

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université 8Mai 1945 – Guelma
Faculté des sciences et de la Technologie
Département d'Electronique et Télécommunications



984

**Mémoire de fin d'étude
pour l'obtention du diplôme de Master Académique**

Domaine : Sciences et Technologie
Filière : Electronique
Spécialité : Instrumentation

**Réalisation d'un Robot suiveur de ligne à base
d'Arduino**

Présenté par :

Mr. Bouzaroura Fawzi

Sous la direction de :

Pr. Boudjehem Djalil

Jun 2018



18/3003

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de la tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite à mère.

À mon père l'école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années d'études, et qui a vieilli tout au long de ma vie à m'encourager à m'aider et me protéger.

À mes adorables frères et mes chères sœurs

À mes cousins : Ramzi, farid, imad, ilyas, mounir, mahdi, oussama, allaeddine, badri, akrem, allaeddine, tarik, mohamed, adel

À mes amis : said, chihabeddine, rami, mohamed, chouaib, achref, Rezak, aymen, fakhri, islam, badri, mohamed, allaeddine, younes, siefeddine, khaled, zaki, abdenaser, didine, raouf, rida, oussama, Dia, moustafa, moudjib, djalal, bilal, salih, nabil, abd rahim

À mes collègues du club du judo : achref, aymen, khaled, siefeddine, younes, oussama, mohamed, allaeddine, siefeddine, zaki, tarik, aida, khawla, marwa, widad

À les entraineur : karamenelazhal, benkhlifa mouloud, mouhamedmadui

Sommaire :

INTRODUCTION GENERALE :

CHAPITRE 1 : LA ROBOTIQUE

| | | |
|-------|--|----|
| I. | Introduction..... | 1 |
| II. | Définition d'un robot..... | 2 |
| III. | Historique de la robotique..... | 2 |
| IV. | Les types de robots..... | 2 |
| 1. | Les télé-robots..... | 2 |
| 2. | Les robots de Télé-présence..... | 3 |
| 3. | Les robots statiques et industriels..... | 3 |
| 4. | Robots mobiles..... | 3 |
| 5. | Robots autonomes..... | 4 |
| V. | Les éléments d'un robot..... | 4 |
| 1. | Une source d'énergie..... | 4 |
| 2. | Un Contrôleur..... | 4 |
| 3. | Les capteurs..... | 4 |
| 4. | Une Interface utilisateur..... | 5 |
| VI. | Utilisation des robots..... | 6 |
| VII. | Robot Mobile..... | 7 |
| 1. | Architecture des robots mobiles..... | 9 |
| 2. | Les différents types des robots mobiles..... | 12 |
| VIII. | Conclusion..... | 14 |

CHAPITRE2 : LES MICRO CONTROLEURS

| | | |
|------|---|----|
| I. | Introduction..... | 15 |
| II. | Les types des microcontrôleurs le plus courant..... | 15 |
| III. | La carte Arduino..... | 15 |

| | |
|--|----|
| 1. Arduino Uno..... | 16 |
| IV. Programmation de la carte arduino | 21 |
| 1. Interface de programmation | 21 |
| 2. Découverte d'arduino IDE..... | 22 |
| 3. Structure d'un projet Arduino..... | 24 |
| V. Conclusion | 24 |
| CHAPITRE 3 : CONCEPTION DU ROBOT MOBILE | |
| I. Introduction..... | 25 |
| II. La conduite différentielle..... | 25 |
| III. Degré de liberté..... | 26 |
| 1. Positionnement d'un objet..... | 27 |
| 2. Déplacement d'un robot..... | 27 |
| IV. Le matériel utilisé | 29 |
| 1. Les capteurs..... | 30 |
| 1.1. Module infrarouge TCRT5000..... | 30 |
| 1.2. Capteur ultrasons HC-SR04..... | 31 |
| 2. Bluetooth HC-05..... | 32 |
| 3. Les moteurs..... | 33 |
| 3.1. Servomoteur MG995 | 33 |
| 3.2. Moteur à courant continu..... | 34 |
| 4. Le circuit intégré L293D | 35 |
| 5. Batterie | 36 |
| 6. Fille de connexion | 37 |
| V. Cahier des charges fonctionnel..... | 37 |
| 1. Conception du robot..... | 38 |
| 2. La détection d'une ligne..... | 38 |
| 3. La détection d'obstacle..... | 39 |
| 4. La réalisation virtuelle « PORTEUS »..... | 40 |
| 5. La commande par Bluetooth..... | 42 |
| 6. Commande d'un servomoteur..... | 44 |
| 7. Les moteurs..... | 45 |
| 8. Schéma synoptique..... | 48 |
| 9. Les organigrammes fonctionnels..... | 49 |

VI. Conclusion.....53
CONCLUSION GENERAL

Liste de figure

| | |
|--|----|
| Figure 1: la source d'énergie..... | 4 |
| Figure 2: les micros contrôleur | 5 |
| Figure 3: Exemple des capteurs | 5 |
| Figure 4: Exemple des actionneurs..... | 6 |
| Figure 5:Interface utilisateur..... | 7 |
| Figure 6:Décontamination..... | 7 |
| Figure7:le robot de soudure..... | 8 |
| Figure8: Mars Path-finder..... | 9 |
| Figure 9: Robot de sécurité de Tmsuk T34..... | 9 |
| Figure 10: (Robots de pingpong)..... | 9 |
| Figure 11 : Structure d'un robot mobile | 9 |
| Figure 12 : VGA | 10 |
| Figure 13 Capteurs infrarouges | 11 |
| Figure 14 : Exemple d'un capteur ultrasonore et son principe de fonctionnement | 11 |
| Figure 15 Télémètre laser | 12 |
| Figure 16 : Arduino Uno R3 | 16 |
| Figure 17:Schéma simplifié de la carte Arduino UNO | 17 |
| Figure 18:Le synoptique de ATmega328 | 20 |
| Figure 19:Interface Arduino | 22 |
| Figure 20:Barre de Boutons | 23 |
| Figure 21:Structure d'un projet Arduino | 24 |
| Figure 22: Le Robot mobile réalisé | 25 |

Liste de figure

| | |
|--|----|
| Figure 23:La conduite différentielle | 26 |
| Figure 24: Degré de liberté du robot mobile | 26 |
| Figure 25:Positionnement d'un objet | 27 |
| Figure 26:Déplacement du robot..... | 27 |
| Figure 27:Déplacement d'un robot | 28 |
| Figure 28position de robot para port l'axe de X | 28 |
| Figure 29:position de robot para port l'axe des X et Y | 29 |
| Figure 30:Capteur infrarougeTCRT5000 | 30 |
| Figure 31 Capteur ultrasons HC-SR04 | 31 |
| Figure 32: Fonctionnement de l'ultrason | 32 |
| Figure 33: Module Bluetooth HC05 | 32 |
| Figure 34: Image et dimensions du moteur | 33 |
| Figure 35 : Les défirent parties de servomoteur | 33 |
| Figure 36:Moteur à courant continu | 34 |
| Figure 37; Principe de fonctionnement du moteur à cc | 35 |
| Figure 38: L293D | 36 |
| Figure 39:Batterie 9V | 37 |
| Figure 40:La détection d'une ligne | 38 |
| Figure 41:La détection d'obstacle | 40 |
| Figure 42:schémas électroniques | 41 |
| Figure 43:Paramétrage de la carte Arduino sous ISIS | 41 |
| Figure 44:Conception de l'application | 43 |
| Figure 45:Fiche de commande d'un servomoteur..... | 44 |

Liste de figure

| | |
|---|----|
| Figure 46:Rapport cyclique d'impulsion | 46 |
| Figure 47:schéma simplifie principe de fonctionnement de L293D..... | 46 |

INTRODUCTION GENERALE :

La robotique est le résultat de l'évolution technologique de trois domaines techniques l'électronique, la mécanique, l'informatique; c'est à dire chaque robot est composé de trois parties principales. Son objectif est de remplacer l'être humain pour faciliter ses tâches quotidiennes:

- La partie électronique : les composants hardware représentent les muscles (Les actionnaires) les sens (les capteurs) et le cerveau (microcontrôleur).
- La partie mécanique: représente la forme globale (le corps où squelette).
- La partie informatique : donnée par tous les instructions permet la gestion interne du robot et le traitement des informations, prendre les décisions.

Parmi les robots utiliser dans le domaine professionnelle, en trouve les robots suiveur ligne, ces robots sont conçue pour suivi une trajectoire tracer sous une forme d'une bonde dans un espace fermé. Généralement, on trouve ce type de Robot dans les usines ou les stocks. Son avantage principal réside dans deux points : une autonomie de mobilité, et une trajectoire flexible suivant les besoin de l'utilisateur.

Ce mémoire est organisé comme suit :

Le premier chapitre est une introduction à la robotique ou nous avons présenté les différents types de robots, leurs fonctionnements et un historique concernant l'invention de ces incroyable machines.

Dans le deuxième chapitre, nous avons discuté les systèmes d'Arduino, leurs caractéristiques est architecture interne et la partie software de système.

Dans le troisième chapitre, nous avons présenté le robot réalisé,les différents éléments utilisés (capteur, actionnaire), leurs performances et rôles. Nous avons présenté aussi dans ce chapitre la mise en œuvre du robot, ainsi que le langage de programmation et les différentes composantes électroniques utilisées pour son commande.

CHAPITRE 1 : LA ROBOTIQUE

I. Introduction :

La robotique est une science multidisciplinaire qui fait appel à l'électronique, la mécanique, l'informatique, l'automatique ... etc. Tout combinée pour réaliser un robot capable d'effectuer tout seul des tâches prédéfinies par une personne qui s'appelle superviseur.

Le mot robot vient du mot grec « robot », qui signifie le travail. De ce mot est dérivé celui de robotique qui a été introduit au public par l'auteur de « Karel Capek » dans son jeu R.U.R (les robots universels de Rossum) publié en 1920. En mai 1941, Isaac Asimov a écrit pour la première fois le mot robotique dans son article de science-fiction « Liar ! » Publié dans la science-fiction étonnante. [1]

II. Définition d'un robot

Selon l'encyclopédie Britannique un robot est « n'importe quelle machine automatiquement actionnée qui remplace l'effort humain, même s'il n'exécute pas des fonctions comme les êtres humains. »

En général, Un robot est un dispositif mécatronique (alliant mécanique, électronique et informatique) accomplissant automatiquement soit des tâches qui sont généralement dangereuses, pénibles, pour les humains, soit des tâches plus simples mais en les réalisant mieux qu'un être humain. La robotique est une branche de la technologie qui implique la conception, la manufacture et le fonctionnement de robots.

III. Historique de la robotique

En 1928, un des premiers robots humanoïdes a été exhibé à l'exposition annuelle de la société d'ingénierie de modèle à Londres. Inventé par W.H. Richards, l'armature d'Eric le robot est composée d'un corps d'aluminium d'armure avec onze électro-aimants et d'un moteur actionnés par une source d'énergie de douze-volts. Le robot a pu déplacer ses mains et sa tête et a pu être commandé par la télécommande de voix.

Westinghouse Electric Corporation a construit Televox en 1926 ; c'était une coupe de carton relié aux divers dispositifs que les utilisateurs pourraient mettre en marche et en arrêt. En 1939, le robot humanoïde connu sous le nom d'Electro a fait apparition à l'Exposition

Universelle. Avec ses sept grands pieds (2.1 m) et un poids de 265 livres (120.2 kilogrammes), il pouvait marcher par la commande de voix, parler environ 700 mots (utilisant 78-T/MN tourne-disque), fumer des cigarettes, gonfler des ballons, et déplacer sa tête et ses bras. Son corps est composé d'un squelette en acier, de came et de moteur. Il est couvert par une peau en aluminium. En 1928, le premier robot du Japon, Gakutensoku, a été conçu et construit par le biologiste Ma koto Nishi mura

Les premiers robots autonomes électroniques avec le comportement complexe ont été créés par William Grey Walter de l'institut neurologique de Burden à Bristol, Angleterre en 1948 et 1949. Il a voulu montrer que les raccords riches entre un nombre restreint de robots, appelés Elmer et Elsie, ont été construits entre 1948 et 1949 et ont été souvent décrits comme des tortues dues à leur forme et vitesse de déplacement lente.

Walter a souligné l'importance d'employer l'électronique purement analogue pour simuler des processus de cerveau à un moment où ses contemporains tels qu'Alan Turing et John Von Neumann étaient tous tournant vers une vue des processus mentaux en termes de calcul numérique. Son travail a inspiré les générations suivantes des chercheurs de robotique telles que Rouseff de Rodney, Hans Moravec et la Marque Tilden. Des incarnations modernes des tortues de Walter peuvent être trouvées sous forme de robotique de FAISCEAU.

Le premier robot fonctionnel et programmable numériquement a été inventé par George Devol en 1954. Il a été appelé finalement l'Unimate. Devol a vendu le premier Unimate à General Motors en 1960. Il a été installé en 1961 dans une Usine à Trenton (New-Jersey) pour soulever les morceaux chauds de métal d'une machine de moulage mécanique sous pression et les empiler. Le brevet de Devol pour le premier bras robotique programmable numériquement actionné représente la base de l'industrie moderne de robotique.

Les robots commerciaux et industriels sont maintenant très répandus, ils exécutent des tâches à base prix et avec une plus grande exactitude et fiabilité que les humains. Ils sont également utilisés pour les travaux qui sont largement utilisés pour les travaux qui sont trop sales, dangereux ou ne conviennent pas aux humains. Ils sont largement utilisés dans la fabrication, l'assemblage et l'emballage, le transport, l'exploration de la terre et de l'espace, la chirurgie, les armements, la recherche aux laboratoires, et la production en série de marchandises industrielles.

Parmi les robots modernes, on trouve qui a la possibilité de se mouvoir et qui peuvent se déplacer dans leur environnement. Un exemple d'un robot mobile qui est d'usage courant aujourd'hui est le véhicule guidé automatisé ou le véhicule guidé automatique (AGV). Un AGV est un robot mobile qui suit des marqueurs ou des fils dans le plancher, ou emploie la vision ou des lasers.

Les robots mobiles sont le centre de beaucoup de recherche courant et presque chaque université principale a un plusieurs laboratoires qui se concentrent sur la recherche de mobile robot. [1]

IV. Les types des robots

Les robots peuvent être classés selon leur mobilité, leur commande et leur autonomie en plusieurs catégories ; on peut citer

1. **Les télé-robots** : ils sont guidés par un opérateur humain grâce à une télécommande.
2. **Les robots de Télé-Présence** : Semblable aux télé-robots mais avec la rétroaction de la vidéo, du bruit et d'autres données pour permettre à l'opérateur de se sentir davantage comme s'il était réellement dans le robot.
3. **Les robots statiques et industriels** : Ils sont aussi appelés bras manipulateur et ils sont largement utilisés dans les usines et les Laboratoire dans le monde entier.
4. **Robots mobiles** : Sont des robots qui doivent diriger et accomplir des tâches sans interposition humaine.
5. **Robots mobiles** : Capables effectuer leur tâche sans interposition et obtenir leur source d'énergie de leur environnement.

V. Les éléments d'un robot

Pour un bon fonctionnement d'un robot, il est doté de plusieurs éléments indispensables qui sont :

1. Une source d'énergie

Une alimentation d'énergie est un dispositif qui fournit l'énergie électrique à une charge électrique. Ce terme est le plus généralement appliquée aux convertisseurs d'énergie électrique qui convertissent une forme d'énergie en une l'autre, bien qu'elle puisse également se rapporter aux dispositifs qui convertissent une autre forme d'énergie (mécanique, chimique, solaire) en énergie électrique. Par exemple batterie, l'hydraulique, stockage d'énergie de volant etc ...



Figure 1: la source d'énergie

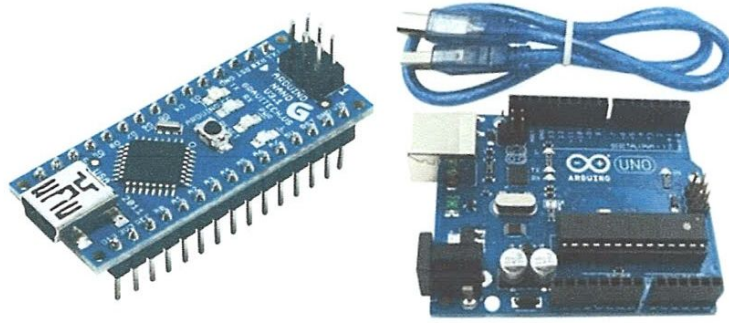


Figure 2: les micros contrôleur

Le contrôleur, aussi appelé « baie robot », est le cerveau du robot Il permet de :

- contrôler le robot
- Intègre un calculateur pour le contrôle des mouvements et de la cellule
- transformer une valeur cartésienne en données codeur du moteur
- Intègre une partie « puissance » pour l'alimentation des moteurs du robot ...ect

3. Les capteurs :

Le capteur est un convertisseur qui mesure une grandeur physique et la convertit en signal électrique qui peut être lu par un observateur.

Le capteur est un dispositif, qui répond à une quantité d'énergie d'entrée en produisant un résultat sous forme de signal électrique ou optique. La sensibilité d'un capteur indique le rapport entre la variation de la sortie du capteur et la variation de la grandeur mesurée.

