

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la A Recherche Scientifique
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU



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

MEMOIRE DE MASTER

Spécialité : Électronique

Option : Microélectronique

Présenté par :

AIT BELKACEM Dihia

ABDI Cylia

Sujet :

Conception et réalisation d'un robot télécommandé

Soutenu le : 27/09/2018

Devant le jury composé de :

M ^{me} LAGHA.K	M.C.A	UMMTO	Présidente
M ^{me} BOUGHIAS.O	M.A.A	UMMTO	Rapporteur
M ^{me} NEMMAR.F	M.C.B	UMMTO	Examinatrice

2017-2018



Remerciements

Avant de débiter ce modeste travail, il m'est particulièrement agréable d'exprimer nos gratitudee et nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

*Au début nos remerciements vont en particulier à **Dieu, le tout puissant**, qui nous a donné la force et le courage pour poursuivre nos études.*

*On tient à exprimer toute notre reconnaissance et notre gratitude à notre encadreur de recherche **M^{me} Boughias Ouiza** d'avoir accepté de diriger ce travail, sans ses orientations et ses précieux conseils, ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.*

*Nous remercions **Mme Lagha** et **Mme Nemmar** de nous faire l'honneur de juger ce travail.*

Nous adressons nos sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions jusqu'à l'obtention du diplôme de master.

Nos vifs remerciements et notre profonde reconnaissance vont à tous les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en signe de gratitude à mes chers parents et frères pour leur soutien indéfectible, morale et financière, tout au long de mon cursus.

A la mémoire de ma très chère grand-mère Fatima.

A toute ma famille notamment mes cousines Samia et Souhila.

*A mes adorables amis qui sont la toujours pour moi : Nadia
, Kola, Selma, Fkhèghe, Lynda, Lamimo, Tiviv, Hanan, Nounou, Midor.*

A tous mes amis et camarades électroniciens.



Cylia

Liste des figures

Chapitre I : Généralités sur la robotique

Figure I.1 :Quelques exemples d'application des robots mobiles.....	3
Figure I.2 :Principe de fonctionnement d'un codeur rotatif.....	7
Figure I.3 : Capteur capacitif.....	8
Figure I.4 : Capteur inductif.....	8
Figure I.5 : Robot équipé d'un capteur infrarouge.....	9
Figure I.6 : Moteur à courant continu.....	11
Figure I.7 : Moteur pas à pas.....	11
Figure I.8 : Architecture d'un robot mobile.....	12
Figure I.9 : Les organes de sécurité.....	14
Figure I.10 : Navigation du robot mobile en environnement encombré.....	16

Chapitre II : Conception du robot télécommandé

Figure II.1 :Carte Arduino UNO.....	20
Figure II.2 :Module Arduino UNO.....	23
Figure II.3 : Microcontrôleur ATmega 328P.....	24
Figure II.4 :Les pins de l'ATmega 328 et l'arduino UNO	25
Figure II.5 :Shield l293D.....	26
Figure II.6 :Le circuit intégré L293D.....	26
Figure II.7 :Les pins du L293D.....	27
Figure II.8 :Circuit du pont en H.....	28
Figure II.9 :Le capteur HC SR-04.....	29
Figure II.10 :Schéma fonctionnel du HC SR-04.....	30
Figure II.11 :Module bluetooth HC-06.....	31
Figure II.12 : Capteur de gaz MQ-2.....	33
Figure II.13 :Moteur à courant continu.....	35

Figure II.14 :Principe de fonctionnement d'un moteur à courant continu.....	36
Figure II.15 :Interface du logiciel Arduino.....	37
Figure II.16 :Barre des boutons du logiciel Arduino IDE.....	38
Figure II.17 :La fenêtre du logiciel Fritzing.....	39
Figure II.18 :La vue platine d'essai du logiciel Fritzing.....	39
Figure II.19 :Exemples d'interfaces graphiques.....	40
Figure II.20 :Anglet d'édition de l'interface graphique.....	41
Figure II.21 :L'interface graphique obtenue.....	41
Figure II.22 :Circuit de simulation.....	42

Chapitre III : Réalisation du robot télécommandé

Figure III.1 : Châssis du robot (avant montage).....	45
Figure III.2 : Châssis du robot (vue d'en haut).....	46
Figure III.3 :Châssis du robot (vue d'en bas).....	46
Figure III.4 :Carte Arduino et Shield L293D.....	47
Figure III.5 :Câblage du capteur HC-SR04 sur la carte arduino.....	48
Figure III.6 :Câblage des moteurs à courant continu et les piles avec le shield L293D.....	49
Figure III.7 : Câblage du module bluetooth HC-06 sur une carte Arduino.....	50
Figure III.8 :Robot final.....	51
Figure III.9 :Détection du module HC-06.....	52
Figure III.10 :Connexion du module HC-06 au smartphone.....	52
Figure III.11 :Structure générale du robot.....	53
Figure III.12 : Robot après test (vue de gauche).....	53
Figure III.13 : Robot après test (vue d'en haut).....	53

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Domaines d'application de robots mobiles.....4

Tableau III.1 : Nomenclature châssis du robot.....44

Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Généralité sur les robots mobiles

I.1 Introduction.....	2
I.2 Généralités sur les robots mobiles.....	2
I.2.1 Définition d'un robot mobile.....	2
I.2.2 Classification des robots.....	2
I.3 Applications.....	3
I.4 Les avantages dans l'utilisation des robots mobiles.....	5
I.5 Les moyens de perceptions en robotique mobile.....	5
I.5.1 Les capteurs.....	5
I.5.2 Les actionneurs.....	9
I.5.2.1 Particularités des moteurs utilisés en robotique.....	9
I.5.2.2 Avantages des actionneurs électriques.....	10
I.5.2.3 Types de moteurs utilisés.....	10
I.6 Architecture des robots mobiles.....	11
I.7 La structure mécanique et la motricité.....	12
I.7.1 Les mobiles à roues.....	12
I.7.2 Les mobiles à chenilles.....	12
I.7.3 Les mobiles marcheurs.....	12
I.7.4 Les mobiles rampants.....	13
I.8 La motricité et l'énergie.....	13
I.8.1 Les organes de sécurité.....	14
I.8.2 Traitement des informations et gestion des tâches.....	15
I.8.3 La navigation.....	15

Sommaire

I.8.4 La modélisation et l'environnement.....	16
I.8.5 La planification de trajectoire.....	17
I.9 Etat des recherches.....	17
I.10 Conclusion.....	17

Chapitre II : Conception du robot

II.1 Introduction.....	19
II.2 Partie matériel.....	19
II.2.1 Arduino UNO.....	19
II.2.1.1 Caractéristiques.....	20
II.2.1.2 Alimentation.....	22
II.2.1.3 Fonction des pins.....	23
II.2.2 Microcontrôleur ATmega 328P.....	24
II.2.3 Shield L293D.....	25
II.2.3.1 L293D.....	26
II.2.3.2 Principe de fonctionnement.....	27
II.2.3.3 Pont H.....	27
II.2.3.4 Caractéristiques.....	28
II.2.4 Ultrason.....	29
II.2.4.1 Définition.....	29
II.2.4.2 Principe de fonctionnement.....	29
II.2.4.3 Caractéristiques.....	30
II.2.5 Bluetooth HC-06.....	31
II.2.5.1 Définition.....	31
II.2.5.2 Caractéristiques.....	32
II.2.6 Capteur de gaz MQ2.....	32
II.2.6.1 Définition.....	32
II.2.6.2 Principe de fonctionnement.....	33

Sommaire

II.2.6.3 Caractéristiques.....	33
II.2.7 Moteur à courant continu.....	35
II.2.7.1 Définition.....	35
II.2.7.2 Principe de fonctionnement.....	35
II.3. Partie logiciel.....	36
II.3.1 Arduino IDE.....	36
II.3.2 Fritzing.....	38
II.4 Bluetooth Electronics.....	40
II.5 Conception.....	42
II.6 Conclusion.....	43

Chapitre III : Réalisation du robot

III.1 Introduction.....	44
III.2 Travail réalisé.....	44
III.2.1 Les éléments utilisés pour le fonctionnement du robot mobile.....	44
III.2.2 Partie mécanique.....	44
III.2.3 Partie électronique.....	46
III.2.3.1 Les cartes électroniques.....	46
III.2.3.2 Le capteur ultrasonique HC-SR04.....	47
III.2.3.3 Les moteurs à courant continu.....	48
III.2.3.4 Le module bluetooth HC-06.....	49
III.3 Montage final du robot avec les composants utilisés.....	50
III.4 Contrôle à distance.....	51
III.5 Principe de fonctionnement.....	52
III.6 Test du robot télécommandé.....	53
III.7 Conclusion.....	53
Conclusion générale.....	54

INTRODUCTION

GÉNÉRALE

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.

Dans ce travail on se focalise sur les robots mobiles, qui sont largement utilisés dans les environnements industriels, le plus souvent pour effectuer des tâches répétitives et pénibles. L'intérêt principal des robots mobiles est de permettre aux êtres humains d'effectuer des tâches dangereuses dans des endroits inaccessibles. C'est pour cela que l'un des domaines les plus populaires où les robots mobiles sont utilisés est le domaine scientifique.

Afin d'être autonome, un robot mobile doit posséder de nombreuses capacités. Premièrement, il doit être capable de percevoir son environnement et de se localiser dans celui-ci. Pour ce faire, il doit être doté de plusieurs capteurs. Une fois localisé dans son environnement, le robot doit être capable de se déplacer d'un point à un autre en trouvant des chemins efficaces et sécurisés afin d'éviter des collisions avec les obstacles, pour cela les robots mobiles utilisent plusieurs moyens de locomotion selon l'environnement auquel ils sont destinés. De plus, un robot est appelé à communiquer avec les gens ou d'autres agents situés à proximité et cela peut être fait par une interface wifi, bluetooth,...etc.

Le but de ce mémoire est la conception et réalisation d'un robot mobile télécommandé à distance par Bluetooth avec la possibilité d'être autonome. Pour le réaliser on a utilisé une carte arduino UNO comme composant cœur avec des organes de perception (capteurs) et de locomotion (moteurs), ainsi qu'un moyen de communication par voie Bluetooth qui offre un moyen de contrôle à distance.

Ce mémoire est organisé de la façon suivante :

- ❖ Le premier chapitre est consacré à une étude générale sur les robots mobiles et la structure robotique.
- ❖ Le deuxième chapitre présente la conception de notre propre robot mobile
- ❖ Le troisième chapitre est dédié à la réalisation du robot mobile.

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS SUR LES ROBOTS

MOBILES

I.1 Introduction :

Les robots mobiles est un ensemble de disciplines (mécanique, électronique, automatique, informatique), elle se subdivise en deux types : les robots industriels et les robots mobile. Les robots industriels sont généralement fixes, ils sont utilisés dans de nombreuses applications industrielles : l'assemblage mécanique, la soudure, la peinture...etc. Les robots mobiles ne sont pas fixes, ils sont classifiés selon le domaine d'application en robots militaires, de laboratoires, industriels et de services.

Les robots mobiles présentent un cas particulier en robotique. Leur intérêt réside dans leur « mobilité », destinés à remplir des tâches pénibles (exemple : marine, spatiale, lutte contre l'incendie, surveillance...). L'aspect particulier de la mobilité impose une complexité technologique (capteurs, motricité et énergie) et méthodologique tel que le traitement des informations par utilisation des techniques et des processeurs particuliers.

L'autonomie du robot mobile est une faculté qui lui permet de s'adapter ou de prendre une décision dans le but de réaliser une tâche même dans un environnement peu connu ou totalement inconnu.

I.2 Généralités sur les robots mobiles :

I.2.1 Définition d'un robot mobile :

Un robot mobile est un véhicule doté de moyens de locomotion qui lui permettent de se déplacer. Suivant son degré d'autonomie il peut être doté de moyens de perception et de raisonnement.

I.2.2 Classification des robots mobiles :

La classification des robots mobiles se fait suivant plusieurs critères (degré d'autonomie, système de locomotion, énergie utilisée ..). La classification la plus intéressante, et la plus utilisée est selon leur degré d'autonomie. Un robot mobile autonome est un système automoteur doté de capacités décisionnelles et de moyens d'acquisition et de traitement de l'information 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: [2]

- Véhicule télécommandé par un opérateur qui lui impose chaque tâche élémentaire à réaliser.
- Véhicule télécommandé au sens de la tâche à réaliser. Le véhicule contrôle automatiquement ses actions.
- Véhicule semi- autonome réalisant sans l'aide de l'opérateur des tâches prédéfinies.
- Véhicule autonome qui réalise des tâches semi- définies.

Les principaux problèmes particuliers liés à la conception de tels robots sont:

1. La conception mécanique liée à la mobilité.
2. La détermination de la position et de l'orientation.
3. La détermination du chemin optimal. [1]

I.3 Applications:

Le domaine d'application des robots mobiles est vaste, nous présentons quelques Applications sur la figure (I.1) et sur le tableau (I.1).

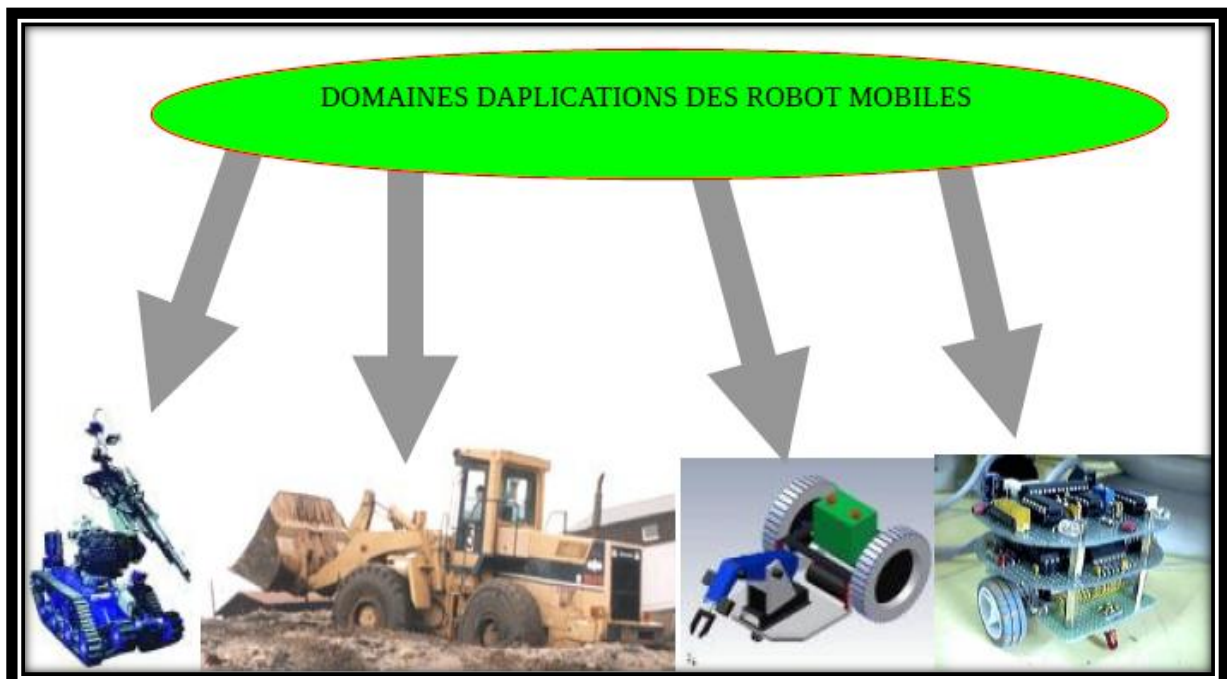


Figure I.1 : Quelques exemples d'application des robots mobiles

Domaines	Applications
Industrie nucléaire	<ul style="list-style-type: none"> - Surveillance de sites - Manipulation de matériaux radioactifs - Démantèlement de centrales
Sécurité civile	<ul style="list-style-type: none"> - Neutralisation d'activités terroristes - Déminage - Pose d'explosif - Surveillance de munitions
Chimique	<ul style="list-style-type: none"> - Surveillance de sites - Manipulation de matériaux toxiques
Mine	<ul style="list-style-type: none"> - Assistance d'urgence
Agricole	<ul style="list-style-type: none"> - Cueillette de fruits - Moisson, traitement des vignes.
Nettoyage	<ul style="list-style-type: none"> - Coque de navire - Nettoyage industriel
Espace	<ul style="list-style-type: none"> - Exploration
Industrie	<ul style="list-style-type: none"> - Convoyage - Surveillance
Sous-marine	<ul style="list-style-type: none"> - Pose de câbles - Recherche de modules - Recherche de navires immigrants - Inspection des fonds marins
Militaire	<ul style="list-style-type: none"> - Surveillance - Pose d'explosif - Manipulation de munitions

Tableau I.1 : Domaines d'application derobots mobiles

I.4 Les avantages dans l'utilisation des robots mobiles :

Les divers avantages des robots mobiles se résument ainsi:

- Accroissement de la capacité de production
- Remplacement de l'homme dans l'exécution des tâches pénibles ou dangereuses.
- Manutentions. [2]

I.5 Les moyens de perception en robotique mobile :

La perception est un domaine crucial de la robotique. C'est autour de ce concept qu'est bâtie la structure d'un robot apte à exécuter des tâches complexes ou à évoluer dans un univers inconnu ou mal connu. L'élément de base du système de perception est le capteur qui a pour objet de traduire en une information exploitable des données représentant des caractéristiques de l'environnement.

