

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOAND OULHADJ-BOUIRA



Faculté des Sciences et Sciences Appliquées
Département Génie Electrique

Mémoire de fin d'étude

Présenté par :

ASSAM Abdelhakim

OUGAB Hamza

En vue de l'obtention du diplôme de **Master en :**

Filière : ELECTRONIQUE

Option : ELECTRONIQUE DES SYSTEMES EMBARQUES

Thème :

CONCEPTION ET REALISATION D'UN ROBOT MOBILE
EVITEUR D'OBSTACLE

Devant le jury composé de :

Mme. BENSMAIL Samia	MCB	UAMOB	Président
Mr. TOUAFEK Mohamed Yaakoub	MAA	UAMOB	Encadreur
Mr. MAFA Amar	MAA	UAMOB	Examineur

Année Universitaire 2020/2021

Dédicaces

A mon père et ma mère

A mes Sœurs mes Frères

A toute ma famille

A mon binôme

A ma promo ESE 2019/2020

A tous mes ami(e)s, proches ou lointains, je vous dédie ce travail.

O. Hamza

Dédicaces

*Je dédie cette thèse à toutes les
personnes bien aimées qui ont signifié
et continuent de signifier tant pour moi.*

A. Abdelhakim

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier notre DIEU, le tout puissant, de nous avoir donné la santé et la volonté pour finir ce modeste travail.

Au terme de ce modeste travail, nous tenons à remercier chaleureusement tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet de fin d'études.

*Nous tenons à remercier notre promoteur, **Mr TOUAFEK Mohamed Yaakoub**, pour ses conseils précieux et pour toutes les commodités et aises qu'il nous a apportées durant notre étude et réalisation de ce projet.*

Tout notre respect et nos remerciements vont vers les membres de jury qui vont pleinement consacrer leurs temps et leurs attentions afin d'évaluer notre travail que nous espérons qu'il sera à la hauteur de leurs attentes.

Tous nos infinis remerciements vont à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation durant notre cursus universitaire.

Et enfin, à nos chers parents et familles, et bien avant tout, on les remercie sincèrement en reconnaissance de leurs sacrifices, aides, soutien et encouragement afin de nous assurer cette formation dans les meilleures conditions.

Sommaire

Liste des figures.....	vii
Liste des tableaux	X
Acronymes.....	xi
INTRODUCTION GENERALE	1
chapitre I Généralité sur les robots	4
I.1. Introduction.....	3
I.2. Généralités sur la robotique	3
I.2.1. Définition	3
I.2.2. Historique de la robotique	4
I.3. Robots mobiles.....	5
I.3.1. Spécifications	6
I.3.2. Application des robots mobiles	7
I.3.3. Architecture des robots mobiles.....	9
I.3.4. Classification des robots mobiles.....	12
I.4. Conclusion	16
chapitre II Description des composants utilisé	17
II.1. Introduction	17
II.2. Structure de base du robot.....	17
II.3. Conception matérielle	18
II.3.1. Châssis	18
II.3.2. Roue libre.....	18
II.3.3. Roue motrice	18
II.3.4. Alimentation	19
II.3.5. Capteurs	20
II.3.6. LCD I2C	27
II.3.7. Actionneur	28
II.3.8. Contrôleur	31
II.4. Conclusion	36
chapitre III Étude, simulation et programmation des déferentes étapes qui mènent à la réalisation du robot.....	37
III.1. Introduction.....	37

III.1. Architecture générale du robot.....	37
III.2. Principe de fonctionnement.....	38
III.3. Brochage sur l'Arduino	39
III.3.1. Circuit du robot sous Proteus Isis	40
III.3.2. Programmation de l'Arduino.....	40
III.4. Configuration des moteurs	40
III.4.1. Mécanisme de rotation des moteurs	41
III.4.2. Circuit avec Proteus Isis du câblage des moteurs avec L298N et l'Arduino	42
III.5. Méthode de sélection du mode de fonctionnement.....	42
III.5.1. À l'aide d'application Android.....	43
III.5.2. Méthode manuelle	44
III.6. Mode de fonctionnement suiveur de ligne	47
III.6.1. Principe de fonctionnement.....	47
III.6.2. Composition du robot suiveur de ligne	49
III.6.3. Mouvement du robot suiveur de ligne.....	50
III.6.4. Circuit du robot suiveur de ligne	51
III.6.5. Circuit avec Proteus Isis du suiveur de ligne.....	52
III.6.6. Algorithme du suiveur de ligne	53
III.7. Mode de fonctionnement évitement d'obstacle	54
III.8. Mode de fonctionnement suiveur de ligne et éviteur d'obstacle	59
III.8.1. Principe de fonctionnement.....	59
III.8.2. Schéma fonctionnel	60
III.8.3. Circuit avec Isis Proteus du suiveur de ligne et évitement d'obstacle.....	60
III.8.4. Organigramme du robot suiveur de ligne et éviteur d'obstacle.....	61
III.9. Conclusion	62

Liste des figures

Figure I-1:a) Une "tortue" du Dr Grey Walter. b) Lunokhod 1. c) Extrait du brevet de Iyamoto.....	5
Figure I-2:a) Urbie de IRobot. b) Packbot de IRobot. c) Le MicroVGTV de Inuktum.....	5
Figure I-3:Structure d'un robot mobile	5
Figure I-4: Véhicule autoguidé industriel.....	7
Figure I-5:robot aspirateur.....	8
Figure I-6:robot militaire	8
Figure I-7:Constituants matériels d'un robot[7]	10
Figure I-8:L 'architecture des robots mobiles[6].....	10
Figure I-9: Robot mobile de type voiture	14
Figure I-10 : Robot mobile de type tricycle	14
Figure I-11 : Robot mobile de type uni cycle.....	14
Figure I-12 : Robot omnidirectionnel.....	14
Figure II-1:Structure du robot	17
Figure II-2:châssis	18
Figure II-3:Roue libre.....	18
Figure II-4:Roue motrice	19
Figure II-5: Batteries	19
Figure II-6:Détection d'obstacle par le capteur HC-sr04[2]	20
Figure II-7:Illustration des signaux Trigger et Echo[1]	21
Figure II-8:Capteur ultrasonique HC-sr04[2].....	22
Figure II-9:angle de fonctionnement du capteur[4].....	22
Figure II-12:capteur de suivi de ligne à 4 canaux[5].....	24
Figure II-10:La carte centrale infrarouge YL-70.....	24
Figure II-11:Capteur infrarouge YL-70.....	24
Figure II-13:Détection du champ noir et blanc par l'émetteur et le récepteur du capteur	26
Figure II-14:module Bluetooth HC-05 [10]	26
Figure II-15: Brochage LCD I2C [11].....	28
Figure II-16: Moteur à courant continu de type TT	29

Figure II-17: Vue interne d'un moteur à courant continu	29
Figure II-18: Servomoteur de type SG90[17]	30
Figure II-19: Commande en largeur d'impulsion[19].....	30
Figure II-20: Description des entrées/sorties de la carte Arduino Uno[[22]	34
Figure II-21: Double pont- H (L298N)[25]	34
Figure III-1: Architecture générale du robot	37
Figure III-2: Organigramme de fonctionnement du robot.....	38
Figure III-3: Circuit avec Proteus Isis du robot	40
Figure III-4: contrôle de la vitesse des moteurs avec le PWM [1].....	41
Figure III-5: effet de la rotation des moteurs sur le mouvement	42
Figure III-6: Circuit avec Proteus Isis du câblage des moteurs avec L298N et l'Arduino	42
Figure III-7: circuit Proteus Isis de la connexion du module Bluetooth HC-05 avec arduino Uno	43
Figure III-8: organigramme de fonctionnement d'arduino avec le module Bluetooth HC-05 et l'application Android	44
Figure III-9: Circuit avec Isis Proteus	45
Figure III-10: organigramme de fonctionnement des boutons poussoir	46
Figure III-11: Concept de travail du capteur infrarouge	47
Figure III-12: déférente partie du suiveur de ligne.....	49
Figure III-13: démarrage et arrêt du robot.....	50
Figure III-14: rotation à gauche et à droite du robot	51
Figure III-15: circuit du robot suiveur de ligne	52
Figure III-16: circuit du robot suiveur de ligne avec Proteus Isis	52
Figure III-17: Organigramme de fonctionnement du robot suiveur de ligne	53
Figure III-18: déférente section de l'éviteur d'obstacle	54
Figure III-19: Circuit avec Proteus Isis du mode de fonctionnement évitement d'obstacle	55
Figure III-20: cas où aucun obstacle n'est détecté	56
Figure III-21: Mouvement du robot éviteur d'obstacle	57
Figure III-22: Organigramme de fonctionnement du robot évitement d'obstacle	58
Figure III-23: cas d'obstacle détecter dans la ligne	59
Figure III-24: Schéma fonctionnel suiveur de ligne éviteur d'obstacle	60
Figure III-25 : Circuit avec Proteus Isis du suiveur de ligne et évitement d'obstacle..	60

Figure III-26:Organigramme de fonctionnement du robot suiveur de ligne éviteur d'obstacle	61
--	----

Liste des tableaux

Tableau I-1 :Applications des robots mobiles	9
Tableau I-2:Comparaison des différents types de robots mobiles à roues	15
Tableau II-3:Alimentation des composants	19
Tableau II-4:Spécifications et limites d'un capteur ultrasons	22
Tableau II-5 : Caractéristiques de la carte Arduino Uno.....	32
Tableau II-6:Contrôle du sens de moteur droit.....	35
Tableau II-7:Contrôle du sens de moteur gauche.....	35
Tableau III-1:connexion avec l'Arduino	39
Tableau III-2: Configuration des moteurs	41
Tableau III-3 : tableau de vérité m'entrant la relation entre les trois capteurs infrarouges et le mouvement du robot.....	48

Liste des Acronymes

Acronymes

BP	Bouton poussoir
CCD	charge coupled device
E/S	Entrée / Sortie
EEPROM	Erasable Electrically Programmable Read Only Memory
GND	Ground (la masse)
ICSP	In Circuit Serial Programming
Int a, Int b	Input (broche).
IDE	Integrated Development Environment
IR	Infrarouge
LCD	liquid crystal display
LED	Light Emitting Diode.
MCC	Moteur à courant continue
PROM	Programmable Read Only Memory
PWM	Pulse Width Modulation (Modulation par largeur d'impulsions
Pin	Broche
R.U.R	Rossums Universal Robots
RX	Receiver (réception).
SRAM	Static Random Access Memory
TTL	Transistor Transistor Logic
TX	Transmitter (transmission).
USB	Universal Serial Bus
VCC	Common Collector Voltage (Alimentation tension continue)

INTRODUCTION GENERALE

En latin, le mot « véhicule » est une machine mobile qui transporte des passagers. Ou des marchandises

Aujourd'hui, le monde de l'automobile se développe rapidement. De plus, l'utilisation des véhicules (terrestres l'océan et l'air) sont de plus en plus étendus y compris la technologie de sans conducteur appelle "voiture autonome" ou "robot mobile". En fait, une machine automatique qui peut se déplacer dans n'importe quel environnement, des instructions appelées robots mobiles sont données. Ces derniers peuvent bouger dans leur environnement, et non fixe dans l'emplacement réel. Les robots mobiles peuvent être retrouvés également dans les domaines : militaire, industriel et sécuritaire.[1]

L'industrie d'aujourd'hui est hautement automatisée et peut être utilisée dans une variété d'applications. En raison de Performance et fiabilité, les véhicules à guidage automatique sont aujourd'hui largement utilisés dans de nombreux domaines industriels. Tous les véhicules guidés ont une sorte de fonction d'évitement d'obstacles.[2] Il va du point de production au transport du produit et à la fonction de livraison du produit un autre: les chemins de fer.

La conception de véhicules autonomes nécessite l'intégration de nombreux capteurs et actionneurs en fonction de leurs tâches.[3], [4]

Énoncé du problème

La navigation et le contrôle autonomes du robot mobile est l'un des défis de contrôle dans le domaine de la robotique, pour tout véhicule autonome, la détection d'obstacles et le suivi de ligne sont L'exigence principale. Des robots autonomes ont été envisagés pour les applications de service. [5]

Cependant, les défis existent dans le développement d'un système de contrôle qui aide un robot mobile à naviguer et à réagir en fonction des changements de son environnement. Celles-ci incluent la construction d'un système de navigation optimal qui permet au robot mobile de reconnaître des obstacles pouvant interférer avec son déplacement. Parce-que les objets ou les obstacles peuvent être à n'importe quel endroit.

Après avoir proposé notre thème en a été informé que ce dernier a été traité dans l'année passée, et a été suggéré d'ajouter plus de fonction et mettre un changement sur notre thème afin d'éviter le rassemblement et la répétition du même sujet. si pour cela quand a ajouter Plus de fonctions a notre robot.

Objectif du mémoire

L'objectif principal de ce projet est de concevoir et développer un robot mobile avec un corps et roues appropriés pour une application polyvalente qui contient la poursuite d'une trajectoire et l'évitement d'obstacle. Pour cela trois objectifs doivent être atteints:

Développement de la plate-forme matérielle du système, qui crée la base de plusieurs fonctionnalités de détection. Cela comprenait le choix de la plate-forme de robot appropriée, du matériel microcontrôleur, électronique, capteurs et configuration de circuit de commande électrique qui se connecte le microcontrôleur avec électronique / capteurs.

Trouver une méthode appropriée pour localiser un nombre minimum de capteurs sur le robot corps idéal pour la navigation autonome.

Programmation des fonctions de détection souhaitées afin de permettre au robot de suivre la ligne, détecter les obstacles et la gérer intelligemment (l'éviter...), et tester, régler et démontrer le système dans des expériences.

Concevoir Une application Android capable de contrôler notre robot a distance avec une connexion Bluetooth.

Organisation du mémoire.

Chapitre 1: Nous commençons par présenter les principaux concepts de la robotique. Spécifiquement mobile robots. Et compris le contexte historique, en plus de ces différentes classifications et les types de robot mobile sont présentés avec des exemples d'approches connues. Des exemples et des applications sont également énumérés pour démontrer l'importance du mobile robot.

Chapitre 2: Ce chapitre présente l'architecture mécanique du robot mobile suggéré robot. Il décrit l'entraînement différentiel de la plate-forme de robot mobile et présente les différents composants nécessaires pour le développer.

Chapitre 3: Chapitre qui présente la conception et la réalisation du matériel, la mise en œuvre logicielle et quelques applications de démonstration du robot mobile proposé. De plus, nous avons donné une explication détaillée des composants essentiels qui composent chaque unité et couche à l'intérieur, et la façon dont cela fonctionne.

Une conclusion générale est présentée à la fin du mémoire fournissant quelques développements futurs possibles dans le prolongement de ce travail.

chapitre I

Généralité sur les robots

I.1. Introduction

Les robots aujourd'hui ont un impact considérable sur de nombreux aspects de la vie moderne, de la fabrication industrielle aux soins de santé, le transport et l'exploration de l'espace et les profondeurs de la mer. Demain, Les robots seront aussi omniprésents et personnels comme les ordinateurs personnels. [1]

Le rêve de créer des machines qui sont qualifiées et intelligentes fait partie de l'humanité depuis le début du temps. Ce rêve est en train de devenir une partie de la réalité de notre monde.

Les robots mobiles ont une place particulière en robotique. Leur intérêt réside dans leur mobilité qui ouvre des applications dans de nombreux domaines. Comme les robots manipulateurs, ils sont destinés à assister l'homme dans les tâches pénibles (transport de charges lourdes), monotones ou en ambiance hostile (nucléaire, marine, spatiale, lutte contre l'incendie, surveillance...). [5]

L'aspect particulier de la mobilité impose une complexité technologique et méthodologique qui s'ajoute en général aux problèmes rencontrés par les robots manipulateurs. La résolution de ces problèmes passe par l'emploi de toutes les ressources disponibles tant au niveau technologique (capteurs, motricité, énergie) qu'à celui du traitement des informations par l'utilisation des techniques de l'intelligence artificielle ou de processeurs particuliers (vectoriel, cellulaires).

L'objectif de ce chapitre est de donner un aperçu sur la robotique de manière générale, Nous citons quelques points de son histoire d'évaluation, nous donnerons une définition du robot et ses différents types et sa composition et les Domaines d'utilisation.

I.2. Généralités sur la robotique

I.2.1. Définition

Le terme « robotique » a été mentionné pour la première fois par l'écrivain américain A. Asimov en 1941 dans l'histoire de science-fiction « Liar », qui raconte l'histoire des problèmes des robots positron. Asimov a également proposé les trois fameuses lois de la robotique. Et le mot « robot » a été inventé par l'écrivain tchèque Karel Čapek dans sa pièce de théâtre R. U. R. (Rossum's Universal Robots) en 1920.[1]

Le robot (robot tchèque, de robota - travail forcé, rob - esclave) est un dispositif mécatronique (alliant mécanique, électronique et informatique) conçue pour accomplir automatiquement des tâches imitant ou reproduisant, dans un domaine précis, des actions humaines. La conception de ces systèmes est l'objet d'une discipline scientifique, branche de l'automatisme nommé robotique. Une autre définition du robot un mécanisme exécutif programmable par deux degrés ou plus de mobilité avec un degré d'autonomie et capable de se déplacer dans un environnement externe pour effectuer des tâches comme prévu.[1]

I.2.2. Historique de la robotique

On peut prétendre que la robotique mobile telle qu'on la connaît aujourd'hui est née dans les années cinquante. Le Dr William Grey Walter, pionnier de la cybernétique développait alors ses "tortues"(Figure I-1.a) , petits engins capables de réagir à la lumière en fonction de son intensité. Au cours des années soixante, les techniques et les composants se développent pour permettre le lancement le 10 novembre 1970 du robot "Lunokhod 1"(Figure I-1.b), premier robot d'exploration lunaire qui restera en état de fonctionnement sur le satellite de la terre une dizaine de jours.[2]

À partir de ce moment, les robots mobiles doivent s'acquitter d'une nouvelle mission : être capable de franchir divers obstacles, aptitude que l'on qualifiera de "capacité de franchissement". C'est dans cette optique qu'au milieu des années 80, la conception de plate-forme mobile sera revisitée par Iwamoto et Yamamoto, pour donner naissance à un nouveau type de robot à chenilles capable de changer de forme pour s'adapter à son environnement(Figure I-1.c).[2]

Au début des années 90, alors que seuls les robots manipulateurs sont conçus de manière industrielle, quelques entreprises dédiées à la conception de robots mobiles font leur apparition comme IRobot, fondée en 1990 à qui on doit les robots, "Urbie" (Figure I-2.a) et "PackBot" (Figure I-2.b), ou encore Inuktun, fondée en 1989 qui développera le "microVGTV" (Figure I-2.c).[2]

La fin des années 90 est marquée par la création du CRASAR, ou Center for Robot Assisted Search and Rescue, organisme chargé de prévoir et d'analyser le développement des robots mobiles en vue de leur utilisation dans le cadre de missions de recherche de victimes après certaines catastrophes (Search and Rescue).[2]

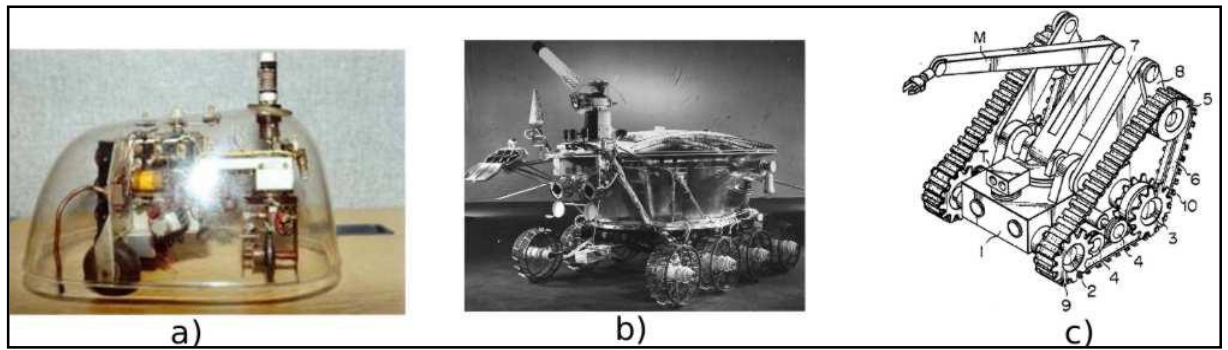


Figure I-1: a) Une "tortue" du Dr Grey Walter. b) Lunokhod 1. c) Extrait du brevet de Iyamoto

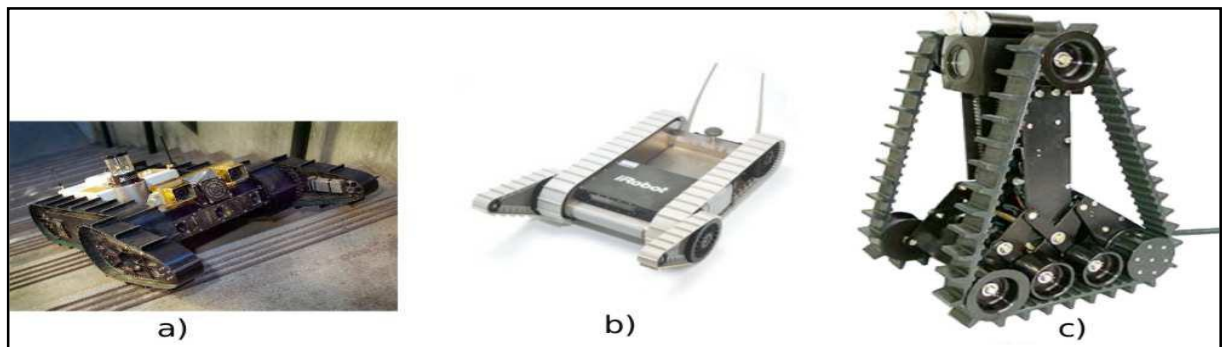


Figure I-2: a) Urbie de IRobot. b) Packbot de IRobot. c) Le MicroVGTV de Inuklum.

I.3. Robots mobiles

Depuis une dizaine d'années, les applications liées à la robotique mobile ne cessent d'augmenter, tout comme le nombre d'entreprises dédiées à la construction de robots mobiles. N'oublions pas que la robotique domestique est entraînée de devenir un marché très lucratif (en 2009, Roomba, le robot aspirateur était le robot le plus vendu au monde).[2]

Actuellement, les robots mobiles les plus sophistiqués sont essentiellement orientés vers des applications dans des environnements variables ou incertains, souvent peuplés d'obstacles, nécessitant une adaptabilité à la tâche. La Figure I-3 illustre la structure d'un tel robot.

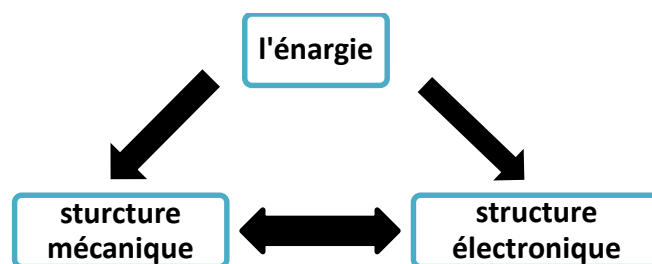


Figure I-3: Structure d'un robot mobile

La liberté de mouvement du robot mobile lui donne une autonomie pour interagir dans le monde des humains. Le robot mobile est d'abord une base mobile, c'est à dire il peut être utilisé pour le transport. Mais, dès lors qu'il est équipé d'un bras manipulateur ou d'une caméra, ses applications sont plus nombreuses (surveillance, exploration ...).

Les déplacements représentent l'aspect le plus important d'un robot mobile. Les outils dont il peut être équipé doivent être considérés comme des robots de type fixe et indépendant dans un premier temps. Dans notre travail on s'intéresse à ce type de robot, nous allons réaliser un véhicule autoguidé à base d'une ArduinoUno comme il est présenté dans tout ce qui suit. Il existe plusieurs applications dans le robot mobile.

I.3.1. Spécifications

Lors de la conception d'un robot, il est important de comprendre les tâches spécifiques pour ce robot, dont le robot dépend de la présence de certains composants. Deux types principaux de robots : les manipulateurs (stationnaires) et les robots mobiles. Par exemple, les robots mobiles utilisent des chenilles, des ailes, des roues ou des jambes pour se déplacer sur un terrain difficile.

En tant que source d'énergie, la solution la plus populaire à ce jour est l'utilisation de batteries et de différents types de batteries, mais il y a des robots avec un moteur à combustion interne, panneaux solaires ou en utilisant des réactions nucléaires.

Les moteurs électriques, pneumatiques ou hydrauliques sont utilisés comme actionneurs.

Pour s'identifier dans l'espace et interagir avec les humains et le monde qui les entoure, les robots sont équipés d'une variété de capteurs, dispositifs qui reconnaissent et synthétisent la parole, certains robots humanoïdes sont capables de reproduire les émotions. on peut écrire des logiciels pour robots dans n'importe quel langage de programmation moderne (C, Java, Python, etc.), mais il existe également des langages spécialisés pour la robotique : GRL, RAPS, Golog, ALisp, RoboticsToolbox pour MATLAB. Le choix dépend uniquement des préférences et des caractéristiques matérielles du développeur.

Dans notre cas nous allons nous intéresser sur les robots mobiles.

I.3.2. Application des robots mobiles

I.3.2.1. Application industrielle

Un véhicule à guidage automatique (Figure I-4)[3], ou véhicule autoguidé (en anglais : Automatic Guided vehicles ou (AGV) ou Véhicule à Guidage automatique (VGA) est un robot qui se déplace de façon autonome sans l'intervention humaine. Les technologies d'automatisation traditionnelles sont la filoguidée, le laser guidage et l'autoguidage. Cependant, d'autres technologies aussi performantes existent telles que le géo guidage et le guidage par ultrason. Les AGV sont le plus souvent utilisés dans des applications industrielles pour déplacer de manière autonome des marchandises dans une usine, un entrepôt ou un atelier. Ainsi, l'expression chariot automatique pour désigner un AGV trouve son origine dans les premiers AGV présents sur le marché : des chariots de manutention pour le transport de palettes. En effet, le premier AGV a vu le jour dans les années 50, initialement développé pour l'industrie automobile. De nos jours, leurs applications ont été élargies et ils ne sont plus limités au secteur industriel. Ils sont également utilisés dans des hôpitaux, musées, aéroports...