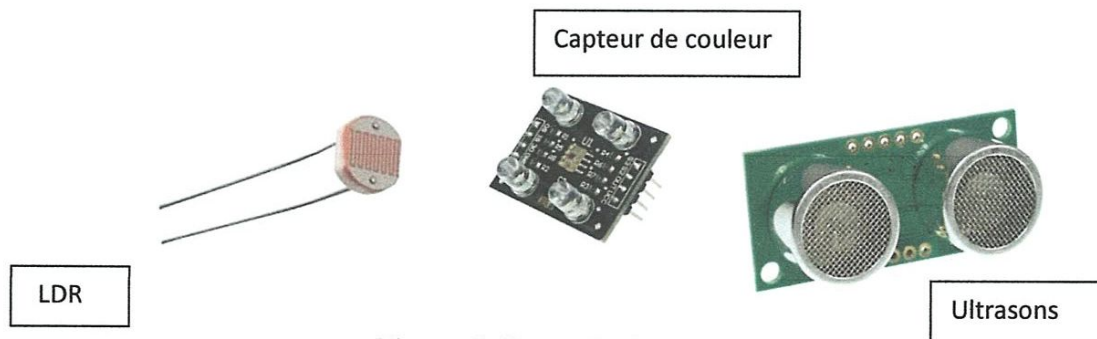


Figure 3: Exemple des capteurs

Les Actionneurs :

Un actionneur est un type de moteur qui est responsable de déplacer ou de commander un mécanisme ou un système. Il est actionné par une source d'énergie, (un courant généralement électrique, une pression du liquide hydraulique ou pneumatique) et convertis cette énergie en un mouvement.



Figure 4: Exemple des actionneurs

4. Une Interface utilisateur :

C'est l'espace ou l'interface entre l'utilisateur et les machines. Le but de cette interaction est de commander, superviser le fonctionnement de la machine. Elle aide aussi l'opérateur à prendre les bonnes décisions pour optimiser le fonctionnement de la machine (dans le cas de l'utilisation d'un simulateur).



Figure 5: Interface utilisateur

VI. Utilisation des robots

Les robots sont utilisés pour effectuer différents taches :

- Les travaux qui sont dangereux pour les humains par exemple le robot utilisé pour la décontamination et le nettoyage du logement principal de pompe de circulation dans une centrale nucléaire

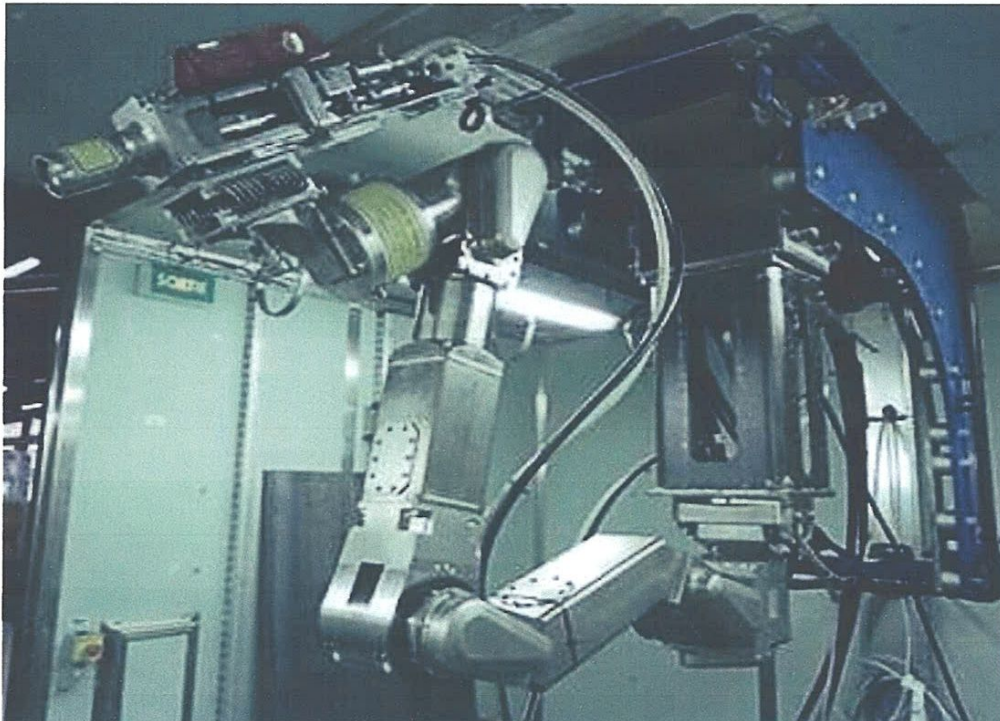


Figure 6: Décontamination

Les travaux réitérés qui sont ennuyeux, stressants ou grands consommateurs de main-d'œuvre pour des industriels par exemple comme le robot de soudure.

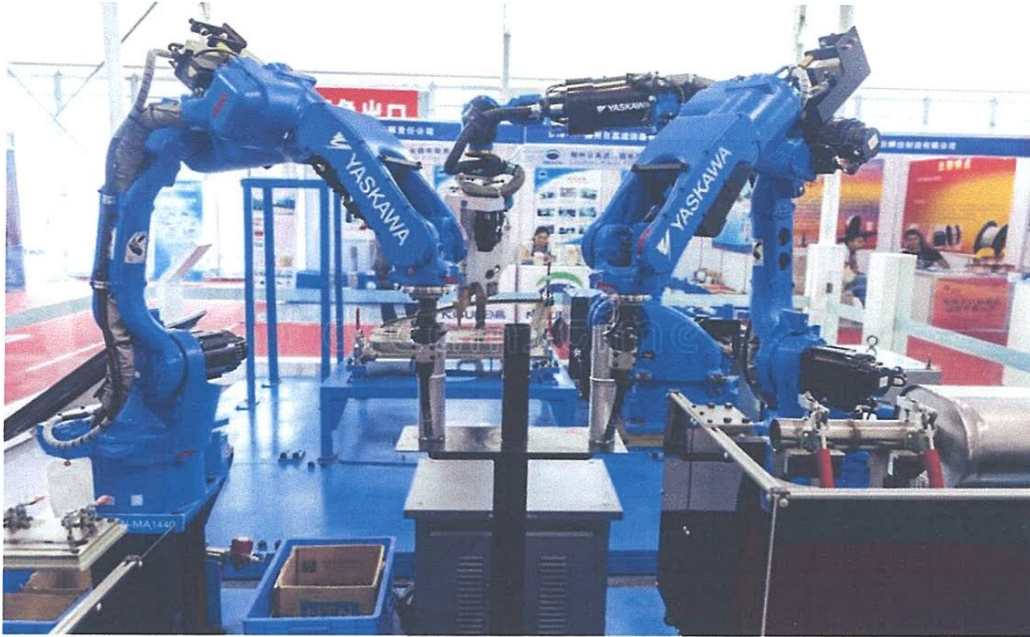


Figure 7:le robot de soudure

La recherche : des robots sont envoyés à l'espace par exemple mars Pathfinder

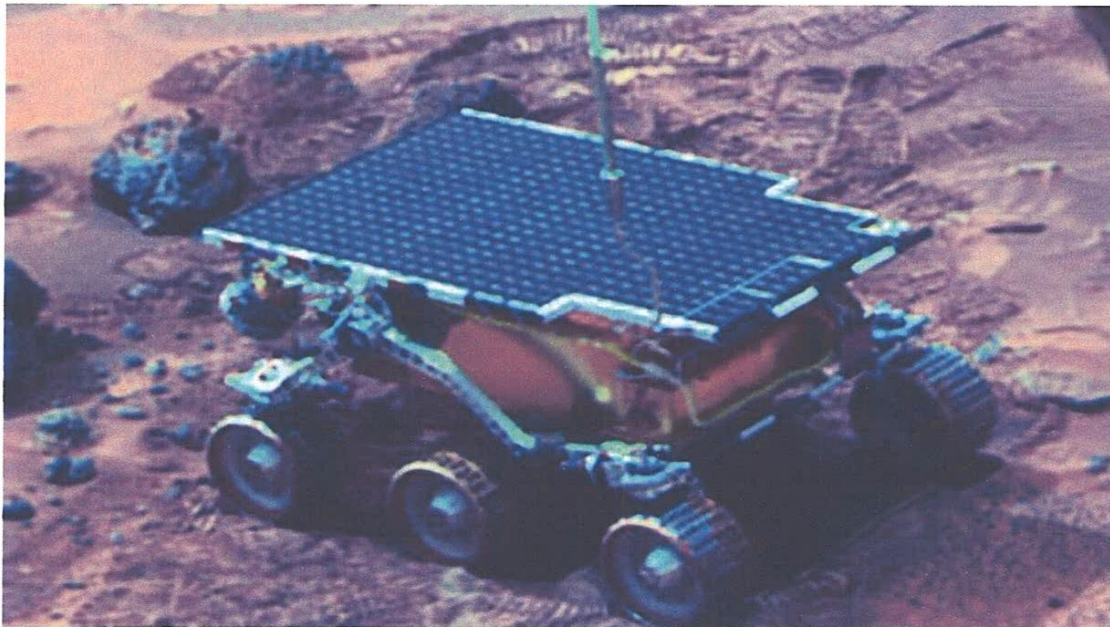


Figure 8: Mars Path-finder

- Assurer la sécurité : par exemple les robots militaires de surveillance (robot de sécurité de Tmsuk T34).



Figure 9: Robot de sécurité de Tmsuk T34

- Divertissement par exemple TOPIO et KUKA (robots de pingpong)



Figure 10: (Robots de pingpong)

VI. Robot Mobile

Le robot mobile contient des moyens qui lui permettent de se déplacer dans son espace de travail. Suivant son degré d'autonomie ou degré d'intelligence, il peut être doté de moyens de perception et de raisonnement. De modéliser leur espace de travail et de planifier un chemin dans un environnement qu'il ne connaît pas d'avance. [3]

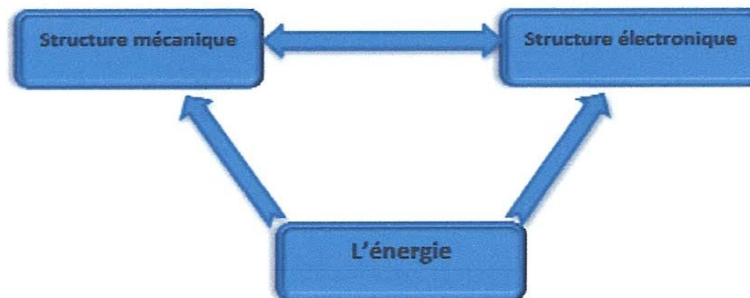


Figure 11 :Structure d'un robot mobile

Actuellement, les robots mobiles les plus sophistiqués sont essentiellement orientés vers des applications dans des environnements variables ou incertains, souvent peuplés d'obstacles, nécessitant une adaptabilité à la tâche. La figure (11) illustre la structure d'un tel robot.

Exemple 1 : Les robots suiveur de ligne

Les robots suiveurs de ligne ne servent pas uniquement aux compétitions, ils sont aussi utilisés dans l'industrie ou dans les transports en commun.

Exemple 2 : Les véhicules à guidage automatique

Le véhicule à guidage automatique est une version plus développée du robot suiveur de ligne mais repose sur le même principe. Une de leur application en industrie est de pouvoir transporter de lourdes marchandises d'un point A à un point B et ce de manière rapide et sûre. Pour ce faire le véhicule a besoin de se repérer dans son environnement afin de se déplacer correctement. [4]



Figure 12 : VGA

1. Architecture des robots mobiles

En général un robot mobile est constitué de :

1.1. Structure mécanique :

Dans les robots suiveur, la structure mécanique assure le mouvement du robot par des roues motrices placées selon le type de mouvement et la précision de la tâche voulue.

1.2. Structure instrumentale :

Un robot est équipé d'un certain nombre de capteurs de sécurité à fin de leur donner une certaine connaissance de l'environnement. Selon l'application, les capteurs peuvent être :

1.2.1. Capteurs infrarouges

Les capteurs infrarouges sont constitués d'un ensemble émetteur/récepteur fonctionnant avec des radiations non visibles, dont la longueur d'onde est juste inférieure à celle du rouge visible. La mesure des radiations infrarouges étant limitée et, en tout état de cause, la qualité très dégradée d'un mètre, ces dispositifs ne servent que rarement de télémètres.

On les rencontrera le plus souvent comme détecteurs de proximité, Ou dans un mode encore plus dégradé de présence

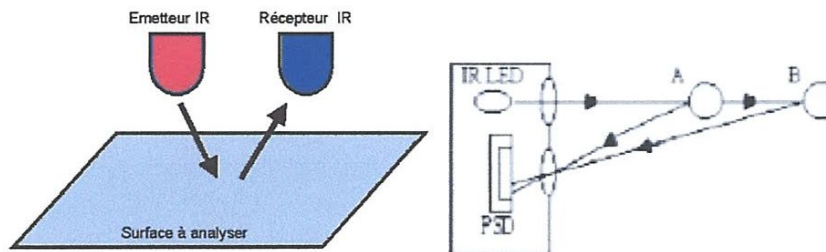


Figure 13 Capteurs infrarouges

1.2.2. Capteurs ultrasonores

Les capteurs ultrasonores utilisent des vibrations sonores dont les fréquences ne sont pas perceptibles par l'oreille humaine. Les fréquences couramment utilisées dans ce type de technologie vont de 20 kHz à 200 kHz. Les ultrasons émis se propagent dans l'air et sont réfléchis partiellement lorsqu'ils heurtent un corps solide. L'écho en retour prend la forme d'une onde de pression à l'image des vaguelettes circulaires déformant la surface de l'eau lorsqu'on y jette une pierre. La distance entre la source et la cible peut être déterminée volume séparant l'émission des ultrasons du retour de l'écho

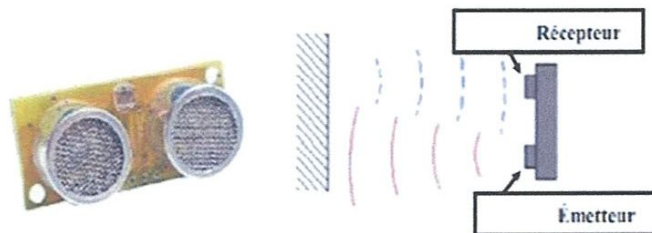


Figure 14 Exemple d'un capteur ultrasonore et son principe de fonctionnement

1.2.3. Télémètre laser

Les télémètres laser (Figure 15) sont à ce jour le moyen le plus répandu en robotique mobile pour obtenir des mesures précises de distance. Leur principe de fonctionnement est le suivant :[4]



Figure 15 Télémètre laser

A un instant donné, une impulsion lumineuse très courte est envoyée par l'intermédiaire d'une diode laser de faible puissance. La réflexion de cette onde donne un écho qui est détecté au bout d'un temps proportionnel à la distance capteur obstacle. La direction des impulsions est modifiée par rotation d'un miroir. Par l'angle de balayage couvrant généralement entre 100 et 180 degrés.[3]

1.2.4. Les caméras

L'utilisation d'une caméra pour percevoir l'environnement est une méthode attractive car elle semble proche des méthodes utilisées par les humains. Le traitement des données volumineuses et complexes fournies par ces capteurs reste cependant difficile à l'heure actuelle.

1.2.5. Les capteurs tactiles

Les robots peuvent être équipés de capteurs tactiles, qui sont le pour des arrêts d'urgence lorsqu'il rencontre un obstacle qui n'avait pas été détecté par le reste du système de perception. Ces capteurs peuvent être de simples contacteurs répartis sur le pourtour du robot.

2. Les différents types des robots mobiles

Il est possible de classifier les robots mobiles de nombreuses manières et selon de nombreux critères tels : le domaine d'application, le degré de d'autonomie, le degré d'intelligence, etc.

Nous avons préféré les classifier, puisque leur mobilité est l'une de leurs caractéristiques essentielles, selon leur mode de déplacement.[4]

On peut classer les robots mobiles en trois catégories selon leur mode de déplacement :

- Les robots mobiles à roues.
- Les robots mobiles à pattes.
- Les robots mobiles à chenilles.

5.4. Robot mobile à roues

Ils sont les plus répandus car les plus simples à concevoir. Il existe deux grands types de robots mobiles à roues selon leur mode de direction :

- Les robots mobiles à roues différentielles.
- Les robots mobiles à roues avec arbres.

5.5. Les robots mobiles à roues différentielles:

Les robots de ce type possèdent deux roues motrices possèdent chacun son moteur et placées en parallèle l'une de l'autre. Leurs vitesses peuvent donc être commandées indépendamment. En jouant sur les vitesses de chaque roue, on obtient une gamme pratiquement illimitée de mouvements.

2.3. Les robots mobiles à roues avec arbres:

Ils sont pour la plupart utilisés dans des applications éducatives car faciles à mettre en œuvre à base de châssis de modèles réduits automobiles. Le mouvement arrière du robot est assuré à base deux roues motrices.

La commande de ce type de robots est assez simple mais leur capacité en termes de mouvement est réduite. C'est pour cette raison qu'ils sont très peu utilisés dans les projets de recherche actuels (mis à part quelques projets militaire visant à robotiser des jeeps de reconnaissance).

2.4. Les robots mobiles à pattes :

On distingue notamment et selon le nombre de pattes :

2.4.1. Les robots à une patte

Un robot doté d'une seule patte a été assemblé au Massachusetts Institute of Technology (MIT). Le robot sautille sur une patte orientable à deux degrés de liberté, dotée d'un actionneur linéaire pour la propulsion verticale. Il n'est pas autonome.

2.4.2. Les robots à deux pattes

Les robots à deux pattes ou bipèdes sont surtout étudiés au Japon où les progrès dans ce segment sont assez significatifs.

4.2.3. Les robots à quatre pattes

Encore une fois, au Japon, nous devons rechercher les robots quads les plus avancés: la société de robot AIBO (chien robot) pour SONY, surtout dans la deuxième génération. Ils reproduisent un large éventail de comportements.

2.4.4. Les robots à six patte

Ce sont les robots à plus répandus à travers le monde. Avec leurs six pattes ils sont statiques mais aussi facile à programmer et mettre en œuvre, chaque patte n'ayant besoin que de deux degrés de liberté.

