De manière générale, il se compose de pièces de détection, d'un module de contrôle, d'un clavier et d'un avertisseur.

Un système de sécurité peut être vu comme un dispositif ou moyen porté par une personne en vue de la protéger contre les risques susceptibles de menacer sa santé et sa sécurité.

L'efficacité du système est nettement améliorée lorsque celui-ci est relié à un centre de télésurveillance, car c'est ce qui assure une intervention rapide des autorités compétentes et, par conséquent, une sécurité accrue (**Figure I.9**) [6].



Figure I.9. Système de sécurité.

Discussion

Dans ce chapitre, nous avons, avant tout, défini l'entreprise SARL MICROTECHLOGIES LAB dans laquelle nous avons effectué notre stage. Par la suite, des généralités sur l'industrie, les différentes parties essentielles de cette dernière qui peuvent varier en fonction du secteur spécifique et de la nature de ces opérations ainsi que les risques pouvant être observés au sein d'une organisation industrielle et qui peuvent induire des accidents plus au moins graves. Afin d'éviter ces risques ou de combattre les risques à la source, il faut adapter le travail à l'individu selon une politique de prévention globale et cohérente. Il est donc indispensable d'instaurer un processus de sécurité pour favoriser le bien-être et la santé des travailleurs. La sécurité dans l'industrie fait référence à l'approche systématique et aux mesures mises en œuvre pour identifier, évaluer et atténuer les risques et les dangers potentiels dans les lieux industriels qui est l'objet du prochain chapitre.

Chapitre II

Les systèmes de sécurité industrielle

Chapitre II : Les systèmes de sécurité industrielle

Préambule

Un risque industriel majeur est un événement accidentel se produisant sur un site industriel et entraînant des conséquences immédiates graves pour le personnel, les populations avoisinantes, les biens et/ou l'environnement. Par conséquent, la sécurité occupe une place prépondérante, non seulement pour protéger les travailleurs, mais aussi pour sécuriser les infrastructures et préserver la continuité des opérations. Le système de sécurité industrielle englobe un ensemble de mesures, de technologies et de protocoles visant à minimiser les risques liés aux accidents, aux intrusions et aux incidents environnementaux.

II.1. Définition du système de sécurité dans l'industrie

Les systèmes de sécurité dans l'industrie sont des dispositifs et des protocoles conçus pour protéger les travailleurs, les équipements et l'environnement contre les accidents, les blessures et les dommages matériels. Ils comprennent généralement une combinaison de technologies, de procédures et de formations visant à identifier, évaluer et atténuer les risques liés aux activités industrielles. Ces systèmes peuvent inclure des équipements de protection individuelle, des systèmes de détection d'incendie, des procédures de verrouillage, des dispositifs de sécurité intégrés aux machines.

L'objectif principal des systèmes de sécurité industrielle est de garantir un environnement de travail sûr et conforme aux réglementations en vigueur.

La sécurité industrielle est l'ensemble des techniques et des procédures visant à minimiser et à prévenir les risques professionnels dans les environnements industriels. Il s'agit d'une discipline qui garantit l'intégrité physique et la santé des travailleurs et qui augmente également la productivité, l'efficacité et la rentabilité des entreprises manufacturières (**Figure II.1**) [3].



Figure II.1. La sécurité industrielle.

II.2. Les différents systèmes de sécurité dans l'industrie

Les systèmes de sécurité dans l'industrie sont essentiels pour protéger les travailleurs, les équipements et l'environnement contre les dangers potentiels associés aux opérations industrielles. Pour tout incident ou accident circonscrit à l'établissement et ne menaçant pas les populations avoisinantes, l'industriel dispose d'un Plan d'Opération Interne (POI). Conçu par l'exploitant, ce plan prévoit l'organisation des secours pour traiter le sinistre et les mesures à mettre en œuvre pour la protection des personnes se trouvant sur le site.

La description détaillée des principaux éléments de ces systèmes sont cités comme suit :

-Analyse des risques : Avant de mettre en place un système de sécurité, une analyse des risques est généralement réalisée pour identifier les dangers potentiels dans l'environnement industriel. Cette analyse comprend l'identification des sources de danger, l'évaluation des conséquences possibles et la détermination des mesures de sécurité nécessaires.

-Équipement de protection individuelle (EPI) : Les travailleurs doivent être équipés d'EPI adaptés aux risques spécifiques de leur environnement de travail. Cela peut inclure des casques, des lunettes de protection, des gants, des chaussures de sécurité, ... etc.

-Formation et sensibilisation : La formation des travailleurs sur les procédures de sécurité, les bonnes pratiques et la sensibilisation aux risques est cruciale. Les

Chapitre II : Les systèmes de sécurité industrielle

travailleurs doivent être informés des dangers potentiels associés à leur travail et être formés à l'utilisation sûre des équipements.

-Systèmes de détection des dangers: Ces systèmes sont conçus pour détecter les dangers potentiels tels que les incendies, les fuites de produits chimiques, les gaz toxiques, etc. Ils comprennent des détecteurs de fumée, des détecteurs de gaz, des détecteurs de chaleur, etc.

-Systèmes de prévention des incendies : Les systèmes de prévention des incendies comprennent des extincteurs, des systèmes d'arrosage automatique, des systèmes de détection et d'extinction des incendies, des issues de secours clairement indiquées, etc.

-Systèmes de contrôle des accès : Pour limiter l'accès aux zones dangereuses, des systèmes de contrôle des accès tels que des cartes magnétiques, des serrures à code ou des lecteurs d'empreintes digitales peuvent être utilisés.

-Maintenance préventive des équipements : Une maintenance régulière des équipements industriels est essentielle pour garantir leur bon fonctionnement et réduire les risques de défaillance ou d'accident.

-Gestion des urgences : Des plans d'urgence et des procédures de gestion des urgences doivent être établis pour faire face aux situations critiques telles que les accidents, les incendies ou les fuites chimiques. Cela inclut souvent la formation du personnel sur les procédures à suivre en cas d'urgence.

-Surveillance et contrôle en temps réel : Les systèmes de surveillance en temps réel permettent de détecter rapidement les problèmes potentiels et de prendre des mesures correctives pour prévenir les accidents.

-Amélioration continue: Les systèmes de sécurité industrielle doivent être constamment évalués et améliorés pour s'adapter aux évolutions des technologies, des réglementations et des meilleures pratiques en matière de sécurité.

En combinant ces différents éléments, les entreprises industrielles peuvent créer un environnement de travail sûr et sécurisé pour leurs employés et leurs opérations.

Chapitre II : Les systèmes de sécurité industrielle

II.3. Les avantages des systèmes de sécurité industrielle

Les systèmes de sécurité industrielle offrent plusieurs avantages notamment :

Protection des travailleurs : ils réduisent les risques d'accidents et de blessures en surveillant les environnements de travail dangereux et en déclenchant des alarmes en

cas de danger imminent.

Protection des actifs : ils protègent les équipements, les infrastructures et les matières premières contre le vol, les dommages et les intrusions.

Amélioration de la conformité réglementaire : ils aident les entreprises à respecter les normes de sécurité et les réglementations en vigueur, ce qui peut éviter les amendes et les sanctions.

Réduction des temps d'arrêt : en détectant les problèmes potentiels avant qu'ils ne deviennent critiques, les systèmes de sécurité industrielle contribuent à minimiser les temps d'arrêt imprévus et à maintenir la continuité des opérations.

Optimisation des processus : ils peuvent intégrer des fonctions de surveillance et de contrôle qui permettent d'optimiser les processus de production et d'améliorer l'efficacité opérationnelle.

Gestion des risques : en identifiant et en évaluant les risques, ces systèmes aident les entreprises à prendre des mesures préventives pour réduire les pertes potentielles.

Protection de l'environnement : ils contribuent à prévenir les incidents environnementaux en surveillant les émissions, les déversements et autres sources de pollution.

En somme, les systèmes de sécurité industrielle sont essentiels pour assurer la sûreté, la sécurité et la durabilité des opérations industrielles.

II.4. Les inconvénients des systèmes de sécurité industrielle

Bien que les systèmes de sécurité industrielle présentent de nombreux avantages, ils peuvent également présenter certains inconvénients, notamment :

- **Coût initial élevé :** La mise en place de systèmes de sécurité industrielle peut être coûteuse en raison des équipements spécialisés, des logiciels et des installations nécessaires.
- **Complexité :** Les systèmes de sécurité industrielle peuvent être complexes à installer, à configurer et à entretenir, ce qui nécessite une expertise spécialisée et des ressources importantes.

Chapitre II : Les systèmes de sécurité industrielle

- **Risque de fausses alarmes:** Les systèmes de sécurité peuvent parfois déclencher des alarmes inutiles en raison de problèmes techniques, de mauvaises interprétations des données ou d'autres facteurs, ce qui peut entraîner une complaisance chez les utilisateurs.
- **Dépendance technologique :** Les systèmes de sécurité industrielle reposent souvent sur des technologies avancées et des réseaux informatiques, ce qui les rend vulnérables aux pannes, aux cyberattaques et aux défaillances techniques.
- **Besoin de formation:** Les utilisateurs doivent être formés à l'utilisation des systèmes de sécurité pour garantir leur efficacité, ce qui peut nécessiter du temps et des ressources supplémentaires.
- **Impact sur la productivité :** Les systèmes de sécurité, comme les procédures d'authentification et les contrôles d'accès, peuvent avoir un effet double sur la productivité. D'une part, ils protègent les données et les ressources contre les pertes et les interruptions, mais d'autre part, ils peuvent aussi ralentir les opérations en imposant des règles strictes et des procédures supplémentaires
- **Le non-respect de la vie privée:** Certains systèmes de sécurité, tels que la surveillance vidéo et le suivi des employés, peuvent soulever des préoccupations en matière de vie privée et de surveillance excessive.

En résumé, bien que les systèmes de sécurité industrielle soient essentiels pour assurer la sûreté et la sécurité des opérations, ils présentent également des inconvénients qui doivent être pris en compte lors de leur mise en œuvre.

II.5. La sécurité industrielle et le risque électrique

Le travail joue un rôle important dans la vie professionnelle, car la plupart des travailleurs passent ou moins huit heures sur les lieux de travail ; donc, le milieu de travail doit être saint et sûr. Malheureusement ce n'est pas le cas pour plusieurs travailleurs qui sont exposés à plusieurs menaces (poussières, gaz, bruits, vibration, température extrême, électricité, ...).

La sécurité au travail constitue un des principaux leviers de progression dans le cadre de la prévention des risques professionnels et un moyen essentiel de préserver la santé et la sécurité des travailleurs.

Chapitre II : Les systèmes de sécurité industrielle

Malheureusement, certains employeurs n'assument guère leurs responsabilités s'agissant de protéger la santé et la sécurité des travailleurs. En fait, certains employeurs ne savent même pas qu'ils ont une responsabilité morale et souvent légale à cet égard. En raison des nombreux risques qui existent et du fait que les problèmes de santé et de sécurité sont souvent négligés, les accidents et maladies du travail sont fréquents.

L'emploi généralisé de l'énergie électrique dans toutes les applications et dans tous les domaines fait que le risque électrique est présent partout et doit être évalué et maîtrisé en toute occasion.

Le nombre d'accidents dus à l'électricité restent particulièrement graves car chaque année, une dizaine de travailleurs meurent électrocutés en industrie. Le risque électrique en milieu de travail, reste toujours présent.

La prévention du risque électrique repose sur des dispositions réglementaires figurant dans le code du travail. Elle concerne la mise en sécurité des installations et des matériels électriques, et ce dès leur conception. L'objectif est d'éviter tout contact, qu'il soit direct ou indirect, avec des pièces nues sous tension ou mises accidentellement sous tension. En outre, le matériel doit être conforme à la réglementation en vigueur afin de protéger les utilisateurs.

Les différentes protections susceptibles d'être mises en œuvre répondent aux impératifs suivants :

- Soit empêcher le contact avec une partie sous tension ;
- Soit rendre ce contact non dangereux.

Les mesures de protection contre les risques électriques sont destinées à rendre impossible un contact avec des parties actives de l'installation électrique. Et l'une de ces mesures est l'interposition d'obstacles qui consiste à disposer des obstacles entre les personnes et les parties sous tension.

L'interposition d'obstacle consiste donc en l'utilisation d'enveloppes tels que **des boîtiers, des coffrets** ou **des armoires** permettant de protéger les personnes contre les contacts directs avec les courants électriques, principalement en industrie.

II.6. L'armoire électrique

L'armoire électrique industrielle est un élément fondamental dans la gestion de l'énergie dans le secteur industriel. Son rôle principal est de centraliser et de gérer la distribution de l'électricité vers les différentes machines et équipements d'une installation. C'est aussi un dispositif de protection des travailleurs, de l'environnement industriel ainsi que des circuits, capable de prévenir les surcharges, les courts-circuits et les défauts de terre.

Les armoires électriques sont donc des boîtiers robustes utilisés pour protéger les composants électriques ou électroniques et les appareillages de commutation. Ils protègent ainsi l'alimentation électrique contre l'eau, la poussière et la chaleur, mais aussi contre le vandalisme par des personnes non autorisées. En fonction de l'application (dans le cadre d'un événement plein air, un chantier, la construction etc...), la taille, le matériau requis pour l'armoire électrique sera différent (**Figure II.2**) [1].



Figure II.2. Armoire électrique.

II.6.1. La composition de l'armoire électrique

Variable en fonction de la nature de l'installation et de sa puissance, mais aussi en fonction des locaux alimentés et protégés, le contenu de l'armoire se compose d'au moins :

- ✓ Un boîtier, métallique ou plastique (la fixation murale peut déterminer le choix du matériau, le poids pouvant être important).
- ✓ Des rails ou réglettes de fixation pour y accrocher les dispositifs.
- ✓ Des modules et dispositifs de protection (disjoncteur différentiel 30 mA, tableau modulaire, tableau divisionnaire, interrupteurs différentiels, disjoncteurs différentiels, parafoudre...).
- ✓ Des modules domotiques avec système de contrôle distanciel.
- ✓ Un bouton d'arrêt d'urgence.

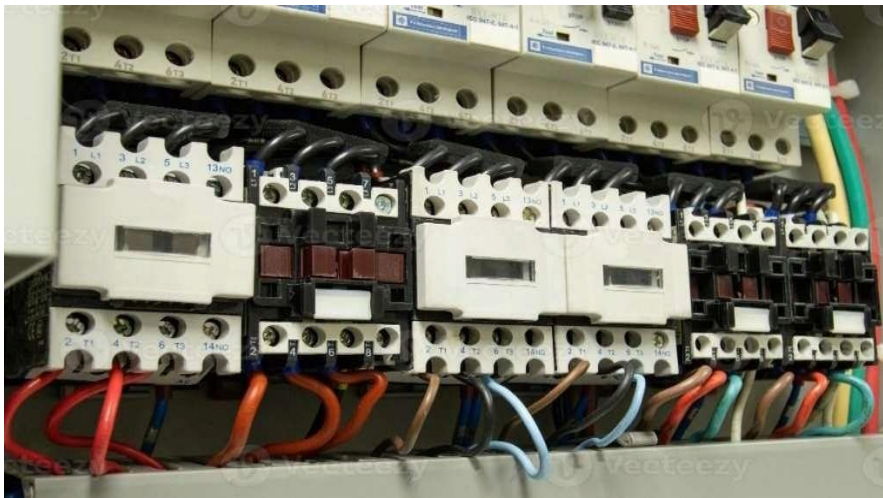


Figure II.3. Tableau électrique de l'armoire de commande.

Ces divers composants (les relais, les fusibles et les appareillages de commutation) contribuent au fonctionnement efficace et sécurisé de chaque armoire électrique industrielle. De plus, les normes régissant la conception et l'installation des armoires électriques industrielles assurent leur conformité aux exigences de sécurité et de performance.

Chapitre II : Les systèmes de sécurité industrielle

Au-delà de ces rôles clés, les armoires électriques industrielles évoluent en réponse aux besoins croissants de l'industrie, intégrant des fonctionnalités innovantes pour la commande et la commutation à distance (**Figure II.3**) [2].

II.6.2 L'utilité de l'armoire électrique

Une armoire électrique, également connue sous le nom de tableau électrique, est essentielle dans tout système électrique pour plusieurs raisons clés :

1. **Distribution électrique** : Elle sert à distribuer l'électricité provenant du réseau électrique ou d'une source d'énergie vers différents circuits et appareils à l'intérieur d'un bâtiment ou d'une installation.
2. **Protection des circuits** : L'armoire électrique contient des disjoncteurs, des fusibles ou d'autres dispositifs de protection qui coupent l'alimentation en cas de surcharge, court-circuit ou autre problème électrique potentiel, assurant ainsi la sécurité des personnes et des équipements.
3. **Organisation et gestion des câbles**: Elle permet de regrouper et d'organiser les câbles électriques de manière sécurisée, réduisant ainsi les risques d'incendie et de dommages physiques.
4. **Facilité d'accès pour la maintenance** : En centralisant les connexions électriques, l'armoire facilite l'accès aux composants pour l'inspection, la maintenance et les réparations.
5. **Conformité aux normes de sécurité**: Elle est conçue et installée selon des normes strictes pour garantir la conformité aux réglementations en matière de sécurité électrique.

L'armoire électrique est un élément critique dans tout système électrique, assurant à la fois la distribution efficace de l'électricité et la sécurité des utilisateurs et des équipements.

Cependant, il arrive malheureusement que les travailleurs soient exposés à de nombreux accidents du travail, et ce pour la non accessibilité à l'armoire et à sa gestion. L'une des situations les plus courantes et qui cause le plus de risque et de danger pour les travailleurs en industrie est de ne pas pouvoir accéder à l'armoire dans le cas de besoin extrême. A titre d'exemple, si l'un des travailleurs appuie sur le bouton d'arrêt afin d'effectuer une opération de maintenance sans avoir une vue claire de l'emplacement de l'armoire électrique, un autre

Chapitre II : Les systèmes de sécurité industrielle

travailleur pourrait alors inadvertamment rétablir le courant électrique, entraînant ainsi des accidents plus au moins grave.

En conséquence, une solution rapide et efficace s'impose à ce problème auquel les travailleurs peuvent être exposés et qui entraîne d'énormes pertes.

Discussion

En conclusion, bien que les systèmes de sécurité industrielle offrent des avantages significatifs tels que la protection des travailleurs et des infrastructures, ainsi que la conformité réglementaire améliorée, ils nécessitent une gestion équilibrée pour surmonter leurs défis potentiels.

La prévention du risque électrique repose sur la mise en sécurité des employés, des installations et des matériels électriques par l'installation d'armoires électriques.