Figure I-4: Véhicule autoguidé industriel

I.3.2.2. Application domestique

Un robot aspirateur (ou aspirateur robot (Figure I-5) est un aspirateur robotisé, c'est-à-dire capable de réaliser le travail d'un aspirateur de manière autonome, sans intervention d'un être humain. C'est en 2009 que s'ouvre le principal marché de robots domestiques dans le monde. Le Roobas, fabriqué par la société Irobot, a été vendu à plus de cinq millions d'exemplaires en 2009.[4]



Figure I-5:robot aspirateur

I.3.2.3. Les robots militaires

Un robot militaire (Figure I-6), aussi appelé arme autonome, est un robot, autonome ou contrôlé à distance, conçu pour des applications militaires. Les drones sont une sous-classe des robots militaires. Des systèmes sont déjà actuellement en service dans un certain nombre de forces armées, avec des succès remarquables, tels que le drone "Predator", qui est capable de prendre des photographies de surveillance, et même à lancer des missiles. Les études se poursuivent, car ce type d'engins offre des possibilités prometteuses. Ces robots posent des problèmes éthiques et légaux. Cela a conduit des associations ou ONG à mener des actions de sensibilisation à ces problèmes pour encadrer l'utilisation de ces robots militaires.[5]



Figure I-5:robot militaire

-Le Tableau I-1 suivant est un résumé des différentes applications des robots mobiles [6] :

Tableau I-1 :Applications des robots mobiles

Industrie nucléaire	- surveillance de sites - manipulation de matériaux radioactifs - démantèlement de centrales
Sécurité civile	- neutralisation d'activité terroriste - déminage - pose d'explosif - surveillance de munitions
Militaire	- surveillance, patrouille - pose d'explosifs - manipulation de munitions
Chimique	- surveillance de site - manipulation de matériaux toxiques
Médecine	- assistance d'urgence - aide aux handicapés physiques, aux aveugles
Lutte contre l'incendie	- localisation d'une source d'incendie - détection de fumée - suppression de flammes
Sous-marine	- pose de câbles - recherche de nodules - recherche de navires immergés - inspection des fonds marins
Agricole	- cueillette de fruits - traite, moisson, traitement des vignes...
Construction BTP	- projection mortier - lissage du béton
Nettoyage	- coque de navire - nettoyage industriel
Espace	- exploration
Industriel	- convoyage - surveillance

I.3.3. Architecture des robots mobiles

Un robot est un assemblage complexe de pièces mécaniques, électromécanique ou pièces électroniques. L'ensemble est piloté par une unité centrale appelée « système embarqué » : une simple séquence d'automatisme, un logiciel informatique ou une intelligence artificielle suivant le degré de complexité des tâches à accomplir. Lorsque les robots autonomes sont mobiles, ils possèdent également une source d'énergie embarquée : généralement une batterie d'accumulateurs électriques ou un générateur électrique couplé à un moteur à essence pour les plus énergivores.[7]

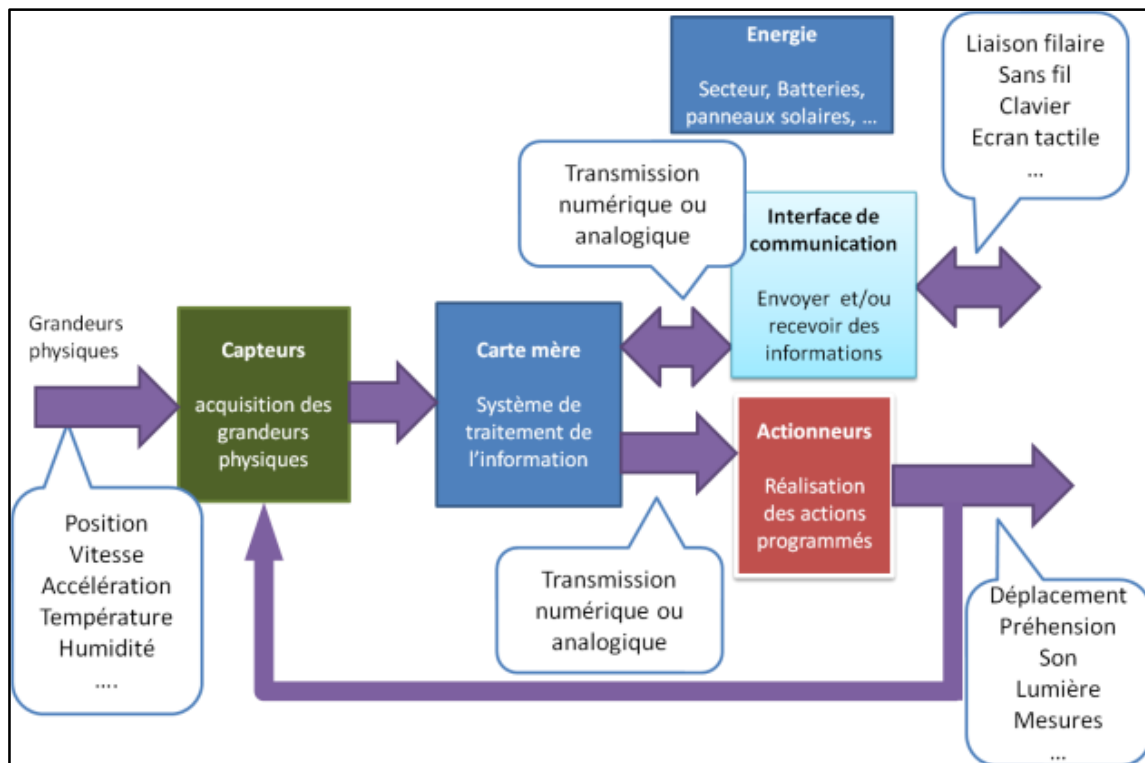


Figure I-6:Constituants matériels d'un robot[7]

L'architecture des robots mobiles se structure en quatre éléments :

- La structure mécanique et la motricité.
- Les organes de sécurité.
- Le système de traitement des informations et gestion des tâches.
- Le système de localisation.

L'architecture des robots mobiles est représentée sur la Figure I-7.[6]

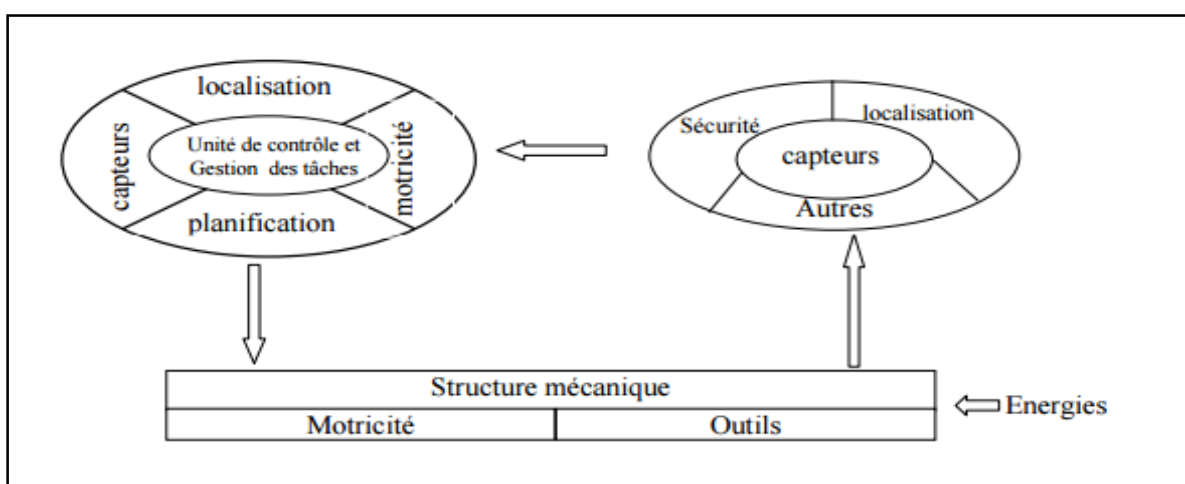


Figure I-7:L'architecture des robots mobiles[6]

I.3.3.1. Composition d'un robot

I.3.3.1.A. Les capteurs

Dans un robot, la perception est assurée par l'utilisation de capteurs. Ces derniers donnent une information à propos de l'environnement ou des composants internes (position d'un moteur ou d'un vérin, état d'une LED). Cette information est utilisée pour calculer l'ordre approprié à envoyer aux actionneurs.

Il existe une grande variété de capteurs. Par exemple :

Les télémètres à Ultra-son, infrarouge ou LASER. Ces derniers sont à la base des scanners laser permettant à l'unité centrale du robot de prendre "conscience" de son environnement en 3D.[8]

I.3.3.1.B. Les actionneurs

Les actions du robot sont réalisées à l'aide d'actionneurs. Ce sont des organes qui transforment l'énergie qui leur est fournie en un phénomène physique utilisable comme des mouvements.

Les actionneurs les plus usuels sont :

- les moteurs électriques rotatifs, qui sont fréquemment associés à des réducteurs mécaniques à engrenages.
- les vérins hydrauliques, reliés par une tuyauterie à des pompes fournissant des pressions élevées.

Généralement, un actionneur peut être considéré comme un constituant d'un système mécanique (exemple : bras, patte, roue motrice...) et correspond à un degré de liberté.

Dans le cas d'un robot mobile, l'ensemble des actionneurs qui permettent le déplacement du robot sont regroupés dans la base mobile.[8]

I.3.3.1.C. Systèmes de traitement de l'information

L'ordinateur embarqué : utilisent généralement des microprocesseurs à basse consommation d'énergie ou des microcontrôleurs. Ils disposent d'un système d'exploitation qui facilite la gestion des tâches à effectuer. Plusieurs programmes peuvent être exécutés simultanément.[8]

I.3.3.1.D. Source d'alimentation électrique

Une alimentation d'énergie est un dispositif qui fournit l'énergie électrique à une charge électrique, ce terme est le plus généralement appliqué aux convertisseurs d'énergie électrique qui convertissent une forme d'énergie en une autre, elle pouvant fournir ou évacuer de l'énergie électrique. Cette électricité peut avoir la forme d'un signal alternatif, continu, multipolaire, triangulaire, créneau, impulsionnel....[9]

I.3.4. Classification des robots mobiles

On peut classer les robots mobiles selon :

- Leur degré d'autonomie
- Système de locomotion
- Leur domaine d'application
- Leur système de localisation
- L'énergie utilisée...

Nous allons présenter ici quatre classifications qui semblent être les plus intéressantes :

I.3.4.1. Classifications selon le degré d'autonomie

Un robot mobile autonome est un système automoteur doté de capacités décisionnelles et de moyens d'acquisition et de traitements de reformation qui lui permettent d'accomplir sous contrôle humain réduit un certain nombre de tâches, dans un environnement non complètement connu. On peut citer quelques types :

Véhicule télécommandé par un opérateur : Ces robots sont commandés par un opérateur qui leur impose chaque tâche élémentaire à réaliser.

- Véhicule télécommandé au sens de la tâche à réaliser
- Le véhicule contrôle automatiquement ses actions.
- Véhicule semi-autonome : Ce type de véhicule réalise des tâches prédéfinies sans l'aide de l'opérateur.
- Véhicule autonome : Ces derniers réalisent des tâches semi-définies.

I.3.4.2. Classification selon le type de locomotion

La caractéristique la plus remarquable d'un robot mobile est évidemment son moyen de locomotion. Celui-ci dépend directement du type d'application visée ainsi que de type de terrain dans lequel le robot mobile doit évoluer (environnement d'intérieur, extérieur, libre ou encombré d'obstacles...). Les robots mobiles sont classés généralement selon le type de locomotion utilisé en quatre groupes distincts; qu'ils soient: à roues, à chenilles, à pattes ou avec d'autres moyens de locomotions.

I.3.4.2.A. Robot mobile à roues

Compte tenu de la simplicité du mécanisme de locomotion utilisé, ce type de robot est le plus répandu actuellement. La plupart des robots mobiles à roues opèrent dans des sites aménagés, des sites industriels ou des environnements intérieurs; mais il existe également des applications en environnements extérieurs, comme l'exploration spatiale. La grande majorité des robots de ce type présente des contraintes de non holonomies qui limite le mouvement instantané que le robot peut réaliser, car il existe pour toutes ces roues un point unique (centre instantané de rotation (CIR) de vitesse nulle autour duquel le robot tourne de façon instantanée. La commande se fait par la motorisation des roues installées. Ces contraintes augmentent la complexité du problème de planification de trajectoire et son contrôle. Les robots mobiles à roues peuvent être classés en plusieurs types avec des propriétés intéressantes: uni-cycle, différentielle, tricycle, de type voiture, omnidirectionnel et à traction synchrone. Quelques modèles des robots mobiles existants sont illustrés sur les figures suivantes (Figure I-8, Figure I-9, Figure I-10, Figure I-11). [10], [11]

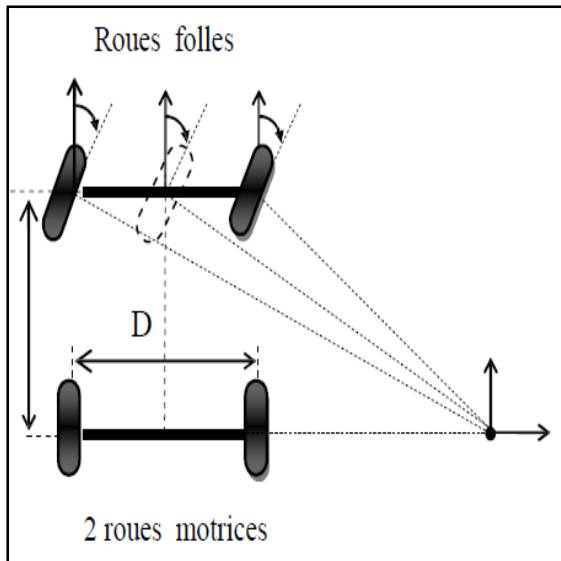


Figure I-8: Robot mobile de type voiture

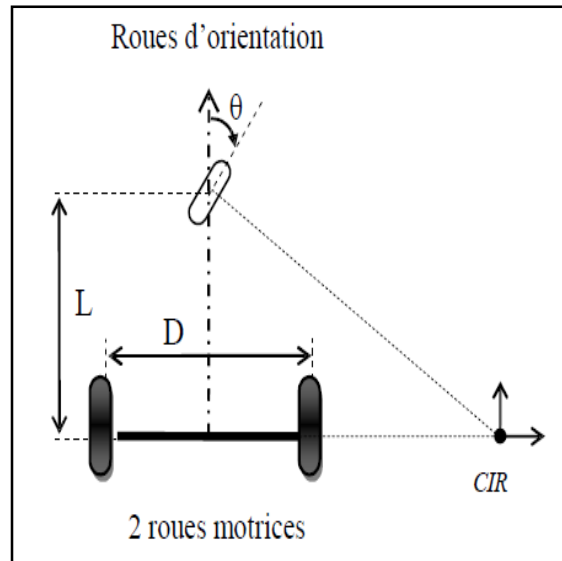


Figure I-9 : Robot mobile de type tricycle

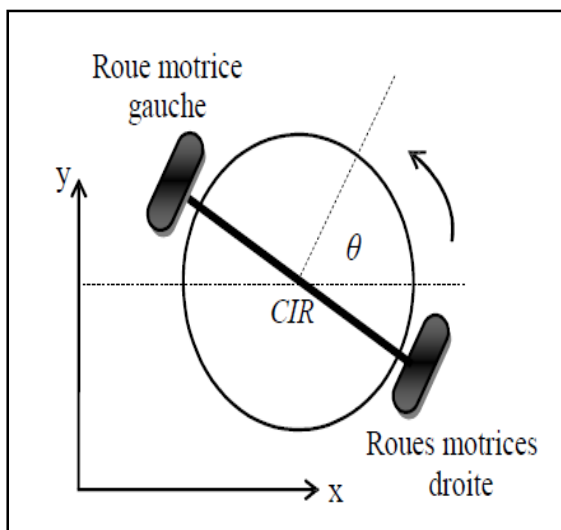


Figure I-10 : Robot mobile de type uni cycle

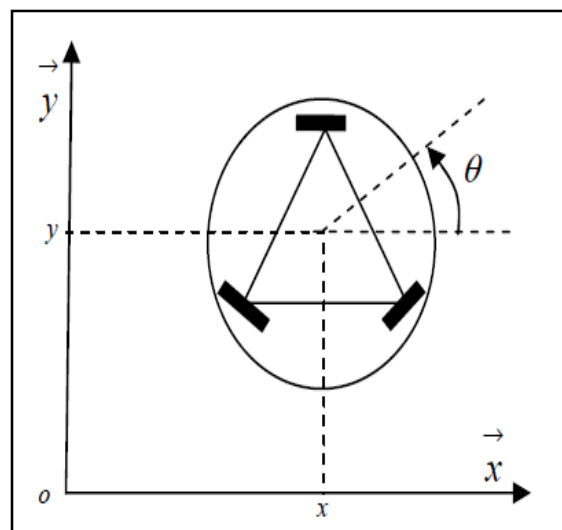


Figure I-11 : Robot omnidirectionnel

Comparaison des différents types

Nous pouvons observer dans le tableau ci-dessous (Tableau I-2) un récapitulatif des avantages et des inconvénients des différents types de robots à roues.

Tableau I-2: Comparaison des différents types de robots mobiles à roues

Type du robot	Avantage	Inconvénient
Tricycle	-Complexité mécanique modérée	- Non-holonyme -Peu stable -Pas de rotation sur soi-même
Voiture	- Stable - Complexité mécanique modérée	-Non-holonyme -Pas de rotation sur soi-même
Omnidirectionnel	- Holonyme -Stable -Rotation sur soi-même	-Complexité mécanique importante
Uni-cycle	Stable Rotation sur soi-même Complexité mécanique faible	-Non-holonyme

I.3.4.2.B. Robot mobile utilisant la chenille

Lorsque le terrain est accidenté, les roues perdent leur efficacité de locomotion. Ceci limite la capacité de mouvement du robot mobile équipé de ce type de système de locomotion. Dans ces conditions, les chenilles sont plus intéressantes, car elles permettent d'augmenter l'adhérence au sol et de franchir des obstacles plus importants.

I.3.4.2.C. Robot mobile à pattes

Dans la situation où le terrain est encore plus incertain, avec de grandes différences de hauteur par exemple un escalier ou un terrain très accidenté, les deux types précédents ne sont plus efficaces, et on fait recours aux robots mobiles à pattes. Ils ont des points d'appui discrets sur le terrain et sont donc la solution à ce problème de mouvement. Par contre, la conception et le contrôle d'un engin à pattes sont très complexes. En plus, la vitesse d'évolution est généralement très réduite. La commande est très difficile, dépend de la multiplicité des actionneurs utilisés. Aibo de Sony est un exemple d'un robot mobile à pattes.

I.3.4.2.D. Autres moyens de locomotion

Cette catégorie englobe les robots mobiles qui utilisent un moyen de locomotion différent des trois précédents. Par exemple, les robots mobiles qui se déplacent par reptation,

les robots sous-marins, les robots d'exploration spatiale et les robots volants...etc. Les applications et la commande de ces robots sont très spécialisées, l'architecture est en général spécifique à l'application visée. Pour utiliser et gérer ces machines d'une manière efficace, elles doivent être équipées par un ensemble de capteurs et d'actionneurs de réaction pour un mouvement souhaité.

I.4. Conclusion

Les robots d'aujourd'hui ne sont plus seulement des prototypes, mais accomplissent de nombreuses tâches spécifiques. Nous avons remarqué que les robots occuperont une place importante dans un futur proche, et le lien entre l'homme et la machine s'établira de plus en plus facilement, les robots présentent de nombreux avantages et peuvent réellement améliorer la vie humaine. Tout peut être réalisé avec des robots.

Dans ce chapitre, nous avons résumé tous les concepts de base nécessaires pour comprendre le domaine de la robotique mobile, La fin de ce chapitre est consacrée à la modélisation cinématique et dynamique du robot mobile de type uni-cycle.

chapitre II

Description des composants utilisé

II.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous nous intéresserons aux composants et équipements électroniques nécessaires à la mise en œuvre et à la conception de notre projet. La réalisation de ce type de robot nécessite divers concepts dans de multiples domaines (électronique, informatique et automatisation). Grâce à cette partie du projet, nous avons accru nos connaissances dans tous les aspects de l'électronique. Deux aspects fondamentaux de la mise en œuvre du projet

➤ L'aspect matériel composé essentiellement de :

- Carte Arduino UNO
- Les moteurs (MCC)
- Circuit intégré (L298N)
- Kit (châssis et roues), câbles
- Source d'alimentation (batteries)
- Capteur ultrasonique
- Capteur infrarouge

➤ L'aspect logiciel comprenant :

- Plateforme de programmation Arduino
- Utilisation de programme

II.2. Structure de base du robot

La Figure II-1 représente la composition générale du robot

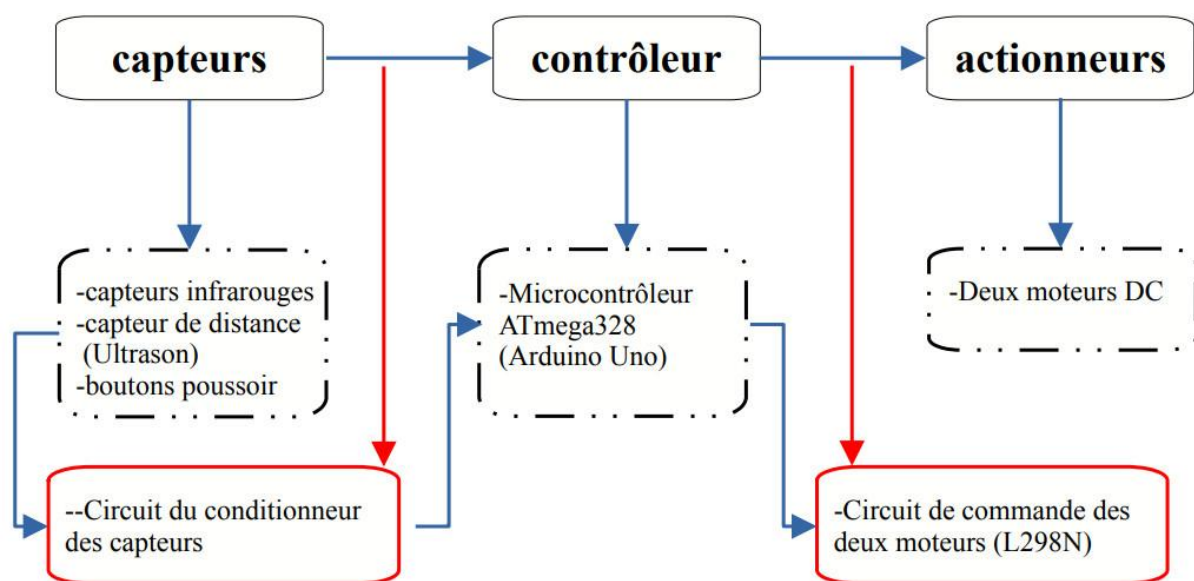


Figure II-1: Structure du robot

II.3. Conception matérielle

II.3.1. Châssis

Un châssis est une plaque sur laquelle sont posés tous les composants du robot afin de maintenir son équilibre. Pour le dût robot, nous avons utilisé un châssis en plexiglas ayant la forme représentée à la Figure II-1, ce dernier nous permettant de placer et installer les moteurs, les capteurs infrarouges et les autres composants.

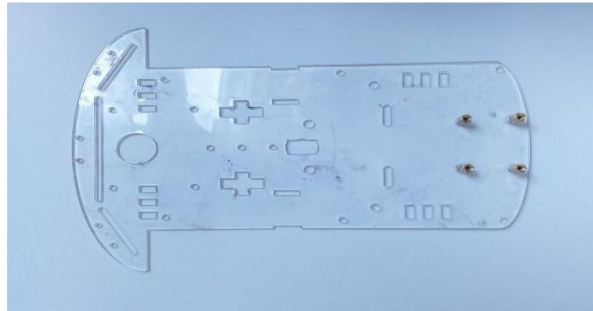


Figure II-1:châssis

II.3.2. Roue libre

Les roues libres, en général, assurent la stabilité du robot pour les différents mouvements possibles. Dans notre réalisation, nous disposons d'une roue libre (Figure II-2) placer à l'arrière du châssis. De nombreuses expériences pratiques démontrent que des perturbations sur les mouvements du robot sont engendrées lorsque le robot passe d'une vitesse tangentielle positive à une vitesse tangentielle négative. Ce problème est lié au poids et aux frictions des roues libres. La solution réside dans le fait d'obtenir la roue libre la plus légère et qui offre un roulement à friction très faible.



Figure II-2:Roue libre

II.3.3. Roue motrice

Ces roues (Figure II-3) sont placées sur les axes de rotation des moteurs. La vitesse des deux roues motrices permet l'orientation du robot selon un certain angle.



Figure II-3: Roue motrice

II.3.4. Alimentation

Afin de garantir le bon fonctionnement de tous les composants (capture, contrôleur et actionneur), nous devons prendre en considération les conditions de travail de chaque composant et fournir l'alimentation nécessaire.

Les tensions d'alimentation des différents modules utilisés sont représentées dans le Tableau II-3 Ci-dessous :

Tableau II-3: Alimentation des composants

Composants	Alimentation
Arduino UNO	5V/20mA
Moteur à courant continu	5V/1A
L298N	5V/25mA
Capteur Ultrason	5V/15mA
Module infrarouge	3.3V-5V/25mA
LCD I2c	5v
module Bluetooth HC-05	3.3v



Figure II-4: Batteries

II.3.5. Capteurs

II.3.5.1. Capteur ultrason (HC-sr04)

Les capteurs ultrasonores utilisent des ondes de fréquence non perceptible par l'oreille humaine, généralement dans la fourchette 20Khz-200khz. De la même manière que les télémètres laser, ils sont basés sur le principe de la mesure du temps aller-retour lors de la réflexion sur un obstacle. C'est la méthode employée par certains animaux pour percevoir leur environnement, comme les chauves-souris ou les dauphins qui utilisent l'écholocalisation.

Un avantage de ces capteurs est que contrairement aux télémètres, l'onde qu'ils émettent n'étant pas focalisée, ils perçoivent beaucoup plus facilement des éléments filiformes comme des pieds de chaises ou des grillages. Par contre leur portée est faible et ils sont moins adaptés au milieu de propagation non isotropes comme l'air [1].

