

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد حنبل بليدة
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

إلكترونيك قسمال
Département d'Électronique



Mémoire de Projet de Fin d'Études

présenté par

Karamostefa khelil sid-ali

&

Bachouche Azzeddine

pour l'obtention du diplôme master en Électronique option système de vision et robotique

Thème

**Réalisation d'un robot mobile suiveur de ligne a base
de capteur optique connecté sur bus I²C**

Proposé par : Mr kazed boualem

Année Universitaire 2012-2013

Remerciement

Nous remercions Dieu, pour nous avoir donné, la patience, la volonté et la force nécessaires, pour affronter toutes les difficultés et les obstacles, qui se rencontrent au travers de notre chemin.

Nous exprimons nos remerciements à notre prometteur Monsieur KAZED BOUALEME pour l'assistance qu'il nous a témoignée tout au long de ce travail, qu'il trouve ici l'expression de notre gratitude pour ses conseils.

Nous adressons nos remerciements au président du jury et le membre du jury.

Sans oublier tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin.

Je dédie ce travail à

Mon père, ma mère, mes frères, mes sœurs.

A l'ensemble de ma famille.

A tous mes amis

Azzeddine

Karamostfefa khelil Sid-Ali

Résumé :

Le but de ce projet est de réaliser un robot mobile autonome capable de suivre une ligne de couleur noire tracée sur une surface de fond jaune sur laquelle le robot doit évoluer. Pour ce faire nous allons utiliser des capteurs de type CNY70 lesquels reposent sur le principe d'émission et réception d'une onde infrarouge.

Robot autonome, suiveur de ligne ,capteur optique

ملخص

الهدف من هذا المشروع هو تصميم جهاز روبوت ذو تحكم ذاتي قادر على أن يتتبع خط لون اسود مرسوم على مساحة ذات خلفية صفراء من اجل هذا الأمر استعملنا ملتقطات من نوع(CNY70)الذي يعتمد على مبدأ إصدار و استقبال موجة الأشعة تحت الحمراء.

Abstract

The aim of this project is to design a line follower robot. To achieve this operation the robot movements will be based on the use of the CNY70 optical sensors which are placed on board of the robot. These will transmit and receive infra red signals whose amplitude will depend on the light intensity below the robot chassis.

Robot autonomous, a line follower robot, optical sensors CNY70

Listes des acronymes et abréviations :

U_T signale en dent de scie,

U_C tension de commande,

U_S tension de sortie,

α le rapport cyclique,

U tension d'alimentation

T période du PWM

t_1 temps d'enclenchement

t_2 temps de déclenchement

VMG : **V**itesse **M**oteur **G**auche

VMD : **V**itesse **M**oteur **D**roite

BP : **B**outon **P**oussoir

SArr : **S**witch **A**rrière

SGche : **S**witch **G**auche

C_1 : **C**apteur1

C_2 : **C**apteur2

C_3 : **C**apteur3

C_4 : **C**apteur4

Table des matières

Introduction Générale.....	1
Chapitre1 : Généralité sur la robotique.....	2
1.1Introduction	2
1.2Historique	2
1.3Définitions :.....	3
1.4Robots de Troisième Génération	3
1.5 Classification des robots.....	4
1.5.1 type de robot :.....	4
a -manipulateurs.....	4
b- télémanipulateurs.....	4
c- robots mobiles.....	4
C -1 robots manipulateurs industriels.....	4
C- 2 robots didactiques.....	5
C-3. Les robots mobiles autonomes.....	5
1.5 .2 générations de robot	5
a-robot est <i>passif</i>	5
b. Le robot devient <i>réactif</i>	5
c- Le robot devient <i>intelligent</i>	5
1.6 Domaines d'application.....	5
1.6.1 Applications militaires :.....	6
1.6.2 Applications industrielles :.....	7
1.6.3 Robots dans la recherche :.....	7
1.6.4 Agriculture :.....	7
1.7 Conclusion :.....	8
Chapitre 2 : Conception mécanique et électronique du robot.....	9
2.1 Introduction	9

2.2 L'aire de jeu du concours Eurobot 2013 :	9
2.3 Stratégie adoptée :	9
2.4 Présentation de la solution adoptée :	9
2.5 Matériaux utilisés:	10
2.6 L'énergie	10
2.7 Les Roues.....	10
2.8 La motorisation.....	11
2.9 Les réducteurs	11
2.10 Le bras :	11
2.11 Mecro Switch.....	11
2.12structure finale du robot.....	12
2.13 Présentation les différentes cartes d'électroniques	13
2.14: carte d'alimentation:	13
2.14-1 Partie régulateur	13
2.14.2 Carte de puissance.....	14
a-Caractéristique du L6203.....	14
b-fonctionnement du pont H :	15
C- logique de commande :	16
d- Modulation de largeur d'impulsion (MLI).....	17
e-Période de la PWM :	18
2.14.3 Partie d'isolation galvanique	19
2.15: Carte amplificateur de tension.....	20
a-Principe de fonctionnement	20
2.16Carte capteur CNY70 :	21

a-Principe de fonctionnement :	22
2.17 Réglage du capteur:	23
2.18 : Carte de commande	23
2.18.1 Caractéristiques de la carte Arduino uno :	23
2.18.2 :Alimentation :	24
a- broches d'alimentation :	24
2.18.3 Entrées et sorties :	24
2.19 Les Capteurs	25
a- Capteur ultrason	25
b- Caractéristiques techniques.	26
2.20 Conclusion :	26
Chapitre3 : Résultats des tests.	27
3-1 INTRODUCTION	27
3-2 Présentation de l'Espace de développement Intégré (EDI) Arduino.	27
3-3 Description de la structure d'un programme.	28
3-4 Positionnement des capteurs	29
3.5 La reconnaissance de ligne	30
3.6 Tableau de vérité	31
3-7 La gestion des cas possibles.	31
3-8 Les principaux algorithmes	31
3-8-1 Suivi une ligne noire	31
a- Algorithmes de suivi de la ligne noire	32

3-8-2 Module ultrason	35
a-Diagramme de programmation.....	35
3-8-3 Le module micro-Switch	34
a-Diagramme de programmation	35
3-9 Conséquences des problèmes rencontrés	36
3 -9-1 Tracé de la ligne noire.....	36
3-9-2 Structure mécanique	36
a- Les moteurs	36
b- Alimentation	36
3 -9-3 Structure électronique..	36
3-10 Présentation PCF8573.....	37
a) Communication avec le composant.....	38
b) Conditions de changement d'état et de validité des données.....	38
c) Conditions de départ et d'arrêt.....	38
C-1 Condition de départ.....	38
C-2 Condition de d'arrêt.....	39
3.11 Conclusion	39

Liste des figures :

Figure 1.1 : 1970 Shakey, Stanford Research Institute.