Les moyens utilisés pour la perception de l'environnement sont :

- Les capteurs
- Les actionneurs

I.5.1 Les capteurs :

Les capteurs permettent aux robots de recevoir des informations sur leur environnement (position, température,...) et sur leurs composants internes comme la position d'un moteur. Ils sont essentiels au fonctionnement d'un robot car celui-ci a besoin d'informations sur son milieu extérieur pour pouvoir évoluer au sein de ce dernier.

Les capteurs ont différentes caractéristiques : l'étendue de la mesure (la différence entre le plus petit signal mesurable et le plus grand signal mesurable), la sensibilité (la plus petite variation que peut détecter un capteur), la rapidité et la précision. [5]

Il existe différents types de capteurs :

1. Les capteurs de position :

Ce sont les capteurs les plus répandus chez les robots. On peut les utiliser pour détecter :

- La présence d'un objet
- La position précise d'un objet
- L'épaisseur d'une pièce
- Le niveau d'un fluide.

1.1 Les capteurs de contact :

Ces capteurs peuvent aussi être appelés capteurs de collision, ils permettent détecter un contact avec un solide. Fonctionnent comme des interrupteurs dont l'actionneur est adapté à la détection de contact, ils sont momentanés puisque l'actionneur revient à sa position initiale une fois que le contact entre lui et l'objet a cessé. On peut donc les fabriquer à partir de n'importe quel interrupteur de type momentané, en adaptant la mécanique pour que le robot puisse utiliser l'information qu'il apporte.

Ils peuvent avoir plusieurs applications chez un robot

- La détection des obstacles par contact avec eux
- La détection d'un objet dans le robot : par exemple, si un robot sert à lancer une balle de ping-pong, le capteur détecte si la balle se trouve dans sa pince
- La détection de fin de course d'un mouvement mécanique, ce qui peut servir à détecter la fin de course d'un piston ou d'un bras afin de ne pas abîmer le moteur. [6]

1.2 Les codeurs rotatifs :

Les codeurs rotatifs servent à détecter une position angulaire. Le disque du codeur est solidaire de l'arbre tournant du système à contrôler. Il existe deux types de codeurs rotatifs : les incrémentaux et les absolus.

Chez le codeur rotatif incrémental, la périphérie du disque du codeur est divisée en x fentes régulièrement réparties. Un faisceau lumineux se trouve derrière ces fentes dirigé vers une diode photosensible. Chaque fois que le faisceau est coupé, le capteur envoie un signal qui permet de connaître la variation de position de l'arbre. Pour connaître le sens de rotation du codeur, on utilise un deuxième faisceau lumineux qui sera décalé par rapport au premier. Le premier faisceau qui enverra son signal indiquera aussi le sens de rotation du codeur.

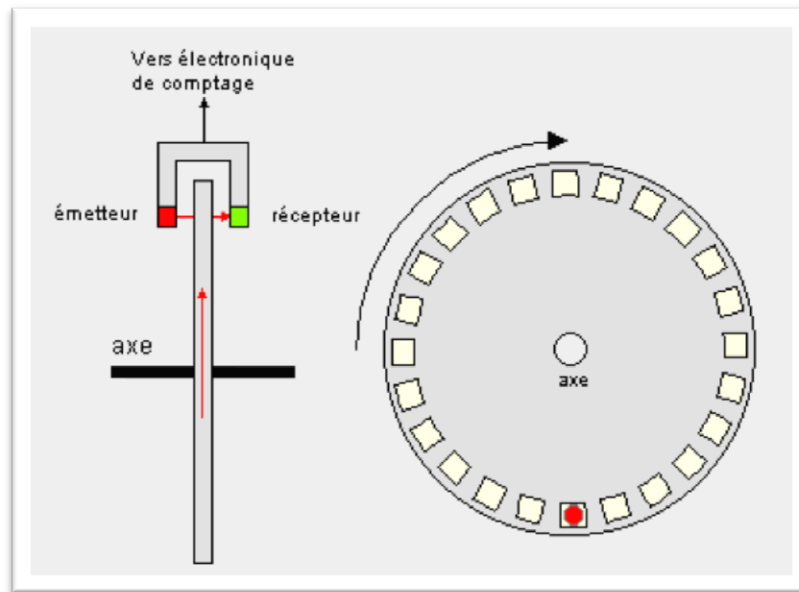


Figure I.2: principe de fonctionnement d'un codeur rotatif

En revanche, chez le codeur rotatif absolu, le disque possède un grand nombre de pistes et chaque piste est munie d'une diode émettrice d'un faisceau lumineux et d'une diode photosensible. La piste centrale est la piste principale, elle détermine dans quel demi-tour la lecture est effectuée. La piste suivante détermine dans quel quart de tour on se situe, la suivante le huitième de tout etc. Plus il y aura de pistes plus la lecture angulaire sera précise. Il existe des codeurs absolus simples tout qui permettent de connaître en plus le nombre de tours effectués.

2. Les capteurs de proximité :

Les capteurs de proximité sont des capteurs qui permettent de détecter un objet sans contact ni intermédiaire entre le capteur et sa cible.

2.1 Les capteurs capacitifs :

Les capteurs capacitifs permettent de détecter si une personne touche un objet.

Le capteur sera d'autant plus sensible qu'il sera grand. Par exemple, si l'électrode est plus grande que 14cm^2 , le capteur pourra aussi capter une personne très proche à moins de 5cm, sans contact.

Ces capteurs se présentent sous forme de circuits intégrés. Ils possèdent une ou plusieurs entrées, permettant ainsi de brancher une ou plusieurs électrodes indépendantes. Pour chaque entrée, le circuit intégré propose en général une sortie logique (0 ou 1) donnant son état. Ces capteurs fonctionnent en mesurant la capacitance (capacité à stocker de l'électricité) de l'électrode. Les variations de capacitance de l'électrode. Les variations de la capacitance de l'électrode permettent de savoir s'il y a touché ou non.

Ces capteurs, déjà beaucoup utilisés en informatique sur les téléphone perfectionnés, ils servent aussi chez les robots, notamment s'il s'agit de fabriquer un robot humanoïde réaliste : c'est ainsi qu'il détectera le toucher sur sa peau.



Figure I.3 : Capteur capacitif

2.2 Les capteurs inductifs :

Les capteurs inductifs sont des capteurs produisant un champ magnétique à leur extrémité, et qui permettent de détecter n'importe quel objet conducteur situé à une distance dépendante du type de capteur. Si un matériau conducteur se trouve dans la zone d'action du capteur, celui-ci sera automatiquement détecté. Utilisés chez les détecteurs de métaux ou les portes aux aéroports, ces capteurs peuvent également servir dans l'industrie pour les robots servant aux chaînes de fabrication.



Figure I.4 : Capteur inductif

2.3 Les capteurs infrarouges :

Un capteur infrarouge est constitué d'un récepteur qui détecte l'intensité lumineuse dans la gamme des lumières infrarouges et d'un émetteur. Il fonctionne en mesurant les coupures, ou les variations d'intensité de la lumière.

Il peut être utilisé comme capteur de contact. On fait une mesure avec la LED infrarouge éteinte et une autre avec la LED infrarouge allumée. S'il n'y a aucun obstacle proche, la valeur lue est la même. Sinon, l'obstacle aura réfléchi la lumière infrarouge et la deuxième mesure donnera un résultat plus élevé.

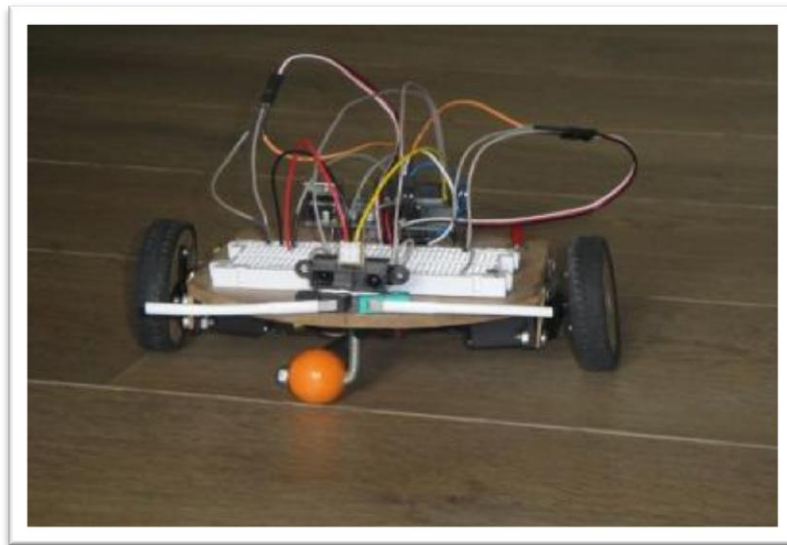


Figure I.5 : Robot équipé d'un capteur infrarouge

Il peut aussi être utilisé en capteur de distance en mesurant l'angle avec lequel le rayon réfléchi arrive sur le récepteur. En mesurant la distance à laquelle le rayon réfléchi arrive sur le récepteur. En mesurant la distance à laquelle le rayon arrive sur le récepteur, on peut en déduire la distance de l'obstacle.

Les capteurs infrarouges permettent ainsi de détecter de nombreuses informations, et font partie des plus vendues en robotique.

I.5.2 Les actionneurs :

L'actionneur est la partie du robot lui permettant d'agir sur son environnement, c'est grâce à lui que le robot peut exécuter un travail.

I.5.2.1 Particularités des moteurs utilisés en robotique :

Un robot réalise des fonctions mécaniques telles qu'un déplacement ou un positionnement. Pour cela, il a besoin d'un actionneur qui va réaliser à la fois une

transmission d'information et une conversion d'énergie. Plusieurs technologies existent : on rencontre des actionneurs électriques, pneumatiques et hydrauliques. Les premiers sont le plus souvent des moteurs en rotation, un mécanisme permettant éventuellement de modifier la nature du mouvement. Ce sont ces machines qui nous intéressent ici. Les moteurs employés font appel aux mêmes principes que ceux qu'on utilise en électrotechnique classique, mais leurs caractéristiques et leurs technologies sont différentes. Tout d'abord, la puissance en général modeste des machines fait qu'on fait souvent appel à des aimants permanents plutôt qu'à des inducteurs bobinés, ce qui simplifie la réalisation et élimine les pertes par effet Joule correspondantes. Ensuite, on ne cherche pas à optimiser les mêmes paramètres. Les grandeurs liées à la conversion d'énergie (puissance, rendement) sont certes importantes, mais les grandeurs liées à l'information (précision, rapidité de réponse) sont primordiales. Ainsi, on minimise l'inertie des parties tournantes en adoptant des structures particulières ou une géométrie adaptée pour réaliser des moteurs à réponse rapide. Les performances d'un actionneur électrique sont intimement liées à celles de son environnement : le convertisseur d'énergie et sa commande électronique, l'éventuel asservissement avec ses capteurs et les mécanismes associés à la charge. Il est important d'en tenir compte lors d'une comparaison de coût entre plusieurs solutions. Toute reproduction non autorisée est un délit.

1.5.2.2 Avantages des actionneurs électriques :

Par rapport à leurs concurrents hydrauliques et pneumatiques, les actionneurs électriques présentent un certain nombre d'avantages parmi lesquels :

- une énergie facilement disponible, soit à partir du secteur, soit à partir de batteries pour les engins autonomes ;
- une adaptation aisée de l'actionneur et de sa commande du fait de la nature électrique de l'ensemble des grandeurs.

Les progrès récents ont permis un élargissement du domaine d'emploi des actionneurs électriques. On peut citer :

- l'amélioration des performances des moteurs grâce en particulier à la disponibilité d'aimants plus efficaces et à l'optimisation obtenue par l'utilisation de logiciels de simulation
- la simplification de l'électronique associée grâce aux avancées dans le domaine des composants (circuits intégrés, transistors de puissance ...).

1.5.2.3 Types de moteurs utilisés :

Les machines rencontrées dans le domaine de la robotique sont essentiellement de trois types :

– le moteur à courant continu représente la solution traditionnelle lorsqu'on a besoin de commander une vitesse ou une position, mais nécessite un asservissement ;



Figure I.1: Moteur à courant continu

– le moteur à courant continu sans balais est en fait une machine alternative associée à un commutateur électronique qui peut remplacer le moteur à courant continu classique avec des caractéristiques similaires ;

– le moteur pas-à-pas est à la base un actionneur de positionnement ne nécessitant pas d'asservissement, mais peut être aussi utilisé pour une commande de déplacement.

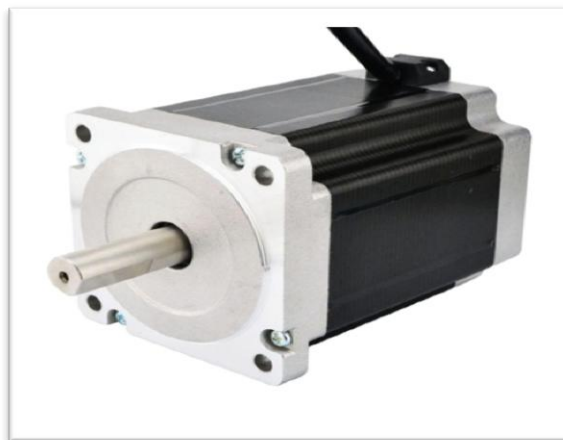


Figure I.7 : Moteur pas-à-pas

I.6 Architecture des robots mobiles :

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 2 :

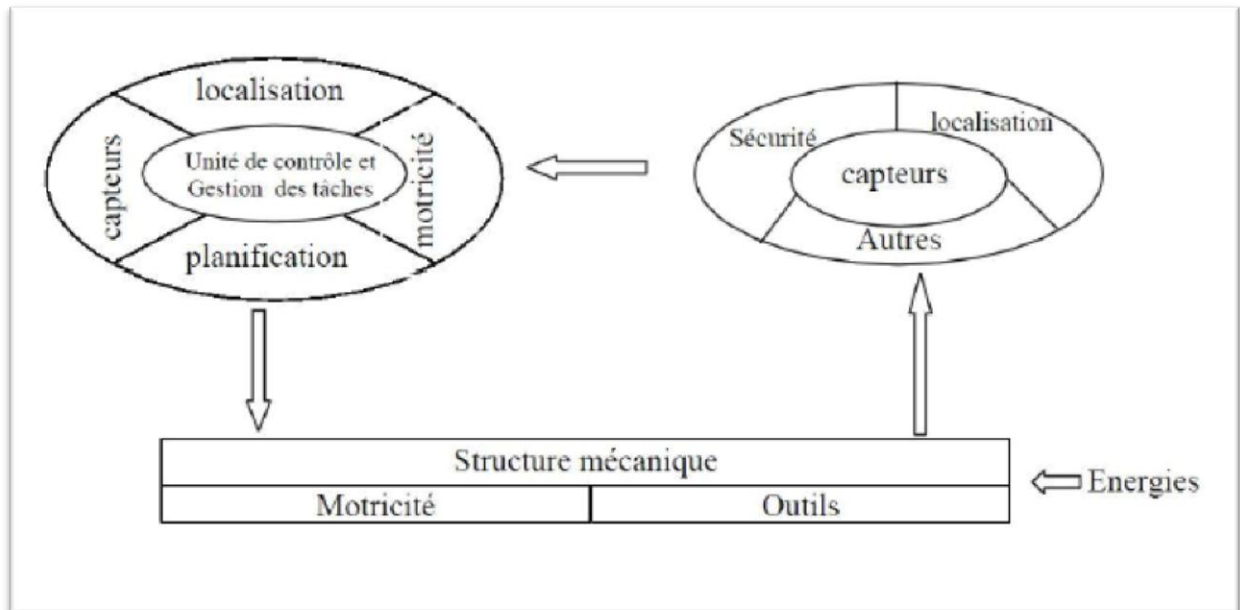


Figure I.8 : Architecture d'un robot mobile

I.7 Types de robots :

On peut dénombrer quatre types de structures mécaniques assurant la motricité :

I.7.1 Les mobiles à roues :

La mobilité par roues est la structure mécanique la plus communément appliquée. Cette technique assure selon l'agencement et les dimensions des roues un déplacement dans toutes les directions avec une accélération et une vitesse importante. Le franchissement d'obstacles ou l'escalade de marches d'escalier est possible dans une certaine mesure. Toutes les configurations (nombre, agencement, fonction) des roues sont appliquées.