Le capteur HC-SR04 utilise les ultrasons pour déterminer la distance d'un objet offrant une excellente plage de détection sans contact, avec des mesures de haute précision et stables. Son fonctionnement n'est pas influencé par la lumière du soleil ou des matériaux sombres, bien que des matériaux comme des vêtements puissent être difficiles à détecter.

II.3.5.1.A. Principes de fonctionnement

Le capteur ultrason est constitué de deux transducteurs (Figure II-5) : un pour transmettre et l'autre pour recevoir les impulsions

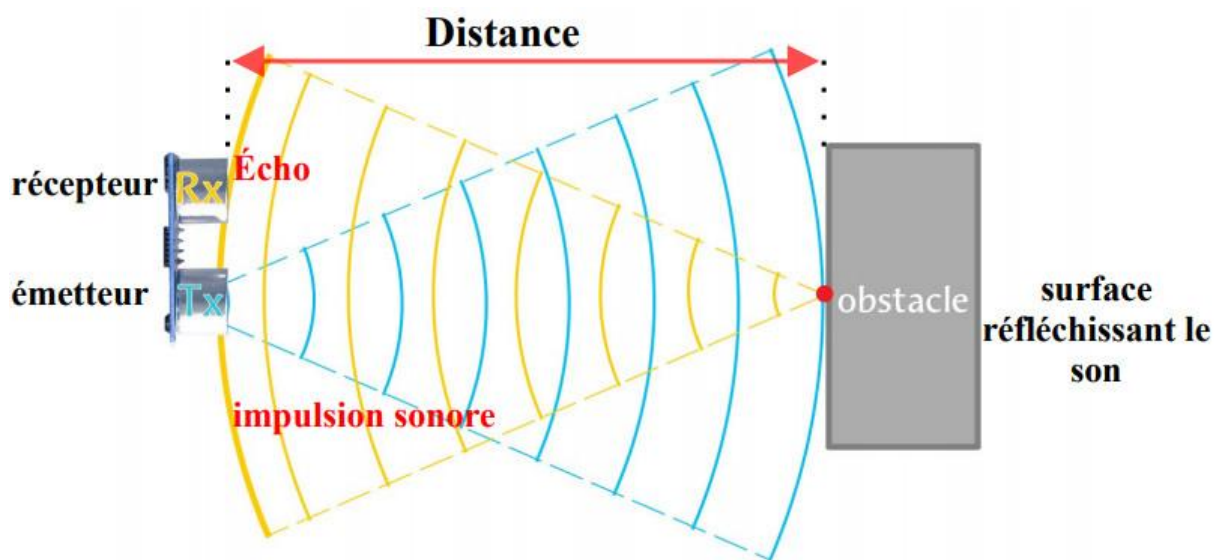


Figure II-5:Détection d'obstacle par le capteur HC-sr04[2]

Le principe de fonctionnement du capteur est entièrement basé sur la vitesse du son, Un capteur à ultrasons émet à un intervalle régulier des courtes impulsions sonores à haute fréquence. Ces impulsions se propagent dans l'air à la vitesse du son. Lorsqu'elles rencontrent un objet, elles se réfléchissent et reviennent sous forme d'écho au capteur. Les étapes nécessaires à une prise de mesure sont comme suit :

On envoie une impulsion HIGH de 10 μ s sur la broche TRIGGER du capteur.

- Le capteur envoie alors une série de 8 impulsions ultrasoniques à 40KHz (inaudible pour l'être humain).
- Les ultrasons se propagent dans l'air jusqu'à toucher un obstacle et retourne dans l'autre sens vers le capteur.
- Le capteur détecte l'écho et clôture la prise de mesure.
- Le signal sur la broche ECHO du capteur reste à HIGH durant les étapes 3 et 4, ce qui permet de mesurer la durée de l'aller-retour des ultrasons et donc de déterminer la distance.[1]

Tous ces états sont montrés dans la Figure II-6 suivant :

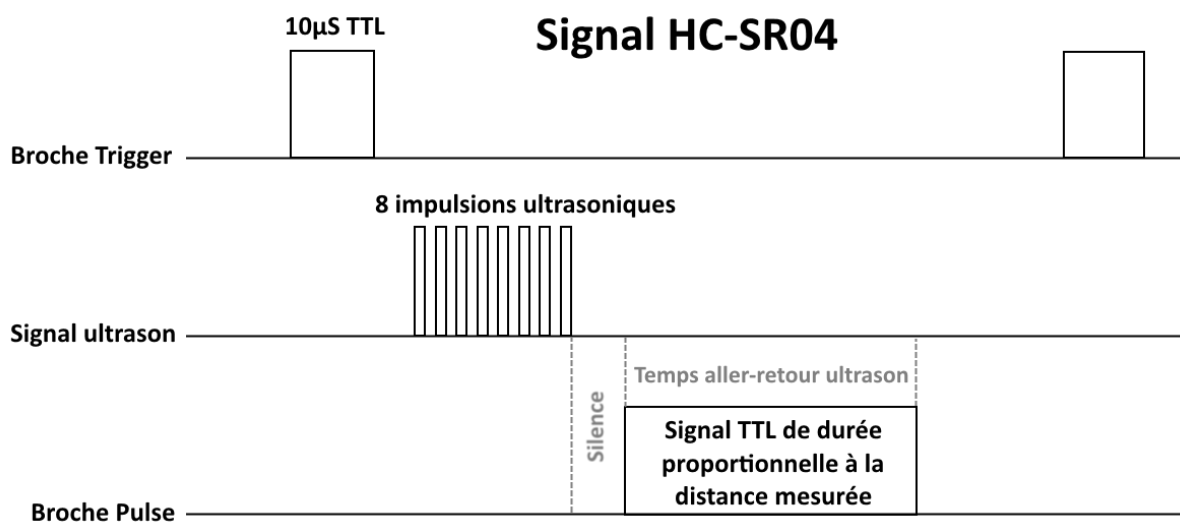


Figure II-6: Illustration des signaux Trigger et Echo[1]

Pratiquement tous les matériaux qui reflètent le son peuvent être détectés, et ce, quelle que soit leur couleur. Même les matériaux transparents ou les feuilles minces ne représentent aucun problème pour un capteur à ultrasons.

II.3.5.1.B. Brochage et connexion

Le capteur ultrason HC-sr04 (Figure II-7) contient quatre broches :



Figure II-7:Capteur ultrasonique HC-sr04[2]

- VCC: Alimentation +5 V DC
- Trig : Entrée de déclenchement de la mesure (Trigger input)
- Echo : Sortie de mesure donnée en écho (Echo output)
- GND : Masse de l'alimentation

II.3.5.1.C. Spécifications et limites

Tableau II-4:Spécifications et limites d'un capteur ultrasons

Paramètre	min	moyen	max	unité
Tension d'alimentation	4.5	5.0	5.5	V
Courant min	1.5	2.0	2.5	mA
Courant de fonctionnement	10	15	20	mA
Fréquence des ultrasons	-	40	-	kHz

Le capteur donne une meilleure performance dans l'angle 30° (Figure II-8)

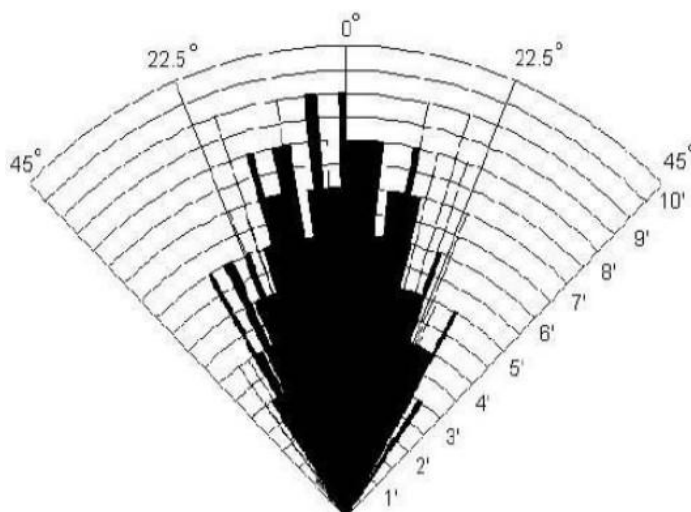


Figure II-8:angle de fonctionnement du capteur[4]

II.3.5.1.D. Caractéristiques

- Alimentation: 5 V
- Consommation: 15 mA
- Fréquence: 40 kHz
- Portée: de 2 cm à 500 cm
- Déclenchement: impulsion TTL positive de 10µs
- Signal écho: impulsion positive TTL proportionnelle à la distance
- Dimensions: 45 x 20 x 15 mm

II.3.5.1.E. Calcule de la distance

La distance parcourue par le son se calcule en multipliant la vitesse du son, environ 350 m/s (à une température de 30°) ou $\frac{35000 \text{ cm}}{1000000 \mu\text{s}}$ par le temps de propagation, soit :

$$d = v \times t \rightarrow (\text{distance} = \text{vitesse} \times \text{temps}) \quad \text{II-1}$$

On sait aussi que le son fait un aller-retour, donc la distance vaut la moitié.

$$d = \frac{(35000 \text{ cm})}{1000000 \mu\text{s}} \times \left(\frac{\text{valeur}}{2}\right) \quad \text{II-2}$$

En simplifiant :

$$d = \frac{17500}{1000000} \text{ cm} * \text{valeur} \quad \text{II-3}$$

Finalement :

$$d = \frac{175}{10\,000} \text{ cm} * \text{valeur} \quad \text{II-4}$$

La formule $d = \text{durée}/58 \text{ cm}$ figure aussi dans le manuel d'utilisation du HC-SR04 car la fraction $\frac{175}{10000}$ est égale à $\frac{1}{58}$ Elle donne cependant des résultats moins précis [5].

II.3.5.1.F. Les Facteurs d'influences

Le capteur ultrasonique comporte certains inconvénients :

- Il est très vite inopérant lorsqu'il y a présence d'échos parasites, en présence de poussière ou encore lorsque le niveau mesuré se trouve dans un endroit trop étroit.
- Aucun fonctionnement possible dans le vide.
- Il y a une zone que l'on appelle zone morte et qui correspond à la distance minimum que doit avoir le niveau à détecter par rapport au capteur pour que celui-ci fonctionne correctement

II.3.5.2. Capteur infrarouge

C'est Un composant électronique constitué d'une diode électroluminescente infrarouge (IR) et d'une photodiode infrarouge. Les LED IR émettent de la lumière infrarouge avec une longueur d'onde d'environ 940 nanomètres. Cette gamme de lumière est utilisée pour protéger contre les interférences de lampes d'éclairage[6]. Dans notre projet, on a utilisé l'infrarouge YL-70 (Figure II-10) pour le suiveur de ligne.

II.3.5.2.A. L'infrarouge YL-70

C'est un module de 4voies infrarouges composées d'une plaque centrale (Figure II-9) et de 4 modules de détection infrarouge. Le modèle YL-70 peut être connecté directement à l'Arduino.[6]

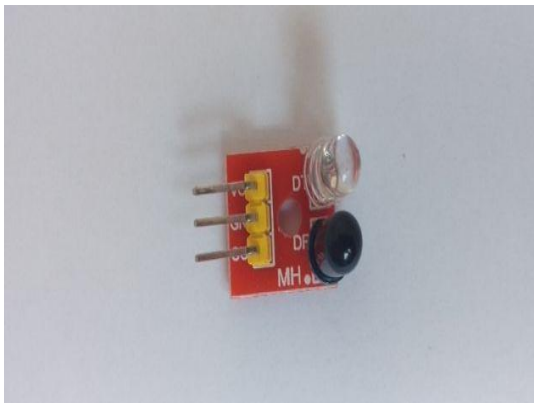


Figure II-10:Capteur infrarouge YL-70

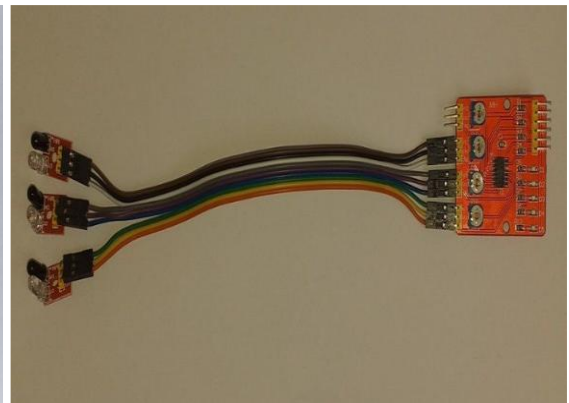


Figure II-9:La carte centrale infrarouge YL-70

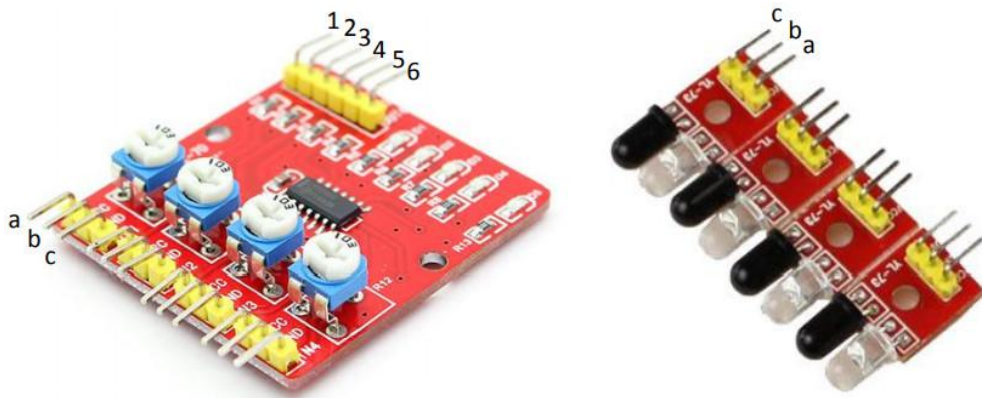


Figure II-11:capteur de suivi de ligne à 4 canaux[5]

II.3.5.2.A.1 Caractéristiques

- Tension de fonctionnement (DC): 3.3V-5V
- Courant de fonctionnement: > 1A
- Température de fonctionnement: -10 °C - +50 °C
- Distance de détection: 1 mm à 60 cm réglable
- Interface de sortie: 6 fils (1234: sortie de signal, alimentation positive, masse)
- Signal de sortie: niveau TTL

II.3.5.2.A.2 Brochage et connexion

➤ Module de contrôle :

- VCC: 3.3V-5V DC
- GND: masse
- OUT1: sortie haute / basse
- OUT2: sortie haute / basse
- OUT3: sortie haute / basse
- OUT4: sortie haute / basse

➤ Module de capteur :

- VC
- GND
- IN-OUT

II.3.5.2.A.3 Principe de fonctionnement

On considère deux options pour les événements possibles :

- **Le capteur est situé au-dessus du champ blanc :**

La lumière réfléchiée par le champ blanc tombe sur la photodiode. Ensuite, le signal électrique déjà numérisé par le comparateur est envoyé à l'entrée du contrôleur. Sur la base du programme écrit, le contrôleur perçoit ce signal comme un champ blanc (Figure II-12-A).

- **Le capteur est situé au-dessus du champ noir :**

La propriété physique d'un champ noir est d'absorber la lumière, c'est-à-dire la réflexion ne se produit pas. Un tel état du capteur par le contrôleur est aperçu comme la présence d'un champ noir (Figure II-12-B).

Un signal analogique chaotique est formé à la sortie de la photodiode. Pour augmenter l'immunité au bruit, un comparateur est inclus dans le circuit du capteur, ce qui élimine les interférences, les fausses réflexions, etc.

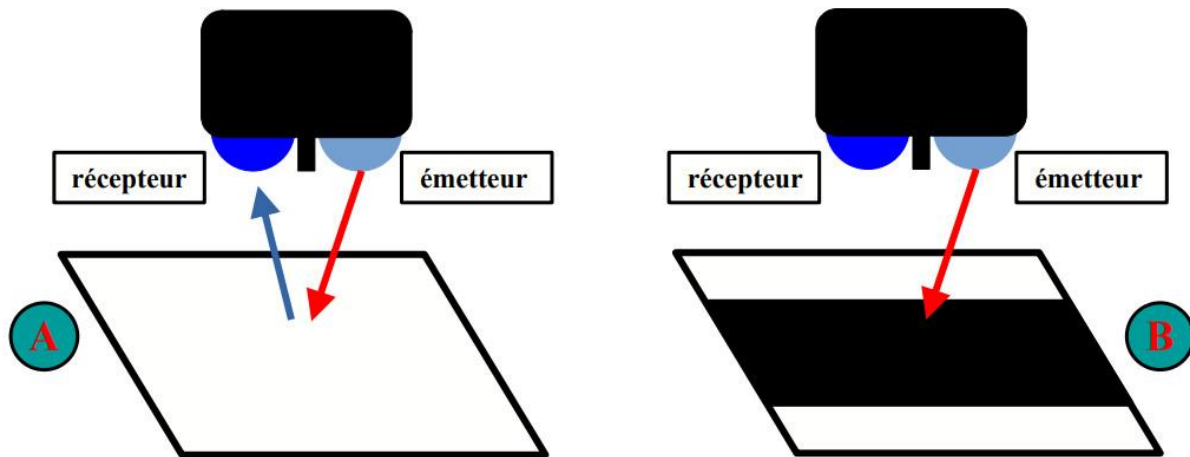


Figure II-12: Détection du champ noir et blanc par l'émetteur et le récepteur du capteur

II.3.5.3. module Bluetooth HC-05 [8]

Est un module Bluetooth SPP (protocole de port série) facile à utiliser, conçu pour la configuration d'une connexion série sans fil transparente. Sa communication s'effectue via une communication série, ce qui facilite l'interface avec le contrôleur ou le PC. Le module Bluetooth HC-05 fournit un mode de commutation entre les modes maître et esclave, ce qui signifie qu'il ne peut utiliser ni la réception ni la transmission de données.

II.3.5.3.A. Spécification [9]

- Méthode de communication: communication série
- Le mode maître et esclave peuvent être changés
- tension de fonctionnement de 3.3V
- Tension d'entrée de 3.3 à 6V.

La Figure II-13 montre le module Bluetooth HC-05



Figure II-13: module Bluetooth HC-05 [10]

II.3.5.3.B. Brochage [9]

- VCC : La source d'alimentation externe
- GND : La masse
- TX : Broche de transfert de données
- RX : Broche de réception de données
- STAT : Donne des informations au contrôleur sur la connectivité de Bluetooth avec un autre appareil
- EN (Enable/Key): est la seule broche qui rend le HC-05 unique par rapport aux autres. Cela permet de changer l'appareil entre le mode data et le mode commande à l'aide d'un signal externe. Comme suit :
- L'état logique High: transfèrera l'appareil en mode commande
- L'état logique Low : transfèrera l'appareil en mode data. L'état par défaut de l'appareil sans aucun signal sera le mode data.

II.3.6. LCD I2C

L'un des éléments d'affichage d'informations les plus largement utilisés dans le monde Arduino est l'écran à cristaux liquides « LCD » (Figure II-14). Lors de la construction d'un système électronique, il peut être intéressant de nous fournir des informations sur son état sans le connecter à un ordinateur. C'est un dispositif permettant d'afficher des caractères tout en consommant peu d'électricité utilisée dans de nombreux projets électroniques.[11]

Bien que l'écran LCD et certains autres écrans enrichissent considérablement l'interaction personne-machine, ils partagent une faiblesse commune. Lorsqu'ils sont connectés à un contrôleur, plusieurs E / S seront occupés par le contrôleur qui n'a pas autant de ports externes. De plus, cela restreint les autres fonctions du contrôleur. Par conséquent, LCD1602 avec un bus I2C est développé pour résoudre le problème. Le bus I2C inventé par PHILIPS, il s'agit d'un bus série haute performance dotée d'une fonction de commande de bus et de synchronisation de périphérique haute ou basse vitesse requise par plusieurs systèmes hôtes. Le bus I2C avec deux lignes de signaux bidirectionnelles, la ligne de données série (SDA) et la ligne d'horloge série (SCL). Le potentiomètre bleu du I2C LCD1602 est utilisé pour régler le rétro-éclairage afin de faciliter l'affichage sur l'I2C LCD1602.[12]

Brochage LCD I2C [13]

LCD I2C utilise l'interface I2C et contient 4 broches:

- **GND** : La broche GND doit être connectée à GND (0V).
- **VCC** : La broche VCC de l'alimentation de l'écran LCD doit être connectée à VCC (5V).
- **SDA** : Signal de données SDA pin I2C
- **SCL** : Signal d'horloge I2C de la broche SCL

La Figure II-14 montre les broches du LCD I2C :

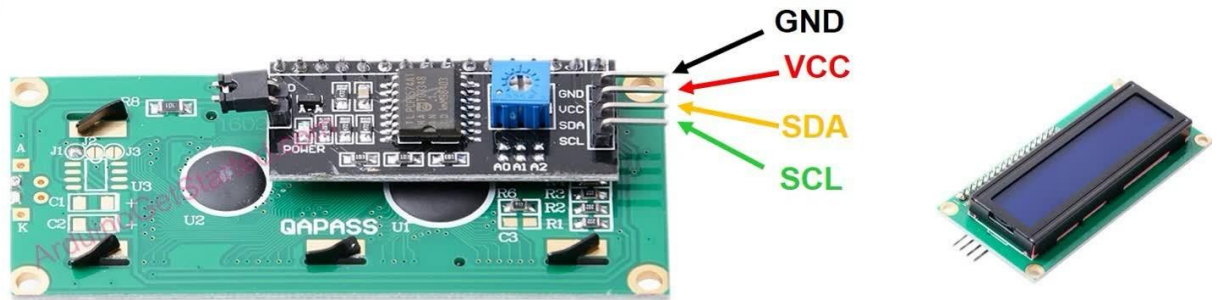


Figure II-14: Brochage LCD I2C [11]

II.3.7. Actionneur

II.3.7.1. Moteurs

Ce sont des composants de conversion d'énergie électrique en énergie mécanique. Ces moteurs servent à être commandés par la partie commande en interaction avec les informations transmises par les capteurs.

- Les moteurs rencontrés dans le domaine de la robotique sont essentiellement de trois types :
- Les servomoteurs
- Les moteurs à courant continu (DC)
- Les moteurs pas à pas

Dans le présent projet, il y'a deux moteurs à courant continu associés aux roues pour la motorisation.

II.3.7.1.A. Moteur à courant continu (MCC)

Un moteur à courant continu est un convertisseur électromécanique qui permet la conversion bidirectionnelle d'énergie entre une installation électrique parcourue par un courant continu et un dispositif mécanique selon la source d'énergie. Ainsi, un moteur à courant continu va pouvoir convertir de l'électricité en énergie mécanique de rotation.

- Le moteur à courant continu est composé de deux parties principales : le rotor et le stator.

Le stator crée un champ magnétique fixe. Ce stator peut être à aimants permanent ou constitué d'électro-aimants. Il est aussi appelé inducteur.[14]

Le rotor est composé de fils de cuivre enroulés sur un support, lui-même monté sur un axe. Cet axe, c'est l'arbre de sortie du moteur. C'est lui qui va transmettre le mouvement à l'ensemble mécanique (roues dans notre cas). Ainsi lorsque le rotor va recevoir un courant continu, il va induire un champ magnétique variable, ce qui a pour conséquence de mettre en rotation l'arbre du rotor [15]. Le moteur utilisé dans le robot, pour faire tourner les roues, est de type TT (Figure II-15).



Figure II-15: Moteur à courant continu de type TT

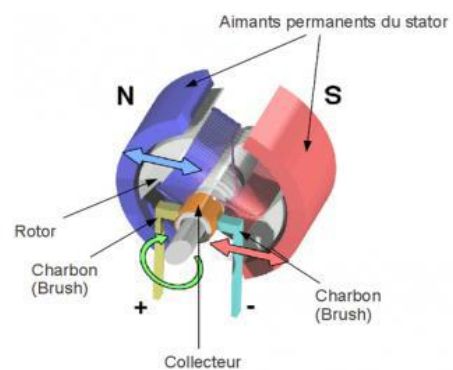


Figure II-16: Vue interne d'un moteur à courant continu

II.3.7.1.B. Les caractéristiques techniques

- Rapport de réduction : 1:120
- Vitesse min (3V) : 100 tours/min
- Vitesse max (6V) : 200 tours/min
- Dimension : 55mm x 48.3mm x 23mm
- Poids : 45g
- Vitesse: 15tr/mm (environ 2m/s) ;
- Couple : environs de 0,5kg.cm.

II.3.7.2. Servomoteur

Un servomoteur est un système motorisé capable d'atteindre des positions prédéterminées, puis de les maintenir. Il possède un capteur de type potentiomètre (dont la résistance varie en fonction de l'angle) raccordé sur sa sortie qui permet de connaître la position de l'axe du moteur.[16]

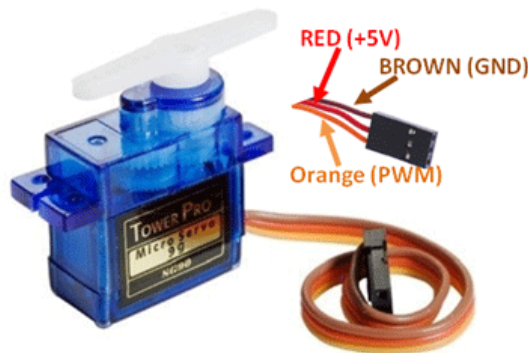


Figure II-17: Servomoteur de type SG90[17]

II.3.7.2.A. Fonctionnement

Les servomoteurs sont commandés par l'intermédiaire d'un câble électrique à trois fils qui permet d'alimenter le moteur et de lui transmettre des consignes de position sous forme d'un signal codé en largeur d'impulsion plus communément appelé PWM. Cela signifie que c'est la durée des impulsions qui détermine l'angle absolu de l'axe de sortie et donc la position du bras de commande du servomoteur. Le signal est répété périodiquement, en général toutes les 20 millisecondes, ce qui permet à l'électronique de contrôler et de corriger continuellement la position angulaire de l'axe de sortie, cette dernière étant mesurée par le potentiomètre.

