République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Yahia Feras- media



Faculté de technologie

Département Génie mécanique

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Electromécanique

Spécialité : Mécatronique

Thème

Réalisation d'un robot mobile d'évitement d'obstacles

Présenté par :

ZEMOURI Abdelkarim

ADIM Abderrahmane

Promoteur :

M^{am}. BERRAHAL Khoukha

Promotion 2021

Remerciements

En préambule à ce mémoire Nous remerciant tous d'abord ALLAH qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant et réussite.

Je tiens à remercier plus particulièrement mon directeur de recherche, Mme BERRAHAL Khoukha, pour ses qualités d'encadrement et son suivi tout au long de mon projet de master II , vos compétences et vos remarques m'ont beaucoup apporté sur le plan professionnel et personnel, je vous remercie pour votre temps que vous avez consacré pour moi, pour votre patience, votre disponibilité, et surtout pour votre confiance et votre bienveillance.

Je voudrais également remercier les membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail et pour toutes leurs remarques et critiques.

Je tiens aussi à remercier tout le personnel et les enseignants de l'université de MEDIA qui ont contribué à notre formation et notre savoir.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire. Merci à tous.



Dédicaces

A travers ces quelques lignes, Je dédie ce modeste travail en signe de respect reconnaissance et remerciement à :

Ma très cher mer : je te remercie pour tous les sacrifices que t'as fait pour moi, pour mes frères et sœurs, pour toutes les prières que t'as prononcé pour nous, et pour tous ce que t'a fait, Je demande à Dieu de te protéger pour moi.

Mon très cher per : je te remercie pour tous que t'as fait pour moi, ta confiance, et sur tous d'avoir veillé pour que rien ne me manque.

Mes frères et toutes mes sœurs : vous qui se trouve à mes coté, dans les moments les plus heureux et surtout les plus dures.

Toutes mes familles : ZEMOURI et BRAHIMI.

Mes amies: Qui ont été mes compagnons tout au long de mon parcours universitaire.

ZEMOURI Abdelkarim

Dédicaces

A travers ces quelques lignes, Je dédie ce modeste travail en signe de respect reconnaissance et remerciement à :

Ma très cher mer: je te remercie pour tous les sacrifices que t'as fait pour moi, pour mes frères et sœurs, pour toutes les prières que t'as prononcé pour nous, et pour tous ce que t'a fait, Je demande à Dieu de te protéger pour moi.

Mon très cher per: je te remercie pour tous que t'as fait pour moi, ta confiance, et sur tous d'avoir veillé pour que rien ne me manque.

Mes frères et toutes mes sœurs : vous qui se trouve à mes coté, dans les moments les plus heureux et surtout les plus dures.

Toutes mes familles : ADIM et KABACHE.

Mes amies: Qui ont été mes compagnons tout au long de mon parcours universitaire.

ADIM Abderrahmane

SOMMAIRE

Introduction générale……..…….……1

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES ROBOTS

I.1. Introduction…….……..….2

I.2. Historique…….…..…...2

I.2.1. Les origines de la robotique……..…...….2

I.2.2. Les premiers robots……..….2

I.2.3. Dates marquantes dans la robotique…….…2

I.3. La commande des robots mobiles……...……3

I.3.1. Planification de mouvement……...…..3

I.3.2. Localisation des robots…….…….3

I.3.3. Navigation naturelle des robots…….....3

I.3.4. Evitement réactive ……...…4

I.4. Étude mathématique des mouvements d'un robot……...4

I.4.1. Repérage d'un solide dans l'espace……4

I.4.1.1. Représentation d'un point……...4

I.4.1.2. Position……...5

I.4.2. Orientation déterminée par une matrice……..…….……5

I.4.3. Orientation d'un corps par rapport à un autre……6

a. Changement de repère…….……..7
b. Orientation et cosinus directeurs…….……...7

I.4.4. Changements multiples de repères……8

I.5. Différents types des robots…….…..9

I.5.1. Les Robots manipulateurs……9

I.5.1.1. Les types des robots manipulateurs……..……10

a) Robots cylindriques…….10
b) Robots rectilignes……10
c) Robots sphériques…….…..10
d) Robots articulés……...……10
e) Le robot SCARA……...…11

I.5.2. Les Robots mobiles……..…11

I.5.2.1 Définition……...11

I.5.2.2. Structure des robots mobiles……...……11

I.5.2.3. Types des robots mobiles……12

a) Robot uni cycle…….……12
b) Robot tri cycle……...……12
c) Robot voiture……12
d) Robot omnidirectionnel…….12

I.6. Domaine d'utilisation des robots……13

I.6.1. Les robots industriels……..……13

I.6.2. Les Robots chirurgicaux ……13

I.6.3. Les robots à usage domestique ……..…….13

I.6.4. Les robots militaires……13

I.6.5. Les robots explorateurs……14

I.6.6. Robot humain…….……..…...…14

I.6.7. Les robots voitures ……14

I.7. Application des robots mobiles ……14

I.8. Les génération des robots mobiles……15

I.8.1. Première génération……16

I.8.2. Deuxième génération…….…… 16

I.8.3. Troisième génération……17

I.9. Conclusion……..……17

CHAPITRE II : CONCEPTION DE ROBOT

II.1. Introduction……...…18

II.2. Partie matérie.l ……...……..…18

II.2.1. Arduino UNO. ……18

II.2.1.1. Définition……..18

II.2.1.2. Caractéristiques techniques de la carte Arduino UNO…….....19

II.2.1.3 Les entrées/sorties de la carte Arduino Uno……..…….…….....19

II.2.1.4 Alimentation de la carte ARDUINO UNO……..…..…20

II.2.1.6 Les broche d'alimentation……..……20

II.2.1.7 Microcontrôleur ATmega328P…….……...…..…20

II.2.2 Ultrason HC SR-04……..…….22

II.2.2.1 Définition…….…..…22

II.2.2.2. Principe de fonctionnement…….…..22

II.2.2.3 La formule de distance. ……..…….22

II.2.2.4 Le diagramme temporel……23

II.2.2.5 Caractéristiques. ……...24

II.2.3 driver moteur L298N ……24

II.2.3.1. Définition …….……..24

II.2.3.2. Mécanisme de PMW sur le L298……..…...25

II.2.3.3. Caractéristiques technique du module : Driver moteur L298 …….…..…25

II.2.3.4 Le pont en H……..….…25

a) Principe de fonctionnement du pont en H……..…….…26

b) Valeur moyenne de la tension V…….…..…27

c) Valeur efficace de la tension V…….……...….28

II.2.4. Moteur à courant continu. …….……28

II.2.4.1.Définition.…….……..28

II.2.4.2. Spécifications. ……29

II .2.4.3. Motoréducteur……29

II.2.5. Servomoteur ……30

II.2.5.1 Fonctionnement du servomoteur……30

II.2.5.2 Les caractéristiques du servomoteur sg90……30

II.2.6. Autre accessoire : Bread board ……31

II.3 Partie logiciel……31

II .3.1 Arduino IDE. ……31

II.3.1.1. Interface IDE d'arduino……31

II.3.1.2. Les boutons des outils……32

II.3.1.3. Injection du programme ……32

II .3.2. Fritzing ……33

II.4. Logiciel de conception électronique. ……34

II.5. Conclusion……35

CHAPITRE III : Réalisation de robot mobile

III.1. Introduction ……36

III.2. Structure générale du robot mobile ……36

III.2.1. Liste des éléments utilisés.……36

III.3. Structure mécanique du robot……38

III.3.1 Configurer le Châssis de robot……38

III.4. Outils utilisés……40

III.4.1. Logiciels utilisés……40

A. Logiciel de programmation Arduino……40
B. Logiciel de conception électronique……40

III.4.2. Appareillage utilisés……41

A. Multimètre digital……41

B. Alimentation stabilisée…….….41

C. Lab d'essaie…….……..42

III.5. Partie de câblage ……42

III.5.1 Le capteur ultrasonique HC-SR04……...……42

III.5.2. Les moteurs à courant continu ……..….43

III.5.3. le servomoteur……...….….43

III.6. Montage final du robot avec les composants utilisés ……..…..44

III.7. Conclusion…….…….45

Références bibliographiques……..……..…...46- 47

LISTES DES FIGURE

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES ROBOTS

FIG.I.1: Représentation d'un solide dans l'espace……4

FIG.I.2: Représentation des axes cartisane des rebots…….....7

FIG.I.3 : Rotation d'axe Z et d'angle θ……...…8

FIG.I.4 : Changements de repères successifs……..…9

FIG.I.5 : Robot manipulateur…….9

FIG.I.6 : L'espace de travaille d'un robot cylindrique……10

FIG.I.7 : L'espace de travaille d'un robot rectiligne……10

FIG.I.8 : L'espace de travaille d'un robot sphérique……...……10

FIG.I.9 : L'espace de travaille d'un robot articulé……..…….10

FIG.1.10 : L'espace de travaille d'un robot SCARA……...……11

FIG.I.11: La structure d'un robot mobile…….11

FIG.1.12 : Robot de type uni cycle……..……12

FIG.1.13 : Robot de type tricycle…….12

FIG.1.14 : Robot de type voiture…….12

FIG.1.15 : Robot de type omnidirectionnel……..……12

FIG.I.16 : Robot industriel……...…13

FIG.I.17: Robot chirurgicaux…….….13

FIG.I.18 : Robot usage domestique……..……13

FIG.I.19 : Robot militaire……13

FIG.I.20 : Robot explorateur……14

FIG.I.21 : Robot humain……..…14

FIG.I.22 : Les robots voiture……..….14

FIG.I.23 : architecteur d'un système robotique de 1ère génération…….……16

FIG.I.24 : architecteur d'un système robotique de 2^{em} génération……..…..16

FIG.I.25 : architecteur d'un système robotique de 3^{em} génération…….……..…17

CHAPITRE II : CONCEPTION DE ROBOT.

FIG II.1: Carte Arduino UNO…….…18

Figure II.2 : Description des entrées/sorties de la carte Arduino Uno……..…..19

FIG II.3: Microcontrôleur Atmega 328P…….…...….21

Figure II.4 : Les pins analogique de l'ATmega 328P et l'Arduino UNO…….…..…21

FIG II.5 : Le capteur HC SR-04…….....22

FIG II.6 : Schéma fonctionnel du HC SR-04 …...…….23

FIG.II.7: Broche L293D……..….. 24

FIG.II.8: Shield DK electronique **…..**…….....26

FIG.II.9: Le pont en H……...…..26

FIG II.10 : Sens direct du courant en fonction de l'état des interrupteurs K1, K4……..….....27

FIG II.11 : Sens inverse du courant en fonction de l'état des interrupteurs K2, K3……..….27

FIG II.12 : la tension aux bornes de la charge avec un hacheur quatre quadrants **…..**…..….28

FIG.II.13: Moteur à courant continu……...….29

FIG.II.14: Engrenages intégrés……..…..29

FIG.II.15: Principe fonctionnement d'un réducteur……...….30

FIG II.16: servomoteur sg30……..….30

FIG II.17: Exemple de signal en position pour un servomoteur …..……..…..….31

FIG II.18 : La fenêtre de l'Arduino IDE…….….31

FIG II.19 : La barre d'outils……..…….32

FIG II.20 : Paramètre de port de carte…….……33

FIG II.21 : Paramètre de la board de care……33

FIG II.22: La fenêtre du logiciel Fritzing……34

FIG II.23: La vue platine d'essai du logiciel Fritzing……..34

FIG.II.24: Image de simulation sur logiciel fritzing……35

CHAPITRE III : Réalisation de robot mobile

FIG. III.1. : Structure générale de notre robot mobile…….36

FIG.III.2 : Éléments constituant le robot à 4 roues…….37

FIG.III.3: Châssis de robot (avant montage)…….….38

FIG. III.4: Photos après soudage…… 39

FIG. III.5: fer à souder……39

FIG.III.6: Le châssis sans cadre de cote en haut…….39

FIG. III.7: Châssis du robot après le montage……39

FIG.III.8: Programmation sur IDE……40

FIG.III.9 : Schéma de simulation sur logiciel fritzing……41

FIG III.10: Multimètre digital UT60D……41

FIG. III.11: Alimentation stabilisée et régulée……41

FIG. III.12: Lab d'essaie avec deux moteurs sous Arduino ……...……42

FIG. III.13 : Câblage du capteur HC-SR04 sur la carte arduino…….42

FIG. III.14: Câblage des moteurs à courant continu et les piles d'alimentation avec le driver L293N……...…43

FIG. III.14: Câblage de servomoteur……..……43

FIG.III.16 : Robot final……...…44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau. I.1 domaines d'application des robots mobiles ….……..15

Tableau II.1 : Signification des cadres ….……..….32

Tableau II.2 le rôle des boutons des programmations des cartes ……..……..32

Tableau III.1: Nomenclature châssis du robot……38

LISTE DES ABREVIATIONS

SLAM : Simultaneous localization and mapping : localisation simultanée, cartographie et déplacement autonome

AMR : Autonomous Mobile Robot : Autonomes Mobile Robot.

SCARA : System complex assistance robotic: Système complexe d'assistance robotisée

PWM : Pulse Width Modulation : modulation de largeur d'impulsions

IDE : Integrated Development Environment : environnement de développement libre.

ICSP : In Circuit Serial Programming

USB : Universal Serial Bus : Bus universel en série.

LED : Light-Emitting Diode : (DEL) diode électroluminescente.

EEPROM : Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory : Mémoire morte programmable effaçable électriquement.

DC : Direct Current : courant continu.

MCC : Moteur à Courant Continue.

µP : Microprocessor **:** Microprocesseur

IN : INPUT : Entrées.

OUT : OUTPUT **;** Sorties**.**

GND : Ground : Terre

VCC : Alimentation Tension Continue.

SRAM : Static Random Access Memory.

CAN: Convertisseur Analogique-Numérique.

RAM : Random Access Memory : Mémoire vive

ON /OFF : commande marche-arrêt.

WiFi : Wireless Fidélité.

MatLab: matrix laboratory : laboratoire matriciel.

RISC : Reduced instruction set computer : processeur à jeu d'instructions réduit.

MLF : Micro_leadframe.

QFN : Quad Flat no-lead.

TQFD : Thin quad flat no-lead.

MIPS : Microprocessor Without Interlocked Pipeline Stages : microprocesseur sans étages de pipeline interverrouillés.

USART : Universel Synchronous Asynchronous Rceiver Transmitter

. LISTE DES SYMBOLE

$\mathbf{O_1}$: point de centre d'un repère ($\overrightarrow{x_1}$; $\overrightarrow{y_1}$; $\overrightarrow{z_1}$).

$\mathbf{O_0}$: Point de centre d'un repère ($\overrightarrow{x_0}$; $\overrightarrow{y_0}$; $\overrightarrow{z_0}$).

$\mathbf{p^1}$**:** Les coordonnées d'un point P dans repère R_1.

$\mathbf{p^0}$: Les coordonnées d'un point P dans repère R_0.

$\mathbf{O_1^0}$**.** : Les coordonnées du vecteur $\overrightarrow{O_0O_1}$ dans R0.

$\mathbf{M_1^0}$: Matrice de passage de R_0 à R_1.

$\mathbf{V^0}$: Coordonnées d'un vecteur v dans le repère R_0.

$\mathbf{V^1}$: Coordonnées d'un vecteur v dans le repère R_1.

D : distance

$\mathbf{v_t}$: la vitesse du son (≈ 340 m /s).

$\mathbf{T_{im}}$: est le nombre de décomptes de minuterie en microsecondes.

D_{cm} : distance en centimètres.

$\boldsymbol{\alpha}$: rapport de cycle.

T : période.

t : tempe.

V : tension à la borne le moteur DC.

E : tension de source électrique.

$\mathbf{V_{moy}}$: valeur moyen de tension.

$\mathbf{V_{eff}}$: valeur efficace de tension.

I : courant

Résumé

Le but de ce travail est de concevoir et produire un robot d'évitement d'obstacles, basé sur une carte Arduino UNO connectée aux capteurs et actionneurs du robot. Les commandes pour le mouvement du robot sont écrites dans le programme Arduino, après quoi elles sont traitées dans une unité de traitement (ATmega 328p) qui exécute les instructions du code, Le robot est équipée par un capteur de distance HC SR-04, un servomoteur SG8_30 et un driver L293N pour contrôle les moteurs.

Mots–clés : Arduino UNO, ATMega328p, Shield L293D, moteurs à courant continu, capteur ultrason HC-SR04, servomoteur, châssis.

Abstract

The goal of this work is to design and produce an obstacle avoidance robot, based on an Arduino UNO board connected to the robot's sensors and actuators. The commands for the movement of the robot are written in the Arduino program, after which they are processed in a processing unit (ATmega 328p) which executes the instructions of the code, the robot is equipped by an HC SR-04 distance sensor, a SG8_30 servo motor and a driver l293N to control the motors.

Keywords: Arduino UNO, ATMega328p, driver L293N, moteurs à courant continu, ultrasonic sensor HC-SR04, servomotor, châssis.