I.7.2 Les mobiles à chenilles :

L'utilisation des chenilles présente l'avantage d'une bonne adhérence au sol et d'une faculté de franchissement d'obstacles. L'utilisation est orientée vers l'emploi sur sol accidenté ou de mauvaise qualité au niveau de l'adhérence (présence de boue, herbe...).

I.7.3 Les mobiles marcheurs :

Les robots mobiles marcheurs sont destinés à réaliser des tâches variées dont l'accès au site est difficile, dangereux ou impossible à l'homme. Leur anatomie à nombreux degrés de liberté permet un rapprochement avec les robots manipulateurs. La locomotion est

commandée en termes de coordonnées articulaires. Les méthodes de commande des articulations définissent le concept d'allure qui assure le déplacement stable de l'ensemble. Les différentes techniques étudiées se rapprochent de la marche des animaux et notamment de celle des insectes.

L'adaptation au support est un problème spécifique aux marcheurs. Il consiste à choisir le meilleur emplacement de contact en alliant l'avance et la stabilité avec l'aide de capteurs de proximité, de contact ou de vision.

I.7.4 Les robots rampants :

La reptation est une solution de locomotion pour un environnement de type tunnel qui conduit à réaliser des structures filiformes.

Le système est composé d'un ensemble de modules ayant chacun plusieurs mobilités. Les techniques utilisées découlent des méthodes de locomotion des animaux.

- Le type scolopendre constitue une structure inextensible articulée selon deux axes orthogonaux.
- Le type lombric comprend trois articulations, deux rotations orthogonales et une translation dans le sens du mouvement principal.
- Le type péristaltique consiste à réaliser un déplacement relatif d'un module par rapport aux voisins.

I.8 La motricité et l'énergie :

Les déplacements des robots sont réalisés par des moteurs de types électrique, thermique ou hydraulique.

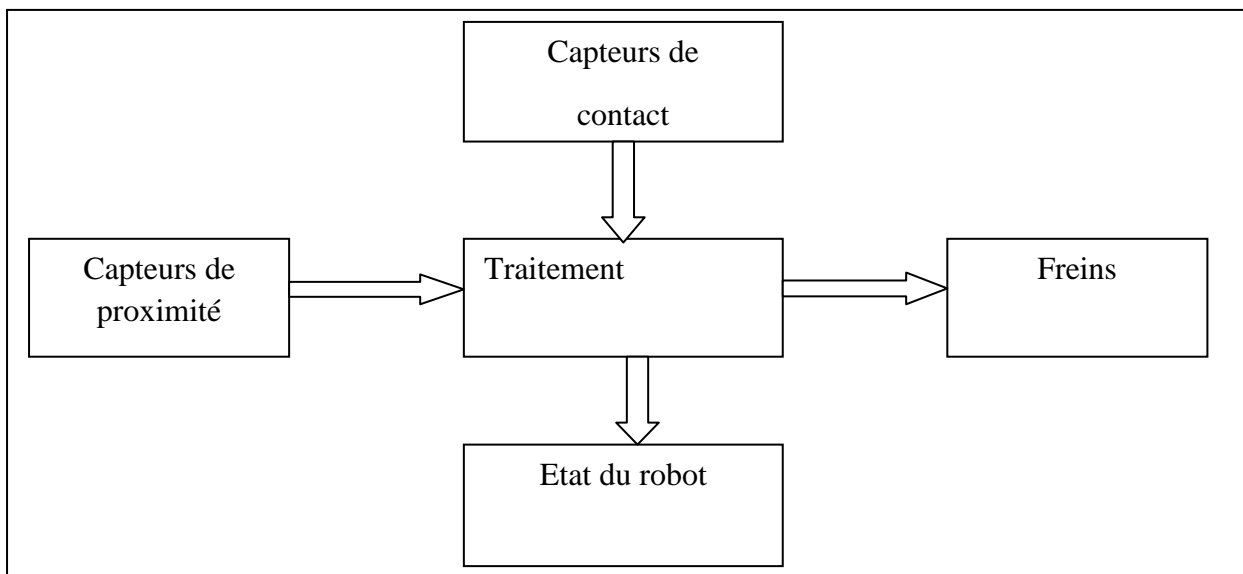
L'énergie électrique la plus fréquemment employée offre l'avantage d'une commande aisée. Par contre le transport et la génération présentent des difficultés. Plusieurs méthodes sont employées :

- Par batteries qui sont soit rechargées périodiquement de manière automatique ou manuelle, soit par un échange avec d'autres lorsqu'elles sont déchargées.
 - Par groupe électrogène embarqué dont l'inconvénient constitue la masse élevée.
- L'énergie de base est alors thermique.
- Par cordon ombilical qui réduit l'autonomie du robot.

L'énergie thermique est essentiellement employée par des véhicules de forte puissance comme énergie de base pour la traction ou pour activer un compresseur hydraulique.

I.8.1 Les organes de sécurité :

Un robot, selon la tâche qui lui est confiée, peut être amené à travailler au voisinage du personnel. A ce titre, il est obligatoire qu'il soit doté d'organes garantissant la sécurité. Des capteurs sont disponibles tout autour du mobile afin de détecter un obstacle sur un domaine le plus étendu possible. Deux types de capteurs sont employés : les capteurs proximétriques assurant la détection avant collision (ultra-son, hyper fréquence, infrarouge...) et les capteurs de contact détectant une collision ou un choc avec l'environnement (contact électrique sur pare-chocs, résistance variable, fibre optique...). Ce sont des dispositifs redondants par rapport aux capteurs précédents. L'organisation de la sécurité est représentée sur le schéma de la figure 3 :



FigureI.9 : Les organes de sécurité.

Il comporte également un système de vérification permanent de l'état de fonctionnement des autres organes.

Le traitement de la détection s'effectue selon plusieurs cas. Si le capteur à contact est sollicité, le robot s'immobilise soit définitivement soit tant que le contact persiste, ou il effectue un mouvement opposé au contact. Par contre si un proximètre détecte une présence, la stratégie consiste soit à immobiliser le robot en attendant que la personne s'éloigne, soit à ralentir le mouvement si la personne n'est pas trop proche, soit à choisir un autre chemin qui l'éloigne de la personne.

I.8.2 Traitement des informations et gestion des tâches :

L'ensemble de traitement des informations et gestion des tâches constitue le module information centrale qui établit les commandes permettant au mobile de réaliser un déplacement et d'activer les divers organes en accord avec l'objectif. Nous nous limiterons au problème de génération de plan qui consiste à établir la manière dont le robot se déplace par rapport à des connaissances à priori (statiques) ou obtenues en cours d'évolution (dynamiques).

La génération de plan repose sur trois concepts :

- La stratégie de navigation
- La modélisation de l'espace
- La planification.

La navigation est une étape très importante en robotique mobile. Bien entreprise, elle permet une large autonomie à un robot mobile. Le système de navigation comporte plusieurs modules qui peuvent être traités différemment et parmi lesquels on distingue celui de la localisation et celui de l'évitement d'obstacles. La détection et l'évitement des obstacles est l'étape fondamentale de l'évolution d'un robot en territoire inconnu. On dispose à cet effet de plusieurs types de capteurs : caméras; un programme d'analyse des images étant alors nécessaire, capteurs laser, capteurs infrarouge et capteurs à ultrasons.

On utilise en général un capteur à ultrasons qui permet de renseigner sur la présence d'un obstacle sur le chemin d'évolution. Une fois les obstacles repérés, le robot peut effectuer plusieurs actions, par exemple : cartographier le site sur lequel il évolue, vérifier si sa distance à l'obstacle est supérieure ou non à une distance limite, et dans le cas contraire, éviter l'obstacle.

I.8.3 La navigation :

La navigation est une étape très importante en robotique mobile. Bien entreprise, elle permet une large autonomie à un robot mobile. Le système de navigation comporte plusieurs modules qui peuvent être traités différemment et parmi lesquels on distingue celui de la localisation et celui de l'évitement d'obstacles. La détection et l'évitement des obstacles est l'étape fondamentale de l'évolution d'un robot en territoire inconnu. On dispose à cet effet de plusieurs types de capteurs : caméras; un programme d'analyse des images étant alors nécessaire, capteurs laser, capteurs infrarouge et capteurs à ultrasons.

On utilise en général un capteur à ultrasons qui permet de renseigner sur la présence d'un obstacle sur le chemin d'évolution. Une fois les obstacles repérés, le robot peut effectuer

plusieurs actions, par exemple : cartographier le site sur lequel il évolue, vérifier si sa distance à l'obstacle est supérieure ou non à une distance limite, et dans le cas contraire, éviter l'obstacle. Un exemple d'évitement d'obstacles est présenté sur la figure 4.

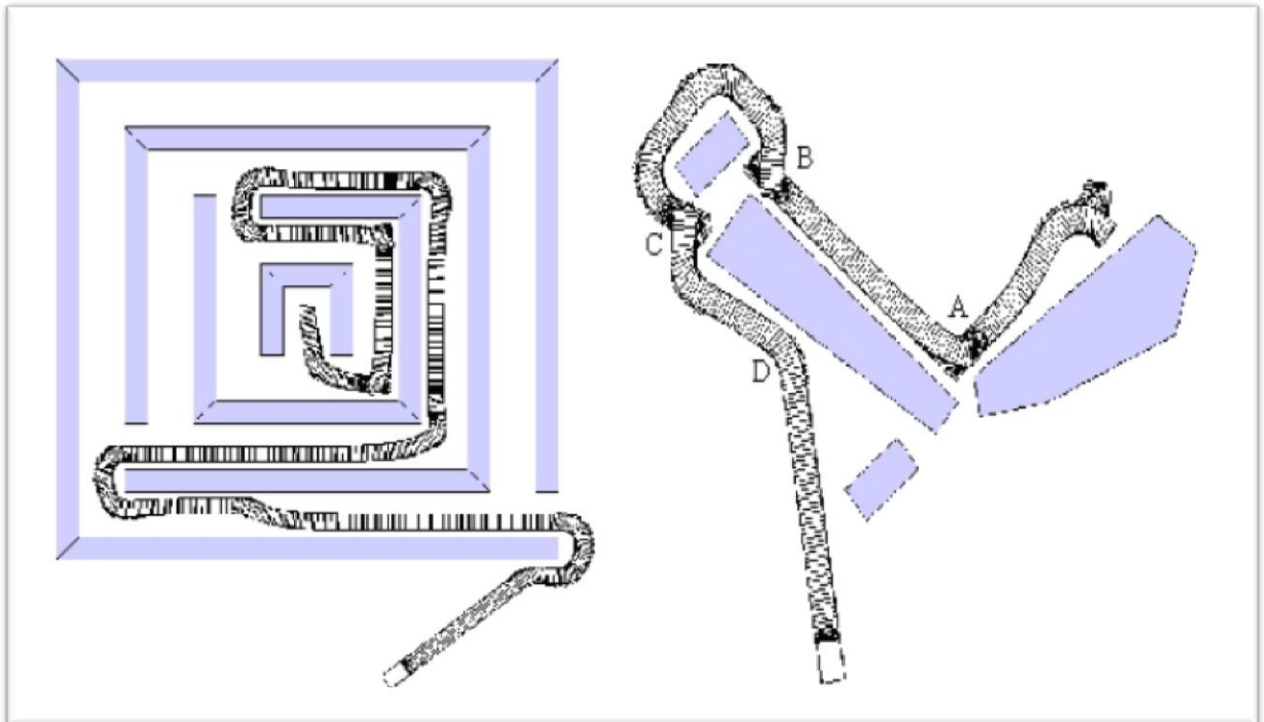


Figure I.10: Navigation du robot mobile en environnement encombré.

I.8.4 La modélisation de l'environnement :

La connaissance du milieu dans lequel évolue le robot mobile n'est établie en général qu'après avoir effectué une campagne de mesure de l'ensemble des éléments constituant l'environnement. Cette procédure fastidieuse peut être évitée si le robot construit lui-même son modèle d'environnement de manière dynamique. Par contre, la planification de trajectoire n'est pas utilisable tant que le robot ne dispose pas d'un modèle de l'espace d'évolution ce qui handicape très fortement l'utilisation du robot. A partir de cette base d'informations et d'une loi évaluant les erreurs de représentation, le planificateur peut générer des sous-trajectoires faisables dans certaines parties et modifier les sous-trajectoires dans d'autres parties à l'aide des informations locales issues de la mesure des capteurs d'environnement. Lors de l'exécution d'une trajectoire, le robot acquiert des informations qui vont permettre de reconstituer le plus fidèlement possible le modèle de l'environnement de manière récursive à l'aide d'un algorithme approprié.

I.8.5 La planification de trajectoire :

On voit ainsi au travers de cette première approche assez théorique apparaître un problème essentiel : la planification de la trajectoire. Différentes approches sont envisageables selon que le robot évolue en milieu connu ou inconnu :

- L'évolution en territoire cartographié simplifie évidemment la tâche des concepteurs : une fois la carte de la zone d'évolution rentrée dans la mémoire d'un ordinateur communiquant avec le robot ou bien dans une mémoire intégrée au robot lui-même, des algorithmes de routage permettent de diriger le robot.

- Il en va tout autrement dans le cas de l'évolution en territoire inconnu. Le robot doit alors analyser son environnement au moyen de différents capteurs, détecter sa position par rapport à son but, et décider de sa trajectoire. Cette localisation peut s'effectuer par différentes méthodes : triangulation de signaux émis par des balises déposées au cours du déplacement ou/et repérage d'obstacles à distance et construction d'une carte du site, mesures odométriques et estimation de la position.

On applique ensuite des algorithmes complexes pour diriger le robot. Ceux-ci peuvent amener des résultats plus ou moins heureux, le principal problème étant la non-convergence .

I.9 Conclusion :

Ce premier chapitre fournit une présentation générale sur les robots mobiles qui aujourd'hui ne sont quasiment que des prototypes, mais comme toute avancée technologique, ils se perfectionnent avec le temps et leurs capacités vont certainement être au-dessus de nos espérances.

Nous constatons que les robots auront une place importante dans un futur proche et que les liens entre Homme-Machine se tisseront de plus en plus facilement, mais jusqu'à quelles limites ?

Les robots possèdent de nombreux avantages, ils améliorent réellement la vie de l'Homme. Tout devient réalisable avec un robot.

Il est bien de montrer que la robotique transformera nos vies, mais il faut bien prendre en compte que de telles avancées devront être contrôlées et nous devons prendre garde à toujours rester maître de nos inventions.

CHAPITRE II

CONCEPTION DU ROBOT

II.1. Introduction

Après avoir tant parlé sur la robotique dans le chapitre précédent, on était inspiré par le robot Curiosity (robot envoyé à la planète Mars par la NASA) alors on a pensé à en faire un, mais qui nous servira sur terre, un robot qui pourra nous assurer des informations sans avoir à se déplacer, pas dans le but d'économiser nos pas mais bel et bien pour élargir le contour de notre sécurité en détectant la présence des dangers qui peuvent nous environner quotidiennement ; comme la présence de produits explosifs, gaz asphyxiant ou même une flamme; afin de faire éviter à l'individu de se mettre face à ces produits volatiles qui lui sont très nocifs. Alors pour épargner le risque de perte d'âmes causée par ça, tout ce qu'on aura à faire c'est juste orienter notre robot aux endroits qu'on désire contrôler et cela sera à l'intermédiaire d'un appareil Android.

Ce chapitre entame en premier lieu la présentation des différents composants (des capteurs, des circuits de commande...etc.) choisis pour notre projet, donc la première partie matériel nous permettra de comprendre l'usage et le fonctionnement des organes de notre robot, ensuite vient la deuxième partie logiciel où on parlera des logiciels 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.

II.2 Partie matériel :

II.2.1 Arduino UNO :

La carte Arduino est une carte électronique basée autour d'un microcontrôleur et de composants minimum pour réaliser des fonctions plus ou moins évoluées à bas coût. Elle possède une interface USB pour la programmer. C'est une plateforme open-source qui est basée sur une simple carte à microcontrôleur (de la famille AVR), et un logiciel, véritable environnement de développement intégré, pour écrire, compiler et transférer le programme vers la carte à microcontrôleur. Arduino est peut être utilisé pour développer des applications matérielles industrielles légères ou des objets interactifs, et il peut recevoir en entrées une très grande variété de capteurs. Les projets Arduino peuvent être autonomes, ou communiquer avec des logiciels sur un ordinateur (Flash, Processing ou MaxMSP, Labview). Les cartes électroniques peuvent être fabriquées manuellement ou bien être achetées pré assemblées, le logiciel de développement open-source est téléchargé gratuitement. La programmation de la

carte Arduino présente les principales fonctionnalités de l'interface de l'application Arduino. L'application Arduino vous permet de créer et éditer un programme (appelé sketch) qui sera compilé puis téléversé sur la carte Arduino. Ainsi, lorsque vous apportez des changements sur le code, ces changements ne seront effectifs qu'une fois le programme téléversé sur la carte.