Figure1.2:1968 Walking Truck, General Electric

figure1.3: Robots de 3eme génération

Figure1.4 :: Robot qui inspecte Chernobyl, marin autonomes

Figure1.5: HELPMATE: transport de sous-nourriture en milieu hospitalier

Figure1.6 : application militaire reconnaissanceIrak2003 Robot

Figure1.7 : application industrielle

Figure 1.8 : Chaîne de production (ABB)

Figure1.9 : Spirit, NASA, 2003 sur Mars

Figure1.10 : Sojourner NASA, 1997 sur Mars

Figure1.11 : Robot sous-marin

Figure1.12 : Tracteur autonome

Figure2.1: Position de la ligne noire sur l'aire de jeu

Figure 2.2: Organigramme du projet

Figure2.3 : la roue –bille

Figure2.4 : image d'un réducteur

Figure2.5 : image d'un moteur

Figure 2.6: image d'un moteur avec leur réducteur

Figure2.7 : image correspondre a le microswitchs

Figure2.8 :la conception de notre robot

Figure2.9 :Schéma synoptique du robot

Figure2.10 :Principe de commutation

Figure2.11 : Principe d'un modulateur de largeur d'impulsion

Figure2.11.schéma électrique pour la partie puissance

Figure 2.12 : Schéma interne du pont H

Figure 2.13 : Principe d'un modulateur de largeur d'impulsion

Figure 2.14 : Courbes des tensions pour modulation d'impulsion

Figure2.15. : représente la période de la PWM

Figure 2.16 : exemple de programme de génération de signaux PWM par le module Arduino

Figure2.17 : Fonctionnement d'un opto-coupleur

Figure2.18 Schéma électrique pour la partie isolation

Figure2.19: schéma électrique du circuit du régulateur

Figure2.20 : photo de la carte d'alimentation

Figure2.21 : Schéma électrique du comparateur

Figure 2.22: photo de la carte du comparateur

Figure2.23: présentation du capteurCNY70

Figure2.24. :principe de fonctionnement le capteur CNY70

Figure2.25 :brochage du microcontrôleur ATMEGA328P

Figure 2.26 :schéma représente les composants de la carte arduino uno

Figure2.27 :image capteur ultra son

Figure2.28:Principe de fonctionnement du capteur ultrason

Figure3.1 présentation des éléments de l'ARDUINO software

Figur3.2 fonctionnement les éléments de barre de bouton

Figure3.3 structure d'un programme Arduino

Figure3.3 Positions et distances pour les quatre capteurs

Figure3.5 Différentes possibilités des positions des capteurs relatives au robot

Figure3.6 l'algorithme principale pour suivre une ligne

figure3.7 algorithme module ultra son

Figure3.8 algorithme module Micro Switch

Figure3.9 Image représentant un virage

Figure 3.10schéma bloc de circuit pcf8573A

Figure3.11chronogramme représente la validité des données et le changement d'état

Figuer3 .12.chronogramme des condition d'épart et d'arrêt

Liste des tableaux :

Tableau 2.1 Fonctionnement du pont H

Tableau 2.2 : Caractéristiques principales du CNY70

Tableau 3.1 table de vérité pour les capteurs

Introduction générale :

Le but de ce projet est de réaliser un robot mobile autonome capable de suivre une ligne de couleur noire tracée sur la surface sur laquelle le robot doit évoluer. Pour ce faire nous allons utiliser des capteurs de type CNY70 lesquels reposent sur le principe d'émission et réception d'une onde infrarouge, dont l'intensité du signal réfléchi renseigne sur la proximité d'un objet en face du capteur. Dans le cas où l'amplitude de ce signal dépasse un certain seuil la sortie de ce capteur est mise à l'un des deux états logiques, le capteur donne l'état logique inverse si ce signal est inférieur à ce seuil. Le choix de cette approche pour guider notre robot vers une destination donnée a été pris suite à notre participation au concours de robotique Eurobot 2013, dont l'aire de jeu comportait une ligne noire que les robots pouvaient exploiter pour se diriger vers l'endroit où se trouvait l'un des objectifs permettant aux robots de marquer des points dans le cadre de ce concours.

Comme cela est le cas pour tout robot mobile autonome il nous faudra construire la structure mécanique en tenant compte des différentes tâches que le robot devra effectuer et en respectant les contraintes de taille dictées par le cahier des charges proposé. La partie intelligente de ce robot sera confiée à une carte électronique de type Arduino uno laquelle est basée sur le microcontrôleur ATmega328P, ce module se chargera d'interpréter les signaux issus de tous les capteurs à bord du robot pour générer les commandes nécessaires faisant agir les différents actionneurs du robot. La partie puissance du système dont le rôle principal est d'alimenter les moteurs à courant continu pour faire déplacer le robot, sera basée sur le circuit intégré L6203 contenant un pont en H délivrant une puissance suffisante pour les moteurs que nous allons utiliser.

Le contenu du présent mémoire est organisé en trois chapitres décrivant successivement des généralités sur la robotique et ses applications, ceci sera suivi par une description détaillée de notre robot du point de vue mécanique et électronique, le dernier chapitre sera consacré à l'essentiel de notre travail puisqu'il s'agira de montrer les résultats obtenus à partir des algorithmes de navigation que nous allons tester pour accomplir la tâche principale qui nous a été confiée à savoir le suivi de la ligne noire tel que précisé précédemment.