2.5. Les robots mobiles à chenilles

Les chenilles assurent à un mobile une meilleure adhérence au sol. Elles sont employées lorsque le sol est perturbé, essentiellement en environnement extérieur. [5]

VII. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons vu une présentation globale sur la robotique à travers son évolution l'idée de réaliser un robot pour faciliter le mode de vie de l'être humaine, est pas nouveau et ainsi nous avons cité des généralités les différents robots qui existent.

ChAPITRE2 : LES MICRO CONTROLEURS

I. Introduction :

Les microcontrôleurs sont très utilisés dans le monde de l'industrie, notamment dans les systèmes embarqués. On pourra donc les retrouver dans l'aéronautique, l'aérospatial, l'automobile, l'électronique grand public. Leur polyvalence, et leur taille les rendent intéressants pour des modules de traitement de données numériques et aussi analogiques. Ils sont certes peu puissants comparés à des processeurs dédiés, mais ils les compensent par leur prix mais surtout leur taille : un microcontrôleur peut être comparé à une carte mère d'ordinateur.[6]

II. Les types des microcontrôleurs le plus courant:

- Les microcontrôleurs Atmel AVR (ATmega, ATtiny, Xmega, etc.)
- Les microcontrôleurs PIC de technologie micro-puce (PIC12, PIC16, PIC24, etc.)
- Les microcontrôleurs basés sur la technologie ARM
- Les microcontrôleurs Philips: P89C51RD2BPN
- Les microcontrôleurs Motorola: famille 68HCxxx,

Dans ce chapitre nous présentons une description détaillée sur microcontrôleur (Atmel).

II. La carte Arduino :

L'Arduino est une plateforme de prototypage électronique open-source, basée d'une part sur du matériel et d'autre part sur un ensemble de logiciels faciles à utiliser. C'est un outil qui va permettre aux artistes, designers, amateurs ou professionnels de créer des systèmes électroniques plus ou moins complexes.

La caractéristique première d'une carte Arduino est le type de MCU ou microcontrôleur dont elle est équipée. Deux familles de microcontrôleurs sont employées : des AVR 8 bits de la société ATMEL et des ARM 32 bits de la série Cortex-M conçus par la société Advanced RISC Machines et fabriqués par différents fabricants, ATMEL pour les cartes officielles mais aussi Freescale ou STMicro pour des cartes compatibles gravées.

Pour résumer rapidement, les cartes Arduino à base d'AVR sont plus simples et comportent moins de mémoire que les cartes à base d'ARM. Leur capacité de calcul est également plus faible mais elles sont généralement meilleur marché.

Il existe plusieurs cartes Arduino dont les caractéristiques sont plus ou moins riches.

Dans ce projet Nous choisirons d'utiliser la carte portant le nom de « Uno » [7]

1. Arduinouno

Le modèle « uno » de la société arduino est une carte électronique dont le cœur est un microcontrôleur ATMEL de référence ATmega328.

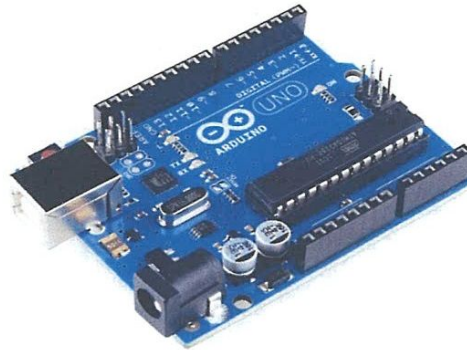


Figure 16 : ArduinoUno R3

L'intérêt principal des cartes Arduino est leur facilité de mise en œuvre. Un environnement de développement (IDE), s'appuyant sur des outils open-source, est fourni. En outre, charger le programme compile dans la mémoire du microcontrôleur se fait très simplement (via par port USB) dans cet IDE.

Le système Arduino, nous donne la possibilité d'allier les performances de la programmation à celles de l'électronique. Plus précisément, nous allons programmer des systèmes électroniques. Le gros avantage de l'électronique programmée c'est qu'elle simplifie grandement les schémas électroniques et par conséquent, le coût de la réalisation, mais aussi la charge de travail à la conception d'une carte électronique. [5]

1.1. Schéma simplifié de la carte Arduino UNO

Les signaux d'entrée-sortie du microcontrôleur sont reliés à des connecteurs selon le schéma ci-dessous :

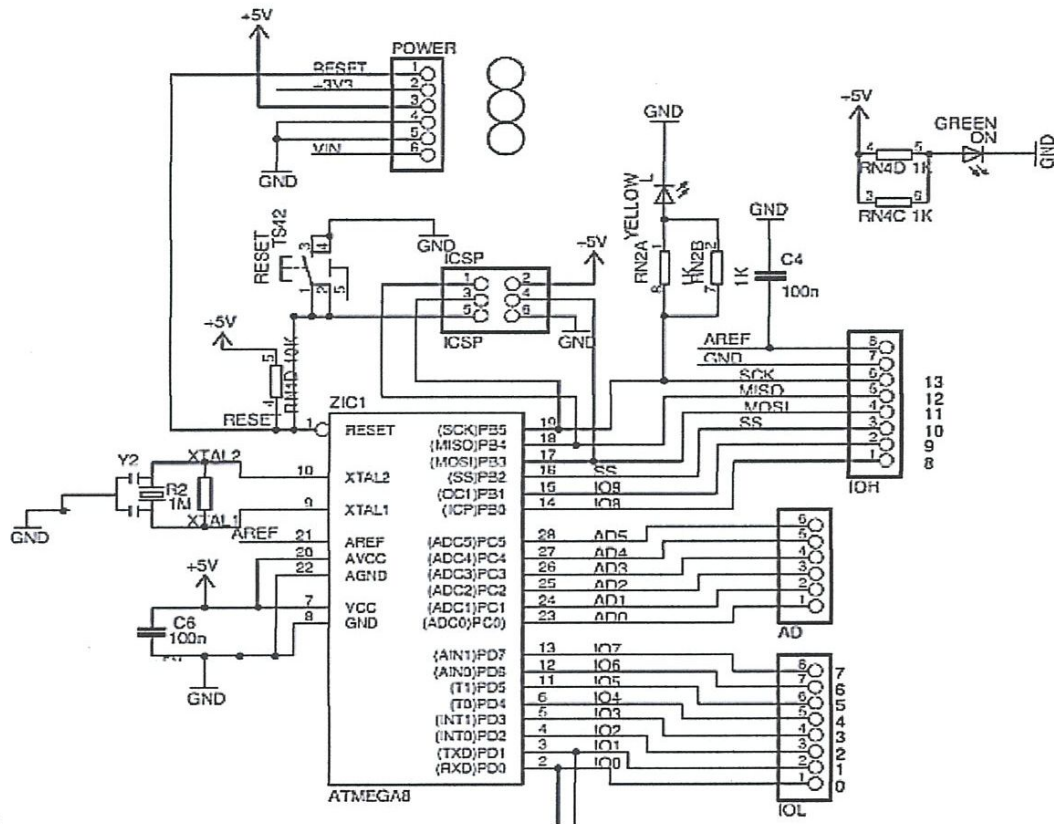


Figure 17: Schéma simplifié de la carte Arduino UNO

Le microcontrôleur utilisé sur la carte Arduino UNO est un microcontrôleur ATmega328. C'est un microcontrôleur ATMEL de la famille AVR dont la programmation peut être réalisée en langage C/C++.[8]

Ses caractéristiques:

- 8 bits
- 20 Mhz = 20 million d'instructions à la seconde
- 32Ko de mémoire "Flash", pour le programme
- 2Ko de RAM, pour les données
- 1Ko de EEPROM, pour les données qui doivent être conservées

Ses entrées-sorties:

- 23 entrées/sorties (binaires) programmables
- 6 entrées analogiques (ADC)
- 6 sorties "PWM" (Pulse Width Modulation)

- Bus: SPI, I2C, série...

RAM = Random Access Memory

- mémoire "vive"
- mémoire "volatile": quand le circuit n'est plus alimenté, les données sont perdues
- mémoire en lecture et écriture
- accès rapide

ROM = Read Only Memory

- mémoire "morte"
- mémoire non volatile: les données subsistent même si le circuit n'est plus alimenté
- mémoire en lecture seule
- l'écriture est (des fois) possible, mais plus longue et complexe

EEPROM = Electrically Erasable Programmable ROM

- Mémoire ROM qui peut être effacée et reprogrammée électriquement
- "Flash" = un certain type de mémoire EEPROM

1.2. Microcontrôleurs Famille ATMEL :

Les microcontrôleurs de la famille AVR d'ATMEL possèdent de nombreuses caractéristiques différentes, aussi bien en termes de vitesse, mémoire, nombre d'entrées/sorties mais aussi au niveau des fonctions particulières qui sont disponibles. Il conviendra donc de choisir le microcontrôleur en fonction de l'utilisation qui est à faire.

1.2.1. Définition d'un AVR

AVR est le terme utilisé par Atmel pour désigner le cœur du processeur et la famille de microcontrôleurs qui le mettent en œuvre.

1.2.2. Différentes familles :

La famille des microcontrôleurs AVR se compose de 5 groupes principaux :

ATtiny :

- mémoire programme de 1 à 8 kB
- boîtier de 8 à 32 broches
- nombre de périphériques limité

ATmega :

- mémoire programme de 4 à 256 kB

- boîtier de 28 à 100 broches
- jeu d'instructions plus étendu (multiplication, instructions pour accès à la mémoire étendue)
- périphériques plus nombreux

Xmega :

- mémoire programme de 16 à 384 kB
- boîtier de 44 à 100 broches
- performances étendues, telles que DMA, gestion d'événements entre périphériques, cryptographie intégrée.

1.2.3. Microcontrôleur ATmega :

Il y a trois types de mémoires du microcontrôleur (ATmega) utilisées sur les cartes Arduino :

- La mémoire FLASH (mémoire programme) est la mémoire dans laquelle le programme transféré dans la carte Arduino est stocké.
- La mémoire SRAM (mémoire statique à accès aléatoire ou mémoire vive) est la mémoire où le programme créé et manipule les variables quand il s'exécute.
- EEPROM est la mémoire que le programmeur peut utiliser pour stocker des données de long-terme (non-volatiles).

Voici la taille des mémoires disponibles pour les différents microcontrôleurs utilisés avec les cartes Arduino :

| Type de Mémoire | Atmega 168 | Atmega 328 | Atmega 1280 | Atmega 2560 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Flash | 16K Octets | 32K Octets | 128K Octets | 256K Octets |
| SRAM | 1024 Octets | 2048 Octets | 8K Octets | 8K Octets |
| EEPROM | 512 Octets | 1024 Octets | 4K Octets | 4K Octets |

Pour toutes les cartes Arduino, 2 K de la mémoire FLASH sont utilisées pour le bootloader résident.

1.3. Microcontrôleur ATMEL ATmega328 :

Les microcontrôleurs de la famille ATMEGA en technologie CMOS sont des modèles à 8 bits AVR basés sur l'architecture RISC. En exécutant des instructions dans un cycle d'horloge simple, l'ATMEGA réalise des opérations s'approchant de 1 MIPS par MHz.

1.3.1. Le synoptique de ATmega328

Nous entrons dans le vif du sujet avec le synoptique qui présente le fonctionnement général du microcontrôleur ATmega :

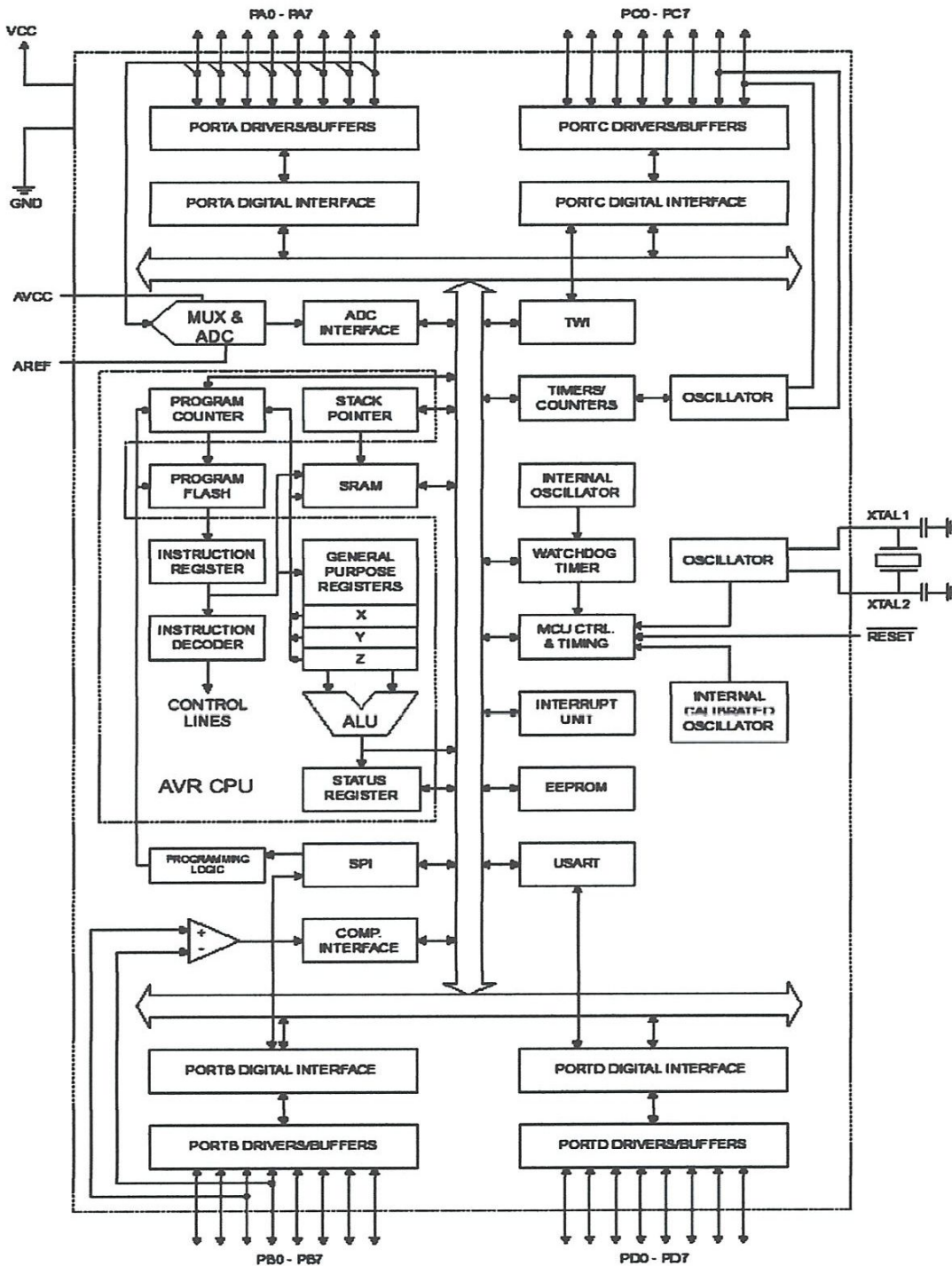


Figure 18: Le synoptique de ATmega328

Le cœur AVR combine un jeu de 131 instructions riches avec 32 registres spéciaux travaillant directement avec l'Unité Arithmétique de Logique ALU, qui représente le registre d'accumulateur A (B ou D) dans les microcontrôleurs classiques.

Ces registres spéciaux permettent à deux registres indépendants d'être en accès directs par l'intermédiaire d'une simple instruction et exécutée sur un seul cycle d'horloge. Cela signifie que pendant un cycle d'horloge simple l'Unité Arithmétique et Logique ALU exécute l'opération et le résultat est stocké en arrière dans le registre de sortie, le tout dans un cycle d'horloge. L'architecture résultante est plus efficace en réalisant des opérations jusqu'à dix fois plus rapidement qu'avec des microcontrôleurs conventionnels CISC.

Les registres spéciaux sont dit aussi registre d'accès rapide et 6 des 32 registres peuvent être employés comme trois registre d'adresse 16 bits pour l'adressage indirects d'espace de données (X, Y & Z). Le troisième Z est aussi employé comme indicateur d'adresse pour la fonction de consultation de table des constantes.

Les informations sont diffusées par un bus de donnée à 8 bits dans l'ensemble du circuit.

Le microcontrôleur possède aussi un mode sommeil qui arrête l'unité centrale en permettant à la SRAM, les Timer/Compteurs, l'interface SPI d'interrompre la veille du système pour reprendre le fonctionnement.

Lors de l'arrêt de l'énergie électrique, le mode économie sauve le contenu des registres et gèle l'oscillateur, mettant hors de service toutes autres fonctions du circuit avant qu'une éventuelle interruption logicielle ou matérielle soit émise.

Dans le mode économie, l'oscillateur du minuteur continue à courir, permettant à l'utilisateur d'entretenir le minuteur RTC tandis que le reste du dispositif dort.

Le dispositif est fabriqué en employant la technologie de mémoire à haute densité non volatile d'ATMEL.


La mémoire FLASH est reprogrammable par le système avec l'interface SPI ou par un programmeur de mémoire conventionnel non volatile [3]

III. Programmation de la carte arduino :

1. Interface de programmation :

Pour écrire, modifier ou injecter les programmes dans le microcontrôleur, on utilisera une interface graphique appelée IDE (Integrated Development Environment).