Figure II.1: Carte Arduino UNO

II.2.1.1 Caractéristiques :

Arduino uno est une carte basée sur le microcontrôleur l'ATmega328P. Elle possède 14 broches d'entrée / sortie numériques (dont 6 peuvent être utilisées comme sorties PWM), 6 entrées analogiques, un quartz de 16 MHz, une connexion USB, une prise d'alimentation, un

en-tête ICSP et un bouton de réinitialisation, pour l'utiliser, il suffit de la relier à un ordinateur avec un câble USB, ou encore de l'alimenter à l'aide d'un bloc secteur externe ou de piles.

- Microcontrôleur ATmega328P
- Tension de fonctionnement : 5V
- Tension d'entrée (recommandé) : 7-12V
- Tension d'entrée (limite) : 6-20V
- Broches d'E / S numériques : 14 (dont 6 fournissent une sortie PWM)
- Broches E / S numériques PWM : 6
- Broches d'entrée analogique : 6
- Courant continu par broche I / O : 20 mA
- Courant DC pour Pin 3.3V : 50 mA
- Mémoire flash : 32 Ko (ATmega328P) dont 0,5 Ko
- SRAM : 2 Ko (ATmega328P)
- EEPROM : 1 Ko (ATmega328P)
- Vitesse de l'horloge : 16 MHz
- LED_BUILTIN : 13
- Longueur : 68.6 mm
- Largeur : 53.6 mm
- Poids : 25g

❖ Schéma des ports :

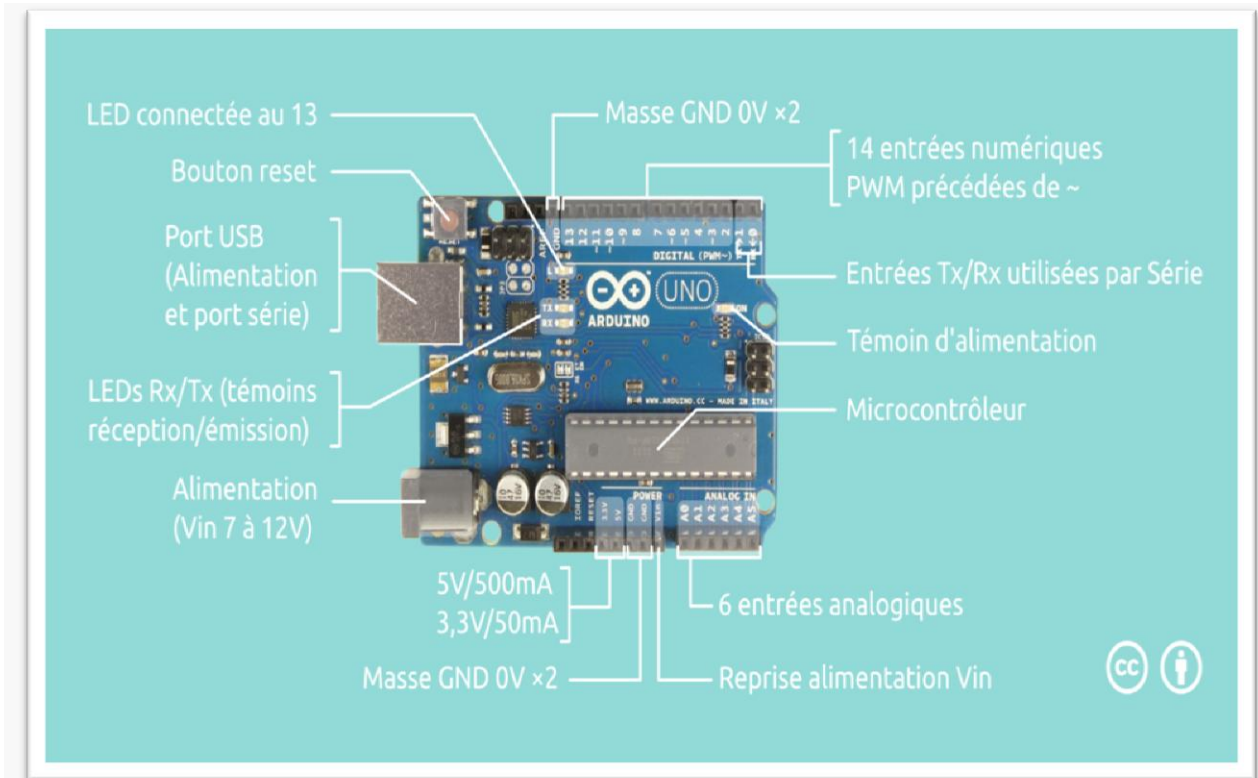


Figure II.2 : Module arduino UNO

II.2.1.2 Alimentation :

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.

II.2.1.3 Fonction des pins :

- **LED** : Il y a une LED intégrée alimentée par la broche numérique 13. Lorsque la broche est une valeur HAUT, la LED est allumée, lorsque la broche est faible, elle est désactivée.
- **VIN** : La tension d'entrée de la carte Arduino / Genuino lorsqu'elle utilise une source d'alimentation externe (par opposition à 5 volts depuis la connexion USB ou une autre source d'alimentation régulée). Vous pouvez fournir de la tension à travers cette broche ou, si vous fournissez une tension via la prise d'alimentation, y accéder par cette broche.
- **5V** : cette broche envoie un 5V régulé du régulateur sur la carte. La carte peut être alimentée à partir de la prise d'alimentation CC (7-20 V), du connecteur USB (5 V) ou de la broche VIN de la carte (7-20 V). L'alimentation via les broches 5 V ou 3,3 V contourne le régulateur et peut endommager la carte.
- **3V3** : Une alimentation de 3,3 volts générée par le régulateur embarqué. Le courant maximal consommé est de 50 mA.
- **GND** : broches de masse.
- **IOREF** : Cette broche sur la carte Arduino / Genuino fournit la référence de tension avec laquelle le microcontrôleur fonctionne. Un blindage correctement configuré peut lire la tension de la broche IOREF et sélectionner la source d'alimentation appropriée ou activer les convertisseurs de tension sur les sorties pour fonctionner avec le 5V ou le 3,3V.
- **Réinitialiser** : généralement utilisé pour ajouter un bouton de réinitialisation aux écrans qui bloquent celui du tableau.
- **Série** : broches 0 (RX) et 1 (TX). Utilisé pour recevoir (RX) et transmettre (TX) des données série TTL. Ces broches sont connectées aux broches correspondantes de la puce série ATmega8U2 USB-TTL.
- **Interruptions externes** : broches 2 et 3. Ces broches peuvent être configurées pour déclencher une interruption sur une valeur faible, un front montant ou descendant, ou un changement de valeur.
- **PWM (Pulse Width Modulation)** 3, 5, 6, 9, 10 et 11 peut fournir une sortie PWM 8 bits avec la fonction `analogWrite ()`.
- **SPI (Serial Peripheral Interface)**: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Ces broches prennent en charge la communication SPI à l'aide de la bibliothèque SPI.
- **TWI (Two Wire Interface)**: broche A4 ou A5 ou SDA et SCL broche. Supporte la communication TWI en utilisant la bibliothèque Wire.

- **AREF** (Analog **REF**érence): tension de référence sur les entrées analogiques

II.2.2 Microcontrôleur ATmega328P :

Un microcontrôleur est un mini-ordinateur sous forme d'un circuit intégré qui embarque un microprocesseur qui prend en charge la partie traitement des informations et envoie des ordres. Il est lui-même composé d'une unité arithmétique et logique(UAL) et d'un bus de données. C'est donc lui qui va exécuter le programme embarqué dans le microcontrôleur. Il intègre aussi deux type de memoires :

- Une mémoire de données (RAM ou EEPROM) dans laquelle seront entreposées les données temporaires nécessaires aux calculs. C'est en fait la mémoire de travail qui est donc volatile.
- Une mémoire programmable (ROM), qui va contenir les instructions du programme pilotant l'application à laquelle le microcontrôleur est dédié. Il s'agit ici d'une mémoire non volatile puisque le programme à exécuter est à priori toujours le même. [9]



FigureII.3: Microcontrôleur Atmega 328P

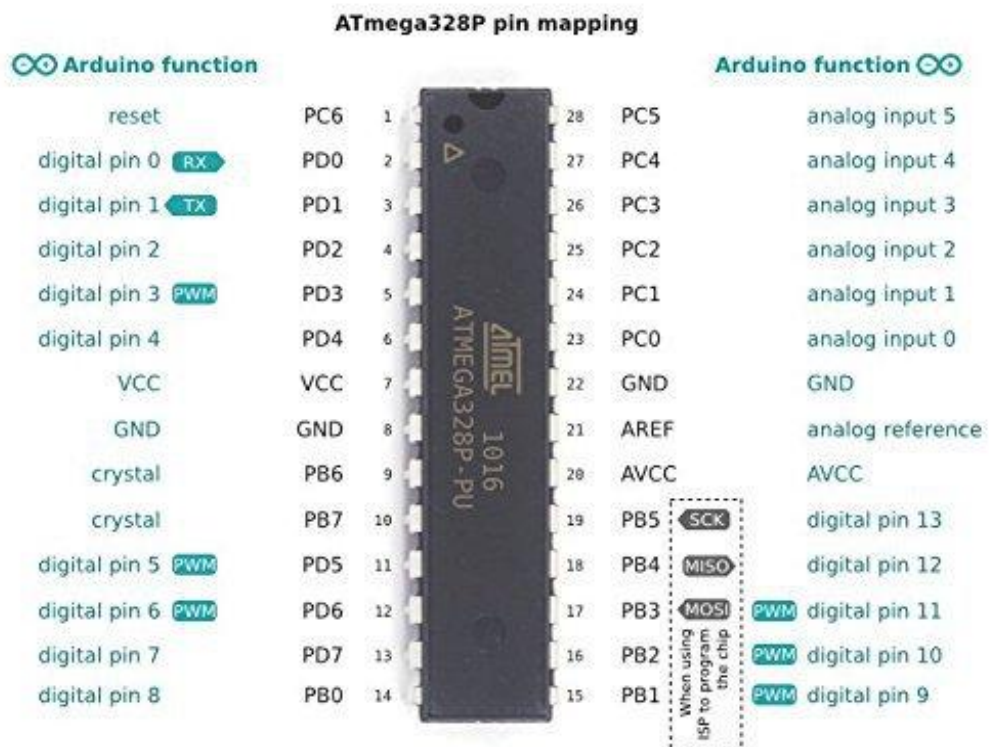


Figure II.6 : Les pins analogiquee de l’Tmega 328P et l’Arduino UNO

II.2.3 Shield L293D :

C’est une extension de la carte Arduino qui peut piloter 4 moteurs et deux servomoteurs il est conçu par Adafruit ,son blindage contient deux pilotes de moteur L293D et un registre à décalage 74HC595. Le registre à décalage étend les 3 broches de l’rduino à 8 broches pour contrôler la direction des pilotes du moteur. La sortie autorisée du L293D est directement connectée aux sorties PWM de l’arduino.



Figure II.5: Shield l293D

II.2.3.1 L293D:

L293D est un pilote de moteur ou un pilote de moteur typique qui permet au moteur à courant continu de circuler dans les deux sens. Le L293D est un circuit intégré à 16 broches pouvant contrôler un ensemble de deux moteurs à courant continu simultanément dans toutes les directions. Cela signifie que vous pouvez contrôler deux moteurs DC avec un seul L293D IC. Dans une seule puce L293D il y a deux circuits h-Bridge à l'intérieur du CI, qui peuvent faire tourner deux moteurs à courant continu indépendamment. H-pont est un circuit qui permet Les CI à pont en H sont idéales pour piloter un moteur à courant continu. En raison de sa taille, il est très utilisé dans les applications robotiques pour la commande de moteurs à courant continu.

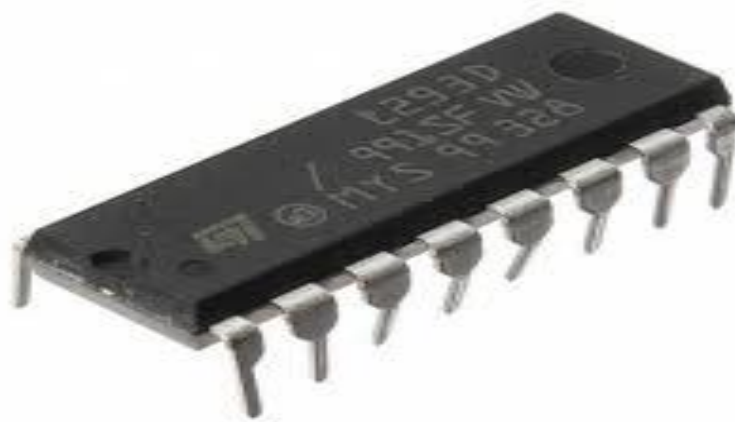


Figure II.6: Le circuit intégré L293D

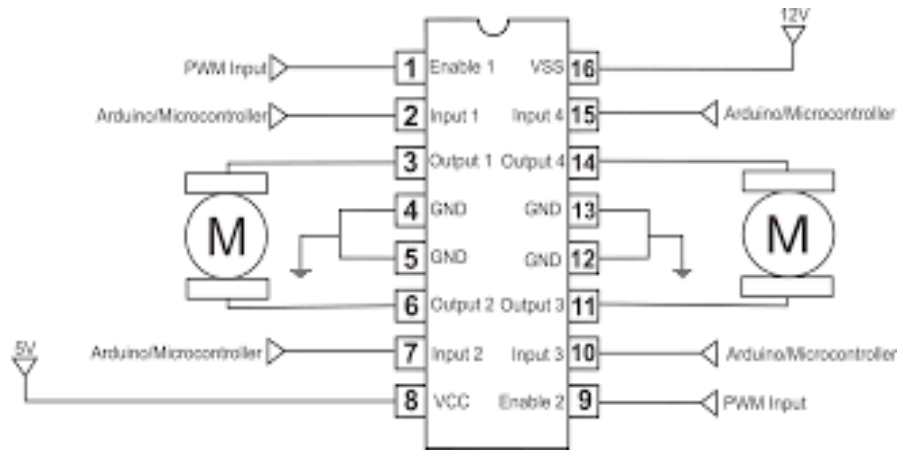


Figure II.7 : Les pins du L293D

II.2.3.2.Principe de fonctionnement :

Il y a 4 broches d'entrée pour l293d, la broche 2,7 à gauche et la broche 15, 10 à droite, comme le montre la figure II.6. Les broches d'entrée gauche réguleront la rotation du moteur connecté au côté gauche et à l'entrée droite du moteur du côté droit. Les moteurs sont mis en rotation sur la base des entrées fournies par les broches d'entrée comme LOGIC 0 ou LOGIC 1. Pour faire tourner le moteur dans le sens des aiguilles d'une montre, les broches d'entrée doivent être équipées de Logic 1 et Logic 0. aux deux moteurs) doit être élevé pour que les moteurs puissent démarrer. Lorsqu'une entrée d'activation est élevée, le pilote associé est activé. En conséquence, les sorties deviennent actives et fonctionnent en phase avec leurs entrées. De même, lorsque l'entrée d'activation est faible, ce pilote est désactivé et leurs sorties sont désactivées et dans l'état haute impédance.

II.2.3.4 Pont 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 d'où le nom. Les commutateurs peuvent être des relais, des transistors, ou autres éléments de commutation en fonction de l'application visée.

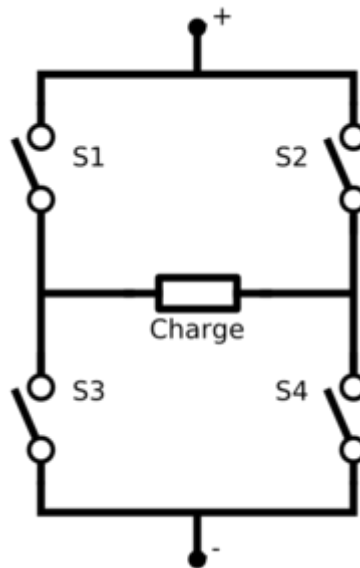


Figure II.8 : Circuit du pont en H

II.2.3.5 Caractéristiques

- Quatre ponts en H: Deux puces de pilote de moteur L293D
- Le L293D est évalué à 0,6 A par pont (1,2 A crête) avec une protection contre les coupures thermiques et des diodes de protection contre les retours internes.
- Tensions moteur de 4.5VDC à 16VDC. (jusqu' 36V si C6 et C7 sont mis à niveau)
- Jusqu' 4 moteurs à courant continu bidirectionnels avec sélection de vitesse individuelle à 8 bits (256 vitesses)
- Jusqu' 2 moteurs pas à pas (unipolaires ou bipolaires)
- Les résistances abaissées maintiennent les moteurs désactivés pendant la mise sous tension
- Séparer les connexions d'alimentation logique et moteur
- Borniers pour moteurs et alimentation
- 2 connexions pour servos "obby" 5V

II.2.4 Ultrason HC SR-04 :

II.2.4.1 Définition :

Le capteur HC-SR04 utilise les ultrasons pour déterminer la distance d'un objet. Il offre 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 les vêtements puissent être difficiles à détecter.