Pour garantir la sécurité et la fiabilité des armoires électriques industrielles, il est crucial de respecter certaines normes bien précises. Elles instaurent des exigences relatives à la protection contre les surcharges, les courts-circuits et les défauts d'isolement ; afin d'assurer la protection des travailleurs et des installations.

✓ **Certaines normes** : plusieurs normes doivent être respectées :

1-Normes IEC : Les normes de la Commission électrotechnique internationale, comme l'IEC 61439, définissent les exigences concernant les systèmes d'appareillage à basse tension.

2-Normes NF : En France, la norme NF C 15-100 régit les installations électriques. Elle spécifie les exigences de sécurité pour les installations électriques dans les bâtiments.

3-Normes EN : Les normes européennes, telles que l'EN 60529 (degré de protection IP) et l'EN 61450 (installation des armoires), définissent les exigences en matière de protection contre l'eau et la poussière.

4-Normes ISO : Les normes ISO 9001 et ISO 14001 peuvent s'appliquer à la gestion de la qualité et à la gestion environnementale des processus de fabrication.

5-Normes de sécurité électrique : Des normes spécifiques, comme celles relatives à la protection des personnes et des équipements contre les risques électriques (NF C 14-100).

Chapitre II : Les systèmes de sécurité industrielle

6-Normes de protection contre les surcharges : Des dispositifs de protection doivent être intégrés pour éviter les surcharges et les courts-circuits.

7-Étiquetage et signalisation : Des étiquettes claires et des signaux de sécurité doivent être présents pour assurer une utilisation correcte et sécurisée.

8-Contrôles et maintenance : Des procédures régulières de contrôle et de maintenance doivent être établies pour garantir le bon fonctionnement des armoires électriques.

Cependant, ces armoires électriques industrielles évoluent en réponse aux besoins croissants de l'industrie, intégrant des fonctionnalités innovantes pour la commande et la commutation à distance.

Par conséquent, et dans le but d'instaurer la sécurité dans le milieu industriel tout en utilisant les fonctionnalités de l'armoire industrielle, un module électronique permettra une communication à distance sera intégré à cette dernière afin de réagir dans les temps en cas de non accessibilité de celle-ci.

Le chapitre suivant, proposera la solution qui peut réduire les incidents industriels par le développement de système de sécurité industrielle pour armoire électrique.

Chapitre III

**Conception et réalisation du
système de sécurité pour les
armoires électriques**

Préambule

Dans ce chapitre nous allons expliquer d'une manière détaillée et simple le principe de fonctionnement de notre système de sécurité pour armoires électriques, son schéma synoptique nous présenterons aussi ces différents blocs, ces différents composants ainsi que les procédures suivies pour la réalisation de ce dernier.

III.1. Conception du projet

Notre travail consiste à développer un système de sécurité pour armoires électriques visant principalement à protéger les travailleurs, les équipements, les installations et l'environnement industriel.

Notre système est un arrêt d'urgence sans fil communiquant par ondes radiofréquences avec le bouton d'arrêt d'urgence existant principalement dans les armoires électriques industrielles.

III.2. Le fonctionnement du système

Dans les anciens systèmes de sécurités, à savoir dans les armoires électriques, le bouton d'arrêt d'urgence se situe uniquement à l'intérieur de ces dernières. Et dans certains cas, et pour la non visibilité des armoires ainsi que la non accessibilité à ce bouton, plusieurs accidents graves peuvent se produire, donc porter atteinte aux opérateurs. La situation la plus probable est que l'un des travailleurs appui sur le bouton d'arrêt d'urgence de l'armoire et arrête le processus de production dans le but de faire une réparation. Sachant qu'il n'y a aucune vision vers l'emplacement de l'armoire électrique de l'emplacement de la maintenance, un autre opérateur peut ré allumer le processus sans savoir la raison de la coupure, ce qui peut conduire à des accidents sur place.

Le système, constitué d'une partie émettrice et d'une partie réceptrice, que nous proposons; va permettre de couper définitivement le courant électrique (le temps de finir la maintenance) lorsque nous appuyons sur le bouton d'arrêt d'urgence de la partie émettrice.

Une fois la maintenance réalisée, nous appuyons une deuxième fois sur le bouton d'arrêt d'urgence de l'émetteur, ce qui va libérer le bouton de démarrage du récepteur, donc de l'armoire électrique industrielle. (**Figure III.1**)

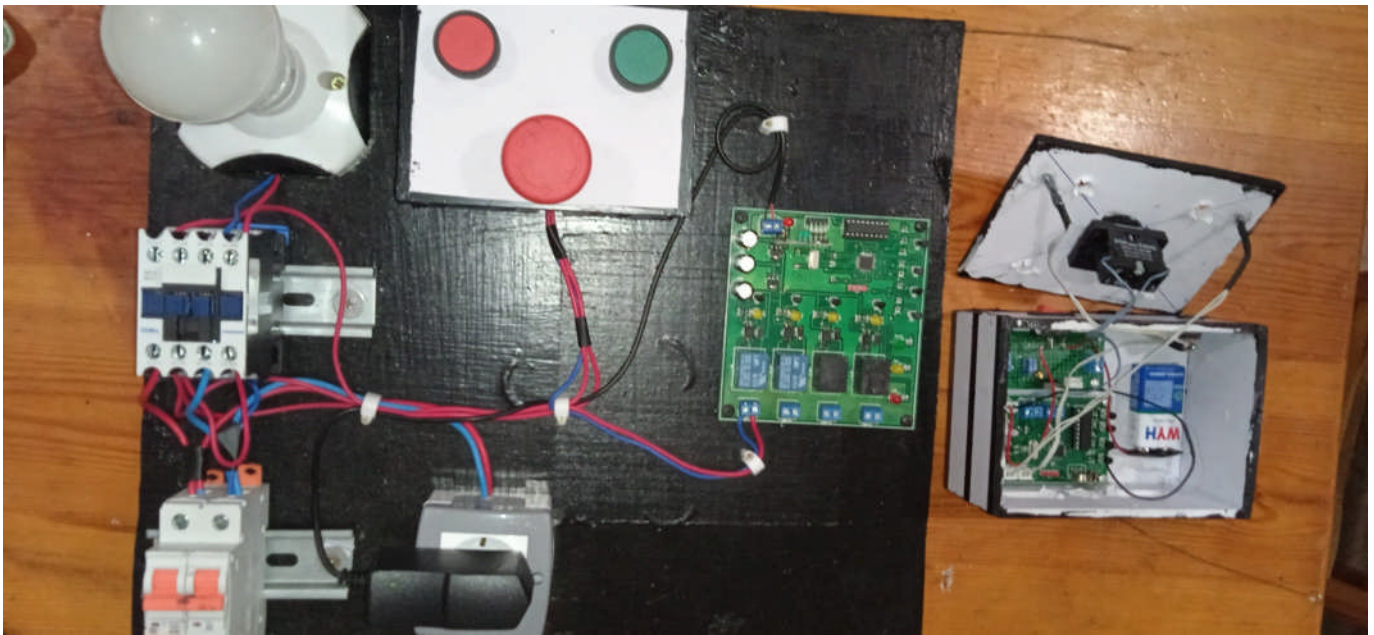


Figure III.1. La maquette de notre système.

Les deux parties de notre système:

○ **Partie Emetteur :**

Dans cette partie nous avons deux LED (une verte et une rouge)

- ❖ La LED verte s'allume lorsque nous appuyons sur l'interrupteur, indiquant que l'émetteur est alimenté et connecté au récepteur.
- ❖ La LED rouge s'allume lorsque nous appuyons sur le bouton d'arrêt d'urgence de notre système, indiquant que le signal de coupure du courant est bien envoyé.

○ **Partie Récepteur :**

Dans cette partie nous avons trois LED (une verte, une rouge et une jaune)

- ❖ Si nous appuyons sur l'interrupteur de l'émetteur, la LED verte s'allume, indiquant la connexion des deux cartes.
- ❖ Si nous appuyons sur le bouton arrêt d'urgence de l'émetteur, la LED rouge

s'allume, indiquant la réception du signal ; c'est à dire la coupure du courant pour la charge.

- ❖ Si aucun bouton n'est appuyé, la LED jaune s'allume, indiquant que les deux parties ne sont pas connectées.

Le principe de notre système de sécurité pour armoires électriques est résumé dans le schéma synoptique représenté par la Figure(III.2)

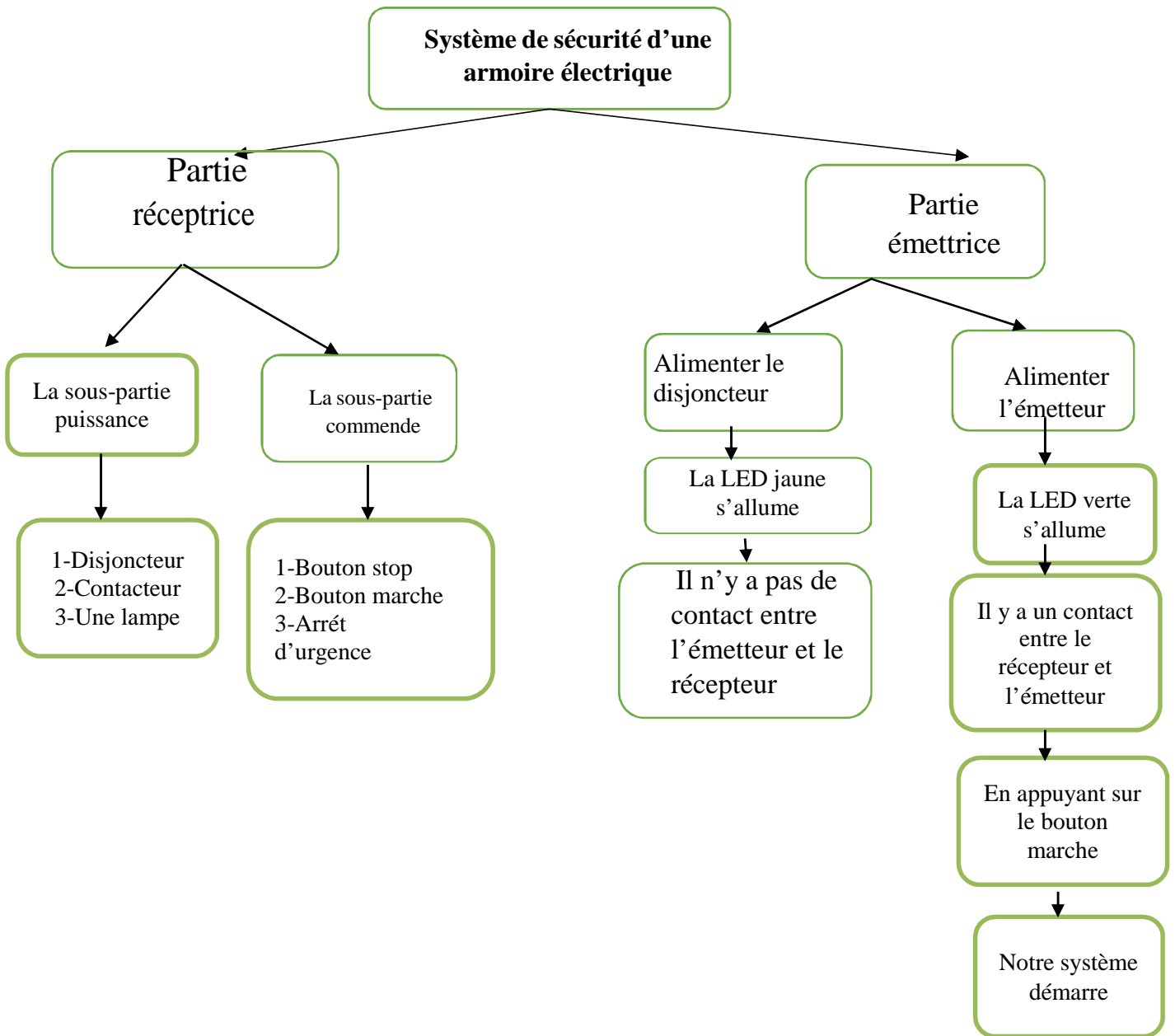


Figure III.2. Schéma synoptique de notre système.

Notre système est constitué de deux parties :

- **La partie réceptrice** : c'est la partie qui reçoit le signal (des ondes radiofréquence) par la partie émettrice.
- **La partie émettrice** : c'est la partie qui envoie le signal par des ondes radiofréquence (communication sans fil) à la partie réceptrice.

III.3. Réalisation du notre système de sécurité

La réalisation du notre système de sécurité pour armoires électriques se divise en deux parties qui sont illustrées dans la figure (III.3) .

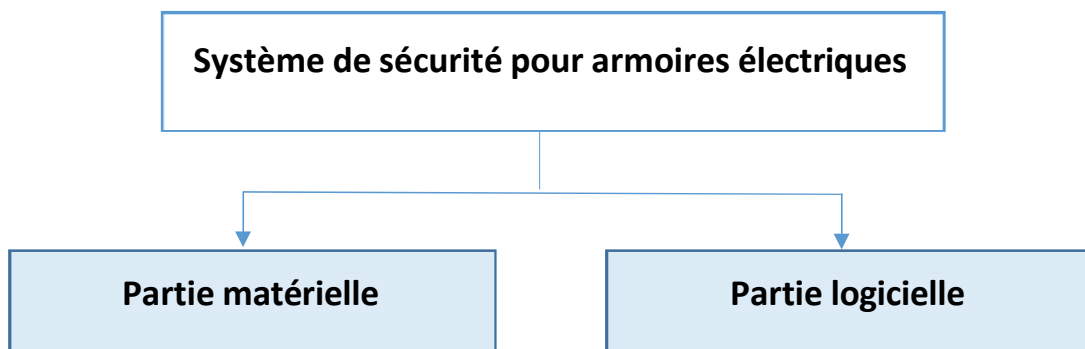


Figure III.3. Les différentes parties de notre réalisation.

III.3.1. Partie matérielle

C'est la partie où les recherches ont été les plus longues ainsi que les tests préalables, cette partie sert à réaliser les montages électroniques de l'émetteur et du récepteur, puis la connexion de l'ensemble.

III.3.1.1. L'émetteur

C'est la partie du système qui est chargée d'envoyer des signaux de commande .Elle intègre un module de communication sans fil qui transmet des instructions à la partie réceptrice (**Figure III.4**)

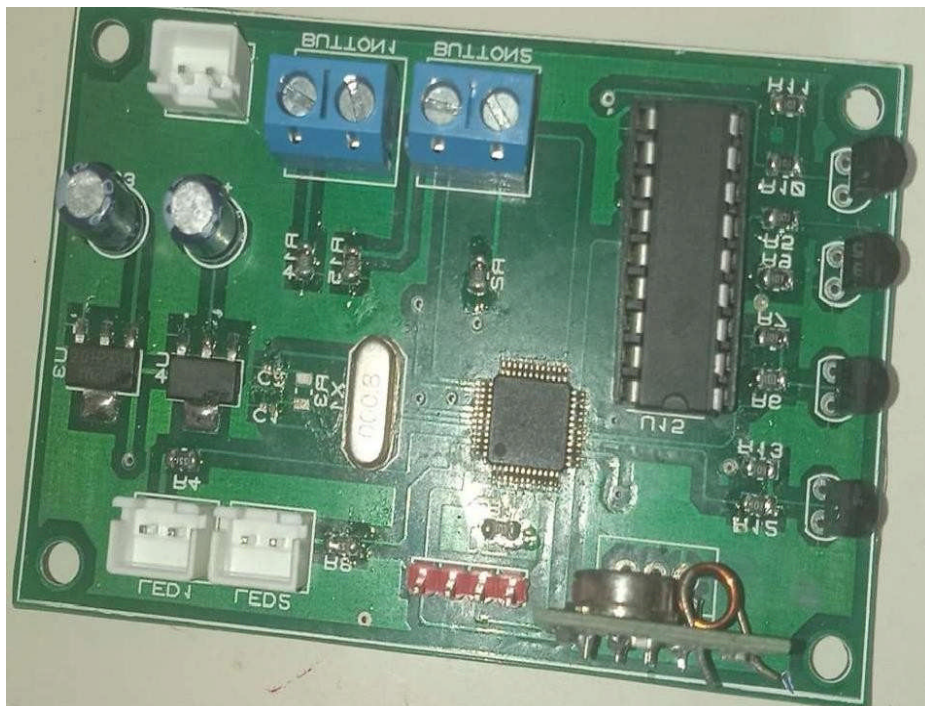


Figure III.4. Carte Emetteur.

III.3.1.2. Récepteur

C'est la partie du système qui est responsable de recevoir les signaux envoyés par la partie émettrice. Elle interprète ces commandes pour activer et désactiver les mécanismes de l'armoire électrique (figure III.5).