ملخص

الهدف من هدا العمل تصميم وانتاج ربوت لتجنب العقبات بناء على لوحة Arduino UNO متصلة بأجهزة استشعار و مشغلات الربوت, و تتم كتابة أوامر حركة الروبوت في برنامج Arduino و بعد ذالك يتم تحويلها الى وحدة معالجة (ATmega 328p) التي تنفذ تعليمات الكود و الربوت مزود بجهاز مسافة هو HC SR-04 و جهاز مؤازر و للتحكم في المحركات L292N و درع محرك SG8-30.

الكلمات مفتاحية : اردوينو اينو, محرك التيار المستمر, حساس المسافة HC-SR04, محرك مؤازر , سيارة مجهزة خاصة لمشاريع الاردوينو , متحكم دقيق .

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

Depuis bien longtemps, l'humain rêve de créer des machines intelligentes capables d'effectuer des tâches à sa place. Ainsi, les humains auraient plus de temps à consacrer pour leurs loisirs, ou prendraient moins de risques pour effectuer des tâches dangereuses dans des endroits inaccessibles et hostiles. La robotique est l'ensemble des techniques permettant la conception et la réalisation de ces machines-là intitulé « robot ». Un robot est un appareil effectuant, grâce à un système de commande automatique à microprocesseur, une tâche précise pour laquelle il a été conçu dans le domaine industriel, domestique ou scientifique.

Le développement des systèmes de navigation intelligents d'aujourd'hui, où la navigation autonome, est un axe de recherche qui vise à donner à une machine la capacité de se mouvoir dans un environnement sans assistance, ni intervention humaine pour accomplir un but désiré. La tâche de navigation consiste à donner au robot la possibilité d'obtenir les informations dont il a besoin pour raisonner et le doter de capacité de locomotion adaptée à son environnement. Cependant, celle-ci implique des systèmes complexes dans la réalisation.

Les robots mobiles intelligents se caractérisent par leur capacité à déterminer leur emplacement dans l'environnement environnant, et cela se fait grâce à des capteurs d'obstacles, et grâce à des calcules particulier dans le microcontrôleur, le robot est capable de déterminer des directions précises pour son trajectoire. Et pour cela, les robots mobiles utilisent plusieurs moyens de locomotion selon l'environnement auquel ils sont destinés.

L'objectif de ce projet est de concevoir et de réaliser un robot automoteur, équipé d'un mécanisme d'évitement d'obstacles. Pour y parvenir, la carte arduino UNO a été utilisée comme composant de base avec les appareils de perception (ultrason) et de mouvement (moteurs DC, servomoteur).ainsi que la carte électronique de contrôle moteurs du type l298n.

Notre projet est organisé en trois chapitres :

Le 1er chapitre une présentation généralités des robots est donné, en suite dans le 2ème chapitre est consacré à la conception du robot mobile à 4 roues ainsi qu'un matérielles et logiciels utilisé.

Dans le 3ème chapitre on présente les étapes de réalisation du robot ainsi que les résultats obtenus.

CHAPITRE I
GÉNÉRALITÉ SUR LES ROBOTS

I.1. Introduction

La présence des robots dans la vie humain n'est pas nouvelle, l'homme s'est servis de beaucoup de machines qui lui apporter de l'aide dans ses activités pénibles, et dangereuses. Beaucoup d'activité exigent la précision, la rapidité ce qui a conduit à remplacer ou introduire des robots à coté de l'homme à titre d'exemple (la production des voiture, les appareils électriques et informatique). L'ambition de l'homme est de produire des générations de robots performant, intelligent et interactives pour qu'ils soient capable de réagir au différent défis dans les endroits au quels sont conçus pour fonctionner **[1]**.

I.2. Historique

I.2.1. Les origines de la robotique

Les ancêtres des robots sont les automates. Un automate très évolué fut présenté par Jacques de Vaucanson en 1738: il représentait un homme jouant avec un instrument de musique à vent. Jacques de Vaucanson créa également un automate représentant un canard mangeant et refoulant sa nourriture après ingestion de cette dernière **[2]**.

I.2.2. Les premiers robots

Unimate est le premier robot industriel créé. Il fut intégré dans les lignes d'assemblage de Général Motors en 1961. En 1970, le robot lunaire (Lunokhod 1), envoyé par l'Union soviétique, a voyagé sur une distance de 10 km et a transmis plus de 20 000 images.

I.2.3. Dates marquantes dans la robotique

- 1947 : premier manipulateur électrique télé opéré.
- 1948 : Grey Walter invente le premier robot mobile autonome, une tortue se dirigeant vers les sources de lumière qu'elle aperçoit. Cependant, ce robot n'est pas programmable.
- 1954 : premier robot programmable.
- 1961 : Premier robot industriel mis en place dans une usine de General Motors, c'était premier robot avec contrôle en effort.
- 1963 : utilisation de la vision pour commander un robot.
- 1972 : Nissan ouvre la première chaîne de production complètement robotisée.
- 1973 : premier robot mobile à roues.
- 1977 : Premier robot mobile français HILARE au LAAS (CNRS Toulouse)
- 1992 : Mise en place de la compétition annuelle AAAI sur la robotique mobile.

- 1995 : Mise en place de la Robo Cup.
- 1997 : Premier robot mobile extra planétaire sur Mars.
- 2003 : Projet “Mars Exploration Rover” (Spirit & Opportunity).
- 2009 : Projet “Mars Science Laboratory” succédant au projet Rover, envoi prévu de Curiosity fin 2011 **[2]**.

I.3. La commande des robots mobiles

Pendant ce temps, les robots ont été commandés et programmé par des algorithme d’intelligence artificielle avancée de navigation intérieure (SLAM),(localisation simultanée, cartographie et déplacement autonome), permettant à un robot de construire son environnement et de normaliser son comportement en fonction des obstacles non attribués tout en déterminant sa localisation en temps réel. Afin de se déplacer de manière autonome et sans chemin prédéfini, le robot combinera ses informations avec des données de son environnement (renvoyées par ses lasers, ses capteurs et ses systèmes Wifi) **[3]**.

I.3.1. Planification de mouvement

Afin d'accomplir les tâches qui lui sont assignées, AMR a la capacité d'optimiser seul son cours. La configuration de départ déterminera son chemin global et évoluera en fonction des informations récupérées au moment du travail, ce qui changera son chemin. Et au dessus, il calculera en continu sa trajectoire sans collision avec les objets qui se trouve dans son milieu. Cela lui permet de concevoir une interface conviviale pour des automouvements, et l’aider à avancer, en explorant les objets qui peuvent apparaître devant lui (le chemin local) **[3]**.

I.3.2. Localisation des robots

Pour pouvoir planifier de manière autonome, les robots mobiles peuvent se localiser dans leur environnement. Ils utilisent un grand nombre de capteurs embarqués, tels que des scanners laser, des lasers verticaux, etc. Afin de déterminer en permanence leur emplacement, les robots pendant ce temps comparent leurs cartes avec l'environnement pour lequel ils ont été conçus aux informations collectés par leurs capteurs. Ainsi, toute erreur de positionnement est corrigée instantanément et le robot est automatiquement localisé **[3]**.

I.3.3. Navigation naturelle des robots

Les robots mobiles ont la capacité de calculer les commandes des déclencheurs du système pour réaliser le mouvement planifié. Le robot planifie son propre chemin. Il suit le chemin prévu (chemin général) tout en évitant les obstacles non pré-attribués sur le chemin. Si le

robot rencontre des obstacles, il améliore son chemin "local" pour les éviter, mais si ce dernier est incapable d'avance, par exemple la porte est fermée, il redéfinira son chemin **[3]**.

I.3.4. Evitement réactive

En plus du scanner laser principal, les robots mobiles sont équipés par des dispositifs qui leur permettent de s'aligner avec le Wan :(Réseau à grande distance). Le scanner laser Foot détecteur situé à une distance de 60 mm du sol. Cette ligne droite permet au robot Mobile de contourner tout obstacle au niveau du sol.

I.4. Étude mathématique des mouvements d'un robot.

La trajectoire d'un mobile, le déplacement du bras d'un robot ou tout autre mouvement, peut être modélisée par une matriciel M, qui dépend des paramètres de mouvement rotation **(**θ, cosθ, sinθ) et mouvement translation (O, $\overrightarrow{x_1}$, $\overrightarrow{y_1}$, $\overrightarrow{z_1}$), cette matrice sera représentés par des variables réelles et qui sera à valeurs vectorielles, en dimension 3 en général.

I.4.1. Repérage d'un solide dans l'espace.

Soit un solide S1 quelconque, de centre O_1 (le centre étant un point du solide choisi de façon arbitraire). On souhaite caractériser sa situation dans l'espace.

Pour ce faire, on associe au solide un repère R_1 , forme d'une base orthonormée directe ($\overrightarrow{x_1}$; $\overrightarrow{y_1}$; $\overrightarrow{z_1}$) et d'une origine O_1. On définit également un repère R1 dans l'espace R_0 = (O_0, $\overrightarrow{x_0}$; $\overrightarrow{y_0}$; $\overrightarrow{z_0}$), tel qu'indiqué sur le schéma suivant :

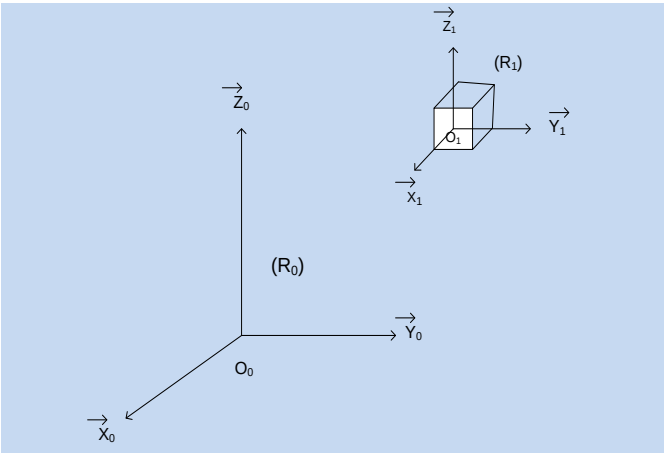


FIG.I.1: Représentation d'un solide dans l'espace.

I.4.1.1. Représentation d'un point

Soit P un point du solide S1. Les coordonnées de P dans R_1 sont représentées par le vecteur p^1 tel que **[10]** :

$$p^1 = \overrightarrow{O1P}\,(R0) = \begin{cases} \overrightarrow{O1P}.\overrightarrow{x_1} \\ \overrightarrow{O1P}.\overrightarrow{x_2} \\ \overrightarrow{O1P}.\overrightarrow{x_3} \end{cases} \qquad \textbf{I.1}$$

I.4.1.2. Position

La position du repère R_1 dans l'espace peut alors s'exprimer par l'intermédiaire de la position du point O_1 dans R_0, c'est-à-dire par les coordonnées du vecteur $\overrightarrow{O_0O_1}$ dans R0 noté O_1^0 **[10]** .

$$O_1^0 = \overrightarrow{O_0O_1}/R_0 = \begin{cases} \overrightarrow{O_0O_1}.\overrightarrow{x_1} \\ \overrightarrow{O_0O_1}.\overrightarrow{x_2} \\ \overrightarrow{O_0O_1}.\overrightarrow{X_3} \end{cases} \qquad \textbf{I.2}$$

Si les repères sont équipollents (translation pure entre les repères), le vecteur (O_1^0) permet d'exprimer dans le repère R_0 les coordonnées d'un point données dans le repère R_0 . En effet, dans ce cas, on a $\overrightarrow{O_1P}/R_0 = \overrightarrow{O_1P}/R_1$ et donc on peut écrit :

$$\overrightarrow{O_0P}/R0 = \overrightarrow{O_0O_1}/R_0 + \overrightarrow{O_1P}/R_0 = \overrightarrow{O_0O_1}/R_0 + \overrightarrow{O_1P}/R_1 \qquad \textbf{I.3}$$

Soit: $p^0 = O_1^0 + p^1$

En ce qui concerne l'orientation du repère R_1 par rapport au repère de référence R_0, elle peut s'exprimer de différèrent manières. L'orientation peut se définir par une matrice de rotation, par trois angles, par un vecteur et un angle ou encore par un quaternion.

I.4.2. Orientation déterminée par une matrice

Soit P un point du solide S1. On note a, b et c ses coordonnées exprimées dans le repère R1:

$$p^1 = \overrightarrow{O_1P}/R1 = \begin{matrix} a \\ b \\ c \end{matrix} \qquad \textbf{I.4}$$

On a alors : $\overrightarrow{O_1P} = a.\overrightarrow{x_1} + b.\overrightarrow{y_1} + c.\overrightarrow{z_1}$ **I.5**

Si les origines des deux repères R_0 et R_1 sont confondues (rotation pure entre les repères), on peut substituer le vecteur $\overrightarrow{O_0P}$ par $\overrightarrow{O_1P}$ Puis en exprimant les coordonnées du vecteur $\overrightarrow{O_0P}$ dans le repère R_0 , il vient :

$$p^1 = \overrightarrow{O_0P}/R_0 = \overrightarrow{O_1P}/R_0 = \begin{matrix}\overrightarrow{O1P}.\overrightarrow{x_1}\\ \overrightarrow{O1P}.\overrightarrow{x_2}\\ \overrightarrow{O1P}.\overrightarrow{x_3}\end{matrix} = \begin{bmatrix}(a.\overrightarrow{x_1} + b.\overrightarrow{y_1} + c.\overrightarrow{z_1}).\overrightarrow{x_0}\\ (a.\overrightarrow{x_1} + b.\overrightarrow{y_1} + c.\overrightarrow{z_1}).\overrightarrow{y_0}\\ (a.\overrightarrow{x_1} + b.\overrightarrow{y_1} + c.\overrightarrow{z_1}).\overrightarrow{z_0}\end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix}(\overrightarrow{x_0}\overrightarrow{x_1} + \overrightarrow{x_0}\overrightarrow{y_1} + \overrightarrow{x_0}\overrightarrow{z_1})\\ (\overrightarrow{y_0}\overrightarrow{x_1} + \overrightarrow{y_0}\overrightarrow{y_1} + \overrightarrow{y_0}\overrightarrow{z_1})\\ (\overrightarrow{z_0}.\overrightarrow{x_1} + .\overrightarrow{z_0}\overrightarrow{y_1} + \overrightarrow{z_0}.\overrightarrow{z_1})\end{bmatrix} * \begin{bmatrix}a\\ b\\ c\end{bmatrix} \quad \textbf{I.6}$$

Soit : $p^0 = M_1^0 . p^1$

La matrice M_1^0 est la matrice de rotation (également appelée matrice des cosinus directeurs) correspondant à la matrice dite (de passage de R_0 à R_1). Les colonnes de cette matrice sont les composantes des vecteurs de la base de R_1 exprimes dans R_0 **[10]**:

$$M_1^0 = [\overrightarrow{x_1}/R_0 \quad \overrightarrow{y_1}/R_0 \quad \overrightarrow{z_1}/R_0] = \begin{bmatrix}(\overrightarrow{x_0}\overrightarrow{x_1} + \overrightarrow{x_0}\overrightarrow{y_1} + \overrightarrow{x_0}\overrightarrow{z_1})\\ (\overrightarrow{y_0}\overrightarrow{x_1} + \overrightarrow{y_0}\overrightarrow{y_1} + \overrightarrow{y_0}\overrightarrow{z_1})\\ (\overrightarrow{z_0}.\overrightarrow{x_1} + .\overrightarrow{z_0}\overrightarrow{y_1} + \overrightarrow{z_0}.\overrightarrow{z_1})\end{bmatrix} \quad \textbf{I.7}$$

Notons que les 3 lignes sont les composantes des vecteurs de la base de R_0 exprimes dans R_1 soit respectivement $\overrightarrow{x_1}/R_0$, $\overrightarrow{y_1}/R_0$ et $\overrightarrow{z_1}/R_0$. Chaque élément de la matrice est nomme cosinus directeur.

Outre le fait d'exprimer l'orientation d'un repère par rapport à un autre, la matrice M_1^0 dite (de passage de R_0 à R_1) permet d'exprimer les coordonnées d'un vecteur v dans le repère R0 à partir de ses coordonnées données dans le repère R_1 **[10]**:

$$V^0 = M_1^0 . V^1. \quad \textbf{I.8}$$

I.4.3. Orientation d'un corps par rapport à un autre

Si la rotation d'un repère R_n par rapport à un repère R_{n-1} s'effectue autour d'un des axes de base de R_{n-1} , il est facile d'écrire la matrice de passage entre R_n et R_{n-1} . Les rotations sont définies dans le sens direct.

a. Changement de repère

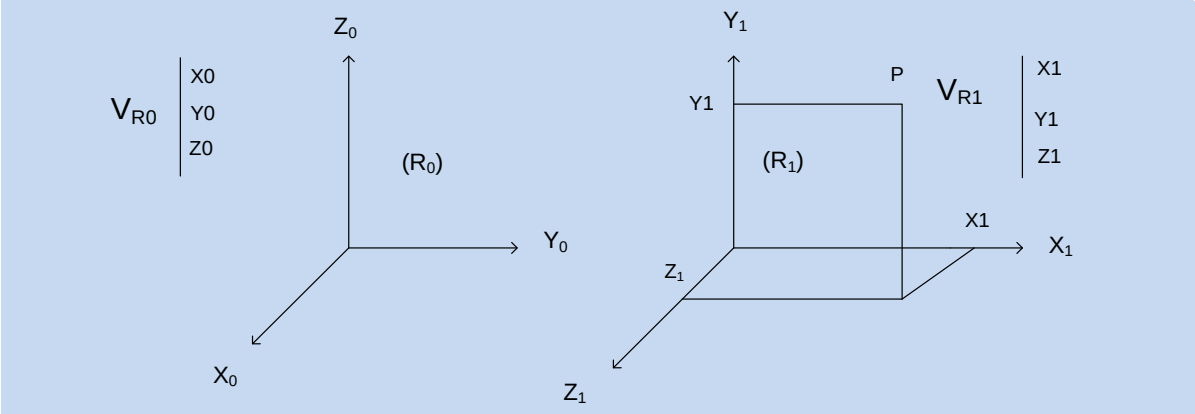


FIG.I.2: Représentation des axes cartisane des rebots.

