

الجمهورية الديمقراطية الشعبية الجزائرية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Centre Universitaire BOUSSOUF Abdelhafid-Mila

Institut des Sciences et Technologie

Département de Génie Mécanique et Électromécanique



N° Ref:.....

**Projet de Fin d'Etude préparé en vue de l'obtention du diplôme de
MASTER**

Spécialité : Electromécanique

Conception d'un système de parking intelligent (SMART PARKING)

Réalisé par :

- BOUSBIA MOUAAD
- BELMILI SOUFYANE

Soutenu devant le jury :

Dr. B. KAGHOUCHE
Dr. R. BOUHENNACHE
Dr. H. BOUCHENITFA
Dr. H. GUENTRI

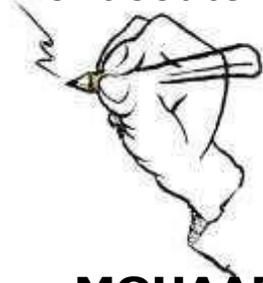
Président
Examineur
Promoteur
Représentant de l'incubateur

Année universitaire : 2022/2023

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à ma mère et mon père et surtout mon grand-père pour le sens du devoir qu'ils m'ont enseigné depuis mon enfance.

A mes chères sœurs. Et mes chers amis A toute la famille **BOUSBIA**. A tous ceux qui m'ont soutenu.

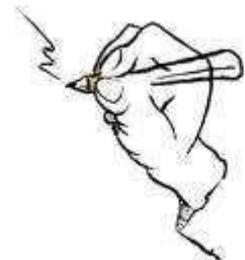


MOUAAD

Je dédie ce modeste travail à ma mère et mon père pour le sens du devoir qu'elle m'a enseigné depuis mon enfance.

A mes chers frères et mes chères sœurs.

A toute la famille **BELMILI** et à tous mes amis. A tous ceux qui m'ont soutenu.



SOUFYANE

Remerciements

Je remercie d'abord ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la force, la patience et la volonté pour achever ce travail.

*Ces remerciements vont tout d'abord à notre encadreur
Hicham Bouchenitfa*

Que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, trouvent ici ma sincère reconnaissance.

Nomenclature

PLC : Contrôle à l'Aide d'un Automate Programmable

VFD : Variateur de vitesse

CC : courant continu

CA : courant alternatif

LAD : ladder logic

FBD : Diagramme de Blocs Fonctionnels

STL : Liste d'Instructions

MPa : Mégapascals

N : newton

Rps : tours par seconde

Nm : newton-mètre

Sommaire

Dédicace
Remerciement
Nomenclature
Sommaire
Liste de figure

Introduction générale..... 10

Chapitre I : Généralité sur les parkings intelligents

<i>I.1 INTRODUCTION</i>	12
<i>I.2 PARKINGS INTELLIGENTS : (AUTOMATED PARKING SYSTEM)</i>	14
I.2.1 Les origines historiques du Smart Parking.....	14
I.2.2 Solution aux problèmes de stationnement.....	16
1. Type modulaire ou puzzle.....	16
2. Type surélevé ou tour.....	17
3. Stationnement à étages multiples.....	18
4. Système de stationnement du gerbeur.....	19
5. Type rotatif vertical.....	20
6. Stationnement horizontal de circulation.....	21
7. Système d'empilage D.....	22
<i>I.3 CONCLUSION</i>	23

Chapitre II : La technologie des parkings intelligents

<i>II.1 INTRODUCTION</i>	25
<i>II.2 DESCRIPTIONS DU SYSTEME</i>	26
<i>II.3 PARTIE MECANIQUE</i>	27
II.3.1 La structure.....	27
II.3.2 Plate-forme de voiture (palette).....	29
II.3.2.1 Plaque triangulaire.....	31
II.3.3 Système de traction.....	32
<i>II.4 SYSTEME D'ENTRAINEMENT</i>	33

II.4.2 Réducteur de vitesse.....	35
II.4.3 Accouplement.....	36
II.5 SYSTEME DE COMMANDE.....	38
II.5.1 Calculateur, contrôleur ou automate.....	38
II.5.2 Les capteurs.....	40
II.5.3 Variateur de vitesse.....	43
II.5.4 Actionneurs.....	49
II.5.5 Logiciel de commande.....	50
II.6 CONCLUSION.....	52

Chapitre III : Conception du système proposée

III.1 INTRODUCTION.....	54
III.2 LA STRUCTURE.....	54
III.2.1 Liste des composants que nous avons conçus.....	56
III.2.1.1 Châssis de base de la structure.....	56
III.2.1.2 Palette.....	59
III.2.1.3 Plaque triangulaire.....	61
III.2.1.4 Autres composants.....	63
III.3 SYSTEME DE TRACTION.....	65
III.4 SYSTEME D'ENTRAINEMENT.....	67
III.4.1 Variateur de vitesse.....	67
III.4.2 Motorisation.....	67
III.5 Système de commande.....	68

III.5.1. Présentation des appareils que nous avons utilisés	70
III.5.1.1 : PLC (automate programmable industriel).....	70
III.5.1.2 Variateur de vitesse	73
III.5.1.3 Résistance de freinage	75
III.5.2. Réalisation de la séquence des opérations	76
III.5.3 Contrôle et simulation dans Zelio soft 2.....	77
III.5.4 Explication de la simulation.....	79
<i>III.6 Conclusion</i>	80
Conclusion générale	81
Référence et bibliographie.....	82
Résumé	82

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1 : Parking intelligent dans différents pays	13
Figure I.2 : Le premier système de stationnement intelligent à Paris	15
Figure I.3 : Système de stationnement intelligent	15
Figure I.4 : Vues d'un système de parking de type puzzle	17
Figure I.5 : Type surélevé ou tour.....	18
Figure I.6 : Stationnement à étages multiples.....	19
Figure I.7 : Système de stationnement de type gerbeur.....	20
Figure I.8 : Stationnement rotatif vertical	20
Figure I.9 : Système de stationnement à circulation horizontale	21
Figure I.10 : Système d'empilage D.....	22

Chapitre II

Figure II.1 : schéma de descriptions du système.....	26
Figure II.2 : Stationnement Horizontal de Circulation.....	27

Figure II.3 : Système de Stations Gerber.....	28
Figure II.4 : Stationnement à étages multiples.....	28
Figure II.5 : Type surélevé ou tour	28
Figure II.6 : Système d’empilage D.....	29
Figure II.7 : Type Rotatif vertical.....	29
Figure II.8 : palette Type Rotatif vertical.....	30
Figure II.9 : Stationnement Horizontal de Circulation.....	30
Figure II.10 : palette Système d’empilage D.....	31
Figure II.11 : Palette Stationnement à étages multiples	31
Figure II.12 : Plaque triangulaire.....	32
Figure II.13 : Axe de poussée	33
Figure II.14 : Grande chaîne	33
Figure II.15 : Réducteur de vitesse	36
Figure II.16 : Automate Programmable (PLC).....	38
Figure II.17 : les composants du système PLC.....	39
Figure II.18 : Contrôle à l'Aide d'un Microcontrôleur ou d'un Ordinateur.....	40
Figure II.19 : Capteurs de Détection de Véhicules	41
Figure II.20 : Capteurs de Position.....	41
Figure II.21 : Capteurs de Proximité.....	42
Figure II.22 : Capteurs de Charge.....	42
Figure II.23 : Caméra surveillance	43
Figure II.24 : Dispositif d'alarme incendie	43
Figure II.25 : les composants de VFD.....	44
Figure II.25 : variateur de vitesse	45
Figure II.26 : La différence entre (Ladder Logic) et (Statement List)	51

Chapitre III

Figure III.1 : Le parking intelligent vertical peut accueillir 12 voiture	55
Figure III.2 : châssis de base	55
Figure III.3 : simulation(2) châssis de base	58
Figure III.4 : palette 3D.....	59
Figure III.5 : simulation pallet.....	60
Figure III.6 : Plaque triangulaire avec la palette	61

Figure III.7 : Plaque triangulaire	61
---	-----------

Figure III.8 : Simulation Plaque triangulaire.....	62
Figure III.9 : cadre central.....	63
Figure III.10 : Épingle de Clive	63
Figure III.11 : bande de chaîne	63
Figure III.12 : assembler morceau de chaîne.....	64
Figure III.13 : rouleau.....	64
Figure III.14 : Axe de poussé	64
Figure III.15 : Charpentes.....	64
Figure III.16 : Système de traction à l'aide de l'axe de poussée et de la chaîne.....	66
Figure III.17 : Système de traction par moteur et de l'axe de poussée	66
Figure III.18 : Schéma câblage.....	69
Figure III.19 : Schéma câblage en fait	70
Figure III.20 : Automate programmable industriel (PLC).....	70
Figure III.21 : Variateur de vitesse	73
Figure III.22 : circuit de commande	31
Figure III.23 : Résistance de freinage	75
Figure III.24 : L'interrupteur ouvre le contacteur Principal	75
Figure III.25 : Module sélection avons besoin	77
Figure III.26 : Sélectionner le type de programmation	78
Figure III.27 : Simulation d'un projet en langage de programmation LADDER	78

Introduction générale

Le stationnement des véhicules est une fenêtre ouverte sur la société. Les visiteurs, en particulier les étrangers, forment souvent leurs premières impressions en fonction de l'organisation de la circulation routière, de l'état des routes et de la disponibilité des places de stationnement. Ces impressions reflètent la nature de la communauté locale. Les données statistiques mondiales indiquent qu'il y a actuellement environ 1,2 milliard de véhicules en circulation sur les routes du monde, avec un taux de croissance annuel d'environ 6,45 %. Cette croissance s'accompagne d'une demande croissante d'espaces de stationnement, en particulier dans les zones commerciales.

En Algérie, par exemple, le nombre de véhicules est estimé à 7,7 millions, avec une augmentation annuelle d'environ 5 %. Cette croissance rapide du parc automobile soulève des défis en termes de gestion des espaces de stationnement. En raison de la rareté des espaces de stationnement publics, le stationnement des véhicules est souvent chaotique, avec des conséquences négatives sur les commerçants qui voient leur clientèle découragée par le manque de places de stationnement disponibles, en particulier pendant les périodes de forte affluence.

Les parkings jouent un rôle essentiel dans divers domaines urbains, notamment les zones commerciales, les zones d'affaires, les hôpitaux, les industries, les zones résidentielles et les centres de recherche. Cependant, les problèmes de stationnement persistent, en particulier dans les grandes villes densément peuplées. Face à la demande croissante d'espace et à l'offre limitée, la gestion des parkings devient de plus en plus essentielle pour réguler la circulation routière, optimiser l'utilisation des places de stationnement et encourager l'utilisation de transports publics.

En conclusion, la gestion efficace des problèmes de stationnement, en particulier dans les grandes villes en croissance, est cruciale pour soutenir la mobilité urbaine. Les statistiques sur le nombre croissant de véhicules en Algérie et dans le monde soulignent l'importance de trouver des solutions pour répondre à cette demande croissante en matière de stationnement.

Chapitre I :

Généralité sur les parkings intelligents

I.1 INTRODUCTION

Le parking intelligent est un système avancé de gestion de stationnement qui utilise des capteurs et d'autres technologies pour aider les conducteurs à trouver rapidement et facilement des places de stationnement disponibles. Ce système peut également surveiller et gérer les activités de stationnement, y compris la collecte des paiements, l'application de la réglementation du stationnement et la maintenance.

Le parking intelligent peut aider à réduire la congestion routière, améliorer le taux d'occupation des places de stationnement et augmenter les revenus pour les villes et les exploitants de parkings. Le système peut également fournir des analyses de données en temps réel pour aider à optimiser les opérations de stationnement et améliorer l'expérience globale de stationnement pour les automobilistes.

Le parking intelligent est un système de gestion de stationnement avancé qui utilise des technologies modernes telles que les capteurs, les caméras et l'analyse de données pour gérer les places de stationnement de manière plus efficace. Le système peut détecter la disponibilité des places de stationnement, guider les conducteurs vers les places vides et optimiser la capacité de stationnement en temps réel. Le parking intelligent peut réduire les embouteillages, économiser du temps et du carburant, et améliorer l'expérience de stationnement des conducteurs.

Le parking intelligent, également connu sous le nom de "Smart Parking", est un système qui utilise des technologies avancées pour surveiller et gérer les espaces de stationnement en temps réel. Le système est conçu pour maximiser l'utilisation de l'espace de

Stationnement disponible et améliorer l'efficacité du stationnement, tout en réduisant la congestion routière et la pollution dans les villes.

Le système de parking intelligent utilise des capteurs, des caméras et d'autres Technologies pour surveiller en temps réel la disponibilité des places de stationnement. Ces informations sont ensuite transmises à une application mobile, qui permet aux conducteurs de trouver rapidement et facilement des places de stationnement disponibles à proximité.

Les systèmes de parking intelligents peuvent également être intégrés à des applications mobiles permettant aux utilisateurs de réserver des places de parking à l'avance et de payer leur stationnement à l'aide de leur Smartphone. Les données recueillies peuvent être utilisées pour développer une compréhension complète des habitudes de stationnement et des tendances dans une ville donnée, permettant aux autorités de mieux planifier la construction de parkings à l'avenir.

En somme, le parking intelligent est une technologie innovante qui peut aider les villes à optimiser leurs ressources de stationnement et à améliorer l'expérience globale de stationnement pour les conducteurs [1].



Figure I.1: Parking intelligent dans différents pays [1].

I. 2.Parkings intelligent :(Automated parking system)

Le système de stationnement automatique ou système de stationnement automatisé s'agit d'un système mécanique conçu pour réduire l'espace ou le volume requis pour le stationnement des voitures, surtout dans les endroits densément peuplés avec peu de places, comme un parking à plusieurs étages qui offre aux voitures des services de stationnement sur plusieurs niveaux empilés verticalement pour augmenter le nombre de places de stationnement.

Ce type de stationnement exploite un système mécanique pour déplacer les voitures vers et depuis places de stationnement à la place du conducteur, et afin d'éliminer au maximum l'espace perdu. Ce système respectueux de l'environnement, réduit les émissions nocives pendant le processus de stationnement et est un système informatisé préprogrammé sans intervention humaine, car le système prend automatiquement les dimensions de la voiture et cela affecte le choix de l'emplacement du véhicule [2].

I. 2.1. Les origines historiques du Smart Parking :

Historiquement, l'idée de créer un système de stationnement automatisé résultait de deux facteurs :

- Le besoin de places de stationnement.
- La rareté des terres disponibles.

La première utilisation du système était à Paris (France) en 1905, "Garage Rued Pontier ", le système à l'époque consistait en une structure en béton à plusieurs étages avec un ascenseur interne pour transporter les voitures à des niveaux supérieurs, où il y avait des gens qui garaient la voiture. Figure (1.2) [3].



Figure I.2 : Le premier système de stationnement intelligent à Paris [3].

Dans les années 1920, une grande roue semblable à un système de stationnement automatisé (pour les voitures au lieu des personnes) est apparue. Il est devenu très populaire pour sa capacité à aligner huit voitures et pour sa simplicité mécanique dont son utilisation dans de nombreux endroits, y compris à l'intérieur des bâtiments, Il est appelé « Paternoster », Figure (1.3).

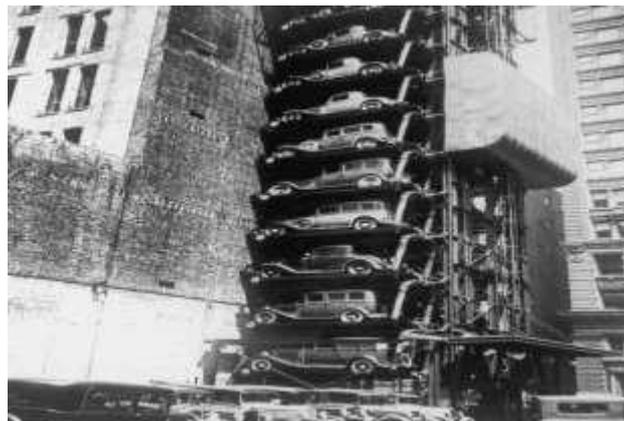


Figure I.3 : Système de stationnement intelligent (Chicago, 1937) [3].

L'installation de parkings avec système de stationnement automatisé d'une capacité de plus d'un millier de voitures, le système de stationnement automatisé a connu un intérêt majeur aux États-Unis à la fin des années 1940 et dans les années 1950.

En 1957, de nouveaux systèmes de ce type ont été installés, dont certains étant toujours en usage. Cependant, l'intérêt de ce système a diminué aux États-Unis en raison de problèmes mécaniques fréquents et aux longs délais d'attente pour les gens pour récupérer leurs voitures.

L'intérêt pour ce système a été renouvelé aux États-Unis dans les années 90, de sorte qu'il existe plus de 25 projets (représente environ de 6000 places de stationnement) en 2012.

Les pays d'Europe, d'Asie et d'Amérique centrale l'ont utilisé sous une forme techniquement plus avancée depuis les années 1970, avec près de 400 000 places de stationnement installées au Japon au début des années 1990 seulement et en 2012 leur nombre est estimé à 1,6 million [3].

I. 2.2. Solution aux problèmes de stationnement :

Le problème de stationnement peut être éliminé en utilisant diverses solutions de stationnement. Les différents systèmes de stationnement et leurs avantages et limites sont discutés comme suit :

➤ **Type modulaire ou puzzle**

Le stationnement automatisé à plusieurs niveau de type puzzle est inspiré de divers types du jeu pour enfants du « puzzle 15-sliding » : une grille 4*4 a un emplacement vide. Pour le stationnement ou l'enlèvement de la voiture, un brassage des voitures doit être fait pour l'amener à l'emplacement souhaité. Les composants majeurs de ce système sont des étagères / navettes, un ascenseur pour le mouvement vertical à plusieurs niveaux, AGVs, points d'E/S. Ici, les étagères/navettes peuvent être soit mobiles dans les directions X et Y, soit stationnaire. L'inconvénient majeur est la gestion compliquée du système. Il existe différentes méthodes de récupération proposées dans les navettes mobiles, telles que la récupération optimale à double charge et les méthodes de récupération à charge multiple. Certaines stratégies de gestion des étagères sont autonomes et d'autres stratégies sont alimentées par AGV [4].