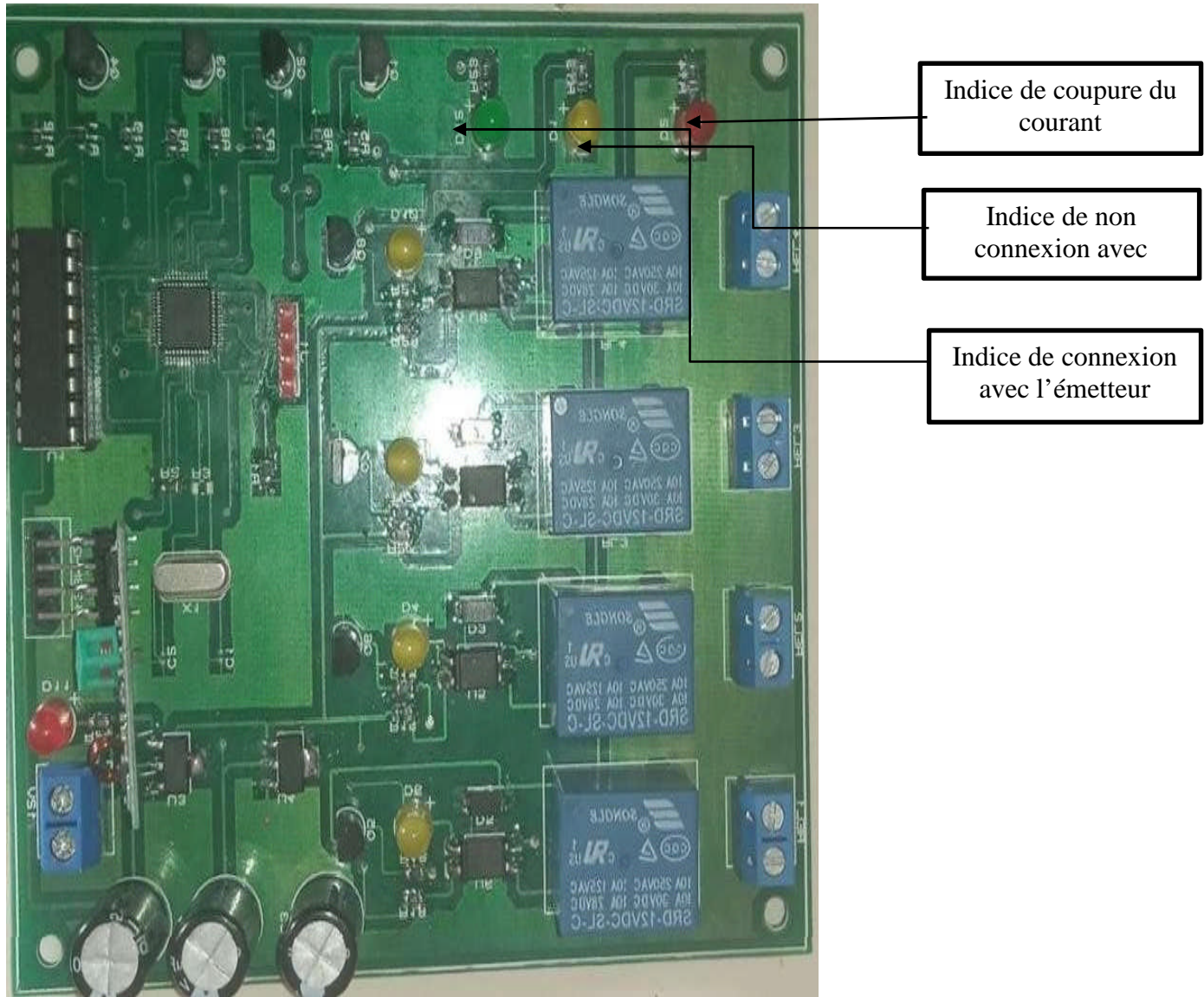


Figure III.5. Carte Récepteur.

Pour la réalisation matérielle de notre système de sécurité pour armoires électriques industrielles, à savoir la carte de l'émetteur et celle du récepteur ; nous nous sommes basés sur un schéma bloc détaillé résumé dans la figure (III.6).

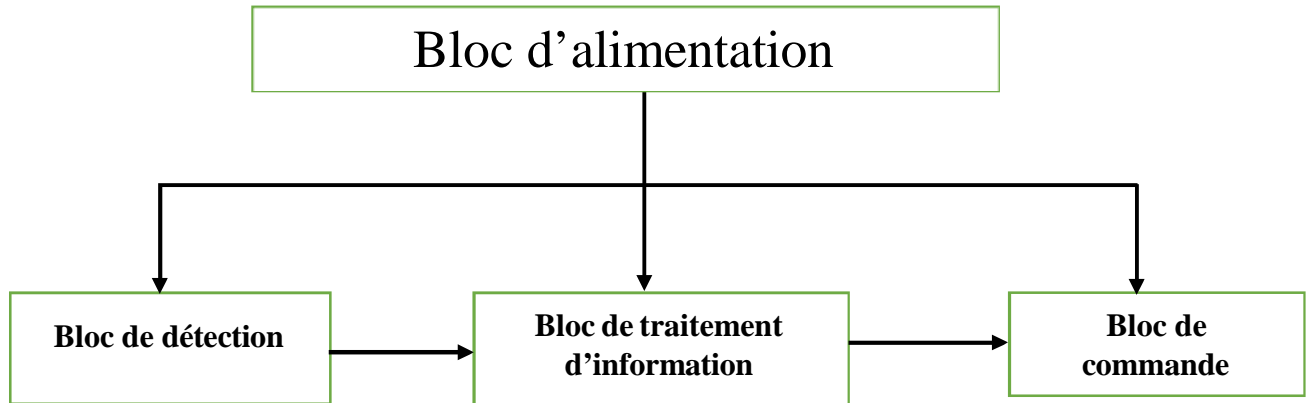


Figure III.6 .Les différents blocs de notre système.

III.4. Description des différents blocs

III.4.1. Bloc de détection

C'est la partie qui permet la détection du signal émis par le bouton d'arrêt d'urgence au niveau de la carte émettrice qui sera transmis par la suite vers la carte réceptrice via le module 433 Mhz.

➤ Le module 433 Mhz

Nous avons utilisé le module émetteur-récepteur sans fil **433 Mhz** qui est un module de communication radiofréquence qui permet la transmission et la réception de données sans fil à une fréquence de **433 Mhz**. Il est composé d'un émetteur qui envoie un signal vers un récepteur afin de pouvoir couper le courant .Nous avons choisi ce dernier puisque il est moins affecté par les bruits électromagnétiques, et même par rapport à sa consommation d'énergie qui est faible et encore sa disponibilité sur le marché et son coût réduit (**Figure III.7**).



Figure III.7. Le modules 433 MHz (émetteur et récepteur).

A- Les caractéristiques du module

-Fréquence de Fonctionnement : 433 MHz, qui est une fréquence de la bande ISM (Industrial, Scientific, and Medical) et est généralement libre d'utilisation dans de nombreux pays.

-Sensibilité : Généralement autour de -100 dBm, ce qui détermine la capacité du récepteur à capter des signaux faibles.

-Débit de Transmission : Typiquement entre 1 et 10 kbps (kilobits par seconde). Certains modules avancés peuvent atteindre des débits plus élevés.

Broches Typiques :

- **VCC** : Alimentation positive.
- **GND** : Terre.
- **Data (ou DIN/DOUT)** : Ligne de données pour l'émission ou la réception.
- **Antenne** : Pour connecter l'antenne externe.

- Niveau de Signal : Souvent compatible avec les niveaux logiques TTL (Transistor-Transistor Logic) de 5V ou 3.3V.
- Voltage d'Alimentation : Généralement de 3V à 12V, mais souvent optimisé pour 5V.
- Courant de Consommation : Très faible en mode veille et modéré lors de la transmission, typiquement autour de 10 à 20 mA en mode transmission.

B -Avantages

- **Simplicité** : Facile à utiliser avec des microcontrôleurs comme Arduino.
- **Coût** : Relativement peu coûteux comparé à d'autres technologies de communication sans fil.

III.4.2. Bloc de traitement de l'information

Ce bloc repose sur un élément clé : le microcontrôleur, dont la fonction est d'exécuter les sous-programmes.

➤ **Le microcontrôleur STM32**

Pour les microcontrôleurs nous avons choisi d'utiliser les STM32 par rapport à leurs faible consommation d'énergie ce qui nous a permis d'opter pour une alimentation par batterie, leurs performances élevées et aussi leurs traitement de données en temps réel ce qui est très fiable pour avoir des réponses rapides.

Dans notre système nous avons utilisés deux microcontrôleurs STM32, un pour la partie émettrice qui est connecté avec l'HT12E et l'autre pour la partie réceptrice qui est connecté avec l'HT12D dans le but de transférer les données entre les deux parties(**Figure.III.8**).



Figure III.8. STM32 Microcontrôleur.

A- Caractéristiques techniques du microcontrôleur

- **Vitesse d'Horloge** : Varie en fonction du modèle, de quelques MHz à plus de 400 MHz pour les modèles les plus avancés.

- **Mémoire** :
 - **Flash** : Généralement de 16 Ko à 2 Mo, selon le modèle.
 - **RAM** : De 4 Ko à 512 Ko ou plus.

- **Interfaces de Communication** :
 - **USART/UART** : Pour la communication série.
 - **SPI** : Pour la communication série synchronisée.
 - **I2C** : Pour la communication série à deux fils.
 - **CAN** : Pour la communication en réseau automobile ou industriel.
 - **USB** : Pour la communication USB hôte ou périphérique.

- **Périphériques** :
 - **Timères** : Pour les opérations de temporisation, PWM, et capture/compte.
 - **ADC/DAC** : Convertisseurs analogique-numérique et numérique-analogique.
 - **GPIO** : Broches d'entrée/sortie générales.
 - **DAC** : Convertisseur numérique-analogique pour générer des signaux analogiques.

III.4.3. Bloc de commande

Ce bloc permet de gérer et d'exécuter les commandes envoyées par l'utilisateur, en assurant le bon fonctionnement des interactions entre la partie émettrice et réceptrice pour le contrôle sécurisé des armoires électrique.

➤ Le relais :

Pour pouvoir relier les deux parties de notre projet (la partie émettrice et réceptrice) nous avons utilisé un relais qui nous a permis de contrôler notre circuit électrique à haute fréquence à l'aide du signal à basse fréquence fournis par le microcontrôleur STM32 avec lequel il est branché en utilisant un transistor comme intermédiaire entre les deux afin d'amplifier le courant. **(Figure III.9)**



Figure III.9.Un relais.

A-Caractéristiques

- VCC : 12V
- GND
- TTL : pour ouvrir ou fermer le relai
- Dimensions : longueur 4.0 cm, largeur 2.7 cm et hauteur 1.8cm
- Poids : 14g.

➤ Le contacteur

Le contacteur est similaire au relais, sauf que ce dernier est conçu pour des applications de puissance élevée. Il est constitué de deux parties principales, la partie de commande qui est activée par le microcontrôleur et une fois elle est alimentée elle active la bobine électromagnétique qui ferme et ouvre les contacts de la partie puissance. Et la partie puissance dont les contacts sont utilisés pour commuter la charge (dans notre système la lampe). (**Figure III.10**)



Figure III.10 .Un contacteur.

➤ Encodeur HT12E

Le HT12E qui est un circuit intégré utilisé généralement pour encoder des données et des adresses dans les systèmes de communication, il prend des entrées numériques du STM32, les encode en série et les envoie via un module de transmission radiofréquence (**Figure III.11**).

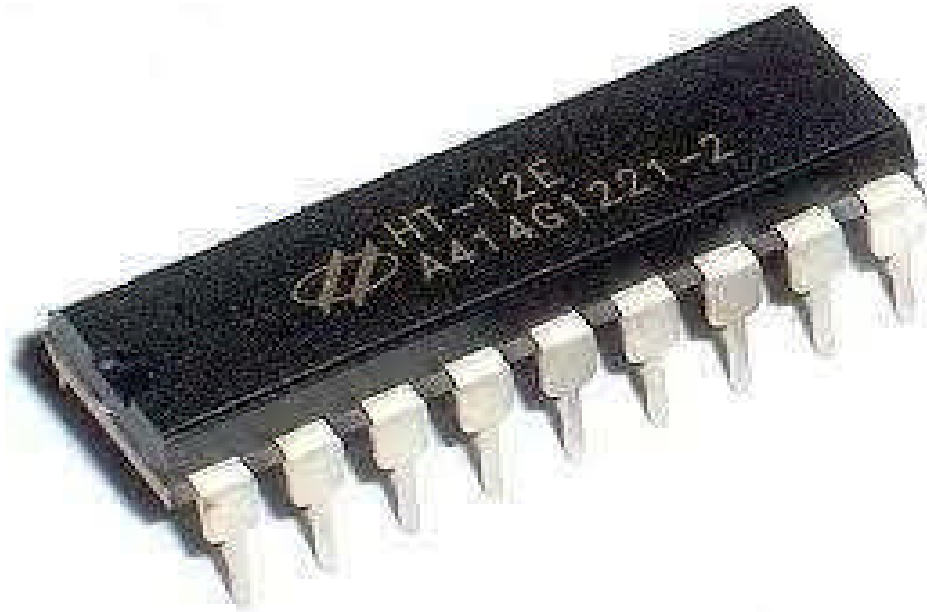


Figure III.11.Encodeur HT12E.

➤ **Décodeur HT12D**

Le HT12D est un circuit intégré (CI) utilisé pour la réception et le décodage des données dans les systèmes de communication sans fil. Il reçoit les données envoyées par l'HT12E, les décode et envoie les sorties de données au STM32 pour les traiter (**Figure III.12**).



Figure III.12 .Décodeur HT12D.

Pour compléter notre réalisation nous avons utilisé des condensateurs, des résistances, des LED, des transistors, un optocoupleur, et des borniers, un relais.

➤ **La capacité**

La capacité qui est un dispositif utilisé pour mesurer la capacité d'un condensateur à stocker de l'énergie électrique. Lorsqu'une tension est appliquée aux bornes d'un condensateur, des charges positives et négatives s'accumulent sur les plaques du condensateur, créant un champ électrique entre elles. La capacité du condensateur détermine combien de charge peut être stockée pour une tension donnée. Donc nous avons utilisé ces derniers pour filtrer les signaux en éliminant les bruits ou en lissant les variations de tension dans les circuits d'alimentation (**Figure III.13**).



Figure III.13.Capacité électrique.

✓ **Les résistances**

Les résistances dans notre travail sont utilisées pour protéger les composants sensibles en limitant le courant qui les traverse .Cela empêche les surtensions ou les courts-circuits de causer des dommages. Comme par exemple lors de la connexion du relai et du contacteur à l'STM32 nous avons placé des résistances entre le GPIO du STM32 et la base du transistor qui pilote la bobine du relai pour limiter le courant. (Figure III.14)



Figure III.14.Résistance électrique.

✓ LED

La LED (diode électroluminescente ou DEL) est un élément semi-conducteur qui ne laisse passer le courant que dans une seule direction. Lorsqu'un courant la traverse dans le sens passant, la LED émet une radiation lumineuse qui dépend du matériau semi-conducteur. Et dans notre cas nous avons utilisé deux LED comme voyants. (**Figure III.15**)



Figure III.15.Des LEDs.

✓ Le transistor

Un transistor est un dispositif semi-conducteur utilisé pour amplifier ou commuter des signaux électriques. Nous l'avant utilisé comme un interrupteur en contrôlant le flux de courant entre ses deux bornes principales en fonction d'un signal d'entrée (**Figure III.16**).



Figure III.16. Transistors.

➤ Optocoupleur

Un optocoupleur (ou coupleur optique) est un composant électronique utilisé pour transmettre des signaux électriques entre deux circuits tout en les isolant électriquement. Dans notre travail nous l'avant utilisé pour assurer l'isolation des deux parties commande et puissance. Cela signifie qu'il n'y a pas de connexion électrique directe entre l'entrée et la sortie afin de protéger le circuit de sortie des surtensions, des pics de courant ou d'autre perturbation venant du côté d'entrée (Figure III.17).



Figure III.17. Optocoupleur.

➤ **Bornier**

Un bornier est un composant qui regroupe plusieurs connexions électriques dans un seul boîtier. Il permet de connecter des fils ou câbles à un circuit électrique ou électronique sans avoir à souder directement les fils aux composants (**Figure III.18**).



Figure III.18.Bornier électrique.

➤ **Un régulateur**

Un régulateur est un composant ou un circuit utilisé pour maintenir une tension ou un courant constant à travers une charge, malgré les variations de tension d'alimentation ou de charge (**Figure III.19**).



Figure III.19.Régulateur.

✓ Un disjoncteur

Le disjoncteur est un dispositif de protection électrique conçu pour interrompre automatiquement le circuit électrique en cas de surcharge ou de court-circuit il protège ainsi les installations contre les risques d'incendie (**Figure III.20**).



Figure III.20.Disjoncteur.

III.4.4. Bloc d'alimentation

Afin de faire fonctionner notre système, une source d'alimentation d'une tension de 12V est nécessaire.

III.5. Description et réalisation des cartes PCB

III.5.1. Description de la carte PCB

Nous avons réalisé deux cartes PCB : Emetteur et Récepteur.

- Les composants utilisés pour implémenter les deux cartes sont :
 - Un microcontrôleur STM32.
 - Encodeur HT12E.
 - Décodeur HT12D.
 - Le module 433Mhz.

- Des LED.
- Relais.
- Bornier.
- Capacité.
- Résistance.
- Un transistor.
- Régulateur.
- NRF module du récepteur radio fréquence.

III.5.2. Réalisation de la cartes PCB

Pour la réalisation des deux cartes (émetteur et récepteur), nous avons utilisé le logiciel ISIS Proteus.

A-Présentation générale du logiciel Proteus Professional

Proteus Professional est une suite logicielle destinée à l'électronique. Développé par la société **Labcenter Electronics**, les logiciels incluent dans Proteus Professional permettent la CAO (Construction Assistée par Ordinateur) dans le domaine électronique. Deux logiciels principaux composent cette suite logicielle : (ISIS, ARES, PROSPICE) et VSM. Cette suite logicielle est très connue dans le domaine de l'électronique. De nombreuses entreprises et organismes de formation (incluant lycée et université) utilisent cette suite logicielle. Outre la popularité de l'outil, Proteus Professional possède d'autres avantages :

- Pack contenant des logiciels faciles et rapides à comprendre et à utiliser.
- Le support technique est performant.
- L'outil de création de prototype virtuel permet de réduire les coûts matériels et logiciels lors de la conception d'un projet.

ISIS

ISIS de Proteus Professional est principalement connue pour éditer des schémas électriques. Par ailleurs, le logiciel permet également de simuler ces schémas ce qui permet de déceler certaines erreurs dès l'étape de conception. Indirectement, les circuits électriques conçus grâce

à ce logiciel peuvent être utilisés dans des documentations car le logiciel permet de contrôler la majorité de l'aspect graphique des circuits (**Figure III.21**).