Lorsque le moteur tourne, l'axe du servomoteur change de position, ce qui modifie la résistance du potentiomètre.[18]

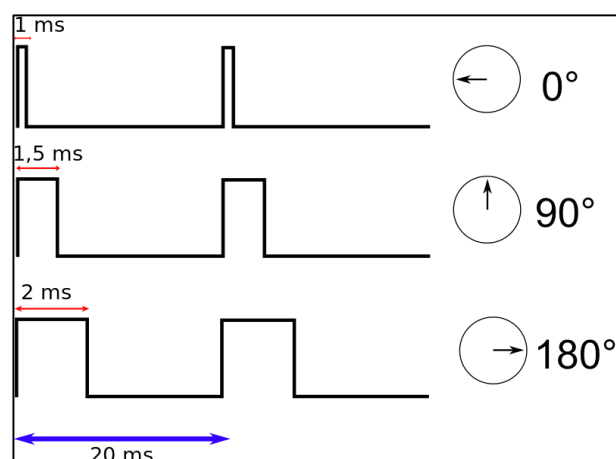


Figure II-18: Commande en largeur d'impulsion[19]

Nous avons des moteurs, des roues, maintenant il reste à commander tout cela, il nous faut un circuit capable de faire tourner les moteurs dans un sens ou dans l'autre afin de donner la mobilité au robot. La carte arduino est plus adaptée pour cet objectif.

II.3.8. Contrôleur

II.3.8.1. Arduino

II.3.8.1.A. Présentation générale

Le projet « Arduino » a été initié par un groupe d'enseignants et d'étudiants d'une école italienne en 2004 – 2005. [20]

L'Arduino emprunte son nom au « Bar di ReArduino », un pub de la ville d'Ivrée, située en Italie du Nord². Le nom propre Arduino est un cognat d'Ardenne.

Licence libre, cependant, certains composants de la carte, comme le microcontrôleur par exemple, ne sont pas en licence libre. Le microcontrôleur peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques, de manière à effectuer des tâches très diverses comme la domotique (le contrôle des appareils domestiques - éclairage, chauffage...), le pilotage d'un robot, etc. C'est une plateforme basée sur une interface entrée/sortie simple. Il était destiné à l'origine principalement, mais pas exclusivement à la programmation multimédia interactive en vue de spectacle ou d'animations artistiques. C'est une partie de l'explication de la descendance de son interface de programmation de procession.

Un module Arduino est généralement construit autour d'un microcontrôleur ATML AVR. (ATmega328 ou ATmega2560 pour les versions récentes, ATmega168 ou ATmega8 pour les plus anciennes), et de composants complémentaires qui facilitent la programmation et l'interfaçage avec d'autres circuits. Chaque module possède au moins un régulateur linéaire 5V et un oscillateur à quartz 16 MHz (ou un résonateur céramique dans certains modèles).

Le microcontrôleur est préprogrammé avec un boot loader de façon à ce qu'un programmeur dédié ne soit pas nécessaire. Les modules sont programmés au travers d'une connexion série RS-232, mais les connexions permettant cette programmation diffèrent selon les modèles. Les premiers Arduino possédaient un port série, puis l'USB est apparu sur les modèles Diecimila, tandis que certains modules destinés à une utilisation portable se sont affranchis de l'interface de programmation, relocalisée sur un module USB-série dédié (sous forme de carte ou de câble).[21]

Certains modules non officiels, compatibles avec la technologie Arduino, utilisent des connecteurs mâles pour une utilisation aisée avec des plaques de test.

Pour notre application, nous avons utilisé Arduino Uno à microcontrôleur basée sur l'ATmega328. Elle possède 14 broches d'entrée / sortie numériques (dont 6 peuvent être utilisées en tant que sorties PWM), 6 entrées analogiques, un oscillateur à quartz de 16 MHz, une connexion USB, une prise d'alimentation, un en-tête ICSP et un bouton de réinitialisation.

II.3.8.1.B. Caractéristiques

Le Tableau II-5 présente une synthèse des caractéristiques d l'arduino uno :

Tableau II-5 : Caractéristiques de la carte Arduino Uno

Microcontrôleur	ATmega328
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'entrée (recommandée)	7-12V
Tension d'entrée (limites)	6-20V
Broches d'E / S numériques	14 (dont 6 fournissent la sortie PWM)
Broches d'entrée analogiques	6 (avec une résolution de 10 bits => 1024 valeurs différentes).
Courant CC par broche I / O	40 mA
Courant DC pour Pin 3.3v	50 mA
Mémoire flash	32 Ko (ATmega328) dont 0,5 Ko utilisé par bootloader
Mémoire SRAM	2 Ko (ATmega328)
Mémoire EEPROM	1 Ko (ATmega328)
Vitesse de l'horloge	16MHz
Longueur	68,6 mm
Largeur	53,4 mm
Poids	25 g

II.3.8.1.C. Alimentation de la carte Arduino

La carte Arduino Uno peut être alimentée via la connexion USB ou avec une alimentation externe. La source d'alimentation est automatiquement sélectionnée. Une alimentation externe peut provenir soit d'un adaptateur AC-DC ou d'une batterie. L'adaptateur peut être connecté en branchant une prise 2.1mm dans la prise d'alimentation de

la carte ou à partir d'une batterie connectée dans le pin (ou broche) GND et V-IN (alimentation externe). Le processeur peut fonctionner sur une alimentation externe de 6 à 20 volts. Cependant, si la tension est inférieure à 7V, le pin 5V peut fournir moins de cinq volts et le processeur peut devenir instable. Si la tension est supérieure à 12V, le régulateur de tension peut surchauffer et endommager la carte. La plage recommandée est de 7 à 12 volts. [22]

II.3.8.1.D. Broches

- VIN : Tension d'entrée à la carte Arduino à l'aide d'une source d'alimentation externe
- 5V : Ce pin délivre un 5V régulé par la carte.
- 3V 3 : Une alimentation de 3,3 volts générée par le régulateur. La consommation de courant maximale est de 50 mA.
- GND : La masse
- IOREF : Ce pin fournit la référence de tension avec laquelle le microcontrôleur fonctionne.

Certaines broches ont des fonctions spécialisées :

- Série : Rx et Tx. Avec Rx Permet de recevoir et Tx de transmettre TTL donnée série. Ces pins sont connectés aux pins correspondants de l'USB-TTL puce Serial ATmega8U2.
- Interruptions externes : 2 et 3. Ces broches peuvent être configurées pour déclencher une interruption sur une valeur basse, un front montant ou descendant ou un changement de valeur.
- Impulsion PWM : Broches 3, 5, 6, 9, 10 et 11. Fournissent une impulsion PWM sur une résolution de 8 bits avec la fonction analogWrite.
- LED : 13 il est équipé d'un conduit par la broche numérique 13. LED lorsque la broche est à la valeur HIGH, le LED est allumé, lorsque la broche est faible, il est hors tension.

Les entrées et les sorties

Chacune des 14 broches numériques sur la carte Uno peut être utilisée comme une entrée ou une sortie, en utilisant les fonctions (pin Mode), (digital Write), et (digital Read) fonctionnant à 5 V. chaque broche peut fournir ou recevoir 20 mA en état de fonctionnement recommandé et a une résistance de pull-up interne (déconnecté par défaut) de 20-50k ohm. Un maximum de 40mA est la valeur qui ne doit pas être dépassée sur toutes les broches d'Entrée/Sorties pour éviter des dommages permanents au microcontrôleur (Figure II-20) .[22]

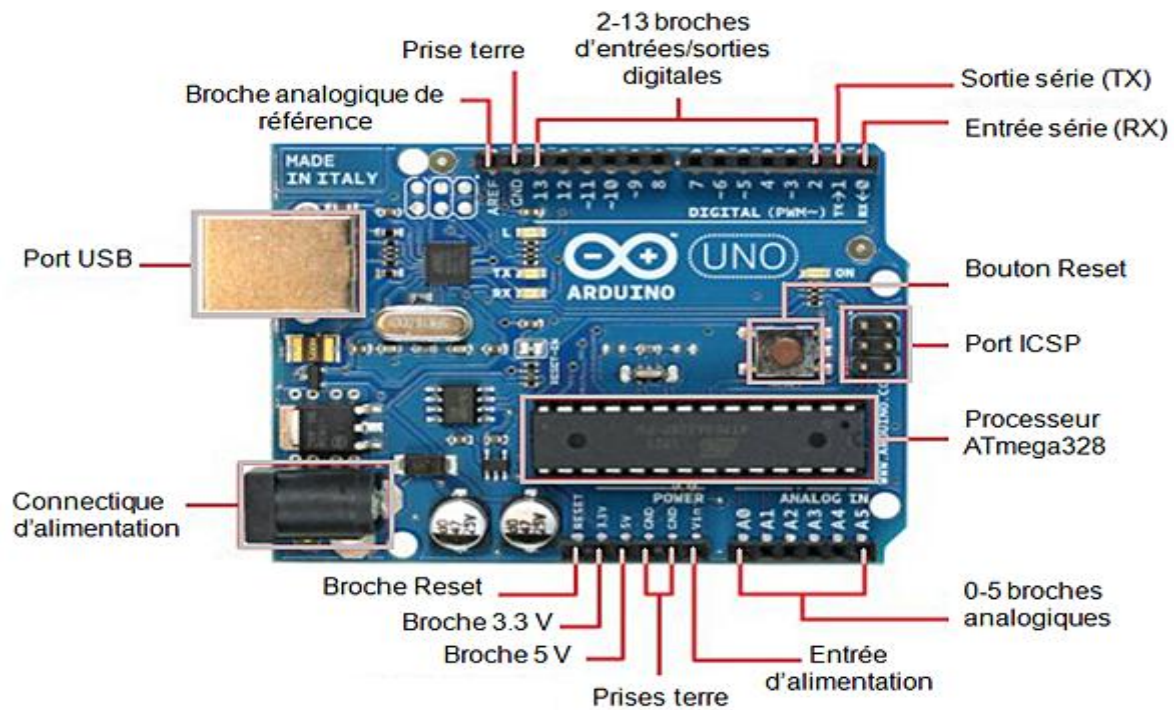


Figure II-20:Description des entrées/sorties de la carte Arduino Uno[22]

II.3.8.2. Double Pont –H (L298N)

Le double Pont-H est destiné au contrôle de moteur continu (H-Bridge Motor Driver). Les deux types de moteurs peuvent être contrôlés aussi bien en vitesse (PWM) qu'en direction. Toutes les sorties en puissance sont déjà protégées par des diodes anti-retours. Il est conçu pour supporter des tensions élevées, des courants importants tout en proposant une commande logique TTL (basse tension, courant faible, idéal donc pour un microcontrôleur). Il peut piloter des charges inductives comme des relais, solénoïdes, moteurs continus et moteurs pas-à-pas (Figure II-21).[24]

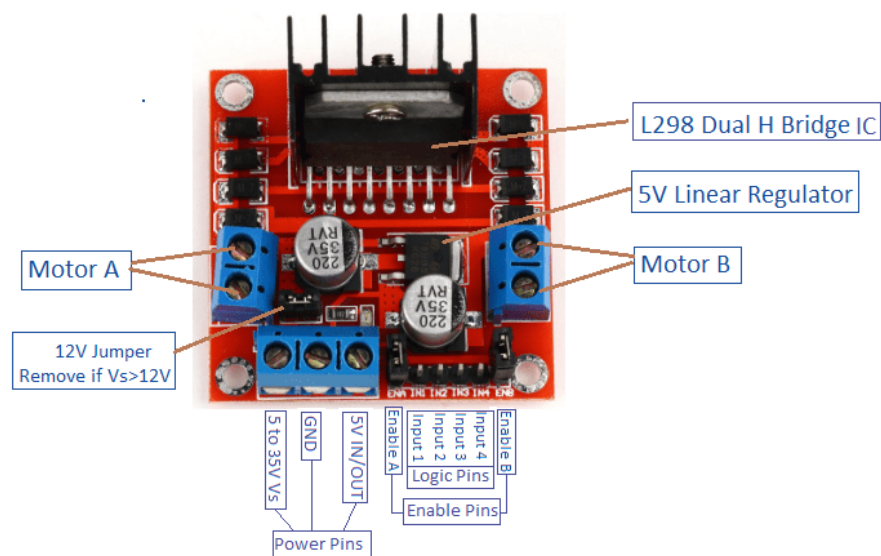


Figure II-21:Double pont- H (L298N)[25]

II.3.8.2.A. Principe de fonctionnement

Les ports ENA et ENB permettent de gérer l'amplitude de la tension délivrée au moteur, grâce à un signal PWM, les ports IN1, IN2 réservées pour le moteur A et les ports réservés IN3, IN4 pour le moteur B permettent de contrôler le pont en H par conséquent le sens de rotation des moteurs. [24]

- Contrôle du sens de moteur droit A :

Tableau II-6: Contrôle du sens de moteur droit

	Sens avant	Sens arrière
IN1	BAS	HAUT
IN2	HAUT	BAS

- Contrôle sens du moteur gauche B :

Tableau II-7: Contrôle du sens de moteur gauche

	Sens avant	Sens arrière
IN3	BAS	HAUT
IN4	HAUT	BAS

II.3.8.2.B. Caractéristiques du pont en H

Les caractéristiques principales du circuit pont en H sont listées comme suit :

- Diodes de protections
- Un dissipateur (pour dissiper la chaleur en cas de forte charge)
- Un sélecteur pour sélectionner la source d'alimentation
- 4 Sélecteurs pour les résistances pull up
- Sortie pour 2 moteurs continus
- Indicateur LED pour sens de rotation moteur
- Indicateur LED pour alimentation 5V
- Composant de contrôle en puissance: L298N
- Alimentation de la charge: de +6V à +35V
- Courant Max (en pointe): 2A
- Tension de commande logique Vss: de +5 à +7V (alimentation interne de +5V)
- Courant de commande logique: de 0 à 36mA
- Tensions pour contrôle du sens: bas 0.3V~1.5V, haut: 2.3V~Vss

- Tensions pour contrôle "actif": 0.3V~1.5V, haut: 2.3V~V_{ss}
- Puissance Max: 25W (Température 75 °C)
- Température de fonctionnement: de -25°C à +130°C
- Dimensions: 60mm x 54mm
- Poids: ~48g

II.4. Conclusion

Ce chapitre a été consacré sur quelques concepts théoriques, on a expliqué chaque composant utilisé dans le montage afin d'assurer un bon fonctionnement global du système. Pour l'Arduino, nous avons expliqué une de ses deux parties essentielles (la partie matérielle) en citant ses caractéristiques. La partie de programmation sera expliquée dans le prochain chapitre.

chapitre III
Étude, simulation et
programmation des
déférentes étapes qui
mènent à la
réalisation du robot

III.1. Introduction

Dans ce chapitre nous parlerons des applications du robot, où nous expliquerons les différents modes de fonctionnement y compris la mise en œuvre et la combinaison des deux logiciels et matériels.

Au début, on commencera par une vue générale de notre robot et sa composition (capteurs, actionneurs et contrôleurs), puis on expliquera la partie qui va permettre au robot de se déplacer et de contrôler son mouvement en fonction des données collectées depuis son environnement externe. Avec l'avancement de ce chapitre, on donnera des explications plus détaillées pour les différents modes de fonctionnement et leur architecture qui aidera à la bonne mise en marche de chaque tâche.

III.1. Architecture générale du robot

Le schéma synoptique sous forme architecturale fait ressortir les différents composants qui constituent le projet ainsi que leurs interconnexions. Il se présente selon le schéma de la Figure III-1

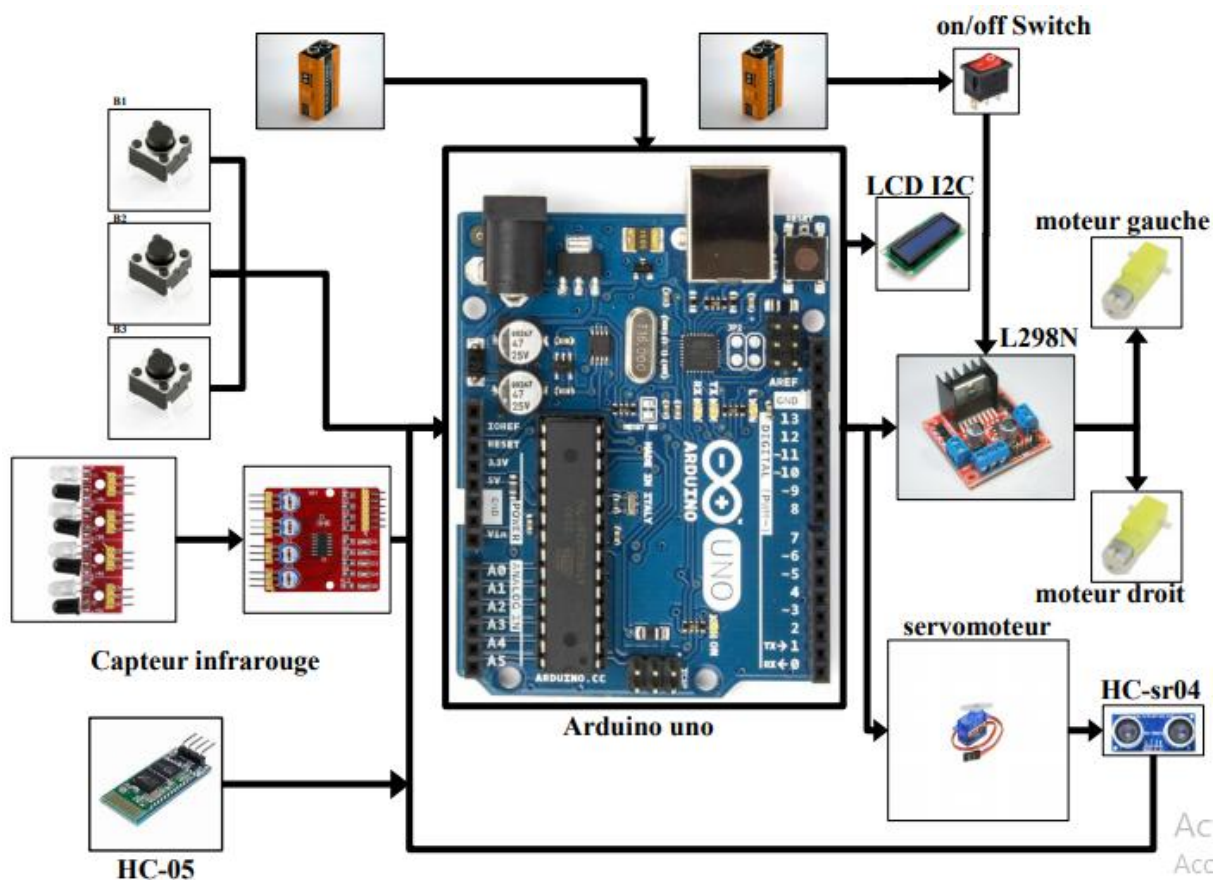


Figure III-1: Architecture générale du robot

III.2. Principe de fonctionnement

Le fonctionnement du robot peut être choisi à travers l'application Bluetooth ou à l'aide de trois boutons passeoires intégrés dans le châssis. Ses boutons vont activer un des modes de fonctionnement afficher dans le menu de l'afficheur LCD dont lequel chacun des ces boutons active une de ces fonctions :

- Bouton gauche : descendre dans le menu de l'afficheur LCD
- Bouton milieu : sélectionner le mode affiché dans le menu de l'afficheur LCD
- Bouton droit : monter dans le menu de l'afficheur LCD

III.2.1.1. Organigramme du robot

La Figure III-2 suivante montre l'organigramme de fonctionnement du robot

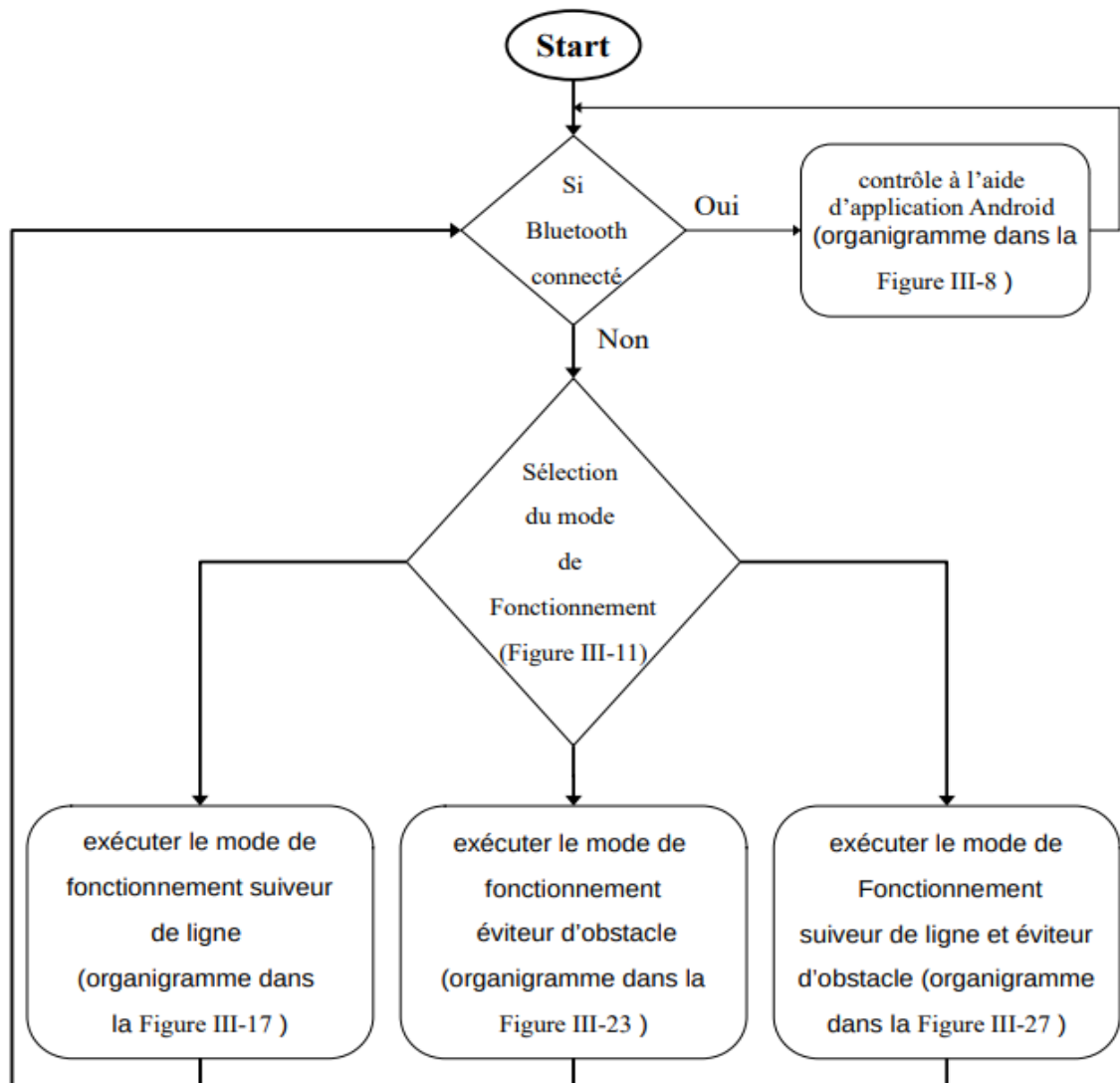


Figure III-2: Organigramme de fonctionnement du robot

III.3. Brochage sur l'Arduino

Les différents éléments utilisés sont connectés à la carte Arduino via ses ports. Les boutons poussoir sont reliés aux entrées analogique de la carte tandis que d'autres éléments utilisent les entrées sorties numériques comme le driver L298n et le module Bluetooth.

Tableau III-1: connexion avec l'Arduino

Composants	Broche	connexion sur l'Arduino
L298n	ENA	6
	IN1	8
	IN2	7
	IN3	9
	IN4	10
	ENB	11
HC-SR04	Echo	2
	Trig	4
L'infrarouge YL-70	C1	A1
	C2	A2
	C3	A3
Servomoteur	SM	5
HC-05	RX	RX
	TX	TX
LCD I2C	SDA	SDA
	SCL	SCL
boutons poussoir	B1	A0
	B2	
	B3	

III.3.1. Circuit du robot sous Proteus Isis

Pour concevoir notre schéma électronique, nous avons utilisé Proteus Isis, ce logiciel nous permettra de faire des tests sur la commande de toutes les fonctions du robot avant de commencer la réalisation.

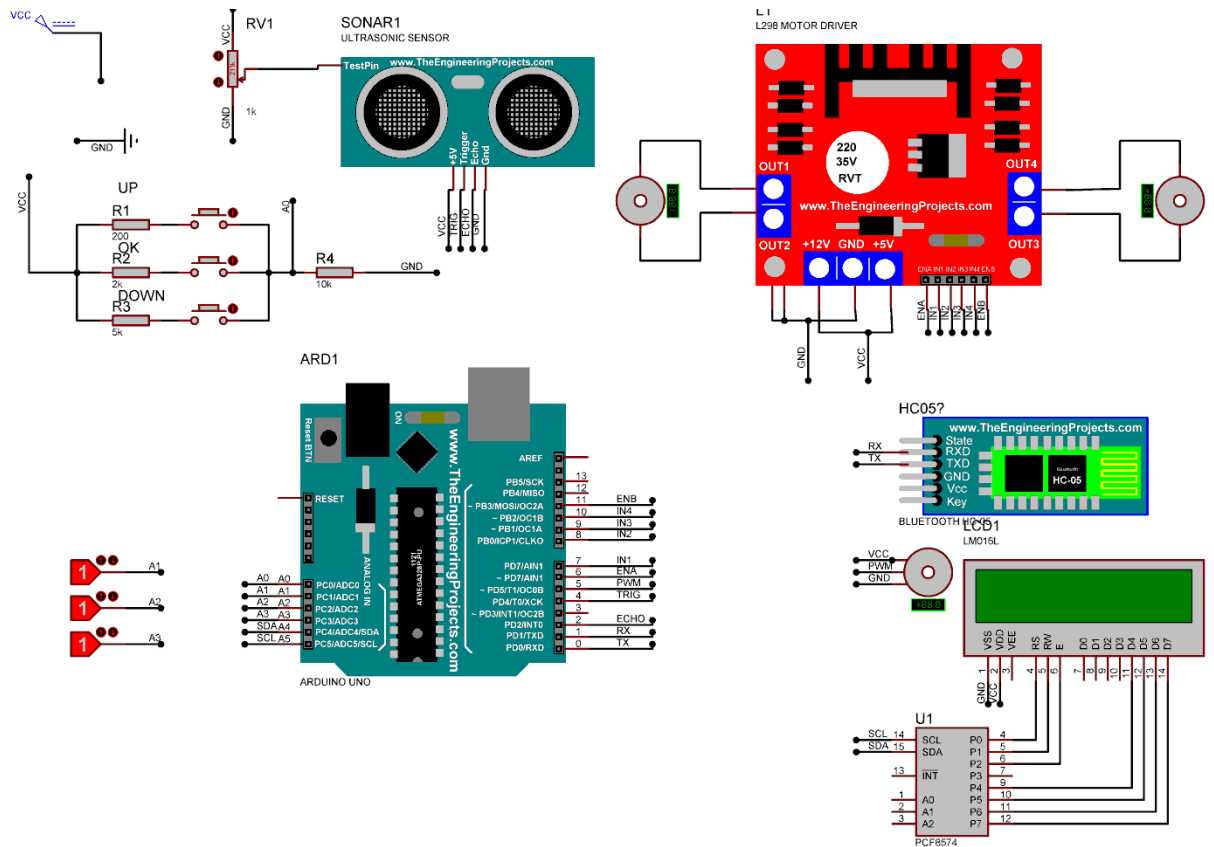


Figure III-3: Circuit avec Proteus Isis du robot

III.3.2. Programmation de l'Arduino

La programmation de l'Arduino UNO se fait avec le logiciel Arduino IDE, ce dernier permet de téléverser le programme au microcontrôleur de l'Arduino. Le même programme au format Hexadécimal sera utilisé pour la simulation sous Proteus. Le programme sera disponible au sien de l'administration sous forme d'un CD.