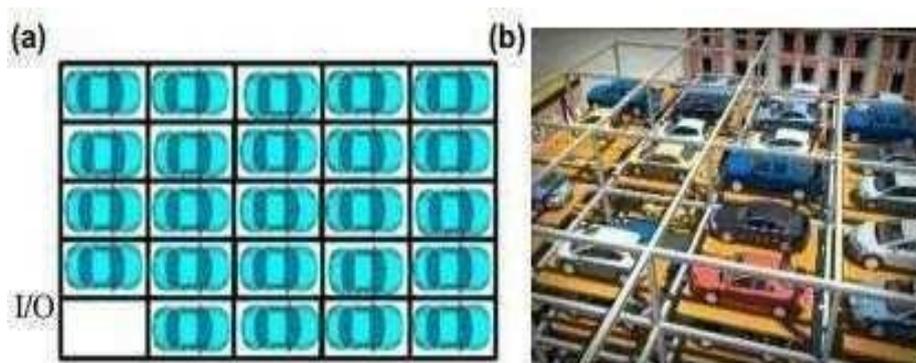


Figure I.4 : Vues d'un système de parking de type puzzle [5].

Les avantages de système de stationnement type Puzzle ou modulaire sont les suivantes :

- ❖ Efficacité de stockage très élevée en surface et en volume.
- ❖ Très rapide car le temps nécessaire pour l'accès à une voiture est faible.

Et malgré tous ces bénéfices ce type de système est complexe, et la vitesse de fonctionnement est lente. [4].

➤ **Type surélevé ou tour**

Un système de stationnement automatique à base de tour est un système d'aspect cylindrique. Un composant dans la conception, c'est-à-dire une grue à tour, peut effectuer simultanément deux types de mouvement : mouvement de haut en bas dans la direction de l'axe Y et rotation dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. La navette peut se déplacer le long du diamètre de la tour jusqu'à l'espace de stationnement opposé.

Les avantages de ce type sont :

- ❖ Utilisation optimale de l'espace.
- ❖ Réduction des coûts de maintenance et d'exploitation.
- ❖ Coût de construction réduit.
- ❖ Sécurité et respect de l'environnement (La mise en œuvre souterraine permet d'économiser les espaces ouverts)
- ❖ Confortable pour les conducteurs.

Ces limites sont :

- ❖ Bruit et pollution de l'air dans l'environnement.
- ❖ Une propreté régulière est requise [4].

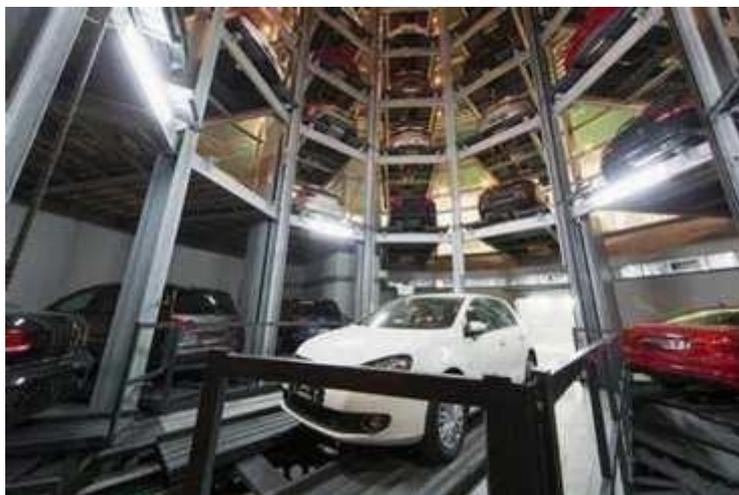


Figure I.5 : Type surélevé ou tour [6].

➤ **Stationnement à étages multiples**

Dans ce type de parking, les véhicules sont garés sur différentes couches, étages d'un bâtiment. Ces étages sont accessibles à l'aide des supports externes ou internes tels que des rampes ou autres structures similaires. Il y a un ascenseur vertical (mécanisé) pour le mouvement des véhicules dans la direction y. Cette disposition permet de réduire l'espace au sol, ce qui est directement associé à la réduction des coûts du bâtiment. Cette disposition contribue à accueillir plus de voitures et produire un processus de stationnement plus rapide.

En outre, la disposition des capteurs dans ce système permet de contrôler et d'optimiser la procédure de stationnement. Le système est conçu pour que le niveau du sol soit rempli en premier puis passe au niveau supérieur, et une fois ce niveau rempli, il passe au niveau suivant et ainsi de suite.

Les avantages de système de stationnement à étages multiples sont les suivantes :

- ❖ Utilisation maximale de l'espace au sol.
- ❖ Conçu pour le confort du conducteur.

- ❖ Multiples garanties de sécurité des conducteurs et des voitures.
- ❖ L'entrée et la sortie rapides sont dues au fonctionnement indépendant de l'ascenseur ; par conséquent, la panne partielle n'affecte pas les autres parties. Le temps moyen de récupération d'un véhicule est moins de deux minutes.

Les limites de ce type sont :

- ❖ Cher car toute l'opération de stationnement et de récupération est à plusieurs niveaux.
- ❖ Tout défaut dans le système de parking à plusieurs niveaux provoque de gros désagréments.
- ❖ Ce système est plus complexe à construire et le coût de construction est très élevé. [4].



Figure I.6 : Stationnement à étages multiples [7].

➤ **Système de stationnement du gerbeur**

Ce système se compose de parkings avec une plate-forme pour garer les voitures. Il se compose d'un mécanisme d'empilage qui se déplace de manière centrale, et il est équipé d'un bras robotisé pour pousser et tirer la voiture.

Les avantages de système de stationnement rotatif sont les suivantes :

- ❖ Facile à utiliser.
- ❖ Stationnement facile du véhicule.

Les Limites de ce type de parking sont les suivantes

- ❖ Toutes les voitures doivent être tournées pour accéder à une voiture.
- ❖ Coût initial élevé et maintenance élevée.
- ❖ Structure complexe [4].

➤ **Stationnement horizontal de circulation**

Ce système est destiné au stationnement des voitures dans des espaces restreints. Le système fonctionne selon un principe similaire à un entrainement par chaîne de type convoyeur. Dans ce système, une fois le véhicule stationné, il est ensuite mis dans le cycle de circulation.

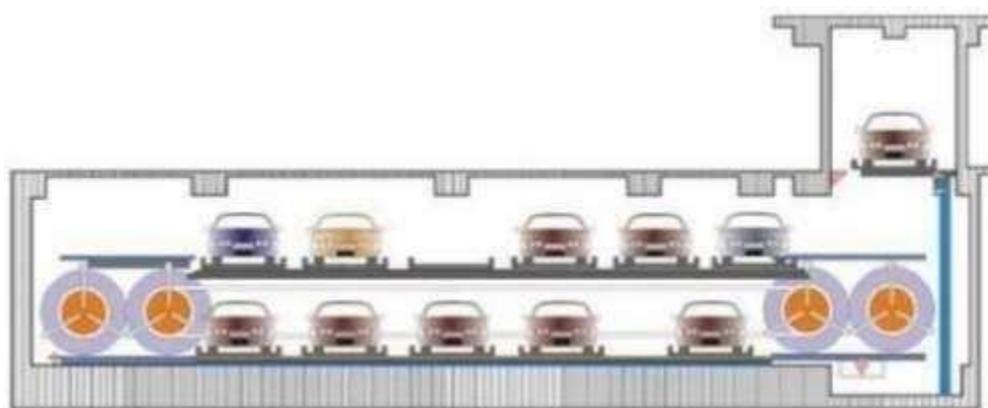


Figure I.9 : Système de stationnement à circulation horizontale [10].

Les avantages de ce type sont :

- ❖ Gaspillage d'espace presque nulle.
- ❖ Il peut être installé dans les sous-sols, souterrains ainsi que sur les podiums.

Les limites de stationnement à circulation horizontale sont les suivantes :

- ❖ Coûteux et difficile à entretenir
- ❖ L'ensemble doit être entouré pour arriver à la voiture requise [4].

➤ **Système d'empilage D**

Ce système a différentes variantes comme un système d'empilage à deux voitures ou un système d'empilage de trois voitures. Les variantes peuvent être complètement au-dessus du sol ou maintenir le système partiellement souterrain ou complètement souterrain. Dans ce système de stationnement, une voiture est placée au-dessus de l'autre. La palette est soulevée à l'aide d'un mécanisme de levage une fois qu'une voiture est garée. Les systèmes de stationnement à plusieurs niveaux ont apporté un soulagement puisqu'ils ont plusieurs des avantages comme une utilisation optimale de l'espace, une maintenance réduite, Coûts opérationnels et de construction [11].



Figure I.10: Système d'empilage D [11].

I.3 Conclusion

Étudier tous les parkings intelligents et choisir les meilleurs par rapport à la facilité de conception, à l'installation, à la maintenance, à la sécurité, au faible coût et à la possibilité de les utiliser à différents endroits, et contribuer à trouver des solutions pratiques au carence et pénurie de parking et de les fournir pour résoudre les problèmes de stationnement dans les zones surpeuplées.

Essayer également de trouver des solutions pour refléter une image civilisée de la ville et améliorer les performances du trafic en planifiant des espaces de stationnement intelligents et en les utilisant correctement, et en contribuant à atteindre une utilisation optimale des espaces alloués et en augmentant la capacité des parkings, en particulier dans les zones où le prix du foncier est élevé. Suggérer la possibilité de bénéficier des retours financiers des parkings, pour créer d'autres nouveaux, et pour investir dans les travaux de maintenance et d'entretien.

Chapitre II :

Technologie des parkings intelligents

II.1 INTRODUCTION

Ce chapitre revêt une importance cruciale dans le contexte de notre projet, car il sert de fondation solide pour la simulation et la mise en œuvre du système de parking intelligent que nous cherchons à développer. Notre objectif principal est de fournir une compréhension détaillée et complète des éléments essentiels qui sous-tendent ce projet novateur.

Tout d'abord, nous commencerons par explorer en détail la partie mécanique, un aspect fondamental du système de parking intelligent. Ici, nous examinerons minutieusement la structure physique du système, en mettant l'accent sur des éléments tels que les palettes de stationnement, les plateformes, les mécanismes de levage et tout ce qui contribue à la composante mécanique du système. Une compréhension approfondie de ces aspects est essentielle pour assurer un fonctionnement fluide et sécurisé du parking.

Le système d'entraînement sera le prochain sujet que nous aborderons. Nous détaillerons les technologies de motorisation, en passant en revue les différents types de moteurs utilisés, les réducteurs de vitesse qui influencent la vitesse et la précision des mouvements, ainsi que les systèmes d'accouplement qui garantissent une transmission efficace de la puissance. Ces éléments sont cruciaux pour garantir que les véhicules sont déplacés avec précision dans le système de parking.

Enfin, nous plongerons dans le système de commande, le cerveau du parking intelligent. Nous expliquerons en détail les technologies de contrôle et d'automatisation qui permettent de gérer les opérations de stationnement. Cela inclut les calculateurs, les capteurs qui surveillent les véhicules et l'environnement, les variateurs de vitesse qui ajustent la vitesse des moteurs, les actionneurs qui exécutent des commandes physiques et le logiciel de commande qui coordonne l'ensemble du système.

En somme, ce chapitre vise à fournir une base solide pour la réalisation réussie de notre projet de parking intelligent. En comprenant les composants clés du système, tant sur le plan mécanique que de la commande, nous sommes mieux préparés à poursuivre la simulation et la mise en œuvre du système de parking intelligent, en maximisant son efficacité et sa fiabilité.

II.2. DESCRIPTIONS DU SYSTEME :

Descriptions du système. Cela implique une analyse approfondie du concept global de parking intelligent que nous avons envisagé. Nous détaillerons les composants clés, les fonctionnalités et les interactions qui caractérisent notre système. Cette section permettra aux lecteurs de saisir l'ensemble du projet dans son ensemble.

Ceci comprend :

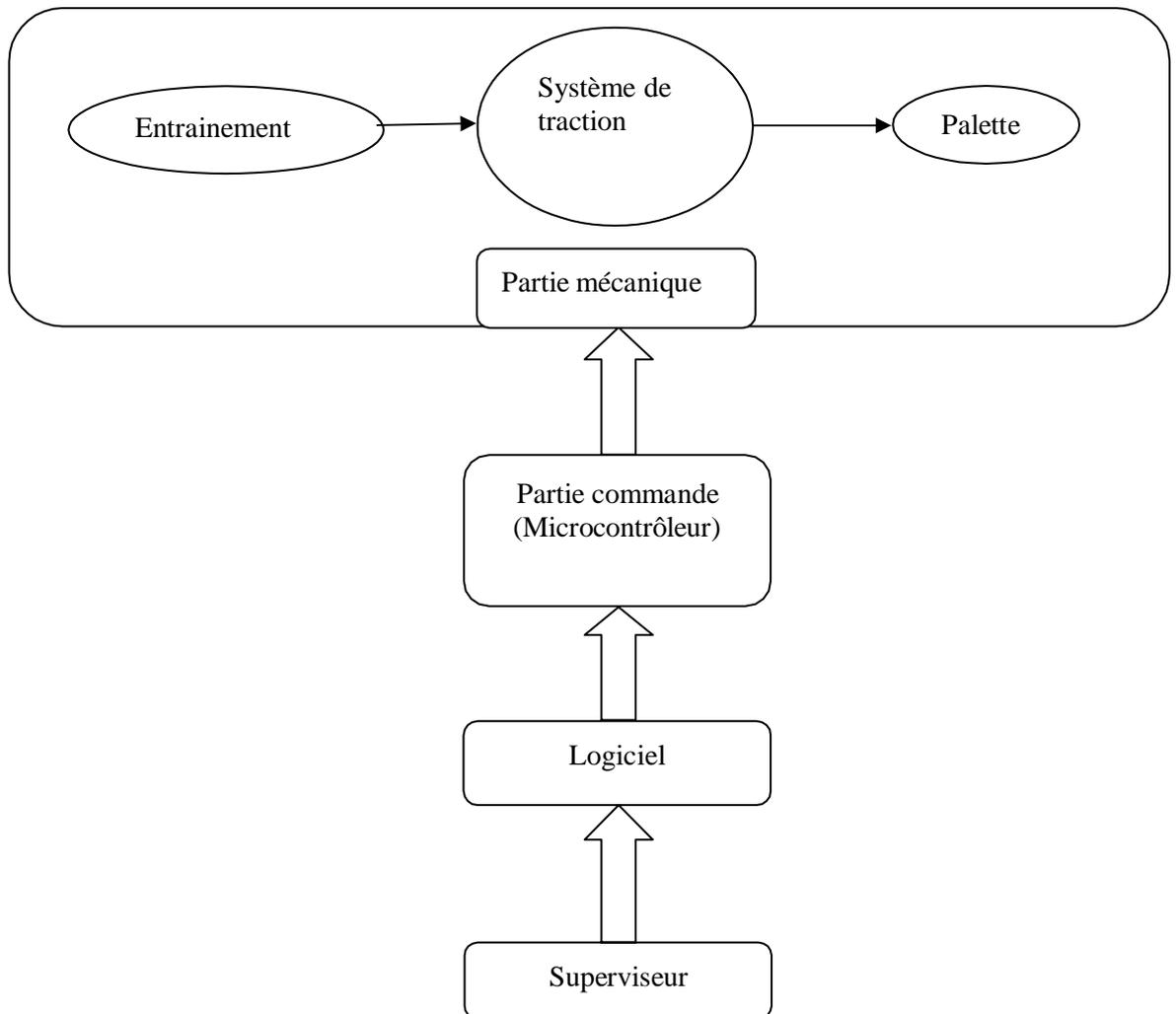


Figure II.1 : schéma de descriptions du système

II.3 PARTIE MECANIQUE

Cette partie se penchera sur la structure physique du système de parking intelligent. Nous examinerons en détail les éléments tels que les palettes de stationnement, les plateformes, les mécanismes de levage et tout ce qui concerne la composante mécanique du système.

II.3.1 La structure

La structure générale d'un parking intelligent est le pilier fondamental de tout le système. Elle constitue la base physique sur laquelle repose le fonctionnement efficace du système de stationnement automatisé. Typiquement, la structure se compose d'une série de niveaux empilés verticalement, chacun équipé de rangées de palettes de stationnement. Ces palettes sont conçues pour accueillir et manipuler les véhicules de manière optimale. La structure est soigneusement conçue pour maximiser l'utilisation de l'espace disponible tout en garantissant la sécurité des véhicules et des utilisateurs. Des mécanismes de levage et de déplacement permettent de transférer les véhicules entre les différents niveaux et emplacements. De plus, la structure est équipée de capteurs pour surveiller la disponibilité des places de stationnement, garantissant ainsi un stationnement efficace et fluide. La robustesse et la fiabilité de la structure sont essentielles pour assurer la sécurité des véhicules et des personnes tout au long de l'opération de stationnement automatisé.

Vous faites référence à différents types de Voici quelques types de systèmes de stationnement intelligents couramment utilisés [12] :

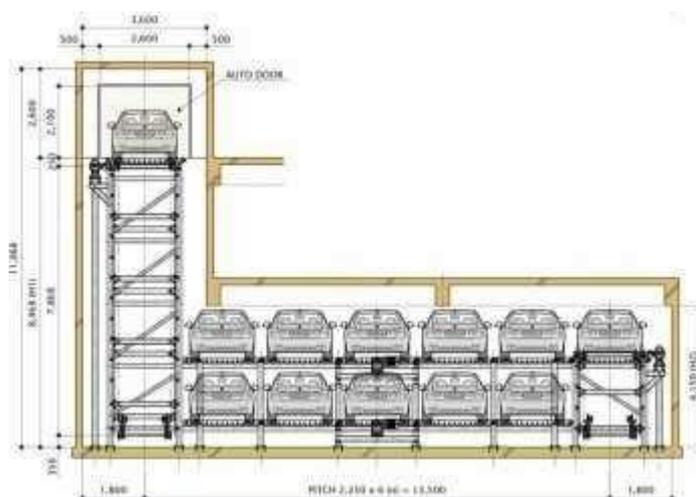


Figure II.2 : Stationnement Horizontal de Circulation [10].



Figure II.3 : Système de Stations Gerber [8].



Figure II.4 : Stationnement à étages multiples [7].



Figure II.5 : Type surélevé ou tour [6].



Figure II.6: Système d’empilage D [11].

Type Rotatif vertical :

Les systèmes de stationnement rotatifs sont conçus pour optimiser l'utilisation de l'espace en faisant tourner les véhicules horizontalement ou verticalement pour les garer. Cela permet de maximiser le nombre de véhicules pouvant être stationnés dans un espace limité.

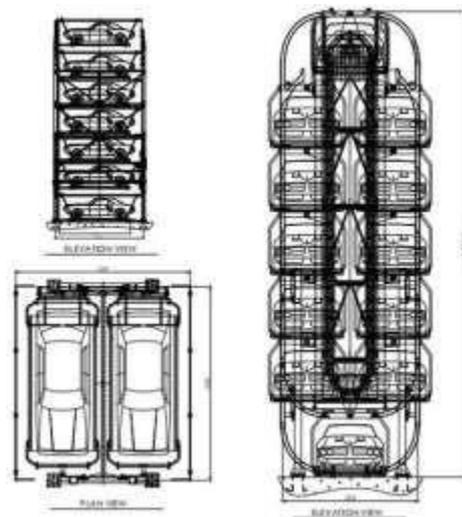


Figure II.7 : Type Rotatif vertical [9].