Figure II.9 : Le capteur HC SR-04

II.2.4.2.Principe de fonctionnement :

Pour déclencher une mesure, il faut présenter une impulsion "High" (5 V) d'au moins 10 μ s sur l'entrée "Trig" le capteur émet alors une série de 8 impulsions ultrasoniques à 40 kHz, puis il attend le signal réfléchi. Lorsque celui-ci est détecté, il envoie un signal "« High" » sur la sortie "« Echo" » dont la durée est proportionnelle à la distance mesurée

- La formule du calcul de la distance :

la distance parcourue par un son se calcule en multipliant la vitesse du son V par le temps de propagation T $\rightarrow D(m) = V(m/s) \cdot T (s) \dots\dots\dots(1)$

le son envoyé fait un aller-retour , donc la distance parcourue est multiplié par 2 $\rightarrow D=2$ (2)

Remplaçons la vitesse du son est de 340 m/s, remplaçant V par sa valeur t (2) dans (1) on aura :

$$\rightarrow 2d = V \cdot T \rightarrow d = (V \cdot T) / 2 \rightarrow d = (340 \cdot T) / 2 \text{ (m)}$$

Le HC-SR04 donne une durée d'impulsion en dizaines de μs . Il faut donc multiplier la valeur obtenue par 10 μs pour obtenir le temps t.

$$\rightarrow d = 34'000 \text{ cm} / 1'000'000 \mu\text{s} / 2$$

$$\rightarrow \text{En simplifiant } d = 170'000 / 1'000'000 \text{ cm} \cdot$$

La fraction 17/1000 est égale à 1/58.8235. Elle donne cependant des résultats moins précis.

$$\rightarrow \text{La formule } d = \text{durée} / 58 \text{ cm}$$

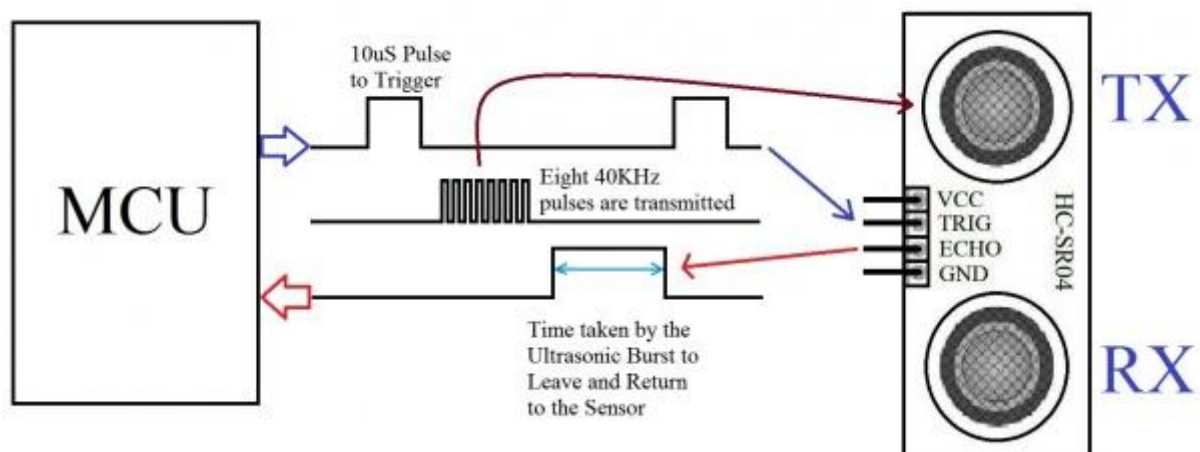


Figure II.10 : Schéma fonctionnel du HC SR-04

II.2.4.3. 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 μ s
- (Trigger Input Pulse width)

II.2.5 Bluetooth HC-06:

II.2.5.1 Définition :

Le module Bluetooth HC-06 permet d'établir une liaison Bluetooth (liaison série) entre une carte Arduino et un autre équipement possédant une connexion Bluetooth (Smartphone, tablette, seconde carte Arduino, etc...). Le module HC-06 est un module "esclave" contrairement au module HC-05 qui est "maître". Un module "maître" peut demander à un autre élément Bluetooth de s'appairer avec lui alors qu'un module "esclave" ne peut recevoir que des demandes d'appairage.

Ces deux modules peuvent être configurés grâce à des commandes AT (ou commandes Hayes).

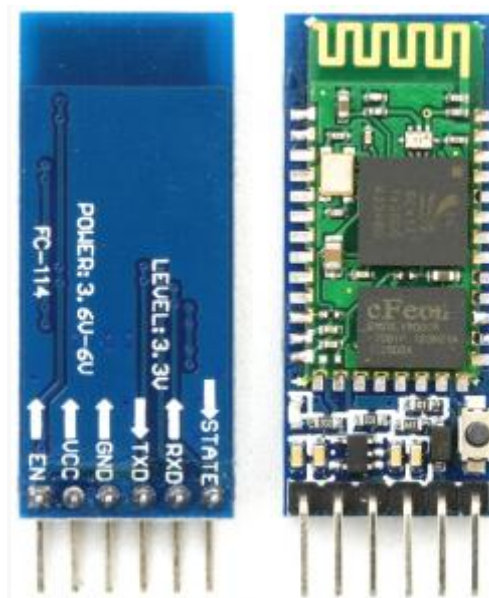


Figure II.11: Module Bluetooth HC-06

II.2.5.2 Caractéristiques :

- Protocole Bluetooth selon la spécification v2.0+EDR
- Fréquence : bande 2.4 GHz ISM
- Modulation : GFSK(Gaussian Frequency Shift Keying)
- Puissance d'émission : ≤ 4 dBm, Class 2
- Sensitivité : ≤ -84 dBm à 0.1% BER
- Vitesse : Asynchrone : 2.1 Mbps (Max) / 160 kbps, Synchrone: 1 Mbps/1 Mbps
- Sécurité : Authentification et cryptage
- Profile : Bluetooth serial port
- Puce CSR : Bluetooth v2.0
- Longueur d'onde : 2.4 GHz - 2.8 GHz, ISM Band
- Protocole : Bluetooth V2.0
- Classe de puissance: (+6dbm)
- Sensibilité de réception -85dBm
- Tension : 3.3 (2.7V à 4.2V)
- Courant : Appariement - 35mA, connecté - 8mA
- Température : -40 à +105 °C
- Baud rates que l'on peut paramétrer : 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400, 460800, 921600, 1382400.
- Dimensions : 26.9 x 13 x 2.2 mm

II.2.6. Capteur de gaz MQ2 :

II.2.6.1. Définition :

Le capteur de gaz analogique MQ-2 est utilisé dans les équipements de détection de fuite de gaz. Ce capteur est adapté pour détecter le GPL, l'i-butane, le propane, le méthane, l'alcool, de l'hydrogène, de la fumée. Il doit être alimenté en 5V pour que le capteur physico-

chimique puisse atteindre sa température de fonctionnement. Le MQ-2 dispose d'une sortie analogique et d'un réglage de la sensibilité par potentiomètre.



Figure II.12: Capteur de gaz MQ-2

II.2.6.2.Principe de fonctionnement :

Le senseur MQ-2 est un senseur avec une sortie analogique (AOut) qui signale la présence de fumée en élevant la tension en sortie. Plus il y a de fumée et plus la tension monte. Il est possible de régler la sensibilité du module à l'aide du potentiomètre se trouvant l'arrière du module, ce dernier permet d'ajuster un seuil d'activation pour le signal digital (DOut) qui change lorsque le seuil est atteint

par exemple la lecture de la tension de référence sur un Arduino (en condition de référence, sortie AOut) avec `analogread()` retourne une valeur aux alentours de 210 et cette valeur monte rapidement en présence de gaz (ex: au-dessus 500).

*Remarque : un module MQ-2 consomme environ 180mA

II.2.6.3.Caractéristiques :

- Alimentation: 5V
- Type d'Interface: Analogique
- Connectique: 1-Sortie 2-GND 3-VCC

- Large panel de détection
- Réponse rapide et haute sensibilité
- Circuit de Contrôle Simple
- Système stable à longue durée de vie
- Dimensions: 40x20mm
- Large gamme de détection
- Réponse rapide et grande sensibilité
- Type: MQ-2
- Gaz: fumées
- Zone de détection:300 à 10000ppmm
- Caractéristique gaz: 1000ppmmIso-Butane
- Sensibilité: R in air/ R in typical gas ≥ 5
- Sensibilité Résistance:1K Ω à 20K Ω en 50ppm Toluène
- Temps de réponse: $\leq 10s$
- Temps de récupération: $\leq 30s$
- Résistance de chauffe: 31 $\Omega \pm 3\Omega$

Note de MCHobby: selon la fiche technique, une petite résistance de chauffe est utilisée afin de pouvoir offrir les conditions de fonctionnement optimales au éléments sensibles.</i>

- Courant de chauffe: $\leq 180mA$
- Tension d'alimentation (et de chauffe):5.0V $\pm 0.2V$
- Puissance de chauffe: $\leq 900mW$
- Tension mesurée: $\leq 24V$
- Conditions d'utilisation: Température ambiante:-20°C \sim +50°C
- Humidité: $\leq 95\%RH$ (humidité relative)
- Taux d'oxygène: 21%

II.2.7 Moteur à courant continu :

II.2.7.1.Définition :

Un moteur DC 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, cela signifie qu'un moteur à courant continu va pouvoir convertir de l'électricité en énergie mécanique. Les moteurs DC ont ainsi la particularité de pouvoir fonctionner dans les 2 sens, suivant la manière dont le courant lui est soumis.



Figure II.13 : Moteur à courant continu

II.2.7.2.Principe de fonctionnement :

Un moteur à courant continu est constitué de deux parties électriques : le stator et le rotor. Lorsqu'on alimente le moteur, il se crée une interaction magnétique qui met le moteur en mouvement. Lorsqu'on inverse le sens de la tension qui alimente le moteur, il tourne en sens inverse.

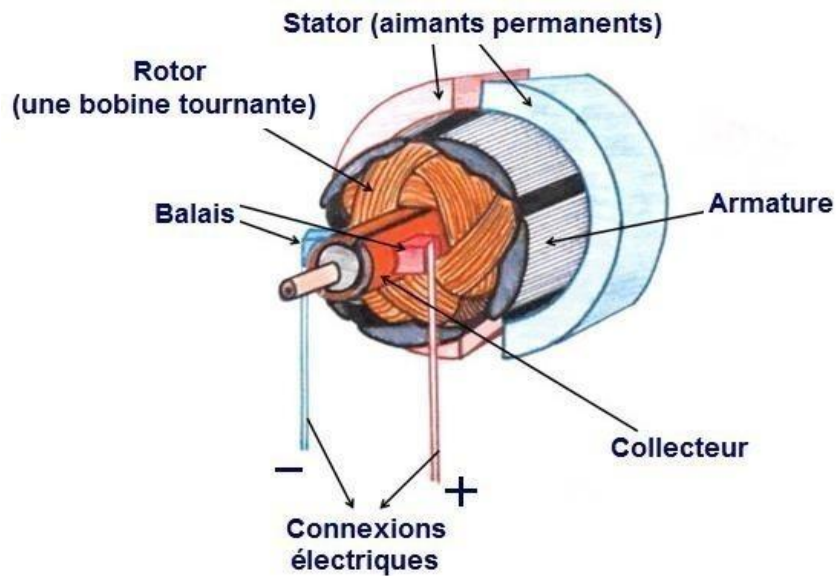


Figure II .14 : Principe de fonctionnement d'un moteur à courant continu

II .3 Partie logiciel:

II .3.1 Arduino IDE :

C'est un logiciel open source téléchargeable gratuitement sur le site officiel d'Arduino. Le puissant environnement de développement intégré (IDE) qu'il fournit permet aux programmeurs le développement du logiciel, il fonctionne sous Windows, Mac OS X et Linux (32 et 64 bits) et avec toute les carte son programme est écrit en java son langage est basé sur le c et c⁺⁺, ce logiciel est exécutable sur les plate-forme IA-30, x86-64, ARM.[9]

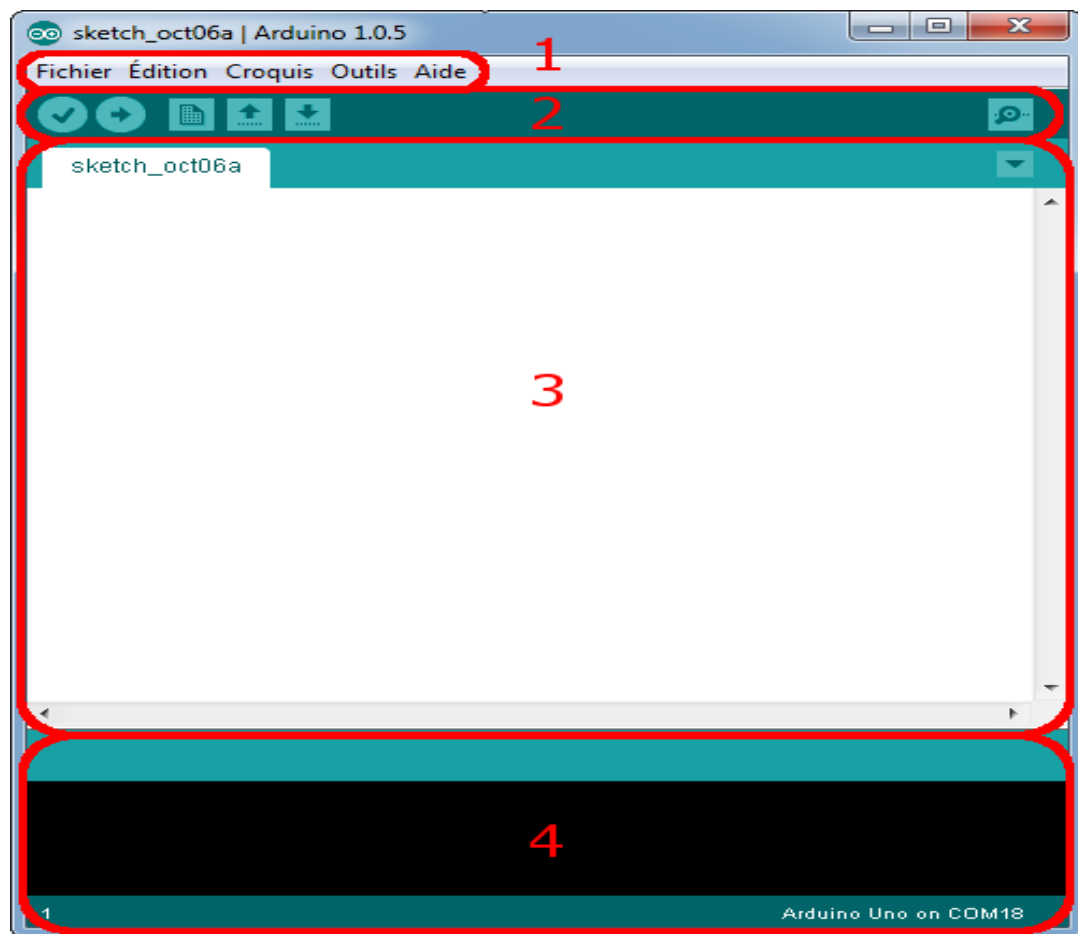


Figure II.15 : La fenêtre de l'Arduino IDE

1. Barre de menu : contenant les options de configuration du logiciel
2. Barre de boutons pour la programmation des cartes
3. Fenêtre d'édition des programmes
4. débbuger (affichage des erreurs de programmation)

Il nous permet d'éditer des croquis en respectant la structure du code et les téléverser dans la mémoire Arduino après la compilation du programme dans le langage machine. Il permet aussi une communication avec la carte par le terminal. [10]



Figure II.16 : La barre d'outils du logiciel Arduino IDE

II .3.2.Fritzing :

Fritzing est un logiciel de simulation open-source multiplateformes comprenant de différentes vues : platine d'essai, schémas électriques et circuit imprimé il sert à construire des schémas des circuits que nous utilisons avec Arduino et les tester avec le code fait sous Arduino IDE , il permet la sauvegarde des schéma de connexions pour que l'utilisateur puisse reprendre plus tard le montage fonctionnel avec son programme