Désignons par V/R_0 et V/R_1 les coordonnées de V dans les repères R_0 et R_1.

$$\vec{V}/R_0 = M_0^1 * \vec{V}/R_1. \quad \textbf{I.9}$$

$$\vec{V}/R_1 = M_1^0 * \vec{V}/R_0. \quad \textbf{I.10}$$

Avec M_0 : matrice de passage du repère R_0 au repère R_1. Elle exprime la position du repère R_1 par rapport au repère R_0 .

$$M_1^0 = [M_0^1]^{-1} \quad \textbf{I.11}$$

b. Orientation et cosinus directeurs

Si on considère deux repères ayant des origines confondues, la matrice de passage M_0 se réduit à une matrice d'orientation, qui définit l'orientation d'un repère par rapport à un autre (dans notre cas R_1 par rapport à R_0). Elle correspond aux projections (cosinus directeurs) des trois vecteurs unitaires de base du repère considéré (R_1) dans le repère de référence (R_0) **[9]**.

Dans ce cas $M1 = M_1^0 = [M_0^1]^{-1} = [M_0^1]^T$ **I.12**

- **1°Cas:** R_1 est obtenu à partir de Ro par rotation d'un angle θ autour de l'axe Z.

$$\begin{cases} \overrightarrow{ex1}/R_0 = \overrightarrow{ex0}.\cos\theta + \overrightarrow{ey0}.\sin\theta \\ ey1/R_0 = \overrightarrow{ex0}.(-\sin\theta) + \overrightarrow{ey0}.\cos\theta \\ \overrightarrow{ez1}/R_0 = \overrightarrow{ez0} \end{cases}$$

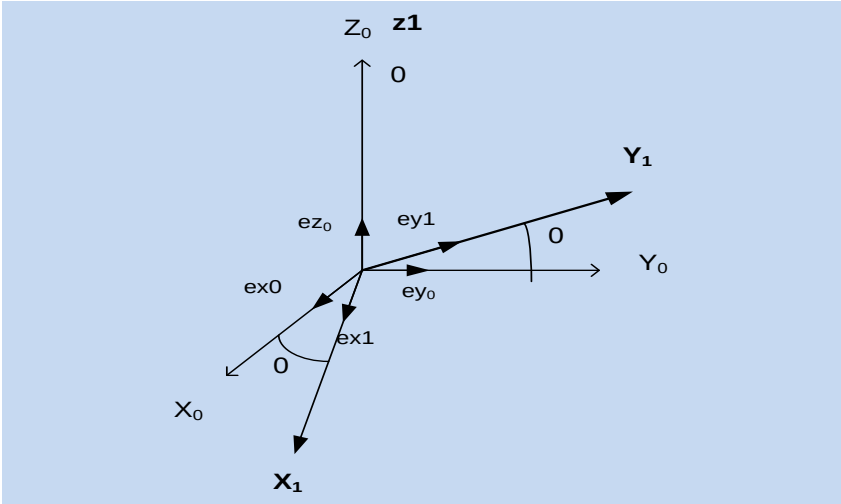


FIG.I.3 : Rotation d'axe Z et d'angle θ.

$$M_0^1 = \begin{matrix}\overrightarrow{ex0}\\ \overrightarrow{ey0}\\ \overrightarrow{ez0}\end{matrix} \begin{bmatrix} pos11 & pos12 & pos13 \\ pos21 & pos22 & pos23 \\ pos31 & pos32 & pos33 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} cos\theta & -sin\theta & 0 \\ sin\theta & cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} . M_0^1 = \begin{matrix}\overrightarrow{ex0}\\ \overrightarrow{ey0}\\ \overrightarrow{ez0}\end{matrix} \begin{bmatrix} cos\theta & -sin\theta & 0 \\ sin\theta & cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \textbf{I.13}$$

$$[\overrightarrow{ex1} \quad \overrightarrow{ey1} \quad \overrightarrow{ez1}]^T = M_1^0 * [\overrightarrow{ex0} \quad \overrightarrow{ey0} \quad \overrightarrow{ez0}]^T \leftrightarrow \vec{V}/\mathrm{R}_1 = M_1^0 * \vec{V}/\mathrm{R}_0 \quad \textbf{I.14}$$

$$[\overrightarrow{ex0} \quad \overrightarrow{ey0} \quad \overrightarrow{ez0}]^T = M_1^0 * [\overrightarrow{ex1} \quad \overrightarrow{ey1} \quad \overrightarrow{ez1}]^T \leftrightarrow \vec{V}/\mathrm{R}_0 = M_0^1 * \vec{V}/\mathrm{R}_1 \quad \textbf{I.15}$$

- **2°Cas:** R_1 est obtenu à partir de R_0 par une rotation d'angle θ autour de l'axe Y **[9]**:

$$R_1 = \mathrm{Ro} * \mathrm{Rot}(\mathrm{Y}, \theta) \Leftrightarrow M_0^1 = \begin{bmatrix} cos\theta & 0 & sin\theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -sin\theta & 0 & cos\theta \end{bmatrix} \quad \textbf{I.16}$$

- **3°Cas**: R_1 est obtenu à partir de R_0 par une rotation d'angle θ autour de l'axe X **[9]**:

$$R_1 = \mathrm{Ro} * \mathrm{Rot}(\mathrm{X}, \theta) \Leftrightarrow M_0^1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & cos\theta & -sin\theta \\ 0 & sin\theta & cos\theta \end{bmatrix} \quad \textbf{I.17}$$

I.4.4. Changements multiples de repères

$\vec{V}/R_0 = M_0^1 * \vec{V}/R_1$. Il faut lire cette relation géométriquement de droite à gauche. C'est à dire que les coordonnées de V dans le repère Ro, sont données par les coordonnées de V dans R_1, multipliées par la position de R_1 par rapport à Ro **[9]**.

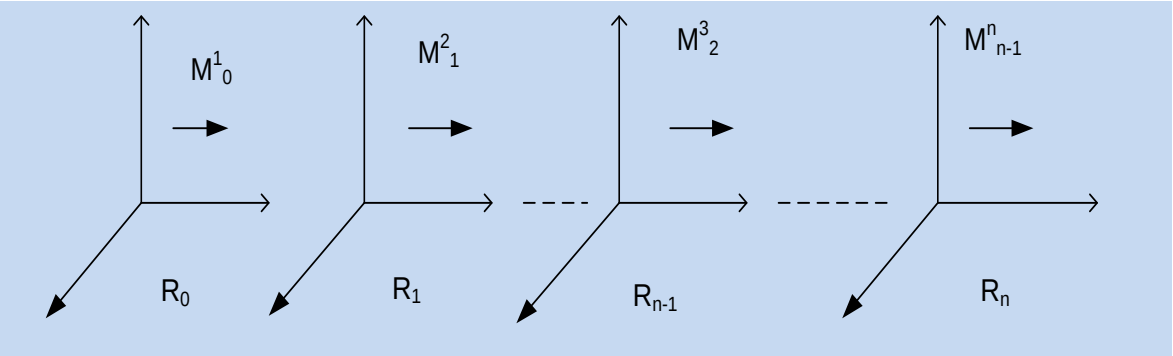


FIG.I.4 : Changements de repères successifs.

$$\left.\begin{aligned}\vec{V}/R_0 &= M_{R0}^{Ri} * \vec{V}/Ri \\ \vec{V}/R_0 &= M_{R0}^{Rn} * \vec{V}/Rn\end{aligned}\right\} \quad M_{R0}^{Rn} = M_0^1 * M_1^2 * \ldots\ldots * M_{n-1}^n \quad \textbf{[9]} \qquad \textbf{I.18}$$

I.5. Différents types des robots

I.5.1. Les Robots manipulateurs

Les robots manipulateurs sont des robots dont le mécanisme est constitué d'un groupe de chaînes ou sections, relié par des axes permettant des mouvements de rotation et /ou de translation. Ils sont utilisés dans des applications industrielles pour effectuer efficacement des tâches telles que l'assemblage, le soudage, le traitement de surface et le forage.



FIG.I.5 : Robot manipulateur.

Le bras manipulateur est similaire à un bras qui déplace automatiquement des objets dans un espace spécifique. Chaque robot comprend un contrôleur, leurs performance dépendent de:

- La vitesse
- Le poids de la charge.
- La commande (contrôler).

Grâce à ses différentes articulations intégrées, le poignet du robot permet d'organiser et de faire circuler les objets sur le lieu de travail, tandis que le corps et le bras sont responsables du déplacement des outils dans l'environnement.

I.5.1.1. Les types des robots manipulateurs

Les robots manipulateurs viennent sous plusieurs formes. Les formes se répartissent en en cinq grandes catégories :

a) Robots cylindriques

Il comporte un axe de mouvement vers le haut et un autre vers le bas. La rotation se fait par la jonction à la base. De plus, le bras horizontal peut se déplacer à l'intérieur et à l'extérieur, ce qui donne un troisième axe de mouvement limitée **[4].**

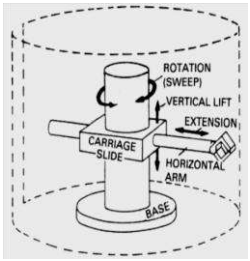


FIG.I.6 : L'espace de travaille d'un robot cylindrique.

b) Robots rectilignes

Ce type de robot est appelé le robot cartésien car il a trois axes de mouvement (x,y,z). Ces robots sont exploités par vérin pneumatique**[4].**

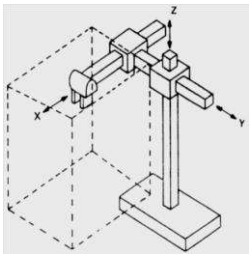


FIG.I.7 : L'espace de travaille d'un robot rectiligne.

c) Robots sphériques

Il se caractérise par un bras télescopique qui assure un mouvement à l'intérieur ou à l'extérieur, en plus, Il a également des mouvements de rotation (à la base) et angulairement vers haut ou vers bas (sur le bras) **[4]**.

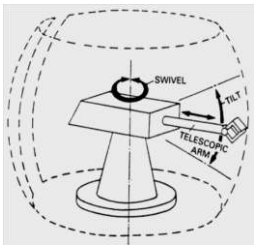


FIG.I.8 : L'espace de travaille d'un robot sphérique.

d) Robots articulés

Le bras articulé du robot ressemble à un bras humain. Il se compose de deux éléments, nommés l'avant-bras et le bras supérieur. Ce type de robot n'a généralement pas besoin d'un lieu séparé **[4].**

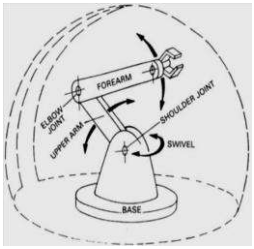


FIG.I.9 : L'espace de travaille d'un robot articulé.

e) Le robot SCARA

Le terme «SCARA» signifie «Selective Compliance Arm for Robot Assembly». Il a été introduit en 1994. Il comporte deux liaisons pivots parallèles pour fournir conformément à un plan sélectionné». et peut être considérée comme un cas particulier d'un robot cylindrique **[4]**.

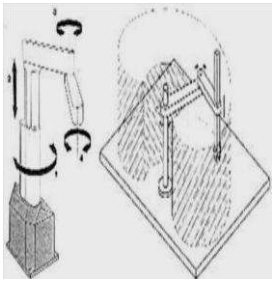


FIG.1.10 : L'espace de travaille d'un robot SCARA.

I.5.2. Les Robots mobiles

Cette notation regroupe l'ensemble des robots qui ont l'aptitude de se déplacer d'un lieu à un autre lors de leurs fonctionnement, la base de ce robots n'est pas fixe. Il se déplace lors de l'accompissement de leurs taches.

I.5.2.1 Définition

Le robot mobile est un véhicule doté d'un son espace défrayai de moyens de locomotion qui lui permettent de se déplacer. Certaine types d'entre eux sont automatisé et équipé de moyen de perception et de raisonnent pour réaliser leurs taches sans accidents. Les robots mobiles occupent une place particulière dans le domaine de la robotique. Le coté de la mobilité impose une technologie complexe et une méthodologie qui s'ajoute généralement au problème rencontrés par les robots manipulateurs (garantir leurs équilibre et éviter la collusion avec le milieu d'activité). La solution de ces problèmes est l'utilisation de toutes les ressources disponibles au niveau technologique **[4]**.

I.5.2.2 Structure des robots mobiles

La structure d'un robot mobile composé de quatre éléments :

1- Mécanique et la motricité.
2- Les organes de sécurité.
3- Le système de traitement des informations et gestion de données.
4- Le système de localisions **[5]**.

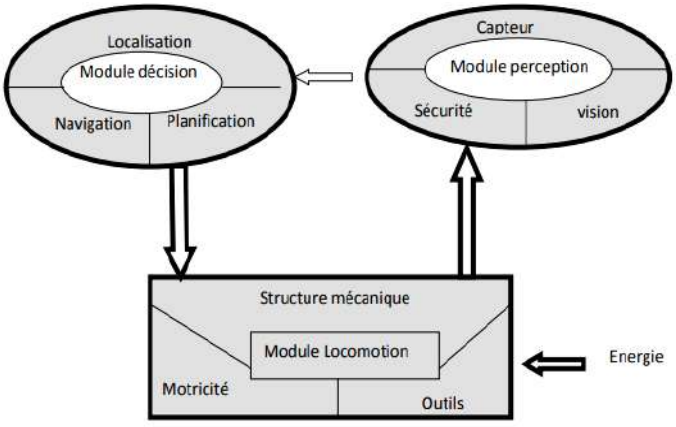


FIG.I.11: La structure d'un robot mobile.

I.5.2.3 Types des robots mobiles

Il existe plusieurs classes de robots mobiles notamment ceux déterminées, principalement par la position et le nombre de roues utilisées.

Nous citerons ici les quatre classes principales de robots à roues.

a) Robot uni cycle

Un robot de type uni cycle est actionné par deux roues indépendantes, son centre de rotation est situé sur l'axe reliant les deux roues motrices, il est impossible de le déplacer dans une direction perpendiculaire aux roues de locomotion **[5]**.

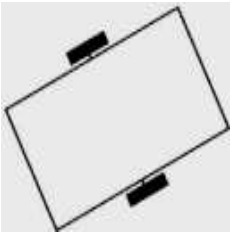


FIG.1.12 : Robot de type uni cycle.

b) Robot tri cycle

Ce type a 3 roues, deux roues fixes sur le même essieu et une roue centrale orientable sur l'essieu longitudinal. Le mouvement du robot est déterminé en guidant la roue orientable en fonction de la vitesse des deux roues fixes. Par ses inconvénients est qu'il est impossible de le déplacer dans une direction perpendiculaire aux roues fixes, d'effectuer des rotations simples à cause d'un rayon de braquage limité de la roue orientable **[5].**

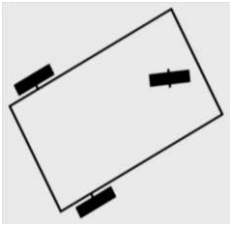


FIG.1.13 : Robot de type tricycle.

c) Robot voiture à 4 roues

Ce type est constitué de deux roues fixes placées sur un même axe et deux roues centrées orientables, elles sont placées aussi sur un même axe, ce robote est plus stable puisqu'il possède un point d'appui supplémentaire. Ce type est identique à un robot à trois roues, ils différent par les roues d'avant **[5]**.

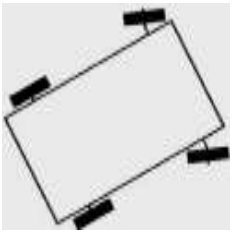


FIG.1.14 : Robot de type voiture.

d) Robot omnidirectionnel.

Un robot omnidirectionnel est un robot qui peut se déplacer librement dans toutes les directions. Il possède en général trois roues décentrées orientables placées en triangle équilatéral. Ce type se caractérise d'etre bien arienté car il se déplace dans tous les sens, mais avec un calcul logiciel complexe **[5]**.

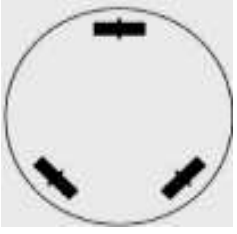


FIG.1.15 : Robot de type omnidirectionnel.