II. 3.2. Plate-forme de voiture (palette) :

Les palettes jouent un rôle central dans le système de parking intelligent en assurant la manutention efficace des véhicules. Ces plates-formes modulaires sont conçues pour accueillir individuellement chaque véhicule.

Les palettes sont équipées de dispositifs de sécurité pour garantir que les véhicules sont

correctement positionnés et maintenus en place pendant toute la durée du stationnement. Grâce à des mécanismes de levage et de déplacement précis, les palettes peuvent être déplacées verticalement et horizontalement dans la structure du parking, permettant ainsi l'accès aux places de stationnement disponibles. Les capteurs intégrés sur les palettes sont essentiels pour détecter la présence des véhicules et assurer un alignement parfait.

Nous mentionnons ici les différentes plates-formes de systèmes de stationnement de voiture. [13].



Figure II.8 : palette Type Rotatif vertical [9].



Figure II.9 : Stationnement Horizontal de Circulation [10].



Figure II.10 : palette Système d'empilage D [11].



Figure II.11 : Palette Stationnement à étages multiples [7].

II.3.2.1. Plaque triangulaire : est un composant essentiel dans le mécanisme de levage des palettes dans un système de parking intelligent. Cette pièce mécanique est soigneusement conçue pour permettre la montée et la descente des palettes de stationnement de manière efficace et précise. Elle se compose généralement d'un matériau robuste et résistant capable de supporter le

pois des véhicules. La forme triangulaire est choisie pour sa stabilité structurelle, garantissant que les palettes peuvent être soulevées en toute sécurité sans basculer.

Le fonctionnement de la plaque triangulaire est étroitement synchronisé avec le système de commande du parking intelligent. Lorsqu'un véhicule est prêt à être stationné dans une palette, la plaque triangulaire se déploie sous la palette pour la soulever du niveau actuel. Ce mouvement est contrôlé avec une grande précision pour éviter tout dommage aux véhicules ou à la structure du parking. Une fois le véhicule positionné dans la palette, la plaque triangulaire permet à la palette de redescendre en douceur à l'emplacement désiré, prête à accueillir le prochain véhicule.

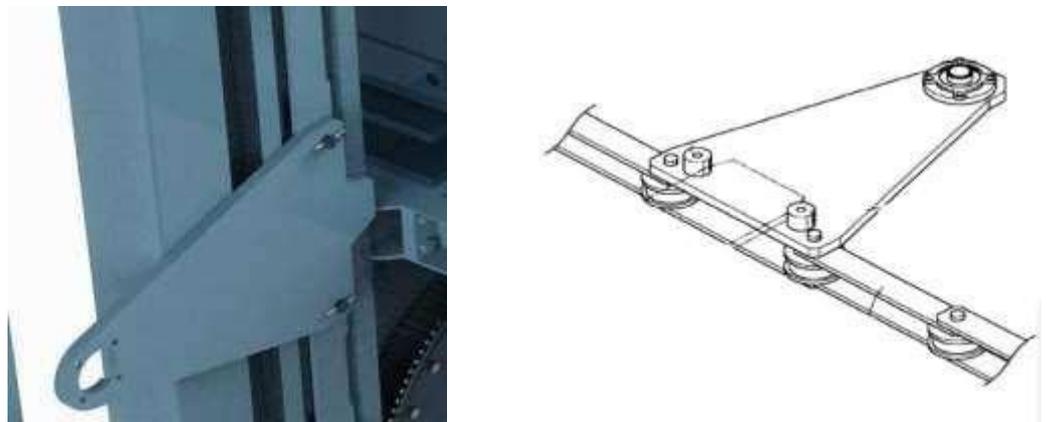


Figure II.12 : Plaque triangulaire [14].

II.3.3. Système de traction : Le système de traction dans un parking vertical intelligent est spécifiquement conçu pour gérer le déplacement vertical des palettes de stationnement à travers les niveaux du parking. Dans un parking vertical, il est essentiel que les palettes puissent être soulevées et abaissées de manière précise pour permettre le stationnement des véhicules à différents niveaux de la structure.

Le cœur du système de traction vertical est généralement un moteur électrique puissant, qui est responsable de l'entraînement des câbles, des chaînes ou des courroies de traction. Ces câbles ou chaînes sont attachés aux palettes de stationnement et permettent de les déplacer verticalement le long de la structure du parking. Le moteur électrique est contrôlé avec précision par le système de commande central du parking intelligent, qui garantit que chaque palette est positionnée correctement à l'emplacement souhaité.

Le système de traction vertical est également équipé de dispositifs de sécurité pour prévenir tout accident ou défaillance. Des capteurs de position et des dispositifs d'arrêt d'urgence sont souvent intégrés pour garantir la sécurité des véhicules et des utilisateurs du parking vertical.



Figure II.13 : Axe de poussée [14].

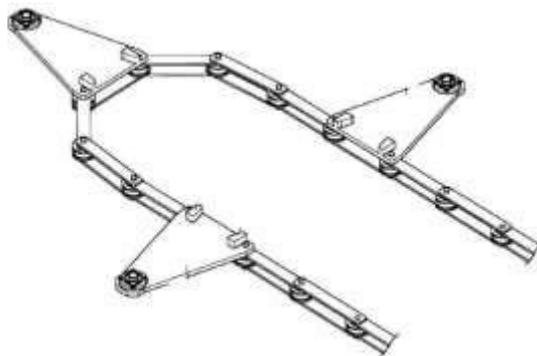


Figure II.14 : Grande chaîne [14].

II.4. SYSTEME D'ENTRAINEMENT

II.4.1 Motorisation : La motorisation d'un système, en particulier d'un système de réducteur de vitesse dans un contexte de contrôle, peut impliquer plusieurs étapes, en fonction des exigences et de la complexité du système. Voici les étapes générales de la motorisation :

II.4.1.1. Définition des Objectifs :

- Identifiez les objectifs de la motorisation, notamment la vitesse, le couple, la précision et les performances globales requises.

II.4.1.2. Sélection du Moteur :

- Choisissez le moteur qui répond aux spécifications de votre application en termes de puissance, de vitesse de rotation, de couple, et d'efficacité. Le type de moteur (moteur à courant continu, moteur pas à pas, moteur synchrone, etc.) doit être adapté aux besoins.

II.4.1.3. Sélection du Réducteur de Vitesse :

- Sélectionnez le réducteur de vitesse approprié en fonction du rapport de réduction nécessaire pour atteindre la vitesse et le couple souhaités. Choisissez le type de réducteur (planétaire, à vis sans fin, à engrenages, etc.) en fonction des exigences de l'application.

II.4.1.4. Conception Mécanique :

- Concevez ou sélectionnez les composants mécaniques nécessaires pour intégrer le moteur et le réducteur de vitesse dans le système, en tenant compte de l'alignement, de la fixation, des supports, et de l'intégration avec d'autres éléments mécaniques.

II.4.1.5. Intégration Électrique :

- Intégrez le moteur dans le système électrique en connectant les câbles d'alimentation et de commande au moteur. Assurez-vous que les connexions électriques sont sécurisées et conformes aux spécifications du moteur.

II.4.1.6. Programmation et Contrôle :

- Si le système nécessite une commande automatisée, programmez le microcontrôleur, le PLC ou l'ordinateur pour générer les signaux de commande appropriés pour le moteur. Créez des algorithmes de contrôle pour surveiller et ajuster les performances du moteur en temps réel.

II.4.1.7. Calibration et Réglage :

- Effectuez des essais et des calibrations pour vous assurer que le moteur fonctionne conformément aux spécifications. Réglez les paramètres de contrôle tels que la vitesse, la position et le couple si nécessaire.

II.4.1.8. Intégration Système :

- Intégrez le système de motorisation complet dans l'application globale, en tenant compte des connexions mécaniques et électriques avec d'autres composants du système.

II.4.1.9. Test et Validation :

- Effectuez des tests exhaustifs pour valider les performances du système de motorisation. Vérifiez que le moteur répond aux spécifications de l'application et ajustez-le si nécessaire.

II.4.1.10. Maintenance et Surveillance :

- Établissez un plan de maintenance préventive pour surveiller et entretenir régulièrement le moteur et le réducteur de vitesse afin de garantir un fonctionnement fiable sur le long terme [15].

II.4.2. Réducteur de vitesse

Un composant essentiel du système d'entraînement dans un parking intelligent, et il joue un rôle crucial dans le fonctionnement efficace du moteur. Voici comment il interagit avec le moteur et quelles sont ses caractéristiques les plus importantes :

II.4.2.1. Roue et Vis : Un mécanisme de vis sans fin consiste en une vis sans fin qui entraîne une roue dentée. C'est souvent utilisé dans les réducteurs de vitesse pour la transmission de puissance.

II.4.2.2. Couple Conique : Les engrenages coniques sont conçus avec des dents coniques et sont utilisés pour la transmission de puissance entre deux axes non parallèles, typiquement à 90 degrés l'un par rapport à l'autre.

II.4.2.3. Variateur Mécanique : Un variateur mécanique est un dispositif qui permet de modifier mécaniquement la vitesse ou le rapport de transmission entre un moteur et une charge.

II.4.2.1. Planétaire : Les engrenages planétaires, ou trains épicycloïdaux, sont composés d'un engrenage central, entouré de plusieurs engrenages satellites. Ils sont couramment utilisés dans les boîtes de vitesses automatiques.

II.4.2.2. Pendulaire : Un mécanisme pendulaire est un système oscillant qui se balance d'avant en arrière autour d'un point fixe. Il est souvent utilisé dans les pendules, les balançoires, etc.

II.4.2.3. Coaxial : Un mécanisme coaxial implique que deux arbres ou axes sont alignés l'un à l'intérieur de l'autre, partageant le même axe de rotation. Cela permet une transmission directe de puissance entre eux. [16].

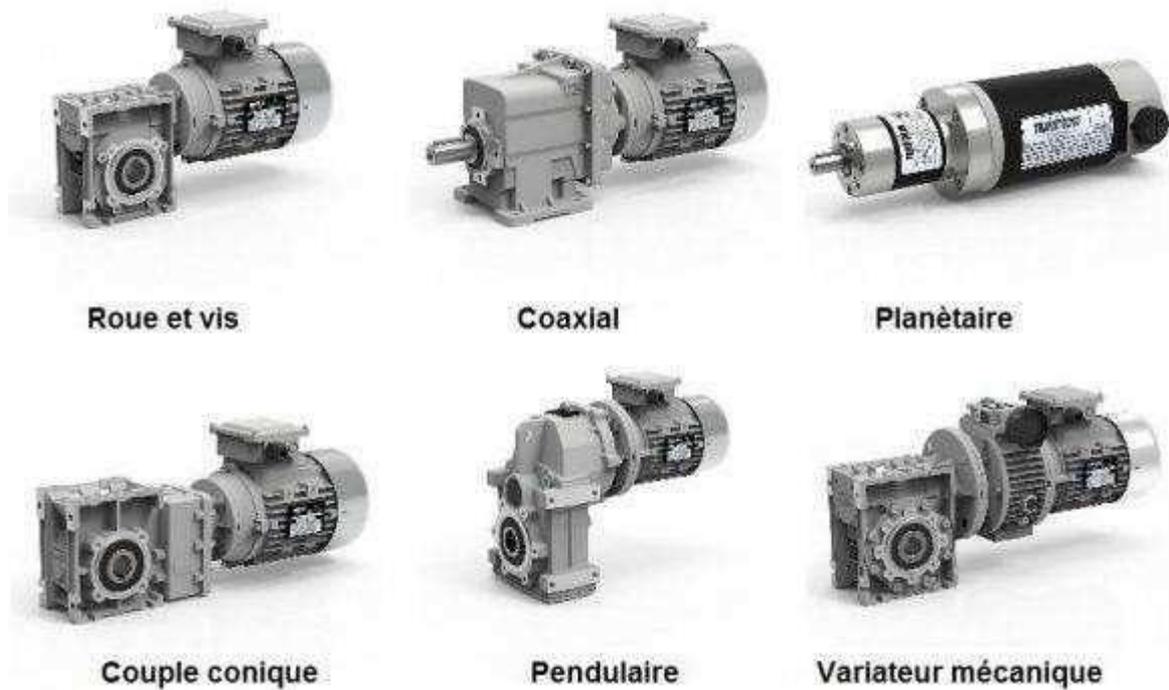


Figure II.15 : Réducteur de vitesse [16].

II.4.3. Accouplement

Le couplage entre le réducteur de vitesse et le moteur est une étape cruciale dans la conception d'un système d'entraînement efficace. Il existe différentes modalités et types de couplage en fonction des besoins spécifiques de l'application. Voici quelques-unes des modalités courantes de couplage entre le réducteur de vitesse et le moteur :

II.4.3.1. Couplage Direct : Dans un couplage direct, les axes des mécanismes sont alignés et reliés directement l'un à l'autre sans l'utilisation d'autres éléments de transmission. Cela permet une transmission directe de puissance.

II.4.3.2. Courroie ou Chaîne : Les courroies ou les chaînes sont couramment utilisées pour coupler deux mécanismes en transmettant le mouvement d'un axe à l'autre à l'aide d'une courroie ou d'une chaîne. Cela permet de modifier la vitesse de rotation ou la direction du mouvement.

II.4.3.3. Engrenages : Les engrenages sont largement utilisés pour le couplage mécanique, en particulier dans les transmissions. Ils permettent de transférer la puissance tout en ajustant le rapport de transmission et la direction du mouvement.

II.4.3.4. Accouplement Élastique : Les accouplements élastiques utilisent des éléments flexibles, tels que des manchons en caoutchouc, pour absorber les chocs et les vibrations tout en transmettant la puissance entre les axes.

II.4.3.5. Cardan : Un joint de cardan est utilisé pour coupler deux axes qui ne sont pas parfaitement alignés. Il permet une transmission de puissance même lorsque les axes sont inclinés l'un par rapport à l'autre.

II.4.3.6. Arbre de Transmission : Un arbre de transmission est utilisé pour coupler des mécanismes éloignés les uns des autres. Il est composé de sections d'arbre rigides reliées par des joints flexibles.

II.4.3.7. Accouplement Magnétique : Les accouplements magnétiques utilisent des champs magnétiques pour transmettre la puissance sans contact mécanique direct. Ils sont utiles lorsque l'isolement de la puissance est nécessaire.

II.4.3.8. Accouplement Hydraulique : Les accouplements hydrauliques utilisent des fluides hydrauliques pour transmettre la puissance entre les axes. Ils permettent un couplage souple et un contrôle précis de la puissance [16].

II.5.1.1 Contrôle Manuel : Dans ce mode de contrôle, un opérateur humain prend en charge le démarrage, l'arrêt et le contrôle de la vitesse du moteur à l'aide d'un dispositif de commande tel qu'un interrupteur, un bouton-poussoir ou une manette. Cela peut être utilisé pour des applications simples où la surveillance humaine est nécessaire pour ajuster les paramètres en temps réel.

II.5.1.2 Contrôle à l'Aide d'un Automate Programmable (PLC) : Les automates programmables sont couramment utilisés dans les applications industrielles pour le contrôle de moteurs avec réducteur. Ils sont programmés pour exécuter des séquences de mouvement préprogrammées en réponse à des signaux d'entrée tels que des capteurs de position ou de proximité. Les PLC offrent une grande flexibilité pour automatiser des processus complexes et peuvent être utilisés pour coordonner le mouvement de plusieurs moteurs et actionneurs.

Rôle :

Le contrôle des machines et des processus se fait en surveillant les entrées, puis en prenant des décisions en fonction des instructions données, et enfin en exécutant ces décisions sur les sorties. C'est ce que l'on peut déduire de la figure.

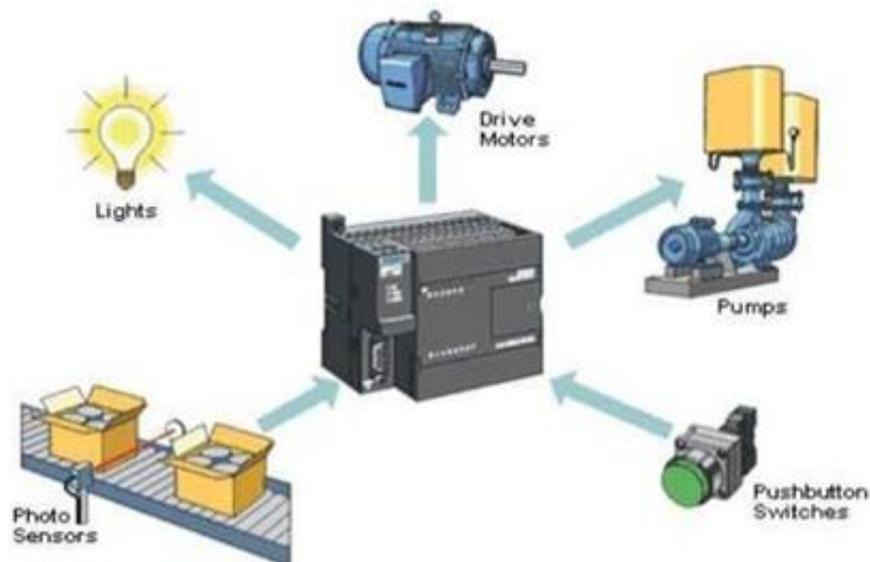


Figure II.16 : Automate Programmable (PLC)

Les éléments connectés aux entrées comprennent des dispositifs tels que les interrupteurs et les capteurs.

Les éléments connectés aux sorties comprennent des composants tels que les moteurs, les pompes et les lampes.

Les composants du système PLC :

Selon le schéma, se compose principalement d'unités de base et de certaines unités supplémentaires, notamment :

1. Modules d'entrée (Input Modules)
2. Unité CPU (CPU Unit)
3. Modules de sortie (Output Modules)
4. Unité d'alimentation électrique (Power Supply Unit)
5. Module opérateur (Operator Module)
6. Dispositif de programmation (Programming Device)

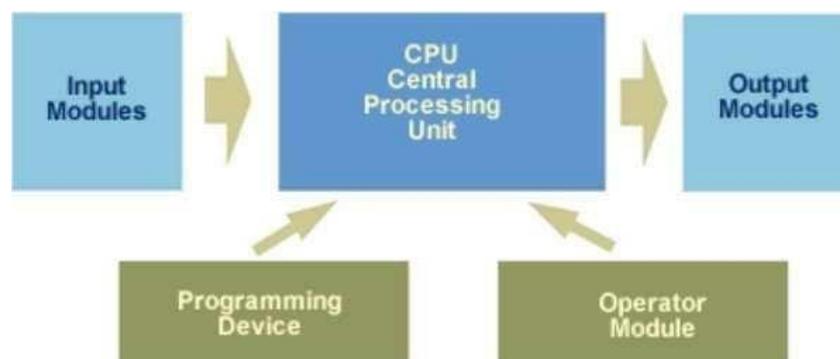


Figure II.17 : les composants du système PLC

Nous allons brièvement examiner le rôle et les caractéristiques de chaque unité et comment elles interagissent entre elles.