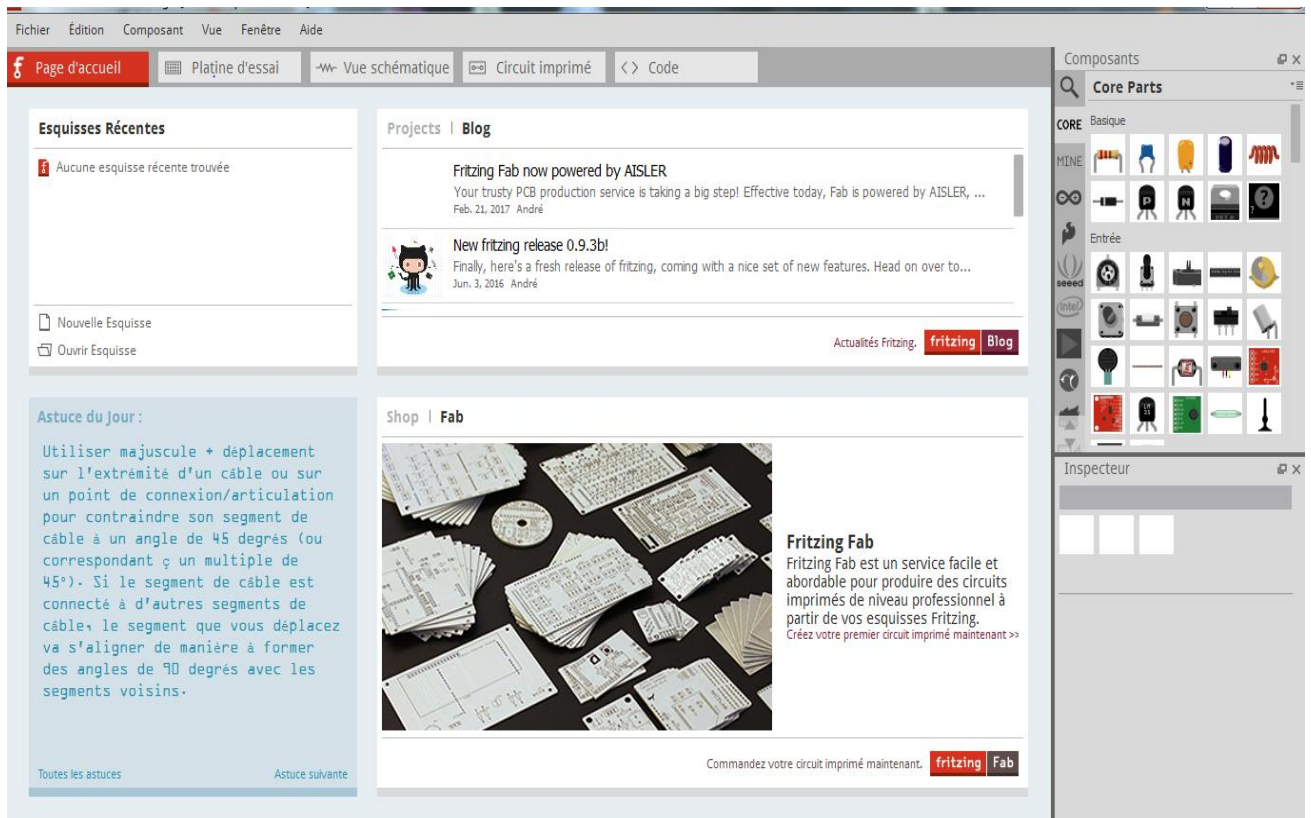


Figure II.17 : La fenêtre du logiciel Fritzing

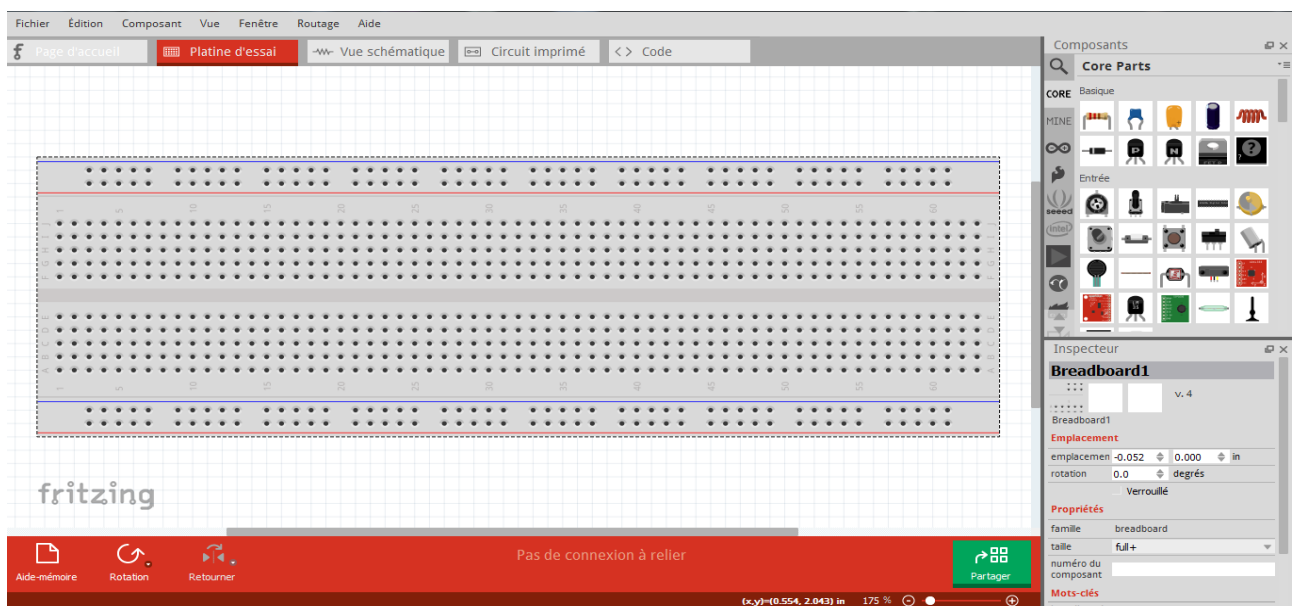


Figure II.18 : La vue platine d'essai du logiciel Fritzing

II.4. Bluetooth Electronics

Bluetooth Electronics est une application Android qui permet de créer des interfaces graphiques comportant des boutons, du texte, des curseurs, des graphes, etc. Cette application permet de contrôler n'importe quel montage électronique en le communiquant à un module Bluetooth HC-06. Ou HC-05

Pour chaque objet déposé sur l'interface, l'application envoie, par la liaison Bluetooth, un code paramétrable par l'utilisateur.

Cette application est livrée avec une bibliothèque contenant 10 exemples Bluetooth pour Arduino. Il peut également être utilisé avec Raspberry Pi ou tout autre système de prototypage rapide dans lequel vous avez inclus un module Bluetooth adapté à votre projet.

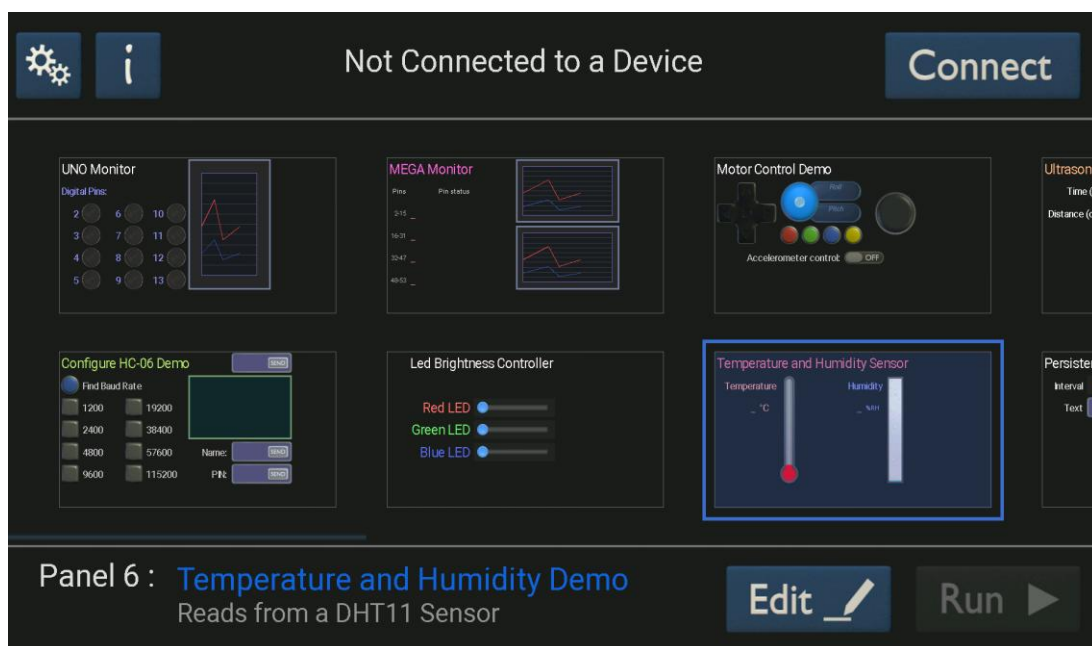


Figure II.19 : Exemples d'interfaces graphiques

Bluetooth Electronics nous a permis de développer une interface graphique qui nous permet de contrôler notre robot, sans avoir à en développer une avec le langage Java. Pour créer notre interface graphique, on a suivi les étapes suivantes :

- ✓ Lancer l'application
- ✓ Cliquer sur "Edit" pour créer l'interface
- ✓ Déposer les boutons sur l'interface et le Terminal Monitor 8*28 puis cliquer sur "Edit"
- ✓ Coder chaque boutons dans (Press Text et Release Texte) cliquer sur 'ok '
- ✓ Cliquer sur retour et voilà notre interface graphique est prêt il reste qu'a le connecter à un module Bluetooth

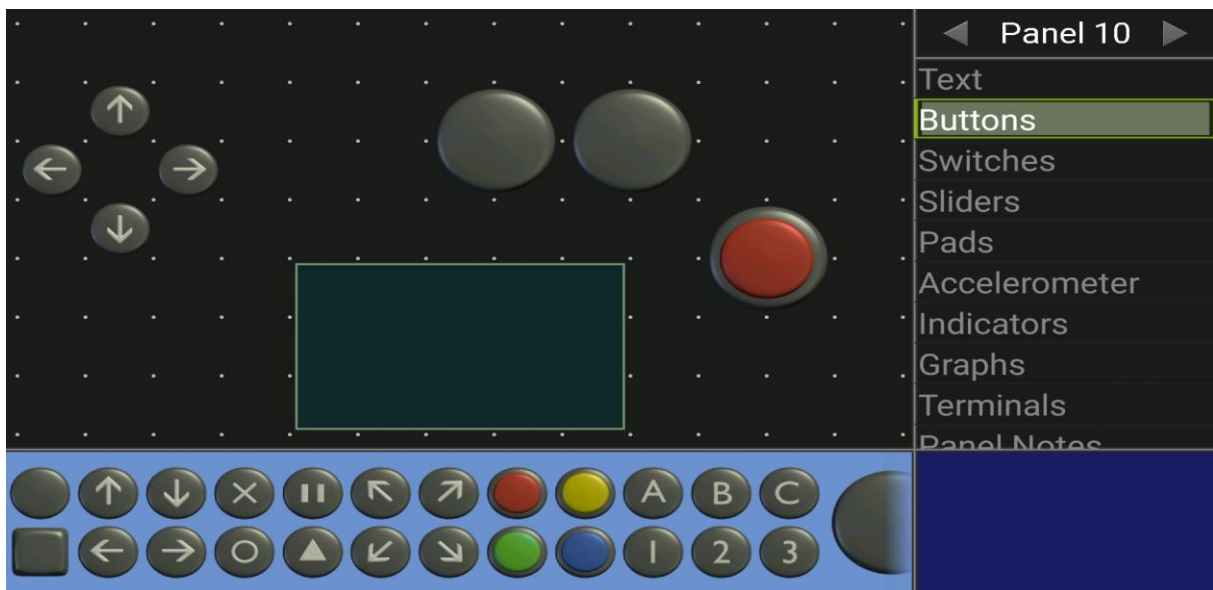


Figure II.20 : L'anglet d'édition de l'interface graphique

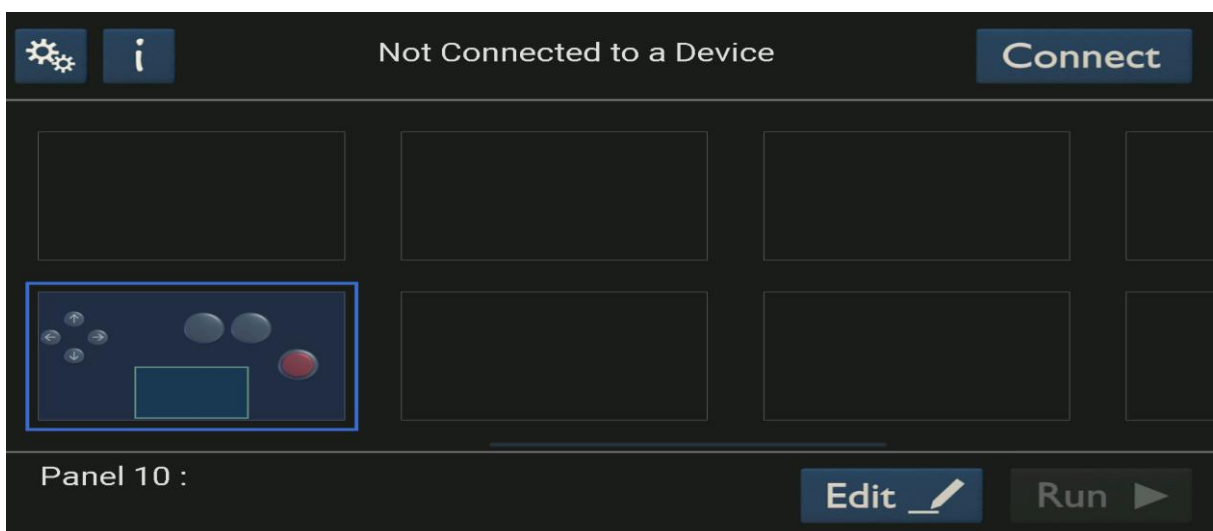


Figure II.21 : l'interface graphique obtenue

II.5.Conception :

Le projet à concevoir :

les deux parties précédentes matériel et logiciel nous ont permis d' avoir toutes les bases nécessaire pour entamer la conception de notre projet , robot télécommandé éviteur d'obstacle et détecteur de gaz , la figure ci-dessous montre le circuit de simulation.

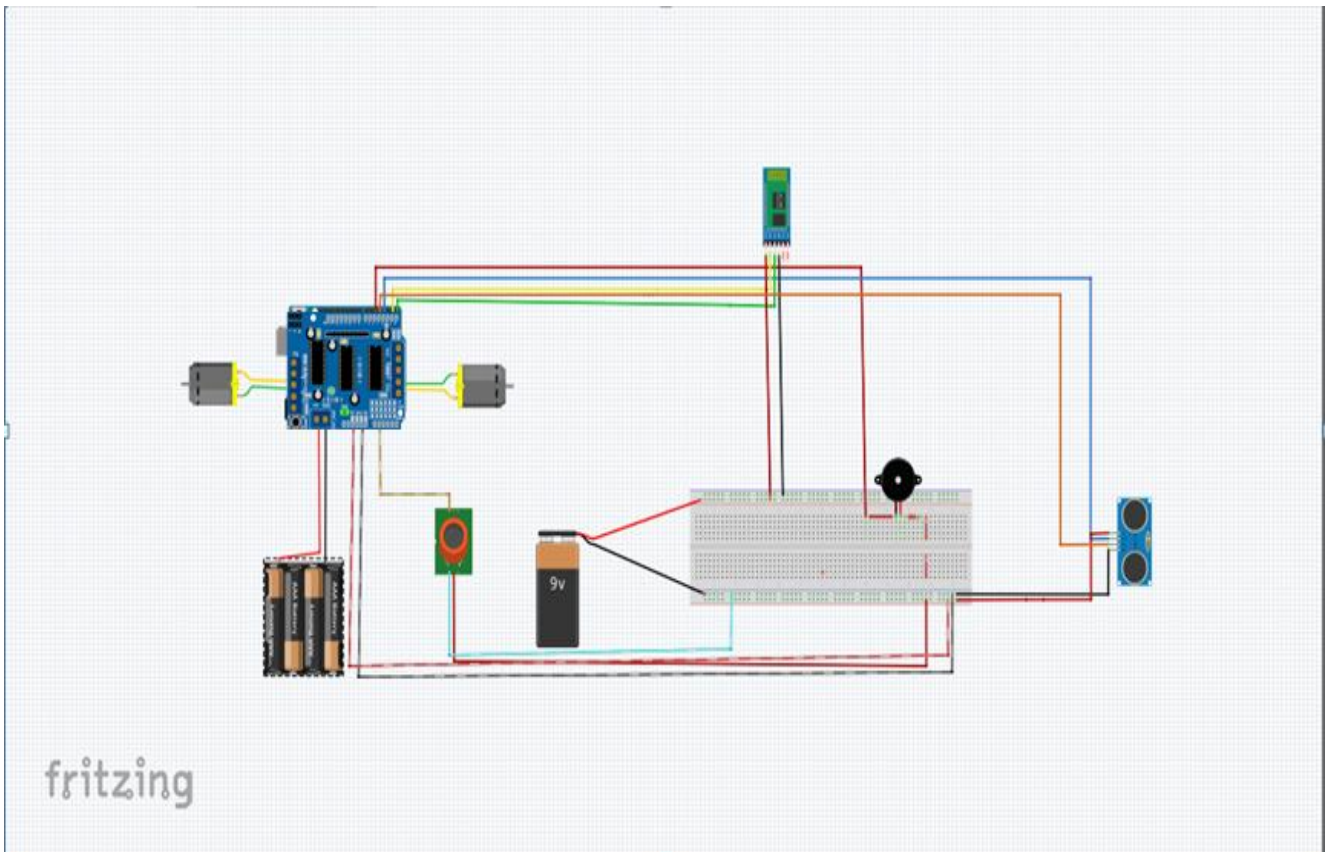


Figure II.22 : Circuit de simulation

II .6.Conclusion:

Dans ce chapitre on a mis une collecte d'informations nécessaires sur les différents composants qui constitueront notre projet , ainsi les logiciel utilisés , où on a expliqué leur fonctionnements pour ensuite passer au cœur du chapitre, la conception, où on s'est focalisé sur les étapes à suivre pour à la fin simuler le travail conçu qui est le circuit électronique sur lequel repose nos composants avec le code à exécuter, après cette phase on peut passer à la réalisation en étant sûres que nos composants seront pas endommagés, donc il nous reste

qu'à souder et téléverser le programme vers la carte Arduino pour enfin avoir le robot télécommandé détecteur de gaz en marche.