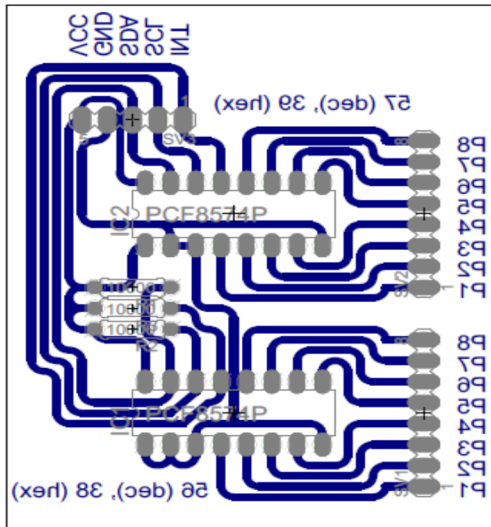
Conclusion générale :

Pour conclure ce mémoire nous pouvons estimer que les résultats obtenus peuvent être considérés comme très satisfaisants surtout sur le plan des connaissances que nous avons acquises à travers la réalisation de ce projet. Bien que cela reste perfectible le comportement de notre robot vis-à-vis de la tâche qui lui est assigné est tout à fait correct, ceci compte tenu du caractère aléatoire de l'apparition des perturbations qui apparaissent parfois au cours de son déplacement. Dans le cas où la luminosité est homogène le robot arrive à effectuer un tour complet en suivant la ligne décrivant cette trajectoire.

Quelque soit le type d'architecture du robot à réaliser, l'autonomie de ce dernier nécessite de régler un certain nombre de problèmes notamment celui de la précision dans la réalisation des pièces mécaniques ainsi que le soin qu'il faut porter aux nombreuses connexions électriques existants entre les différentes parties du système de perception et de commande.

Bien qu'il existe plusieurs configurations de robots exploitant la même idée pour faire suivre un robot une ligne de couleur particulière, l'expérience nous a montré que cela est loin d'être une tâche simple à accomplir. En effet le fait de travailler en boucle ouverte pour donner les consignes de vitesse aux deux moteurs pour avancer en ligne droite ou faire tourner le robot à droite ou à gauche nous a causé énormément de problèmes pour trouver des valeurs convenables aux rapports cycliques donnant un résultat relativement correct par rapport à nos attentes. Ceci nous amène donc à proposer comme travail future de réaliser un asservissement de vitesse pour chacun des deux moteurs et ceci doit se faire en tenant compte de la masse et l'inertie du robot, vu que les paramètres d'un contrôleur du moteur à vide seront probablement très différents de ceux qui seraient obtenus en charge.

Annexe : circuit pcf8574A



Circuit imprimer

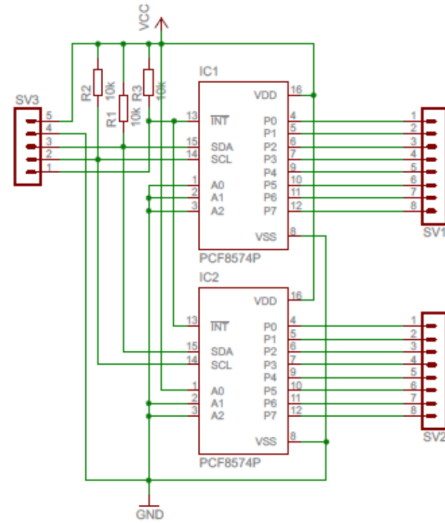


Schéma électrique

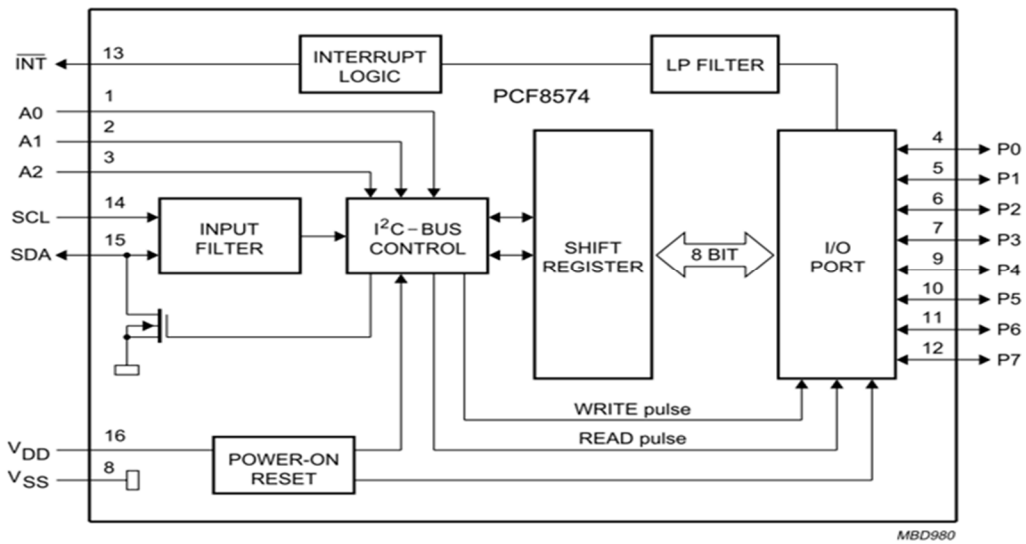
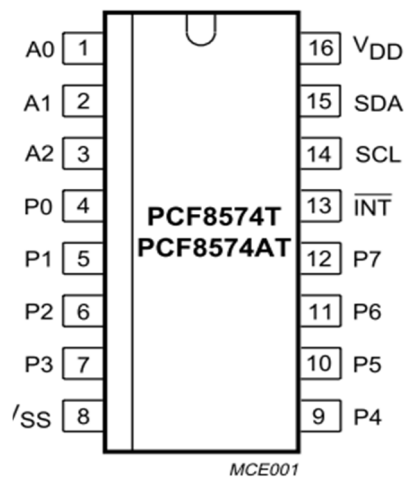


Diagramme de bloc

SYMBOL	PIN	DESCRIPTION
A0	1	address input 0
A1	2	address input 1
A2	3	address input 2
P0	4	quasi-bidirectional I/O 0
P1	5	quasi-bidirectional I/O 1
P2	6	quasi-bidirectional I/O 2
P3	7	quasi-bidirectional I/O 3
V _{SS}	8	supply ground
P4	9	quasi-bidirectional I/O 4
P5	10	quasi-bidirectional I/O 5
P6	11	quasi-bidirectional I/O 6
P7	12	quasi-bidirectional I/O 7
INT	13	interrupt output (active LOW)
SCL	14	serial clock line
SDA	15	serial data line
V _{DD}	16	supply voltage



Brochage le circuit pcf8574A

INPUTS			I ² C BUS SLAVE ADDRESS
A2	A1	A0	
L	L	L	56 (decimal), 38 (hexadecimal)
L	L	H	57 (decimal), 39 (hexadecimal)
L	H	L	58 (decimal), 3A (hexadecimal)
L	H	H	59 (decimal), 3B (hexadecimal)
H	L	L	60 (decimal), 3C (hexadecimal)
H	L	H	61 (decimal), 3D (hexadecimal)
H	H	L	62 (decimal), 3E (hexadecimal)
H	H	H	63 (decimal), 3F (hexadecimal)