III.4. Configuration des moteurs

L298N permet de contrôler la direction du courant traversant les moteurs. Ce qui va modifier la direction de rotation des moteurs qui va imposer un changement de direction du mouvement du robot, l'ensemble des processus de configuration des moteurs peuvent être présenté dans le Tableau III-2 suivant :

Tableau III-2: Configuration des moteurs

Moteur	Moteur gauche		Moteur droit	
Mouvement	IN1	IN2	IN3	IN4
marche vers l'avant	0	1	0	1
marche arrière	1	0	1	0
Droite	0	1	0	0
Gauche	0	0	1	0
STOP	0	0	0	0
	1	1	1	1

Plus il ya d'impulsions plus le moteur tourne vite et vice versa. Une impulsion plus large signifie un « on » plus long dans le temps pour le moteur et donc ça va plus vite. Comme illustre la Figure III-4. Cette dernière montre que la tension du moteur est réduite en fonction de la largeur des impulsions. Cette méthode est plus connue sous le nom de modulation de largeur d'impulsion (PWM) et peut être effectuée via la fonction `analogWrite()` d'Arduino.[1]

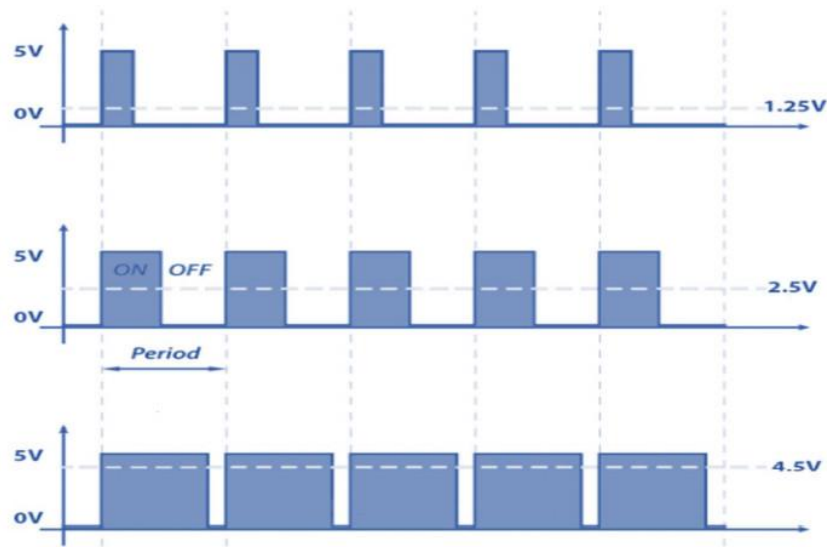


Figure III-4:contrôle de la vitesse des moteurs avec le PWM [1]

III.4.1. Mécanisme de rotation des moteurs

Cette méthode de locomotion et là plus couramment utiliser pour la construction de voiture, c'est une méthode de contrôle avec seulement deux roux polariser ce qui va permettre le mouvement dans toutes les directions, nous avant connecter deux moteurs à gauche et à droite de notre châssis, ces derniers vont être responsables de conduire le robot selon la direction souhaite.

le mécanisme de rotation des moteurs et leur effet sur le mouvement du robot est expliqué dans Figure III-5

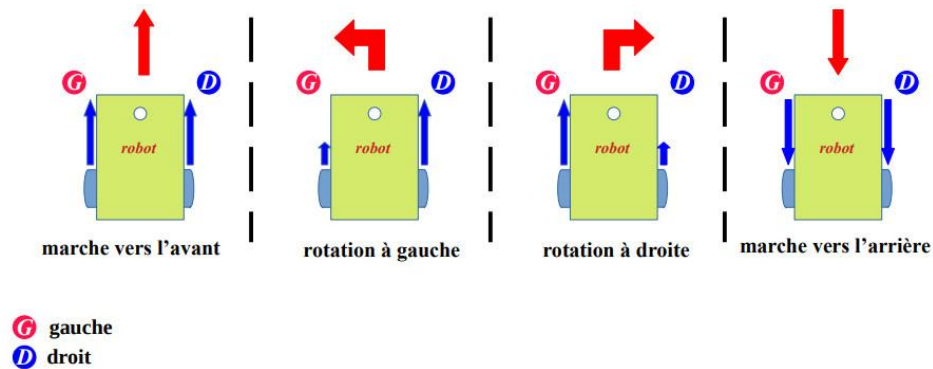


Figure III-5: effet de la rotation des moteurs sur le mouvement

Ce type de robot a deux roues nécessite une ou plusieurs roues pivotantes (roues libres) pour supporter le reste du châssis tout en suivant librement le mouvement du robot, dans ce projet particulier, une seule roue était suffisante.

III.4.2. Circuit avec Proteus Isis du câblage des moteurs avec L298N et l'Arduino

Le câblage du L298N avec les moteurs et l'Arduino est illustré dans la Figure III-6 suivant :

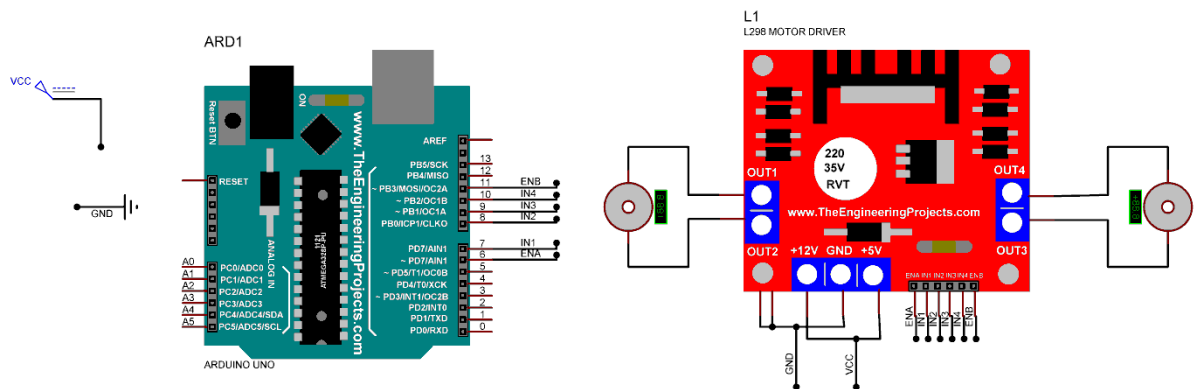


Figure III-6: Circuit avec Proteus Isis du câblage des moteurs avec L298N et l'Arduino

III.5. Méthode de sélection du mode de fonctionnement

Pour permettre au robot de fonctionner il faut sélectionner un mode de fonctionnement parmi les trois modes programmer dans l'Arduino. deux méthodes de sélection sont proposée : une par application Android et l'autre manuel. Le choix manuel du mode de fonctionnement est assuré par trois boutons poussoir connectés à l'entrée analogique "A0" de

l'Arduino. ces derniers permettront de choisir un mode parmi les modes de fonctionnement afficher dans l'afficheur LCD.

III.5.1. À l'aide d'application Android

III.5.1.1. Principe de fonctionnement

Dans ce mode, si une connexion Bluetooth est établie avec le module Bluetooth HC-05 relié à Arduino ou broche RX et TX réserver a la transmission de données (serial communication).l'Arduino pourra recevoir les donnes envoyer depuis l'application Android et exécuter le mode de fonctionnement selon les données reçues.

III.5.1.2. Circuit avec Proteus Isis

La Figure III-7 montre le circuit Proteus Isis de la connexion du module Bluetooth HC-05 avec Arduino Uno.

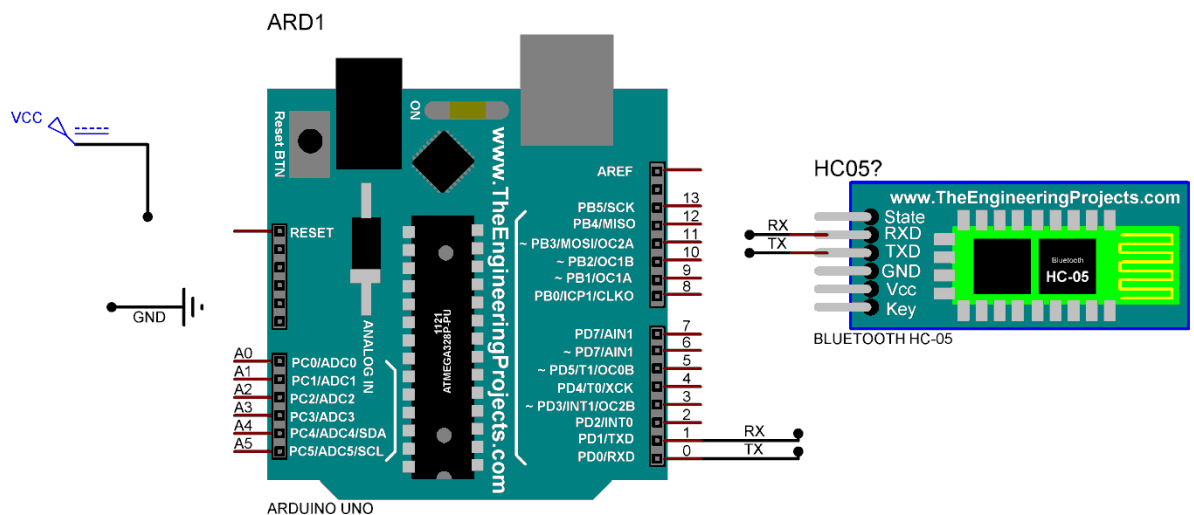


Figure III-7:circuit Proteus Isis de la connexion du module Bluetooth HC-05 avec arduino Uno

III.5.1.3. Algorithme de fonctionnement

En cas de connexion Bluetooth, l'arduino lit la valeur data, ou data représente les données envoyée par l'application Android et reçu par le module Bluetooth HC-05.L'arduino uno exécute une fonction réservée pour chaque data reçu comme le montre la figure III-8 :

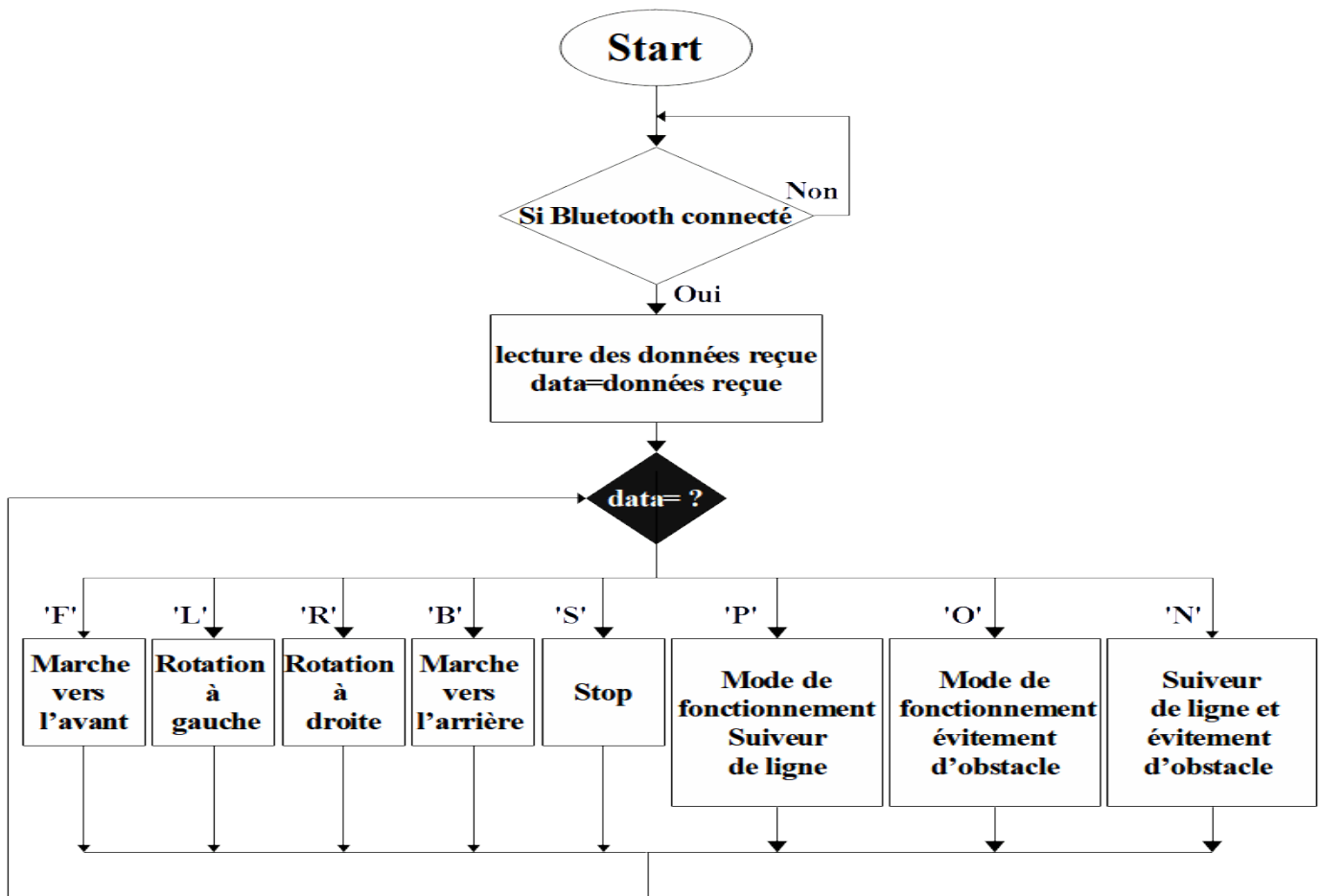


Figure III-8:organigramme de fonctionnement d'arduino avec le module Bluetooth HC-05 et l'application Android

III.5.1.4. L'application Android

L'application Android a été réalisée à l'aide d'App Inventor pour Android, c'est une application développée par Google qui sert à simplifier le développement des applications sous Android et les rendre accessibles même pour les novices et ceux qui ne sont pas familiers avec les langages de programmation. le schéma bloc de l'application Android ce trouve dans l'annexe II.[2]

III.5.2. Méthode manuelle

III.5.2.1. Principe de fonctionnement

Connecter 3 boutons poussoir a une seule broche ne sera pas suffisant, car Arduino les détectera comme un seul bouton c'est pour cela qu'il faut ajouter des résistances de déférente valeur pour chaque bouton pour que la valeur de la tension change pour chaque bouton

appuyer. Alors il suffit de bénéficier de l'avantage du port analogique A0 qui va permettre d'effectuer une lecture de la tension entrante cette valeur varie entre 0 volt et 5 volt.

III.5.2.2. Brochage des boutons poussoir

- Une résistance de 200Ω est connectée au Bouton gauche qui est responsable de descendre dans le menu de l'afficher LCD
- Une résistance de $2k\Omega$ est connectée au bouton milieu qui est responsable de sélectionner le mode affiché dans le menu de l'afficheur LCD
- Une résistance de $5k\Omega$ est connectée au bouton droit qui est responsable de monter dans le menu de l'afficheur LCD
- une résistance de $10k$ a été branchée à la masse comme pull-Down

III.5.2.3. Calcule des valeurs de tensions entrantes à la broche A0

l'arduino uno fournit une résolution de 10 bits ($2^{10} = 1024$) pour les entre analogique, la valeur de la tension entrante est calculée par l'arduino avec l'équation suivant :[3]

$$\text{Valeur arduino} = \frac{(\text{tension en volt} * 1023)}{5} \quad \text{III-1}$$

- 0 v représente une lecture de 0
- 5 v une lecture de 1023

$$\text{Pour B1 : } \frac{(3.57 \times 1023)}{5} \approx 731 \quad \text{III-2}$$

$$\text{Pour B2 : } \frac{(4.17 \times 1023)}{5} \approx 853 \quad \text{III-3}$$

$$\text{Pour B3 : } \frac{(4.55 \times 1023)}{5} \approx 931 \quad \text{III-4}$$

III.5.2.4. Circuit avec Proteus Isis

La Figure III-9 montre le circuit de connexion des boutons-poussoirs et afficheur LCD I2C avec l'Arduino.

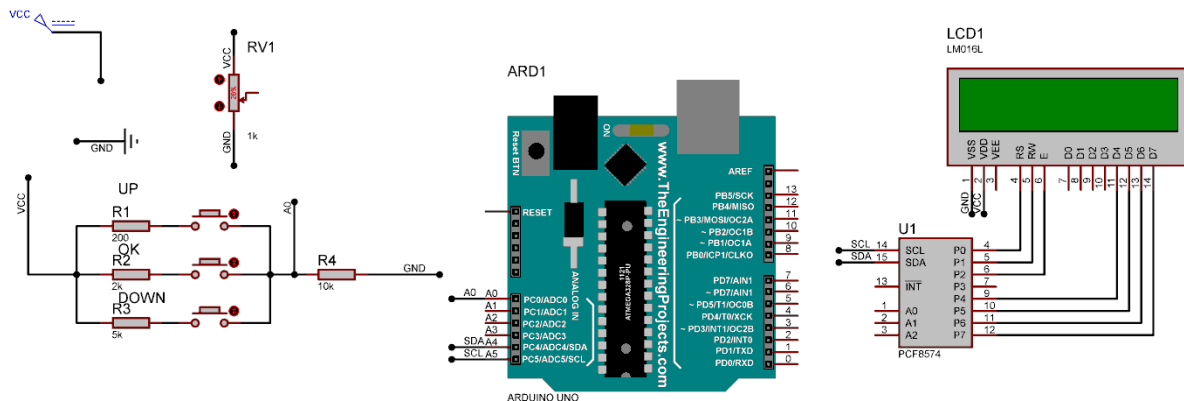


Figure III-9: Circuit avec Isis Proteus

III.5.2.5. Algorithme de fonctionnement

La Figure III-10 représente l'organigramme du principe de fonctionnement des boutons poussoir avec l'afficheur LCD e la méthode de sélection du mode de fonctionnement.

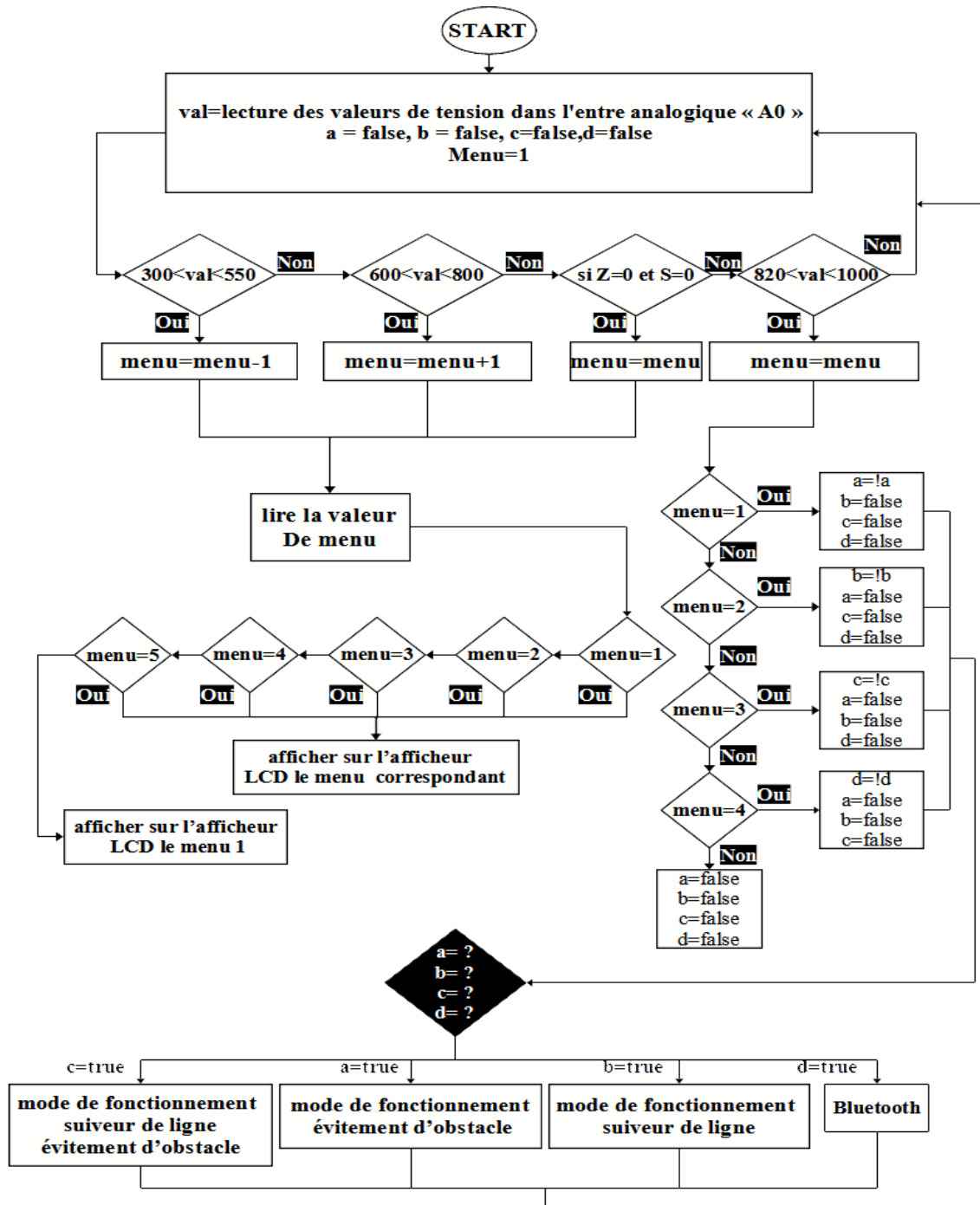


Figure III-10:organigramme de fonctionnement des boutons poussoir

III.6. Mode de fonctionnement suiveur de ligne

Dans ce mode, le robot doit fonctionner de façon autonome capable de détecter une ligne colorée spécifique peinte sur une surface contrastée, comme le noir sur blanc. Nous avons utilisé des émetteurs et récepteurs infrarouges dans ce projet pour suivre la bande noire sur une surface blanche. Il fournit deux tensions qui peuvent être amplifiées et utilisées comme états logiques (0 pour la couleur blanche et 1 pour la couleur noire) en raison de la différence entre la réflexion de la lumière sur la surface noire et la surface blanche (voir Figure III-11).

III.6.1. Principe de fonctionnement

Le concept de travail du suiveur de ligne est lié à la lumière. Nous utilisons ici le comportement de la lumière sur la surface noire et la surface blanche. Lorsque la lumière tombe sur une surface blanche, elle est presque entièrement réfléchi (**Figure III-11.b**) et elle est complètement absorbée en cas de surface noire (**Figure III-11.a**). Cette conduite de lumière est utilisée pour détecter la ligne noire sur la surface blanche.

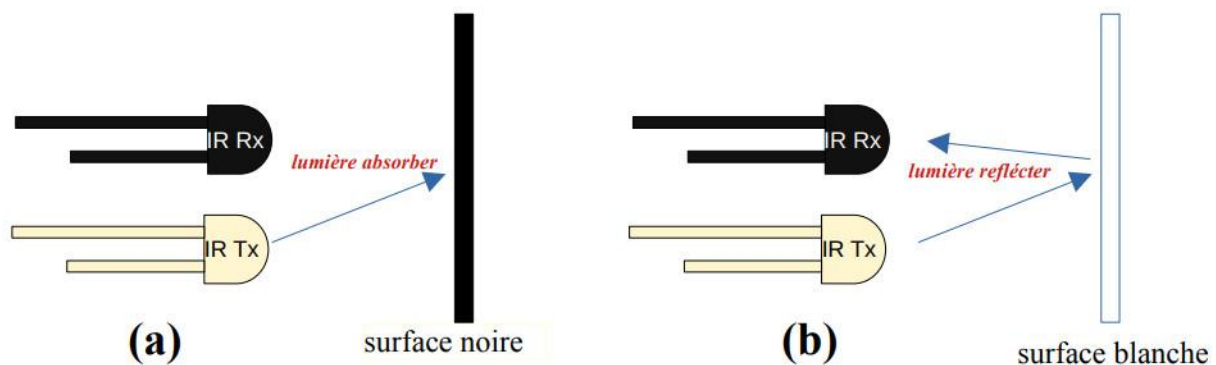


Figure III-11: Concept de travail du capteur infrarouge

Nous avons utilisé des émetteurs IR et des récepteurs IR (également connus sous le nom de photodiodes) dans ce robot suiveur de ligne à base d'arduino pour envoyer et recevoir de la lumière. Les lumières infrarouges sont transmises par IR. Lorsque les rayons infrarouges tombent sur la surface blanche, ils sont réfléchis et capturés par les photodiodes, ce qui génère des changements de tension. Lorsque la lumière infrarouge tombe sur une surface noire, la lumière est absorbée et aucun rayon n'est réfléchi. Par conséquent, aucune lumière ou rayon ne sera reçu par la photodiode. Ici, dans ce robot suiveur de ligne Arduino, lorsque le capteur

détecte une surface blanche, l'Arduino reçoit "0" comme entrée et quand détecte la ligne noire Arduino reçoit "1" comme entrée.