CHAPITRE III

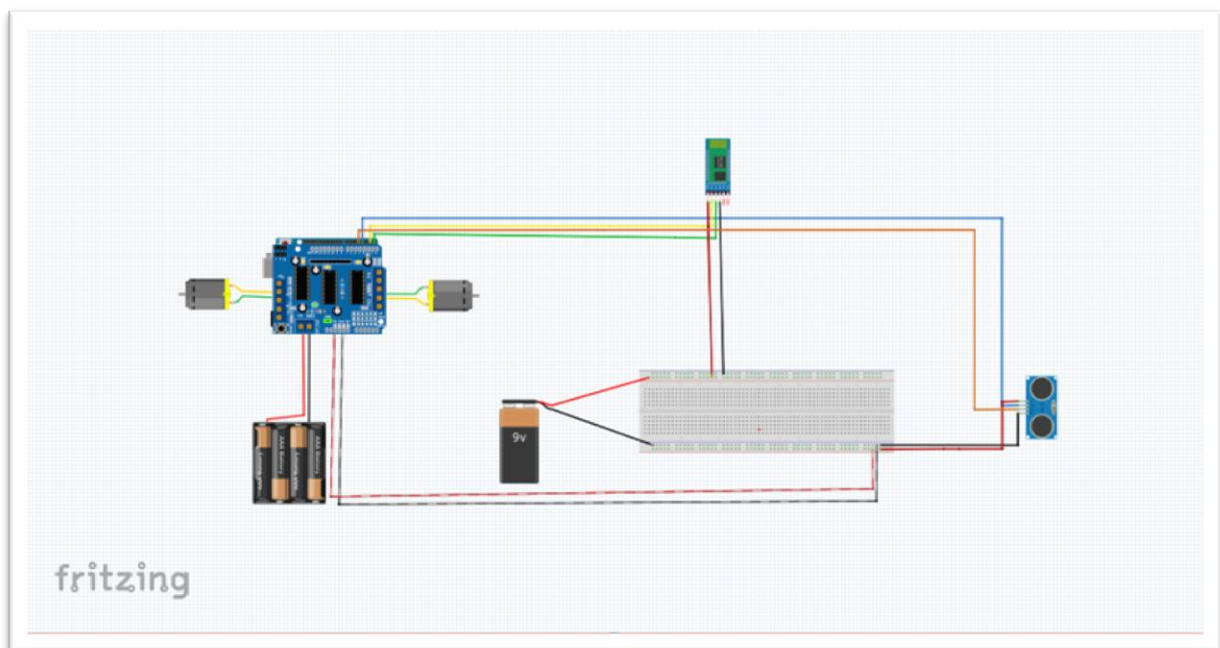
RÉALISATION DU ROBOT

III.1 Introduction :

Après la conception de notre robot dans le chapitre précédent, nous allons décrire dans ce chapitre sa construction en sachant qu'il est capable d'exécuter les commandes envoyées à partir du téléphone et aussi capable d'éviter les obstacles car par faute de moyens, et l'indisponibilité du capteur de gaz on a dû réaliser notre robot sans ce dernier.

III.2 Travail réalisé :

- ❖ Circuit de simulation sans le capteur :



III.2.1 Les éléments utilisés pour le fonctionnement du robot mobile :

- Une carte ArduinoUno
- Un shield L293D
- Un châssis
- Deux moteurs à courant continu avec leurs roues
- Un module bluetooth HC-06
- Un capteur ultra-son HC-SR04
- Quatre piles 1.5V avec leur boîtier et une 9V
- Des fils électriques (mâle/femelle)
- Un fer à souder léger et du fil d'étain
- Un smartphone sous Android

III.2.2 Partie mécanique :

Le robot est constitué de deux roues motrices indépendantes qui permettent d'avancer, de reculer, de tourner à gauche ou à droite. Ainsi une roue folle permettant de maintenir l'équilibre du robot. Notre projet basé sur un châssis a été acheté avec des pièces possède les caractéristiques suivantes :

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	Kit vis + écrou	/	01

Tableau III.1: Nomenclature châssis du robot.

Nous allons montrer à travers les images qui suivent le châssis de notre robot mobile avant et après son montage :

❖ Avant le montage :

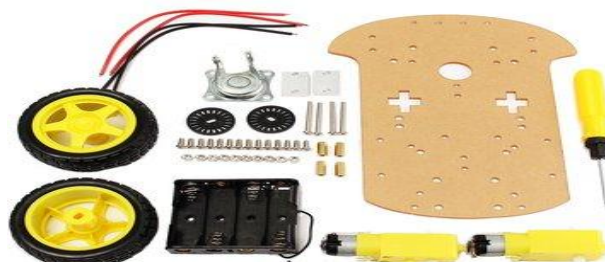


Figure III.1: Châssis du robot (avant montage)

❖ Après le montage :

Après avoir assemblé toutes les pièces citées dans le tableau et qui sont sur l'image ci-dessus, à l'aide d'un tournevis (pour les vis et les écrous) et d'un fer à souder (pour les fils), on obtient notre châssis comme le montre les images suivantes :

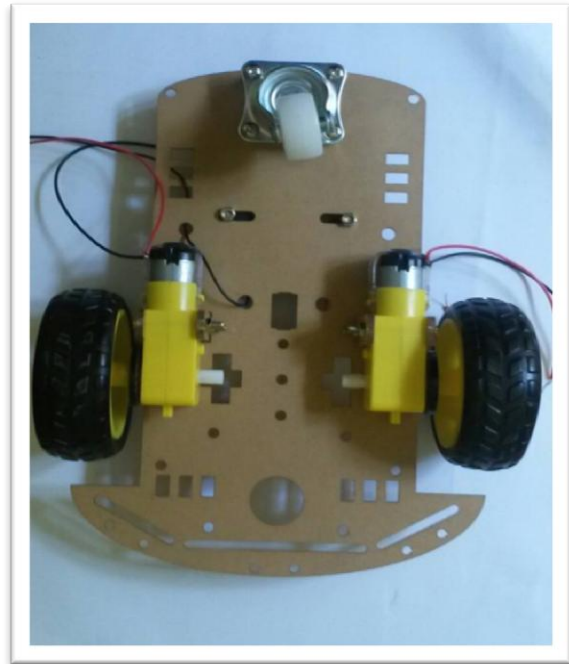
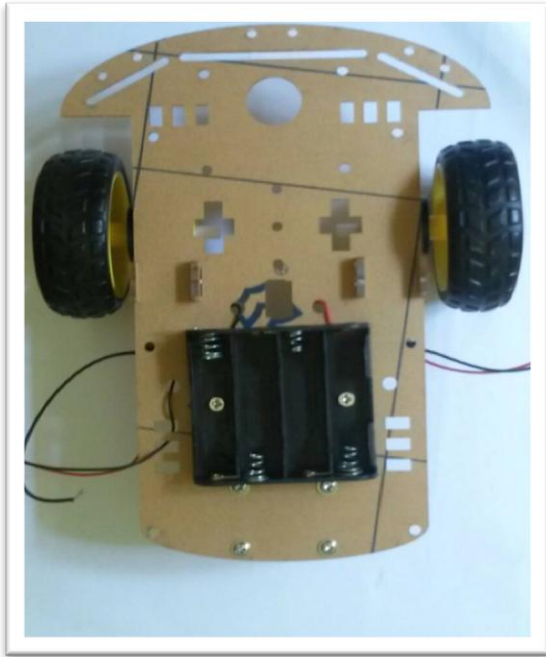


Figure III.2: Châssis du robot (vue d'en haut) **Figure III.3:** Châssis du robot (vue d'en bas)

III.2.3 Partie électronique :

III.2.3.1 Les cartes électroniques :

Pour la partie électronique nous avons utilisé deux cartes électroniques, la première c'est la carte de commande arduino uno et la deuxième est la carte de puissance.

❖ La carte arduino :

Notre carte va contenir les algorithmes responsables de l'intelligence du robot. En effet le programme en logiciel Arduino permet de faire la liaison entre le bluetooth, le capteur et les moteurs de mouvements, par les bits des ports d'entrées-sorties. Elle est fixée en premier sur le châssis.

❖ La carte de puissance :

Il s'agit d'un shield «L293D» qu'on emboîte directement sur notre carte arduinoUno pour rajouter les fonctions de commande de nos deux moteurs à courant continu avec la puissance nécessaire : réglage de la vitesse (par pas de 0.5%) et du sens de leurs rotation.

Nous montrons sur la figure ci-dessous nos deux cartes électroniques :



Figure III.4 : Carte arduino et Shield L293D

III.2.3.2 Le capteur ultrasonique HC-SR04 :

Le robot peut se déplacer dans différents lieux qui nous sont inaccessibles, et peut être entravé par des obstacles, alors l'utilisation d'un capteur de distance devient nécessaire. Nous avons choisi le capteur ultrason HC-SR04. On a choisi ce capteur par rapport à sa facilité d'interface à un microcontrôleur car il dispose seulement de 4 pins de sortie : V_{CC} , TRIG, ECHO, GND et il donne des résultats précis. 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.

➤ Câblage du capteur HC-SR04 :

Nous avons fait le câblage selon la figure suivante :

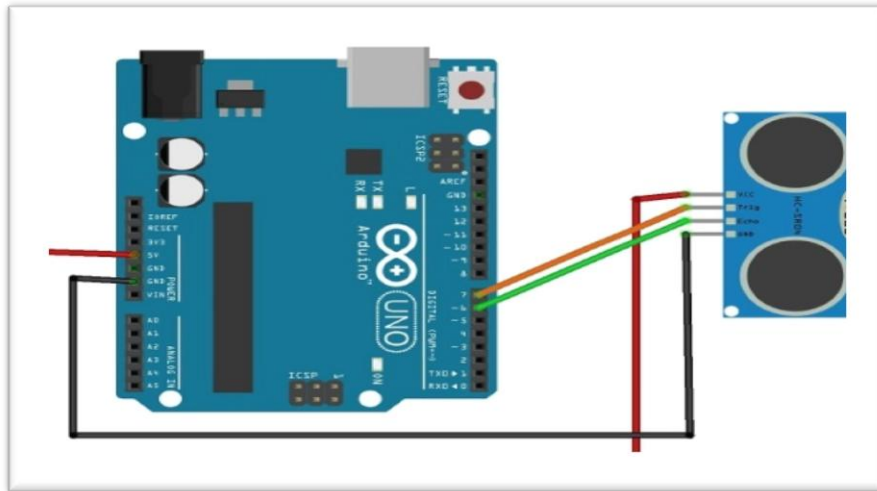


Figure III.5 : Câblage du capteur HC-SR04 sur la carte arduino

III.2.3.3 Les moteurs à courant continu :

Afin que le robot soit capable de se déplacer, il est nécessaire d'utiliser les moteurs. on utilise deux moteurs à courant continu pour commander les deux roues de l'avant. Le choix de leur utilisation a été fait par rapport au coût qui n'est pas cher par rapport à un servomoteur, leur faible consommation d'énergie et leur rapidité par rapport à un moteur pas à pas.

➤ Câblage des deux moteurs à courant continu :

Le câblage a été fait avec le shield L293D comme sur la figure suivante :

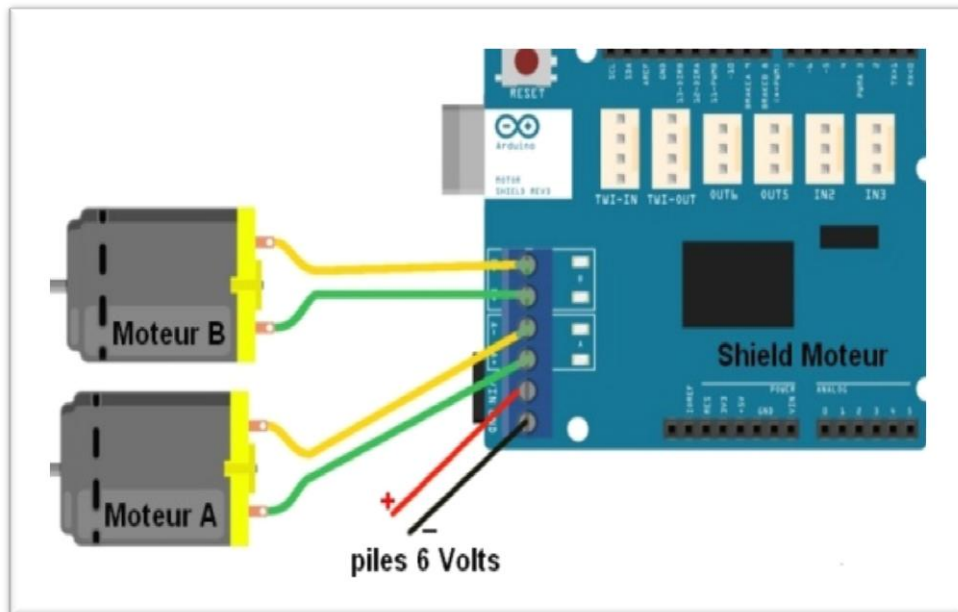


Figure III.6: Câblage des moteurs à courant continu et les piles avec le shield L293D

III.2.3.4 Le module bluetooth HC-06 :

Le module Bluetooth HC-06 nous permet d'avoir une communication entre la carte Arduino et notre Smartphone, afin d'envoyer et de recevoir des signaux via une application Android avec laquelle on pilote notre robot. La liaison se fait sur deux broches digitales TX et RX. et cette dernière doit être raccordée à la broche TX du module Bluetooth. La broche TX de la carte Arduino doit être raccordée à la broche RX du module HC-06.

➤ Câblage du module bluetooth HC-06 :

Nous avons fait le câblage selon la figure suivante :

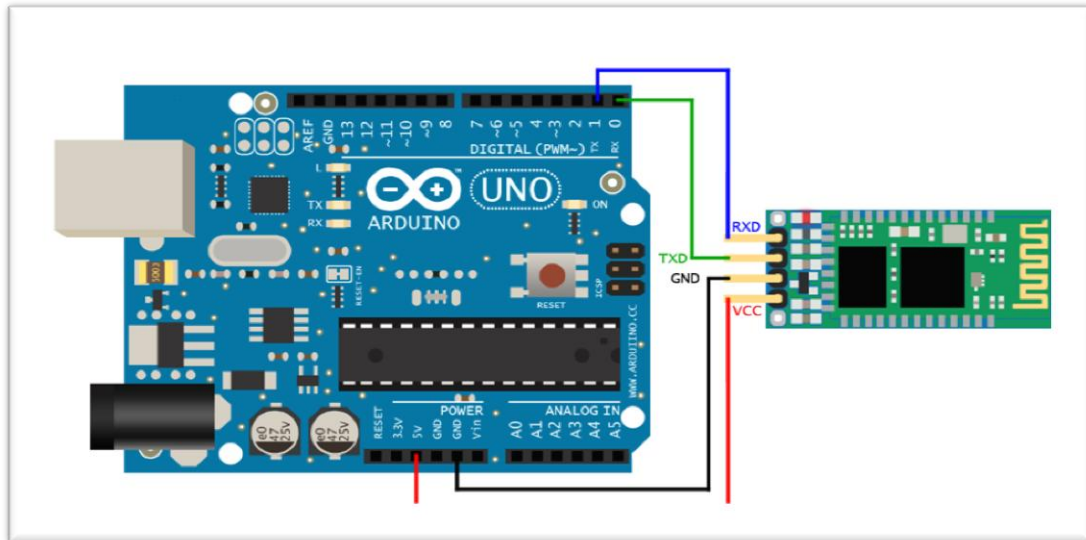


Figure III.7: Câblage du module bluetooth HC-06 sur une carte arduino.