Unité d'Entrée (Input Unit): Cette unité reçoit les signaux d'entrée et les prépare de manière à ce que l'unité centrale de traitement puisse les traiter, que ces signaux soient analogiques ou numériques.

Unité de Sortie (Output Unit) : Les unités de sortie génèrent elles-mêmes les signaux électriques requis par l'unité centrale de traitement (CPU), qu'ils soient analogiques ou numériques.

Unité d'Alimentation (Power Supply Unit) : Cette unité fournit l'énergie nécessaire au fonctionnement du PLC.

Opérateur Interface (Operator Interface) : L'interface opérateur permet à l'utilisateur moyen de faire fonctionner et interagir avec le PLC.

Quant aux autres modules, nous les aborderons plus tard. Pour l'instant, voici un exemple général du fonctionnement du PLC et de son contrôle précédent [17].

II.5.1.3 Contrôle à l'Aide d'un Microcontrôleur ou d'un Ordinateur : Pour des systèmes plus avancés, un microcontrôleur ou un ordinateur peut être utilisé pour le contrôle du moteur avec réducteur. Des logiciels spécifiques sont développés pour permettre au microcontrôleur ou à l'ordinateur de générer des signaux de commande précis pour le moteur en fonction de paramètres tels que la vitesse, la position et les capteurs de rétroaction. Cette méthode offre un contrôle très précis et une grande flexibilité pour adapter le comportement du moteur aux besoins spécifiques de l'application [18].

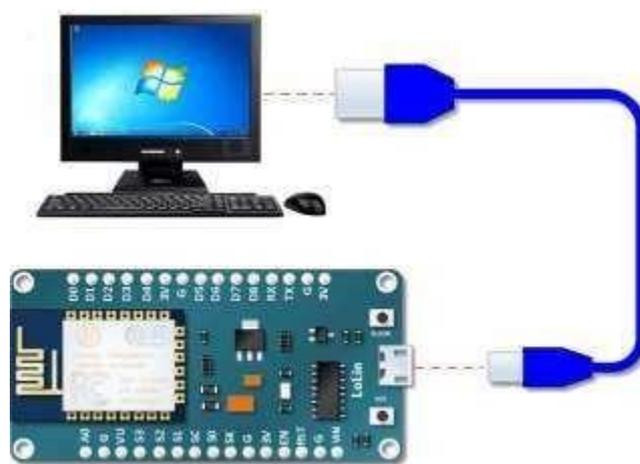


Figure II.18 : Contrôle à l'Aide d'un Microcontrôleur ou d'un Ordinateur [18].

II.5.2 Les capteurs

Dans un projet de système de parking intelligent, plusieurs types de capteurs sont généralement utilisés pour surveiller et contrôler différents aspects du système. Voici quelques-uns des capteurs couramment utilisés :

II.5.2.1 Capteurs de Détection de Véhicules : Ces capteurs sont essentiels pour détecter la présence de véhicules dans les zones de stationnement. Les capteurs de détection de véhicules peuvent être basés sur différentes technologies, notamment les capteurs ultrasoniques, les

capteurs infrarouges, les capteurs de boucle inductive, les caméras de vision ou les capteurs de pression au sol.



Figure II.19 : Capteurs de Détection de Véhicules [19].

II.5.2.2 Capteurs de Position : Les capteurs de position sont utilisés pour déterminer la position précise des palettes de stationnement, des ascenseurs et des plateformes. Les encodeurs rotatifs, les capteurs à effet Hall et les capteurs de position linéaire sont couramment utilisés à cet effet.



Figure II.20 : Capteurs de Position [20].

II.5.2.3 Capteurs de Proximité : Les capteurs de proximité sont employés pour éviter les collisions et garantir la sécurité des véhicules et des utilisateurs. Les capteurs ultrasoniques, les capteurs infrarouges, les capteurs de vision et les capteurs lidar sont des exemples de capteurs de proximité.



Figure II.21 : Capteurs de Proximité [21].

II.5.2.4 Capteurs de Charge : Pour garantir que les palettes de stationnement peuvent supporter le poids des véhicules, des capteurs de charge sont souvent utilisés pour mesurer la charge appliquée sur les palettes.



Figure II.22 : Capteurs de Charge [22].

II.5.2.5 Capteurs de Sécurité : Des capteurs de sécurité tels que les capteurs de lumière, les caméras de surveillance et les systèmes de détection d'incendie sont intégrés pour garantir la sécurité générale du parking.



Figure II.23 : Caméra surveillance [24].



Figure II.24 : Dispositif d'alarme incendie [23].

II.5.3 Variateur de vitesse

Un variateur a pour fonction le contrôle de la fréquence d'un moteur électrique. La fréquence variable des variateurs de vitesse est de plus en plus souvent basée sur la modulation de la largeur d'impulsion (MLI) pour les moteurs électriques asynchrones. Le fonctionnement d'un variateur diffère selon qu'il permette le contrôle de la vitesse d'un moteur synchrone ou d'un moteur asynchrone. Les variateurs WEG sont compacts et simples à installer, ce qui facilite leur utilisation.

➤ **Un variateur :**

Une large gamme de variateurs (VFD) existe afin de répondre aux exigences de plus en plus importantes du monde industriel dans lequel ils évoluent. Ce type de dispositif est composé de trois éléments principaux :

- **Un Redresseur**
- **Un Bus courant Continu**
- **Un Onduleur**

Le redresseur, souvent matérialisé par un pont de Diodes, se charge "de convertir" la tension d'entrée alternative en une tension continue.

Le Bus Courant Continu, appelé Liaison CC ou filtre, joue quant à lui un rôle de

régulateur du signal.

Enfin, l’Onduleur à IGBT, comme son nom l’indique, va permettre de renvoyer une onde sinusoïdale en rendant la tension à nouveau Alternative à une tension et une fréquence voulue par l’utilisateur grâce à la Modulation de Largeur d’Impulsions (MLI). Dans l’industrie, de plus en plus de motrices électriques basses tensions sont pilotés par un convertisseur de fréquence statique MLI. Ces accessoires industriels à part entière, deviennent les interfaces entre les moteurs à induction et la source d’énergie.

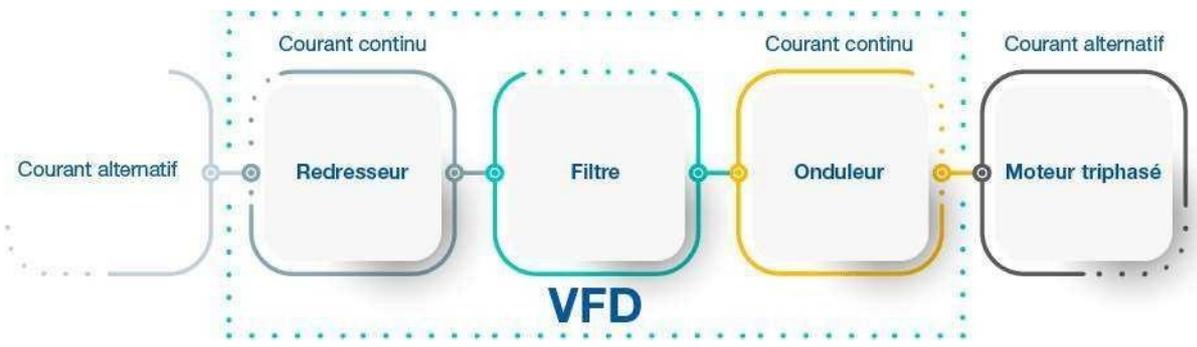


Figure II.25 : les composants de VFD

On utilise alors une commande électronique pour contrôler ce variateur. Cela permet à l’opérateur de réguler facilement la vitesse du moteur par le VFD.

➤ Restons Moteur dans le Mouvement...

Les moteurs à courant continu (CC) cèdent de plus en plus la place aux moteurs à courant alternatif (CA). Cela est rendu possible grâce à la montée en gamme et en performances des VFD. Pour permettre le fonctionnement d’un variateur, il convient d’en connaître la condition de synchronisme.

La vitesse mécanique du rotor d’un moteur électrique à courant alternatif et la fréquence des courants de son stator sont liées. C’est la modification des courants du stator qui permet le contrôle de la vitesse du rotor. La condition de synchronisme diffère selon qu’il s’agisse d’un moteur synchrone ou d’un moteur asynchrone.

Pour une machine synchrone, la condition est selon la formule suivante :

$$N_s = \frac{60 \times f}{p}$$

"Ns" représente le nombre de tours par minute du moteur synchrone.

"f" est la fréquence électrique.

"P" est la puissance électrique.

Pour un moteur synchrone, un lien DIRECT entre la fréquence d'alimentation et le nombre de paires de pôles produit la vitesse de synchronisme.

Pour un moteur asynchrone, le lien entre la vitesse de synchronisme et la vitesse réelle de l'arbre en rotation produit un pourcentage de glissement.

$$g = \frac{N_s - N}{N_s} \times 100$$

"g" représente le glissement.

"Ns" est le nombre de tours par minute du moteur synchrone.

"N" est le nombre de tours par minute du moteur asynchrone.

➤ Rôle du variateur

Un variateur de vitesse (VFD) permet le contrôle de la vitesse d'un moteur triphasé. Cela est vrai dès le démarrage, avec le contrôle de l'accélération, jusqu'à l'arrêt ou la décélération des moteurs électriques. C'est la variation de la fréquence et de la tension d'alimentation qui permet la régulation de la vitesse.

Un variateur peut aussi être utilisé pour inverser le sens de la rotation d'un moteur électrique. Au-delà de fonctionner comme un régulateur, un variateur offre de nombreux autres avantages. Il joue un rôle important dans la protection de l'installation contre les surtensions ou les sous-tensions. L'utilisation d'un variateur permet également d'allonger la durée de vie des moteurs en limitant les contraintes thermiques et mécaniques. La maintenance des équipements est ainsi réduite.

Un VFD joue également un rôle important s'agissant de la réduction de la consommation d'énergie des moteurs asynchrones (ou à induction). En effet, l'utilisation d'un variateur permet d'une part la réduction du courant d'appel au démarrage, mais également l'optimisation des coûts d'utilisation de vos machines en adaptant au mieux le couple et la vitesse de fonctionnement du moteur qu'il contrôle [25].



Figure II.26 : variateur de vitesse [25].

➤ **les avantages d'un variateur de vitesse**

1. Il permet de contrôler le régime du moteur :

Lui permettant d'augmenter ou de diminuer la vitesse au-delà de la vitesse nominale.

Par conséquent, il élimine le besoin d'une boîte de vitesses ou d'une boîte de vitesses, qui donne une vitesse fixe ou une petite plage de vitesse, tout comme il élimine le besoin d'une courroie ou d'une courroie trapézoïdale.

2. Réduire le courant de démarrage du moteur élimine ainsi le besoin de circuits de démarrage :

Les variateurs de vitesse vous permettent de contrôler le temps d'accélération et de décélération du moteur. Par conséquent, la tension et la fréquence augmentent progressivement pendant un temps d'accélération spécifique que vous spécifiez. De plus, lors de l'arrêt, la tension et la fréquence sont progressivement réduites pendant un temps que vous spécifiez. Le résultat est que le courant de démarrage du moteur est réduit à un niveau inférieur au courant de démarrage nominal parce que la tension et la fréquence augmentent progressivement à partir de zéro. L'un des avantages de son utilisation comme méthode de démarrage est d'obtenir le couple complet au démarrage, contrairement à d'autres dispositifs de démarrage.

3. Possibilité de contrôler le temps d'accélération et de décélération :

En contrôlant le temps d'accélération et de décélération, le courant de démarrage est réduit et les contraintes mécaniques sur l'équipement sont également réduites par rapport au cas de démarrage direct, car le moteur démarre en douceur et s'arrête en douceur. De plus, dans le cas des pompes, cela réduit ou élimine le phénomène de coup de bélier, qui est la haute pression résultant du fonctionnement directement à la pompe.

4. Possibilité de frein moteur :

Les variateurs de vitesse peuvent fournir une tension continue au moteur pendant un temps déterminé afin de le freiner, et ils permettent de préciser la valeur de la tension et le temps de freinage. La tension constante génère un couple de freinage et le moteur s'arrête, mais cela entraîne une augmentation de la température du moteur et donc elle n'est pas utilisée correctement fréquemment. Par exemple, un point d'entrée dans le variateur de vitesse peut être programmé comme frein, et un interrupteur peut y être connecté - comme un interrupteur d'arrêt de frein - et en cas de fonctionnement normal, l'interrupteur de frein est déconnecté (le moteur démarre et s'arrête avec un temps d'accélération et de décélération normal). Si l'interrupteur de frein est enfoncé, le changeur de vitesse freinera le moteur.

5. Économie d'énergie :

Certains variateurs de vitesse ont une option d'économie d'énergie, car ils mesurent le courant du moteur, et si la charge diminue, le courant diminue, donc l'appareil démarre en réduisant la tension d'une certaine valeur, économisant ainsi de l'énergie. Il est utilisé dans le cas des pompes et des ventilateurs, car la puissance est proportionnelle au cube de la vitesse, donc réduire la vitesse de 10 % réduit la puissance de 33 %, ce qui permet d'économiser de l'énergie.

6. Amélioration de l'efficacité du moteur :

Le dispositif augmente le facteur de puissance du moteur grâce au condensateur présent dans le dispositif, et, dans le cas du système de contrôle directionnel, nous pouvons obtenir le courant de couple le plus faible. On peut également obtenir le couple nominal à basse vitesse. En plus d'une précision élevée et d'un temps de réponse rapide.

7. Il existe un système de contrôle PID fermé :

Certains variateurs de vitesse disposent d'un système de contrôle PID fermé, qui permet de

connecter un signal analogique externe au variateur de vitesse et s'appuie sur celui-ci pour le contrôle en régime moteur. Il n'est pas utilisé pour contrôler la distance car la vitesse de réponse est faible, donc la précision sera faible et inutile. Il est généralement utilisé pour contrôler la pression, le niveau ou le débit, par exemple, lorsque la vitesse de réponse requise est appropriée et que la précision est également comprise dans les limites de 1 %.

8 Points d'entrée programmables (circuit de contrôle et circuit de puissance simplifiés) :

Les variateurs de vitesse disposent d'un certain nombre de points d'entrée, qu'il s'agisse de points d'entrée numériques, c'est-à-dire connectés à des interrupteurs, ou de points d'entrée analogiques, comme le point d'entrée PID. Ces points sont programmables, c'est-à-dire que vous pouvez programmer chaque point d'entrée avec n'importe quelle fonction que vous voulez. Par exemple, le premier point d'entrée peut être utilisé pour démarrer/arrêter le moteur, freiner le moteur, ou vice versa, accélérer le moteur, augmenter la vitesse, diminuer la vitesse, fonctionner à la première vitesse fixe ou fonctionner à la seconde vitesse fixe. Par conséquent, le circuit de commande du moteur dans le cas des changeurs de vitesse est le plus simple et le plus facile à détecter. Par exemple, si un point est programmé pour fonctionner dans la direction opposée, alors si un interrupteur est connecté à ce point et allumé, le moteur tournera dans la direction opposée. Le contraire sans avoir besoin de circuits inverseurs.

9. La présence de relais programmables :

Les changeurs de vitesse ont des points de sortie de relais programmables. L'appareil permet de choisir la fonction du relais, c'est-à-dire quand le relais ferme ses points. Par exemple, en cas d'erreur - en cas de charge excessive sur le moteur - dans le cas où l'appareil est prêt à fonctionner - etc. etc. De plus, certains changeurs de vitesse permettent de programmer le relais de frein, qui c'est-à-dire qu'il contrôle l'ouverture et la fermeture du frein moteur, en particulier dans le cas de grues ou d'ascenseurs, où la charge peut le moteur tourne lorsque les freins sont appliqués.

10. Protection du moteur :

Le dispositif de changement de vitesse protège le moteur contre les surcharges, car il vous permet de déterminer la valeur de surcharge du moteur en pourcentage du courant nominal, et le dispositif se déconnectera lorsque cette valeur sera atteinte, et il vous affichera un message

d'erreur dû à la déconnexion, éliminant ainsi le besoin de surcharge. - Protéger le moteur contre les hautes ou basses tensions, car l'appareil mesure la tension continue uniforme, et si elle descend en dessous des limites admissibles, la raison est une faible tension source, donc l'appareil est déconnecté. Il déconnectera et protégera le moteur, mais il doit y avoir un moyen de protéger l'appareil lui-même contre une tension excessive. Certains appareils ont une varistance MOV à cet effet. - Un capteur de température PTC peut être connecté à l'appareil pour déconnecter le moteur si sa température augmente, ou un capteur de température 84 Kty peut être connecté pour mesurer avec précision la température du moteur. De plus, sans utiliser de capteur de température, l'appareil peut déterminer le moteur. température théoriquement avec une précision basée sur le modèle thermique. Pour le moteur. - Les variateurs de vitesse protègent le moteur de l'inversion du mouvement due à l'inversion de l'ordre des phases. La seule façon d'inverser le mouvement du moteur est d'inverser les deux phases du câble moteur relié au variateur de vitesse. Cependant, l'inversion les deux phases de l'alimentation du variateur de vitesse n'ont aucun effet, car la première étape du dispositif est de convertir la tension alternative en tension continue, donc cela n'est pas nécessaire.

11. Démarrage du moteur en cas de coupure de courant (EPS) :

Certains appareils sont capables de fonctionner à une tension continue en cas de panne de courant pour faire fonctionner le moteur pendant une courte période. Par exemple, dans le cas d'ascenseurs et d'une panne de courant, un circuit connecte une tension constante des batteries au changeur de vitesse, et il fait fonctionner l'ascenseur jusqu'à l'étage le plus proche et s'arrête.

12. Paramètres de changement de vitesse facile à régler :

En contrôle traditionnel, pour changer la fonction du circuit, de nombreux ajustements doivent être effectués sur les connexions, ce qui entraîne des erreurs et le coût est élevé. Cependant, dans le cas d'un changeur de vitesse, en changeant la méthode de contrôle, les paramètres de l'appareil peuvent être modifiés facilement, que ce soit en ajustant les paramètres à l'aide [26].