Référence d'adresse

Annexe Circuit L6203 :

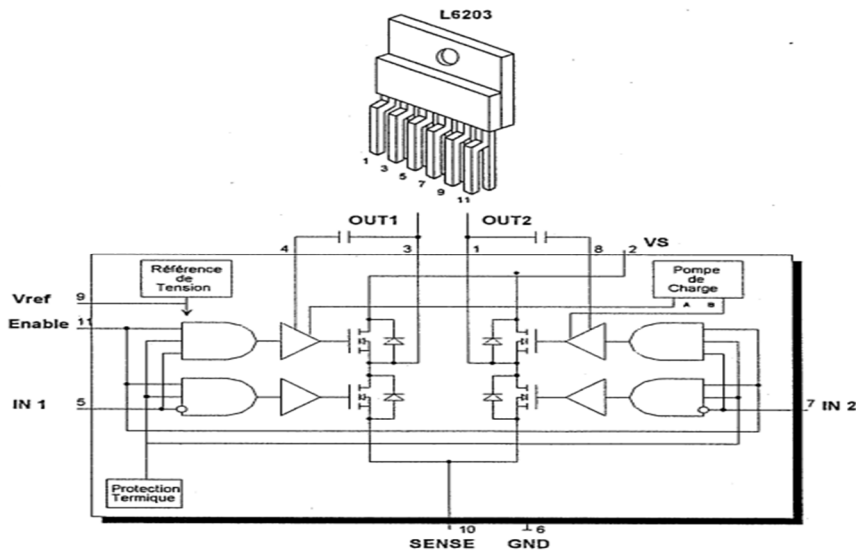
Description :

Les signaux logiques issus des asservissements, générés soit par le HCTL 1100 soit par le SCC68070, ne sont pas capable d'alimenter directement les moteurs. Il est nécessaire de les amplifier et de leur donner des caractéristiques permettant le branchement d'un moteur. Pour réaliser cet adaptation de signal, le circuit L6203 de SGS THOMSON est utilisé.

Fonctionnalités :

- Tension d'alimentation jusqu'à 48V.
- Courant de sortie jusqu'à 4A (5A en pointe).
- Protection thermique.
- Fréquence de commande jusqu'à 100 KHz.
- Sortie de mesure de courant
- Boîtier 11 pattes Multiwatt

Présentation matérielle



Bibliographe :

Datasheets:

-CNY70

-LM6203

-PCF8574A

-ATMega328p

Documentation sur le site internet :

<http://oreilly.com/catalog/errata.csp?isbn=9781449344375> for release details.

http://ancrobot.free.fr/Old_version/fichtech/electronique/capt_coul/index.htm

<http://www.telecome.bretagne.eu>

These :

-Conception et réalisation d'un robot mobile autonome conforme au règlement EROBOUTE 2007 .Mr / karamostefa Khelil Med .session juillet 2007. U-blida

-Conception et réalisation d'un robot mobile autonome rellame walide et hamidane.U-blida

- Le robot suiveur de ligne Melissa Feghoul, Charles Gorzkowski, David Lecoconnier, Rebecca-Megane Motyka .Université Paris Descartes 18/05/2011.

-Le robot suiveur de ligne,Projet réalisé par : El Jayidi Nawfal Benkirane Malik Encadré par :M. ROBERT

lévre : Moteurs électriques pour la robotique PierreMayé

Fiche Technique : Vincent Borrel Carte de Capteurs de Couleurs Année 2003

Coure d'électronique en partant de zéro parus dans les 29 à 53 de la revue ELECTRONIQUE et loisirs magazine

1.1 Introduction :

L'objectif de ce chapitre est de donner un bref aperçu sur la robotique d'une manière générale ; Nous citerons en particulier quelques points de l'histoire qui ont marqué l'évolution de ce genre de machines, dont la diversité a rendu difficile un consensus sur une définition unique permettant de les caractériser. Ceci surtout que les domaines d'applications n'ont pas de limite particulière ainsi que l'intérêt et la qualité des résultats obtenus par les nombreux laboratoires de recherche activant dans ce domaine.

1.2 Historique :

- 1921 Karel Capek (écrivain Tchèque, 1890-1938) invente le mot "Robot" (Robota, travail forcé, tâche pénible, servitude).
- 1941 Isaac Asimov, invente le terme "Robotique", prédit l'augmentation de la robotique industrielle. Il recadre les robots en temps que machine servant l'homme et non-dangereuse. Et il a écrit les trois Lois fondamentales de la robotique. Celles-ci permettent d'éviter que cette science amène l'apocalypse avec elle :

Première loi : un robot ne peut porter atteinte à un être humain ni, en restant passif, laisser cet être humain exposé au danger.

Deuxième loi : un robot doit obéir aux ordres donnés par les êtres humains, sauf si de tels ordres sont en contradiction avec la première loi.

Troisième loi : un robot doit protéger son existence dans la mesure où cette protection n'est pas en contradiction avec le premier ou la deuxième loi.

- 1954 premiers robots programmables.
- 1963 : utilisation de la vision pour commander un robot.
- 1947 : premiers manipulateurs électriques téléopérés.

Les figures suivantes montrent les premiers robots:



Figure 1.1 : 1970 Shakey,



Figure1.2: 1968 Walking Truck, [General Electric]

1.3 Définitions :

Un robot est un système mécanique poly-articulé mû par des actionneurs et commandé par un ordinateur qui est destiné à effectuer une grande variété de tâches.