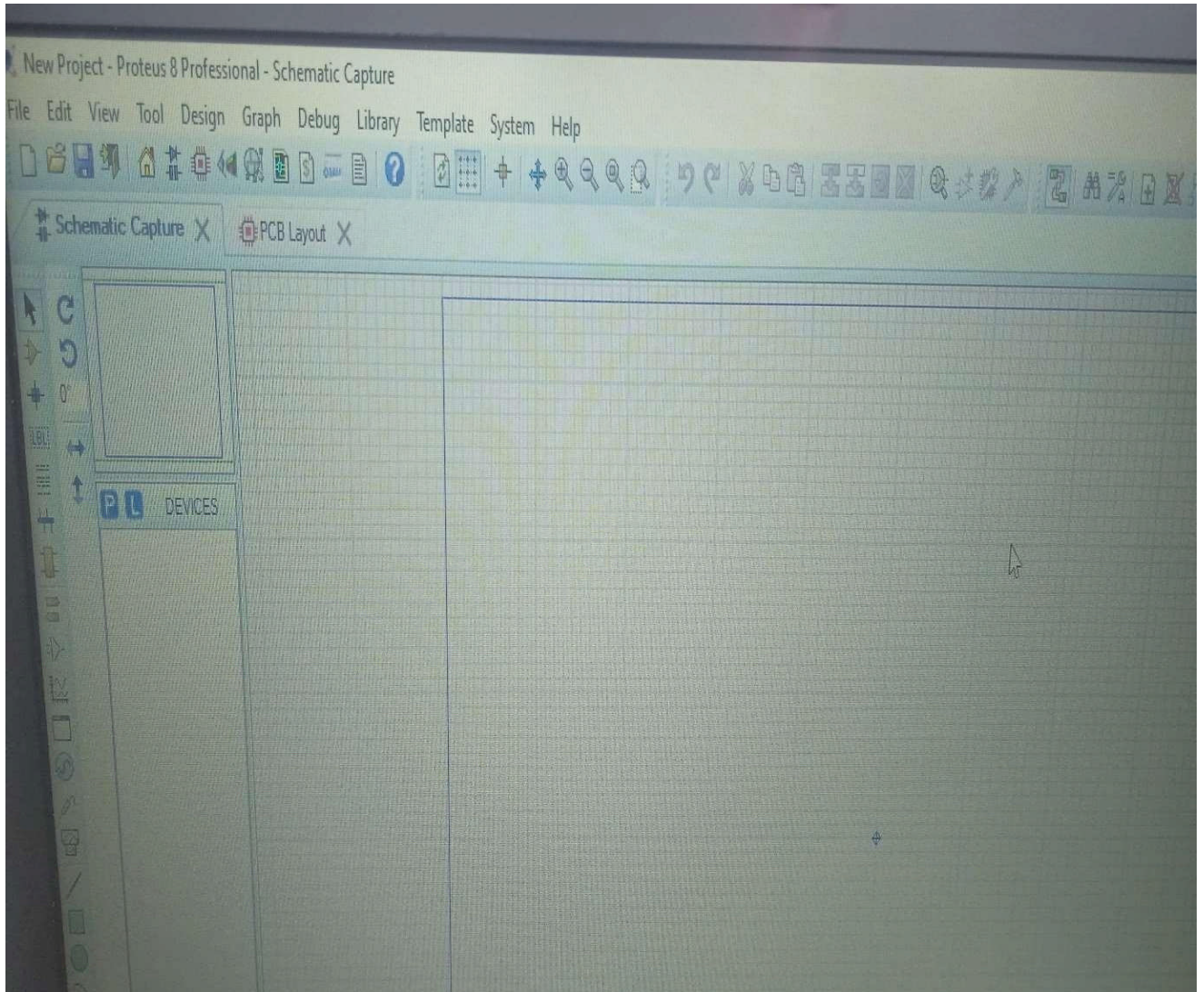


Figure III.21.Fenêtre Isis Proteus.

III.5.2.1. Les étapes à suivre pour la réalisation des deux cartes

Ce schéma résume l'ensemble des étapes de conception d'une carte PCB :

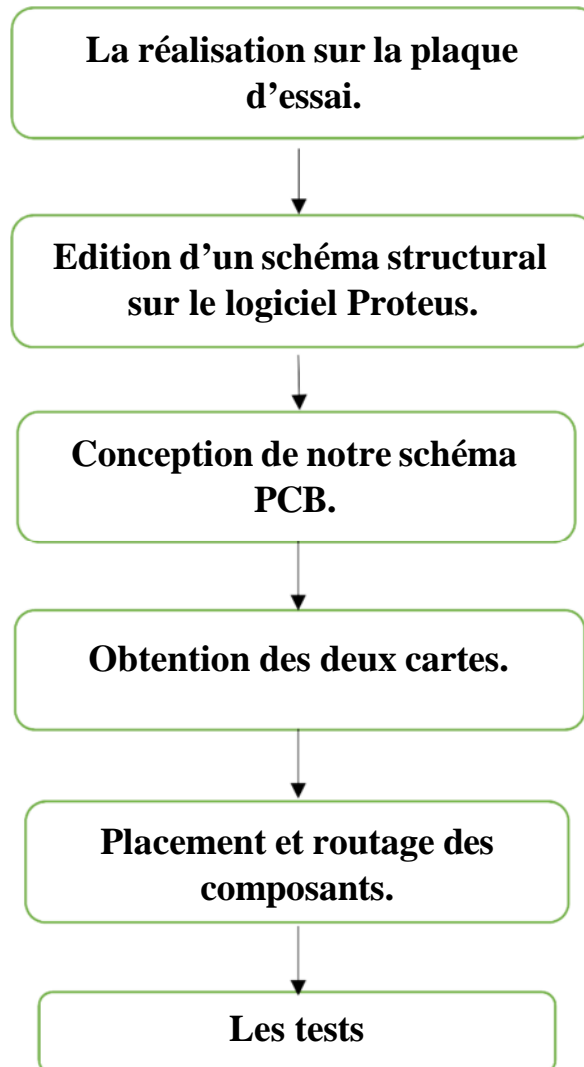


Figure III.22. Organigramme représentant les étapes de conception des deux cartes.

III.5.2.1.1. La réalisation sur la plaque d'essai

La première étape c'est la réalisation sur la plaque d'essai comme illustré par l'image suivante :

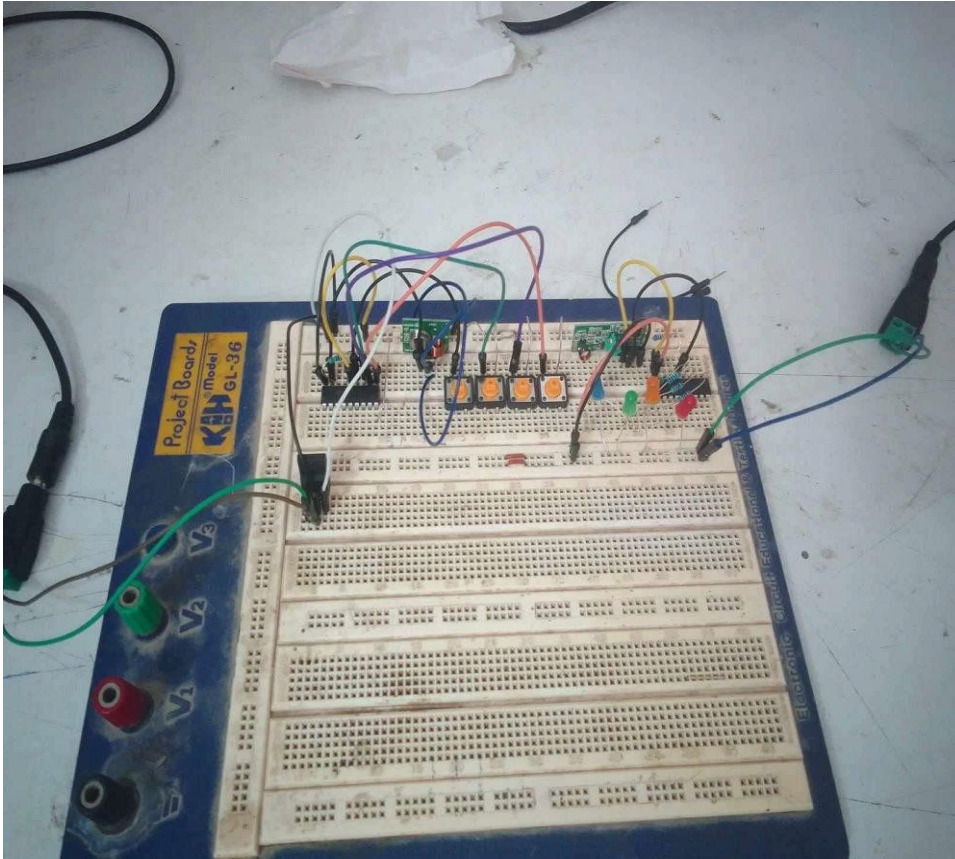
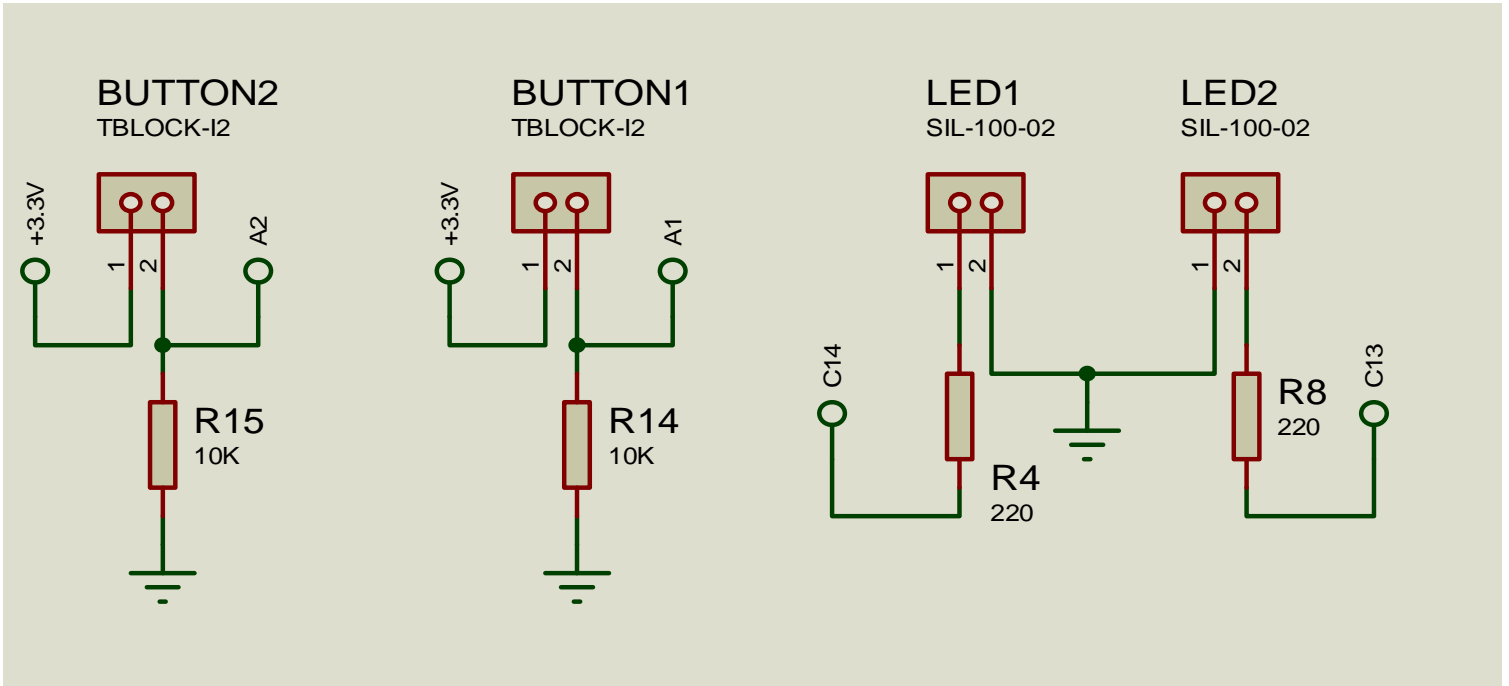


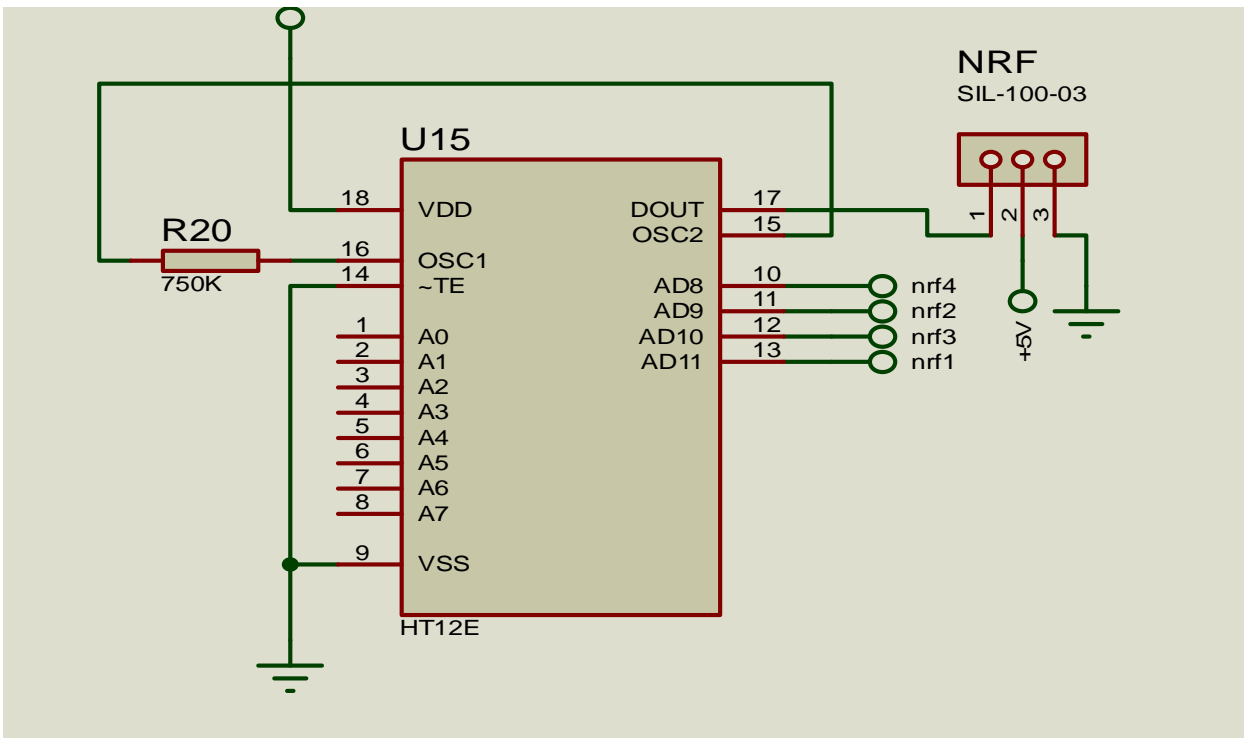
Figure III.23. Réalisation de notre système sur la plaque d'essai.

III.5.2.1.2. Création d'un schéma structurel

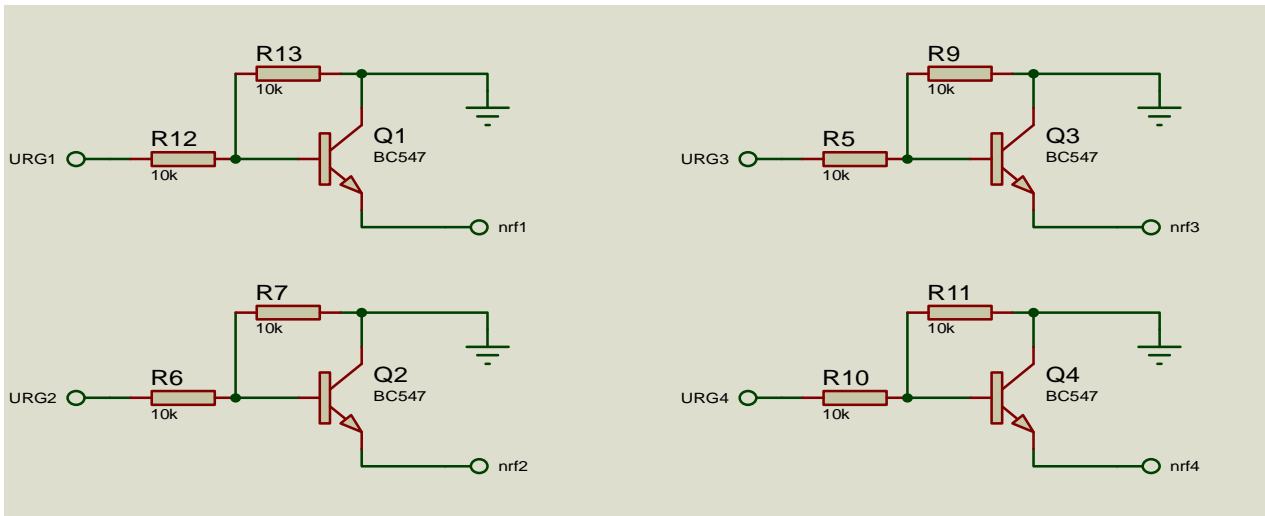
- On commence le schéma par ajouter les composants nécessaires, en cliquant sur **Component Mode**, ce qui nous a permis d'obtenir le circuit émetteur représenté sur la figure (III.24) ainsi que le circuit récepteur représenté sur la figure (III.25)



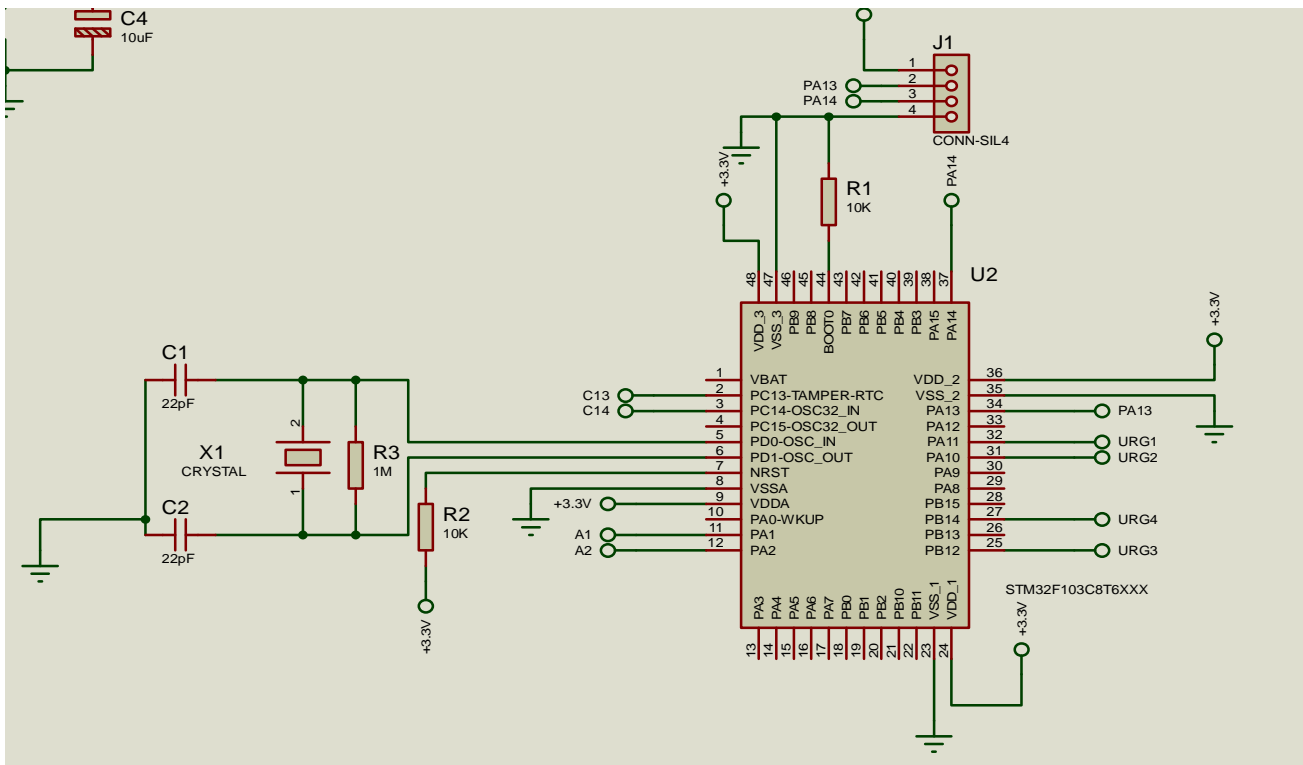
Bloc de commande.