I.6. Domaine d'utilisation des robots

En général il existe plusieurs domaines des robots d'utilisation notamment:

I.6.1. Les robots industriels

Ils sont les premiers produits en série. On les retrouve dans les lignes et les tissus de l'industrie automobile. Il existe des robots de démolition, de nettoyage, d'emballage et de surveillance. Ils remplacent de plus en plus les personnes dans des tâches complexes ou difficiles **[6]**.



FIG.I.16 : Robot industriel

I.6.2. Les Robots chirurgicaux

Ils sont en fait une autre branche des robots industriels. Ils fonctionnent soit avec des bras mécaniques attachés à un ordinateur, soit avec des bras articulés que les chirurgiens dirigent et réinitialisent leurs mouvements en même temps [6].



FIG.I.17: Robot chirurgicaux.

I.6.3. Les robots à usage domestique

Les robots à usage domestique sont conçu pour faire de nombreuses tâches ou nous divertir. Il existe des robots de cuisine, des aspirateurs robotisés, des robots d'extraction de jus, des tondeuses automatiques, exemple pour des projets d'entreprises commerciales, des tondeuses à gazon automatiques, des environnements spécifiques peuvent éviter les obstacles et les problèmes de coupe de la pelouse [6].



FIG.I.18 : Robot usage domestique.

I.6.4. Les robots militaires

Ils sont principalement utilisés pour la surveillance aérienne, par exemple: la surveillance aérienne. Il est également utilisé dans les guerres, pour remplacer les soldats ou combattre dans premières rangs [6].



FIG.I.19 : Robot militaire.

I.6.5. Les robots explorateurs

Actuellement les robots ont remplacés les humains dans des environnements extrêmes. Il y a des circonstances difficiles dans des circonstances difficiles. Exemple: Exploration des planètes voisines, où un robot spécial télécommandé équipé de caméras et de capteurs a été envoyé sur les planètes voisines pour étudier leur environnement [6].



FIG.I.20 : Robot explorateur.

I.6.6. Robot humain

Ces robots peuvent remplacer l'homme dans l'accomplissement de leurs tâches. Contrairement aux humains, il peut accélérer les opérations terminées au peu de temps. Ces robots sont très sophistiqués et ont un système de commande complexe **[6]**.



FIG.I.21 : Robot humain.

I.6.7. Les robots voitures

Ces robots sont conçus pour réduire les humains. Ils sont également conçus pour les jeux d'enfants. Leur système est simple et contient de nombreuses puces électroniques faciles à fabriquer **[6]**.



FIG.I.22 : Les robots voiturent.

I.7. Application des robots mobiles

Les robots sont utilisés dans de nombreuses branches de l'ingénierie et dans de nombreux endroits tels que:

Tableau. I.1 domaines d'application des robots mobiles **[8]**.

Domaines	**Applications**
Sécurité civile	- neutralisation d'activité terroriste. - déminage. - pose d'explosif. - surveillance de munitions.
Chimique	- surveillance de site. - manipulation de matériaux toxiques.
Mine	- assistance d'urgence.
Agricole	- cueillette de fruits. - traite, moisson, traitement des vignes.
Nettoyage	- coque de navire. - nettoyage industriel.
Espace	- exploration.
Industrie	- convoyage. - surveillance.
Sous-marine	- pose de câbles. - recherche de modules. - recherche de navires immergés. - inspection des fonds marins.
Militaire	- pose de câbles. - recherche de modules. - recherche de navires immergés. - inspection des fonds marins.
Industrie nucléaire	- surveillance de sites. - manipulation.de matériaux radioactifs. - démantèlement de centrales.

I.8. Les génération des robots mobiles

Les ingénieurs et les scientifiques ont analysé l'évolution des robots, marquant les progrès en fonction des générations des robots.

I.8.1. Première génération

Les premiers robots étés des bras mécaniques simples, ces machines avaient la capacité de faire des mouvements précis à grande vitesse, plusieurs fois, pendant une longe durée.

Ces robots sont capable de travaille en groupes par exemple dans un chaine de fabrication intégré automatisé **[9]**.

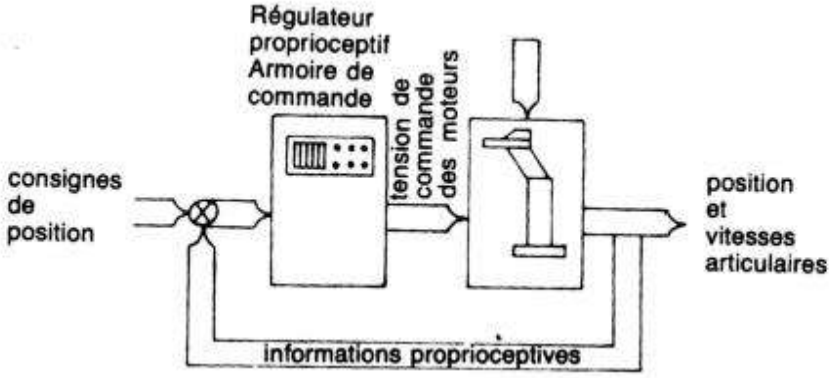


FIG.I.23 : architecteur d'un système robotique de 1ère génération.

I.8.2. Deuxième génération

Un robot de 2eme génération possède une intelligence machine rudimentaire, un tel robot est équipé des capteurs qui lui informent sur le monde extérieur, ces dispositifs comprennent des capteurs de distance, température, lumière.

Les robots de la deuxième génération peuvent rester synchronisés les uns avec les autres, sans avoir être constamment surveillés par un opérateur humain, bien sur une vérification périodique est nécessaire avec n'importe quelle machine, car les choses peuvent toujours mal tourner [**9].**

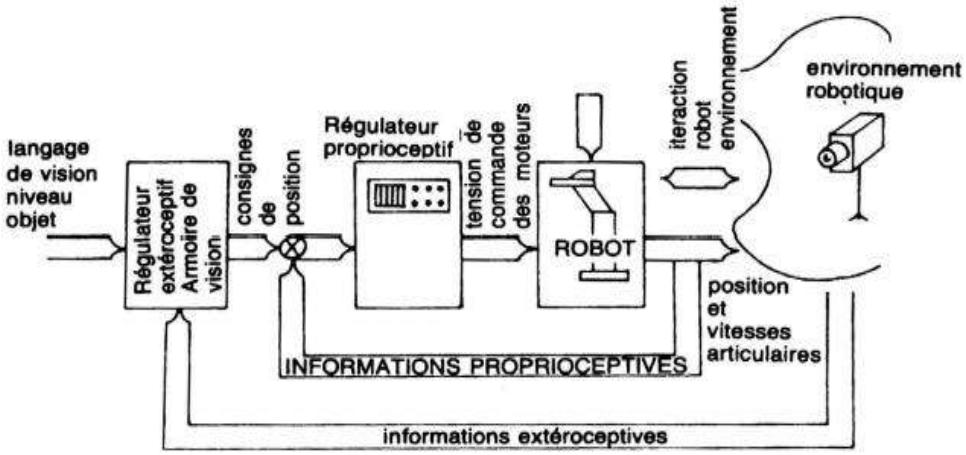


FIG.I.24 : architecteur d'un système robotique de 2em génération.

I.8.3.Troisième génération

Ils se caractérisent par l'amélioration de l'automaticité et la versatilité, ici émergent les deux concepts : celui d'adaptation et celle de polyvalence, dans la notion adaptative signifie la culpabilité de fonctionnement en temps réel c'est à dire une capacité dynamique dans l'exécution de la tâche. Par conséquent on a un fonctionnement en boucle fermée. Dans la polyvalence il y a la notion de temps à moyen terme : c'est la capacité matérielle et logicielle permettant au robot de changer de tâche sans changer de structure, mais avec l'intervention de l'opérateur (pour le changement d'outil par exemple).

L'objectif de la recherche est d'intégrer la notion de polyvalence dans celle d'adaptativité en vue de l'accroissement de la puissance décisionnelle [9].

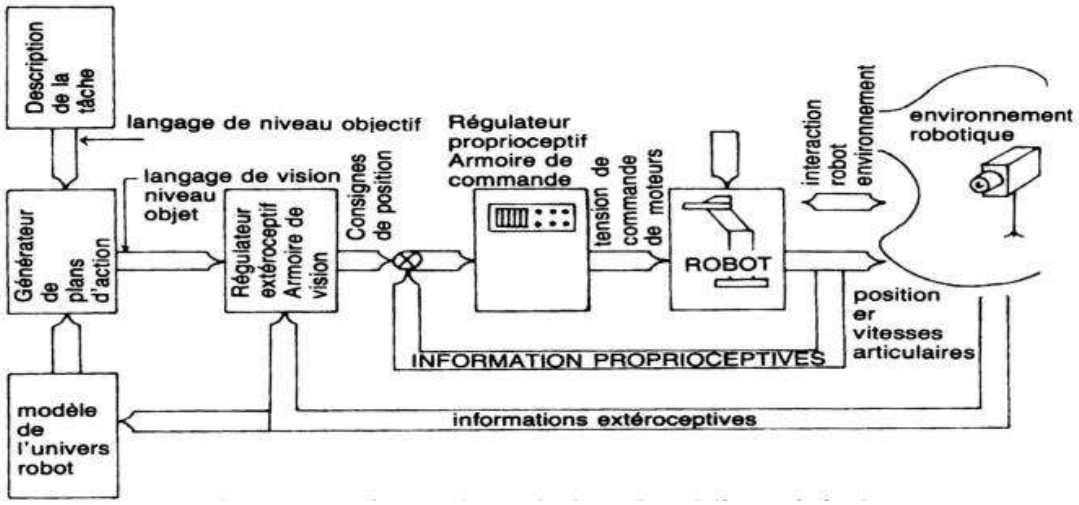


FIG.I.25 : architecteur d'un système robotique de 3^{em} génération.

I.9. Conclusion

Les robots jouent un rôle important dans les progrès que nous avons atteints aujourd'hui, on les retrouve dans les domaines médical, militaire, industriel et même dans la vie quotidienne. Ce chapitre nous a permis de présenter un exposé sur le domaine de la robotique mobile, en définissant la navigation autonome des robots mobiles, les types des robots et leurs domaines d'utilisation. On a présenté aussi les principales architectures utilisées pour le contrôle des robots mobiles en citant les avantages et les inconvénients de chacune.

CHAPITRE II
CONCEPTION DU ROBOT

II.1. Introduction

Après avoir tant parlé sur la robotique dans le chapitre précédent, on s'est inspiré par le robot curiosité (robot envoyé à la planète Mars par la NASA), alors on a pensé à en faire un, qui va nous servir sur terre, c'est un robot qui pourra nous fournir des informations sans avoir besoin à se déplacer, pas dans le but d'explorer les milieux dangereux qui nous entour et donc élargir le contour de notre sécurité en détectant la présence des menaces qui peuvent nous environner quotidiennement, comme la présence des produits explosifs, gaz asphyxiant ou même les incendies; afin de faire éviter à l'individu de se mettre face à ces accidents et produits. Alors pour épargner le risque de perte d'âmes causée par ça, ont doit orienter notre robot aux endroits qu'on désire surveiller et contrôler. Cela sera à l'intermédiaire par l'application d'une commande efficace.

Ce chapitre entame en premier lieu la présentation des différents composants (des capteurs, des circuits de commande…etc.) choisis pour réaliser notre projet, donc la première partie de ce chapitre nous permettra de comprendre l'usage et le fonctionnement des organes de notre robot, ensuite vient la deuxième partie qui parle sur logiciel utilisés pour assembler les composants et les doter d'intelligence artificielle en leur communiquant les instructions à exécuter , à la fin on a la partie conception **[11]**.

II.2. Partie matériel

II.2.1. Arduino UNO

II.2.1.1. Définition

L'Arduino **UNO** est une carte électronique de programmation basé sur le microcontrôleur ATmega328. Il dispose de 14 broches numériques d'entrée / sortie (dont 6 peuvent être utilisées comme sorties PWM), 6 entrées analogiques, un résonateur céramique à 16 MHz, une connexion USB, une prise d'alimentation, un connecteur ICSP, et un bouton de réinitialisation. Il contient tout le nécessaire pour soutenir le microcontrôleur, tout simplement le connecter à un ordinateur avec un câble USB ou l'allumez avec un adaptateur ou batterie pour commencer AC –DC **[12]**.



FIG II.1: Carte Arduino UNO.

II.2.1.2. Caractéristiques techniques de la carte Arduino UNO

- Micro contrôleur : ATmega328.
- Fréquence horloge : 16 MHz.
- Tension d'alimentation interne : 5 Vcc.
- Tension d'alimentation externe recommandée : 7-12 Vcc. (Limites : 6-20 Vcc).
- Courant max sur la sortie 3,3 V généré par le régulateur interne : 50mA.
- Entrées/sorties binaires : 14 broches.
- Courant MAX par broches en sortie : 40 mA. (85 mA en court circuit).
- Courant MAX cumulé par les broches en sorties : 200 mA. (Soit 14 mA en moyenne)
- Les E/S binaires (0 et 1) sont mobilisées par le dialogue sur la ligne série.
- S0 pour RX et S1 pour TX. Chaque broche est reliée à une LED via R = 1kΩ.
- Les E/S binaires 3, 5, 6, 9, 10, et 11 sont dédiées au mode PWM.
- L'E/S 13 est reliée sur la carte à la LED de test via une résistance de 1kΩ.
- Entrées analogiques : 6, le niveau logique maximal doit être de +5Vcc.
- Mémoire Flash 32 KB dont 0.5 KB utilisée par le Boot loader.
- Mémoire SRAM 2 KB, Mémoire EEPROM 1 KB.
- La carte s'interface au PC par l'intermédiaire de sa prise USB.
- La carte s'alimente par le jack d'alimentation **[13]**.

II.2.1.3. Les entrées/sorties de la carte Arduino Uno

La carte Arduino Uno est constituée de 14 broches d'entrées/sorties digitales, dont six sont utilisables en PWM, de 6 broches d'entrées analogiques, d'une connectique USB, d'une connectique d'alimentation, d'un port ICSP et d'un bouton RESET. La description de toutes les connectiques de la carte Arduino Uno est présentée par l'image ci-dessous :

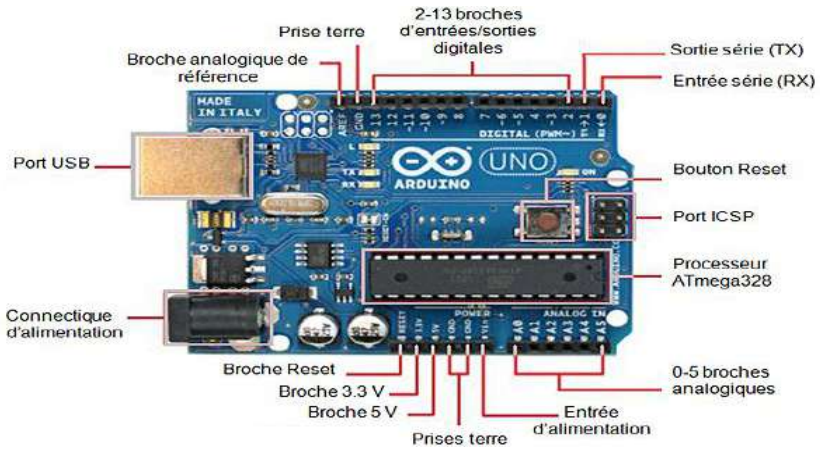


Figure II.2 : Description des entrées/sorties de la carte Arduino Uno.

II.2.1.4. Alimentation de la carte ARDUINO UNO

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 2.1 mm 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) **[14]**.

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 **[15]**.

La carte peut être alimentée aussi par les broches Vin(+) GND(-) qui peuvent supporter une tension comprise entre 7et 12volt (tension convertie aussi en 5v par l'Arduino).

II.2.1.5. Les broche d'alimentation

Elles ne font pas partie des entrées/sorties ce sont :

- IOREF. Cette broche est destinée à indiquer aux Shields la tension de fonctionnement de l'Arduino. Soit 5V, 3,3V.
- RESET : Cette broche permet de réinitialiser l'Arduino et donc de redémarrer le programme au début. Pour réinitialiser l'Arduino, il suffit de mettre cette broche à 0V puis de la repasser à 5V, ou 3,3V selon l'Arduino.
- 3.3V : Un arduino Uno est équipé d'un régulateur 3,3V dont la sortie est connectée à cette broche. On peut s'en servir pour alimenter un circuit externe en 3,3V.
- 5V : L'Arduino, s'il fonctionne sous une tension de 5V, est équipé d'un régulateur 5V. La sortie de ce régulateur est connectée sur cette broche qui peut donc être employée pour alimenter des circuits externes en 5V. Si on désire construire sa propre alimentation 5V, on peut également fournir cette tension à l'Arduino via cette broche.
- GND : La masse ou 0V
- Vin : L'entrée du régulateur embarqué sur l'Arduino. On peut choisir d'alimenter l'Arduino via cette broche au lieu d'utiliser la prise d'alimentation **[16]**.