D'après les résultats récolter du capteur on peut remplir la table de vérité () qui représente chaque cas possible d'être détecté par les trois capteurs (C1, C2 et C3 alignés de gauche à droite dans le châssis du robot) et l'action attendue par le robot, ce qui va nous aider à construire notre robot suiveur de ligne et définir la configuration de son mouvement et comportement.

Équation de la table de vérité :

$$MA = (\overline{C1} \times C2 \times \overline{C3}) \quad \text{III.1}$$

$$RD = (C1 \times \overline{C2} \times \overline{C3}) + (C1 \times C2 \times \overline{C3}) \quad \text{III.2}$$

$$RG = (\overline{C1} \times \overline{C2} \times C3) + (\overline{C1} \times C2 \times C3) \quad \text{III.3}$$

$$AR = (\overline{C1} \times \overline{C2} \times \overline{C3}) + (C1 \times \overline{C2} \times C3) + (C1 \times C2 \times C3) \quad \text{III.4}$$

Tableau III-3 : tableau de vérité m'entrant la relation entre les trois capteurs infrarouges et le mouvement du robot

C1	C2	C3	MA	RD	RG	AR
0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0	0
0	1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0
1	0	1	0	0	0	1
1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	1

Où :

MA: représente l'action de marche avant du robot

RD : représente l'action de rotation à droite du robot

RG: représente l'action de rotation à gauche

AR: représente l'action de mise en arrêté du robot

III.6.2. Composition du robot suiveur de ligne

III.6.2.1. Capteur

Cette partie comprend des diodes IR, un potentiomètre, un ampli-op et des LED. Le potentiomètre est utilisé pour régler la tension de référence à la première borne du comparateur et des capteurs IR qui sont utilisés pour détecter la ligne et fournir un changement de tension à la deuxième borne de celle-ci. Puis le comparateur compare les deux tensions et génère un signal de sortie numérique.

III.6.2.2. Contrôle

Arduino UNO est utilisé pour contrôler l'ensemble du processus du robot suiveur de ligne. Les sorties du comparateur sont connectées aux broches analogiques de l'Arduino A2, A3, A4 et A5. L'Arduino lit les signaux reçus et envoie des commandes au pilote de moteur (L298N). Pour contrôler les deux moteurs afin de piloter le suiveur de ligne.

III.6.2.3. Actionneur

Cette partie se compose de deux moteurs CC et d'un pilote de moteur (L298N), le pilote de moteur est utilisé pour entraîner les deux moteurs, car l'Arduino ne fournit pas au moteur une tension suffisante. C'est pour cela que nous avons ajouté le pilote de moteur (L298N), afin que les moteurs obtiennent suffisamment de tension et de courant.

L'Arduino envoie les commandes au pilote puis ce dernier pilote les moteurs.

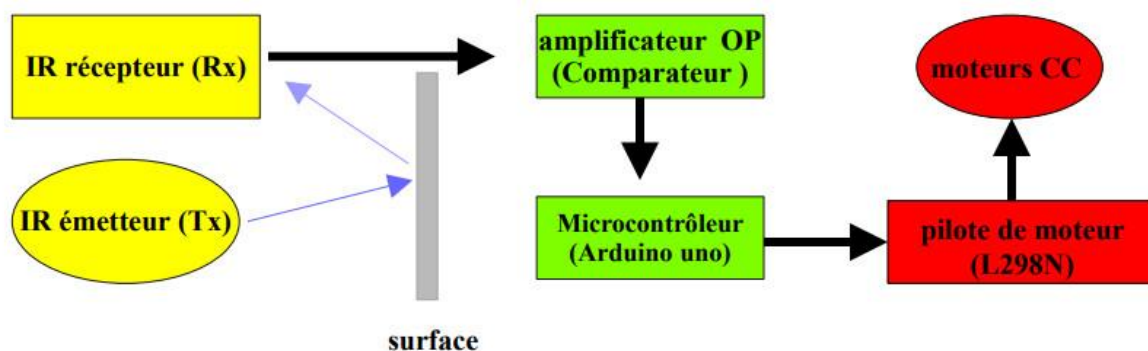


Figure III-12:différente partie du suiveur de ligne

La Figure explique le fonctionnement du robot. La couleur de la surface est détectée par deux émetteurs et récepteurs IR. L'amplificateur opérationnel amplifie les valeurs analogiques de ces récepteurs IR. Après avoir comparé l'entrée avec une certaine valeur de

seuil, le comparateur envoie la valeur numérique correspondante au microcontrôleur dans notre cas l'arduino ou ce dernier est utilisé pour prendre des décisions sur les valeurs numériques collectées. Il fournit le contrôle au pilote de moteur H-Bridge (L293N).[4]

III.6.3. Mouvement du robot suiveur de ligne

Le fonctionnement du suiveur de ligne est très intéressant. Le robot suiveur de ligne détecte la ligne noire à l'aide de capteurs IR, puis envoie le signal à Arduino. Ensuite, Arduino entraîne le moteur en fonction de la sortie des capteurs (les possibilités de ses résultats sans présenter dans le (Tableau III-3). L'ensemble du processus de configuration des moteurs peut être présenté dans le Tableau III-2.

Pour le démarrage du robot du point de départ les capteurs C1 et C3 doivent donner une impulsion de '0' et C2 une impulsion de '1' à l'arduino ce qui veut dire qu'il détecte la surface blanche et la ligne noire, Et Pour que le robot s'arrête tous les capteurs doivent détecter la surface noire en donnant une valeur de '1' pour chaque capteur à l'arduino comme il est montré dans la Figure III-13.

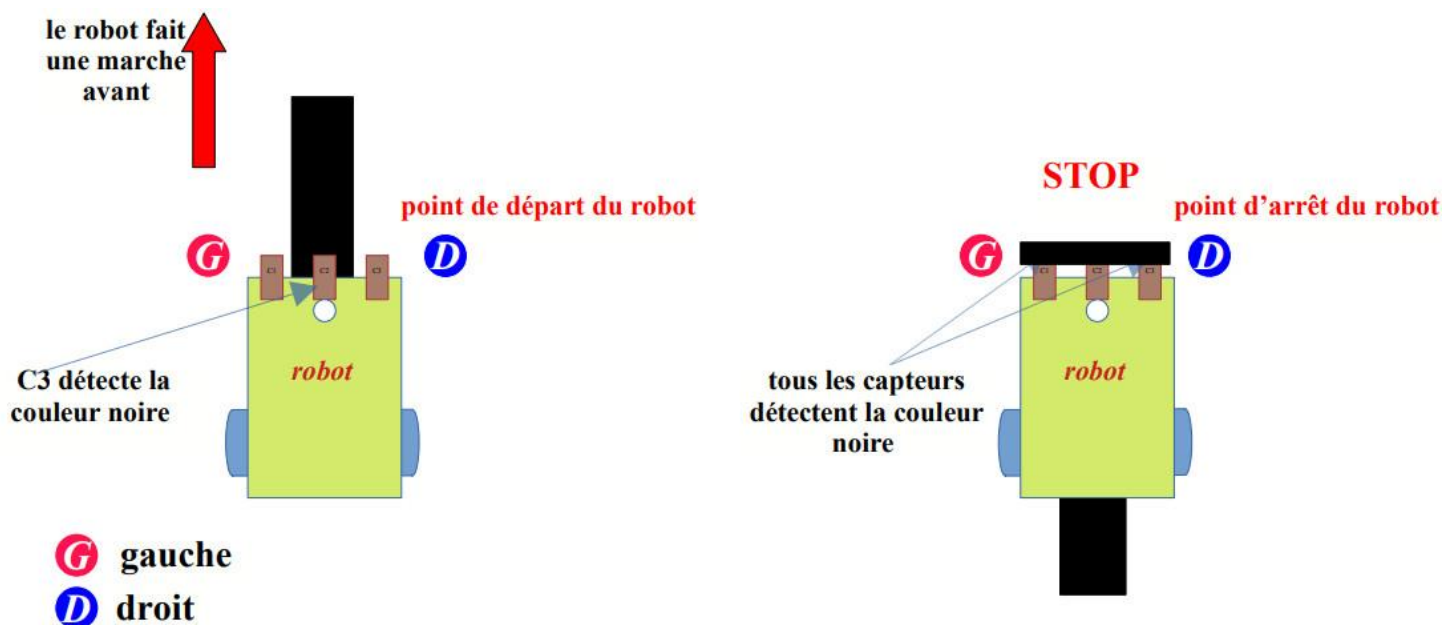


Figure III-13: démarrage et arrêt du robot

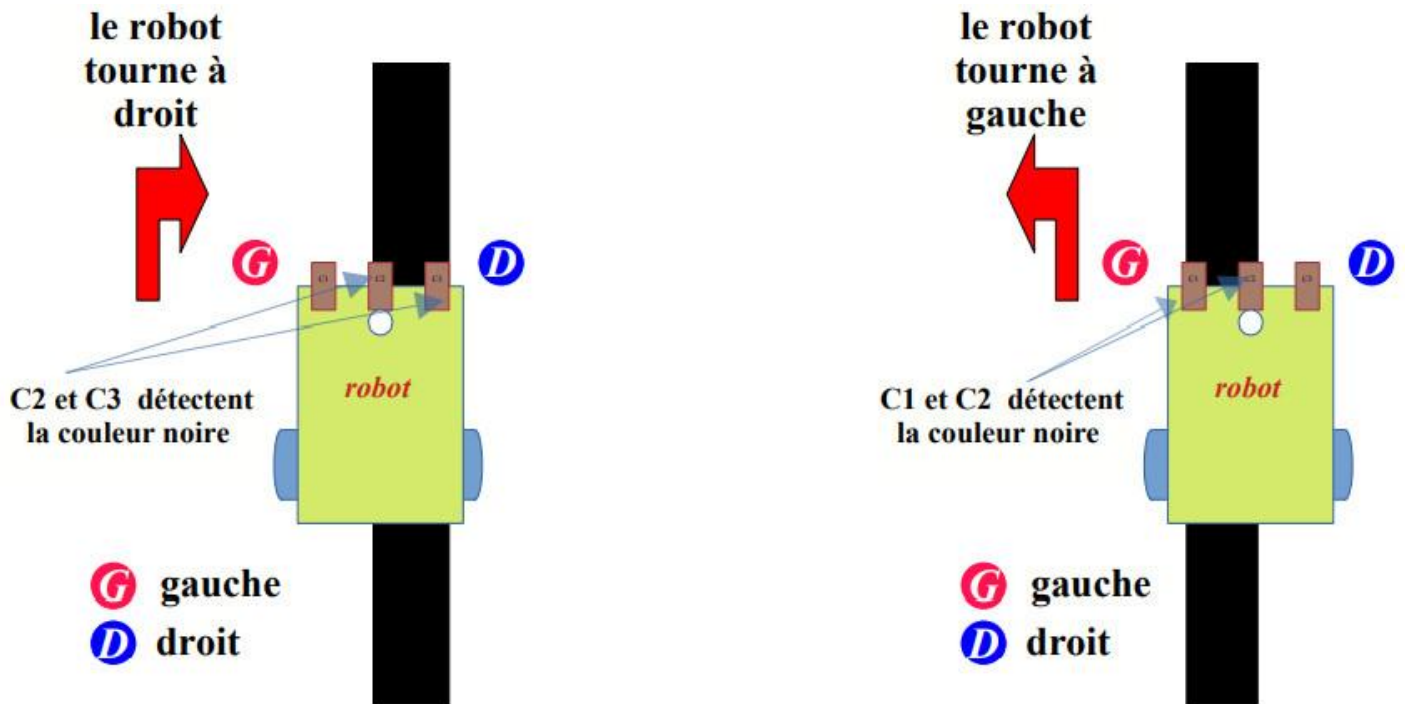


Figure III-14:rotation à gauche et à droite du robot

Quand le capteur C1 et C2 détectent la surface noire et C3 détecte la surface blanche, le robot fait une rotation vers la gauche jusqu'à ce que les deux capteurs C2 seulement détectent la ligne noire, et quand C3 et C2 détectent la surface noire et le capteur C1 détecte la surface blanche le robot fait une rotation à droite jusqu'à ce que les deux capteurs C2 détectent la ligne noire comme le montre la Figure III-14.

Notre robot fait une marche avant seulement si le capteur C2 détectent la ligne noire (Figure III-13).

III.6.4. Circuit du robot suiveur de ligne

La Figure III-15 représente le schéma du circuit qui a été implémenté en haut du châssis du robot pour lui permettre d'effectuer l'opération de suiveur de ligne, le circuit définit les entrées et les sorties du pilote moteur (L298N), les capteurs IR et l'Arduino.

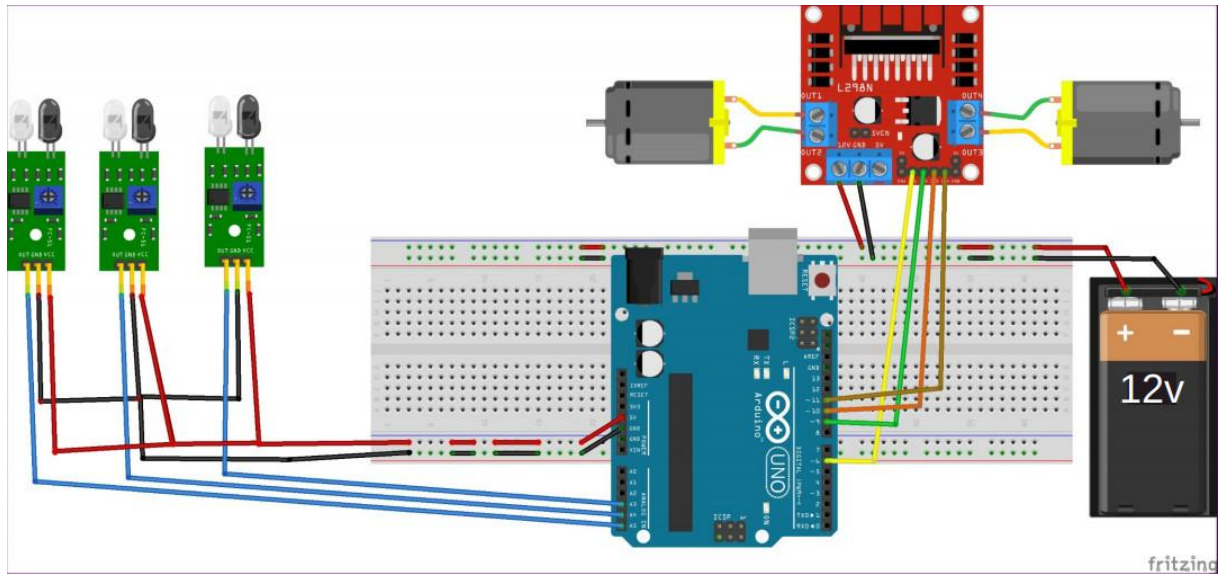


Figure III-15:circuit du robot suiveur de ligne

III.6.5. Circuit avec Proteus Isis du suiveur de ligne

La Figure III-16 montre le câblage du suiveur de ligne avec le logiciel Proteus Isis

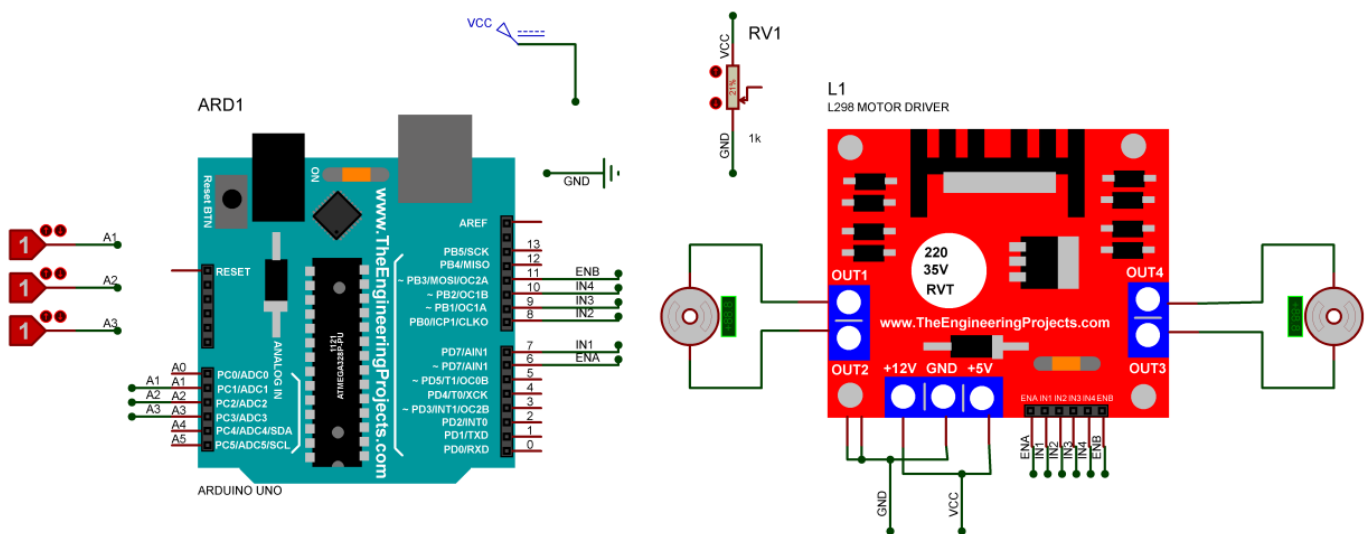


Figure III-16:circuit du robot suiveur de ligne avec Proteus Isis

III.6.6. Algorithme du suiveur de ligne

La Figure III-17 représente l'organigramme du principe de fonctionnement de notre robot suiveur de ligne

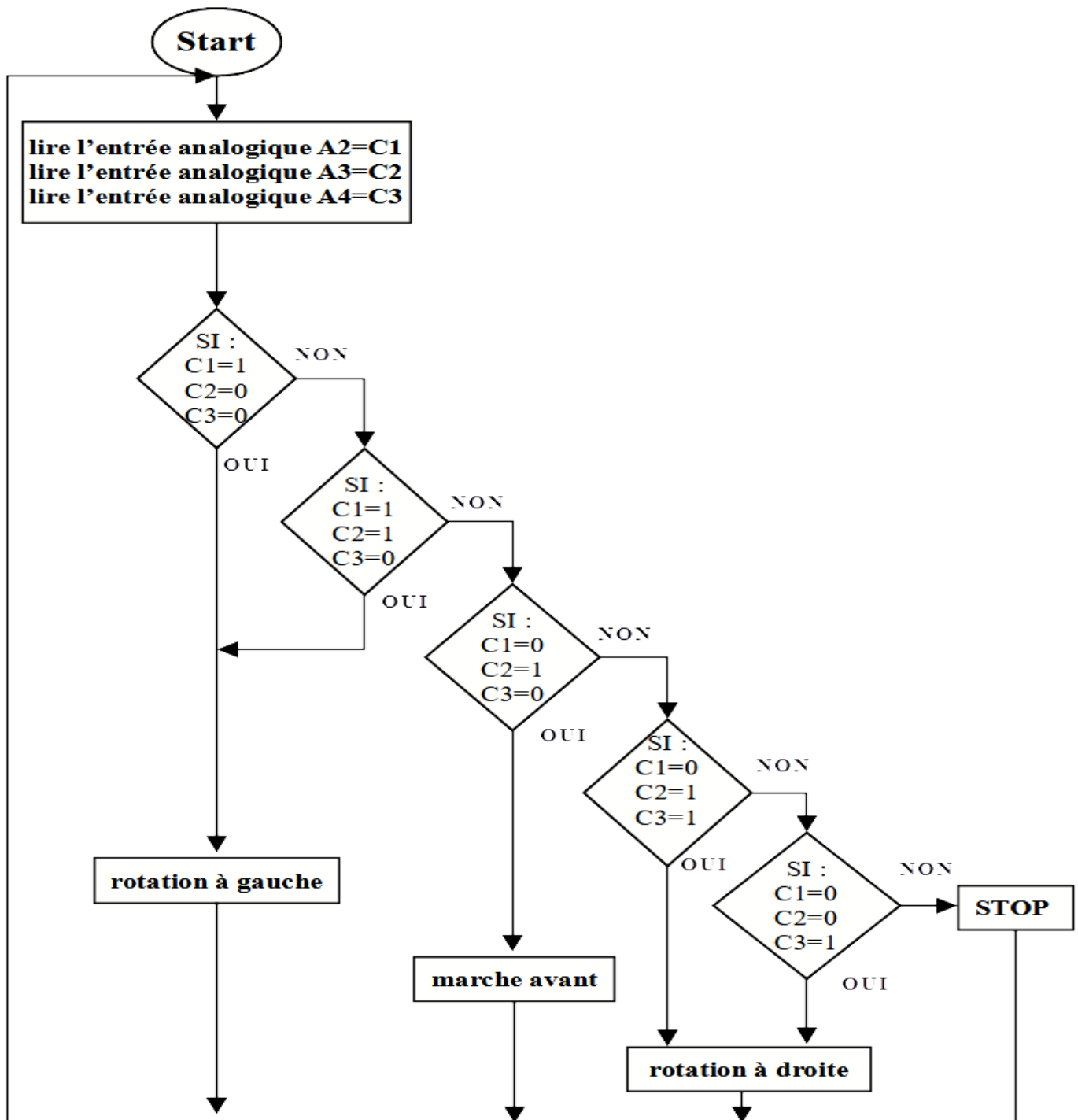


Figure III-17: Organigramme de fonctionnement du robot suiveur de ligne

III.7. Mode de fonctionnement évitement d'obstacle

Un robot autonome est un robot capable de se déplacer seul dans un environnement inconnu et non structuré. Un robot autonome est équipé d'une intelligence logicielle pour détecter son environnement, détecter les obstacles sur son chemin et se déplacer dans un environnement inconnu en surmontant les obstacles. Il existe de nombreuses conceptions robotiques utilisées dans la conception de robots autonomes. Ces conceptions sont généralement développées en tenant compte de l'environnement physique dans lequel le robot doit être déployé.

III.7.1.1. Schéma fonctionnel (implémentation matérielle)

Dans cette partie, le robot utilise un capteur à ultrasons pour détecter son environnement et détecter les obstacles. Le robot peut faire pivoter le capteur à ultrasons de 0 degré à 180 degrés à l'aide d'un servomoteur.

La Figure III-18 ci-dessous montre le schéma fonctionnel qui décrit le processus de conception et de développement du matériel.

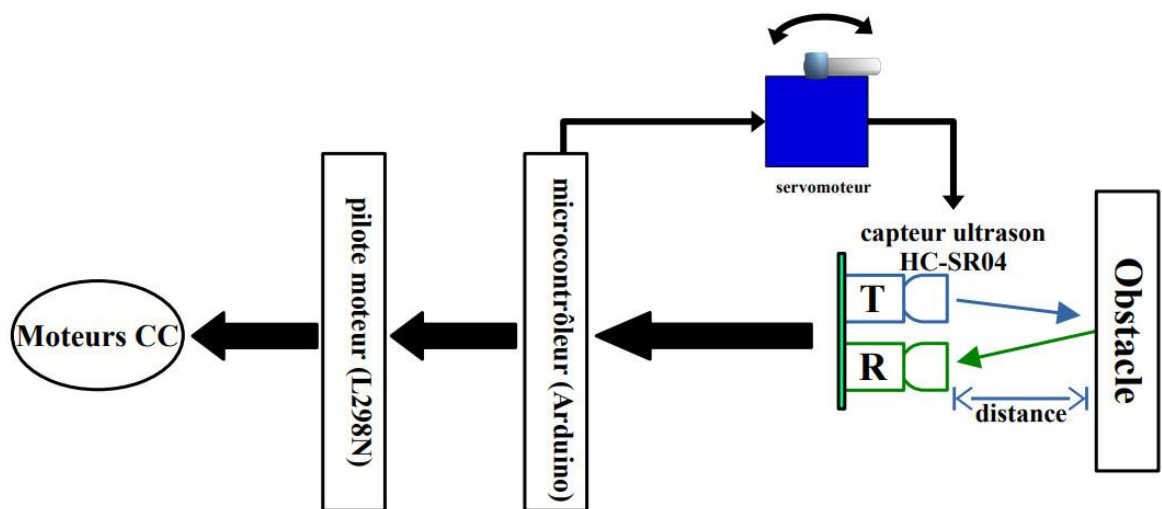


Figure III-18:différente section de l'éviteur d'obstacle

La phase de mise en œuvre matérielle est divisée en six composants. Les composants sont:

- Capteur à ultrasons capteur ultrason HC-SR04
- Servomoteur SG-90
- Arduino UNO R3
- Circuit de commande de moteur

- L298n
- Alimentation
- Moteur CC gauche et Moteur CC droit

Chaque composant a été expliqué dans le chapitre précédent.

III.7.1.2. Circuit avec Proteus Isis de l'éviteur d'obstacle

La Figure III-19 montre le circuit de connexion de déferents composants constituent le mode de fonctionnement évitement d'obstacle avec le logiciel Proteus Isis.