II.5.4 Actionneurs

Dans un projet de système de parking intelligent, en plus des actions principales telles que le stationnement et le déplacement des véhicules, il peut y avoir plusieurs actions secondaires qui sont essentielles pour garantir le bon fonctionnement et la sécurité du système. Voici quelques-unes des actions secondaires courantes dans un tel projet :

- 1. Démarrage du Système :** Pour commencer à utiliser le système de stationnement intelligent, un actionneur peut être utilisé pour activer l'alimentation principale. Il peut s'agir d'un interrupteur ou d'un mécanisme de démarrage automatique.
- 2. Ouverture et Fermeture des Portes :** Les actionneurs, tels que des moteurs électriques, peuvent être utilisés pour ouvrir et fermer les portes d'accès au parking, que ce soit pour les véhicules ou les piétons.
- 3. Activation des Ascenseurs et des Convoyeurs :** Les actionneurs sont responsables de l'activation des ascenseurs et des convoyeurs qui déplacent les véhicules entre les niveaux du parking. Ils contrôlent le levage et le déplacement des véhicules de manière précise.
- 4. Éclairage Automatique :** Des actionneurs peuvent être utilisés pour activer l'éclairage automatique dans différentes zones du parking en fonction de la présence de véhicules ou de piétons.
- 5. Évacuation d'Urgence :** En cas d'urgence, les actionneurs peuvent être utilisés pour déclencher des procédures d'évacuation, telles que l'ouverture des portes de secours ou la désactivation des systèmes automatisés.
- 6. Gestion des Espaces Réservés :** Les actionneurs peuvent être utilisés pour activer ou désactiver des espaces de stationnement réservés aux personnes handicapées ou à d'autres utilisateurs spécifiques [27].

II.5.5 Logiciel de commande

Nous avons choisi le PLC car, dans le projet de stationnement intelligent, il est motivé par sa fiabilité, sa flexibilité, sa capacité de contrôle en temps réel, sa sécurité, son évolutivité et sa facilité de maintenance. Ces fonctionnalités en font un choix puissant pour gérer efficacement les opérations complexes d'un système de stationnement intelligent.

Logiciel de commande : Il existe plusieurs logiciels de programmation pour les automates programmables (PLC), mais l'un des plus répandus et des plus connus est le langage LAD (Logique en Échelle). Ce langage est largement utilisé dans l'automatisation industrielle en raison de sa familiarité et de sa facilité d'utilisation pour représenter la logique de contrôle sous forme de schémas en échelle. Cependant, il est important de noter que d'autres langages de programmation tels que FBD (Diagramme de Blocs Fonctionnels) et STL (Liste d'Instructions) sont également couramment utilisés en fonction des besoins spécifiques de l'application.

LAD Logique en Échelle (Ladder Logic) : La programmation en Logique en Échelle consiste à créer des schémas en utilisant ces symboles pour décrire le comportement souhaité du système. Les programmes Ladder Logic sont faciles à comprendre visuellement, ce qui les rend accessibles aux ingénieurs et techniciens de contrôle. Ils sont couramment utilisés pour gérer une variété de tâches industrielles, de la commutation de moteurs à la régulation de processus complexes.

Lorsqu'un programme Ladder Logic est téléchargé dans un PLC, celui-ci exécute les instructions en temps réel, ce qui permet de contrôler divers dispositifs et processus dans l'industrie. Le PLC évalue en permanence l'état des contacts, ce qui détermine l'état des sorties associées, et assure ainsi la gestion automatique et fiable des systèmes industriels.

Logique en Échelle (Ladder Logic) et Liste d'Instructions (Statement List) :

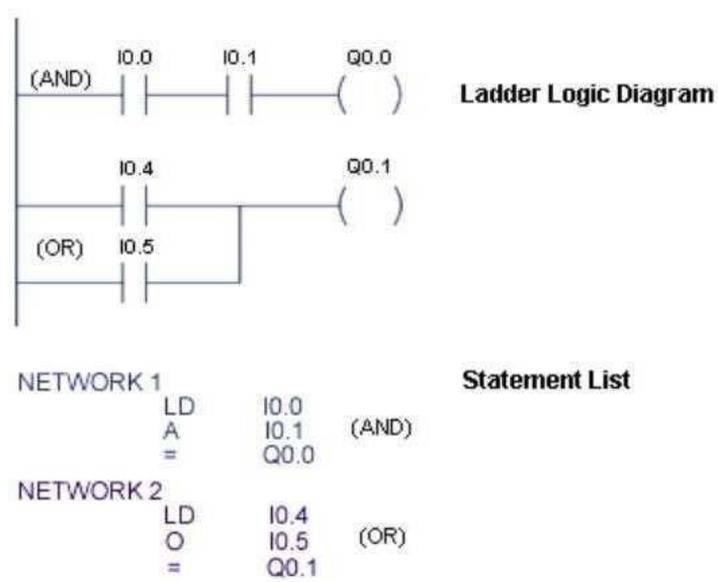


Figure II.27 : La différence entre (Ladder Logic) et (Statement List) [28].

À partir du schéma scalaire, la sortie q0.0 fonctionne lorsque l'entrée i0.1 est activée (porte ET), et dans la deuxième instruction, la sortie q0.1 fonctionne lorsque l'entrée i0.4 ou l'entrée i0.5 est activée (porte OU). La liste d'instructions est une autre méthode pour écrire et afficher le programme, où les opérations sont situées à gauche et les opérandes sont situés à droite [28].

II.5. Conclusion :

En conclusion, ce chapitre établit une base solide pour la compréhension approfondie et la mise en œuvre réussie de notre projet de parking intelligent. Nous avons exploré en détail les composants essentiels qui composent ce système novateur, en commençant par la partie mécanique qui englobe la structure physique, les palettes de stationnement, les plateformes, et les mécanismes de levage. Cette compréhension approfondie de la mécanique est cruciale pour assurer la fluidité et la sécurité des opérations de stationnement.

Nous avons également plongé dans le système d'entraînement, examinant les technologies de motorisation, les réducteurs de vitesse et les systèmes d'accouplement qui garantissent un déplacement précis des véhicules dans le système. Enfin, nous avons exploré en détail le système de commande, soulignant l'importance des calculateurs, des capteurs, des variateurs de vitesse, des actionneurs et du logiciel de commande dans la gestion globale du parking intelligent. Ce chapitre fournit ainsi une vision complète et détaillée de notre projet, préparant le terrain pour les étapes de simulation et de mise en œuvre à venir. En comprenant pleinement les composants clés du système, nous sommes mieux préparés à relever les défis et à maximiser l'efficacité et la fiabilité de notre solution de parking intelligente.

Chapitre III :

Conception du système

III.1 INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous avons entrepris de sélectionner le type de parking le plus approprié en tenant compte de facteurs tels que l'espace disponible, la capacité d'accueil et l'efficacité globale de la conception. À l'aide de logiciels de conception assistée par ordinateur (CAO), nous avons pu créer des modèles tridimensionnels de tous les composants du projet. Cette approche nous a offert la flexibilité nécessaire pour ajuster et peaufiner les détails de notre conception, nous assurant ainsi d'atteindre une solution optimale. Cette étape est essentielle pour garantir la stabilité structurelle et le bon fonctionnement de l'ensemble du système.

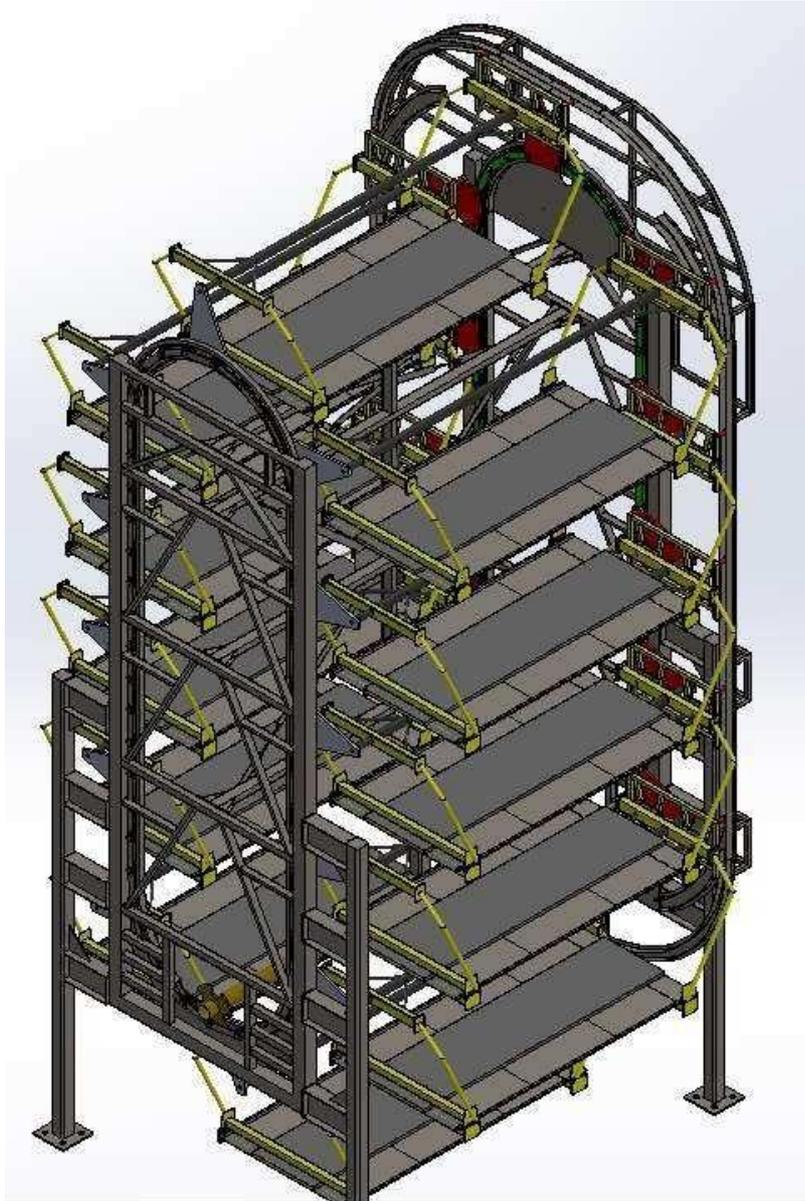
La phase de conception englobera non seulement la partie mécanique, mais également une partie du système d'entraînement et du système de commande. Notre vision globale de la structure englobera l'intégration de tous les composants majeurs et mineurs dans une unité cohérente.

Ce chapitre nous permettra de présenter les résultats de notre travail jusqu'à présent, tout en exposant les perspectives futures de notre projet. Il s'agit d'une étape cruciale pour faire le point sur nos avancées et envisager les prochaines étapes de développement de notre système.

III.2 La structure :

La structure principale d'un parking intelligent représente l'élément fondamental sur lequel repose le bon déroulement du système de stationnement automatisé. Elle joue un rôle central en fournissant la base physique nécessaire à l'efficacité du système de stationnement automatisé.

Après avoir assemblé les pièces ensemble et simulé, nous obtenons cette structure.



Les dimensions sont les suivantes :

Longueur : 6,42 mètres

Largeur : 5,38 mètres

Hauteur : 13,65 mètres

Figure III.1 : Modèle numérique du parking intelligent vertical pour 12 voitures.

III.2.1 Liste des composants que nous avons conçus :

III.2.1.1 Châssis de base de la structure :

L'ensemble du poids est concentré sur ces colonnes, lesquelles sont les plus délicates parmi toutes les composantes. Nous avons opté pour l'acier AISI 316, lequel présente les caractéristiques suivantes :

1. Résistance élevée à la traction: L'acier AISI 316 possède une résistance à la traction élevée, généralement autour de 580 MPa, ce qui lui permet de supporter des charges importantes.
2. Résistance à la corrosion: Il offre une excellente résistance à la corrosion, grâce à sa teneur en chrome, en nickel et en molybdène, ce qui en fait un choix préféré pour des environnements corrosifs.
3. Modérée en élasticité: Il démontre une certaine élasticité, ce qui signifie qu'il peut se déformer sous charge mais reviendra à sa forme d'origine une fois la charge retirée.
4. Soudabilité raisonnable
5. Résistance à haute température
6. densité de masse 8000 kg /m³
7. Limite d'élasticité 172 MPa

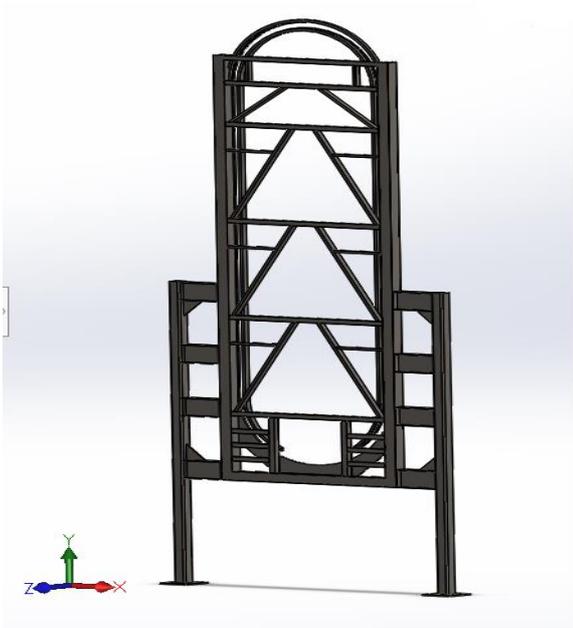


Figure III.2 : châssis de base.

Calcul de résistance :

Charge totale appliquée:

$$C_t = f_t \times g = (\text{poids du véhicule} \times 12 + \text{poids de Plaque triangulaire} \times 12 + \text{poids de palette} \times 12) \times g$$

$$C_t = f_t \times g = (2500 \times 12 + 240 \times 12 + 900 \times 12) = 43680 \text{ kg} \times 9,81 = 4285000 \text{ N} / 2 = 214250 \text{ N}$$

Autres pièces :

$$\text{cadre central} + \text{la chaîne} + \text{Charpentes} + \text{Axe de poussé} = 15296 \text{ N}$$

$$214250 \text{ N} + 15296 \text{ N} \approx 230000 \text{ N}$$

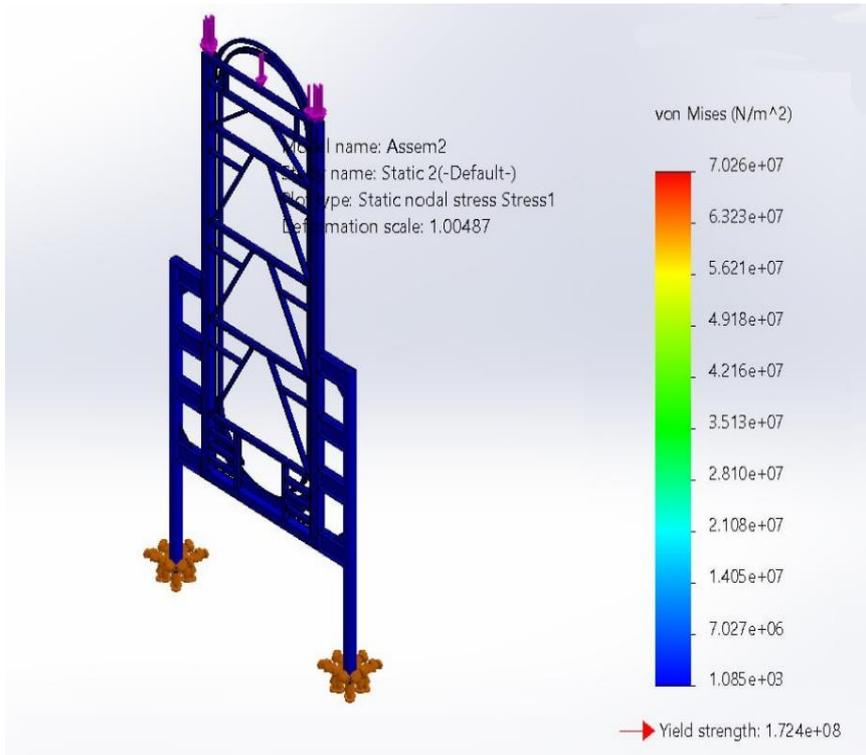


Figure III.3 : simulation(2) châssis de base

Facteur de sécurité :

Limite d'élasticité (yield strength) = 172 MPa

Contrainte maximal (ultimate strength) = 70.2 MPa

Facteur de sécurité = $172\text{MPa} / 70.2\text{MPa} \approx 2.45$

Le facteur de sécurité est d'environ 2.45. Cela signifie que la limite d'élasticité est supérieure à la résistance maximale d'environ 2.45 fois. Un facteur de sécurité supérieur à 1 indique une conception sûre.

III. 2.1.2 Palette :

En supposant une taille moyenne pour la voiture, avec les dimensions suivantes :

- Hauteur 150cm – Longueur 400cm – Largeur 160cm

Nous avons conçu cette pièce en utilisant le logiciel SolidWorks

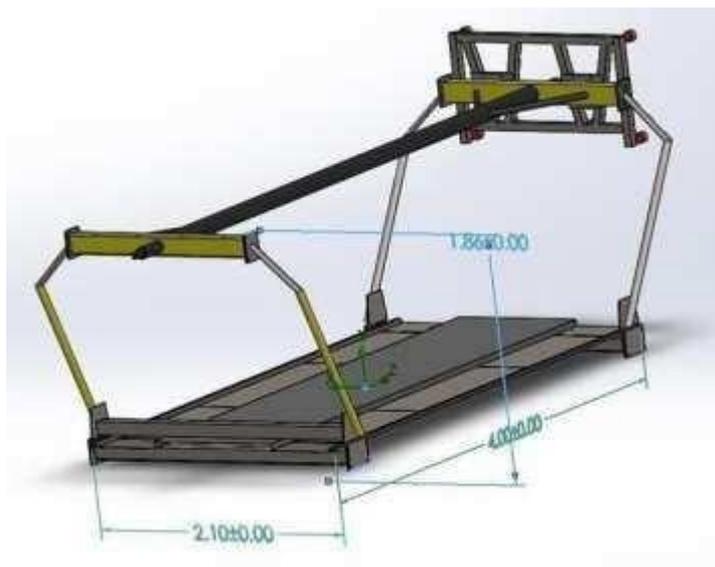


Figure III.4 : palette 3D

- Hauteur 186cm – Longueur 400cm – Largeur 210cm – La mass 900kg

De plus, nous avons choisi un matériau approprié pour la conception, présentant les caractéristiques suivantes :

L'acier AISI 1045 est principalement composé de fer et de carbone. Sa composition typique comprend environ 0,45 % de carbone. Il peut également contenir de petites quantités d'autres éléments tels que le manganèse et le soufre. Résistance mécanique élevée. Il a une limite d'élasticité d'environ 530 MPa (mégapascals) et une résistance à la traction d'environ 625MPa. Il est considéré comme un acier à haute résistance.