- "Un appareil automatique qui peut effectuer des fonctions normalement effectuées par des humains." Traduit du dictionnaire Webster's
- "Appareil automatique capable de manipuler des objets ou d'exécuter des opérations selon un programme fixe ou modifiable." Petit Larousse
- "Un manipulateur reprogrammable multifonctionnel conçu pour déplacer des matériaux, des outils, des pièces ou des composants spécialisés à travers une série de mouvements programmés pour effectuer une tâche précise."
- "Manipulateur commandé en position, reprogrammable, polyvalent, à plusieurs degrés de liberté, capable de manipuler des matériaux, des pièces des outils et des dispositifs spécialisés, au cours de mouvements variables et programmés pour l'exécution d'une variété de tâches. Il a souvent l'apparence d'un ou plusieurs bras se terminant par un poignet. Son unité de commande utilise, notamment, un dispositif de mémoire et éventuellement de perception et d'adaptation à l'environnement et aux circonstances. Ces machines polyvalentes ont généralement étudiées pour effectuer la même fonction de façon cyclique et peuvent être adaptées à d'autres fonctions sans modification permanente du matériel." AFNOR Association Française de Normalisation

1.4 Robots de Troisième Génération :

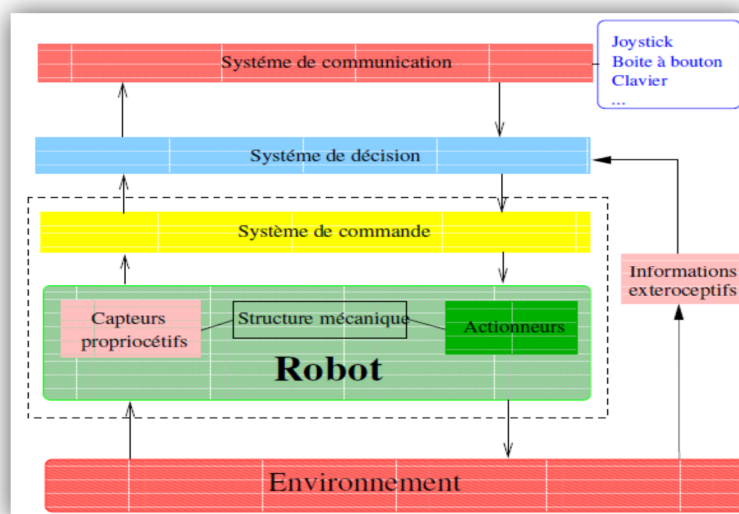


figure1.3: les robots de 3eme génération

1.5 Classification des robots

1.5.1 On retiendra pour notre part 3 types de robot :

a- Les manipulateurs :

- Les trajectoires sont non quelconques dans l'espace,
- Les positions sont discrètes avec 2 ou 3 valeurs par axe,
- La commande est séquentielle.

b- Les télémanipulateurs : appareils de manipulation à distance (pelle mécanique, pont roulant), apparus vers 1945 aux USA :

- Les trajectoires peuvent être quelconques dans l'espace,
- Les trajectoires sont définies de manière instantanée par l'opérateur,
- généralement à partir d'un pupitre de commande.

c- Les robots mobiles:

- trajectoires peuvent être quelconques dans l'espace.
- L'exécution est automatique,
- Les informations extéroceptives peuvent modifier le comportement du robot.

Pour cette dernière classe, on peut distinguer :

c-1 Les robots manipulateurs industriels :

Chargés de manipuler, soient :

- Des pièces : Stockage – déstockage
- Palettisation – dé-palettisation
- Chargement – déchargement de machine-outil
- Manipulation d'éprouvettes
- Assemblage de pièces,
- Des outils : Soudure en continu ou par points
- Peinture
- Collage,
- Ebavurage.

c-2. Les robots didactiques :

Ce sont des versions au format réduit des précédents robots. La technologie est différente, de même que les constructeurs. Ils ont un rôle de formation et d'enseignement, ils peuvent aussi être utilisés pour effectuer des tests de faisabilité d'un poste robotisé.

c-3. Les robots mobiles autonomes :

Les possibilités sont plus vastes, du fait de leur mobilité. Notamment, ils peuvent être utilisés en zone dangereuse (nucléaire, incendie, sécurité civile, déminage), inaccessible (océanographie, spatial). De tels robots font appel à des capteurs et à des logiciels sophistiqués. On peut distinguer 2 types de locomotion : Les robots marcheurs qui imitent la démarche humaine, et les robots mobiles qui ressemblent plus à des véhicules.

1.5.2 Les générations de robot :

A l'heure actuelle, on peut distinguer 3 générations de robots
Des progressions s'opèrent dans tous les domaines :

- Mécanique,
- Micro-informatique,
- Energétique,
- Capteurs – actionneurs.

a-robot est passif : Il est capable d'exécuter une tâche qui peut être complexes, mais de manière répétitive, il ne doit pas y avoir de modifications intempestives de l'environnement.

L'auto-adaptabilité est très faible. De nombreux robots sont encore de cette génération

b. Le robot devient réactif : Il devient capable d'avoir une image de son environnement, et donc de choisir le bon comportement (sachant que les différentes configurations ont été prévues). Le robot peut se calibrer tout seul.

c- Le robot devient « intelligent » : Le robot est capable d'établir des stratégies, ce qui fait appel à des capteurs sophistiqués, et souvent à l'intelligence artificielle. [2]

1.6 Domaines d'application:

La robotique est un domaine vaste et polyvalent. Les équipes d'ingénieurs travaillant à la conception et la construction de robots sont toujours pluridisciplinaires : ingénieurs mécaniciens, physiciens, électronique et informaticiens.

La première spécialité à s'être intéressé à la robotique est le génie mécanique. Tout un domaine de la physique classique a du être développé d'avantage afin de résoudre un

Chapitre 1 : Généralité sur la robotique

nouveau type de problème tels que la fatigue des matériaux lors des mouvements répétitifs, l'utilisation de la transformation de mouvement.

Les électroniciens ont pris une grande part dans l'évolution de la robotique : l'introduction de microcontrôleurs ou de microprocesseurs pour contrôler un automate : c'est son cerveau, la conception de tous les capteurs du robot, ce sont ces sens. Le domaine du traitement de signal devient très important. Ne serait-ce que pour amplifier des signaux faibles ou pour la reconnaissance visuelle.

Le génie informatique, domaine en pleine ébullition, a permis au niveau de la robotique de relever plusieurs défis en pensant simplement à l'intelligence artificielle : comment faire pour rendre autonome robot, comment le faire interagir avec l'être humain en étant convivial, comment donner un esprit de cohésion aux robots afin qu'ils puissent exécuter des tâches en groupe, comment interpréter une scène, comment identifier des objets connus ainsi que leur position dans l'espace par rapport aux autres objets de la scène, quels sont les algorithmes efficaces pour décider du meilleur chemin à prendre, comment faire la conception d'un système d'exploitation temps réel pour une plate-forme robotisée.

Le domaine de la robotique est très vaste et les robots ont beaucoup évolué. Nous présentons quelques types de robots et leur application.