Cet environnement de téléchargement intégré est téléchargeable sur le site Arduino [9]

Pour ouvrir l'IDE d'Arduino, il faut utiliser l'icône  :

2. Découverte d'arduino IDE :

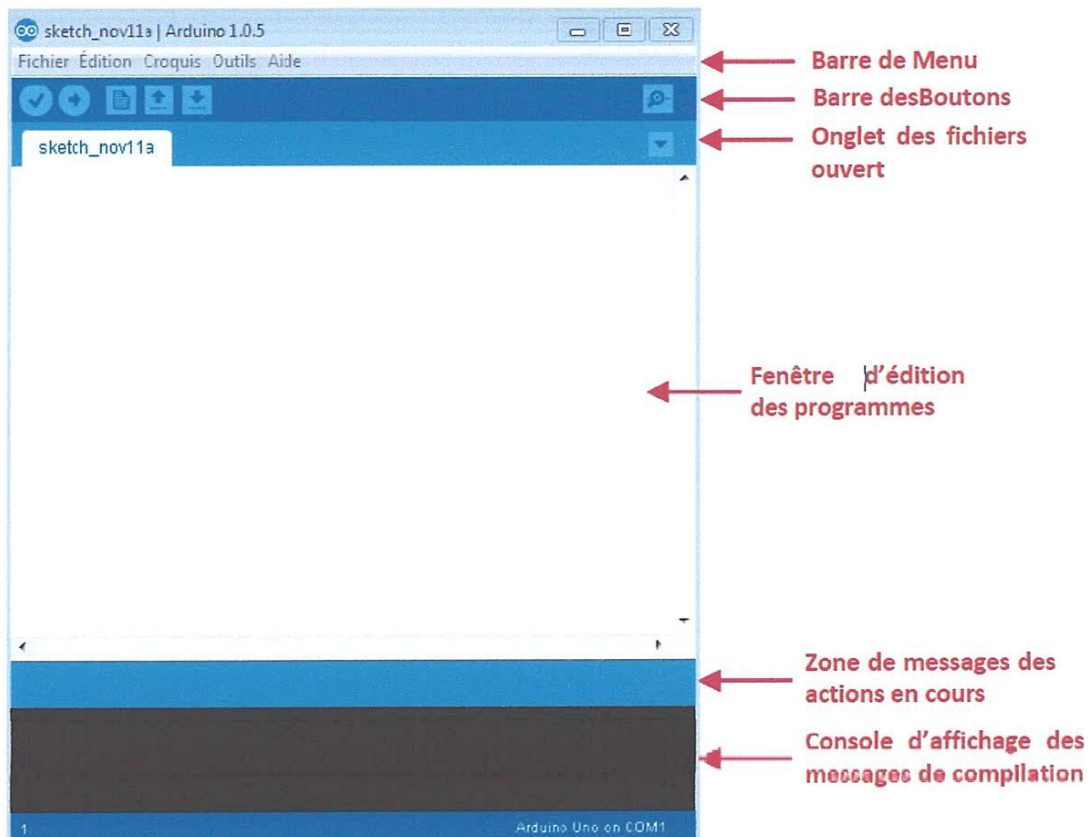


Figure 19:Interface Arduino

- **Barre de menu** : ce sont les options de configuration du logiciel
- **Barre de Boutons** : il contient les boutons qui vont nous servir lorsque l'on va programmer nos cartes
- **Fenêtre d'édition des programmes** : ce bloc va contenir le programme que nous allons créer

Zone de messages : qui affiche indique l'état des actions en cours.

Console de débogage : La console vous permet de visualiser où se situent les erreurs et quels sont les types d'erreurs.

La « **Barre de Boutons** » qui donne un accès direct aux fonctions essentielles du logiciel. Les différents boutons sont :

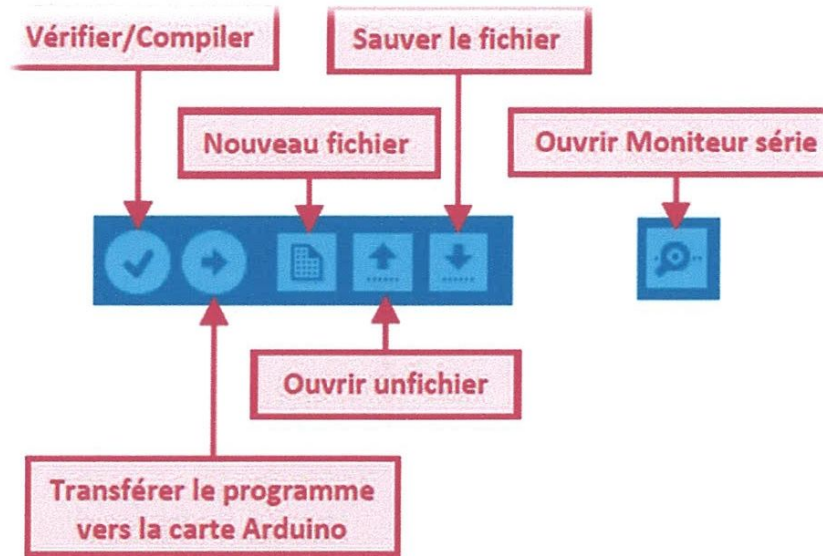


Figure 20: Barre de Boutons

- ✓ Vérifier (Verify) : vérifier les erreurs dans le code
- ➔ Charge (Upload) : compiler le code et charge le programme sur la carte Arduino
- 📄 Nouveau (New) : créé un nouveau sketch
- 📂 Ouvrir (Open) : ouvrir un des sketches déjà présent
- 💾 Sauvegarder (Save) : sauvegarder le sketch
- 🔧 Serial Monitor : permet d'accéder au port série (En RX/TX)

3. Structure d'un projet Arduino :

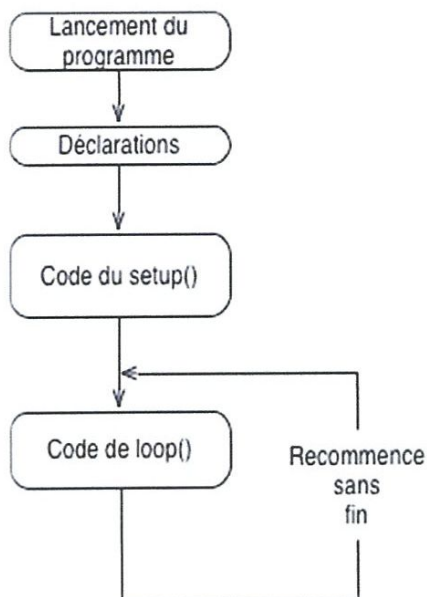


Figure 21:Structure d'un projet Arduino

- La première partie permet de définir les constantes et les variables en déclarant leur type. Elle permet également l'inclusion des bibliothèques utilisées dans le programme au moyen de #include.
- La fonction setup () contient les instructions d'initialisation ou de configuration des ressources de la carte comme par exemple, la configuration en entrée ou sorties des broches d'E/S numériques, la définition de la vitesse de communication de l'interface série, etc.. Cette fonction n'est exécutée qu'une seule fois juste après le lancement du programme.
- La fonction loop () contient les instructions du programme à proprement parlé. Cette fonction sera répétée indéfiniment tant que la carte Arduino restera sous tension.

IV. Conclusion :

Dans ce chapitre nous pouvons dire que le microcontrôleur peut bien jouer le rôle d'une unité de contrôle pour notre système. Le fonctionnement de cette unité de contrôle doit être programmé et adapté à un compilateur de programmation.

Dans notre robot mobile nous avons choisi l'utilisation du microcontrôleur ATmega328.

CHAPITRE 3 : CONCEPTION DU ROBOT MOBILE

I. INTRODUCTION :

Un robot de type tricycle est constitué de deux roues fixes placées sur un même axe et conduit par deux moteurs indépendants, et d'une roue centrée orientable placée sur l'axe longitudinal.

Le mouvement du robot est donné par la vitesse des deux roues fixes et par l'orientation de la roue orientable. Son centre de rotation est situé à l'intersection de l'axe contenant les roues fixes et de l'axe de la roue orientable. Il est impossible de le déplacer dans une direction perpendiculaire aux roues de locomotion.[11]



Figure 22: Le Robot mobile réalisé

II. La conduite différentielle :

Cette conduite se compose de deux roues motrices fixes montées sur le côté gauche et à droite de la plate-forme du robot, les deux roues sont entraînées indépendamment. Une ou deux roues pivotantes passives sont utilisées pour l'équilibre et la stabilité. La conduite différentielle c'est l'entraînement mécanique le plus simple car il n'a pas besoin de rotation d'un axe entraîné. Si les roues tournent à la même vitesse, le robot se déplace en ligne droite vers l'avant ou vers l'arrière. Si une roue tourne plus vite que l'autre, le robot suit une trajectoire incurvée le long de l'arc d'un cercle instantané. Si les deux roues sont en rotation à la même vitesse dans des directions opposées, le robot tourne autour du point médian de deux roues motrices.[12]

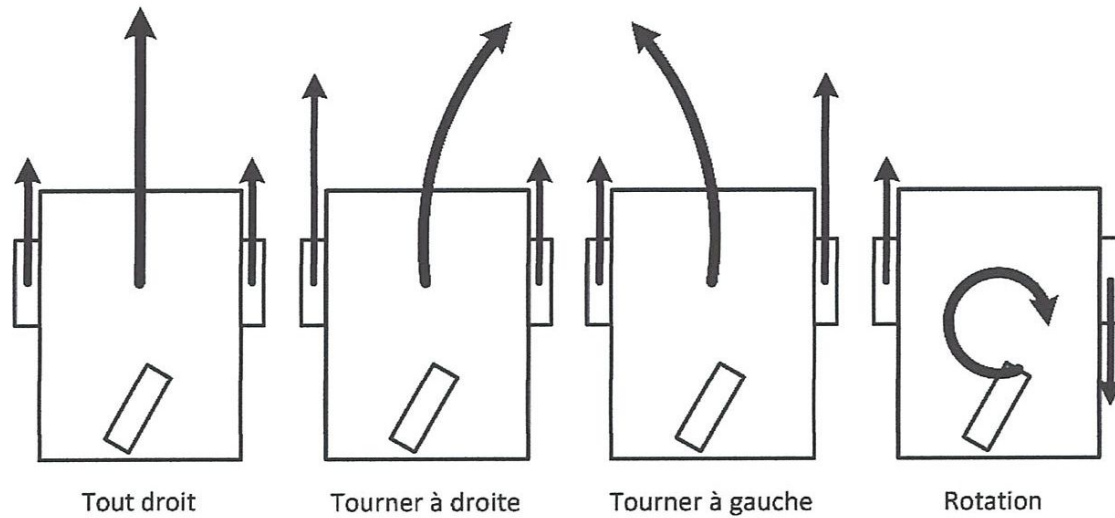


Figure 23: La conduite différentielle

III. Degrés de liberté :

Dans l'espace 6 degrés de liberté :

- 3 de position
- 3 d'orientation

Le degré de liberté d'un robot mobile est égal à 3 :

- 2 de position et 1 d'orientation

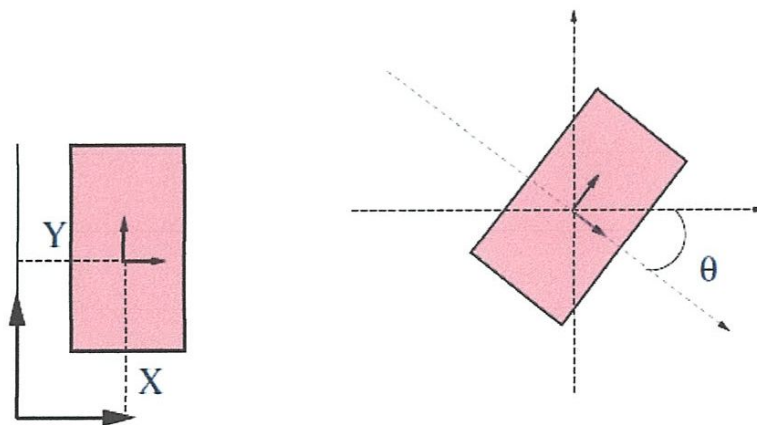


Figure 24: Degré de liberté du robot mobile

1. Positionnement d'un objet :

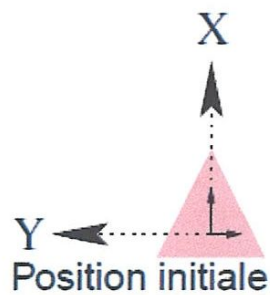


Figure 25: Positionnement d'un objet

2. Déplacement d'un robot :

A partir d'une position initiale, le robot tourne de θ puis avance de t . la nouvelle position est :

$$X = t \times \cos(\theta)$$

$$Y = t \times \sin(\theta)$$

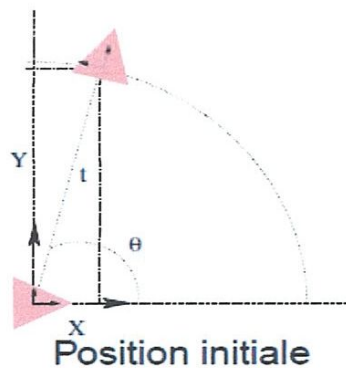


Figure 26: Déplacement du robot

$$X = \begin{pmatrix} t \cdot \cos \theta \\ t \cdot \sin \theta \\ \theta \end{pmatrix}$$

A partir d'une position initiale, le robot tourne de θ puis avance de t puis tourne de α puis avance de d , Son positionnement

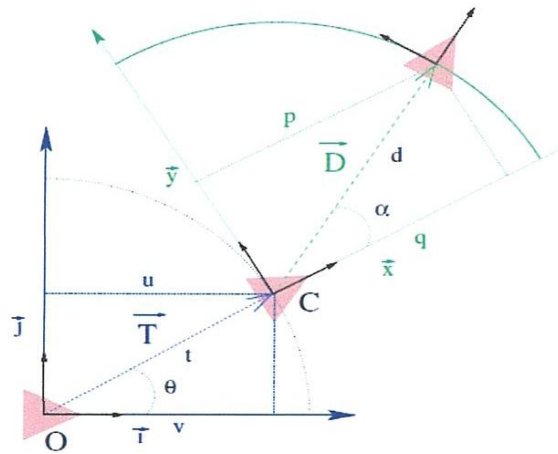


Figure 27: Déplacement d'un robot

Le robot tourne de θ puis avance de t , Dans le repère $\Omega_0 = (O, \vec{i}, \vec{j})$

$$T_{\Omega_0} = \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = t \cdot \begin{pmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{pmatrix} \quad (1)$$

Puis, le robot tourne de α puis avance de d . Dans le repère $\Omega_C = (C, \vec{x}, \vec{y})$

$$D_{\Omega_C} = \begin{pmatrix} p \\ q \end{pmatrix} = d \cdot \begin{pmatrix} \cos \alpha \\ \sin \alpha \end{pmatrix} \quad (2)$$

la nouvelle position est égale à :

$$V = T_{\Omega_0} + D_{\Omega_C} \quad (3)$$

L'orientation du robot est égale $\theta + \alpha$.

$$\begin{pmatrix} t \cdot \cos \theta + p \\ t \cdot \sin \theta + q \\ \theta + \alpha \end{pmatrix} \quad (4)$$

Déterminer D dans Ω_0 :

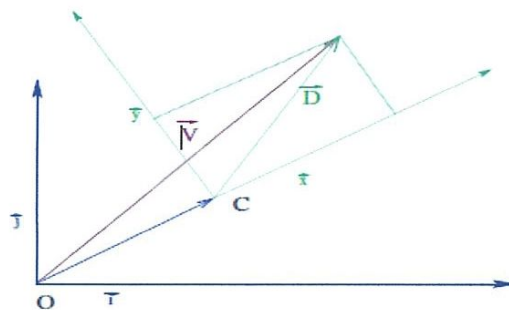


Figure 28 position de robot par rapport à l'axe de X

Dans Ω_0 le vecteur D peut s'exprimer en fonction des axes de X et Y .

$$D_{\Omega_0} = p \cdot X_{\Omega_0} + q \cdot Y_{\Omega_0} \quad (5)$$

Exprimons les axes X et Y dans Ω_0 :

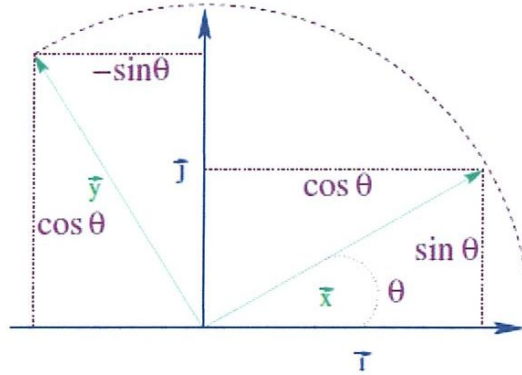


Figure 29: position de robot par rapport l'axe des X et Y

$$X = \begin{pmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{pmatrix} \quad Y = \begin{pmatrix} -\sin \theta \\ \cos \theta \end{pmatrix} \quad (6)$$

eq. (6) \rightarrow eq.(5) \rightarrow eq. (3)

$$V = T_{\Omega_0} + D_{\Omega_0} = t \cdot \begin{pmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{pmatrix} + p \cdot \begin{pmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{pmatrix} + q \cdot \begin{pmatrix} -\sin \theta \\ \cos \theta \end{pmatrix} \quad (7)$$

eq. (2) \rightarrow eq.(7)

$$V = t \cdot \begin{pmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{pmatrix} + d \cdot \cos(\theta) \cdot \begin{pmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{pmatrix} + d \cdot \sin(\theta) \cdot \begin{pmatrix} -\sin \theta \\ \cos \theta \end{pmatrix} = t \cdot \begin{pmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{pmatrix} + d \cdot \begin{pmatrix} \cos(\theta + \alpha) \\ \sin(\theta + \alpha) \end{pmatrix}$$

$$D_{\Omega_0} = p \cdot X_{\Omega_0} + q \cdot Y_{\Omega_0}$$

$$\begin{aligned} D_{\Omega_0} &= p \cdot \begin{pmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{pmatrix} + q \cdot \begin{pmatrix} -\sin \theta \\ \cos \theta \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p \\ q \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} D_{\Omega_c} = (X_{\Omega_0} \quad Y_{\Omega_0}) D_{\Omega_c} = R \cdot D_{\Omega_c} \end{aligned}$$

IV. Le matériel utilisé :

Après notre étude théorique et notre conception globale pour réaliser notre projet, nous avons défini besoins en composant présente ci-dessous :

- ❖ La carte électronique Arduinouno.
- ❖ Les capteurs.
 - Module infrarouge TCRT5000.