Calcul de résistance :

Le poids moyen de la voiture est de 2500 kg. Pour des raisons de sécurité, nous allons appliquer une charge de 3000 kg.

Le poids total en newtons est calculé comme suit :

Poids maximal de voiture = 3000 kg × 9,81 ≈ 30000 N.

Nous allons simuler une charge de 30000 N sur notre palette pour évaluer sa capacité à résister à cette contrainte en utilisant le logiciel de simulation SolidWorks.

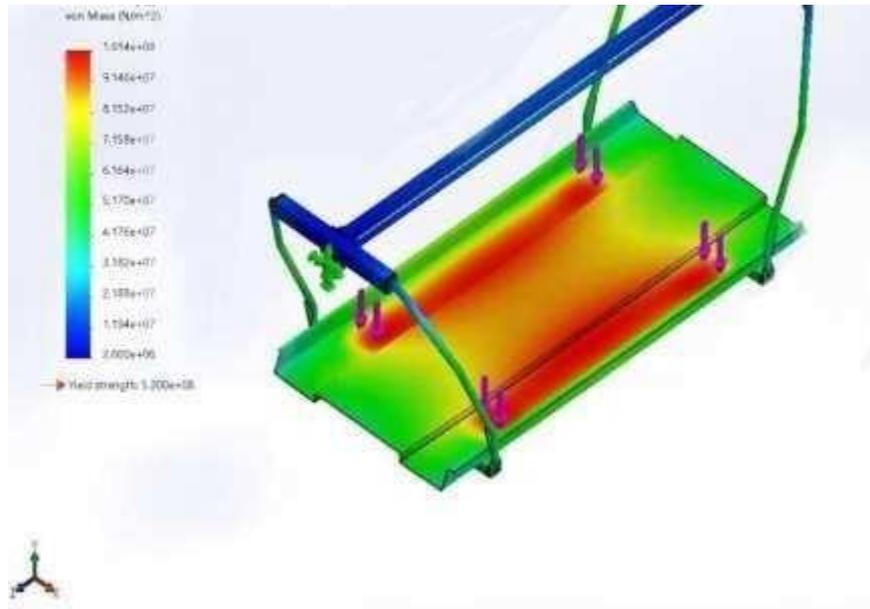


Figure III.5 : simulation palette

Le facteur de sécurité : (safety factor) est généralement calculé en divisant la limite d'élasticité (yield strength) par la force maximale (ultimate strength). Voici comment vous pouvez calculer le facteur de sécurité dans votre cas :

Facteur de sécurité= limite d'élasticité / force maximal En utilisant les valeurs que vous avez données :

Limite d'élasticité (yield strength) = 530,000,000 N/m² =530 MPa

Force maximal (ultimate strength) =101,400,000N/m²= 101 MPa

Facteur de sécurité =530000000 N/m² / 101400000 N/m² = 5.23

Le facteur de sécurité est donc environ 5.23. Cela signifie que la structure ou le composant est environ 5.23 fois plus fort que la force maximale appliquée. Un facteur de sécurité supérieur à 1 indique généralement qu'il y a une marge de sécurité acceptable.

Cependant, les facteurs de sécurité appropriés peuvent varier en fonction des normes de conception, de l'application et de l'industrie.

III.2.1.3 Plaque triangulaire :

Deux pièces sont utilisées en tandem pour transporter la voiture avec la palette. Ce montage présente comme suit :

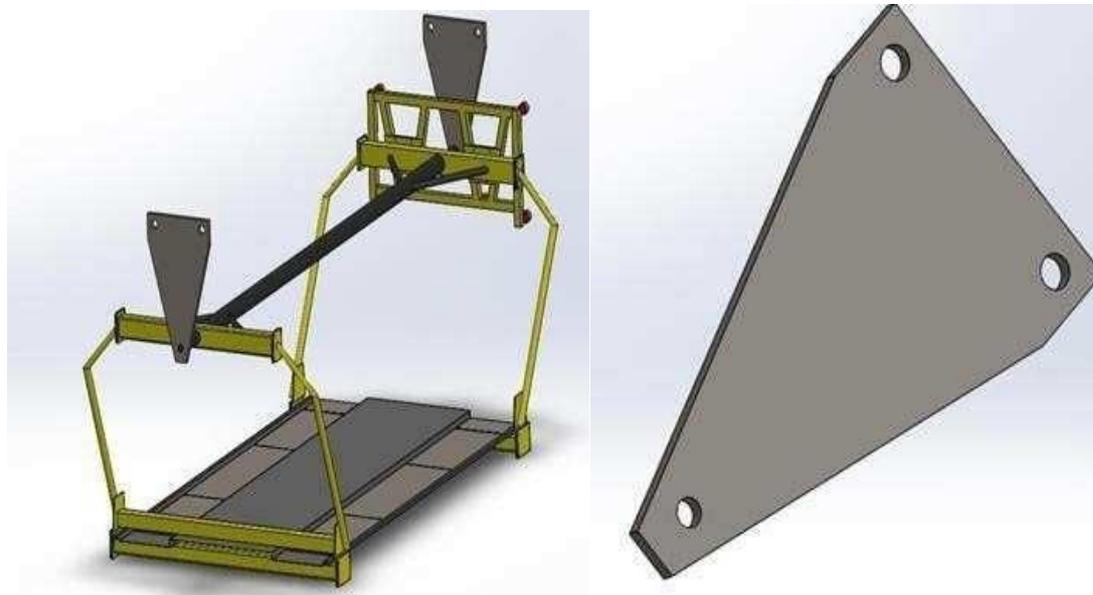


Figure III.6 : Plaque triangulaire avec la palette **Figure III.7 : Plaque triangulaire**

Nous avons choisi le même type d'acier pour le matériau, celui mentionné précédemment, quia les caractéristiques suivantes :

- AISI 1045
- ❖ Résistance à la traction (Tensile strength) =625 MPa
- ❖ Limite d'élasticité (Yield strength)=530 MPa
- ❖ densité de masse =7580 kg / m³
- ❖ La mass 120kg

Calcul de résistance :

(Poids de voiture + poids de pellet) /2

$$(3000\text{kg} + 900\text{kg}) /2 = (3900\text{kg} /2) \times 9,81 \approx 20000 \text{ N}$$

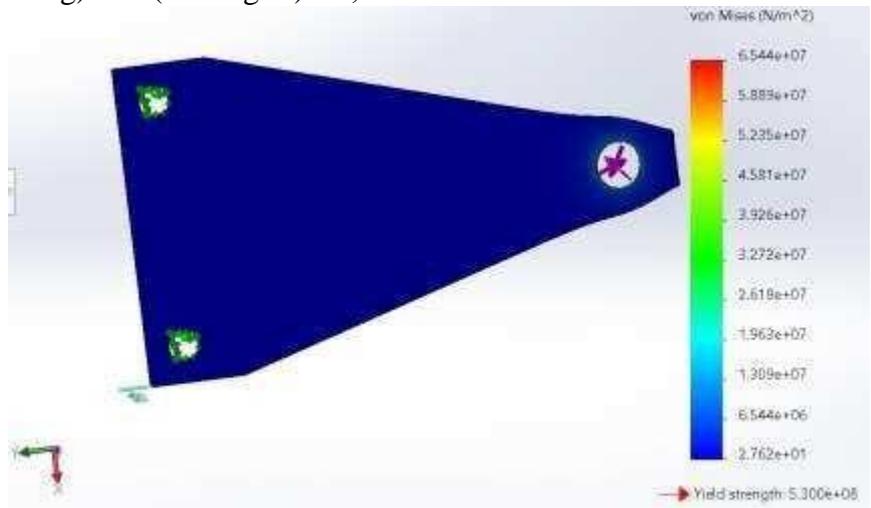


Figure III.8 : Simulation plaque triangulaire

Facteur de sécurité :

Limite d'élasticité (yield strength) =530 MPa

Force maximal (ultimate strength) = 65, 4 MPa

Facteur de sécurité =530 MPa / 65,4 MPa ≈8

Le coefficient de sécurité est d'environ 8, Cela signifie que la force de Limite d'élasticité (yield strength) est bien supérieure à la force maximale (ultimate strength), confirmant ainsi que le composant est solide et capable de supporter la charge en toute sécurité

III.2.2 Autres composants :

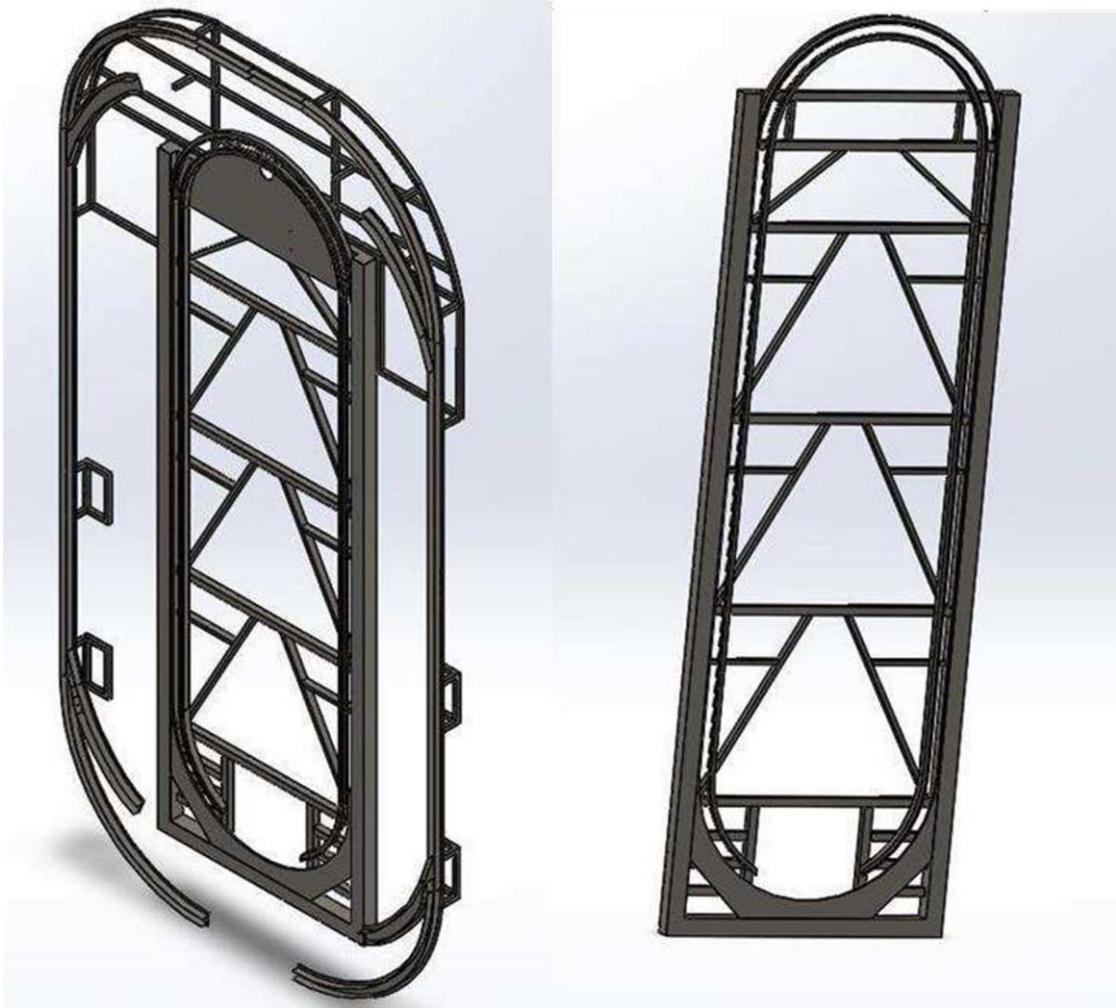


Figure III.9 : cadre central



Figure III.10 : Épingle de Clive

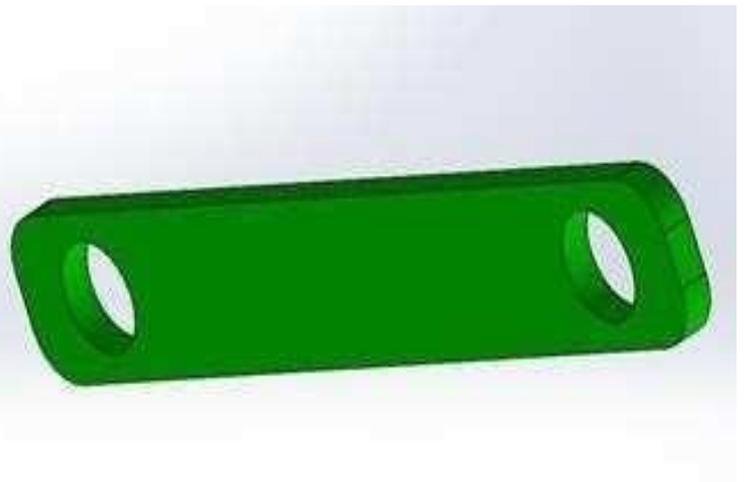


Figure III.11 : bande de chaîne

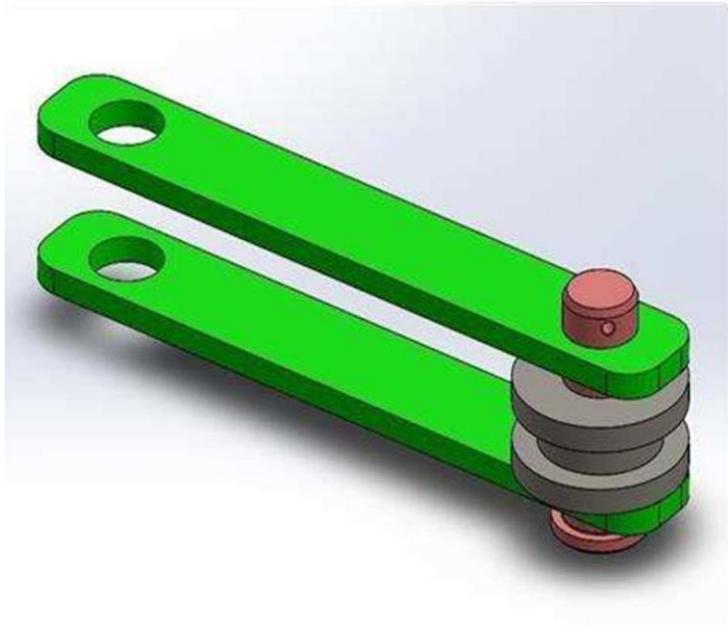


Figure III.12 : assembler morceau de chaîne

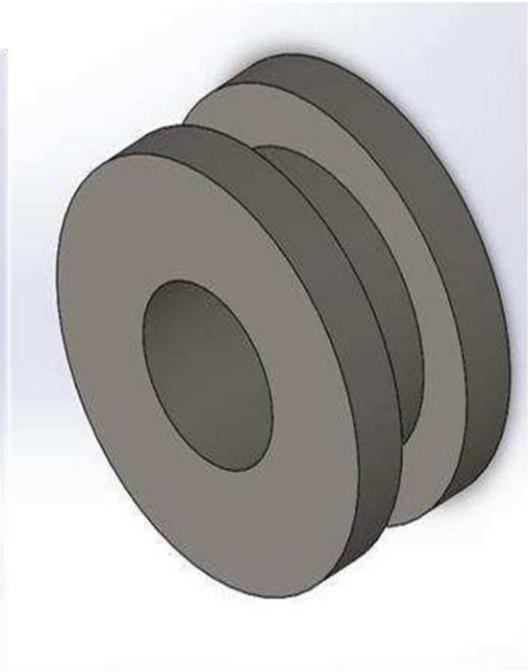


Figure III.13 : rouleau



Figure III.14 : Axe de poussé



Figure III.15 : Charpentes

III.3 Système de traction

La plupart des parkings verticaux ne sont pas équipés d'un système de traction, ce qui contraste avec notre approche, car nous allons implémenter ce système dans nos parkings.

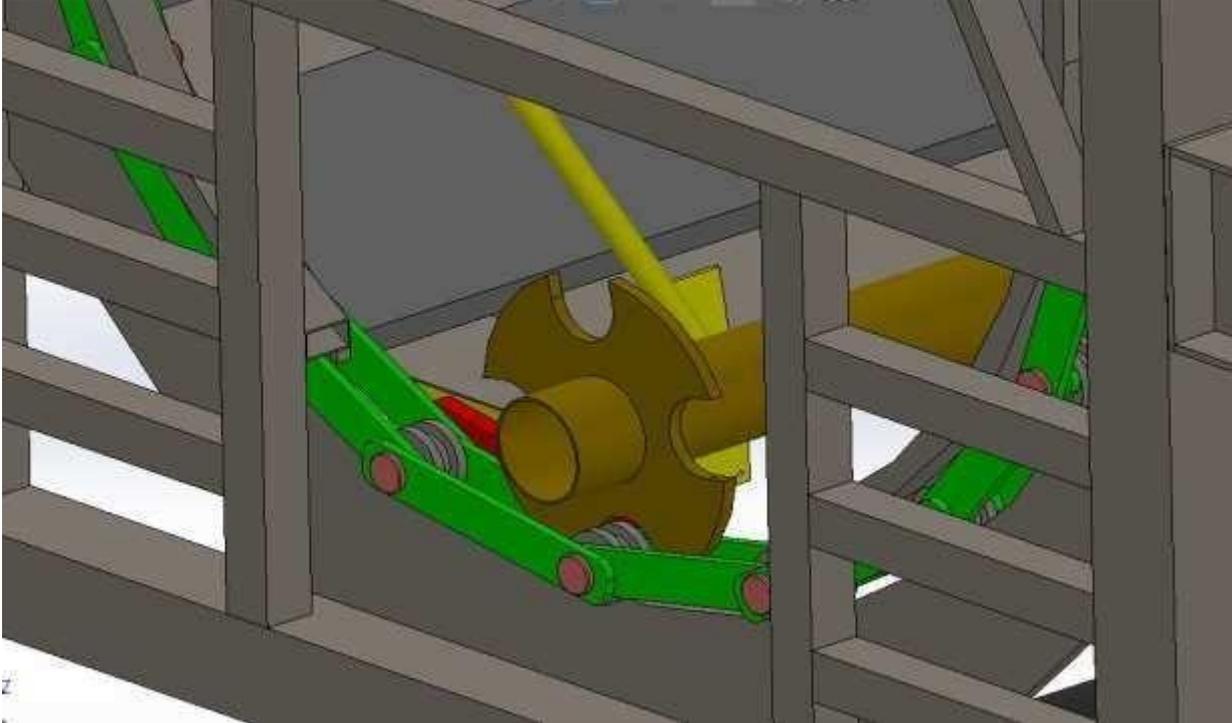




Figure III.16 : Système de traction à l'aide de l'axe de poussée et de la chaîne.