II.2.1.6. Le microcontrôleur ATmega328P

Le microcontrôleur ATMega 238P est basé sur une architecture de Harvard c'est-à-dire une mémoire de données séparée a une mémoire de programme **[17]**. La mémoire du

programme, également appelée mémoire de code. La taille de la mémoire du programme est de 32 Ko en lecture-écriture, c'est une mémoire de type flash. La mémoire de données est divisée en trois parties: 32 registres à usage général, 23 mémoires d'entrée / sortie et une mémoire statique à accès aléatoire statique (SRAM) de 2 Ko. Trois timers / compteurs flexibles avec modes de comparaison, interruptions internes et externes, USART programmable en série, interface série 2 fils orientée octet, port série SPI, convertisseur A/N avec 6 canaux 10 bits (8 canaux dans TQFP et QFN / MLF packages), horloge de surveillance programmable avec oscillateur interne et cinq modes d'économie d'énergie sélectionnables par logiciel. L'appareil fonctionne entre 1,8-5,5 volts.

De plus, le µP possède certaines fonctionnalités constituées d'une architecture RISC avancée, bonne performance, compteur de minuterie réel ayant un oscillateur séparé, 6 broches PWM, verrouillage de la programmation pour la sécurité du logiciel. En exécutant des instructions puissantes dans un seul cycle d'horloge, l'appareil atteint des débits proches de 1 MIPS par MHz, équilibrant la consommation d'énergie et la vitesse de traitement **[17]**.

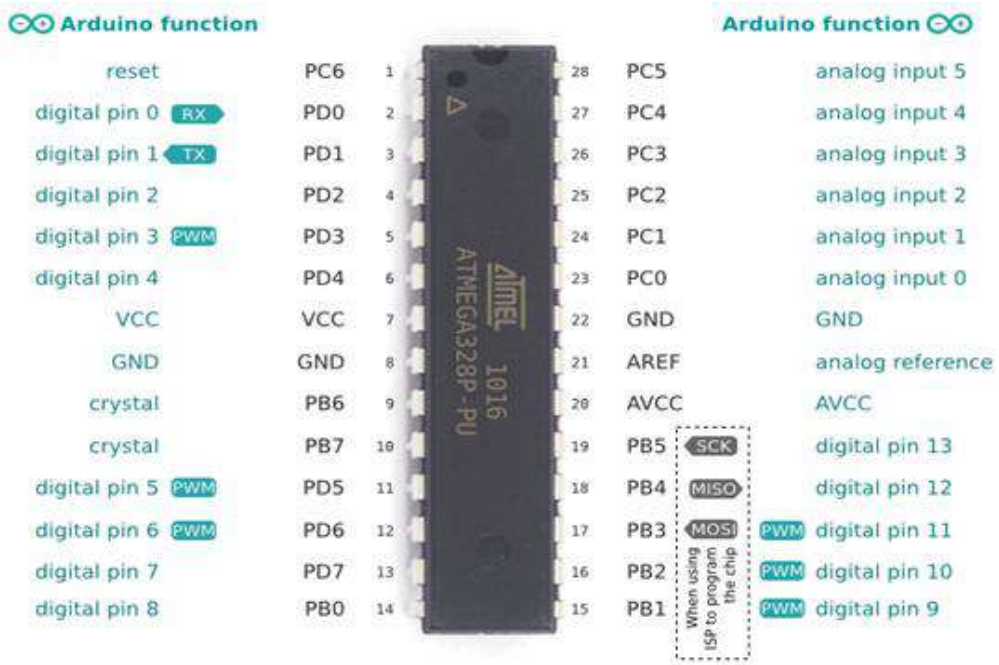


Figure II.3 : Les pins de l'ATmega 328P et l'Arduino UNO.



FIG II.4: Microcontrôleur Atmega 328P.

II.2.2. Le capteur de distance (HC SR-04)

II.2.2.1. Définition

Le capteur HC-SR04 est un capteur à ultrason à bas prix. Ce capteur fonctionne avec une tension d'alimentation de 5 volts, dispose d'un angle de mesure de 15° environ et permet de faire des mesures de distance entre 2 centimètres et 4 mètres avec une précision de 3mm (en théorie, dans la pratique ce n'est pas tout à fait exact).



FIG II.5 : Le capteur HC SR-04.

II.2.2.2. Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement du capteur HC SR-05 (FIG II.6) est entièrement basé sur l'émission et réception d'une onde sonore.

Voilà comment se déroule une prise de mesure :

1. On envoie une impulsion HIGH de 10µs sur la broche TRIGGER du capteur.
2. Le capteur envoie alors une série de 8 impulsions ultrasoniques à 40KHz (inaudible pour l'être humain, c'est quand plus agréable qu'un bip).
3. Les ultrasons se propagent dans l'air jusqu'à toucher un obstacle et retourne dans l'autre sens vers le capteur.
4. Le capteur détecte l'écho et clôture la prise de mesure.

Le signal sur la broche ECHO du capteur reste à HIGH (activé) 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. Il y a toujours un silence de durée fixe après l'émission des ultrasons pour éviter de recevoir prématurément un écho en provenance directement du capteur **[18]**.

II.2.2.3. La formule de calcul de la distance

Le calcul de la distance est basé sur le temps obtenu. Il est calculé en utilisant la relation suivante :

$D = v_t \cdot t$ et $t = T/2 \Rightarrow D = v_t * T/2$ **II.1**

D : distance

$\mathbf{v_t}$: la vitesse du son (≈ 340 m /s).

T : le temps de mouvement de l'onde du capteur vers l'objet et retour.

La division par deux est nécessaire car le signal passe la distance à l'objet et retour, puis lorsque seule la distance à l'objet est requise. Ici on utilise une minuterie pour mesurer la durée d'un signal. La minuterie est réglée de manière à ce que 1 chiffre soit 0,000001 s. Par conséquent, l'équation ressemblera à ceci **[27]:**

$D = v_t * T/2 \Rightarrow \quad D = v_t * (T_{im}\ 10^{-6})/2$ **II.2**

Ici, Tim est le nombre de décomptes de minuterie en microsecondes.

Donc l'équation finale ressemblera à ceci:

$D = (340*Tim * 10^{-6}) /2 = (170*T_{im}) / 10^6$ **II.3**

Afin de représenter cette distance en centimètres, il faut la multiplier par 100 :

$D = (17*T_{im}) / 10^3$ **II.4**

En conséquence, en utilisant une équation simple, la distance à l'objet en centimètres peut être calculée :

$D_{cm} = 0.017*T_{im}$ **II.5**

II.2.2.4. Le diagramme temporel

Cependant, le microcontrôleur ne fournit pas d'opérations sur les nombres à virgule flottante. Par conséquent, pour calculer la distance, il est nécessaire d'utiliser l'équation (II.4). Alternativement, la division peut être remplacée par la multiplication par la valeur réciproque:

$D_{cm} = Tim / 58.8$ tel que **(**$58.8 = 1/0.017$**) [27]** **II.6**

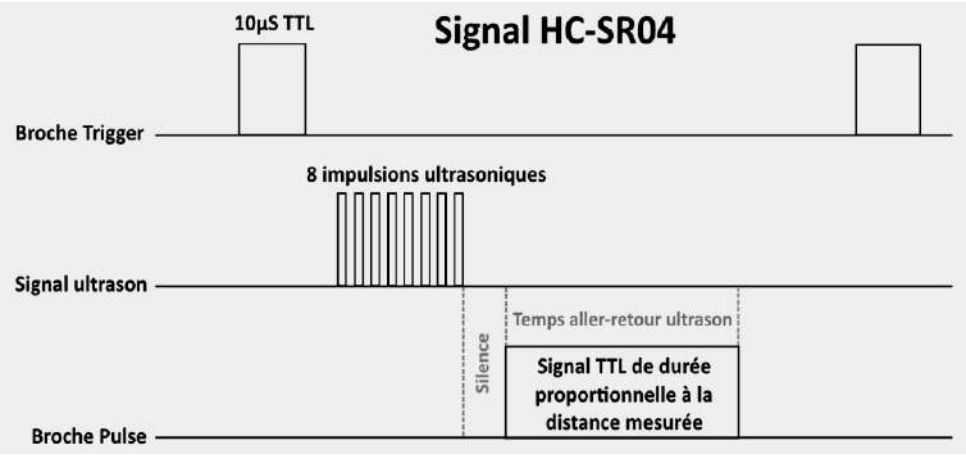


FIG II.6 : Schéma fonctionnel du HC SR-04 **[16]**.

II.2.2.5. Caractéristiques

- ✓ Dimensions 45 mm x 20 mm x 15 mm.
- ✓ Plage de mesure 2 cm à 400 cm.
- ✓ Résolution de la mesure 0.3 cm.
- ✓ Angle de mesure efficace 15 °.
- ✓ Largeur d'impulsion sur l'entrée de déclenchement 10 µs.

II.2.3. Le driver moteur L298N

II.2.3.1. Définition

C'est un composant électronique basé sur le composant L298N qui est un double Pont-H (H-Bridge moteurs Driver), Il contient des éléments électroniques supplémentaires tels que la résistance et le stabilisateur de tension....., qui aident à protéger le pont H contre les dommages résultant d'une tension élevée **[19]**.

C'est un module extrêmement utile pour le contrôler de robots et ensembles mécanisés. Il peut contrôler deux moteur courant continu ou un moteur pas-à-pas à 4 fils avec 2 phases. Ce module intègre une entrée de tension. La plage de tensions bascule entre les 3 V et les 35 V, selon la configuration du cavalier régulateur de tension; et supporte une intensité de 2 A. Avec le cavalier régulateur on peut contrôler des moteurs de 5 à 12 V, aussi on pourra utiliser la broche de 5 V du module pour alimenter la carte Arduino. Sans ce cavalier régulateur, on ne peut contrôler les moteurs de 12 à 35 V **[19].**

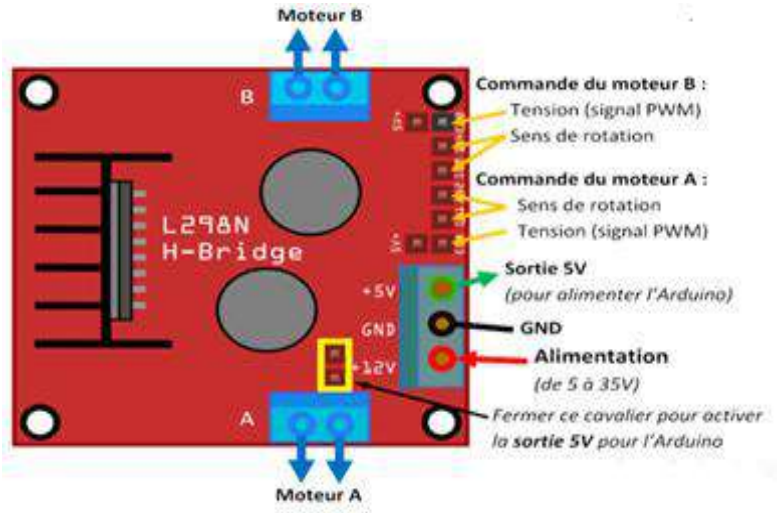


FIG.II.7: Driver L298.

II.2.3.2. Mécanisme de PMW sur le L298

Pour contrôler la vitesse de rotation des moteurs on doit retirer les cavaliers des pins ENA et ENB. On les connecte aux deux sorties PWM de la plaque Arduino de façon qu'on puisse envoyer une valeur entre (0 et 255) V pour gérer cette vitesse des moteurs. Avec les cavaliers installés, les moteurs tourneront toujours à la même vitesse **[19]**.

- ENA raccordés à un niveau haut (HIGH) activera MOTOR A.
- ENB raccordés à un niveau haut (HIGH) activera MOTOR B.

❖ **Rotation du Moteur A**

- IN1 relie à 5 V et IN2 au GND, le moteur A tournera dans la direction spécifiée.
- IN1 raccordés à GND et IN2 au 5 V, le moteur A tournera dans le sens contraire.

❖ **Rotation du Moteur B**

- IN3 relie à 5 V et IN4 au GND, le moteur B tournera dans la direction spécifique.
- IN3 raccordés à GND et IN4 au 5V, le moteur B tournera dans la direction opposée **[19]**.

II.2.3.3. Caractéristiques techniques du module : Driver moteur L298

- ✓ Des capacités hors-pair pour contrôler le moteur.
- ✓ Diodes de protections.
- ✓ Un dissipateur (pour dissiper la chaleur en cas de forte charge).
- ✓ Un sélecteur pour sélectionner la source d'alimentation.
- ✓ Quatre sélecteurs pour les résistances pull up.
- ✓ Sortie pour 2 moteurs continu, un moteur pas-à-pas (4 bobines, deux phases).
- ✓ Indicateur du sens de rotation moteur en LED.
- ✓ Indicateur d'alimentation 5V en LED.
- ✓ 4 trous de fixation standard **[19]**.

II.2.3.4. Le pont en H

Le pont en H est une structure électronique servant à contrôler la polarité aux bornes d'un dipôle. Il est composé de quatre éléments de commutation généralement disposés schématiquement en une forme de H comme l'indique la figure (FIG.II.9).

Les commutateurs peuvent être des relais, des transistors, ou autres éléments de commutation en fonction de l'application visée **[20]**.

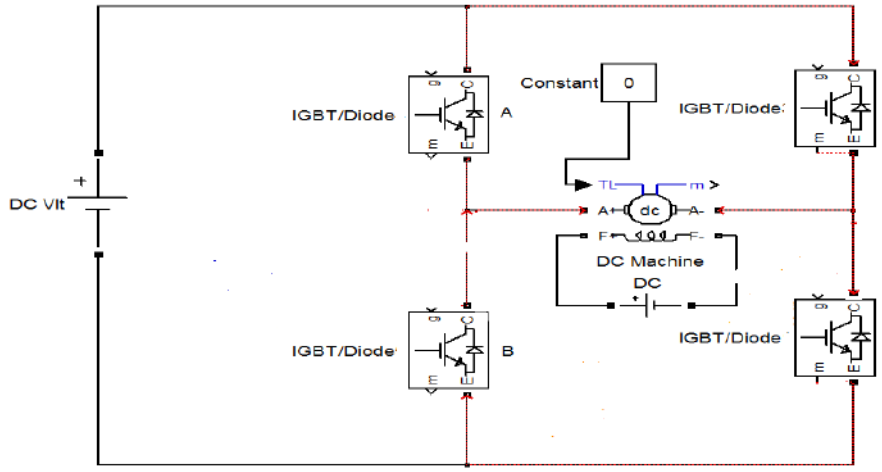


FIG.II.9: Le pont en H réalisé sur MATLAB.

a) Principe de fonctionnement du pont en H

Les interrupteurs fonctionnent deux à deux. Le K_1 est associé au K_4 et le K_2 est associé au K_3. Dans le schéma ci-dessous, rien ne se passe car tous les interrupteurs sont ouverts (ils ne laissent pas passer le courant), donc le moteur est arrêté **[20]**.

On actionne en même temps les interrupteurs K_1 et K_4 (selon la figure (FIG.II.10), ou les interrupteurs K_2 et K_3 selon la figure (FIG.II.11).

- ✓ Sur le schéma en haut, les interrupteurs k_2 et k_4 sont fermés, D_1 et D_4 sont ouvert donc (V = E) le courant entre par la patte gauche du moteur et sort par sa droite et par conséquent le moteur tourne.
- ✓ Sur le schéma en bas, les interrupteurs k_2 et k_3 sont fermés, D_2 et D_3 sont ouvert donc (V = -E) le courant entre par la patte droite du moteur et sort par sa gauche ce qui fait tourner le moteur dans le sens inverse **[20]**.

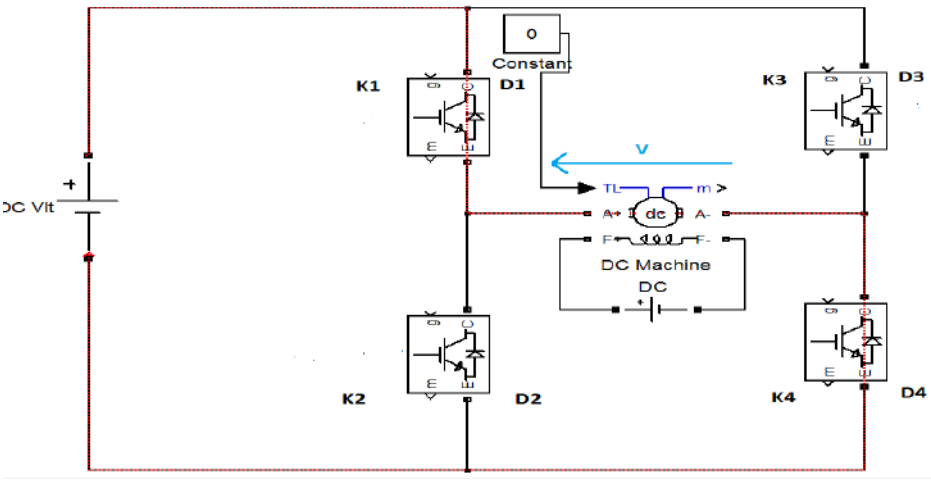


FIG II.10 : Sens direct du courant en fonction de l'état fermée des interrupteurs K_1, K_4.