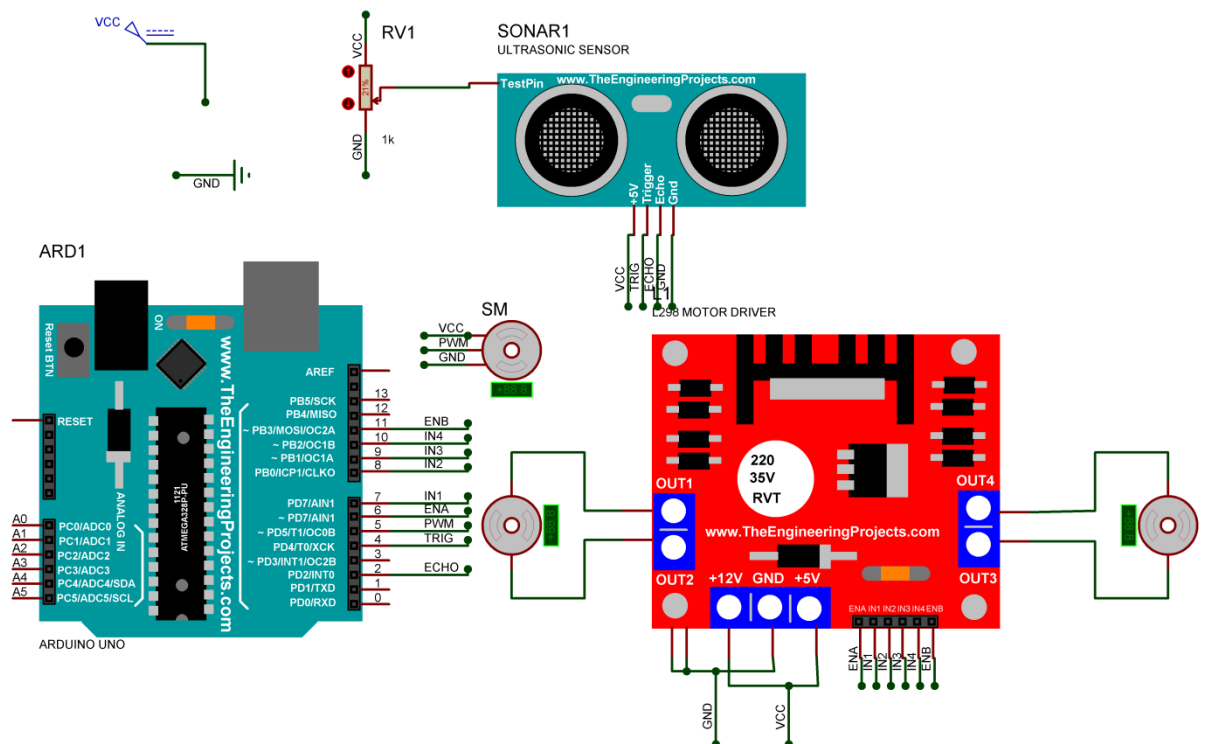


Figure III-19:Circuit avec Proteus Isis du mode de fonctionnement évitement d'obstacle

III.7.1.3. Principe de fonctionnement

Ce robot autonome a un fonctionnement très simple. Une fois que la batterie est attachée au robot, elle est mise sous tension. Lorsqu'il est alimenté, il détecte tout obstacle devant lui. S'il n'y a pas d'obstacle devant le robot, le robot commence à se déplacer vers l'avant (Figure III-20). Lorsque le robot trouve un obstacle devant lui, il s'arrête à cet endroit et le servomoteur tourne à 40 degré en tournant le capteur à ultrasons vers le côté gauche. Le robot mesure la distance sur son côté gauche à l'aide du capteur à ultrasons une fois que le servomoteur a terminé sa rotation à 40 degré.

Ensuite, le robot fait tourner le servomoteur à 110 degrés en faisant tourner le capteur à ultrasons vers la droite. Le robot mesure la distance sur son côté droit à l'aide du capteur à ultrasons une fois que le servomoteur a terminé sa rotation à 110 degrés. La distance à gauche et à droite est comparée par le programme Arduino et le robot tourne dans la direction dans laquelle la distance est la plus grande. Le robot tourne à gauche ou à droite en surmontant l'obstacle devant lui et tourne à nouveau dans la direction opposée pour reprendre son mouvement vers l'avant (la Figure III-21 résume cette partie).

Le robot est déplacé vers l'avant, l'arrière, la gauche ou la droite en mettant en œuvre la logique d'entrée suivante au niveau des broches du pilote du moteur (Tableau III-2).

Le fonctionnement du robot est résumé dans l'organigramme (voir Figure III-22).

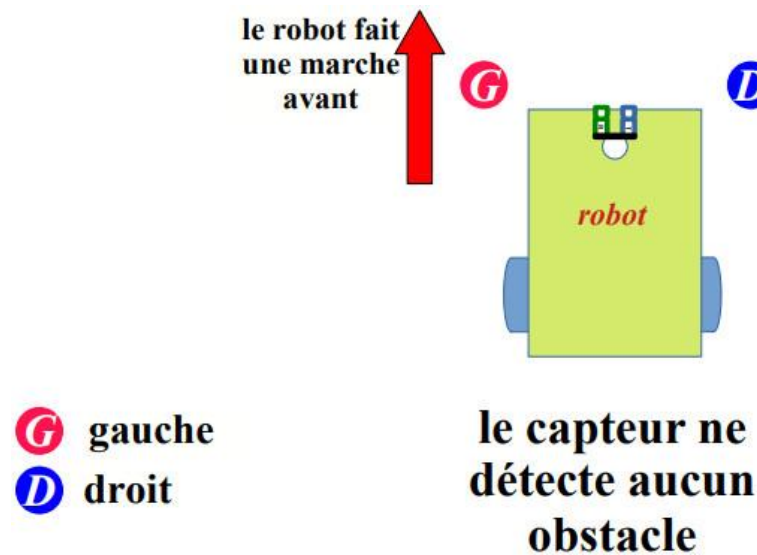


Figure III-20: cas où aucun obstacle n'est détecté

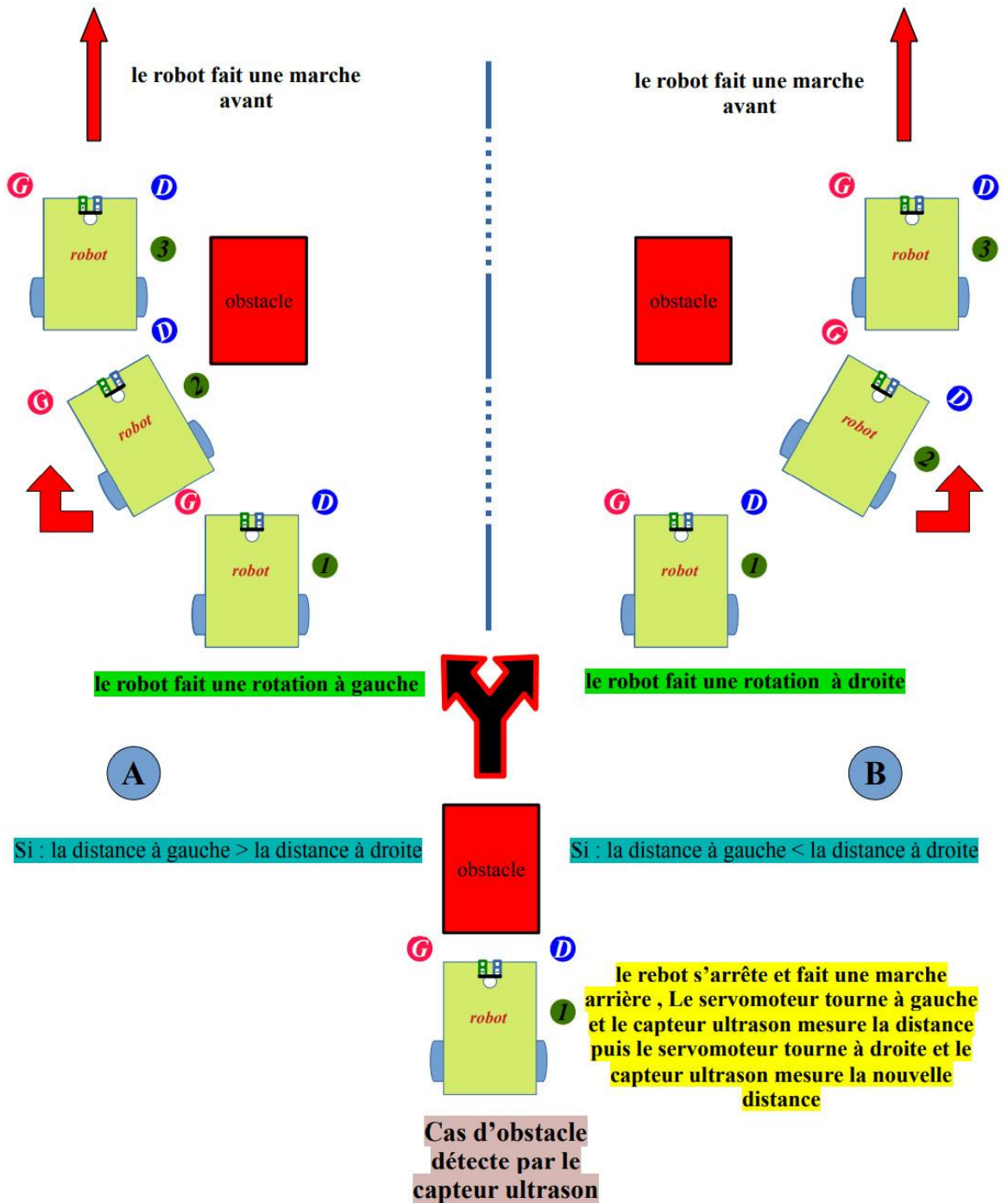


Figure III-21:Mouvement du robot éviteur d'obstacle

III.7.1.4. Organigramme de fonctionnement de l'éviteur d'obstacle

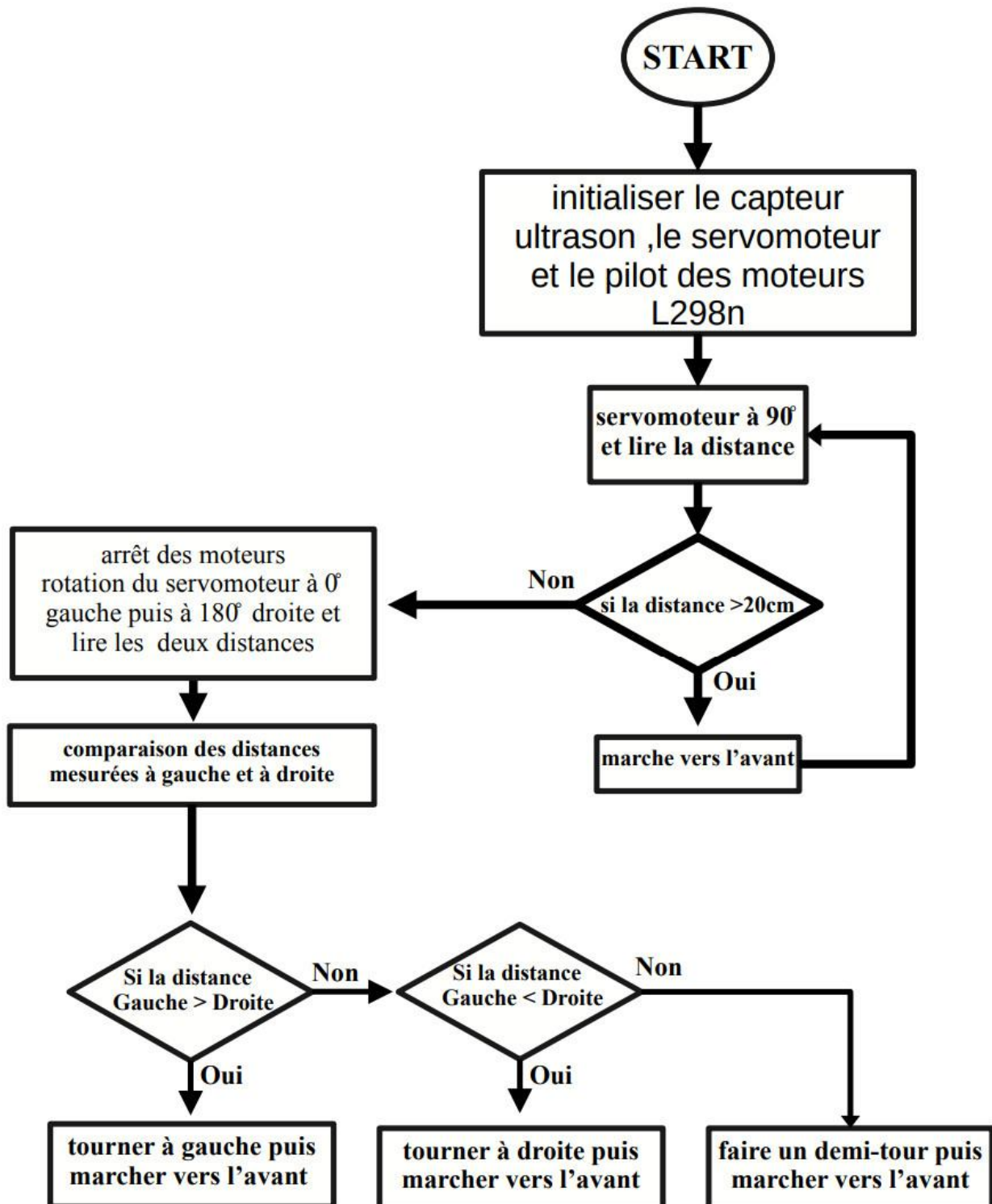


Figure III-22: Organigramme de fonctionnement du robot évitement d'obstacle

III.8. Mode de fonctionnement suiveur de ligne et éviteur d'obstacle

III.8.1. Principe de fonctionnement

Le robot dans ce mode fonctionne comme suiveur de ligne comme il a été indiqué dans (III.6.3), si un obstacle se tient devant lui l'arduino fait appel à la fonction évitement d'obstacle (III.7.1.3), après avoir esquivé l'obstacle le robot retourne à recherché la ligne comme le montre la figure suivante (Figure III-23).

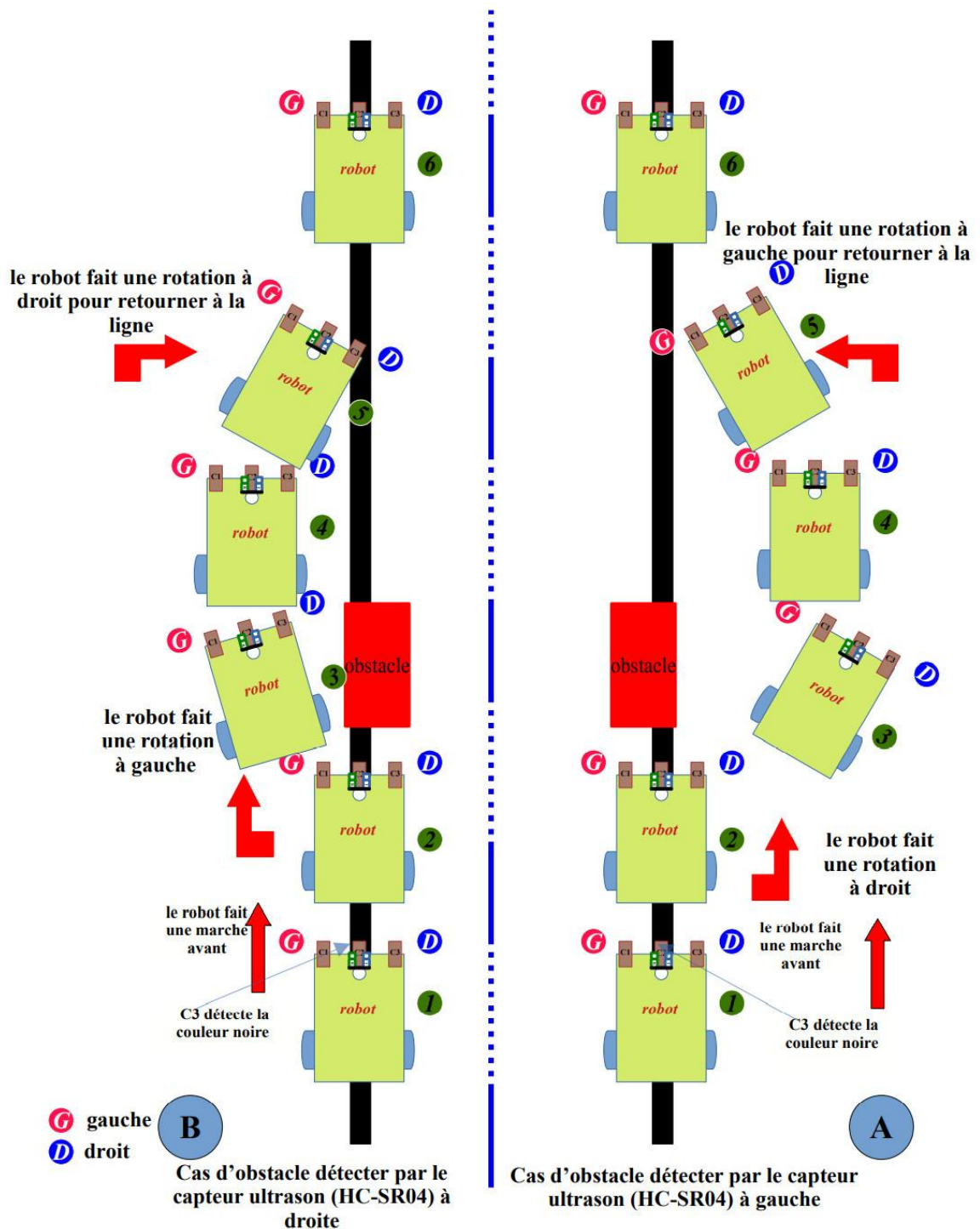


Figure III-23: cas d'obstacle détecter dans la ligne

III.8.2. Schéma fonctionnel

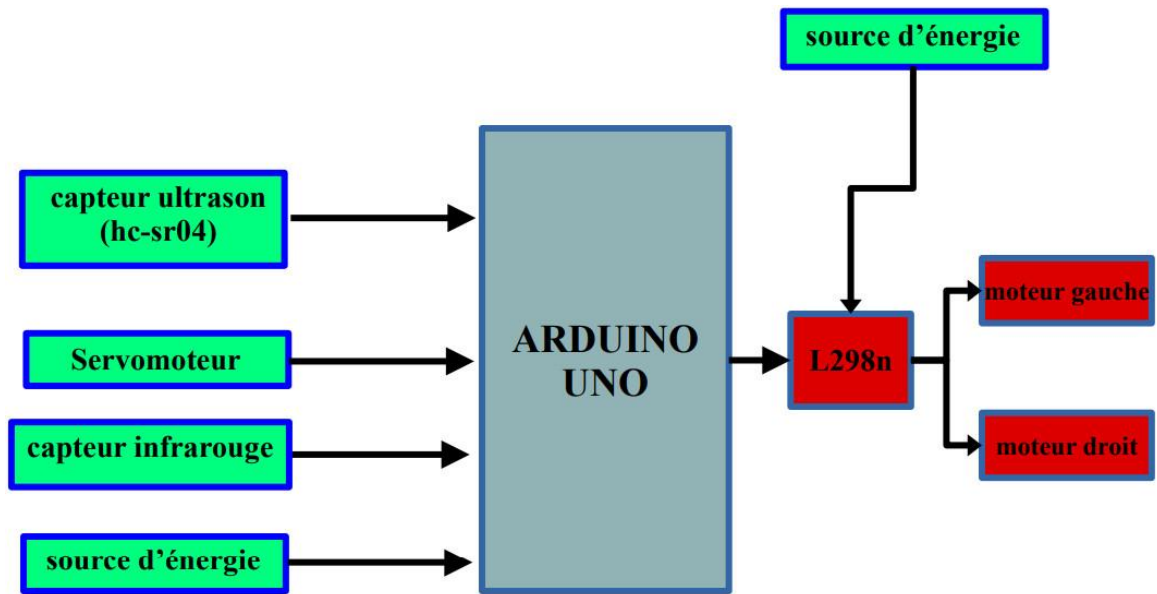


Figure III-24: Schéma fonctionnel suiveur de ligne éviteur d'obstacle

III.8.3. Circuit avec Isis Proteus du suiveur de ligne et évitement d'obstacle

La Figure III-25 montre le câblage pour ce mode de fonctionnement avec Proteus Isis.

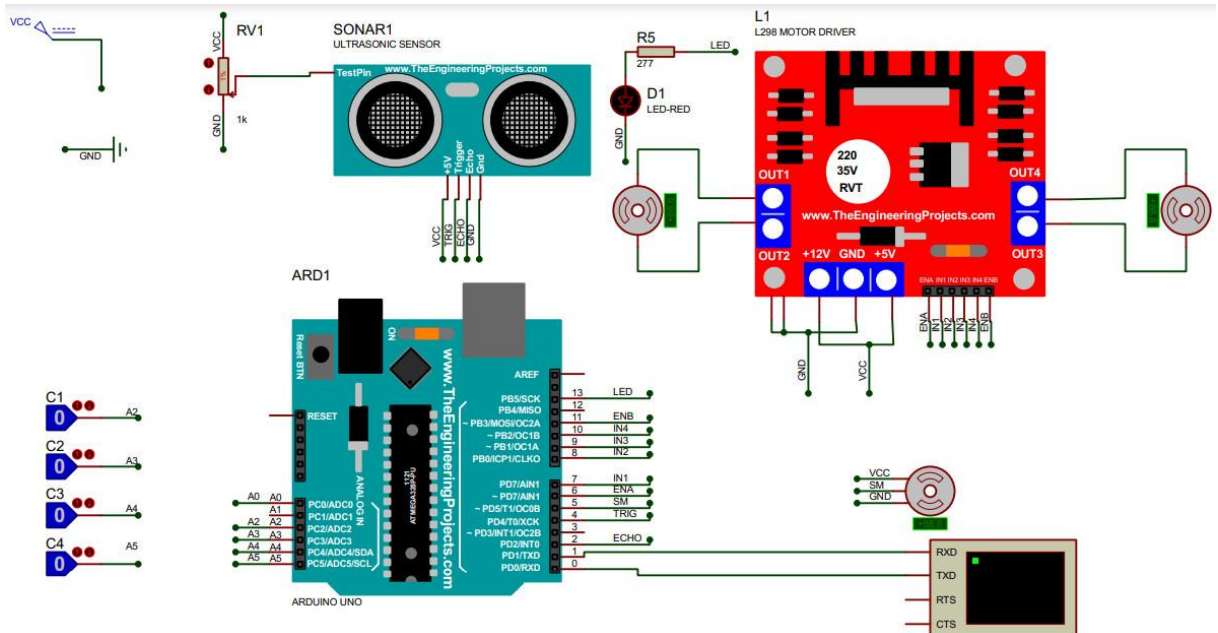


Figure III-25 : Circuit avec Proteus Isis du suiveur de ligne et évitement d'obstacle

III.8.4. Organigramme du robot suiveur de ligne et éviteur d'obstacle

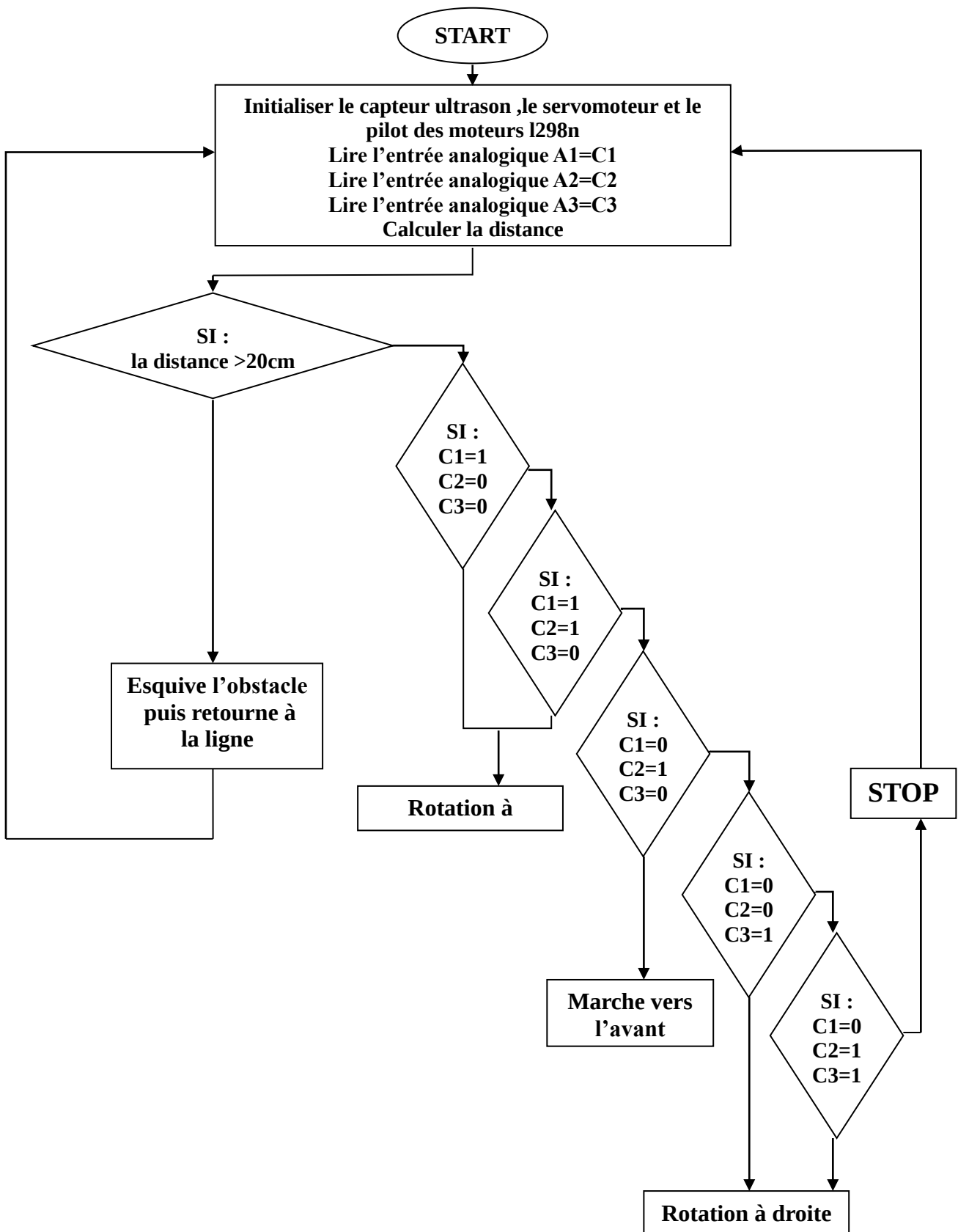


Figure III-26: Organigramme de fonctionnement du robot suiveur de ligne éviteur d'obstacle

III.9. Conclusion

Dans ce chapitre, on a décrit en détail un certain nombre d'étapes, d'algorithmes et Les schémas électriques de chaque application du robot mobile proposé.

La fin de ce chapitre s'est conclue par la réalisation du robot, nous avons constaté qu'après avoir réparti le travail en plusieurs parties, la réalisation est devenue plus facile.

La réalisation a été sur deux cotés : simulation et conception matériel. La simulation a permet de vérifier les programmes écrit avant de les utiliser sur Arduino réele.

Les tests pratiques ont montrés que les programmes développés fonctionnent bien selon les objectifs tracés au début du travail.