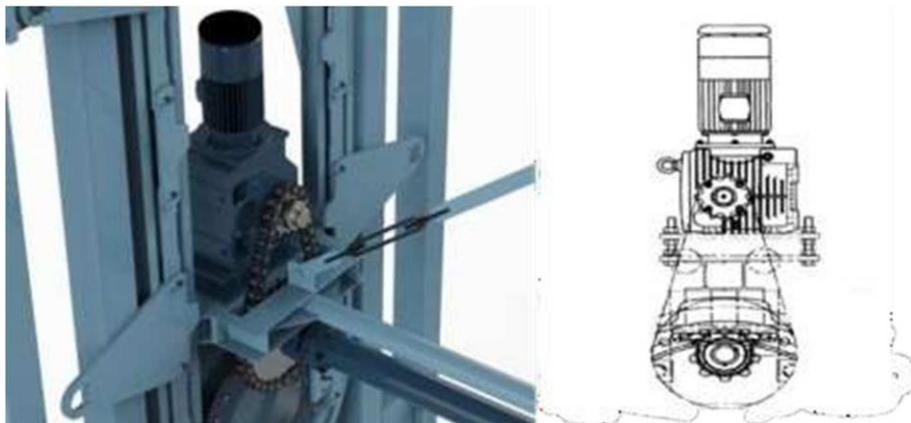


Figure III.17 : Système de traction par moteur et de l'axe de poussée.

Le "système de traction à l'axe de la poussée" désigne un mécanisme où la puissance nécessaire pour déplacer les éléments du système provient d'un moteur. Dans ce contexte, le moteur est responsable de l'application de la force de poussée requise. Cette force est ensuite transmise par le biais d'une chaîne mécanique, qui agit comme un lien de transmission, pour effectuer le mouvement souhaité. En résumé, ce système assure la propulsion des composants grâce à la puissance du moteur et à l'intermédiaire de la chaîne mécanique.

III.4. SYSTEME D'ENTRAINEMENT

Quant au choix du moteur, il se fera en fonction du type de parking intelligent, et la différence entre eux se fera en termes de capacité. Il existe des options pour 6 voitures, 8 voitures, 10 voitures et 12 voitures.

III.4.1 Variateur de vitesse

Dans le but de sécuriser la chaîne et de réduire au minimum tout risque potentiel, nous avons consciemment choisi d'installer un variateur de vitesse pour assurer un déplacement lent et contrôlé du châssis et des véhicules, à une vitesse de six mètres par minute.

$$\text{Diamètre (D)} = 2700 \text{ mm}$$

$$\text{Vitesse} = 6 \text{ m/min} = 0.1 \text{ m/s}$$

Nous devons calculer la vitesse des pignons entraînés (N).

$$N = (60 \times \text{Vitesse}) / (\pi \times \text{Diamètre})$$

$$N = (60 \times 0.1 \text{ m/s}) / (\pi \times 2.7 \text{ m})$$

$$N \approx 0.703 \text{ tours par seconde (rps) [29].}$$

III.4.2. Motorisation :

Pour déterminer la puissance nécessaire du moteur, nous avons effectué un calcul de la puissance requis pour gérer la force maximale qui peut être appliquée au moteur en newtons.

$$\text{La force } F = (\text{poids du véhicule} + \text{poids du 2 Plaque triangulaire} + \text{poids du la palette}) \times 5 \times g$$

$$F = (2500 + 240 + 900) \times 5 \times 9,81 \quad F \approx 178 \text{ KN}$$

$$\text{Couple (T)} = F \times D / 2 = 178 \times 2700 / 2 \approx 240 \text{ KN}$$

La puissance électrique requise pour faire tourner le système :

$$\text{La puissance (P)} = 2\pi NT / 60$$

Où :

N = Vitesse de rotation (tour par seconde)

T = Couple (en newton-mètre)

Nous avons :

$N \approx 0.703$ tours par seconde (tps)

$T = 240$ kilonewton-mètres (kNm)

Nous calculons la puissance :

$P = 2\pi * 0.703 * 240 / 60 \approx 17.6$ kilowatts (kW)

Ainsi, la puissance électrique requise pour faire tourner le système est d'environ 17.6 kW.

Un moteur d'une puissance de (p) 20 kW peut être sélectionné pour le parking intelligent pouvant accueillir 12 voitures [29].

- Pour 6 voitures, nous aurions besoin d'un moteur d'une puissance de 7,5 kW.
- Pour 8 voitures, nous aurions besoin d'un moteur d'une puissance de 11,5 kW.
- Pour 10voitures, nous aurions besoin d'un moteur d'une puissance de 14,5 kW.

III.4.3. Accouplement :

Pour l'accouplement, nous opterons pour une connexion directe entre le variateur de vitesse et le moteur via un câblage direct, sans recourir à l'utilisation d'un réducteur de vitesse.

III.5. Système de commande

Nous présentons le SCHÉMA DE CÂBLAGE du projet dans les deux figures suivantes.

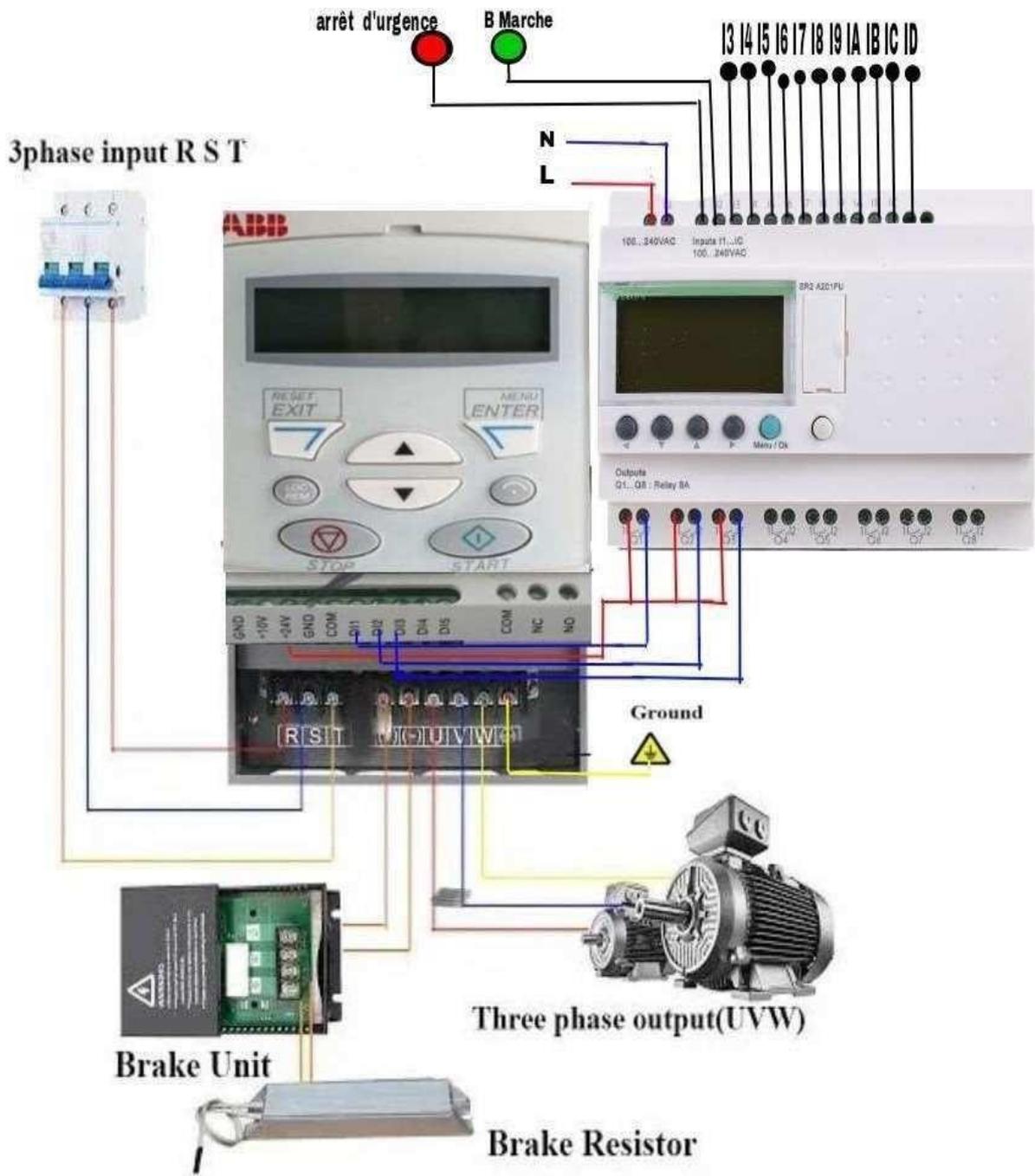


Figure III.18 : Schéma câblage



Figure III.19 : la réalisation du câblage

III.5. 1 Présentation des appareils que nous avons utilisés :

III.5.1.1 : PLC (automate programmable industriel) :



Figure III.20 : automate programmable industriel [30].

La gamme Zelio Logic SR2/SR3 de Schneider Electric offre une alternative aux solutions basées sur la logique câblée ou des cartes spécifiques. Cette série est compacte, avec des modules d'extension de communication Modbus ou Ethernet compatibles avec l'appareil. Que vous souhaitiez signaler l'appareil à distance ou sur site, vous pouvez contrôler le module selon vos termes.

Télemécanique propose maintenant une nouvelle génération de relais intelligents extensibles, offrant des avantages substantiels en termes de flexibilité et de fonctionnalité. Zelio Logic 2 Smart Relay est la solution optimale pour des tâches de contrôle telles que l'automatisation de petites machines industrielles, l'éclairage, le CVC et le contrôle d'accès dans les bâtiments.

Avec son encombrement réduit, sa programmation simple, ses fonctions de contrôle puissantes et la possibilité de changer ou modifier le programme en cas d'évolution des exigences d'application, il offre d'importantes économies d'espace et de coûts par rapport à d'autres options.

Choisissez entre deux nouvelles séries - Compact et Modulaire. La série Compact n'est pas extensible et est disponible avec les tailles de blocs E/S suivantes : 10 E/S, 12 E/S et 20 E/S. La série Modulaire est disponible avec des unités de base de 10 et 26 E/S et peut être étendue jusqu'à 40 E/S avec cette dernière. En plus de cette flexibilité, les deux nouvelles séries sont programmables en utilisant les langages de programmation FBD, ladder et Grafcet SFC.

Conception conviviale pour une programmation et une opération faciles, soit directement depuis le module à l'aide des boutons de navigation, soit via un logiciel basé sur Windows.

Schneider Electric propose désormais une nouvelle génération de relais intelligents extensibles, offrant d'importants avantages en termes de flexibilité et de fonctionnalité. Zelio Logic 2 Smart Relay est la solution optimale pour le contrôle de tâches telles que l'automatisation de petites machines industrielles, l'éclairage, le CVC et le contrôle d'accès dans les bâtiments.

Nouvelles fonctionnalités :

Avec son encombrement réduit, sa programmation simple, ses fonctions de contrôle puissantes et la possibilité de changer ou de modifier le programme en cas d'évolution des exigences d'application, il offre d'importantes économies d'espace et de coûts par rapport à d'autres options.

Deux nouvelles séries : Compact et Modulaire

La série Modulaire est extensible jusqu'à 40 points E/S

Le logiciel inclut les langages de programmation ladder, Grafcet et FBD (jusqu'à 200 blocs fonctionnels avec 23 fonctions préprogrammées).

Applications :

Les modules logiques sont utiles lorsque vous devez effectuer un processus sans intervention humaine, donc la liste n'est pas limitée. Les modules logiques peuvent même être connectés à d'autres modules logiques, par exemple. Vous trouverez ci-dessous quelques applications typiques :

- Systèmes de contrôle pour les petites machines/remplacement des commandes.
- Gestion de l'éclairage.
- Commandes de chauffage et de climatisation [30].

Spécification :

Attribute	Value
Brand	Schneider Electric
Programming Interface	Computer, Operating Panel
Output Type	Relay
Minimum Operating Temperature	-20 °C
Number of Outputs	8
Supply Voltage	120 V ac, 240 V ac
Manufacturer Series	Zelio Logic
Dimensions	124.6 x 107.6 x 59.5 mm
Display Included	Yes
Depth	59.5 mm
Length	124.6 mm
Width	107.6 mm
Mounting Type	DIN Rail
Programming Language Used	FBD, Ladder Logic, SFC
Input Type	Discrete
Number of Inputs	14
Maximum Operating Temperature	+55 °C

III.5.1.2 Variateur de vitesse :



Figure III.21 : Variateur de vitesse [31].

Le variateur de vitesse ACS150 ABB est un VSD haute performance pour moteurs à induction triphasés, idéal pour les applications sur machines ou équipements nécessitant un contrôle précis et une opération facile.

Compact et facile à installer, le variateur de fréquence ACS150 vous permettra de faire varier la fréquence de la tension d'alimentation (50Hz), et ainsi de faire varier la vitesse de base du moteur électrique asynchrone.

Ce micro variateur ACS150 de chez ABB possède de nombreux avantages avec un bon rapport qualité/prix : Filtre intégré en standard, potentiomètre de réglage vitesse en face avant, montage facile sur Rail-Din, hacheur de freinage, interface utilisateur, ventilation forcée, paramétrage possible par logiciel PC.

Caractéristiques du variateur de vitesse mono/tri ACS150 ABB :

- 1 entrée de sécurité STO intégré (SIL2/SIL3-mode dépendant).
- contrôle de couple vectoriel

Diagramme de câblage du circuit de commande

Le variateur de vitesse mono-tri ACS150 de chez ABB intègre de nombreuses entrées / sorties numériques et analogiques permettant ainsi de brancher et déporter des organes de commandes (potentiomètres, boutons poussoirs, boutons à 2 ou 3 positions...) [31].

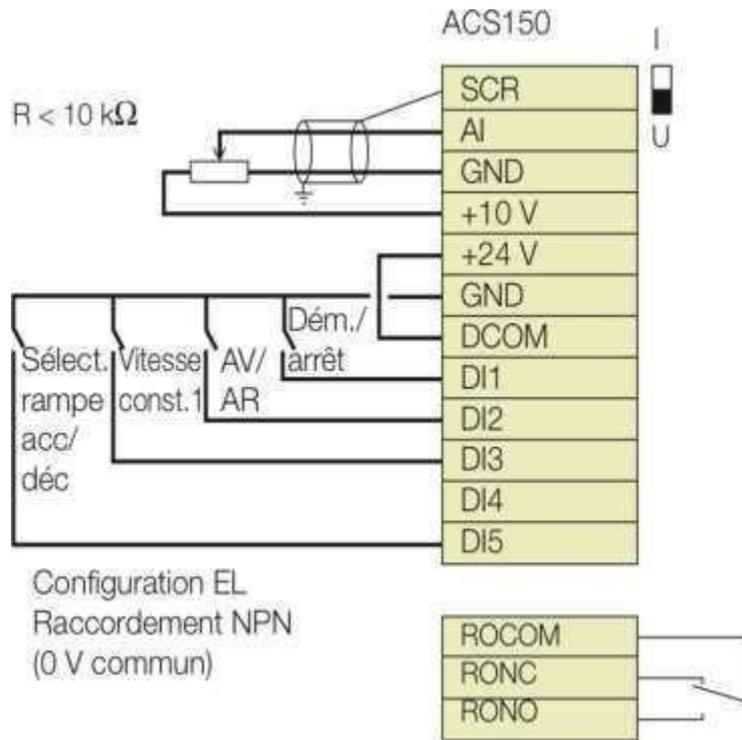


Figure III.22 : circuit de commande [31].

III.5.1.2 Résistance de freinage :

Un frein de résistance pour variateur de fréquence (VFD) est un dispositif utilisé pour dissiper l'énergie inutile produite par le moteur, permettant au variateur de freiner en toute sécurité et efficacement la charge. Les résistances de freinage sont utilisées dans les VFD pour les applications où la vitesse du moteur dépasse la vitesse définie par le variateur de fréquence ou pour une décélération rapide. Si la vitesse de rotation du moteur dépasse la vitesse synchrone du VFD, il agira comme un générateur et l'énergie excédentaire sera renvoyée dans le VFD, augmentant la tension sur le bus DC. Les résistances de freinage dynamique sont connectées au bus DC et verront des tensions allant jusqu'à 800 volts pendant les conditions de freinage. Les résistances de freinage dynamique sont souvent la solution la plus simple et la plus rentable dans les applications nécessitant une décélération rapide. Les avantages des résistances de freinage dynamique par rapport aux systèmes de freinage par friction comprennent une décélération plus rapide, une usure réduite des composants et un risque moindre de défaillance du freinage mécanique [32].



Figure III.23 : Résistance de freinage

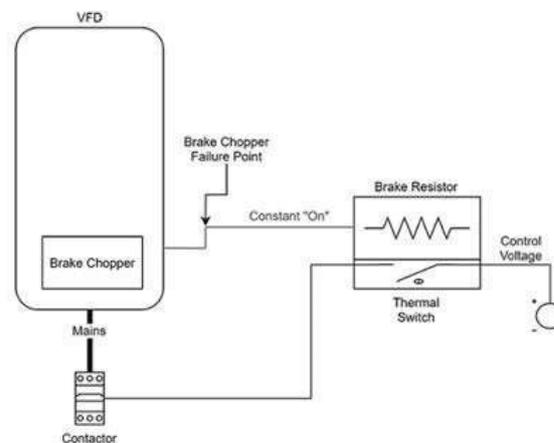


Figure III.24 : Commande du contacteur principal [32].

Avantage :

Les avantages de la résistance de freinage comprennent ce qui suit :

- Les résistances de freinage dans un système de commande de moteur empêchent les dommages matériels.
- Elles évitent les défauts au sein d'un variateur de fréquence (VFD).
- Les résistances de freinage dans un VFD peuvent améliorer la capacité du couple de freinage.
- Ces résistances génèrent un freinage plus rapide et plus contrôlé.
- Elles peuvent provoquer d'importantes variations de vitesse entre le moteur et l'entraînement pour récupérer de l'énergie supplémentaire.
- Ces résistances sont largement utilisées dans le secteur industriel.

Inconvénients :

L'inconvénient d'une résistance de freinage est que si cette résistance n'est pas refroidie correctement, cela dégradera le matériau de base du composant et entraînera une défaillance précoce [32].

III.5.2. Réalisation de la séquence des opérations

L'automate est alimenté en AC 100/240 volts, et la vitesse variable est alimentée en AC 220 ou 380 volts.

Nous disposons des entrées suivantes : le bouton d'urgence, le bouton de marche, I1 I2 I3 I4 I5 I6 I7 I8 I9 IA IB IC ID, qui sont alimentés via le PLC. Ces entrées représentent le nombre de places dans le parking.