Bloc de commande.

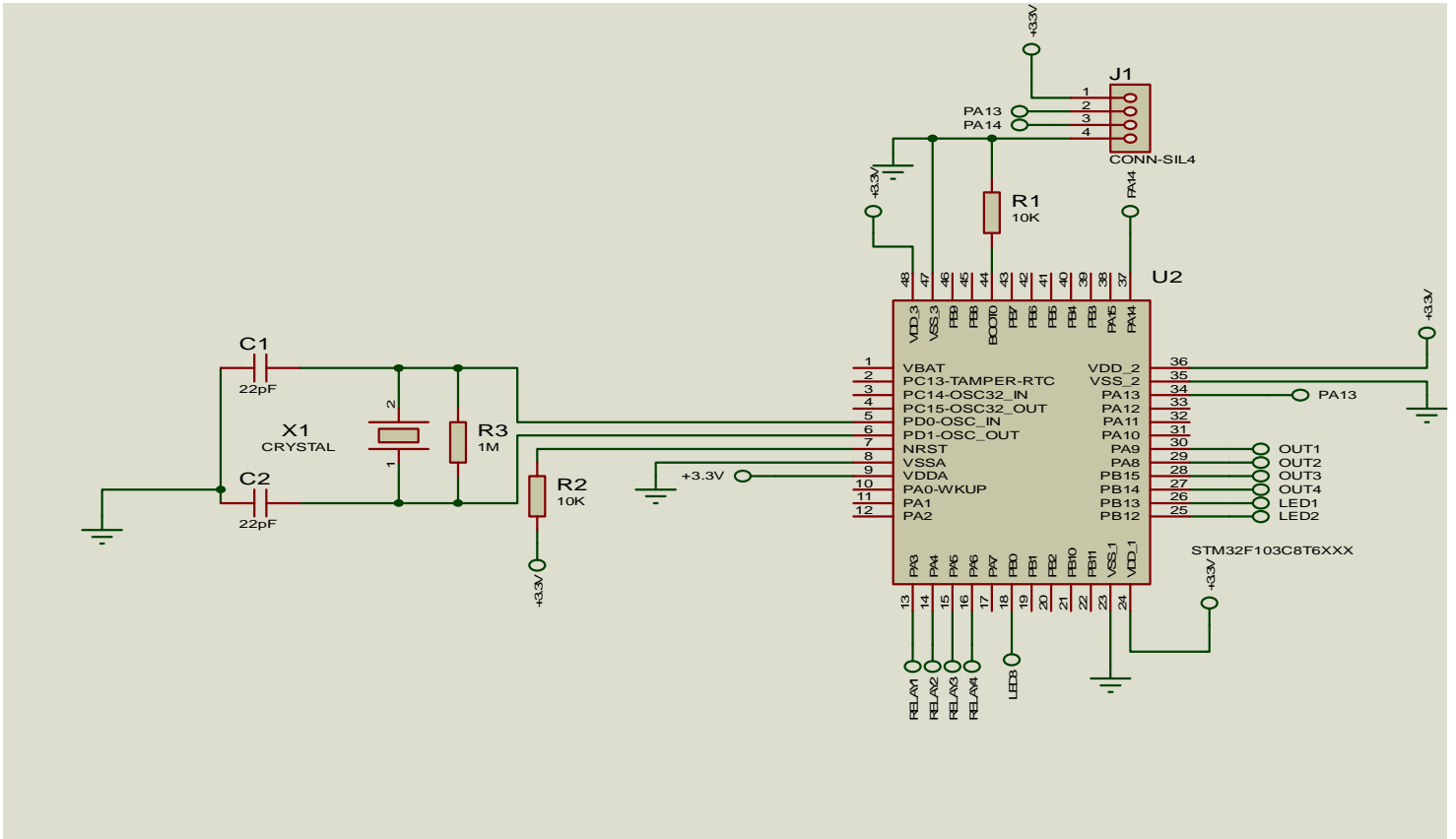


Bloc de commande.

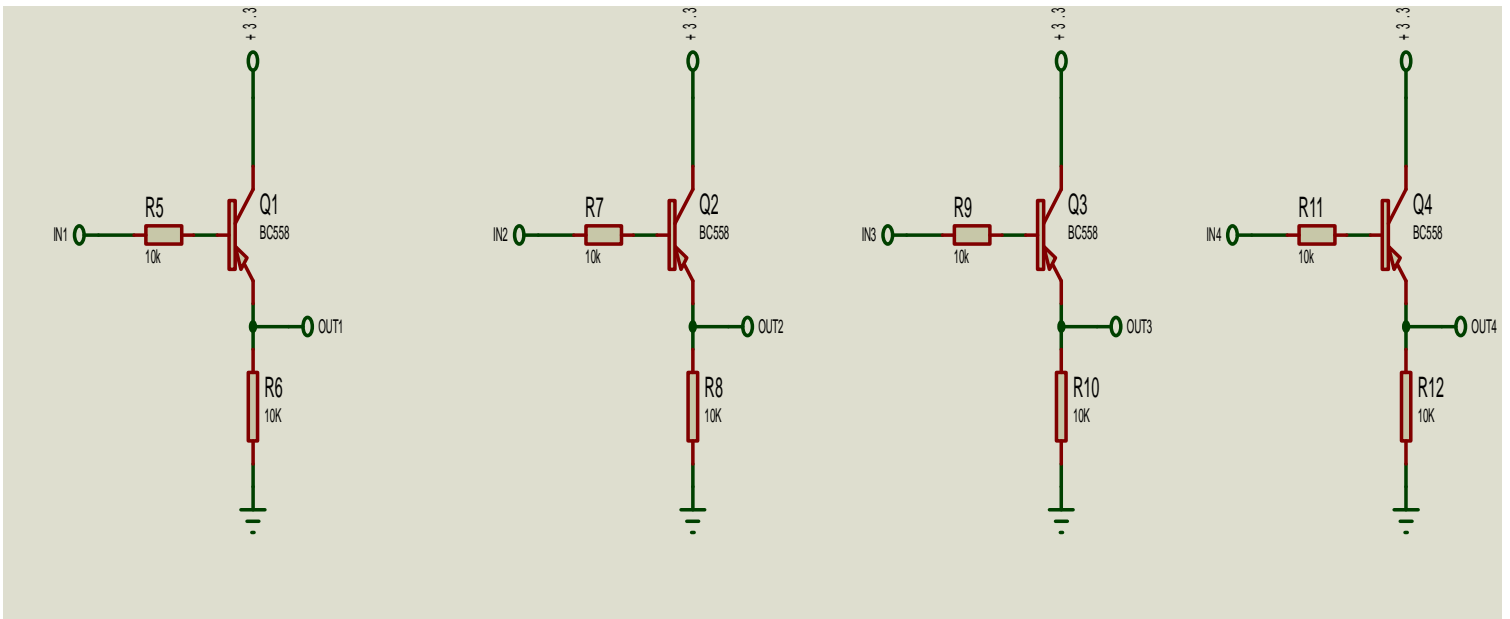


Bloc de traitement d'information (microcontrôleur STM32)

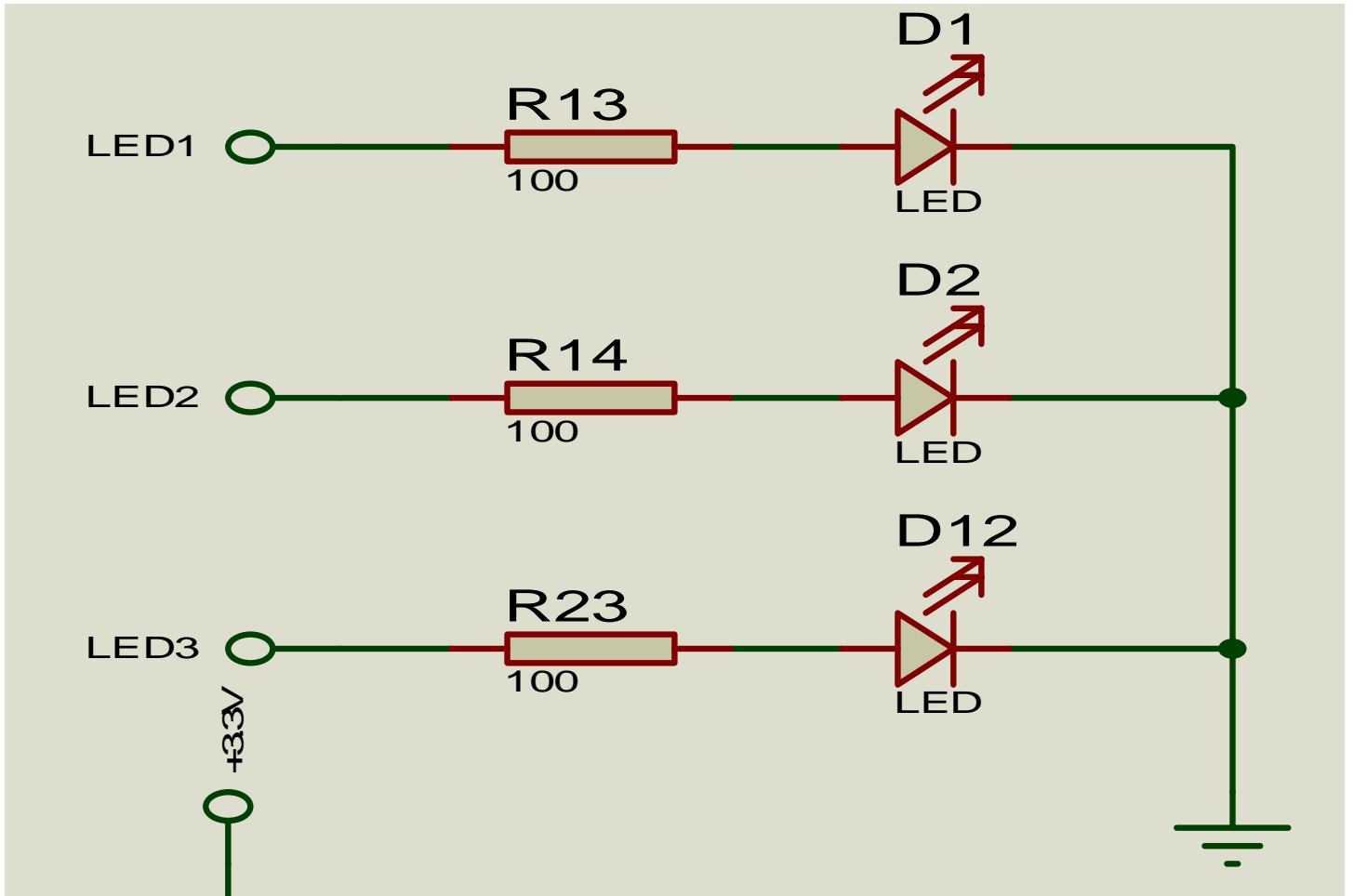
Figure III.24. Schéma structurel de l'émetteur.



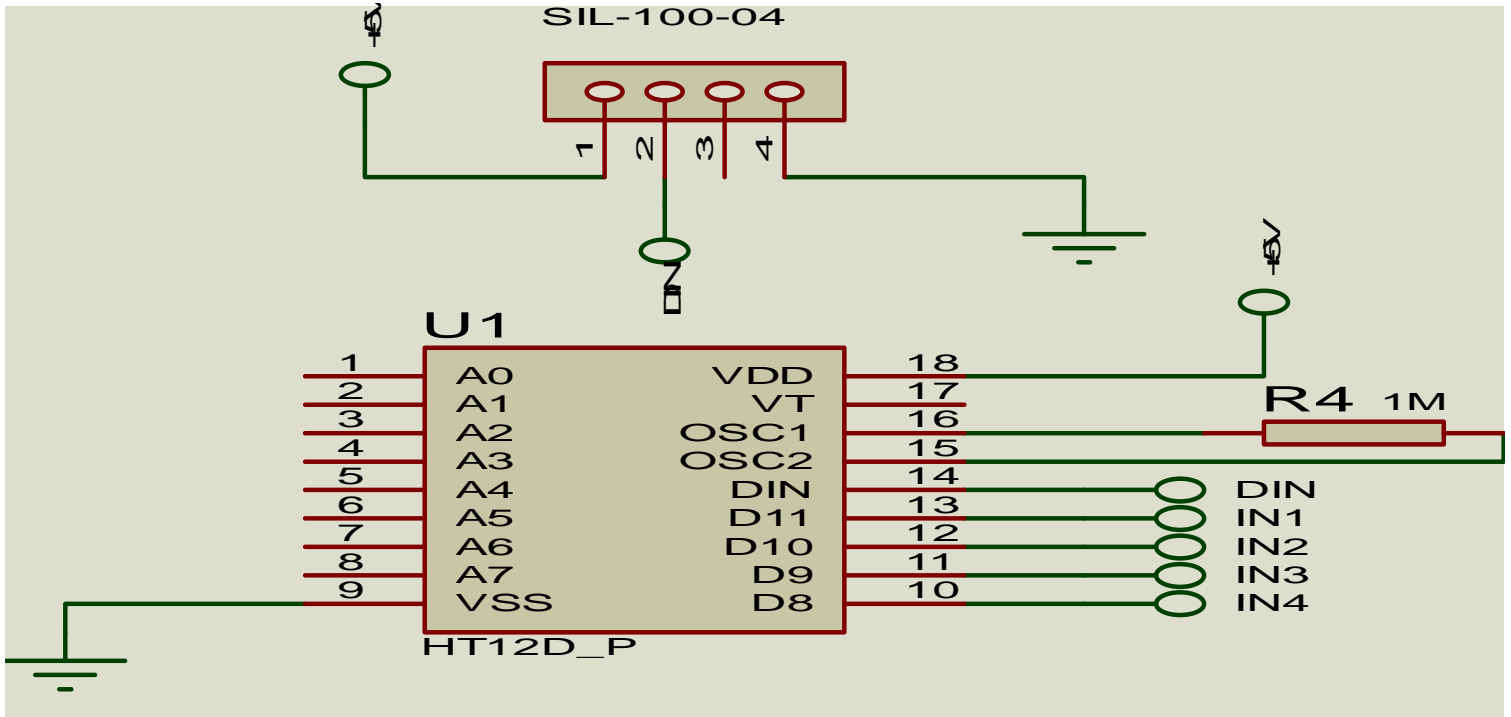
Bloc de traitement d'information (microcontrôleur STM32)



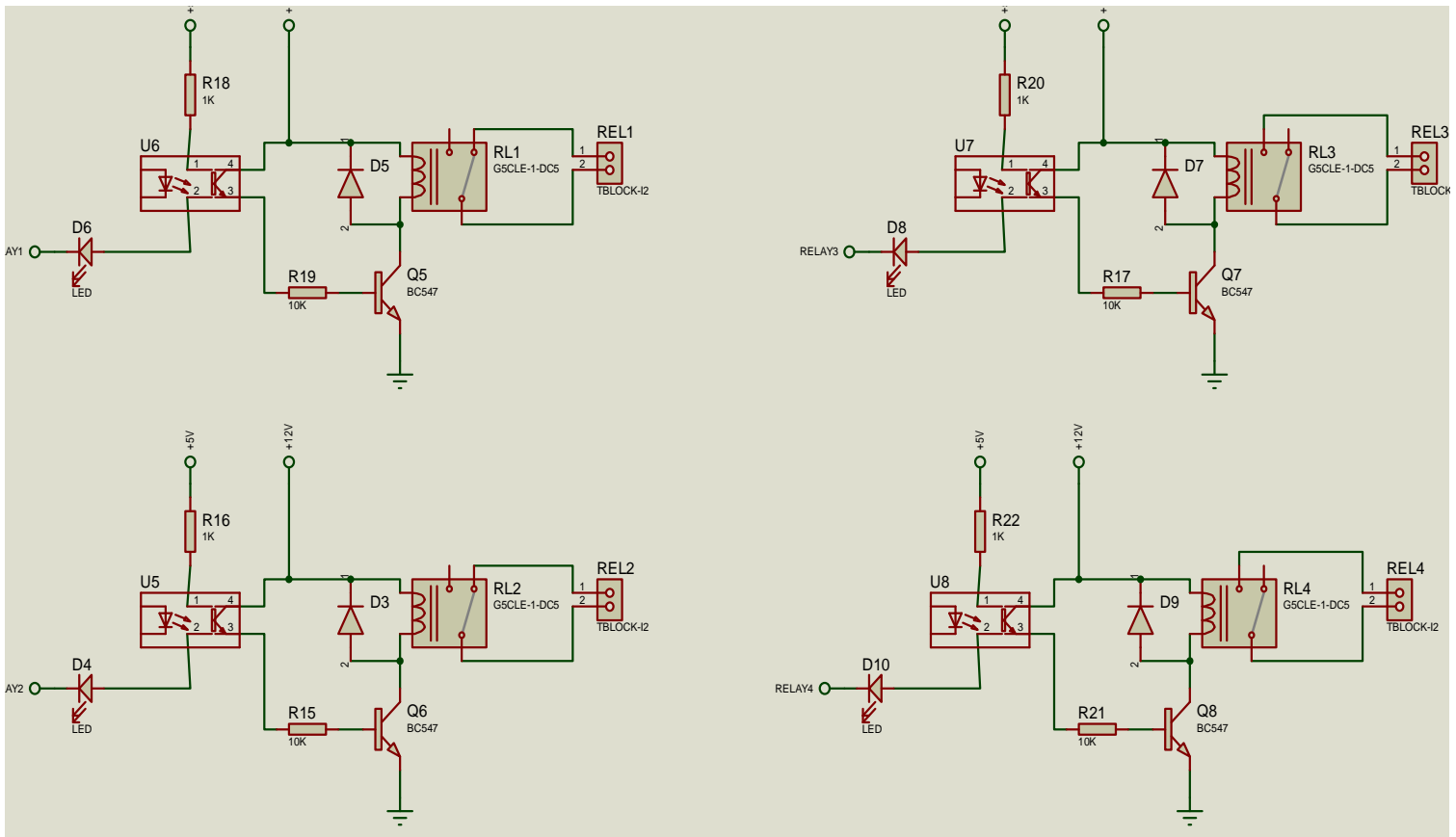
Bloc de commande.