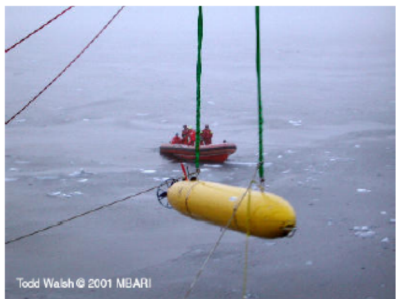


Figure 1.4 : Robot qui inspecte Chernobyl,
marin autonomes



Figure 1.5 : HELPMATE: transport de sous-
nourriture en milieu hospitalier

1.6.1 Applications militaires :

On trouve des robots dans des applications militaires tels qu'illustré par la figure 1.6 :



Figure 1.6 : application militaire reconnaissance rak2003 Robot

1.6.2 Applications industrielles :

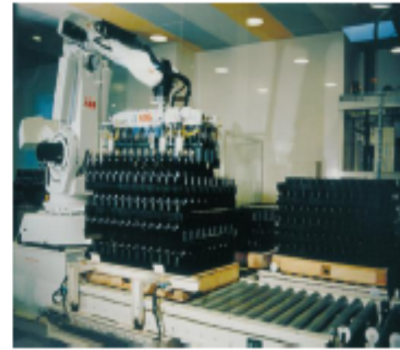
Les robots principalement conçus pour remplacer des opérateurs humains dans les tâches pénibles ou dangereuses (soudage, peinture, pointeur, Ebavurage).



Figure 1.7 : application industrielle



Figure 1.8 : Chaîne de production (ABB)



1.6.3 Robots dans la recherche :

Aujourd'hui il existe un très grand nombre de laboratoires de recherche versés dans ce domaine et ce pour des applications très diverses.



Figure 1.9 : Spirit, NASA, 2003 sur Mars

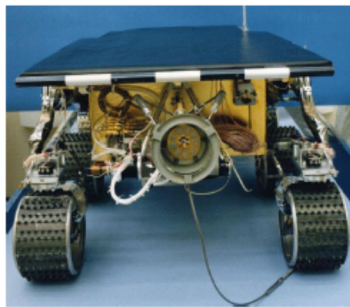


Figure 1.10 : Sojourner, NASA, 1997 sur Mars



Figure 1.11 : Robot sous-marin

1.6.4 Agriculture :

Le domaine de l'agriculture est aussi l'une d'applications où la robotique peut contribuer d'une manière très efficace.



Figure 1.12 : Tracteur autonome

1.7 Conclusion :

Dans chapitre nous avons présenté quelques notions sur la robotique d'une manière générale avec un bref aperçu sur l'histoire de ce domaine et les différentes définitions montrant la diversité aussi bien dans la structure et les fonctions qu'un robot peut être amené à exécuter.

Chapitre 2 : Conception mécanique et électronique du robot

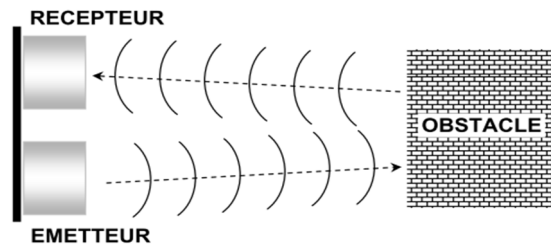
b)Caractéristiques techniques :

Alimentation 5v

Consommation : 30 à50mA.

Angle de détection55° environ.

Dimension 43*20*17mm



*Figure2.28:*Principe de fonctionnement du capteur ultrason

2.20 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons décrit les éléments physiques constituant le robot à savoir le coté mécanique et les parties électroniques de notre. La partie mécanique demande beaucoup de patience et de travail de précision dans l'usinage des pièces, car c'est à partir de cela que va dépendre la qualité des résultats obtenus. Parmi les autres facteurs déterminant pour le bon fonctionnement du robot, la partie électronique occupe une place prépondérante étant que tous les signaux provenant des capteurs et ceux allant vers les actionneurs doivent transiter à travers des supports qui devront être aussi réalisés avec le plus grand soin.

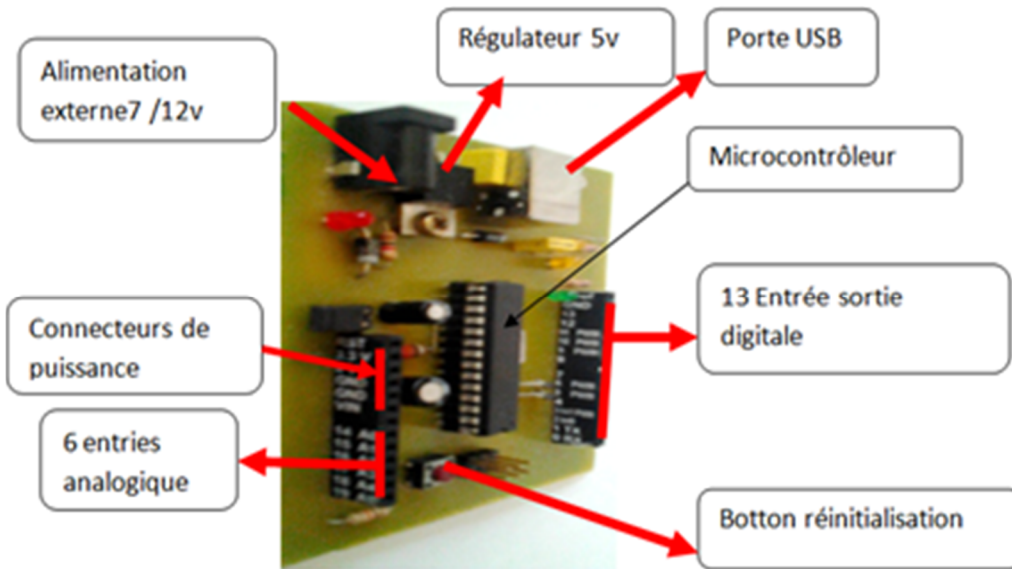


Figure 2.26 : schéma représente les composants de la carte arduino uno

2.19 : Les Capteurs :

Les capteurs ont une place importante dans les systèmes de traitement d'un robot, ils peuvent à la fois informer le robot sur le milieu extérieur, donc ils sont des éléments indispensables à un robot autonome.

a)Capteur ultrason :

Le capteur ultrason est constitué par un émetteur et un récepteur. L'émetteur envoie un train d'onde ultrason qui est renvoyée par un obstacle. Le récepteur à ultrasons recevra cette onde. Le temps mis pour parcourir un aller-retour permet de déterminer la distance de l'objet par rapport à la source .