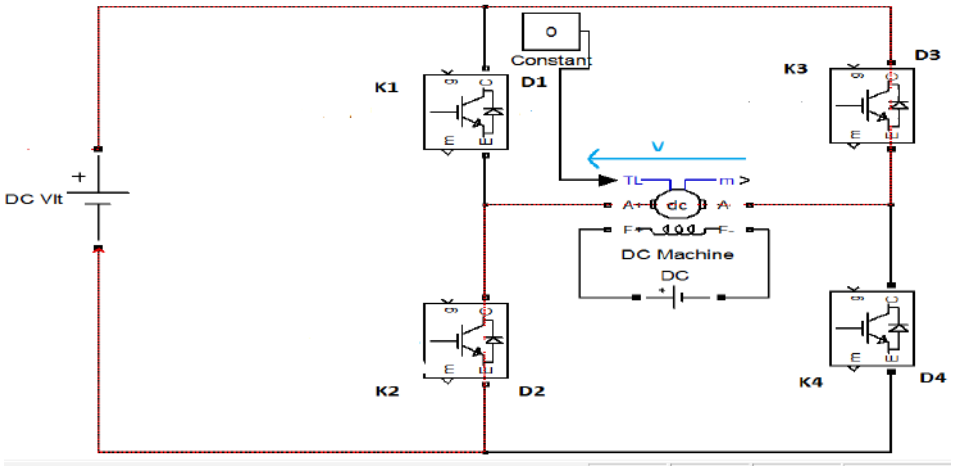


FIG II.11 : Sens inverse du courant en fonction de l'état fermée des interrupteurs K_2, K_3.

A chaque période T :

- On commande la fermeture de k_1 et k_4 pendant $(0 \leq t \leq \alpha T)$.
- On commande la fermeture de k_2 et k_3 pendant $(\alpha T \leq t \leq T)$.

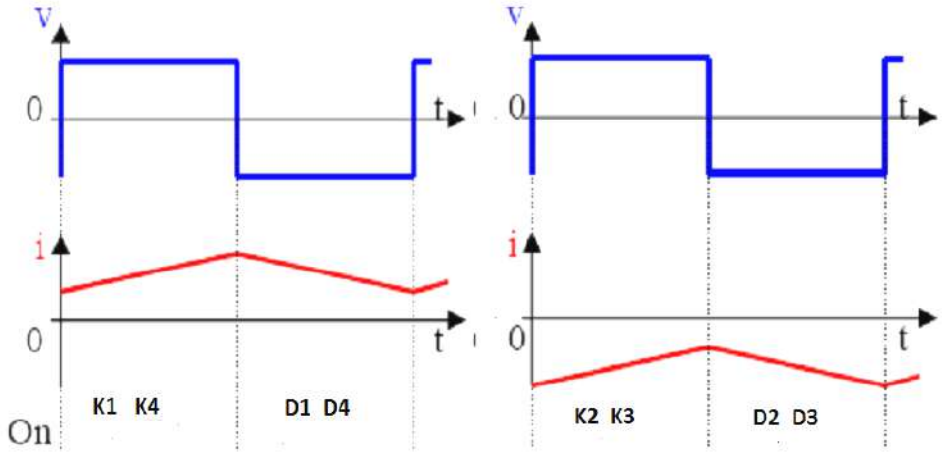


FIG II.12 : la tension aux bornes de la charge avec un hacheur quatre quadrants **[21]**.

b) Valeur moyenne de la tension V:

$V_{moy} = (1/T).\int_0^T V.t\,.dt = (1/T).\int_0^{aT} U.dt + (1/T).\int_{aT}^T (-U.\,dt)$ **II.7**

Donc : $V_{moy} = U\,(2\alpha - 1)$

Avec α : rapport de cycle.

c) Valeur efficace de la tension V:

$$V_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} * \int_0^T \boldsymbol{V^2(t).dt}} = \sqrt{\frac{2}{T} * \int_0^{T/2} \boldsymbol{V^2(t).dt}} \quad \textbf{II.8}$$

Donc : $V_{eff} = E$ **II.9**

Pour une tension moyenne (Vmoy < 0) (formule), le courant peut également être négatif donc on peut avoir un sens de rotation négatif. Quand (α) varie de (0 à 1), la tension moyenne varie de (–U à +U).

On dispose de 4 quadrants modes de fonctionnement :

$V > 0$ et $I > 0$, Rotation dans le premier sens.

$V < 0$ et $I > 0$, Phase de freinage (récupération de l'énergie).

$V < 0$ et $I < 0$, Rotation dans le deuxième sens.

$V > 0$ et $I < 0$, Phase de freinage (récupération de l'énergie) **[21]**.

II.2.4. Moteur à courant continu

II.2.4.1. Définition

La machine à courant continu est un convertisseur électromécanique permettant la conversion bidirectionnelle d'énergie entre une installation électrique parcourue par un courant continu et un dispositif mécanique; selon la source d'énergie.

En fonctionnement moteur, l'énergie électrique est transformée en énergie mécanique. En fonctionnement générateur, l'énergie mécanique est transformée en énergie électrique (elle peut se comporter comme un frein). Dans ce cas elle est aussi appelée dynamo.

Cependant, la machine à courant continu étant réversibles et susceptible de se comporter soit en « moteur » soit en « générateur » dans les quatre quadrants du plan couple-vitesse, la distinction moteur/générateur se fait « communément » par rapport à l'usage final de la machine **[22]**.

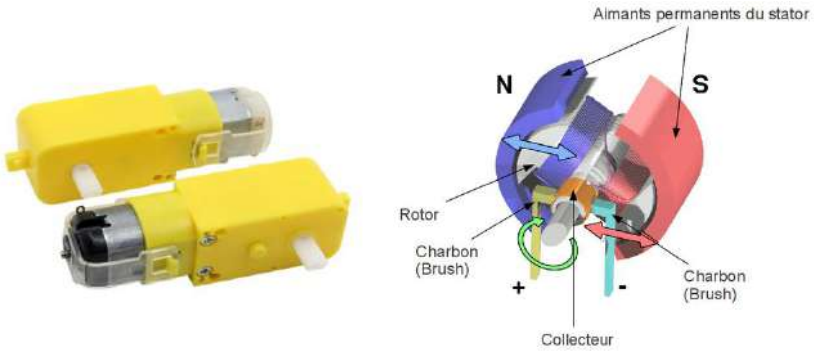


FIG.II.13: Moteur à courant continu.

II.2.4.2. Spécifications

- Rapport de réduction : 1:120.
- Vitesse hors-charge (3V) : 100 tours/min.
- Vitesse hors-charge (6V) : 200 tours/min.
- Courant hors-charge (3V) : 60Ma.
- Courant hors-charge (6V) : 71mA.
- Courant d'arrêt (3V) : 260mA.
- Courant d'arrêt (6V) : 470mA.
- Dimension : 55mm x 48.3mm x 23mm.
- Poids : 45g.

II.2.4.3. Motoréducteur

Le motoréducteur est un ensemble constitue d'un réducteur d'un moteur électrique et prêt à être monté sur les installations. En fonction du besoin, il existe plusieurs types de motoréducteurs, soit à axe moteur déporté, soit à axe perpendiculaire par rapport à l'axe de sortie (sortie male ou sortie femelle), celle-ci pouvant être à axe simple ou à axe double.



FIG.II.14: Engrenages intégrés.

Un réducteur est un ensemble d'engrenages, qui permet de réduire la vitesse de rotation de l'axe du moteur qui est généralement de 1 500 tr/min (pour une fréquence d'excitation de 50 HZ) tout en augmentant le couple de sortie. Théoriquement, ces moteurs peuvent être à courant continu pour les micro-réducteurs ou à courant alternatif pour les gros motoréducteurs industriels. On peut schématiser le fonctionnement d'un réducteur de la manière suivante **[22]**.

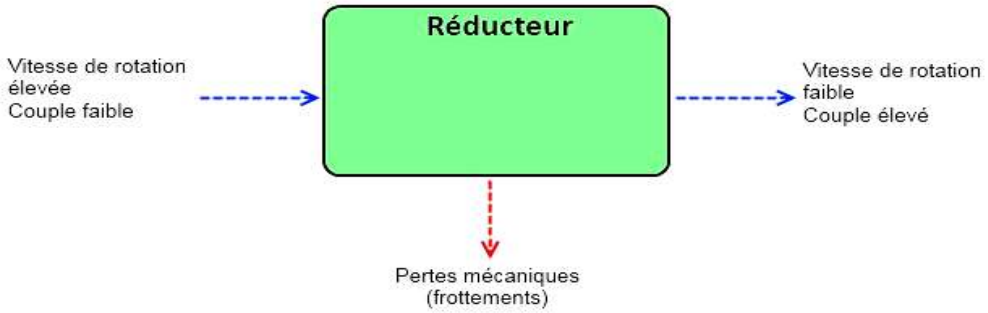


FIG.II.15: Principe fonctionnement d'un réducteur.

II.2.5. Servomoteur

Un servomoteur est un moteur à courant continu, qui est asservi en position a l'aide d'un capteur de position (typiquement un potentiomètre) et un circuit électronique interne au moteur. Ils ont trois fils, l'un est orange pour la commande et les deux autres pour l'alimentation (Le rouge est lié au positif +5 V et le marron au GND).

Le signal de commande est de type modulation de largeur d'impulsion (PWM). En modifiant le rapport cyclique de ce signal, le moteur peut se déplacer dans une certaine, généralement [0,180°] **[23]**.



FIG II.16: servomoteur sg30.

II.2.5.1. Fonctionnement du servomoteur

La fréquence du signal à modulation de largeur d'impulsion est habituellement de l'ordre de 50 Hz (30 Hz pour certains modèles), la durée du signal correspond à un angle entre 0 et 180°. Ainsi 1ms correspondra à un angle de 0°, 1,5 ms à 90° et 2ms à 180°comme illustre sur la (FIG.II.17). Certaines plages de mouvement plus importantes peuvent être obtenues en changeant les engrenages du servomoteur **[23]**.

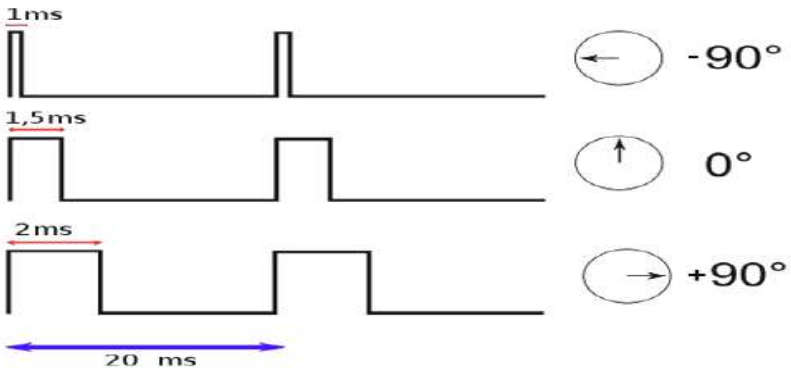


FIG II.17: Exemple de signal en position pour un servomoteur **[21]**.

II.2.5.2. Les caractéristiques du servomoteur sg90:

- Dimensions : 22 x 11.5 x 27 MM.
- Poids : 9 gr.
- Tension d'alimentation : 4.8v à 6v.
- Vitesse : 0.12 s / 60° sous 4.8v.
- Couple : 1.2 Kg / cm sous 4.8v.
- Amplitude : de 0 à 180° **[23]**.

II.2.6. Autre accessoire : Breadboard :

La Breadboard est une "plaque à essai" ou plaquette de prototypage rapide pour l'électronique. Il n'y a pas besoin de souder les composants sur la Breadboard, car c'est prévu pour tester rapidement des circuits électroniques.



FIG II.18: Mini breadboard.

II.3. Partie logiciel

II .3.1. l'Arduino IDE

L'IDE est un logiciel de programmation qui permet d'écrire, de modifier un programme et de le convertir en une série d'instructions compréhensibles pour la carte. Il programme par code, contenant une cinquantaine de commandes différentes. Le langage de l'IDE Arduino est un mélange entre le C et le C++, il possède un jeu d'instruction très riche. À l'ouverture, l'interface du logiciel Arduino se présente de la façon suivante **[24]**:

II.3.2. Interface IDE de l'Arduino

Lorsqu'on ouvre le programme Arduino, on trouve cette interface caractéristique pour l'Arduino :



FIG II.19: La fenêtre de l'Arduino IDE**.**

Tableau II.1 : Signification des cadres **[23]**.

Cadre N^0 1	pour les options de configuration du logiciel
Cadre N^0 2	pour la programmation des cartes.
Cadre N^0 3	Fenêtre d'édition des programmes, c'est le débogueur
Cadre N^0 4	pour (affichage des erreurs de programmation).

II.3.3. Les boutons des outils

Ils permettent d'éditer des croquis en respectant la structure du code et les téléviser dans la mémoire Arduino après la compilation du programme dans le langage machine. Ils permettent aussi une communication avec la carte par le terminal.

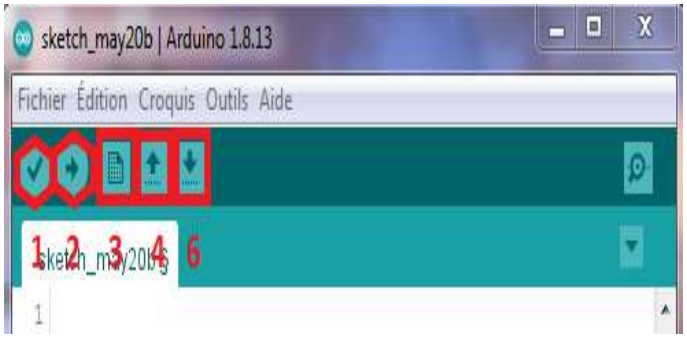


FIG II.20 : La barre d'outils.

Tableau II.2 : le rôle des boutons des programmations des cartes **[25]**.

Bouton 1	Ce bouton permet de vérifier le programme, il actionne un module qui cherche les erreurs dans votre programme
Bouton 2	Charge (télévise) le programme dans la carte Arduino.
Bouton 3	Crée un nouveau fichier
Bouton 4	Ouvre un fichier.
Bouton 5	Enregistre le fichier.
Bouton 6	Ouvre le moniteur série

II.3.4. Injection du programme

Avant d'envoyer un programme dans la carte, il est nécessaire de sélectionner le type de la carte (Arduino UNO) et le numéro de port USB (COM 4) comme à titre d'exemple cette figure II.21.

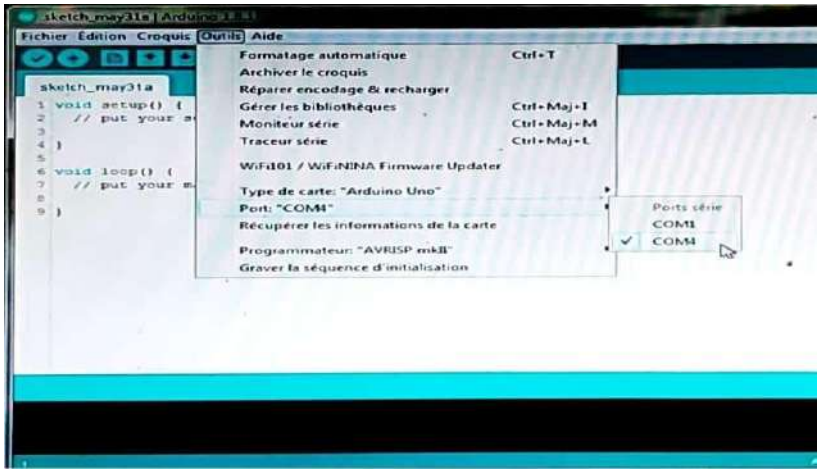


FIG II.21 : Paramètre de port de carte.

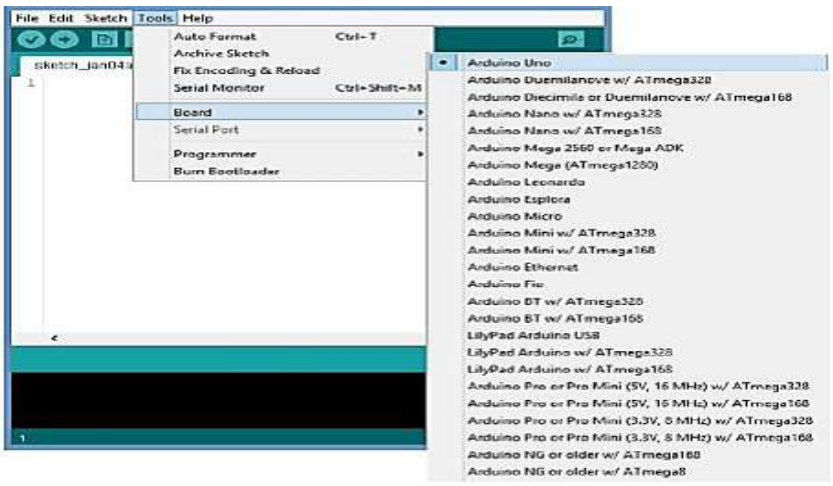


FIG II.22 : Paramètre de board de la carte.

II.3.2. Fritzing

Fritzing est un logiciel libre de conception de circuit imprimé qui permet de concevoir des schémas sur Arduino pour présenter nos circuits électriques. De plus il permet de les exporter en image afin de les présenter à notre guise **[26]**.

- On peut voir différents menus, comme Breadboard, Schématique, PCB et Code qui permettront de faire différents types de schémas.