- Capteur ultrasons HC-SR04.
- ❖ Bluetooth HC-05.
- ❖ moteurs.
 - Servomoteur MG995
 - Moteur CC
- ❖ L293D
- ❖ Batterie.
 - Batterie 5V.
 - Batterie 9V.
- ❖ Fille de connexion.

1. Les capteurs :

1.1. Module infrarouge TCRT5000.

Dans notre projet, nous avons utilisé trois capteurs infrarouge fixés au trois interfaces structurelles devant à droite et gauche de notre robot pour détecter la ligne noir.

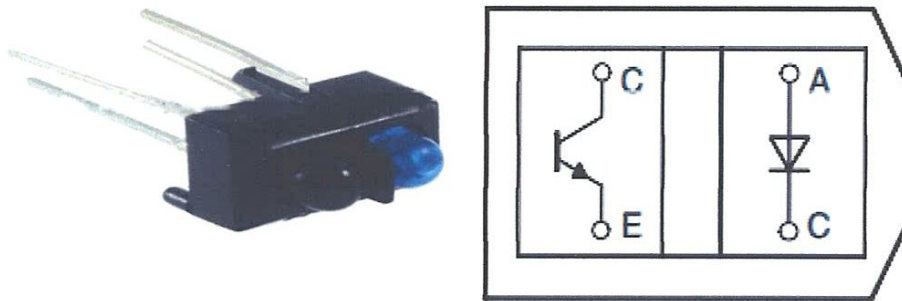


Figure 30: Capteur infrarouge TCRT5000

Le TCRT5000 est un capteur optique réflectif qui inclut un émetteur infrarouge et un phototransistor dans un boîtier à broche 3.5mm bloquant la lumière visible.

- Le capteur infrarouge est un élément essentiel pour l'acquisition des données dans notre système.
- Il assure l'émission d'un faisceau de la lumière infrarouge et la détection de l'intensité lumineuse dans la gamme infrarouge.

Nous avons utilisé le capteur TCRT 5000 qui est un capteur réfléchissant et qui comprend un émetteur infrarouge et un phototransistor dans un boîtier plombé qui bloque la lumière visible.

1.1.1. Le principe de la détection de la ligne :

Nous savons qu'une radiation de longueur d'onde sera absorbée par un matériau, si celui-ci diffuse toutes les radiations sauf celle ayant cette longueur d'onde, et elle sera diffusée par un autre matériau diffusant des radiations dont une a pour longueur d'onde.

Pour notre cas, nous avons utilisé deux "couleurs" : le noir qui absorbe toutes les longueurs d'ondes dont les infrarouges, et le blanc qui, lui, diffuse toutes les longueurs d'ondes dont les infrarouges.

1.2. Capteur ultrasons HC-SR04 :

Ce module permet d'évaluer les distances entre un objet mobile et les obstacles rencontrés. Il suffit d'envoyer une impulsion de 10 μ s en entrée et le capteur renvoie une largeur d'impulsion proportionnelle à la distance.



Figure 31 Capteur ultrasons HC-SR04

Le capteur IIC-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.

1.2.1. Fonctionnement :

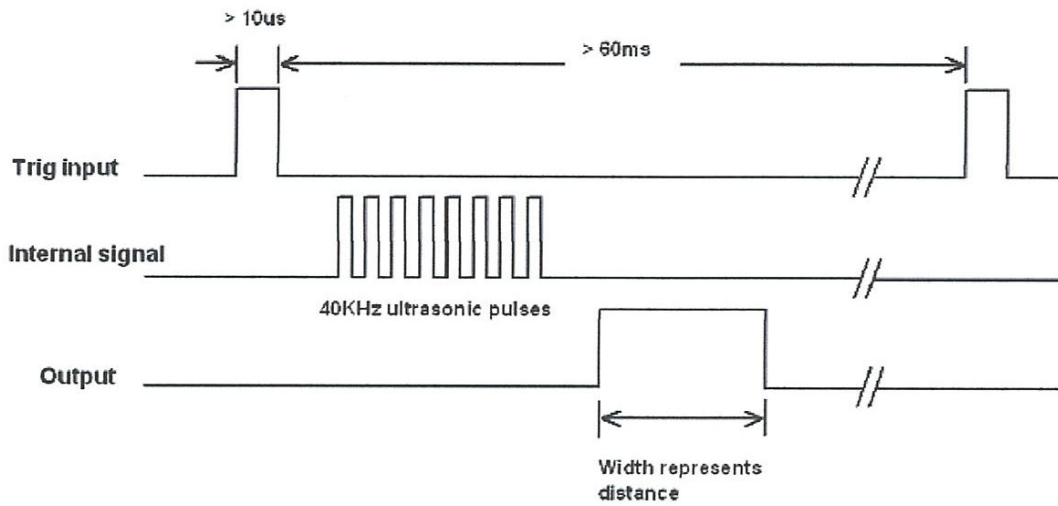


Figure 32: Fonctionnement du ultrason

Pour déclencher une mesure, il faut présenter une impulsion "HIGH" (5 V) d'au moins $10\mu s$ 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.

2. Bluetooth HC-05 :

- Il existe deux modules de Bluetooth le HC05 et HC06. Ils permettent simplement de disposer d'une liaison Bluetooth sur un projet.
- Notre choix s'est porté sur le module HC-05. Il possède 6 pins, ce qui permet de l'alimenter soit en 5V soit en 3.3v. Il est également possible de désactiver/activer le module ou d'obtenir son état (visible ou non) depuis 2 broches supplémentaires. Cependant, il ne supporte que la transmission sur 3,3V, ce qui nous obligera à mettre un pont diviseur entre la broche de réception du module et la broche de transmission de l'Arduino.

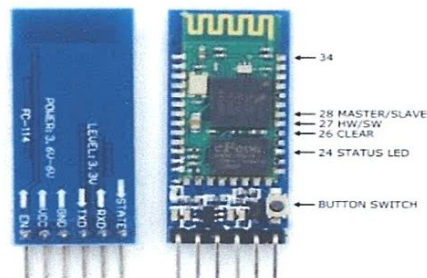


Figure 33: Module Bluetooth HC05.

3. Les moteurs :

3.1. Servomoteur MG995 :

Le servomoteur : un servomoteur est, comme son nom l'indique, un moteur mais avec quelques spécificités en plus. Contrairement à un moteur classique qui est utilisé pour tourner avec une vitesse proportionnelle à un courant ou à une tension, pour obtenir une position. Il effectue une rotation suivant un angle déterminé. Le plus souvent l'angle est compris entre 0 et 180° puis il garde cette position.

Les servomoteurs sont des actionneurs. Très utilisés en modélisme et dans l'industrie, ils ont comme caractéristique principale leur « couple », c'est-à-dire la force de rotation qu'ils peuvent exercer. Plus un servomoteur aura de couple et plus il pourra actionner des « membres » lourds comme déplacer un bras qui porte une charge.

Pour la robotique de loisirs, les servomoteurs ont en général peu de couple et sont de taille réduite, bien adaptée à un encombrement minimal et à une énergie disponible limitée.

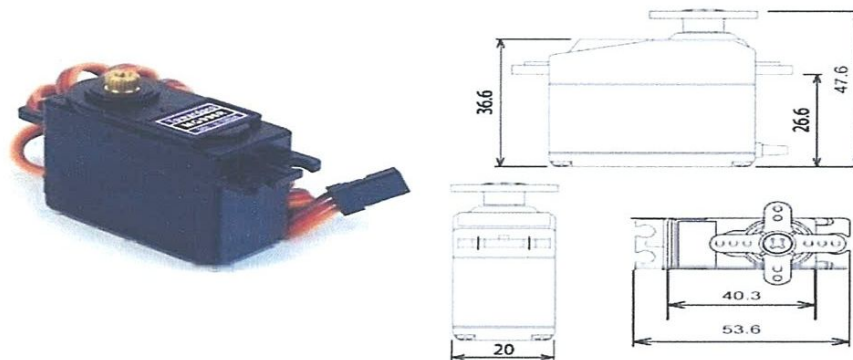


Figure 34: Image et dimensions du moteur

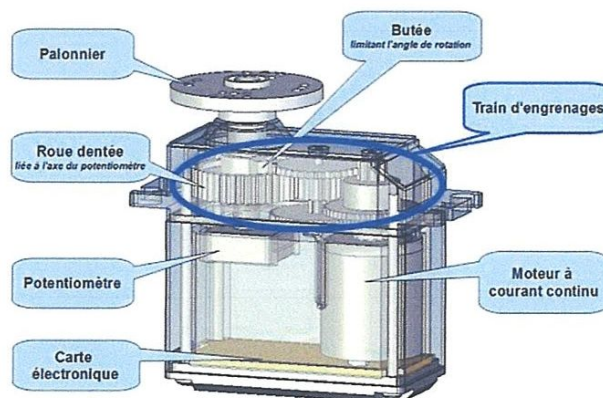


Figure 35 : Les différentes parties de servomoteur

Au début Un servomoteur contient un moteur à courant continu associé à une série d'engrenages qui va lui permettre de gagner de la puissance mais comme rien n'est gratuit, ce gain en puissance réduit sa vitesse de rotation. Un engrenage est une roue dentée qui en tournant entraîne (engrène) une autre roue, dentée aussi. Ça a l'air évident mais deux principes fondamentaux s'ajoutent pour bien maîtriser la notion :

1. Si la première roue dentée tourne dans un sens, la seconde tournera dans l'autre sens. On peut donc dire que le sens de rotation s'inverse d'une roue à l'autre dans un engrenage.
2. Si les deux roues dentées ne font pas la même taille, la vitesse de rotation de chaque roue sera différente. En effet si la première roue a 6 dents, et la seconde 24 dents, la première effectuera 4 tours alors que la seconde n'en fera qu'un ($6 \text{ dents} \times 4 \text{ tours} = 24 \text{ dents}$). N'oublions pas qu'une roue entraîne l'autre dent à dent.

3.2. Moteur à courant continu :



Figure 36: Moteur à courant continu

3.2.1. Principe de fonctionnement du moteur à courant continu :

Un moteur à courant continu à aimant permanent se compose de trois éléments essentiels : Une partie fixe : l'inducteur (stator) constitué d'un aimant permanent. Une partie mobile : l'induit (rotor) comportant une ou plusieurs bobines tournant dans le champ magnétique créé par l'inducteur. Le collecteur qui associé aux balais, permet de relier les enroulements du rotor à l'extérieur du moteur.

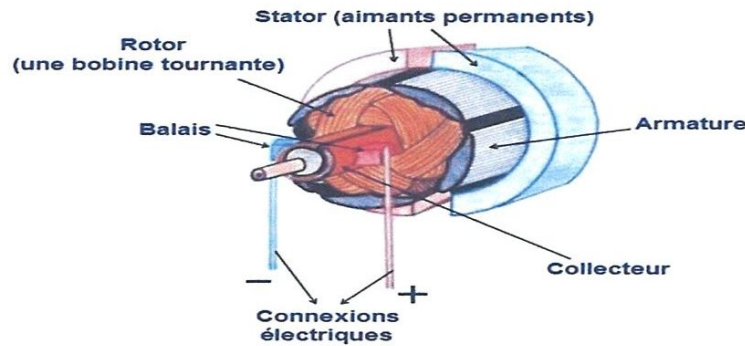


Figure 37 Principe de fonctionnement du moteur à cc

Le stator : le stator d'un moteur à courant continu est la partie fixe du moteur (*statique* = qui ne bouge pas). Le stator est aussi nommé l'inducteur ou l'excitation : on fait passer un courant dans le bobinage du stator et c'est lui qui crée (qui induit) un champ magnétique. Le stator pose le décor pour le rotor qui se retrouve ainsi plongé dans ce champ magnétique.

Le rotor : Le rotor est la partie en rotation du moteur. C'est lui qui tourne. Il est constitué du bobinage induit. Il faut alimenter cette bobine pour la transformer en électroaimant qui entrera en interaction avec le stator. Si on n'alimenterait pas le rotor, il ne serait l'objet d'aucune force et ne tournerait pas.

4. Le circuit intégré L293D :

Le moteur utilisé est alimenté avec +5V. Le PC délivre une tension de 5V « tension USB », ce qui suffit pour mettre le moteur en marche « moteur à faible puissance », l'inversion du sens de rotation du moteur nécessite un circuit qui inverse les pôles du moteur.

Nous avons choisi le L293D qui permet de commander un moteur à courant continu en marche « Avant » ou marche « Arrière », grâce à 2 broches numériques de la carte Arduino

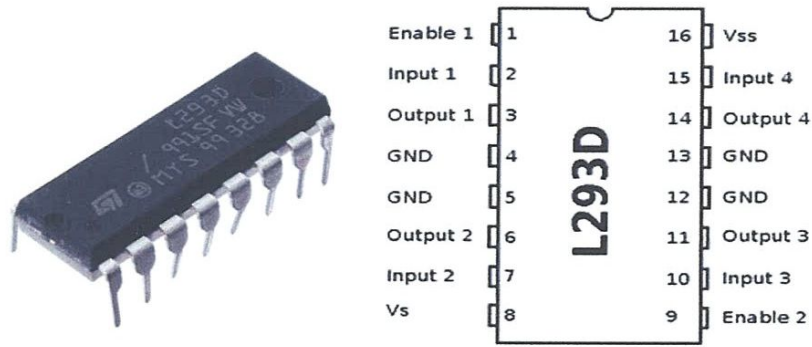


Figure 38:L293D

4.1. Logique de commande Input :

| Enable 1 | Input 1 | Input 2 | Fonction |
|----------|----------------|----------------|---------------------------------------|
| High | Low | High | Tourne dans le sens d'horloge |
| High | High | Low | tourne dans le sens inverse d'horloge |
| High | Low | Low | Stop |
| High | High | High | Stop |
| Low | Non applicable | Non applicable | Stop |

5. Batterie :

4.2. Batterie 5V :

Dans notre projet nous avons besoin d'une batterie de 5V pour alimenter les moteurs.

4.3. Batterie 9V :



Figure 39: Batterie 9V

Pour l'alimentation de circuit de commande (la carte électronique arduino), nous avons besoin d'une batterie de 9V

6. Fille de connexion :

Dans notre projet on a utilisé les filles de connexions des composants avec la carte électronique arduino ou bien avec les autres circuits existons (capteurs ultrasons, TCRT5000, L293D....)

V. Cahier des charges fonctionnel :

- **Fonctions principales**

- Démarrer
- Suivre une ligne noire (scotch ou peinture) de largeur 20 mm sur un sol blanc.
- S'arrêter

- **Fonctions liées aux règlements proposés**

- 1^{er} fonction :**

- Etre autonome en énergie : utiliser la batterie fournie pour la partie motorisation
- Démarrer grâce au jack fourni
- Retrouver la ligne en cas de sortie de piste
- Respecter les priorités à droite
 - ✓ Détecter la priorité à droite
 - ✓ Ralentir
 - ✓ Détecter la présence d'un obstacle

Si présence d'un obstacle :

- fois faire un demi-tour
- Détecter la ligne
- Redémarrer et reprendre le suivi de piste

Si absence d'un obstacle, accélérer

2^{ème} fonction :

- Il faut pouvoir contrôler le robot à distance.

1^{er} fonction :

1. Conception du robot :

- Le robot constitué d'une roue folle placée à l'arrière et de deux moteurs accouplés à deux roues, situés à l'avant.
- Les moteurs assurent la propulsion et la direction du robot.
- Ce robot est équipé des yeux électroniques qui observent une ligne noire et détectent les obstacles.
- le système que nous avons présenté : constitue à 3 capteurs 2 capteur situés à l'avant pour la détection de la ligne est l'autre à l'arrière central pour certifier si le robot est bien sur la ligne.
- Les capteurs utilisés seront à la fois émetteurs et récepteurs de rayons infrarouges. De manière simplifiée, ils transforment l'intensité des ondes infrarouges reçues en une tension proportionnelle à celle-ci. Ce type de capteurs détecte soit :
 - une couleur claire : l'extérieur de la ligne, dans ce cas les infrarouges émis seront presque en intégralité réfléchis donc la tension en sortie du capteur sera élevée.
 - une couleur foncée : la ligne à détecter, dans ce cas les infrarouges émis ne seront pas réfléchis ou presque donc la tension en sortie sera faible
- Pour des raisons pratiques, on choisira pour nos prototypes une ligne de couleur noire qui sera dessinée, imprimée ou tracée sur un fond blanc. L'épaisseur de la ligne devra être suffisante pour que les "yeux" du robot la détectent mais modérément.