Figure2.27 :image capteur ultra son

Chapitre 2 : Conception mécanique et électronique du robot

2.18.2 Alimentation :

La carte Arduino UNO peut être alimentée par l'USB ou par une alimentation externe.

La carte peut fonctionner à l'aide d'une tension extérieure de 7 à 12 volts.

a) broches d'alimentation :

VIN. La tension d'entrée positive lorsque la carte Arduino est utilisée avec une source de tension externe Vous pouvez alimenter la carte à l'aide de cette broche.

5V La tension régulée utilisée pour faire fonctionner le microcontrôleur et les autres composants de la carte.

3V3. est intéressant pour certains circuits externes nécessitant cette tension au lieu du 5V. L'intensité maximale disponible sur cette broche est de 50mA.

GND. Broche de masse (0V).

2.18.3 :Entrées et sorties :

Chacune des 14 broches numériques de la carte Uno peut être utilisée en entrée ou en sortie, fonctionnent en logique TTL (0V-5V) ; chacune est dispose d'une résistance interne pour la polarisation.

Certaines branches ont des fonctions spécialisées :

- Serial : broche 0 (RX) et broche1 (TX). Permet de recevoir (RX) et de transmettre (TX) des données séries TTL.
- Interruptions externes broche 2 et 3. Ces broches peuvent être configurées pour déclencher une interruption sur une valeur LOW, sur un front montant ou descendant.
 - PWM : broches 3, 5, 6, 9, 10, et 11. sorties de PWM fonctionent avec la fonction analogWrite().

La carte Uno a 6 broches d'entrée analogiques, de A0 à A5, de résolution (de 0 à1024 valeurs différentes).

Certaines broches ont des fonctions spécialisées :

- broche A4 (SDA) et A5 (SCL) que nous allons étudier en chapitre 3.

L'image ci-dessous représente notre carte arduino uno

Chapitre 2 : Conception mécanique et électronique du robot

2.18 : Carte de commande :

Arduino uno est une carte électronique basée sur le circuit intégré ATmega 328p associée à des entrées et sorties qui permettent à l'utilisateur de brancher les différents types d'éléments externes.

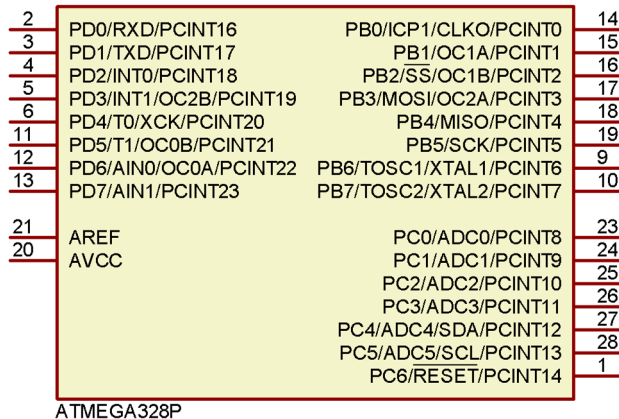


Figure 2.25 : brochage du microcontrôleur ATMEGA328P

2.18.1 : Caractéristiques de la carte Arduino uno :

Micro contrôleur : ATmega328p

Tension d'alimentation interne = 5V

Tension d'alimentation (recommandée) = 7 à 12V,

Entrées/sorties numériques : 14 dont 6 sorties PWM

Entrées analogiques = 6

Courant max par broches E/S = 40 mA

Courant max sur sortie 3,3V = 50mA

Mémoire Flash 32 KB dont 0.5 KB utilisée par le boot loader

Mémoire SRAM 2 KB

Mémoire EEPROM 1 KB

Fréquence horloge = 16 MHz

Chapitre 2 : Conception mécanique et électronique du robot

a-Principe de fonctionnement :

Le Capteur CNY70 émet un signal infrarouge analogique qui est soit réfléchi (s'il est face d'une couleur claire) ou absorbé (s'il est soumis à une couleur sombre) comme le montre la figure 2.24 ci-dessous.

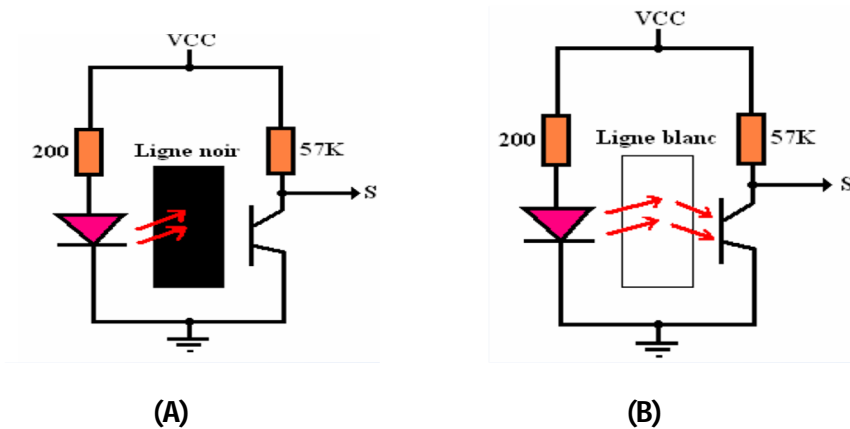


Figure 2.24. : principe de fonctionnement le capteur CNY70

- Si on détecte du noir, le phototransistor est bloqué (A) . S = 5V
- Si on détecte du blanc, le phototransistor est passant (B). S = 0V

Le tableau ci-dessous illustre la caractéristique principale du capteur.

Tension d'alimentation nominale	1.25 V	Tension de sortie nominale	5V
Tension d'alimentation maximale	1,6 V	Tension de sortie maximale	5V
I_D nominal	20mA	Courant de sortie nominal	100μA
Courant d'alimentation	50 mA	Courant de sortie maximum (théorique)	1mA
Longueur d'onde	940nm		
Plage de distance	<5mm		

Tableau 2.2 : Caractéristiques principales du CNY70.

2.17 : Réglage du capteur: On rapproche le capteur vers une surface blanche et on règle le potentiomètre correspondant de telle façon que la diode de sortie corresponde s'éteigne.

Chapitre 2 : Conception mécanique et électronique du robot

Figure 2.21 : Schéma électrique du comparateur

L'image ci-dessous représente notre carte.