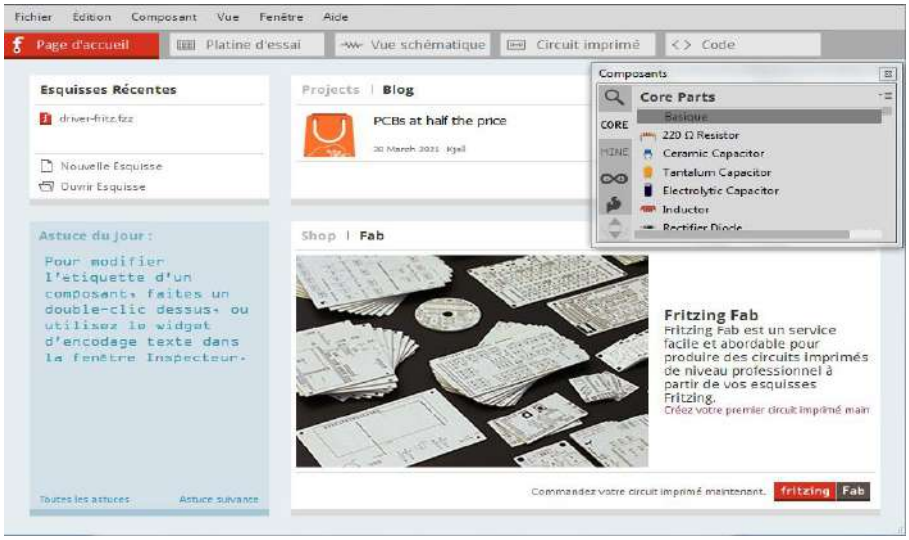


FIG II.23: La fenêtre du logiciel Fritzing**.**

- L'affichage de la breadboard nous permet de concevoir nos circuits. A droite il y a les différents composants que l'on peut ajouter sur notre circuit. On peut ensuite relier les différentes bornes des composants au breadboard **[26]**.

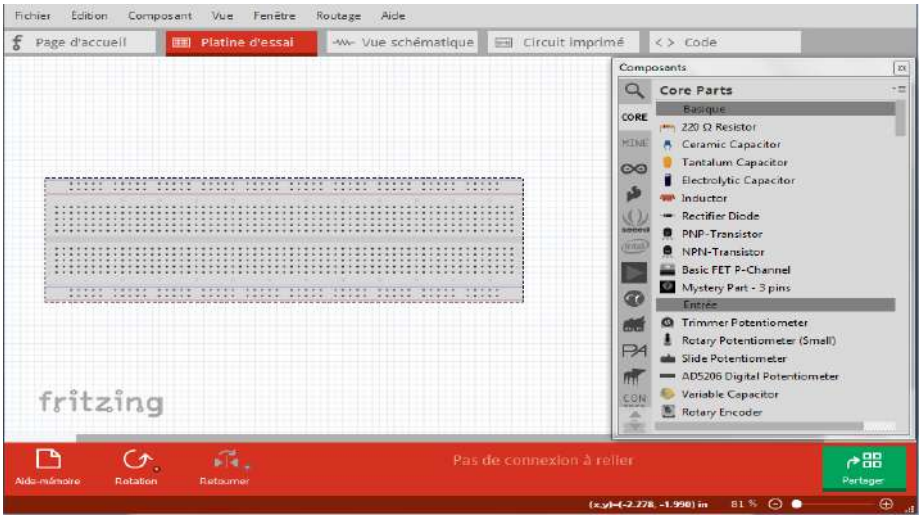


FIG II.24: La vue platine d'essai du logiciel Fritzing.

II.4. Schéma de conception électronique

Les deux parties précédentes matériel et logiciel nous ont permis d'avoir toutes les bases nécessaires pour entamer la conception de notre projet, qui est un robot télécommandé pour éviter d'obstacle, la figure ci-dessous montre le circuit de simulation :

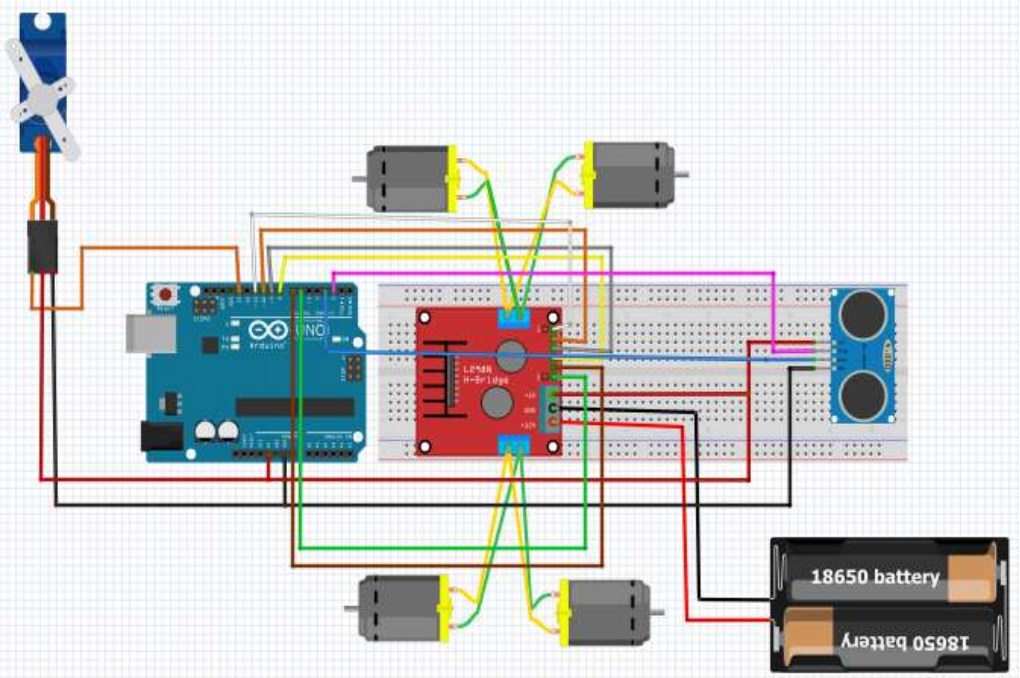


FIG II.25: Image de simulation sur logiciel Fritzing.

II.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons examiné la nature et les caractéristiques des composants utilisés dans notre projet, tels que l'Arduino, le servomoteur et le capteur de distance. Après cela, nous avons atteint le point de conception, qui est de modéliser notre projet et de le combiner en un seul schéma afin de nous rassurer de nos étapes et d'assurer le succès du travail.

Enfin, nous avons traduit les instructions nécessaires en un code que l'Arduino connecté directement au robot pouvait comprendre et à travers la technologie ultrasonique, le robot peut identifier les obstacles devant lui et ensuite les éviter en fonction du code.

CHAPITRE III

RÉALISATION DU ROBOT

III.1. Introduction

Ce chapitre est consacré à l'assemblage et au rassemblement du robot à quatre roue conçu dans les parties précédentes de ce projet, la commande proposée permet au robot d'éviter les obstacles en utilisant soit un capteur d'obstacle ultrason ou par une commande à distance par wifi.

III.2. Structure générale du robot mobile

La figure (III.1) montre le schéma global du raccordement des éléments constituants le robot ainsi le rôle de chacun d'eux.

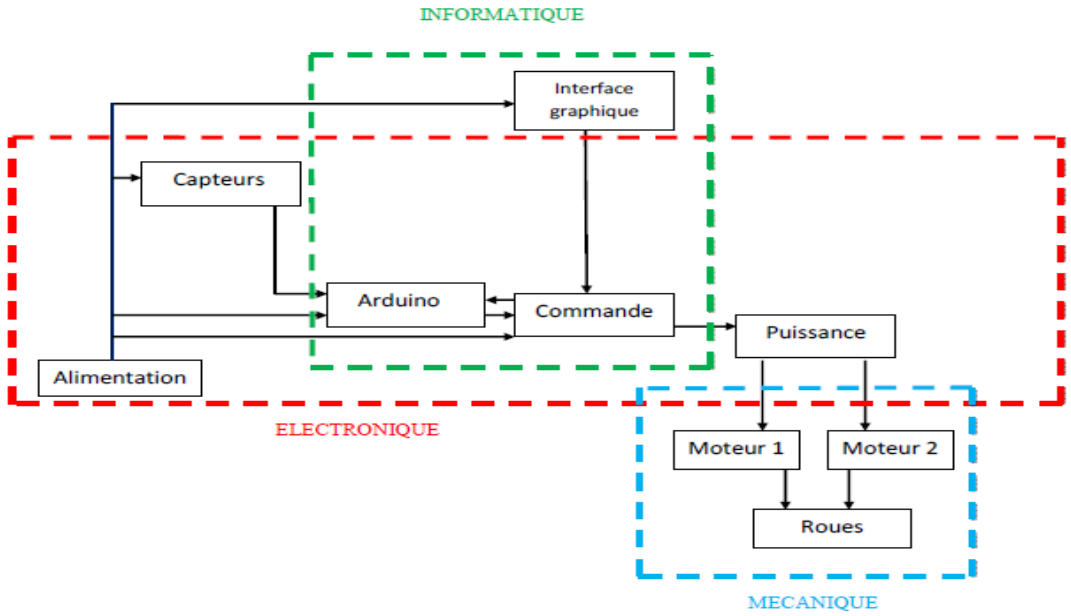


FIG III.1 : Structure générale du robot mobile à 4 roues.

III.2.1. Liste des éléments utilisés.

- Une carte Arduino Uno.
- Driver sheild l293d.
- Un châssis de (4 moteurs à courant continu avec leurs roues et leurs boit).
- Un capteur ultra-son HC-SR04.
- 2 Batterie lithium.
- Des fils électriques (mâle/femelle).
- Un fer à souder léger et du fil d'étain.
- Bouton poussoir.
- Serveur moteur.



Batterie de lithium



Driver sheild L293D



Des fils électriques (mâle/femelle)



Une carte Arduino Uno



Bouton poussoir



Un capteur ultrasonHC-SR04



Un châssis de (4 moteurs à courant continu avec leurs roues et leurs boit).



servomoteur



Mini breadbord

FIG.III.1 : Éléments constituant le robot à 4 roues

III.3. Structure mécanique du robot

Le robot est composé de 4 roues. Nous avons programmé ce robot pour que ses deux roues latérales de droite fonctionnent indépendamment de leurs homologues de gauche. Ce mécanisme permet au robot de tourner autour de son centre et le conduire au sens à gauche ou à droite.

Le châssis et l'ensemble des éléments utilisé sont disponibles dans les magasins des composants électroniques, le châssis et le driver on peut les concevoir et les réaliser selon nos besoins.

Tableau III.1 : Nomenclature châssis du robot.

N	**Désignation**	**Caractéristiques**	**Quantité**
01	Châssis	- Dimension 21x15cm	01
02	Moteur avec réducteur	- Tension: 3V ~ 12V DC - Vitesse sans charge: 170 TRS/MIN (3V) - Réduction : 1:48 - Courant Max 250mA	02
03	Roue	- Diamètre 6.5cm - Hauteur 2.5cm	02
04	Encodeur de vitesse	- Diamètre 2.5cm	02
05	Forme – T pour fixation moteur		04
06	Boite de batterie (Pile)	- 04 Piles rechargeables	01
07	Boite de batterie (Pile)		01

III.3.1. Configurer le Châssis de robot

Les figures (III.3, III.4, III.5, III.6, III.7) montrent les étapes à suivre pour foire le montage du robot.



FIG.III.3: Châssis du robot (avant montage).

- **la première étape** : premièrement, nous connectons les fils d'alimentation des moteurs à l'aide du fer à souder.

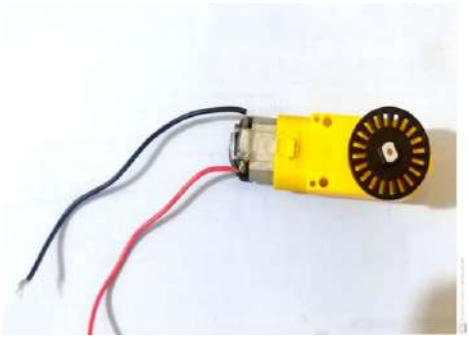


FIG. III.4: Photos après soudage.



FIG. III.5: fer à souder.

- **La deuxième étape :** Placerons les moteurs sur la cote en bas du cadre et fixation des roues aux moteurs.

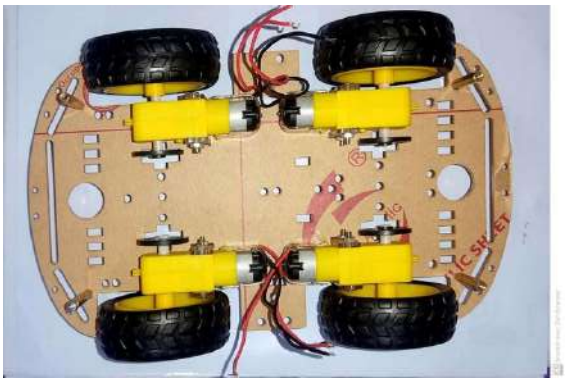


FIG.III.6 : Le châssis sans cadre de cote en haut.

- **La troisième étape :** Installation du cadre sur la cote en haute de châssis.

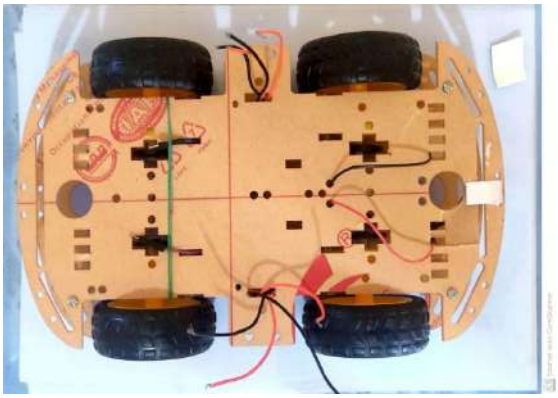


FIG. III.7 : Châssis du robot après le montage.

III.4. Outils utilisés

Nous avons utilisé des logiciels (IDE et Fritzing) pour la simulation et la programmation et des actionneurs et des capteurs du système.

II.4.1. Logiciels utilisés

A. Logiciel de programmation de l'Arduino

L'IDE est le logiciel de programmation de l'Arduino. Il permet d'écrire l'algorithme de commande du robot (de chaque composants : capteur HC-SR05, servomoteur et les 4 moteurs) ; et aussi d'injecter le programme de la commande à l'Arduino pour lui permettre de piloter le robot.

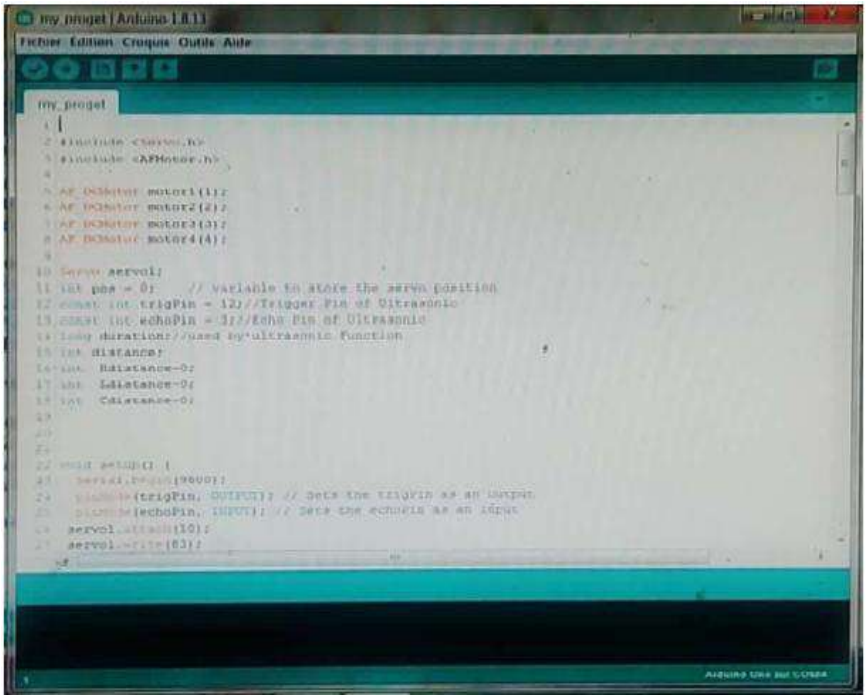


FIG.III.8: Programmation sur IDE.