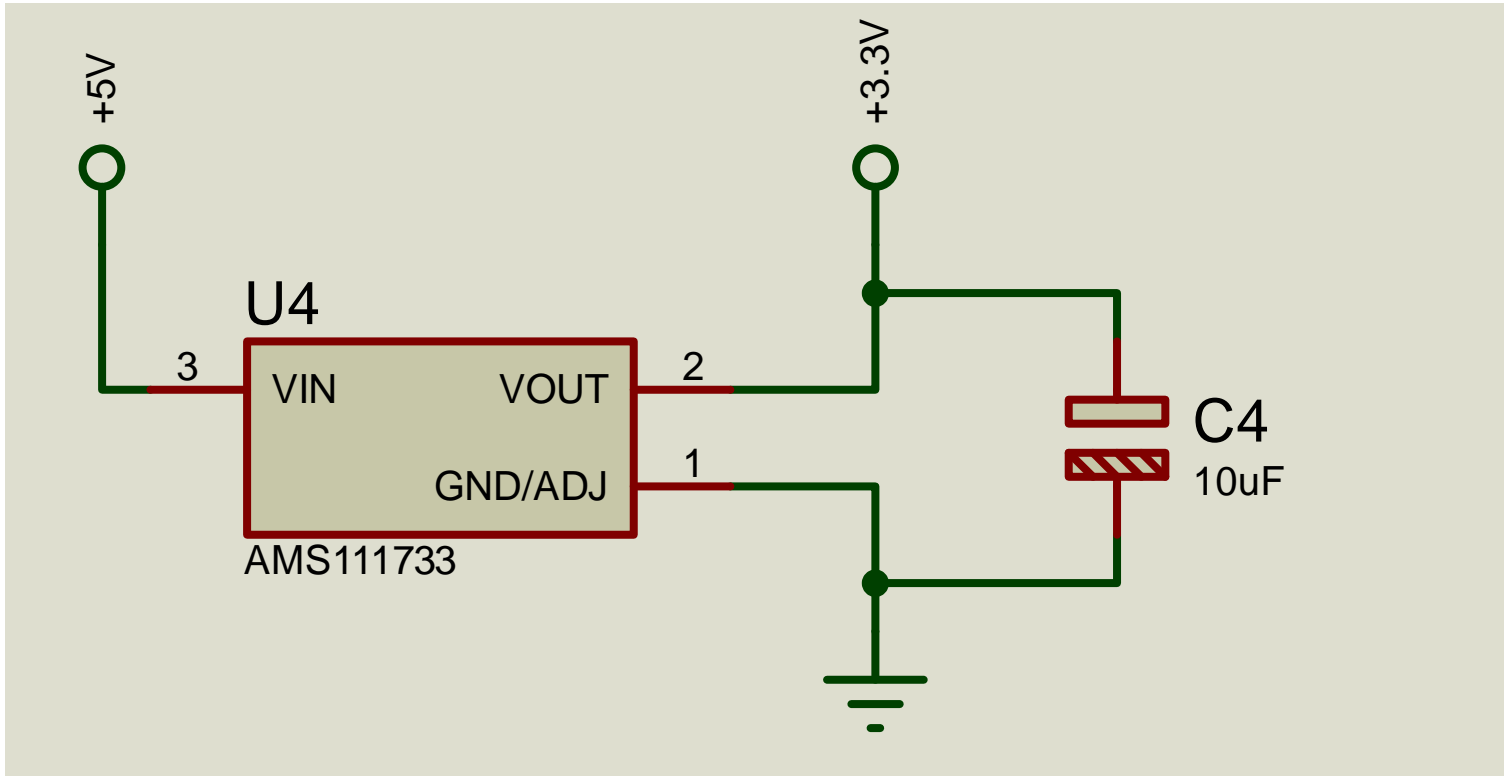
Bloc de commande.



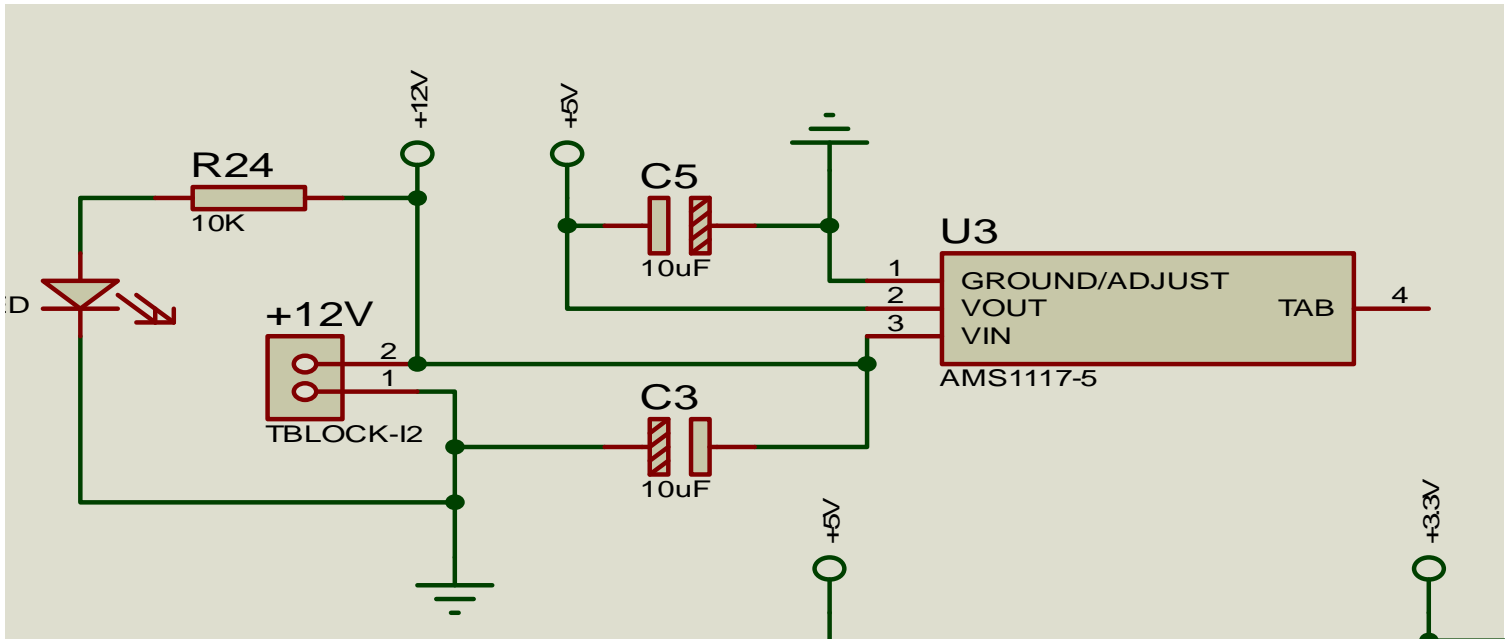
Bloc de commande.



Bloc de commande.



Bloc de commande.

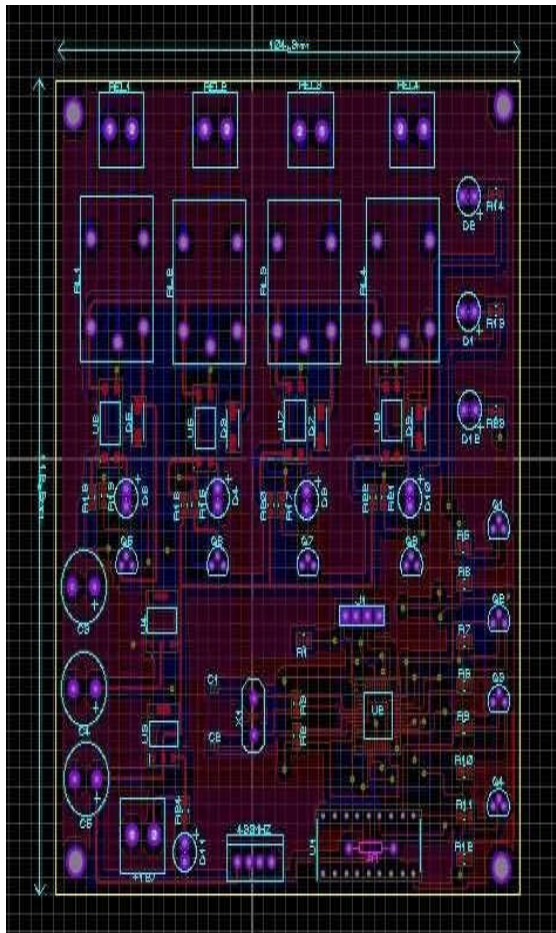


Bloc de commande.

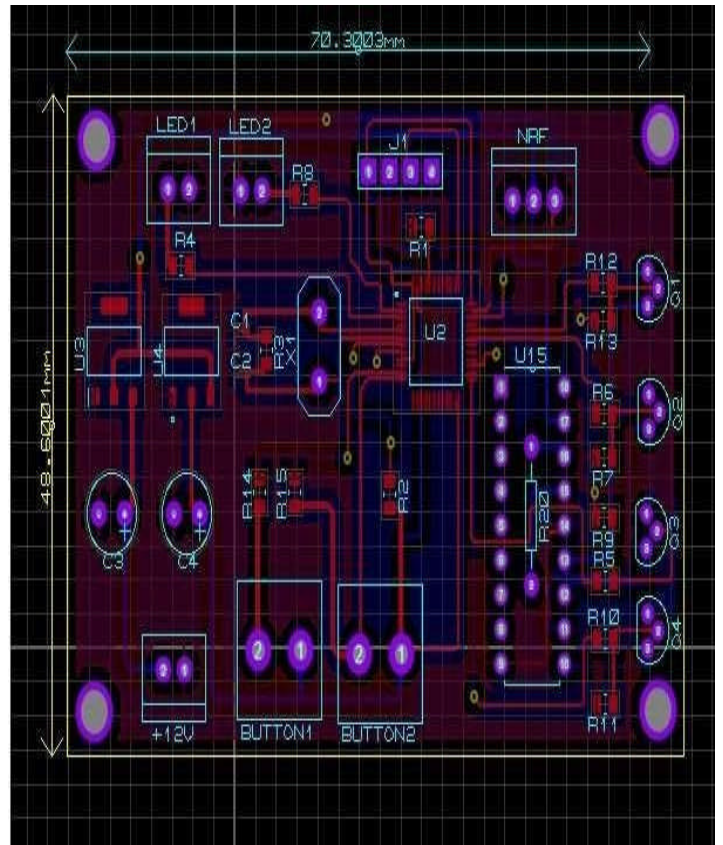
Figure III.25 .Schéma structurel du récepteur.

III.5.2.1.3. Conception de notre schéma PCB

En cliquant sur << PCB Layout >> situé en haut de l'écran pour afficher notre schéma PCB.



(a) Carte Récepteur



(b) Carte Emetteur

Figure III.26. Schéma PCB des deux cartes.

III.5.2.1.4. Obtention des deux cartes

La prochaine étape consiste à imprimer les deux cartes. Par la suite effectuer la soudure des différents composants sur les deux cartes(**figure III.27**).

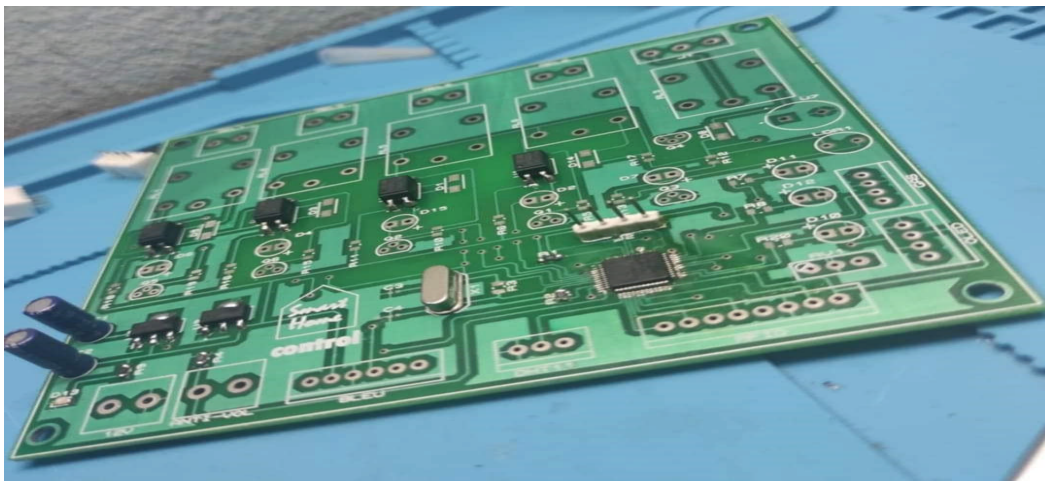
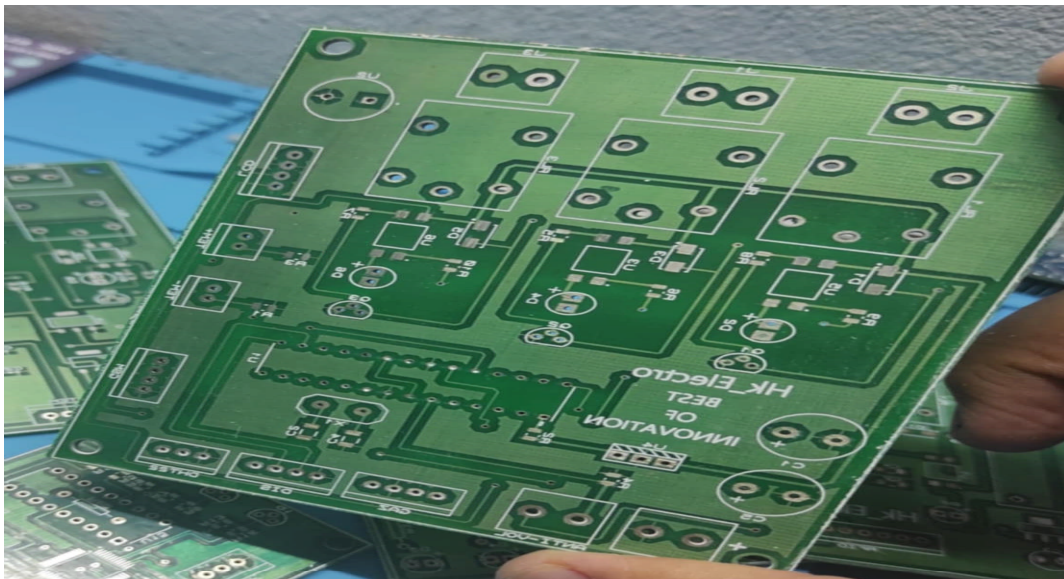
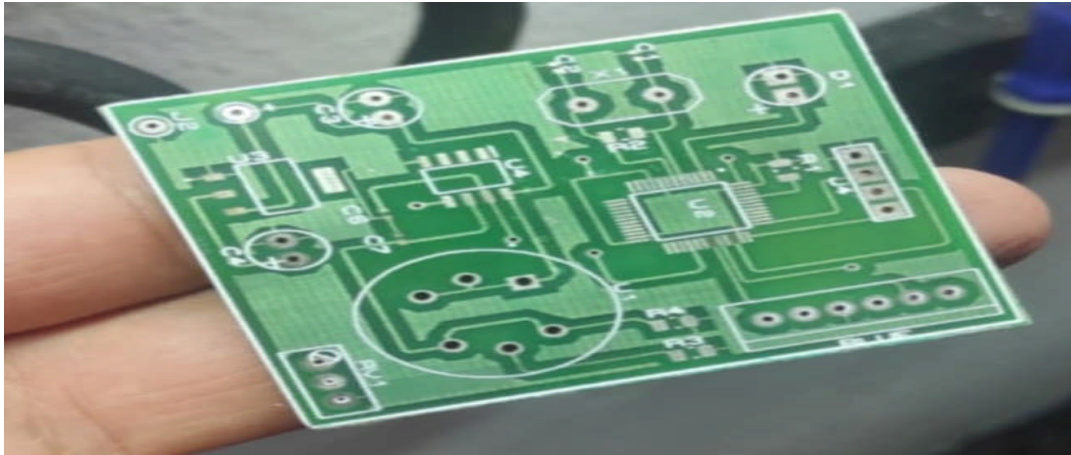


Figure III.27. Les deux cartes après l'impression et début de la soudure.

Chapitre III : Conception et réalisation du système de sécurité pour les armoires électriques

Après avoir réalisé les différentes soudures, l'allure finale des deux cartes : émetteur et récepteur est représentée dans **la figure III.28** et **la figure III.29**.