2. La détection d'une ligne :

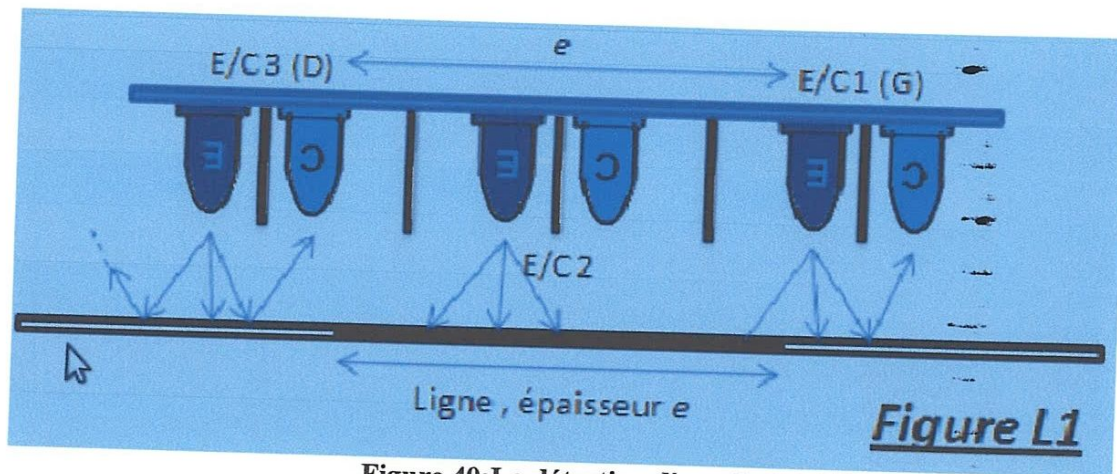


Figure 40: La détection d'une ligne

Ce système consiste à détecter les deux sorties de lignes possibles, en supposant qu'initialement le robot est correctement placé sur la ligne. Si on détecte que le robot sort de celle-ci, il tournera à l'instant même dans le sens favorisant le retour sur la ligne. Ici, nous utilisons le capteur central pour certifier si le robot est bien sur la ligne (sachant que son épaisseur est suffisamment grande pour ne pas être "cachée" entre deux capteurs).

Pour résumer le système de suivi qui découle de ce système à trois capteurs alignés, on distingue quatre cas (conditions de l'algorithme) :

- Si le robot détecte la ligne à droite, il tourne à droite
- Si le robot détecte la ligne à gauche, il tourne à gauche
- Si le robot détecte la ligne à droite et à gauche la priorité a droite
- Si le robot ne détecte rien, Faire un tour à un croisement

3. La détection d'obstacle :

On utilise un capteur ultrason à l'avant du robot pour détecter l'obstacle sur la trajectoire.

La détection d'obstacle permet à votre robot de ne pas se prendre des murs...ou un autre robot.

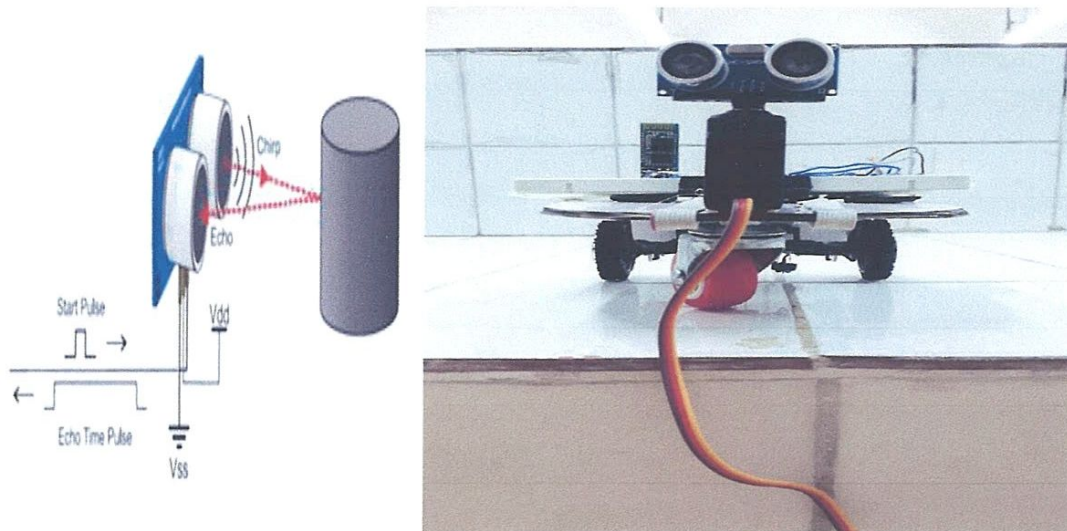


Figure 41: La détection d'obstacle

3.1. Le principe d'évitement d'obstacle par la carte analogique :

La plateforme mobile est équipée de deux moteurs et un capteur. Le capteur relie à la carte de commande du moteur quand le robot rencontre un obstacle faire un demi-tour et Détecter le passage du robot et reprendre le suivi de piste.

3.2. Déférente situation de la navigation de la plateforme mobile :

- Lorsqu'il n y a pas d'obstacle, la plateforme marche en direction droite.
- Lorsqu'il y a un obstacle, la plateforme faire un demi touer.

4. La réalisation virtuelle « PORTEUS » :

Avant de passer à la réalisation pratique, nous avons utilisé un CAO: il s'agit d'ISIS PORTEUS, c'est un CAO électronique perfectionné conçu par La bcenter Electroniques qui permet de dessiner des schémas électroniques, de les simuler et de réaliser le circuit imprimé correspondant. Le CAO électronique « PROTEUS » se compose de nombreux outils regroupés en modules au sein d'une interface unique. Ce dernier nous permet de schématiser notre carte électrique et la simuler virtuellement comme le montre la figure suivante :

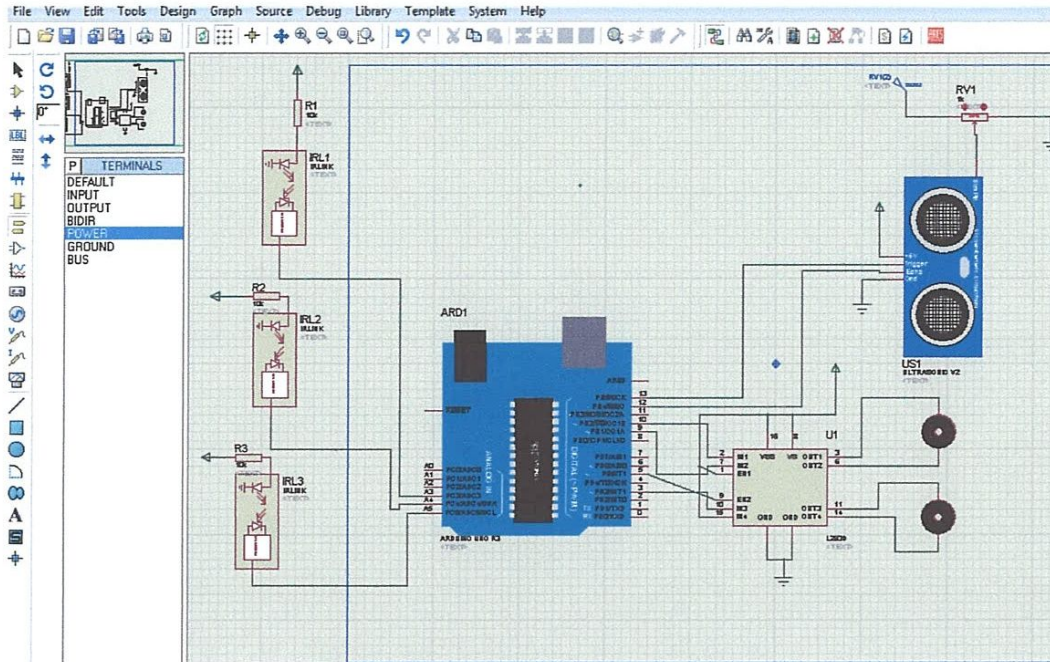


Figure 42:schémas électroniques

Ce CAO a la possibilité d'empporter même des codes hexadécimaux pour les réalisations qui contiennent des composants programmables ou des cartes programmables « Arduino » comme dans notre réalisation.

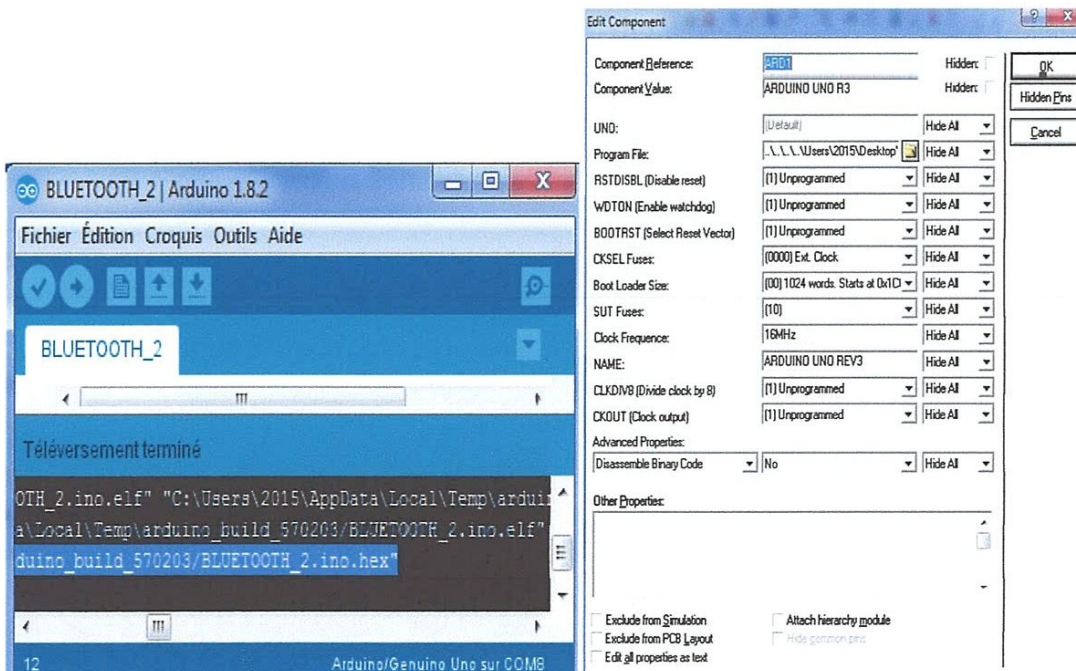


Figure 43:Paramétrage de la carte Arduino sous ISIS

2^{ème} fonction

5. La commande par Bluetooth :

Notre projet consiste à commander un robot à distance par l'androïde, pour ce faire on a besoin d'une communication sans fil (Bluetooth) afin de transmettre les ordres de pilotage de robot vers la carte Arduino qui s'occupe dans la suite par le déplacement de robot.

La moyenne utilisée est un module Bluetooth HC-05

- Ce module utilise l'interface série (Tx /Rx) pour l'envoi et la réception des données.
- Le module ce module marche en mode esclave uniquement, il peut être changé.
- Le mot de passe pour lier le module est '1234'.
- Une fois le module est connecté via une liaison série, il envoie par Bluetooth tout ce qu'on lui donne, et vice versa.

5.1. Configuration du Bluetooth HC05 :

Connectez la broche Rx du module Bluetooth à la broche 1 d'Arduino Uno et la broche Tx de Bluetooth à la broche 0 d'Arduino. Connectez également la broche KEY du module à la broche 9 de l'Arduino et la masse à la masse, mais ne connectez pas encore le Vcc. Vous devez d'abord allumer l'Arduino, puis connecter Vcc. La LED du module clignotera à l'intervalle de 2 secondes. Cela signifie qu'il est entré en mode AT. Si elle clignote plus rapidement, alors le mode AT n'a pas été entré. Déconnectez Vcc, vérifiez votre circuit et réessayez.

Et pour bien vérifier que le HC05 est en mode AT, ouvrez le SERIEL MONITOR et écrivez "AT" Si le module est en mode AT il va répondre "OK".

5.2. Conception de l'application :

Pour pouvoir créer l'application, AppInventor2 a été utilisé. Cette application permet à la fois aux débutants de commencer à créer leur propre application pour Smartphone, mais permet aussi aux plus confirmés de manipuler des fonctionnalités plus complexes.

Dans un premier temps, il faut créer son application en ajoutant des boutons, des composants, . . . sur l'écran d'accueil.

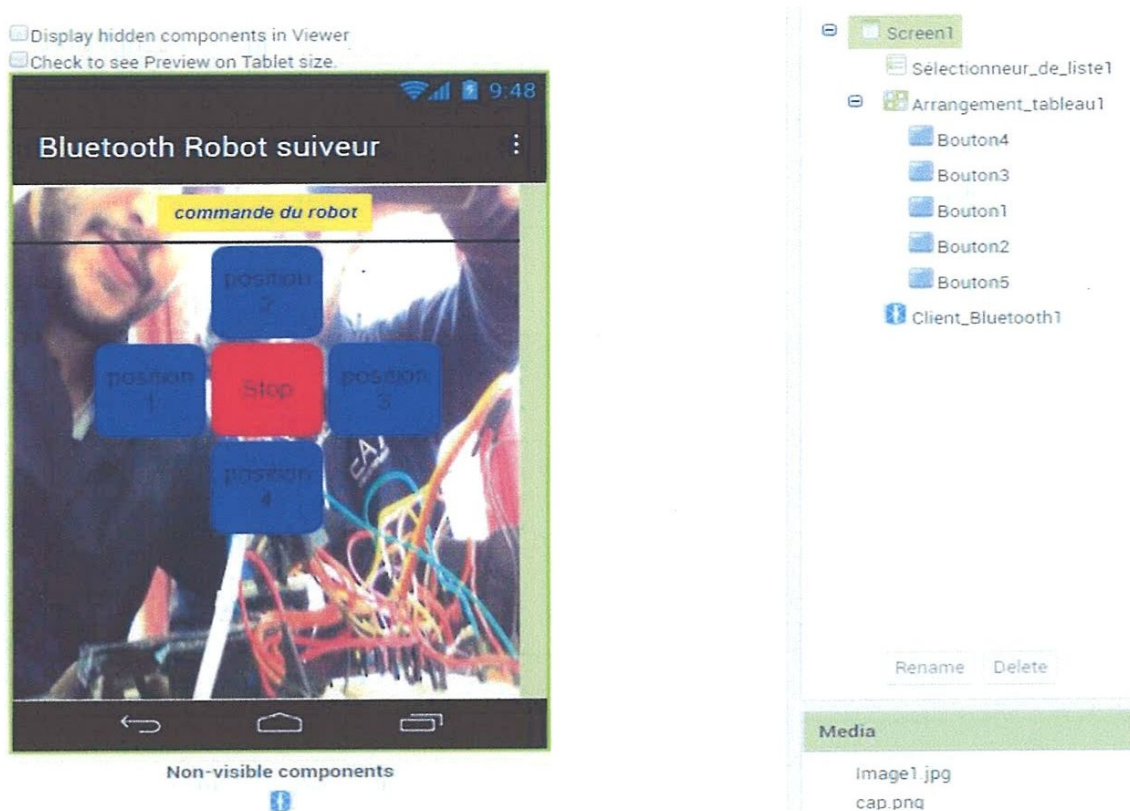


Figure 44: Conception de l'application

Après cette étape, il faut connecter tous les éléments afin d'obtenir un programme fiable et opérationnel. Grâce à App Inventor, pas besoin d'avoir de solides connaissances en Java : les fonctions sont déjà préparées et l'utilisateur n'a besoin que de les rassembler pour créer son application. Voici quelques étapes de cette conception :

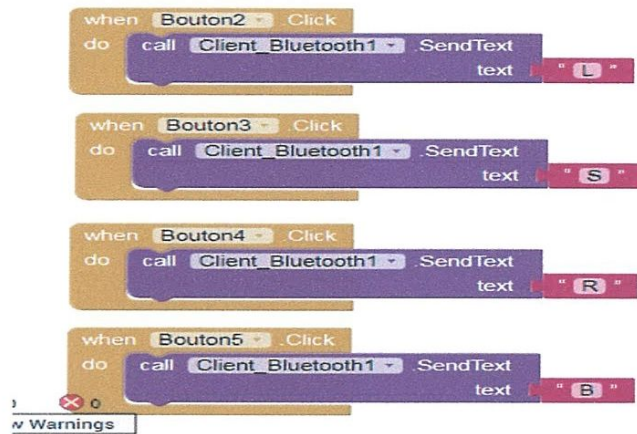
```

when Sélectionneur_de_liste1 . BeforePicking
do set Sélectionneur_de_liste1 . Elements to Client_Bluetooth1 . AddressesAndNames

when Sélectionneur_de_liste1 . AfterPicking
do set Sélectionneur_de_liste1 . Selection to call Client_Bluetooth1 . Connect
address Sélectionneur_de_liste1 . Selection

when Bouton1 . Click
do call Client_Bluetooth1 . SendText
text " F "
    
```

Ici on initialise toutes nos fonctions et on permet à l'utilisateur de voir toutes les adresses Bluetooth disponibles



Maintenant, il est temps d'envoyer des instructions à notre carte Arduino : de manière très simpliste, seul des chiffres sont envoyés, et la carte réagit spécifiquement à chaque donnée.

6. Commande d'un servomoteur :

On a utilisé un servomoteur associé au capteur ultrason pour contrôler la direction de ma voiture télécommandée. Plus précis pour avoir la distance en un seul mouvement pour comparer la distance de trois directions.

à partir de la distance on décide comment varier l'angle du cerveau

6.1. Servomoteur et arduino

Les servomoteurs sont pilotés par un fil de commande et alimentés par deux autres fils. Habituellement, ces 3 fils sont rassemblés dans une prise au format standard.

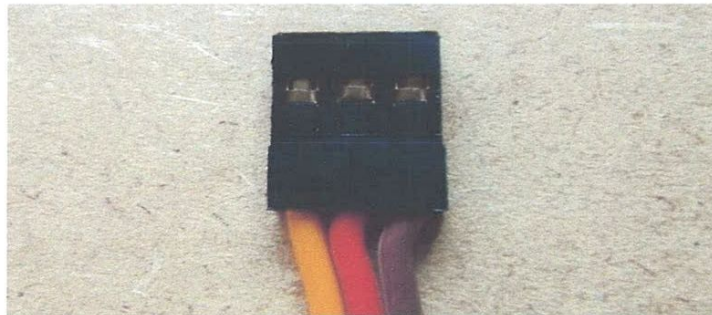


Figure 45: Fiche de commande d'un servomoteur

- Un fil rouge est relié à l'alimentation positive (+5 ou +6 V selon le servo)
- le fil marron est relié à la masse (GND)
- le fil jaune est utilisé pour la commande.