B. Logiciel de conception électronique

Pour concevoir notre schéma électronique, nous avons utilisé le logiciel Fritzing, ce logiciel nous a permet de faire des tests sur la commande des moteurs avant de lancer la fabrication

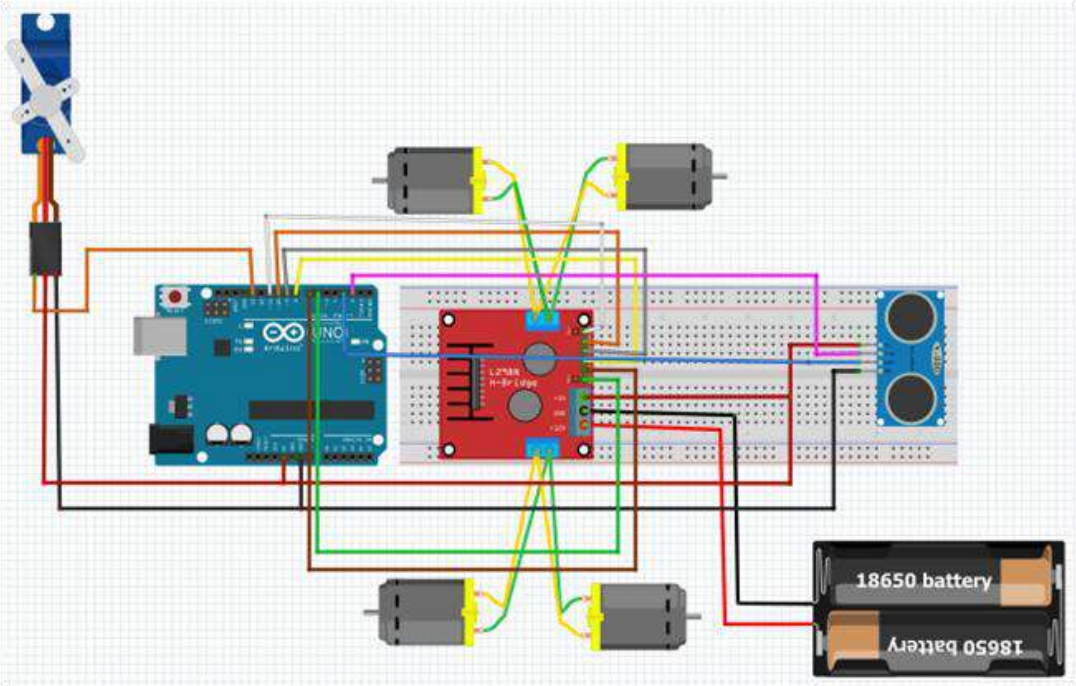


FIG.III.9 : Schéma de simulation sur le logiciel Fritzing.

II.4.2. Appareillage utilisés

Pour régler notre système, nous avons utilisé au niveau du labo des appareils.

A. Multimètre digital

Un multimètre digital UNI-T model UT60D a été utilisé pour mesurer et vérifier la tension et le courant qui passent a travers nos circuits.



FIG III.10 : Multimètre digital UT60D.

B. Alimentation stabilisée

Pendant nos tests sur le Lab d'essaie, nous avons utilisé un régulateur pour délivrer la tension voulue et la stabilisée.

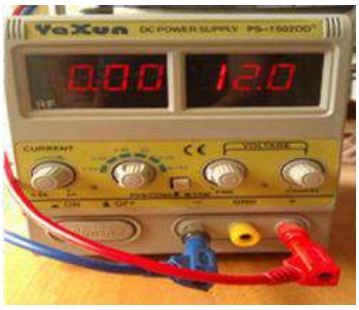


FIG. III.11 : Alimentation stabilisée et régulée.

C. Lab d'essaie

Le Lab d'essais nous a permet de faire plusieurs essaies de nos circuits électroniques. Nous avons test deux moteurs au lieu de quatre, on a considéré chaque deux moteurs comme étant un seul (deux masses communes et deux Vcc communes).

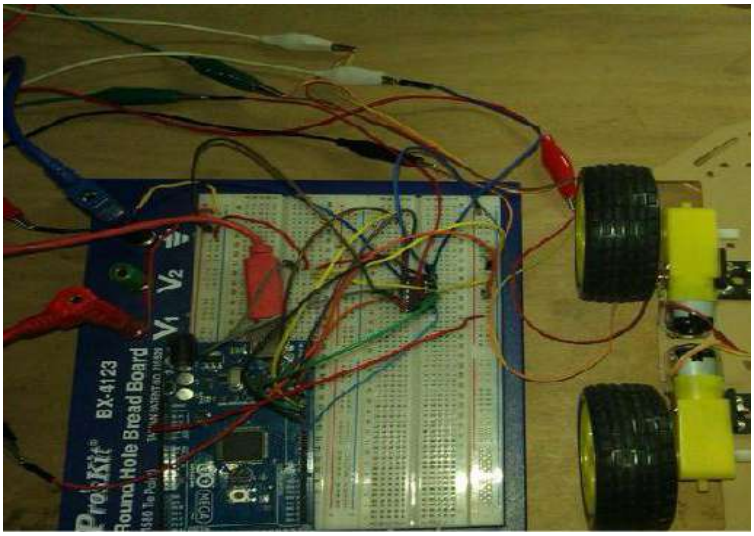


FIG.III.12 : Lab d'essaie avec deux moteurs sous Arduino.

III.5. Partie de câblage

III.5.1. Le capteur ultrasonique HC-SR04

On a choisi ce capteur vu sa facilité d'interfaçage à un microcontrôleur car il dispose seulement de 4 pins de sortie : Vcc, TRIG, ECHO, GND, il donne des résultats précises. L'écart est d'environ 3 cm avec un objet placé à 2 m, ce qui représente une erreur inférieure à 2 %.

Nous l'avons placé sur l'avant du robot pour localiser ce dernier par rapport à des obstacles statiques ou dynamiques.

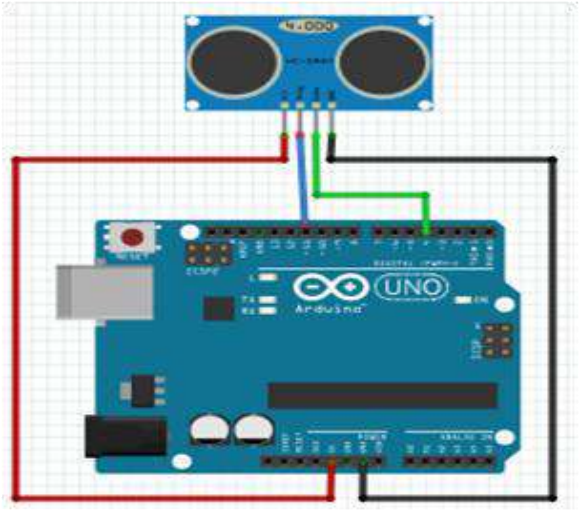


FIG. III.13 : Câblage du capteur HC-SR04 à la carte Arduino.

III.5.2. Les moteurs à courant continu

Afin que le robot soit capable de se déplacer, il est nécessaire d'utiliser des moteurs. On a utilisé deux moteurs à courant continu pour commander les deux roues de l'avant.

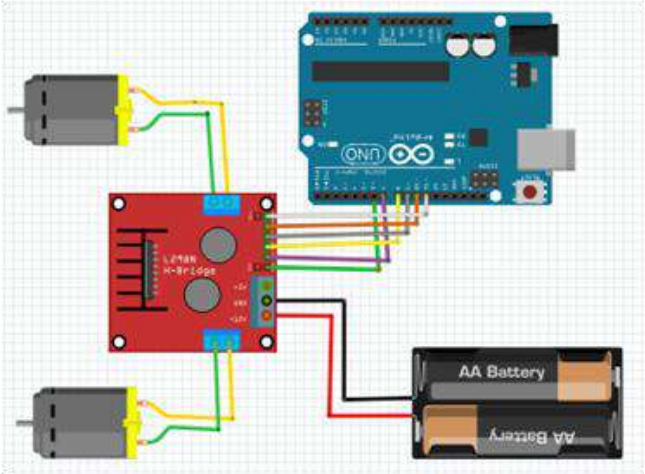


FIG. III.14: Câblage des moteurs à courant continu et les piles d'alimentation avec le driver L293N.

III.5.3. Le servomoteur

Le but de son utilisation est d'installer le capteur de distance sur sa pointe rotative, ce qui permet au capteur de couvrir une plus grande surface pour identifier les obstacles.

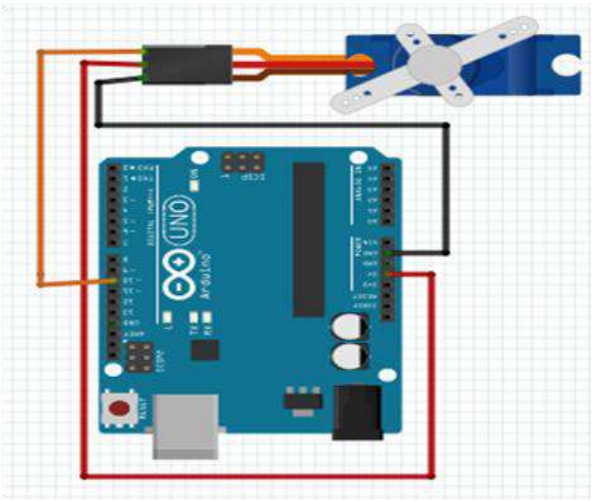


FIG. III.15: Câblage du servomoteur.

III.6. Montage final du robot avec les composants utilisé.

Pour faire le montage de notre robot, on assemble les composants selon les étapes suivantes:

- Fixation de la carte Arduino au coté gauche de l'arrière du robot à l'aide d'un ruban adhésif spécial.
- Brancher les fils du coté femelle au capteur ultrason.
- Brancher les fils de capteur ultrason à l'Arduino.
- Emboiter le driver sur le centre de voiture.
- Fixer le servomoteur à l'avant du robot et brancher son files au le Shield.
- Utiliser un minibreadbord pour faciliter la connexion des fils.
- Installation l'ultrason à servomoteur.
- Installez la batterie au coté droite de l'arrière du robot et connectez-la à l'interrupteur qui .connecté entre driver et batterie (sur le file positive).

Après avoir réaliser tout le câblage entre les composants en suivant les étapes citées on obtient notre robot final présenté sur la FIG.III.16:

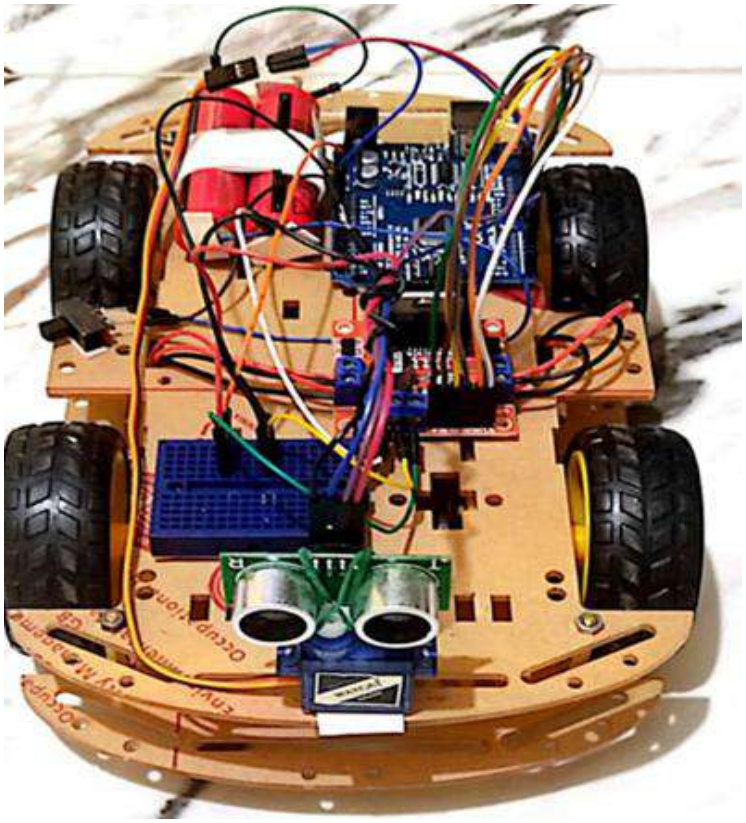


FIG.III.16: Robot final.

III.7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons illustré les étapes de construction mécanique du robot pendant la réalisation, par des figures et des schémas de câblages électroniques. Après cela, nous avons effectué quelques tests sur La commande. L'algorithme de commande montre une grande efficacité et permet au robot de se déplacer sans entrer en collision avec son environnement.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion général

Dans les travaux réalisées au long de ce mémoire nous avons conçu et réalisé un robot mobile à base de la carte arduino, la commande du robot a été faite par un capteur ultrason HC-04 pour éviter les obstacles.

Dans le 1er chapitre on a donné un aperçu général sur les robots, notamment les robots mobiles dont notre projet été l'objet d'étude.

Dans le 2ème chapitre nous avons faire une description des différents composant constituant le robot à savoir la carte arduino, le capteur de distance, le driver moteur L298N , les moteur à courant continu….

Le 3ème est consacré à la description des étapes de l'assemblage de notre robot ainsi qu'a la configuration logiciel- robot pour mettre en marche le robot.

En perspective, ce prototype peut être améliorer en diversifiant ses fonctions en incorporant de nouveaux composants comme l'ajoute d'un bran à base mobile par exemple et/ou d'autre capteur ou camera….

BIBLIOGRAPHIE

Références bibliographiques

[1] PLIPPE Coiffet;"la robotique;Principe et application"; edition hermés; 1986.

[2] Nabil LAMARA ; Réalisation d'une commande d'un robot mobile, mémoire de master; UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU 2016.

[3] jean-louis boimond, robotique, cours, université angers.

[4] Robotics: Modelling, Planning and Control ; Auteur : GIUSEPPE Oriolo,Bruno siciliano; Editeur : Professor Michael J. Grimble, Professor of Industrial Systems and Director; Edition 2009.

[5] Hadj-djilani Fethi Rabah et Bennabi Nadjib, "Commande optimal appliqué à un robot mobile" ; mémoire de master ; Université Djilali Bounaama Khemis Miliana, en2017.

[6] A.R.Maoud j, conception et commande d'un prototype mobile à base de microcontrôleur, Mémoire de MASTER II, université de jijel, Algérie, juin 2012

[7] Stéphane lens, locomotion d'un robot mobile, mémoire de travail de fin d'études, université de liège, Belgique ,2007-2008

[8] A, Hentout, Architecture multi-agents dédiée au contrôle des manipulateurs mobiles : Application au robot TER/ULM, thèse de doctorat, université des sciences et technologies HOUARI BOUMEDIENE [USTHB ; 2012.

[9] HAMDI Hocine **;** Introduction à la robotique **;** nouvelle édition revue augmentée et corrigée ; 2002-2003.

[10] Mme S.BORSALI ; Modélisation des Robots ; mémoire de master ; UNIVERSITE AB0U-BEKA-TLEMCEN ; 2012.

[11] DIHIA, Ait Belkacem et CYLIA, Abdi. Conception et réalisation d'un robot télécommandé ; Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri ; 2018.

[12] Ahmed OUKERROUM, Ali El Mehdi AFOUS. Réalisation d'un robot commandé à distance ; mémoire de master, École Normale Supérieure de l'Enseignement Technique Rabat 2012. **[13]** jermy blum ; « exploring Arduino : tools and techniques for engineering Wizardry » ; 2ème édition ; Wiley ; 2016.

[14] KRAMA A., GOUGUI A., «Etude et réalisation d'une carte de contrôle par Arduino via le système Androide », mémoire Master Académique, Université Kasdi

Merbah Ouargla, 2015

[15] Nicolas G., Goeffrey L, Arduino Apprendre à développer pour créer des objets intelligents ; Edition ENI 2015.

[16] https://www.locoduino.org/spip.php?article57

[17] M. benakki abdelhakim, Fréquencemètre basé sur Microcontrôleur ATmega 328P, mémoire de master ; Université SAAD DAHLAB de BLIDA ; 2017-2018.

[18] Ziane khouloud ,Ndiaye serigne mourtalla, Rapport de mini projet (Réalisation pratique d'un robot mobile éviteur d'obstacles), 2019, UNIVERSITE INTERNATIONALE DE CASABLANCA

[19] BELHAMEL AHLAM ; Etude et réalisation d'une serrure électronique codée (a base du PIC 16F877/ARDUINO UNO) ; Mémoire de fin d'études (diplôme master II), 20-21 juin 2017 : UNIVERSITE LARBI BEN M'HIDI DE OUM EL BOUAGHI.

[20] Abhi sharma, GSM Based Versatile Vvehicle, rapport de projet, Microchip's PIC 16F877A, DEC-2013.

[21] BEKKOUCHE Charaf Eddine etTOUGGOURTI Abdel Kader, Étude et simulation d'un variateur de vitesse commande un moteur à courant continu, mémoire de master ; UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA ; 20116.

[22] Nassima NAIT CHABANE et Nadia MOUSSAOUI, conception et réalisation d'un robot mobile, mémoire de master ; **U**NIVERSITE **M**OULOUD **M**AMMERI DE **T**IZI-**O**UZOU ; 2015.

[23] Melle. Fodil Rosa ; Melle. Sayah Kenza, Réalisation et Commande d'un Bras Manipulateur à Quatre Degrés de Liberté, mémoire de master, UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES ; 2017.

[24] ROUBEHIE MOHAMED NABIL, HASSENI MOHAMED, Commande d'un robot mobile via une application Android ; mémoire de master, Université SAAD DAHLAB de BLIDA ; 2016.

[25] hippolyte Weisslinger , Simone LANDRAULT ; Premiers pas en informatique embarquée, Le blog d'eskimon ; Édition du 19 juin 2014.

[26] **https://arduinofactory.fr/fritzing-cours-schema/**

[27] IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series **1015** (2018) 032189.