III.3 Montage final du robot avec les composants utilisés :

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

- Brancher les fils du côté femelle au capteur ultrason et au bluetooth, ensuite les souder sur les pins du shield de leur autre côté (mâle)
- Emboîter le shield sur la carte arduino UNO
- Fixer les composants sur le châssis : l'ultrason à l'avant, le bluetooth à l'arrière (qui va servir d'antenne)
- Souder le fil jack avec le coupleur de la pile 9V pour l'alimentation de notre carte arduino

Après avoir fait tout le câblage entre les composants en suivant les étapes citées on obtient notre robot final qui est sur l'image suivante :

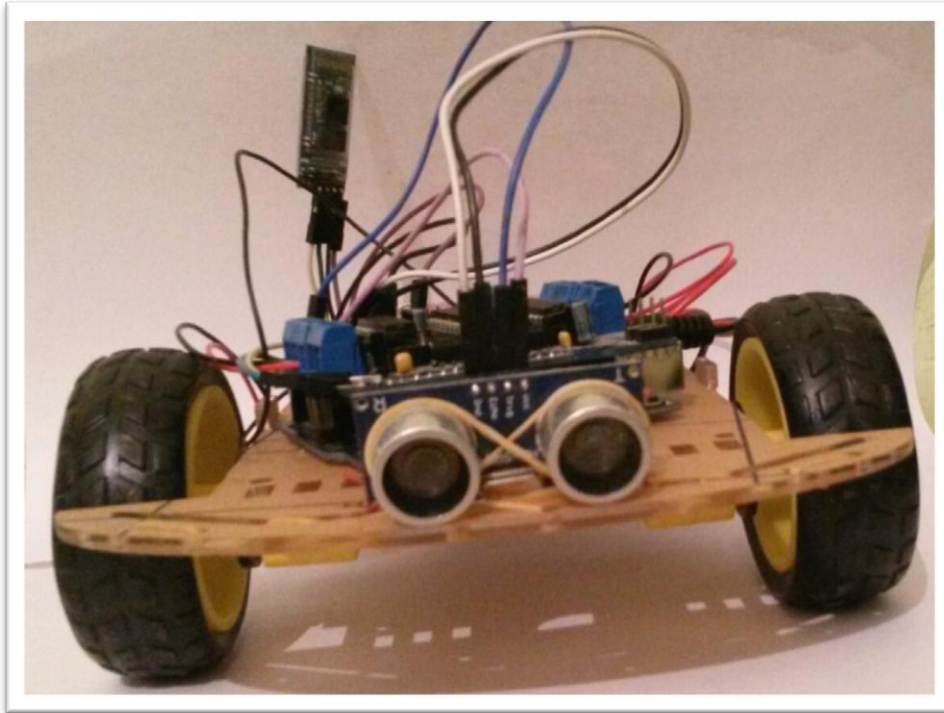


Figure III.8 :Robot final

III.4 Contrôle à distance :

Pour contrôler le robot à distance une fois la télécommande créée avec l'application « Bluetooth Electronics » sur notre smartphone android. On y procède de la manière suivante :

- ✓ Lancer l'application
- ✓ Cliquer sur "Discover" pour détecter le module HC-06
- ✓ Cliquer sur "Connect" pour connecter le module HC-06 (il faut au préalable l'appairer avec le smartphone)
- ✓ Cliquer sur "Discover" pour détecter le module HC-06
- ✓ Sélectionner le module HC-06 et cliquer sur "Connect"
- ✓ Cliquer sur "Done" pour revenir aux interfaces
- ✓ Sélectionner l'interface
- ✓ Cliquer sur "Run" pour faire fonctionner l'interface

Les images qui suivent illustrent les étapes citées ci-dessus :



Figure III.9: Détection du module HC-06

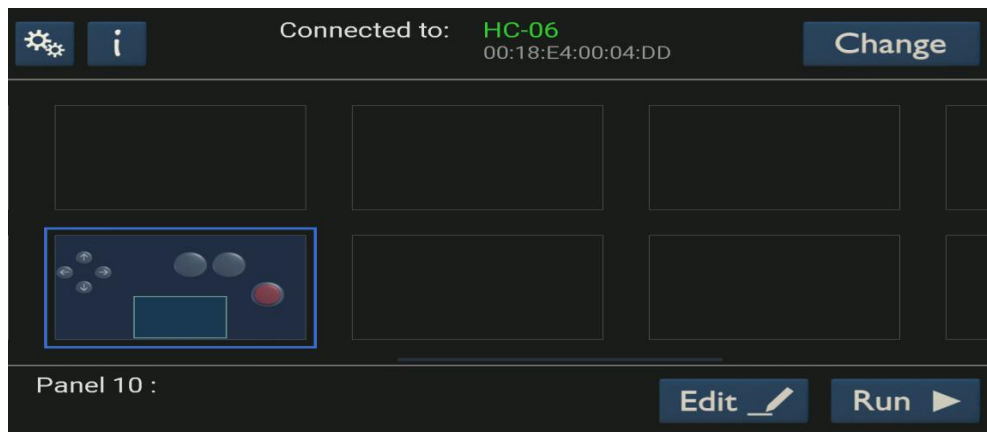


Figure III.10 : Connexion du module HC-06 au Smartphone

Après avoir connecté le module HC-06 au smartphone, le robot sera prêt à être télécommandé.

III.5 Principe de fonctionnement :

Le robot réalisé est commandé par une carte arduino uno. Après avoir développé le programme en logiciel Arduino. Son rôle est d'exécuter des commandes envoyées par un Smartphone via bluetooth, ce robot est capable d'éviter les obstacles grâce au capteur ultrasonique de type HC-SR04. Un hacheur L293D pilote les deux moteurs à courant continu pour assurer le mouvement de ce robot dans toutes les directions : avant, arrière, gauche et droite.

Chapitre III Réalisation du robot télécommandé

La figure ci-dessous montre la structure générale du robot télécommandé et éviteur d'obstacles et son fonctionnement :

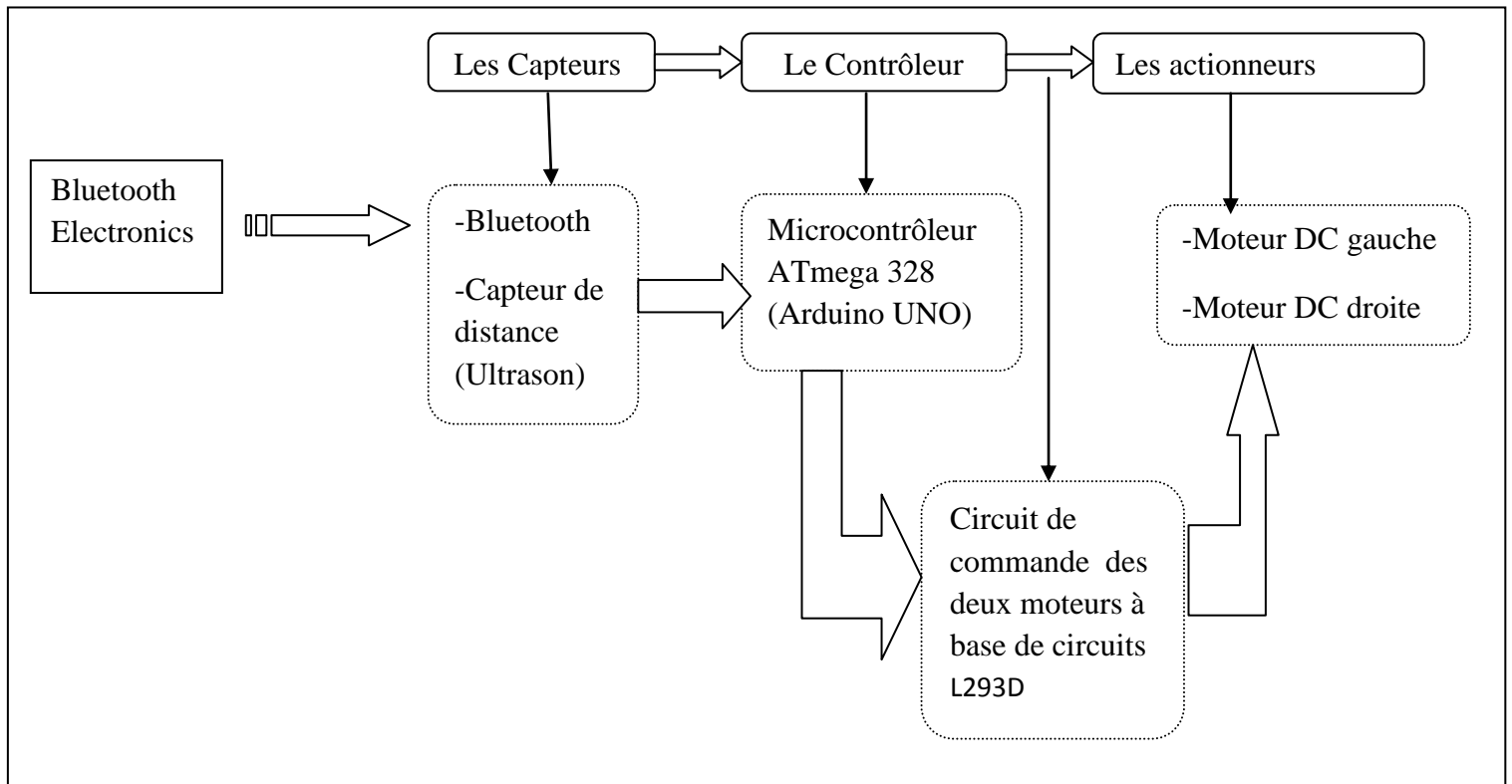


Figure III.11 : Structure générale du robot.

III.6 Test du robot télécommandé :

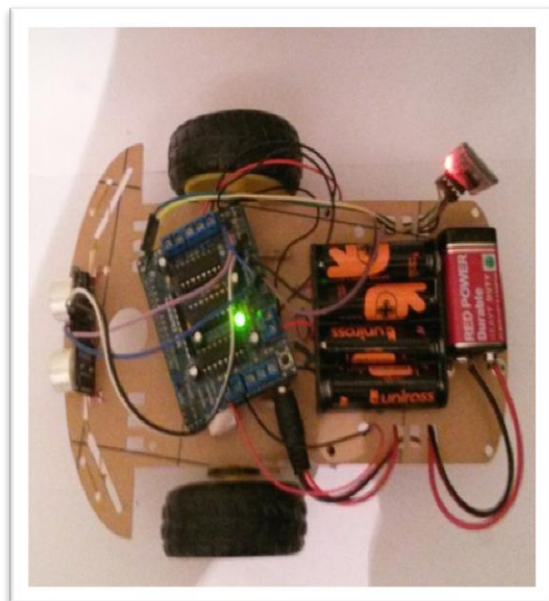
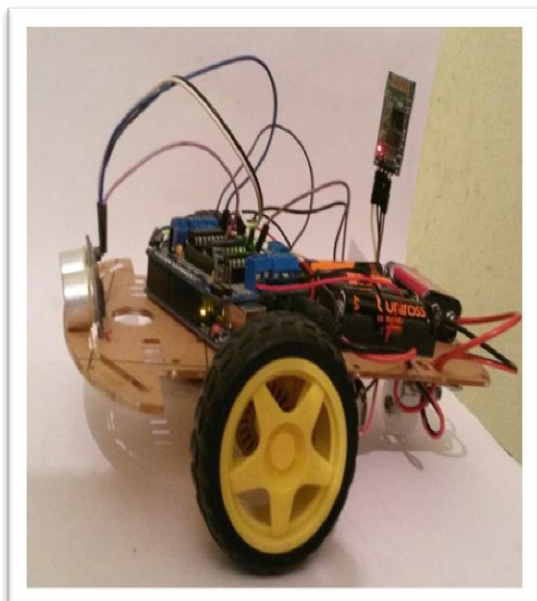


Figure III.12 : Robot après test (vue de gauche) Figure III.13 : Robot après test (vue d'en haut)

III.7 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons explicité les différentes étapes et câblage des composants qui nous ont permis de réaliser le robot télécommandé, et les étapes de l'avoir connecté à l'application mobile afin qu'il soit prêt à être télécommandé et utilisé

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale

Ce mémoire est le résultat d'un travail de recherche dans le domaine de la robotique. Il est consacré à la commande d'un robot mobile à distance avec évitement d'obstacles automatique basé sur une carte arduino UNO doté d'un capteur ultrasonore comme moyen de perception, deux moteurs à courant continu commandés par un shield basé sur le pont H double L293D comme moyen de locomotion et le module HC-06 qui permet d'avoir une liaison Bluetooth afin de pouvoir télécommander à distance le robot à base de carte arduino et son extension.

Nous avons exposé quelques généralités sur les robots tout en se basant sur les robots mobiles et ce pour objectif de réaliser un robot mobile et commander ses directions avec un smartphone Anroid.

Pour aboutir à cela nous avons partagé le travail en deux étapes. La conception du robot mobile, ou nous avons spécifié les différents composants utilisés et étudié leurs caractéristiques et leur fonctionnement. La réalisation, où nous avons donné les étapes à suivre pour construire le robot.

Les possibilités d'améliorations du robot sont nombreuses, car une fois le robot est opérationnel on peut modifier son algorithme de fonctionnement, alors comme perspectives futures, nous voulons :

- Utiliser un autre moyen de téléguidage à plus grande portée que le Bluetooth (wi-fi).
- Changer l'unité centrale du robot par une raspberry pi, ou une carte de développement plus performantes que l'arduino uno avec une caméra.
- Commander le robot avec une reconnaissance vocale.
- Ajouter d'autres capteurs (capteur de température, d'humidité, suiveur de lignes...etc) pour améliorer la perception du robot.

BIBLIOGRAPHIE

Références bibliographiques

- [1] W .KHALIL, E. DOMBRE ‘Modélisation et commande des robots’, Hermès, Paris,1988.
- [2] J.D.BOISSENNANT, B .FAVERJON, J.P.MERLET’Technique de la robotique’, Hermès,Paris, tome1, 1988.
- [3] B. BAYLE. «Robotique Mobile», Ecole Nationale supérieur de Strasbourg, France, 2008-2009.
- [4] BALI Chaher eddine, ABAIDI Hakim : “ Réalisation d’un robot mobile avec évitement d’obstacle et trajectoire Programmé”, Mémoire Master ,Biskra, juin 2012
- [5] dondon.vvv.enseirb-matmeca.fr/RSIcapteur/a.pdf
- [6] www.technologuepro.com/cours-capteurs.../ch12-les-differents-types-de-capteurs.pdf
- [7] <https://wiki.mdl29.net/.../fetch.php...Arduino-pour-bien-commencer-en-électronique>.
- [8] <http://universal-technology.org/index.php/vente-microcontroleur/menu-microcontroleur-microchip/menu-microcontroleur-microchip-18fxxx/menuprogrammateur-microchip-18f2550>
- [9] [https:// arduino.technologiescollege.fr/IMG/pdf/cahier_0_initialisation](https://arduino.technologiescollege.fr/IMG/pdf/cahier_0_initialisation).
- [10] Logiciel Arduino 1.8.1, outil capteur. PC, 2017.

Résumé: Le but de ce travail est la conception et la réalisation d'un robot télécommandé éviteur d'obstacles et détecteur de gaz, basé sur la carte Arduino UNO qui est reliée aux capteurs et aux actionneurs du robot. Après avoir développé le programme en logiciel Arduino IDE, et l'embarquer dans le microcontrôleur ATmega 328p qui exécute les instructions du code qui peut nous assurer le contrôle du robot à distance via un appareil Android avec l'application Bluetooth Electronics dans toutes les directions en la connectant au module bluetooth HC-06. Le shield L293D est chargé de la commande des deux moteurs à courant continu.

Notre robot a pour but de détecter les fuites de gaz grâce au capteur MQ2 en nous alertant avec un buzzer et il est capable aussi de s'arrêter aux obstacles à l'aide du capteur HC-SR04.

Mots-clés : Arduino UNO, ATmega328p, Bluetooth Electronics, Bluetooth HC-06, Shield L293D, moteurs à courant continu, capteur MQ2, buzzer, capteur ultrason HC-SR04.

Abstract : The purpose of this work is the design and realization of a remote obstacle-evoking robot and gas detector based on the Arduino UNO board which is connected to the robot's sensors and actuators. After having developed the program in Arduino IDE software, and the embedded in the ATmega 328p microcontroller that will execute the instructions of the code that will be able to control the robot remotely via an Android device with the application Bluetooth Electronics in all directions. connecting it to the bluetooth HC-06 module. The L293d shield is responsible for controlling both DC motors.

Our robot aims to detect gas leaks with the sensor MQ2 alerting us with a buzzer and it is also able to stop obstacles with the HC-SR04 sensor.

Keywords: : Arduino UNO, ATmega328p, Bluetooth Electronics, Bluetooth HC-06, Shield L293D, motors DC, sensor MQ2, buzzer, sensor HC-SR04.