Quant aux sorties Q1 Q2 Q3, elles sont alimentées via un variateur de vitesse avec un courant de 24 V DC, comme indiqué sur la figure. Chacune d'elles est connectée aux entrées à vitesse variable D1 D2 D3, qui sont les entrées responsables du changement de vitesse du moteur.

Pour changer la vitesse via D1, D2 et D3 :

- D1 : Il s'agit du contrôleur qui envoie un signal au moteur pour qu'il se prépare à

fonctionner et lui donne une vitesse nulle, c'est-à-dire zéro (V0).

- D3 : C'est ce qui envoie un signal au moteur pour qu'il se déplace à la vitesse souhaitée, qui est de 0,1 m/s. (V1)
- D2 : Il est utilisé pour inverser le sens de rotation du moteur.

III.5.3 Contrôle et simulation dans Zelio soft 2

Zelio Soft 2 est un logiciel de configuration gratuit conçu pour les relais intelligents de la série Zelio Logic, destiné à la gestion des systèmes d'automatisation simples. Il offre les fonctionnalités suivantes :

- Programmation en langage Ladder ou en langage Blocs Fonctionnels (FBD).

Il permet de configurer les automates programmables logiques (PLC) de la série Zelio Logic.

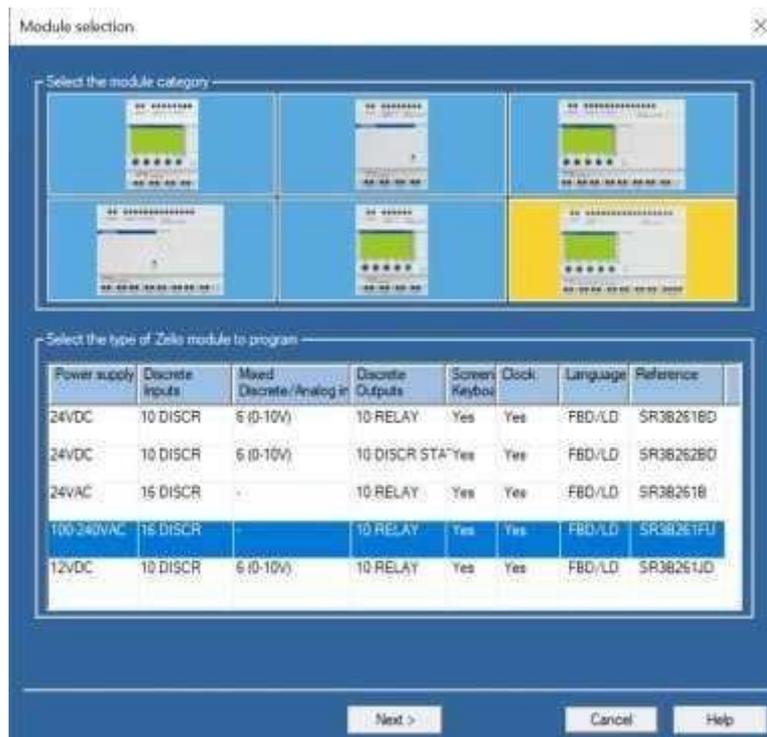


Figure III.25 : Module sélection avons besoin

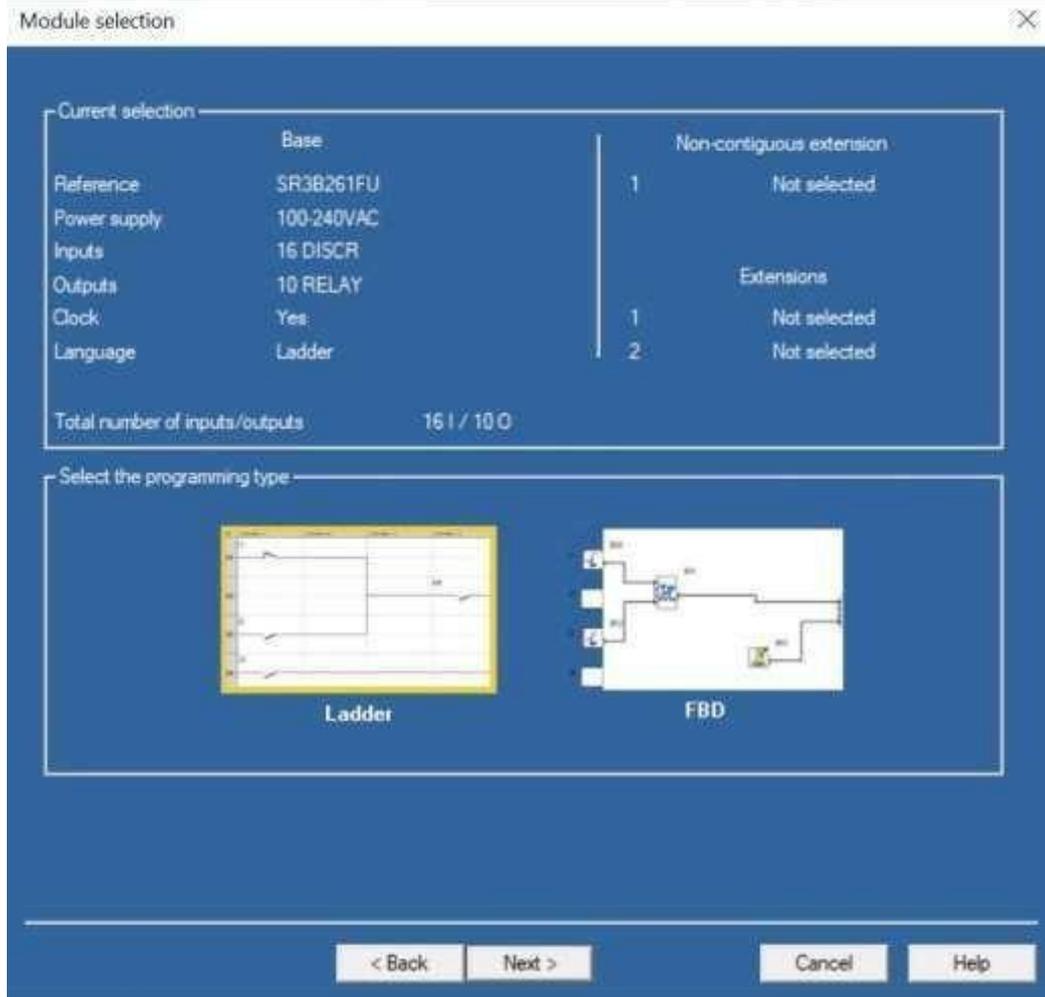


Figure III.26 : Sélectionner le type de programmation

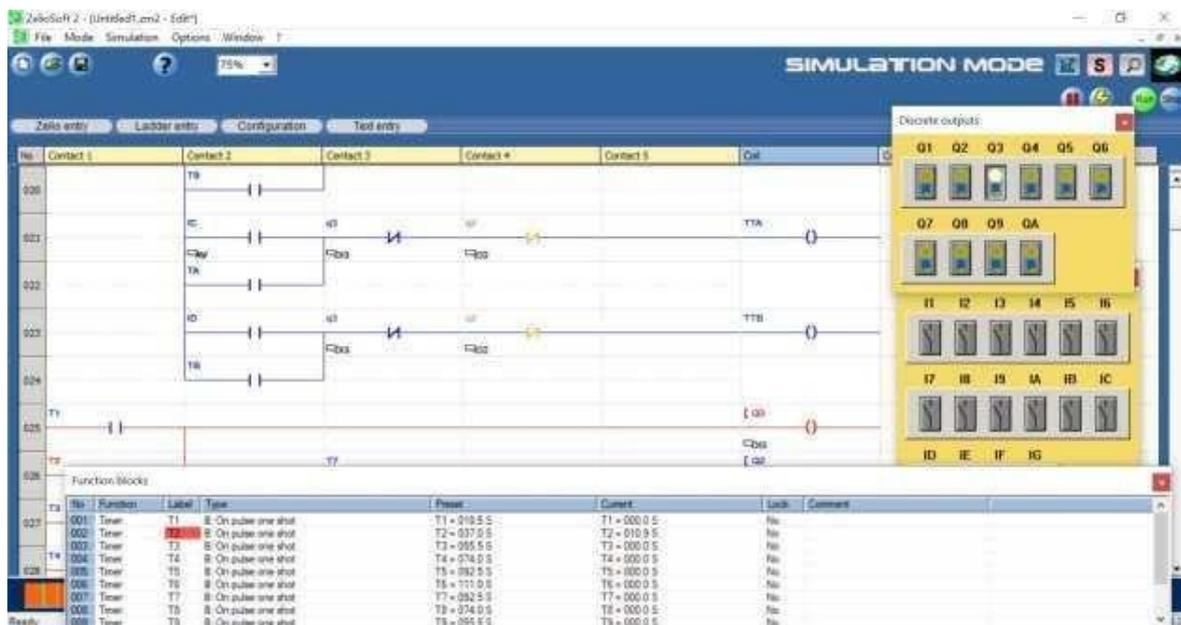


Figure III.27 : Simulation d'un projet en langage de programmation LADDER

III.5.4 Explication de la simulation :

- Lorsque le système démarre, appuyez sur le bouton de démarrage (Marche), ce qui envoie un signal à la sortie Q1. Ce signal alimente l'entrée DI1, permettant ainsi au moteur de démarrer à une vitesse nulle.
- Ensuite, si nous souhaitons choisir une palette spécifique, par exemple, en appuyant sur l'entrée I4, le signal Q3 est envoyé à DI3. À ce stade, le moteur démarre à la vitesse requise dans le sens antihoraire jusqu'à ce qu'il atteigne la première position définie.
- En appuyant sur l'entrée ID, un signal est envoyé pour activer DI2 et DI3 simultanément, provoquant la rotation du moteur dans le sens horaire.
- En cas de problème, appuyez sur le bouton d'urgence pour arrêter tout le système.

III.6. Conclusion

En conclusion, nous avons pris des mesures pour atteindre notre objectif. L'utilisation du logiciel de simulation SolidWorks pour notre prototype numérique de stationnement intelligent qui nous a permis de visualiser et de tester notre concept de manière quasi-réaliste. Les simulateurs de tests de poids nous ont confrontés à la réalité en termes de forme et de fonctionnalité. Nous avons choisi d'adopter la méthode de contrôle du moteur à vitesse variable en le programmant via un PLC, et l'avons mise en œuvre grâce au programme ZELIO SOFT 2. Ce chapitre marque une avancée majeure dans notre projet, nous préparant ainsi à créer un prototype physique et à l'améliorer progressivement lors des phases ultérieures de développement.

Conclusion Générale

L'accroissement annuel de la taille du parc automobile national contraste avec la stagnation, voire la réduction, des espaces dédiés au stationnement. Les prix des terrains destinés à ces espaces de parking augmentent, rendant la réservation de surfaces de plus en plus coûteuse. Face à cette réalité, l'utilisation de systèmes de parking automatiques à plusieurs niveaux ou parking intelligents se présente comme une solution incontournable. Ces systèmes offrent de multiples avantages, notamment une optimisation efficace de l'espace, une réponse aux contraintes financières et une adaptation aux besoins croissants de stationnement, constituant ainsi une réponse appropriée à cette problématique urbaine majeure.

La mise en place d'un système de parking intelligent requiert une expertise variée englobant la conception structurelle, les mécanismes de fonctionnement, ainsi que les systèmes électroniques de contrôle et d'automatisation. Acquérir cette maîtrise implique l'application pratique des connaissances accumulées tout au long du processus de formation, nécessitant un investissement conséquent en travail, persévérance et patience.

L'utilisation conjointe de SolidWorks pour la modélisation 3D de la structure et du logiciel ZELIO SOFT 2 pour le contrôle permet la création d'un prototype numérique. Ce prototype peut être simulé pour évaluer son fonctionnement et son comportement face à diverses sollicitations. Cette approche permet de valider la solution envisagée avant d'engager des ressources considérables en temps et investissement pour la création d'un prototype réel.

Ce projet va au-delà de résoudre simplement les problèmes de stationnement actuels. Il vise aussi à encourager des innovations constantes et des améliorations à venir dans le domaine des parkings intelligents. En unissant technologie, conception astucieuse et viabilité financière, notre initiative ambitionne de révolutionner l'approche des zones urbaines face aux défis complexes du stationnement.

Bibliographie

- [1] Moustafa AHMED, Ahmed EL TAYAB, Babkeur BABKEUR, "Une étude sur le stationnement intelligent avec un modèle simple et innovant ."Faculté d'Ingénierie et de Technologie Université Wadi El Nil Egypte .Année 2017.
- [2] <https://www.sztigerwong.com/fr/a-look-behind-the-advantages-of-a-smart-parkingsolutions.html>
- [3] <https://tourparking.fr/>
- [4] Dev SHAH, Sunil SHINDE, Ajit SATPUTE, Mihir SHINDE, Ahmed SHAH, "Literature Review on Parking System ".Vishwakarma Institute of Technology Pune, Inde.Année 2021.
- [5] <https://www.evo-park.com/parkings-centres-commerciaux-parkings-supermarches/>
- [6] <https://mavink.com/explore/Automated-Car-Parking-System>
- [7] <https://mavink.com/post/67F453FBF87441B63A6DB00CDD232DDDDEAM1A0D92/automated-car-parking-system>
- [8] <https://mavink.com/post/5C26EBD86B0CC946EF2631EE2334A7B70FAM239368/automatedcar-parking-system>
- [9] Dev SHAH, Sunil SHINDE, Ajit SATPUTE, Mihir SHINDE, Ahmed SHAH", Literature Review on Parking System ". Vishwakarma Institute of Technology Pune, Inde. Année 2021.
- [10] <https://images.app.goo.gl/R4AYK7pGNXJMggSb6>
- [11] <https://www.hellopro.fr/parking-automatique-parklift-411-2013793-5892268-produit.html>
- [12] <https://www.weihuacraneglobal.com/product/Vertical-Car-Parking-System.html>
- [13] https://www.archiproducts.com/fr/produits/carmec/plate-forme-roulante-et-plate-formemobile-pour-voiture-palette-de-stationnement-parkboard-ph_612470
- [14] Gamal GOUDA, "Rotary Smart Parking System using PLC". Institut supérieur des pyramides pour l'ingénierie et la technologie Département d'alimentation électrique et de contrôle, Egypte. Année 2018.
- [15] Nyoni EDWIN, Pedro BENJAMIM "Etude et conception d'un réducteur de vitesses".Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master en Construction Mécanique, Université Saad DAHLABde BLIDA 1. Année 2019/2020.
- [16] <https://moteur-electrique-pro.fr/reducteurs-de-vitesse/>

- [17] "Book Components of PLCs Programmable Logic controller" , Organisation générale pour l'enseignement technique et la formation professionnelle en Égypte , makktaba.com , Année 2013
- [18] Noureddine MAAMAR, " Microcontrôleur ". Département d'informatique / FMI ,univtiaret.dz , 2021/2022
- [19] <https://www.turckbanner.fr/fr/detection-de-vehicules-electriques-aux-bornes-de-recharge-6238.php>
- [20] <https://guide.directindustry.com/fr/bien-choisir-un-capteur-de-position/>
- [21] <https://www.chapacash.com.pe/wishlist/?k=de-proximit%C3%A9-ini-Repro-Lutin-InterrupteurCapteur-18mm%C3%B8-NPN-NC-NC-Capt-674413>
- [22] <https://www.pavonesistemi.com/load-cells-blh-nobel-kom-1>
- [23] <https://www.edlec-idf.com/2020/07/06/dans-quel-cas-linstallation-dune-alarme-incendie-seraitobligatoire/>
- [24] <https://degracetechologie.com/videosurveillance-camera-ip/>
- [25] <https://www.wegfrance.news/variateur-composition-fonctionnement-et-role/>
- [26] <https://www.electricityencyclopedia.com/2021/11/VFD-Motor-Speed-Control-Drives.html>
- [27] <https://tkhsecurity.com/fr/systeme-park-assist-guidage-a-la-place/>
- [28] "Book Components of PLCs Programmable Logic controller, المخطط المنطقي السلمي Ladder Logic " , Organisation générale pour l'enseignement technique et la formation professionnelle en Égypte ,makktaba.com , Année 2013
- [29] Tariko DEBEBE, Kahsu TEKA, "Projet avancé de conception de machine sur le SYSTÈME DE STATIONNEMENT ROTATIF AUTOMATIQUE" à l'école de génie mécanique et industriel de l'université de Mekelle Ethiopie .Année 2017.
- [30] <https://www.rs-online.id/p/zelio-compact-plc-modulesr2a201fu-20i-o>
- [31] <https://www.em-distribution.fr/variateur-de-frequence-mono-tri/2860-variateur-vitesse-mono-triacs150-220v-jusqu-a-2-2kw-abb.html>
- [32] <https://www.elprocus.com/braking-resistor/>

Tous les liens sont consultes entre 01/05/2023 et 30/11/2023.

Résumé

Ce projet de stationnement intelligent vise à résoudre les défis de stationnement dans les zones densément peuplées en utilisant des solutions innovantes. Nous avons sélectionné des systèmes de stationnement basés sur des critères tels que la facilité de conception, la sécurité, et le coût abordable. Notre démarche inclut la création de parkings intelligents pour optimiser l'utilisation des ressources foncières et générer des revenus. Nous avons développé des compétences en conception mécanique, électronique et informatique, en utilisant des logiciels de simulation pour valider notre prototype numérique presque réaliste. Ce projet ouvre la voie à des améliorations continues pour résoudre les problèmes de stationnement urbain.

Abstract

This smart parking project aims to address parking challenges in densely populated areas using innovative solutions. We selected parking systems based on criteria such as ease of design, safety, and affordability. Our approach includes creating smart parking facilities to optimize land resource utilization and generate revenue. We developed skills in mechanical, electronic, and computer design, using simulation software to validate our almost-real model. This project paves the way for ongoing improvements to solve urban parking problems.

ملخص

يهدف مشروع مواقف السيارات الذكية هذا إلى حل تحديات مواقف السيارات في المناطق المكتظة بالسكان باستخدام حلول مبتكرة. لقد اخترنا أنظمة مواقف السيارات بناءً على معايير مثل سهولة التصميم والسلامة والقدرة على تحمل التكاليف. يتضمن نهجنا إنشاء مواقف سيارات ذكية لتحسين استخدام موارد الأراضي وتوليد الدخل. لقد طورنا مهارات في التصميم الميكانيكي والإلكتروني والكمبيوتر، باستخدام برامج المحاكاة للتحقق من صحة نموذجنا الرقمي شبه الواقعي. يمهد هذا المشروع الطريق لمواصلة التحسينات لمعالجة قضايا مواقف السيارات في المناطق الحضرية.