Il y aurait beaucoup à dire sur le fonctionnement d'un servomoteur, ses composants, son moteur et le petit potentiomètre qui permet de connaître sa position mais cette fiche va droit au but et se limitera à son utilisation avec l'Arduino.

Le mode de commande d'un servomoteur est : on envoie sur son fil de commande une impulsion dont la durée correspond à l'angle désiré.

Avec la programmation de l'Arduino, Une bibliothèque dédiée, la bibliothèque « servo », permet de piloter un servomoteur en lui transmettant simplement l'angle sur lequel il souhaite se positionner

7. Les moteurs :

Pour ce qui est des moteurs, nous avons choisi des moteurs à courant continu. Le passage du courant se fait dans des bobines contenues dans la partie mobile. Au niveau des moteurs, 3 conditions doivent être respectées:

- Il faut pouvoir contrôler le robot à distance.
- Il faut pouvoir faire varier la vitesse.
- Il faut pouvoir faire tourner le moteur pour faire marche-arrière.

Pour faire varier la vitesse, il faut un signal rectangulaire sous forme de fréquence, de type « impulsions à largeur modulée » plus connu sous le nom de PWM. Le signal d'intensité variable, va permettre d'envoyer plus ou moins de courant dans les moteurs. La vitesse moyenne peut être déduite du produit de la tension V_{cc} et du rapport cyclique noté α .

Le rapport cyclique d'impulsion noté α traduit le rapport de la période lorsque le moteur est dit sur ON et de la période totale :

$$\alpha = \frac{T_{on}}{T_{tot}}$$

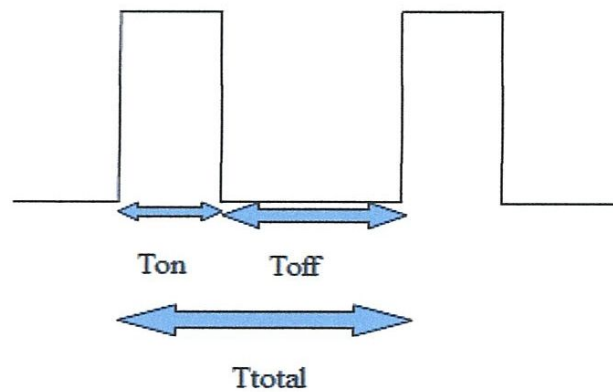


Figure 46 Rapport cyclique d'impulsion

Le rapport cyclique d'impulsion n'aura jamais pour valeur 0, ce qui correspond à l'arrêt. Par ailleurs, il n'aura jamais pour valeur 1, car dans ce cas il n'y aurait plus de fréquence, cela signifie qu'on n'utiliserait pas de transistors. Or, il n'est pas possible de ne pas utiliser de transistors car ces derniers remplissent un rôle important dans la deuxième condition.

- Il faut pouvoir faire tourner le robot, le freiner, pouvoir faire marche-arrière.

Pour cela, on utilise donc les transistors. Ceux-ci sont placés de telle façon pour pouvoir contrôler le moteur : c'est le système appelé de pont en H.

Dans ce projet nous avons choisi le L293D qui contient à deux pont H pour commander les deux moteurs

Pour comprendre, voici un schéma simplifié :

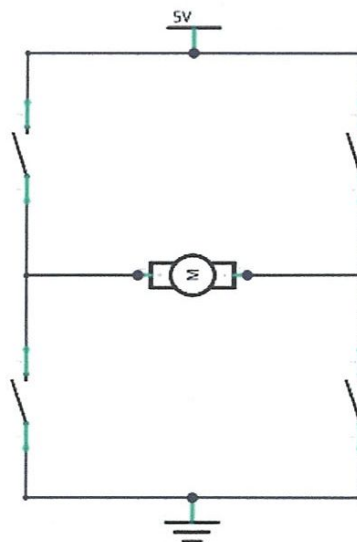


Figure 47 schéma simplifié principe de fonctionnement de L293D

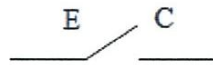
Sur ce schéma on observe 4 interrupteurs. Il faut les fermer ou les ouvrir pour pouvoir faire varier les trajectoires du robot:

- Pour que le robot aille tout droit, il faut que les deux moteurs tournent en sens inverse.
- Pour freiner le robot, on court-circuite le moteur. Il continue donc à tourner tout seul mais en produisant une énergie thermique sous forme de chaleur qui freine le moteur. En effet, l'énergie mécanique est transformée en énergie thermique.

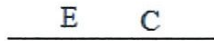
Dans le montage réel, on remplace les interrupteurs par des transistors.

Les transistors sont utilisés en TOR (Tout Ou Rien). En effet, il y a 2 états possibles :

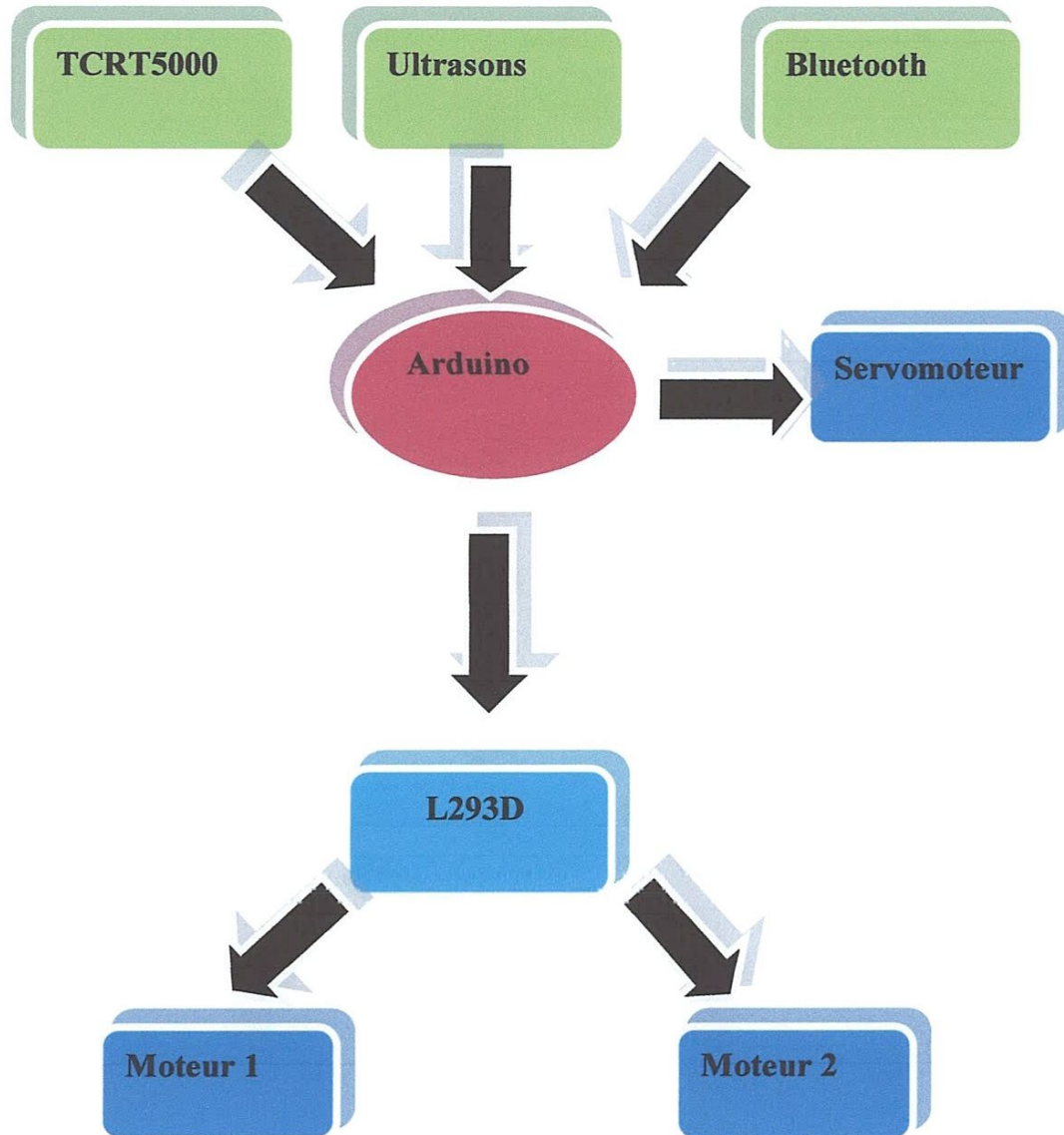
- $E=0 \rightarrow T$ est bloqué : T se comporte en interrupteur ouvert; le moteur est arrêté.



- $E=1 \rightarrow T$ est saturé : T se comporte en interrupteur fermé; le moteur tourne.

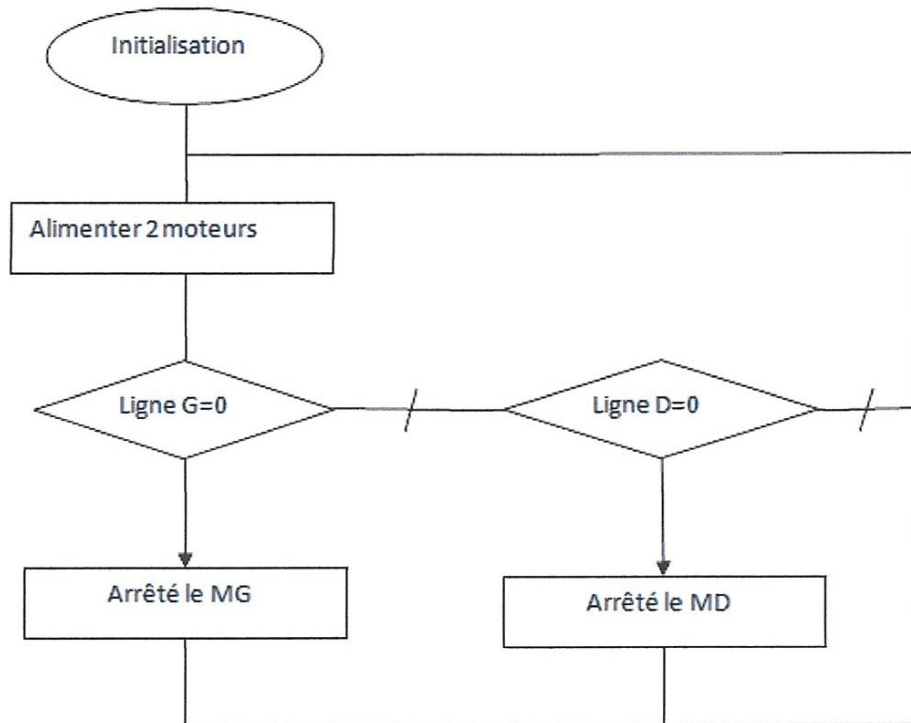


8. Schéma synoptique :

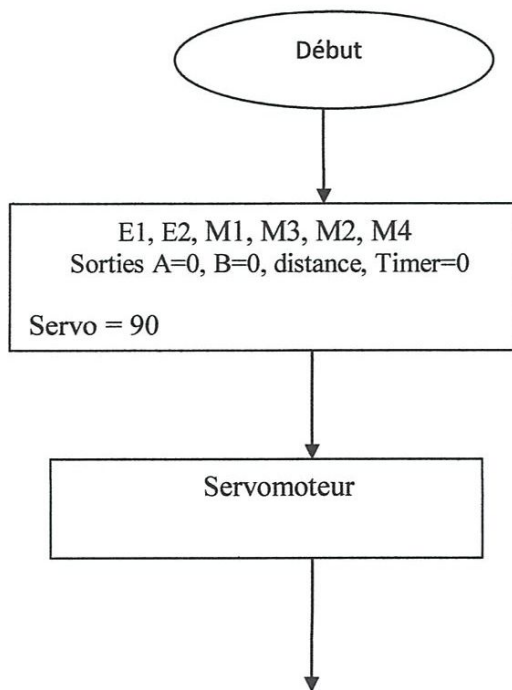


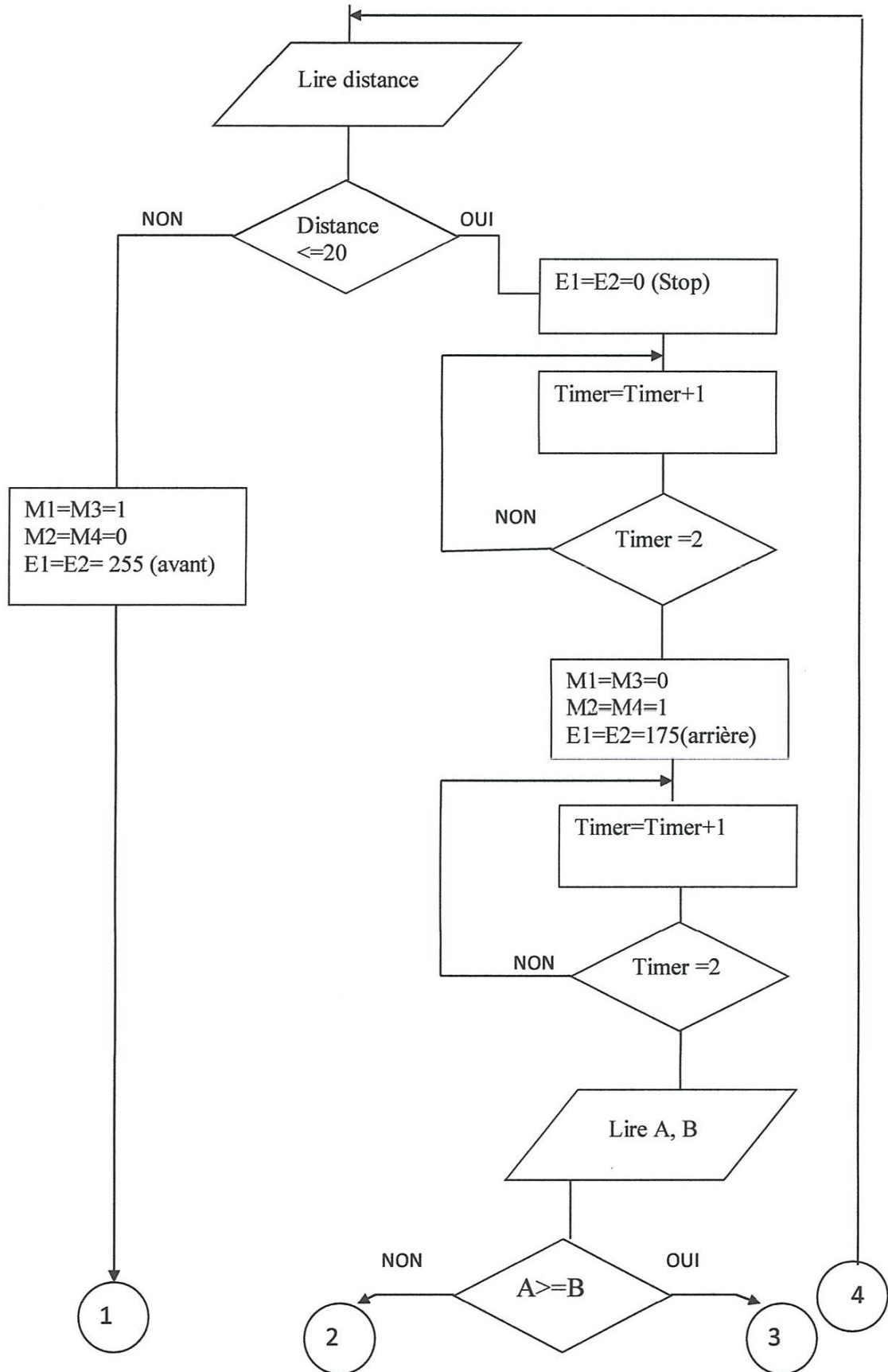
9. Les organigrammes fonctionnels :