Conclusions Générales et Perspectives

Les robots mobiles jouent aujourd'hui un rôle important dans notre société. L'une des compétences de base est la capacité de naviguer de manière autonome. L'exigence selon laquelle le robot doit être capable de réagir aux conditions environnementales changeantes a conduit à la production de commandes robustes et fiables capables de répondre aux incertitudes mondiales. Comme il est peu probable que nous puissions prédire toutes les situations potentielles du monde réel avec une précision suffisante, un robot préprogrammé ne peut pas répondre aux besoins futurs, en particulier lorsqu'il nécessite une interaction humaine. Le but de notre projet est de créer un robot autonome qui détecte intelligemment l'obstacle sur son chemin et navigue en fonction des actions qu'il a définies. Ce dernier a plus d'avantages car il ne consomme pas beaucoup d'énergie.

Ce système de robot peut être utilisé pour des applications distantes avec un itinéraire prédéfini. En outre, il peut également fournir une alternative au système existant en remplaçant la main-d'œuvre qualifiée. Le robot peut fonctionner selon trois modes (suiveur de ligne, évitement d'obstacles et suiveur de ligne éviteur d'obstacles), ce qui le rend plus intelligent.

Grâce à ce projet, nous avons appris de nouvelles choses sur l'électronique et la robotique et développé nos compétences en programmation. C'était une excellente occasion pour nous de faire progresser la technologie. En outre, la grande partie du projet est que le suivi de ligne et l'évitement d'obstacles sont effectués à l'aide de capteurs infrarouges et ultrasoniques peu coûteux. Le robot a été testé en temps réel avec des obstacles statiques. Bien que le robot fonctionne, des changements futurs sont encore possibles pour améliorer les performances du robot et étendre cette étude.

Future carrière

Dans le processus de développement du robot, les fonctions les plus utiles seront identifiées et implémentées, surtout celles qui n'ont pas pu être ajoutées dans notre projet actuel en raison de contraintes de temps et d'autres facteurs.

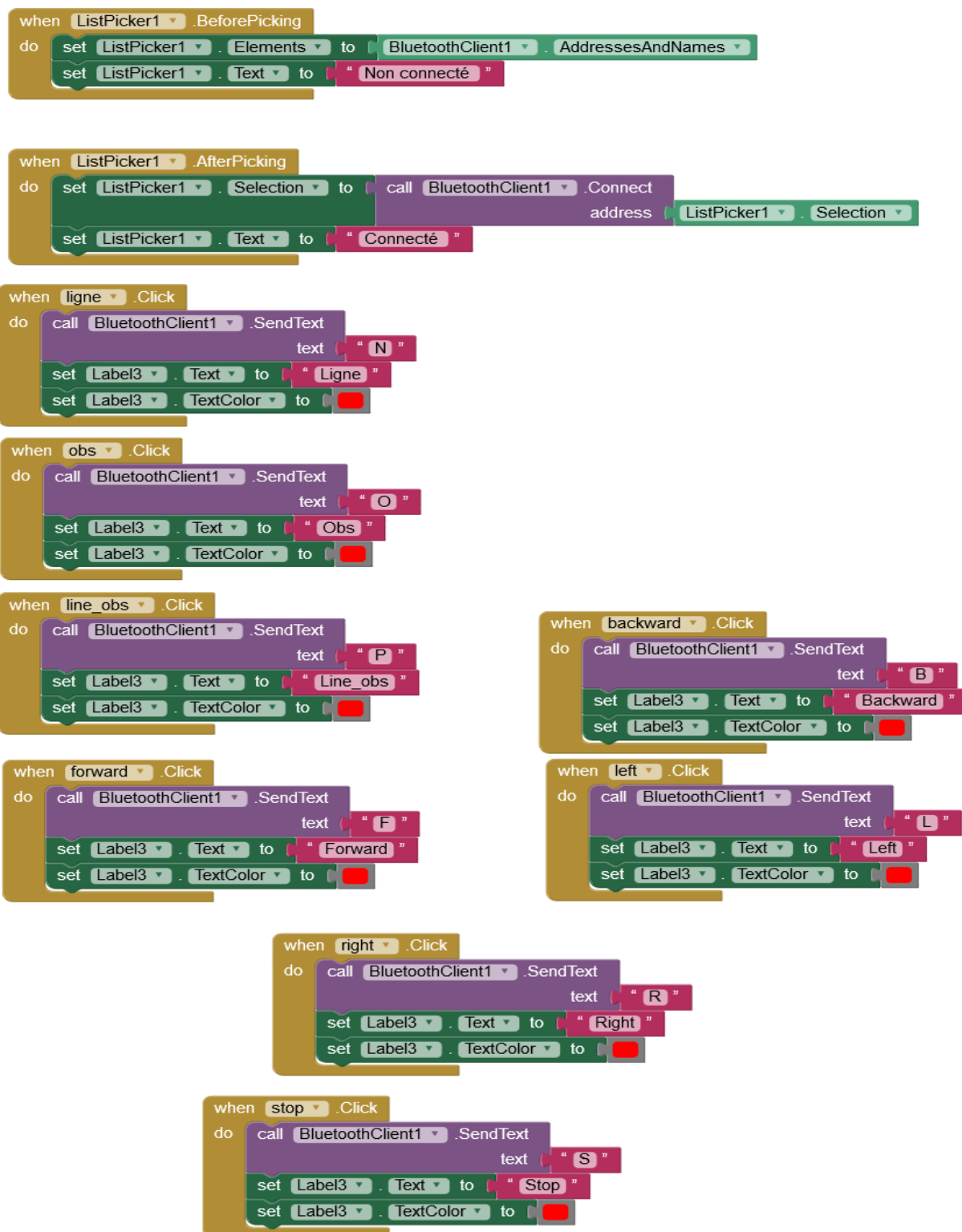
Par conséquent, les caractéristiques du développement futur seront brièvement décrites comme suit:

- Un nouveau cadre à quatre roues en aluminium, qui peuvent fournir des points d'installation illimités et peuvent installer une variété de capteurs ou d'accessoires.
- Un nouveau pilote de moteur: pour le châssis précédent, nous devons concevoir un pilote de moteur capable de gérer au moins 2 moteurs CC.
- Nous utiliserons quatre capteurs infrarouges pour détecter rapidement la ligne noire.
- Il est possible d'utiliser une caméra pour détecter les obstacles, mais il est préférable d'utiliser un CCD industriel pour obtenir des images claires et rapides.
- Nous utiliserons des encodeurs de position pour orienter le robot en douceur et correctement.
- Nous améliorerons la technologie PWM pour obtenir un meilleur suivi des lignes.
- Nous utiliserons trois capteurs à ultrasons (avant, gauche, droite) pour améliorer la Détection d'obstacles en suivant la ligne. Nous tenterons d'intégrer ces capteurs afin de détecter d'éventuels obstacles en amont de sa trajectoire.

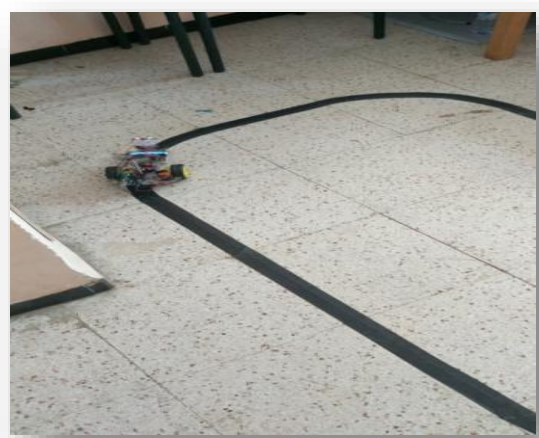
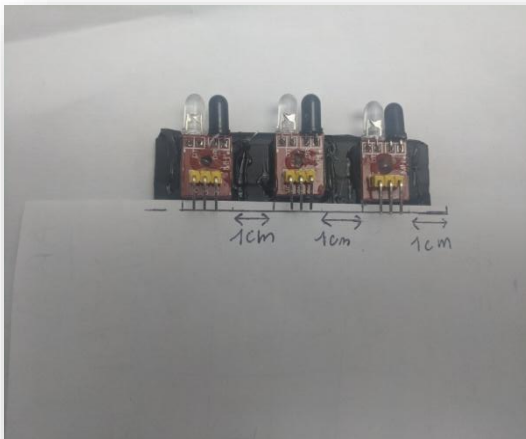
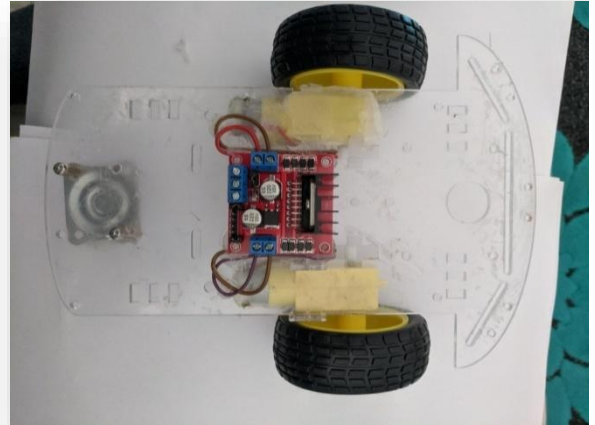
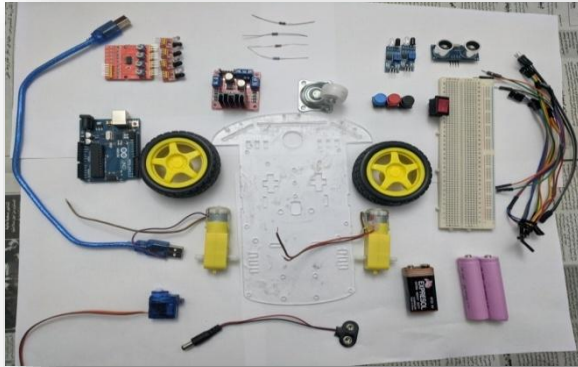
Notre objectif principal été de créer un robot autonome multifonctionnel, notre robot est désormais facile à utiliser et nous espérons l'améliorer en utilisant les points ci-dessus. À l'avenir, le test devrait inclure des environnements plus vastes et plus complexes et pourrait inclure des obstacles mobiles.

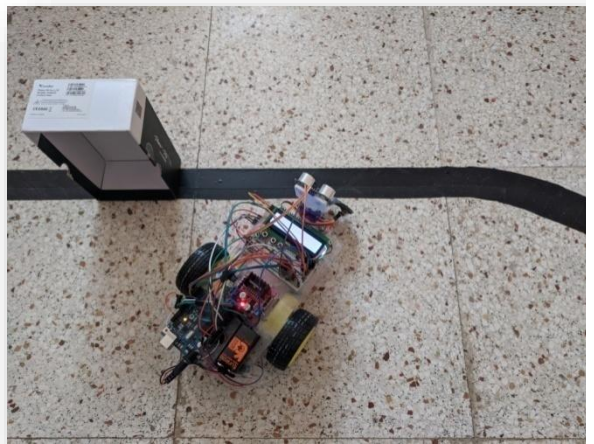
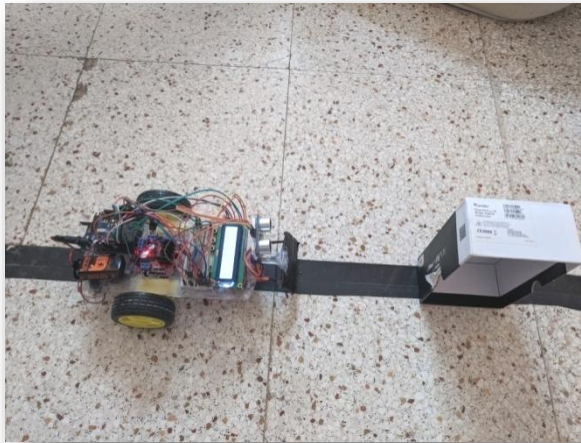
Bien que les tests sur site prennent du temps, ils peuvent grandement améliorer les résultats globaux.

Annexe A- Interface de programmation par bloc de l'application Android



Assemblage et test de fonctionnement du robot





Références Bibliographiques

- [1] R. Siegwart, I. Nourbakhsh and D. Scaramuzza, "Introduction to autonomous mobile robots", vol 1. Cambridge, Mass.: MIT Press, pp. 31-46 , 2011.
- [2] Khusheef, A. S. (2013). " Investigation on the mobile robot navigation in an unknown environment ". Thèse de doctorat. Consulté le: janv. 04, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <<https://ro.ecu.edu.au/theses/537>>
- [3] Román Osorio," Intelligent Line Follower Mini-Robot System", International Journal of Computers, Communications & Control Vol. I, No. 2 ,pp. 73-83 ,2006.
- [4] Kuantama, Endrowednes & Lukas, A.B. & Mardjoko, P.B.. (2014). "Simple delivery robot system based on line mapping method" , ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, VOL. 9, NO. 11, NOVEMBER 2014.
- [5] Nor Maniha Abdul Ghani, Faradila Naim, Tan Piow Yon , "Two Wheels Balancing Robot with Line Following Capability," World Academy of Science, Engineering and Technology, pp-634-638, 2011.
- [6] « Robots ». <https://norja.net/saviezvousque/html/robots.html> (consulté le oct. 01, 2020).
- [7] Jean-Luc Paillat« Conception et contrôle de robots à géométrie variable: applications au franchissement d'obstacles autonome », p. 154. Thèse de doctorat, Université d'Angers, 2010.
- [8] Mako, G. (2016, September 19). AGV transportant un chariot [Photographe]. Wikimedia, Disponible sur: < https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1b/AGV_con_carro.jpg>.
- [9] N. Slimane, « Système de localisation pour robots mobiles », thèse de doctorat, Batna, Université El Hadj Lakhder, 2005. pp.114.
- [10] Nowforever. (2019, April 2). Xiaomi robot vacuum [Photographe].Wikimedia. Consulté le: oct. 02, 2020. Disponible sur:
< https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/48/Xiaomi_robot_vacuum.jpg >.
- [11] Silanus, M. (2014, December 10). Isn - robotique. Retrieved April 09, 2021, Disponible sur: <http://silanus.fr/sin/formationISN/Parcours/Robotique/co/module_Robotique_9.html>. (consulté le oct. 02, 2020).
- [12]« Source d'alimentation électrique », Wikipédia. janv. 12, 2019, Consulté le: oct. 02, 2020.In wikipedia. Disponible sur:
https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Source_d%27alimentation_%C3%A9lectrique&oldid=155741190.
- [13] B. Abdelmadjid, « Approche de Navigation Coopérative et Autonome des Robots Mobiles », thèse de doctorat, Université badji mokhtar -Annaba, 2016.
- [14] Folio, David. (2013). « Stratégies de commande référencées multi-capteurs et gestion de la perte du signal visuel pour la navigation d'un robot mobile», thèse de doctorat, Université Paul Sabatier de Toulouse III, 2007.

- [15] Fabien, B. (n.d.). « Mesurer une distance avec un capteur à ultrason HC-SR04 et une carte », Consulté le: nov. 28, 2020 , Disponible sur: Arduino / Genuino. Retrieved from http://robotix.ah-oui.org/user_docs/dos10/capteur-HC-SR04.pdf
- [16] Silanus, M. (2014, December 10). «Isn - robotique». (consulté le nov. 28, 2020) , Disponible sur: http://silanus.fr/sin/formationISN/Parcours/Robotique/co/module_Robotique_9.html
- [17] Morgan, E.J., HC-SR04 ultrasonic sensor. Nov. 16 2014, Disponible sur: [HC-SR04-ETC.pdf \(temperosystems.com.au\)](http://temperosystems.com.au/HCSR04-ETC.pdf). Consulté le: 15 déc. 2020.
- [18] Projets:Wi-canne. (2019, October 16). HC-SR04 detection angle [Graph].Wikilab. Disponible sur: https://wikilab.myhumankit.org/index.php?title=File:HC-SR04_detection_angle.jpg, (consulté le nov. 28, 2020).
- [19] Guglielmi, R. M. (2020, September 17). Detecting obstacles using an ultrasonic sensor HC-SR04. PLAY Embedded. Disponible sur: <https://www.playembedded.org/blog/detecting-obstacles-hc-sr04/>, consulté le nov. 28, 2020).
- [20] Energia, « 4-CHANNEL LINE TRACKER SENSOR». Consulté le: nov. 23, 2020. [En ligne]. Disponible sur: http://www.energiazero.org/arduino_sensori/4_channel_line_tracker_sensor.pdf.
- [21] M. Zafri Baharuddin, Izham Z. Abidin, S. Sulaiman Kaja Mohideen, Yap Keem Siah, Jeffrey Tan Too Chuan, «Analysis of Line Sensor Configuration for the Advanced Line Follower Robot»,University Tenaga National. Disponible sur: [Analysis of Line Sensor Configuration for the Advanced Line Follower Robot \(psu.edu\)](http://psu.edu/Analysis%20of%20Line%20Sensor%20Configuration%20for%20the%20Advanced%20Line%20Follower%20Robot.pdf)
- [22] Sharma A, Verma R, Gupta S, Bhatia SK (2014) «Android phone controlled robot using bluetooth». Int J Electron Electr Eng 7(5):443–448. (consulté le déc. 31, 2020).
- [23] itead. (2017, May 28). «Serial Port Bluetooth Module (Master/Slave): HC-05 - ITEAD Wiki. Serial Port Bluetooth Module». Consulté le: déc. 31, 2020. [En ligne]. Disponible sur:[https://www.itead.cc/wiki/Serial_Port_Bluetooth_Module_\(Master/Slave\)_:HC-05](https://www.itead.cc/wiki/Serial_Port_Bluetooth_Module_(Master/Slave)_:HC-05) .
- [24] tubefr. (n.d.). « Configuration des modules SC-05 et 06-HC Bluetooth »
- [Photographe]. Tubefr. Disponible sur: <https://www.tubefr.com/configuration-des-modules-sc-05-et-06-hc-bluetooth.html>(consulté le déc. 31, 2020).
- [25] tutoriel-arduino. (n.d.). Piloter un LCD avec le module I2C pour arduino. LCD. Disponible sur:[https://www.tutorielarduino.com/lcd_i2c_arduino/#:%7E:text=Un%C3%A9cran%20LCD%20\(Liquid%20Crystal,sur%20tous%20types%20d%27appareils](https://www.tutorielarduino.com/lcd_i2c_arduino/#:%7E:text=Un%C3%A9cran%20LCD%20(Liquid%20Crystal,sur%20tous%20types%20d%27appareils), (consulté le déc. 31, 2020).
- [26] wiki.sunfounder.cc. (2015, Novembre 7). I2C LCD1602 - Wiki. I2C LCD1602. Disponible sur: http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=I%C2%B2C_LCD1602 . (consulté le déc. 31, 2020).
- [27] « arduinogetstarted.com - LCD I2C | Arduino Tutorial », Arduino Getting Started. <https://arduinogetstarted.com/tutorials/arduino-lcd-i2c> (consulté le déc. 31, 2020).
- [28] Stator. (2019, novembre 7). Wikipédia, l'encyclopédie libre. <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Stator&oldid=164281508>.
- [29] Eskimon, E. (2013, December 12). Le moteur à courant continu. Le blog d'Eskimon.

- [30] Servomoteur. (2020, octobre 11).Wikipédia, l'encyclopédie libre.
<http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Servomoteur&oldid=175488572>.
- [31] Components101. (2017, September 18). Servo Motor Basics Pinout Datasheet. (Consulté le fév. 27, 2020), à partir de <https://components101.com/servo-motor-basics-pinout-datasheet>
- [32] HEDDOUCHE, K. « Etude et conception d'un Robot marchant ». Mémoire de Master en Microélectronique et Hyper fréquence. Université Mohamed Khider Biskra. Juin 2014
- [33] Racso, CC BY-SA ,(2008, December 18). TiemposServo [Graphe]. Wikimedia. à partir de :<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/TiemposServo.svg>
- [34] J. José, B. Gonzales, Vision Panoramique pour la robotique mobile : stéréovision et localisation par indexation d'images, Toulouse : Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse, 2004.
- [35] Erik Bartmann, "Le Grand Livre d'Arduino", ISBN : 978-2-212-67488-02018.
- [36] Agus Kurniawan, "Arduino programming with.Net and Sketch", ISBN-13978-1-4842- 2659-9, 2017).
- [37] Mr. SEBBAGH A. « Réseaux de capteurs intelligents : architecture et fonctionnalités. Application pour un modèle d'automobile fabriqué en ALGERIE ». Mémoire de Master en électronique. Université badji mokhtar de Annaba. 2018.
- [38] Berkani, Hemza Abdel-Fettah , « Design and Construction of mobile robot with a manipulator arm for multipurpose applications » (juin-2019). Thèse de doctorat, Université Larbi Ben M'hidi O.E.B. Consulté le: nov. 28, 2020. À partir de : <http://bib.univ-oeb.dz:8080/jspui/handle/123456789/8845>
- [39] KHIREDINE Med el Amine et DRIHEM Nadia, " Contrôle d'un robot mobile " Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de master en Informatique. Commande des machines électriques. Université Abou Bakr Belkaid– Tlemcen 2015.
- [40] arduino.cc. (n.d.) « Read Analog Voltage », [datasheet], Arduino. consulté le nov. 18, 2020). à partir de : <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/BuiltInExamples/ReadAnalogVoltage/>
- [41] Texas Instruments Incorporated. « LM339, LM239, LM139, LM2901 Quad Differential Comparators », [datasheet], (NOVEMBER 2018), Consulté le: nov. 11, 2020. À partir de : https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2901.pdf?ts=1605072302050&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F.

ملخص:

تم تصميم الروبوتات الحديثة لمساعدة أو استبدال البشر في الأنشطة والمهام المعقدة ، مثل التعامل مع الأشياء ، ومساعدة الخبراء على أداء المهام المختلفة ، والتنقل في الهواء الطلق ، واستكشاف مناطق غير معروفة والقيادة في المناطق الحضرية.

كان الهدف من هذه الأطروحة هو تحقيق روبوت ذكي قادر على العمل في ثلاثة أوضاع (تتبع الخط ، وتجنب العوائق ، ومتابعة الخط وتجنب العوائق في نفس الوقت) ، يجب أن يكون الروبوت قادرًا على اكتشاف عنصرين مهمين للعمل بشكل صحيح (اكتشاف العائق والخط الأسود).

يجب أن يكتشف ويتبع خط رؤية متكامل على الأرض. أو مسارًا محدد مسبقًا ومرئي على سطح أبيض بلون متباين مثل الخط الأسود ، يمكن استخدام مستشعرات مختلفة لاكتشاف هذه الخطوط. تستخدم مستشعرات الأشعة تحت الحمراء عادةً لاكتشاف المسار الذي سيتبعه الروبوت. حركة الروبوت تلقائية ويمكن استخدامها للتطبيقات بعيدة المدى. في الواقع ، يمتلك الروبوت القدرة على اكتشاف العوائق.

عادةً ، إذا تم وضع عائق ما في المسار ، فسيحاول المتتبع الخطي الكلاسيكي دفع العائق ، مما يؤدي إلى إتلافه. ومع ذلك ، يمكن للروبوت المقترح استخدام مستشعرات فوق صوتية لاكتشاف العوائق وتجنبها. يمكن لهذا النوع من الروبوتات أن يحل محل أحزمة النقل التقليدية.

يتمثل التحدي الرئيسي لمستقبل عملية الملاحة في صعوبة التحكم في الظروف البيئية ، حيث تؤدي الروبوتات المتنقلة المهام في بيئة ديناميكية. كما تمت مناقشة التحديات الأخرى المتعلقة بتكليف هذا الروبوت الصغير مع القدرات الصناعية المفيدة.

كلمات مفتاحية : الروبوت المحمول , متتبع الخط , تجنب العقبات.

Résumé :

Les robots modernes sont conçus pour aider ou remplacer les humains dans des activités et des tâches complexes, telles que la manipulation d'objets, l'aide aux experts pour effectuer diverses tâches, la navigation à l'extérieur, l'exploration de zones inconnues et la conduite dans les zones urbaines.

Le but de ce mémoire était donc de réaliser un robot intelligent capable de fonctionner en trois modes (suiveur de ligne, évitement d'obstacles, suiveur de ligne et évitement d'obstacles en même temps), le robot doit être capable de détecter deux éléments importants pour bien fonctionner (détecter l'obstacle et la ligne noire).

Il doit détecter et suivre une ligne visuelle intégrée au sol. Ou le trajet est prédéfini et visible sur une surface blanche avec une couleur contrastée telle qu'une ligne noire, Différents capteurs peuvent être utilisés pour détecter ces lignes. Les capteurs infrarouges sont généralement utilisés pour détecter l'itinéraire que le robot suivra. Le mouvement du robot est automatique et peut être utilisé pour des applications longues distance. En fait, le robot a la capacité de détecter les obstacles.

Généralement, si un objet est placé sur le chemin, le suiveur linéaire classique tentera de pousser l'obstacle, ce qui l'endommagera. Cependant, le robot proposé peut utiliser des capteurs à ultrasons pour détecter les obstacles et les éviter. Ce type de robot peut remplacer les bandes transporteuses traditionnelles.

Le principal défi pour l'avenir du processus de navigation est que les conditions environnementales sont difficiles à contrôler, car les robots mobiles effectuent des tâches dans un environnement dynamique. D'autres défis liés à l'adaptation de ce petit robot à des capacités industrielles utiles sont également abordés.

Mots clés : Robot mobile, suiveur de ligne, évitement d'obstacles.

Abstract:

Modern robots are designed to help or replace humans in complex activities and tasks, such as handling objects, helping experts to perform various tasks, navigating outdoors, exploring unknown areas and driving in urban areas.

The goal of this thesis was therefore to achieve an intelligent robot capable of operating in three modes (line follower, obstacle avoidance, line follower and obstacle avoidance at the same time), the robot must be able to detect two important elements to work (detect the obstacle and the black line).

It must detect and follow an integrated line of sight on the ground. Where the path is predefined and visible on a white surface with a contrasting color such as a black line, Different sensors can be used to detect these lines. Infrared sensors are typically used to detect the route the robot will follow. The robot movement is automatic and can be used for long distance applications. In fact, the robot has the ability to detect obstacles.

Usually, if an object is placed in the path, the classic linear tracker will try to push the obstacle, which will damage it. However, the proposed robot can use ultrasonic sensors to detect obstacles and avoid them. This type of robot can replace traditional conveyor belts.

The main challenge for the future of the navigation process is that the environmental conditions are difficult to control, as mobile robots perform tasks in a dynamic environment. Other challenges related to adapting this small robot to useful industrial capabilities are also discussed.

Key Words: Mobile robot, line follower, obstacle avoidance.