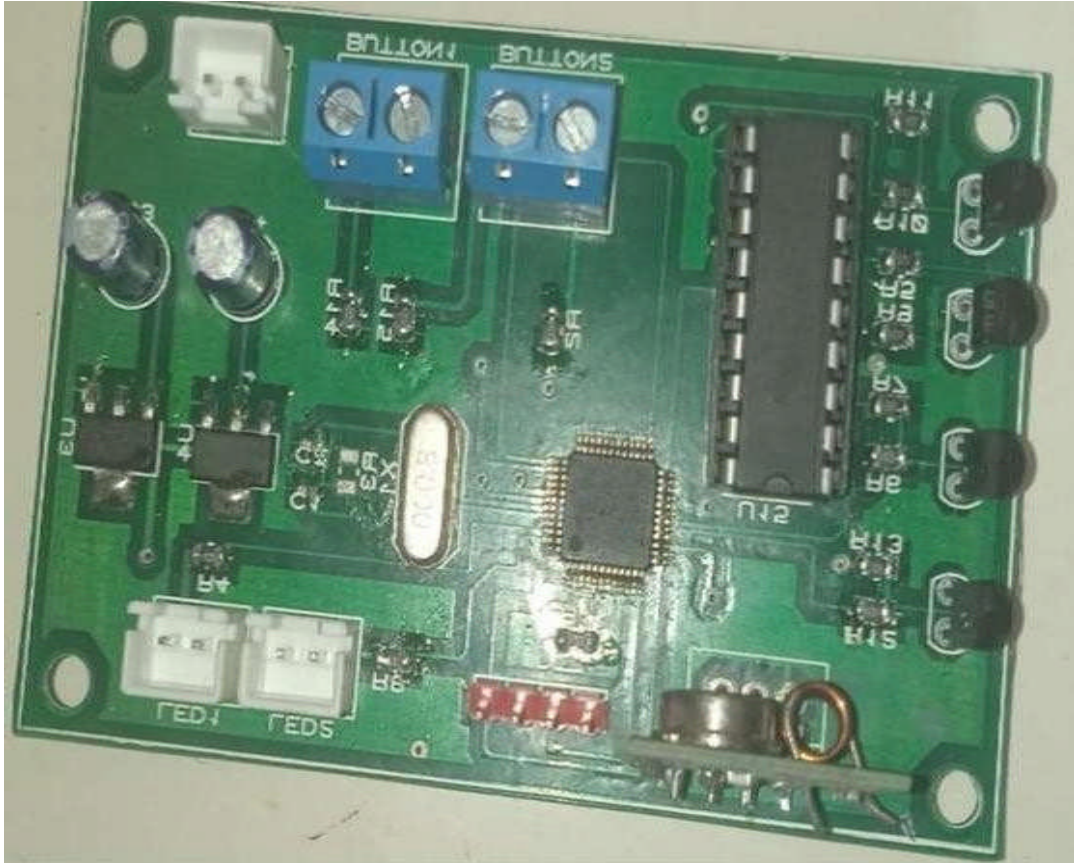


Figure III.28. L'allure finale de l'émetteur.

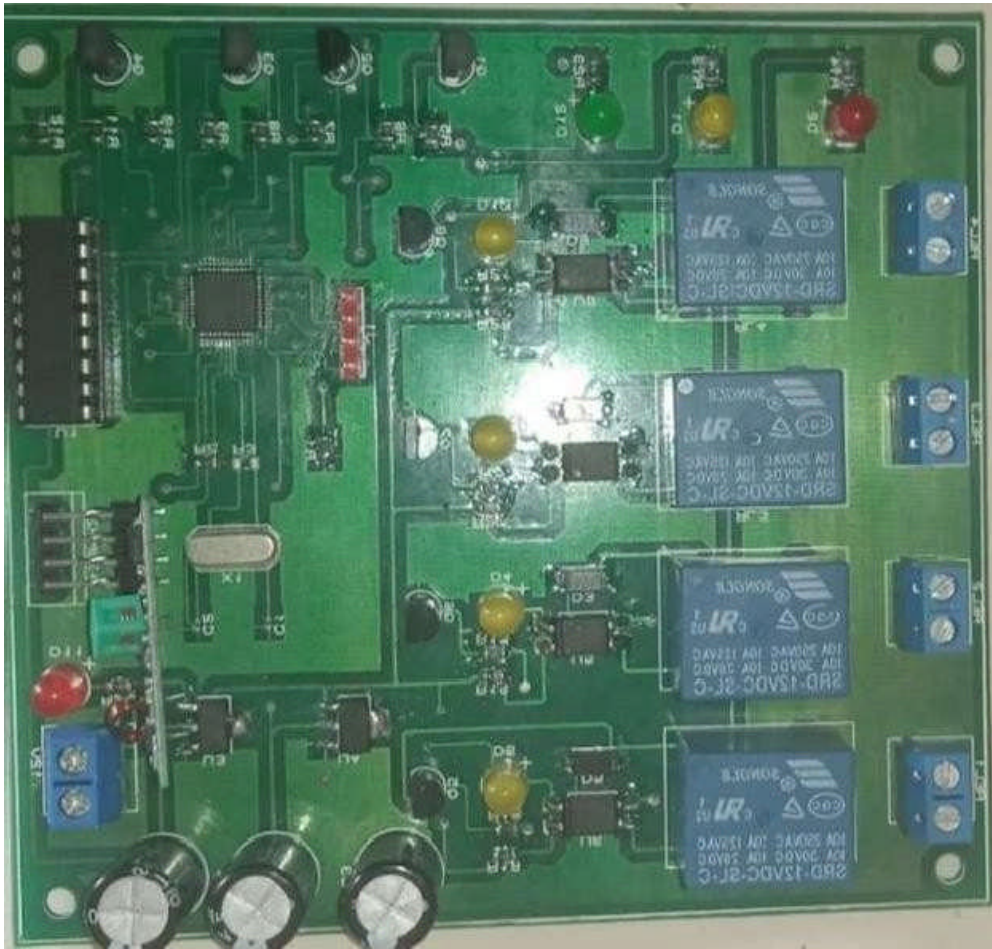


Figure III.29.L'allure finale du récepteur.

Une fois les deux cartes finalisées, elles sont intégrées et connectées aux différents éléments de notre maquette dans le but de simuler le fonctionnement de notre système de sécurité. Ces éléments sont définis en deux parties :

La 1eme partie : la partie réceptrice, elle-même subdivisée en deux sous-parties :

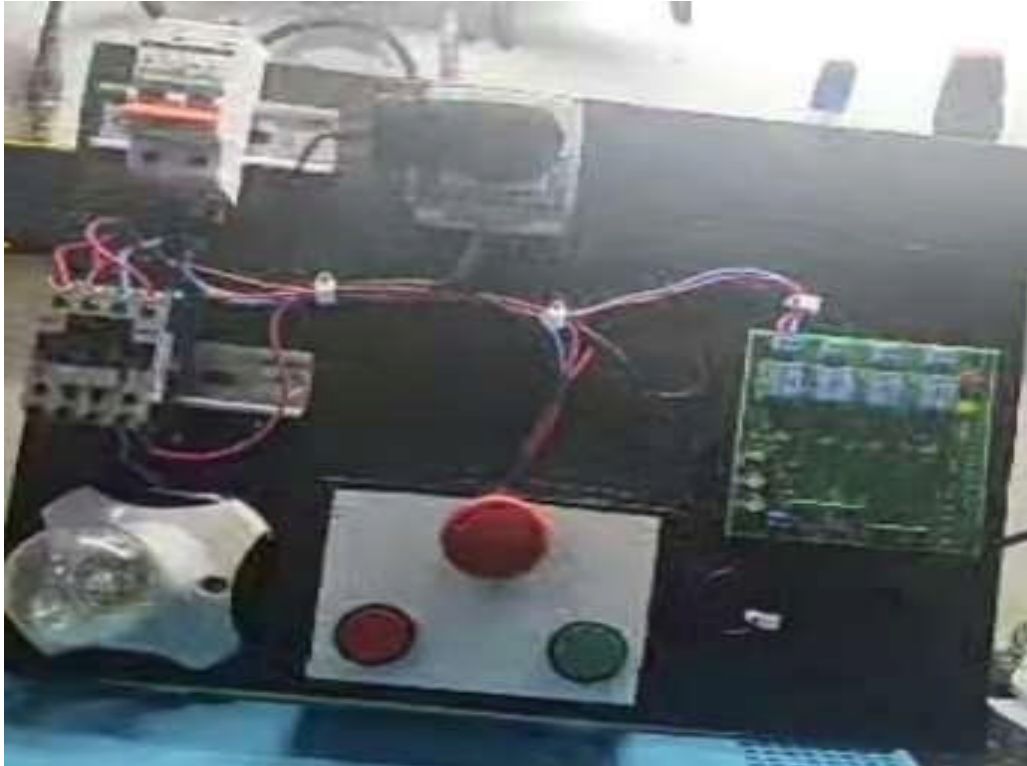


Figure III.30.La partie réceptrice.

1- La sous-partie puissance, qui inclut :

- a. Un disjoncteur : destiné à sécuriser le circuit en cas de court-circuit en coupant l'alimentation électrique (**Figure III.31**).



Figure III.31. Disjoncteur.

- b. Un contacteur : utilisé pour isoler la partie puissance de la partie commande (**Figure III.32**).



Figure III.32 .Contacteur.

c.La charge électrique : nous avons utilisé une lampe dans notre conception pour simuler la charge qui est alimentée par l'armoire électrique (**Figure III.33**).



Figure III.33 .Une lampe.

2- La sous-partie commande, qui inclut :

- a. **Arrêt d'urgence** : est un dispositif conçu pour arrêter immédiatement le fonctionnement d'une machine ou d'un équipement en cas de situation dangereuse. Ce système permet de protéger les opérateurs et le personnel en cas de défaillance, d'accident ou d'urgence. (**Figure III.34**)



Figure III.34. Arrêt d'urgence.

- b. **Bouton stop (bouton d'arrêt)** : est un dispositif de commande utilisé pour arrêter le fonctionnement d'une machine ou d'un équipement. Il est conçu pour être facilement accessible et identifiable, permettant une interruption rapide et sécurisée du fonctionnement en cas de besoin (**Figure III.35**)



Figure III.35. Bouton stop.

- c. **Bouton marche** : est un dispositif de commande utilisé pour activer le fonctionnement d'une machine ou d'un équipement. Il permet de démarrer un processus ou une opération lorsque l'utilisateur le presse. (**Figure III.36**)



Figure III.36. Bouton marche.

La 2eme partie : la partie émettrice.

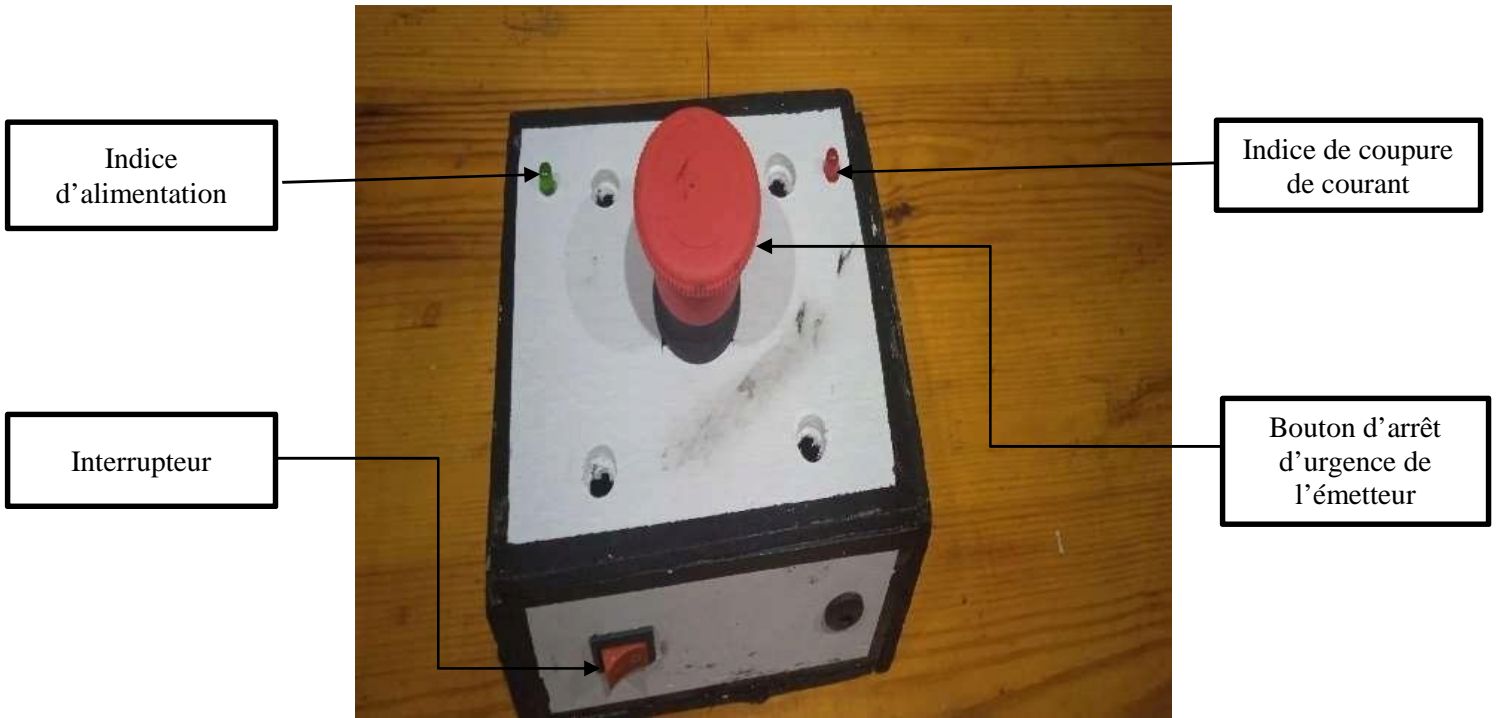


Figure III.37. La partie émettrice.

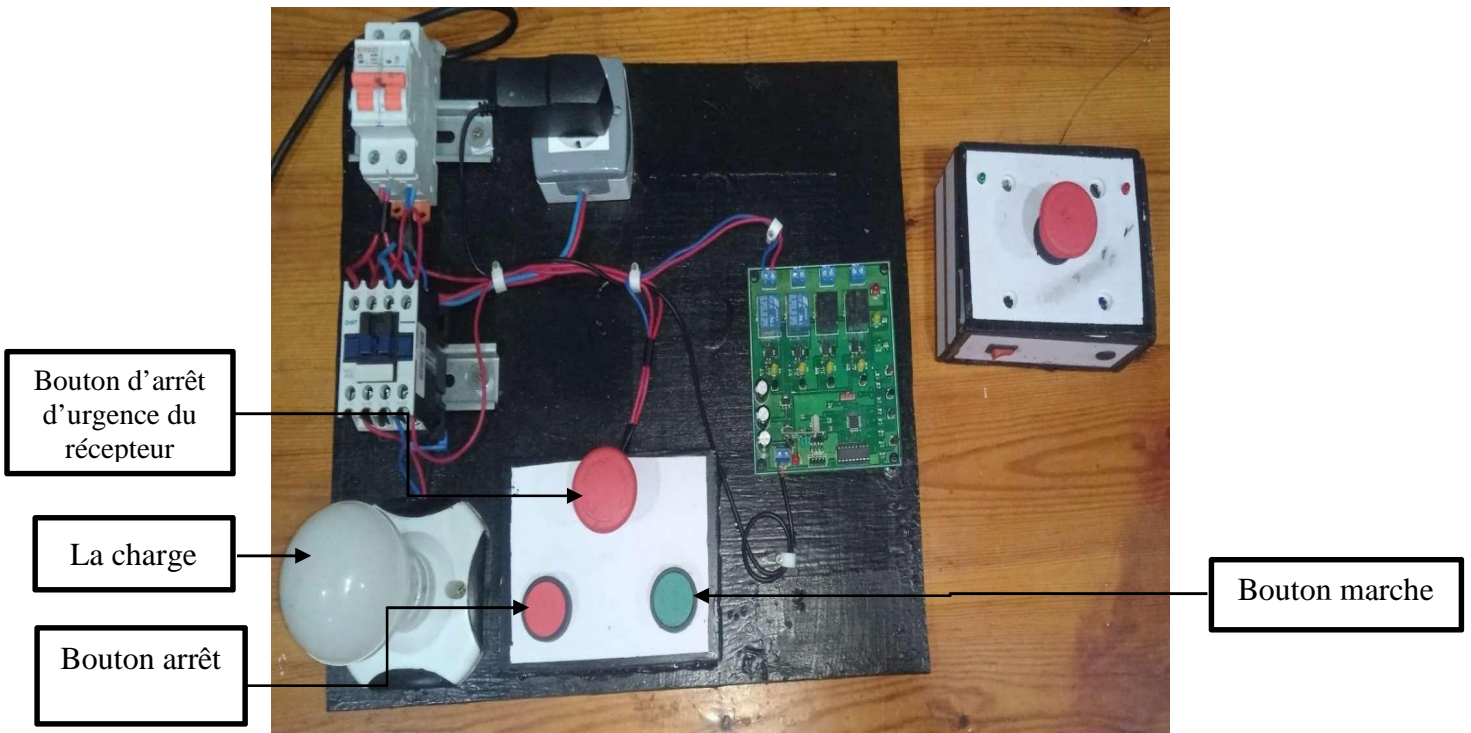


Figure III.38. Réalisation de notre système.

III.6. Réalisation logicielle

Une fois la réalisation matérielle est faite, l'étape suivante consiste à développer le programme qui permet à notre système de fonctionner. L'éditeur de programme avec lequel nous avons travaillé est le logiciel STM 32 Cube Programmable.

III.6.1. Logiciel STM32 Cube Programmable

STM32Cube est un environnement de développement logiciel développé par STMicroelectronics pour les microcontrôleurs STM32. Il fournit une série d'outils et de ressources pour simplifier la conception et le développement de projets basés sur les microcontrôleurs STM32.

STM32Cube est un ensemble d'outils logiciels destiné à faciliter le développement des projets utilisant les microcontrôleurs STM32 de STMicroelectronics. Il inclut des outils comme STM32CubeMX, qui permet la configuration graphique des périphériques et la génération de code d'initialisation, ainsi que STM32CubeIDE, un environnement de développement intégré pour le codage, le débogage et la programmation. En plus de ces outils, STM32Cube propose également des bibliothèques logicielles, des exemples de projets et des packs de logiciels qui aident les développeurs à tirer pleinement partie des fonctionnalités des microcontrôleurs STM32.

III.6.2. Les étapes pour utiliser le logiciel STM32 Cube Programmable

Etape 1 : Télécharger et Installer STM32Cube

- **Téléchargement** : Rendez-vous sur le site de STMicroelectronics pour télécharger STM32CubeIDE, STM32CubeMX, ou les deux si nécessaire.
- **Installation** : Suivez les instructions d'installation fournies avec le logiciel. Assurez-vous que votre système répond aux exigences minimales pour l'installation.

Etape 2 : Créer un Nouveau Projet

- **Lancer STM32CubeIDE** : Ouvrez STM32CubeIDE si vous avez besoin d'un environnement de développement intégré.
- **Créer un Projet** : Sélectionnez "New STM32 Project" et choisissez le microcontrôleur ou la carte de développement que vous utilisez.

Etape 3 : Configurer le Microcontrôleur avec STM32CubeMX

- **Ouvrir STM32CubeMX** : Vous pouvez l'ouvrir directement à partir de STM32CubeIDE ou en tant qu'application autonome.
- **Sélectionner la Puce ou la Carte** : Choisissez votre microcontrôleur STM32 ou la carte de développement associée.
- **Configurer les Périphériques** : Utilisez l'interface graphique pour activer et configurer les périphériques du microcontrôleur (GPIO, UART, Timers, ADC, etc.).
- **Configurer les Horloges** : Définissez les paramètres d'horloge pour le microcontrôleur.
- **Générer le Code** : Après la configuration, cliquez sur "Generate Code" pour générer les fichiers d'initialisation du projet.