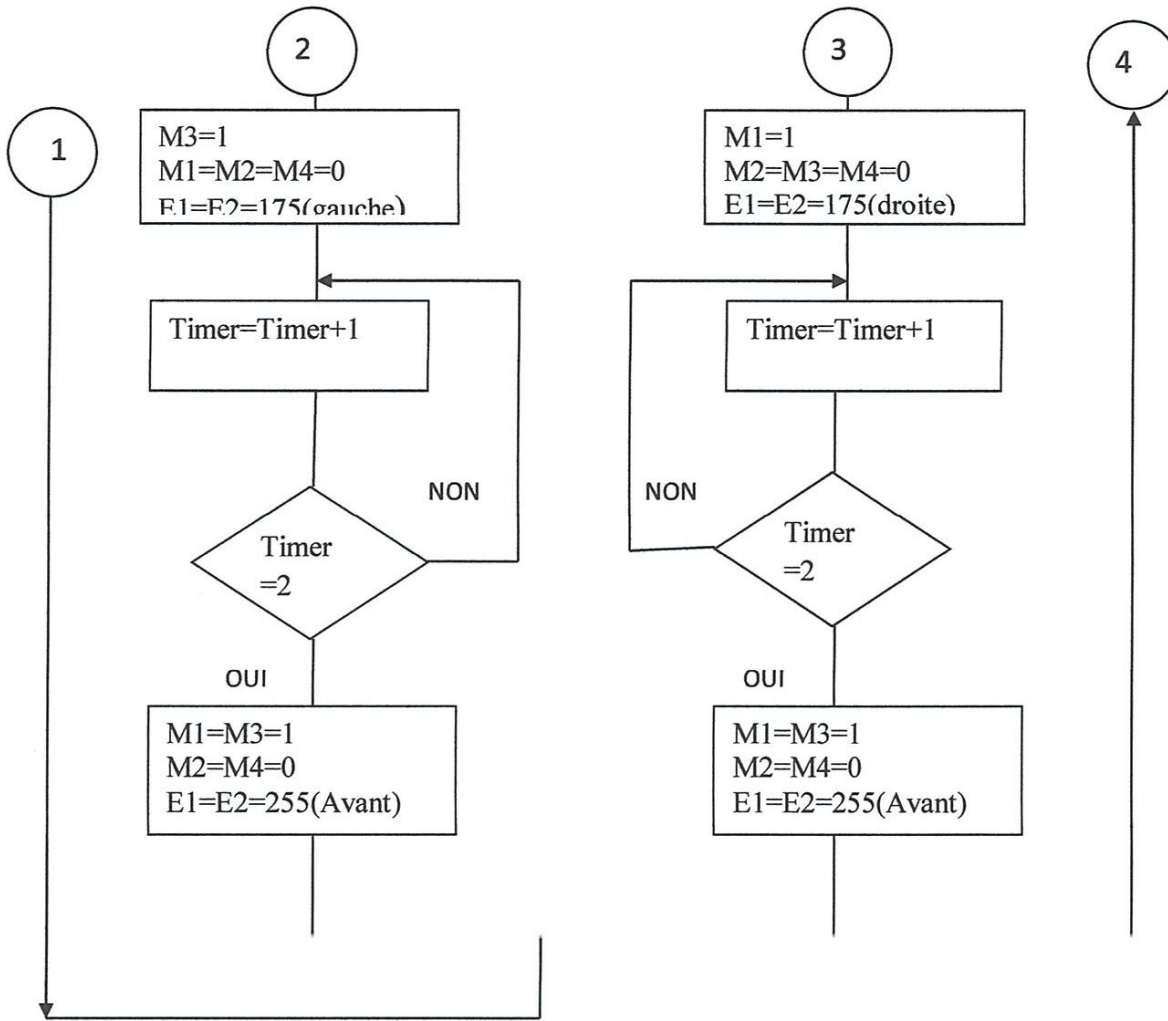
9.1. Organigramme de suiveur de ligne :



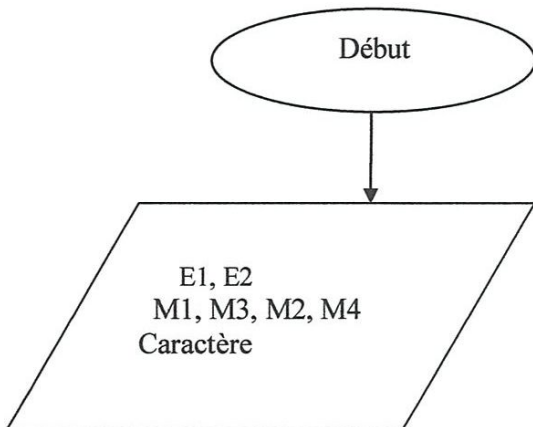
9.2. Organigramme éviteur d'obstacle :

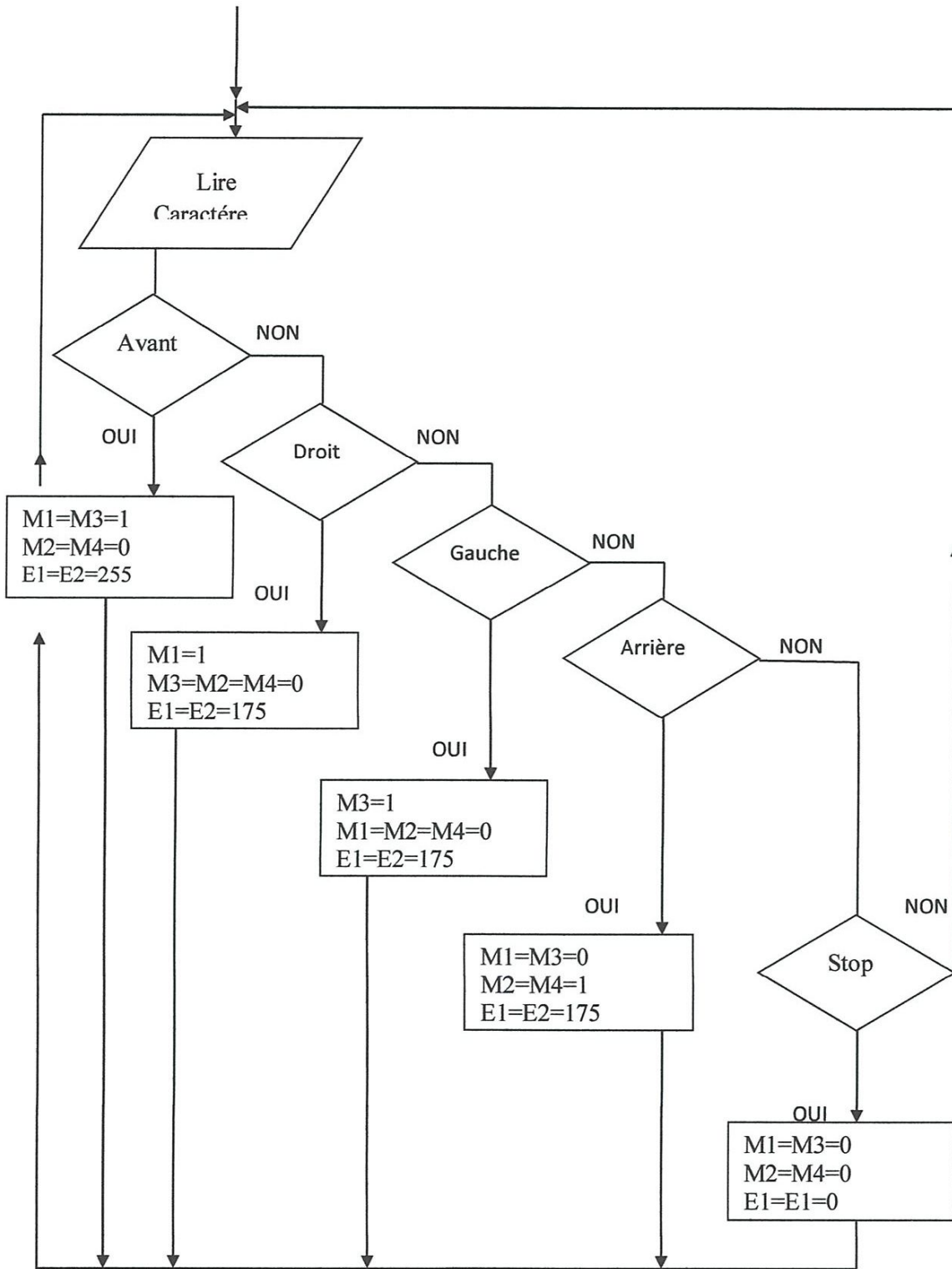






9.3. Organigramme commande par Bluetooth :





VI. Conclusion :

Dans ce projet nous avons pu réaliser un robot mobile Comme nous avons rencontré quelques problèmes, tels que :

- Dès le début du projet nous avons dû choisir parmi une large gamme de programmes et de logiciels, des outils qui nous correspondait et nous permettait de mettre en application nos connaissances. Grâce à cela, ce projet fut une expérience particulièrement enrichissante
- Problème de matériel défectueux
- Conditionnement de batterie.
- Problème de chute de tension produite par la carte de commande.

Conclusion Générale :

Dans ce projet nous avons réalisé un robot mobile de type tricycle, qui se déplace dans deux dimension suivant deux axes commandé à distance est suivie une ligne noire (robot suiveur ligne). Ce robot est capable de détecter les obstacles par l'utilisation des capteurs spécifiés, le système de commande du robot est assuré par une carte électronique à base d'Arduino.

Nous avons fait une étude sur les origines de la robotique et les bases de cette science qui nous ont permis de penser à l'architecture que doit prendre notre robot et aux différents éléments indispensables à sa réalisation.

Nous avons connus les différents modèles des robots, et le rôle de chacun dans la vie quotidienne et qu'ils peuvent remplacer l'être humain notamment dans les tâches les plus dures et plus difficiles de réaliser dans les conditions difficiles.

Nous avons équipé notre robot de trois roues, deux roues pour la direction du robot et une roue à l'arrière pour compenser le mouvement et créer une force supplémentaire pour faciliter le mouvement.

Bibliographe :

[1] [www.robots – techniques.fr](http://www.robots-techniques.fr) le 15/05/2018

[2] REHAIEM ABDELMOUMEN

« Conception, Réalisation et Command D'un Robot Mobile »

Département d'Electronique et des Communications

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

MASTER ACADEMIQUE 2016

[3] Projet de Physique P6STPI/P6/2013-003robot suiveur de ligne

[4] KHEMISSAT ABDELMOUNEIM

« Application à un robot Auto-balancé »

Département de la Maintenance Industrielle

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES

Option Génie électrique Plateforme de prototypage rapide pour la robotique mobile

[5] SOUFIANE SMAIL

« Commande de l'éclairage public et mesure de la température à base de pic18f4550 »

Département de Génie Electrique

UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA

Master 2013

[6] « PERSO – LARIS UNIV- ANGERS » Microcontrôleurs EI3 AGI 2016-2017 ISTIA pdf.

[7] www.arduino.cc le 05/06/2018

[8] [www.reality.be/elo/labos2/files/AtMega32DocFr.Microcontrôleur ATMEGA](http://www.reality.be/elo/labos2/files/AtMega32DocFr.Microcontrôleur_ATMEGA) Janvier 2005 pdf.

[9] « JEAN-NOËL MONTAGNE »Centre de Ressources Art Sensitif, Initiation à la mise en œuvre matérielle et logicielle de l' Arduino novembre 2006,Livret Arduino

[10] « HOCINE TAKHI »

« Conception et réalisation d'un robot mobile à base d'arduino »

UNIVERSITE AMAR TELIDJI

Instrumentation 2014

[11] « SALAH EDDINE GHAMRI »

« Commande Neuronale d'un Robot Mobile Non-Holonome avec glissement des roues »

Département d'Électronique

UNIVERSITE DE BATNA 2

MAGISTER

[12] Google Image le 15/06/2018

L'Annexe :

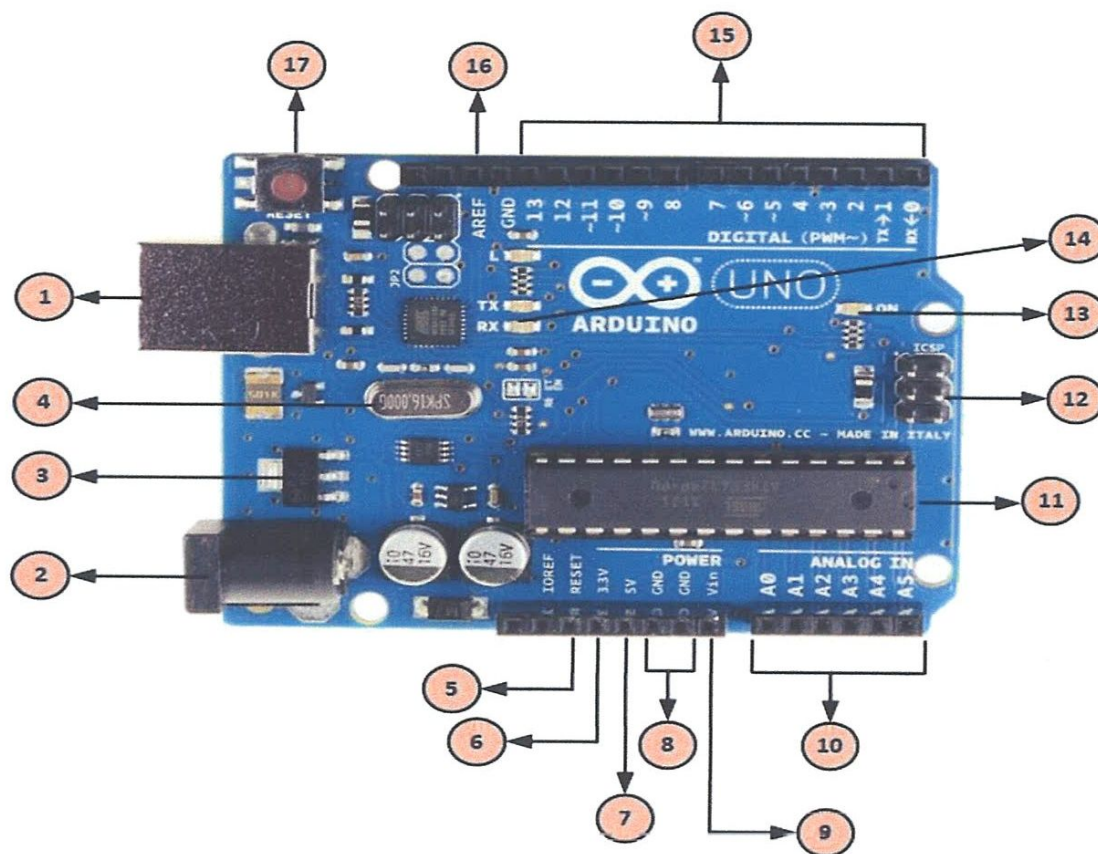


Figure 48 :les éléments qui composent une carte arduino

1. Porte de connexion USB.
2. connecteur d'alimentation jack.
3. Régulateur 5V.
4. Quartz 16Mhz.
5. Entre reset (en connectant un bouton externe sur la broche de la carte Arduino mentionnée "RESET").
6. Sortie alimentation 3,3V 50mA max.
7. Entrée ou sortie 5V.
8. Masse.
9. Broche raccordée a l'entrée du régulateur.

ANNEXE

10. de 6 entrées analogiques (qui peuvent également être utilisées en broches entrées/sorties numériques).
11. Microcontrôleur.
12. Connecteur ICSP(programmation "in-circuit"),.
13. Indicateur LED d'alimentation.
14. LEDs TX et RX.
15. de 14 broches numériques d'entrées/sorties (dont 6 peuvent être utilisées en sorties PWM (largeur d'impulsion modulée)),
16. Broche AREF.
17. et d'un bouton de réinitialisation (reset).

Annexe2 :

Caractéristiques techniques de TCRT5000:

- Distance du capteur maximale : 2.5mm
- Type de sortie : Phototransistor
- Nombre de broches : 4
- Type de montage : Traversant
- Dimensions : 9.39 x 9.39 x 4.7mm
- Taille : 4.7mm
- Longueur : 9.39mm
- Température d'utilisation maximum : +85°C
- Température minimum de fonctionnement : -25°C
- Largeur : 9.39mm
- Gamme de température de fonctionnement : -25 → +85°C
- Type de détecteur : phototransistor.
- Dimension (L.E.H.en mm) :10.2X5.8X7.
- Distance de pointe : 2.5 mm.
- Courant de sortie typique sous test : $IC = 1mA$.
- Longueur d'onde de l'émetteur : 950 nm.

Caractéristiques d'ultrason HC-SR04:

Dimensions : 45 mm x 20 mm x 15 mm

ANNEXE

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)

Broches de connexion

Vcc = Alimentation +5 V DC

Trig = Entrée de déclenchement de la mesure (Trigger input)

Echo = Sortie de mesure donnée en écho (Echo output)

GND = Masse de l'alimentation

Broches de connexion HC-05:

Il y a 6 pattes dont 4 uniquement sont utilisées couramment. Dans l'ordre:

- KEY : non utilisé (sauf configuration du HC05).
- VCC : alimentation en 5V de l'Arduino.
- GND : à relier au GND de l'Arduino.
- TXD : à relier au RX de l'Arduino (Le signal émis vers Arduino est de 0 ou 3.3V mais cela suffit.
- RXD : à relier au TX du Arduino, mais par le biais d'un diviseur de tension. En effet, la tension d'entrée acceptée est de 0 ou de 3.3V, alors que le TX de l'Arduino émet du 0 ou du 5V
- STATE : non utilisé

Caractéristique :

- Vitesse de transmission série par défaut est 9600baud
- Il marche avec 3V et 5V mais ils faut faire attention car certain ont eu des soucis avec une tension de 5V.
- Il fait 9g environ.
- Dimensions : 4.4cmx 1.6 cm x 0.7cm.

Caractéristiques de cerveau moteur :

Poids: 55 g

Dimension: 40,7 x 19,7 x 42,9 mm environ.

Couple de blocage: 8,5 kgf · cm (4,8 V), 10 kgf · cm (6 V)

Vitesse de fonctionnement: 0,2 s / 60° (4,8 V), 0,16 s / 60° (6 V)

ANNEXE

Tension de fonctionnement: 4,8 V a 7,2 V

Largeur de bande morte: 5 μ s

Conception à double roulement à billes stable et antichoc

Plage de température: 0 °C - 55 °C

Caractéristiques techniques de moteur a cc:

Plage utile : 1,5 à 3 V

Diamètre du corps : 24 mm

Longueur de l'arbre : 38 mm

Diamètre de l'arbre : 2 mm

A vide

Tension nominale : 1,5 à 3 V

Vitesse : 6 300 à 12 250 tr/min

Courant nominal : 0,16 à 0,2 A

Rendement maxi

Vitesse : 5 050 à 10 120 tr/min

Courant : 0,64 à 0,973 A

Couple : 50 à 89,5 g.cm

Caractéristique de L293D:

Nombre de pont H 2

Courant Max Régime continu 600mA (x2)

Courant de pointe Max < 2ms 1200mA

VS Max Alim moteur 36V

VSS Max Alim logique 7V

Nbre de Broche 16 DIP

Perte de tension 1.3 à 1.4v (typical)

issance : 0,517 à 1,59 W