Etape 4 : Développer le Code

- **Écrire du Code** : Utilisez STM32CubeIDE pour écrire et modifier le code source. Vous pouvez ajouter votre propre code dans les fichiers générés ou utiliser les fonctions de la bibliothèque HAL (Hardware Abstraction Layer) fournie.
- **Débuguer** : Utilisez les outils de débogage intégrés pour tester et déboguer votre code. Configurez les points d'arrêt, surveillez les variables et suivez l'exécution du code.

Etape 5 : Compiler et Téléverser le Code

- **Compiler** : Compilez le code source pour générer le fichier exécutable (.elf ou .hex) en utilisant les outils de compilation intégrés dans STM32CubeIDE.
- **Téléverser** : Connectez votre carte de développement à votre PC via un programmeur/débogueur (comme ST-Link) et téléversez le code sur le microcontrôleur.

Etape 6 : Tester le Projet

- **Vérification** : Assurez-vous que votre code fonctionne comme prévu en testant les fonctionnalités sur la carte de développement.
- **Ajustements** : Faites les ajustements nécessaires en fonction des résultats des tests et répétez les étapes de développement, compilation et téléversement si nécessaire.

Etape 7 : Optimisation et Déploiement

- **Optimisation** : Optimisez le code pour améliorer les performances ou réduire la consommation d'énergie si besoin.
- **Déploiement** : Préparez votre projet pour une utilisation en production en finalisant le code et en effectuant des tests de validation supplémentaires.

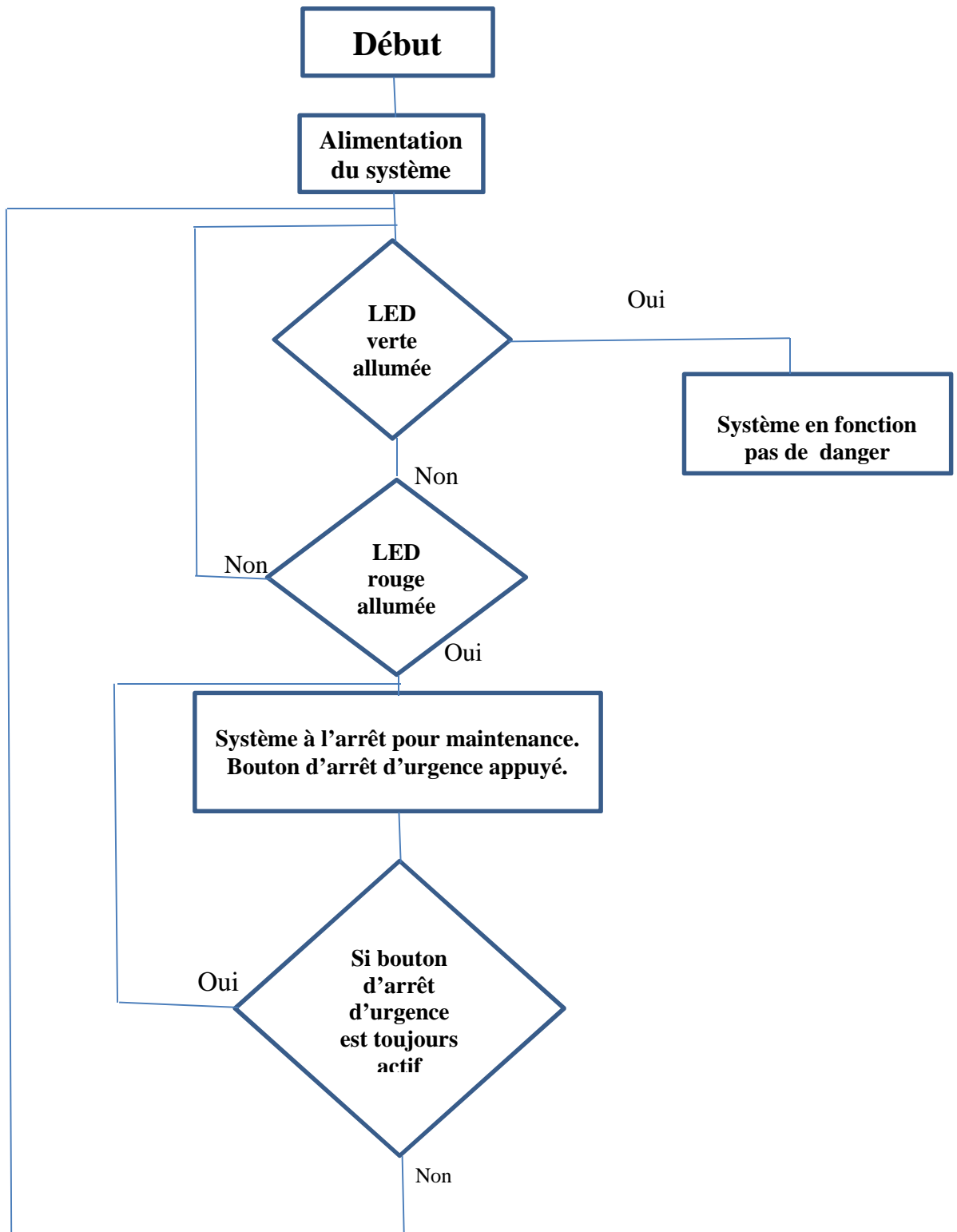
Pour développer le programme source de notre système de sécurité, nous avons résumé le principe de fonctionnement dans les étapes qui suivent :

Au démarrage du système, toutes les parties de la réalisation, doivent être alimentées et plusieurs indications peuvent nous aider à vérifier les différentes connexions à savoir :

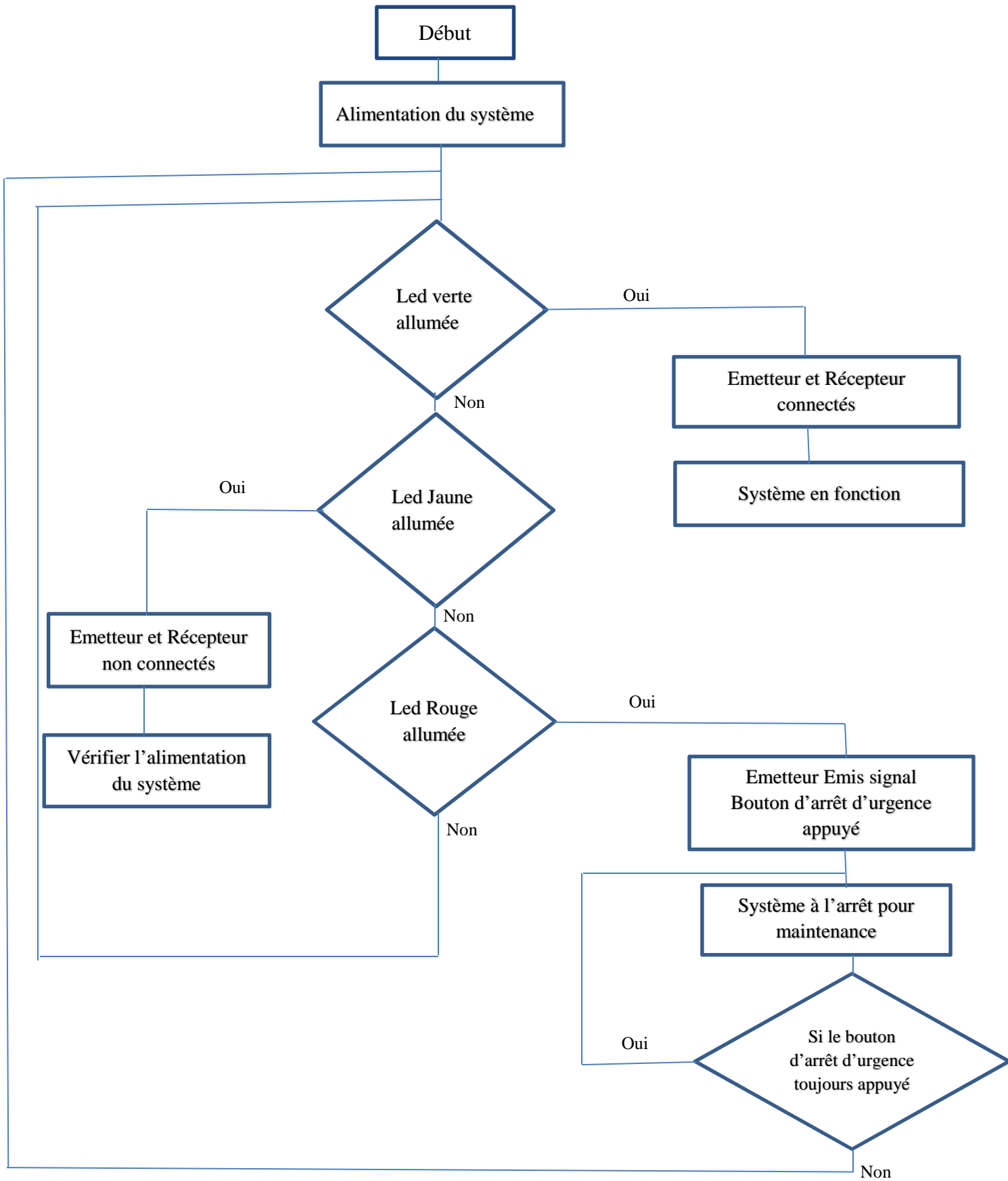
- Si la LED jaune du récepteur est allumée, cela indique que il n'y a pas de contact entre le récepteur et l'émetteur.
- Si la LED verte du récepteur est allumée, cela indique qu'il y a une connexion entre l'émetteur et le récepteur.
- Si la LED rouge du récepteur est allumée, cela indique que le courant a été coupé par l'émetteur.
- Et par rapport à l'émetteur comporte deux LEDs : une verte qui s'allume pour indiquer que ce dernier est alimenté et une rouge qui indique sa connexion avec le récepteur et que le bouton d'arrêt d'urgence est enfoncé.

1. Lors de la détection d'une situation de danger, l'opérateur va appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence de l'émetteur.
2. Un signal sera transmis via le module 433MHz vers le récepteur.
3. Le décodeur HT12D va décoder l'information reçue, qui sera traitée par le microcontrôleur afin de couper le courant pour la partie charge, ce qui induit l'allumage de la LED rouge de la carte réceptrice.
4. Dans ce cas le courant restera coupé jusqu'à ce qu'on débloquent le bouton d'arrêt d'urgence de la partie émettrice.
5. Une fois ce dernier est débloquent, on appuie sur le bouton marche de l'émetteur et le courant sera rétabli pour la charge.

Partie Emetteur :



Partie Récepteur :



III.7. Tests de fonctionnement de la maquette

Après avoir réalisé la connexion des différentes parties, nous avons effectué des tests de fonctionnement de l'ensemble de la maquette comme suit :

- **Premièrement** : Nous avons alimenté le disjoncteur de la partie puissance, la LED jaune s'allume pour indiquer qu'il n'y a pas de contact entre le récepteur et l'émetteur.



Figure III.39. Test 1.

- **Deuxièmement** : Nous alimentons l'émetteur, la LED verte s'allume pour indiquer qu'il y a désormais un contact établi entre le récepteur et l'émetteur. En appuyant sur le bouton marche de la partie puissance, la lampe s'allume.



Figure III.40. Test 2.

- **Troisièmement** : Nous avons appuyé sur le bouton stop de la partie puissance donc la charge est éteinte.
- **Ensuite** : Nous avons appuyé sur le bouton marche, la lampe s'est allumée. Quelques secondes après, nous avons appuyé sur le bouton arrêt d'urgence de la partie émettrice ; ce qui a fait allumer la LED rouge au niveau de la partie réceptrice (signe de contact établi entre les deux parties : émettrice et réceptrice ainsi que la coupure de courant pour la charge). Ce qui induit l'extinction de la lampe.

Toutefois, en appuyant sur le bouton marche de la partie puissance ; la charge reste toujours éteinte jusqu'à ce que le bouton arrêt d'urgence de la partie émettrice soit débloqué. A partir de ce moment, le bouton marche de la partie puissance pourra être utilisé à nouveau pour rétablir le courant.

Après avoir validé notre système de sécurité à travers des tests réussis, nous avons pleinement atteint l'objectif de notre réalisation.



Figure III. 41.Test 3.



Figure III. 42. Test 4.



Figure III.43 .Test 5.



Figure III.44.Test 6.

Discussion

Dans ce chapitre nous avons présenté les différents blocs de notre conception et les différents composants que comporte chaque bloc ; comme nous avons énuméré étapes nécessaire à la réalisation pratique de notre système de sécurité pour armoires électriques.

Ces points nous ont permis de passer au montage pratique de notre système sur lequel ont été réalisé des tests avec succès.

Conclusion

Conclusion

Au terme de ce travail, nous avons abordé l'importance cruciale de la sécurité dans les environnements industriels, et plus particulièrement les défis associés aux armoires électriques. L'analyse des risques liés aux installations électriques a révélé des lacunes en matière d'accessibilité, de visibilité et de contrôle des systèmes de sécurité dans l'industrie, posant des risques en cas d'urgence.

Pour répondre à ces enjeux, nous avons développé et mis en œuvre un système de sécurité avec communication à distance pour les armoires électriques. Ce dispositif permet de surmonter les limitations des systèmes de sécurité traditionnels en offrant une solution plus réactive et sécurisée. Grâce à la possibilité de contrôler les armoires à distance, il est désormais possible d'intervenir rapidement en cas de défaillance, sans exposition directe au danger. Ce système améliore ainsi à la fois la sécurité des employés et la protection des installations.

Premièrement, nous avons commencé par décrire les différentes parties de notre conception, à savoir : la partie détection identifiée par le module 433Mhz, la partie traitement de l'information définie par le microcontrôleur STM32 ainsi que la partie commande.

Nous avons, ensuite, procédé à la réalisation matérielle et logicielle de notre système. Comme, nous avons aussi effectué des tests de validation du fonctionnement de celui-ci.

L'évaluation de notre solution a montré des résultats positifs en termes de réactivité, de fiabilité et d'efficacité dans la prévention contre les conséquences des risques électriques. Cependant, certaines perspectives d'amélioration peuvent être proposées. A titre d'exemple : le module 433 MHZ peut être remplacé par le module LORA, ou encore intégrer des fonctionnalités avancées, telles que l'intelligence artificielle pour la détection automatique de panne permettant une intervention encore plus préventive.

En conclusion, ce mémoire nous a permis de proposer une approche innovante pour renforcer la sécurité des armoires électriques dans le contexte industriel. Les résultats obtenus constituent une base solide pour de futures recherches et applications dans le domaine de la sécurité industrielle.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] : <https://www.diagnosticelectrique.com/definition-armoire-electrique/>, consulté le 31/03/2024.
- [2] : <https://www.electriciteguide.com/guide/armoire-electrique-modeles-et-prix.htm#:/>, consulté le 31/03/2024.
- [3] : <http://www.augercbsecurite.com/protection-alarme/support-a-la-clientele/foire-aux-questions/systemes-dalarme/quest-ce-quun-systeme-de-securite-.aspx/> , consulté le 31/03/2024.
- [4] : [https://www.aranacorp.com/fr/utilisation-dun-module-rf-433mhz-avec-arduino/#:~:text=La%20radio%20fr%C3%A9quence%20433MHz%20\(RF,les%20t%C3%A9l%C3%A9commandes%20ou%20en%20domotique/](https://www.aranacorp.com/fr/utilisation-dun-module-rf-433mhz-avec-arduino/#:~:text=La%20radio%20fr%C3%A9quence%20433MHz%20(RF,les%20t%C3%A9l%C3%A9commandes%20ou%20en%20domotique/) , consulté le 03/04/2024.
- [5] : <https://www.inovatlantic-led.fr/content/6-qu-est-ce-qu-une-led/> , consulté le 03/04/2024.
- [6] : Belaidi Thiziri et Haddad Naima, <<Le développement d'une carte électronique pour le contrôle d'un système de sécurité dans une entreprise>>, mémoire de master électronique industrielle, UMMTO, consulté le 2017/2018.
- [7] : Belkhis Yamina et Cherief Mohamed, << Étude et réalisation du robot suiveur de ligne>>, mémoire de master instrumentation, UMMTO, consulté le 2020/2021.
- [8] : Guennoun Melissa et Gater Said, <<Conception et Réalisation d'un distributeur de carburant connecté à base de microcontrôleur ATMEGA328p et d'un ESP 8266>>, mémoire de master électronique industrielle, UMMTO , consulté le 2022/2023.
- [9] : Guemat Ghania et Guennoun Cylia, <<Conception et Réalisation d'un système de contrôle d'accès connecté à base d'un Microcontrôleurs ATMEGA328p et d'un ESP 8266>>, mémoire de master électronique des systèmes embarqués, UMMTO, consulté le 2021/2022.
- [10] : OUATAH Kahina née AOUDIA «HSE Installations Industrielles (Hygiène- Sécurité -Environnement), cours Génie des procédés, universités A.MIRA DE BEJAIA.
- [11] : BOUGHABA Assia «Etude de l'influence de la culture de sécurité sur la Platform du système de management de la sécurité » thèse de doctorat en science en Hygiène &Sécurité Industrielle, option: Gestion des risques, universités de BATNA2, consulté le 2015.
- [12] : BENNEDJAI Nouh et DOUACHI Oussama Abd Elghafour «Etude et Analyse des risques industriels» mémoire de Master en sciences et technologie, spécialité : Hygiène et Sécurité industrielle, université BADJI MOKHTAR DE ANNABA.

Résumé :

Ce mémoire décrit un système de sécurité pour armoires électriques communiquant à distance. Ce système est composé de deux cartes électroniques en intégrant un microcontrôleur STM32 : la partie émettrice qui envoie un signal radiofréquence à la partie réceptrice. Ce système est conçu pour garantir la sécurité du personnel et des équipements en permettant une intervention rapide si nécessaire.

Abstract:

This thesis describes a remote-controlled security system for electrical cabinets. This system consists of two electronic boards integrating an STM32 microcontroller; it is divided into two parts: the transmitting part, which sends a radio frequency signal to the receiving part. This system is designed to ensure the safety of personnel and equipment by allowing rapid intervention if necessary.

Mots clefs

L'armoire électrique, le système de sécurité électriques, STM32 Cube programmer , HT12E, HT12D, le module 433 MHz.