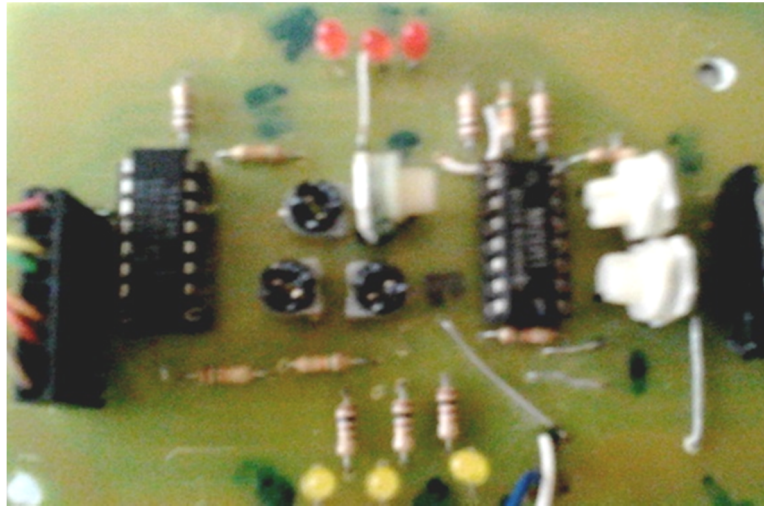


Figure 2.22: photo de la carte du comparateur

2.16 : Carte capteur CNY70 :

Cette carte permet de déterminer la présence d'une zone sombre en dessous du robot.

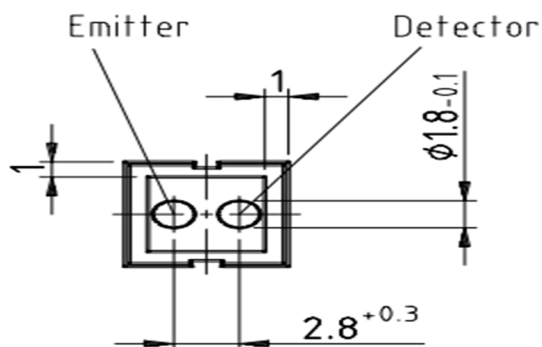


Figure 2.23: présentation du capteur CNY70

Chapitre 2 : Conception mécanique et électronique du robot

Figure 2.18 Schéma électrique pour la partie isolation

2.15: Carte comparateur de tension :

Le capteur CNY70 émet et reçoit un signal infrarouge, pour obtenir en sortie une condition logique 0 ou 1 (0V ou 5V) qui est compatible avec les spécifications du microcontrôleur traitant ces signaux il faut convertir ce signal, dans ce cas la on utilise un amplificateur opérationnelle monté comme un comparateur de tension. Puisque nous avons besoin de plusieurs capteurs nous utilisons deux amplificateurs (LM324N) avec leurs composants périphériques (figure 2.21).

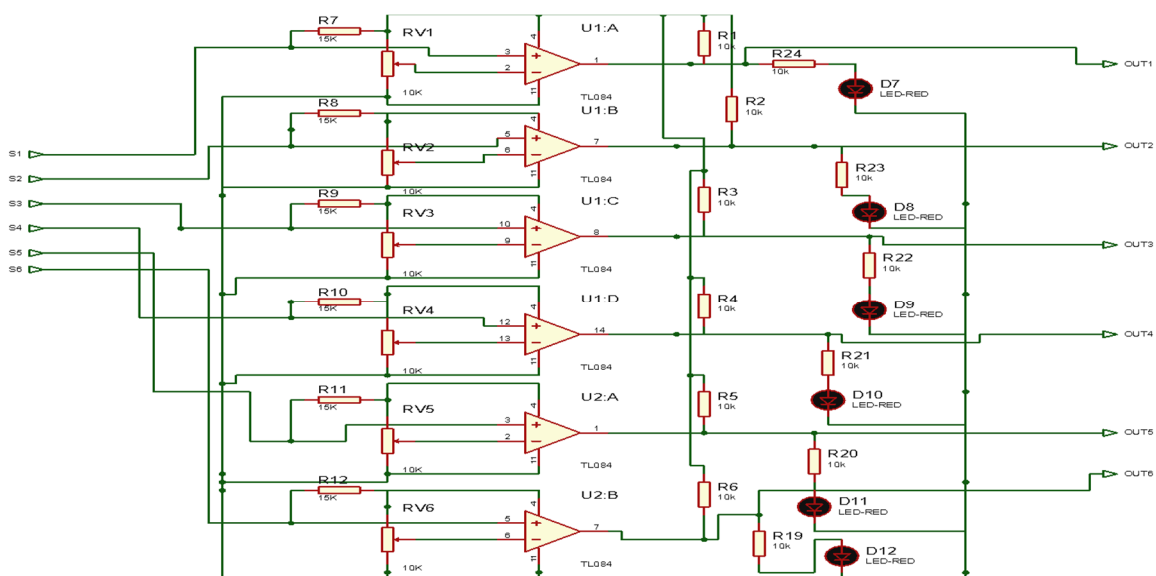
a-Principe de fonctionnement : Les comparateurs de tension sont généralement utilisés pour obtenir en sortie, une condition logique 0 lorsque la tension appliquée sur l'entrée inverseur est supérieure à celle de l'entrée non inverseur, et une condition logique 1 lorsque la tension qui se trouve sur l'entrée inverseur est inférieure à celle applique sur l'entrée non inverseur.

L'entrée V^+ correspondant à la sortie du capteur est comparée à une tension V^- réglée à l'aide du potentiomètre. Si $V^+ > V^- \Rightarrow$ donc $V_{out} = 0V$. La diode témoin est éteinte.

Si $V^+ < V^- \Rightarrow$ donc $V_{out} = 1V$. La diode témoin est allumée.

En entrée du comparateur non inverseur, on place une résistance de polarisation.

En sortie du comparateur, on place une résistance de charge R1.



2.14.3 : Partie d'isolation galvanique :

Pour éviter les phénomènes de destruction pour les cartes commandes on place entre la carte d'alimentation et la carte commande une partie d'isolation galvanique qui contient essentiellement un circuit opto-coupleur.

L'opto-coupleur est un circuit intégré qui permet également de réaliser une isolation galvanique entre la partie commande et la partie puissance. En effet il est constitué d'un émetteur et récepteur infrarouges. L'émetteur de base est une DEL (diode électro lumineuse : composant s'allumant lorsqu'elle est traversée par un courant dans le sens passant) qui activera le Récepteur infrarouge (phototransistors). Le schéma ci-dessous illustre ce principe

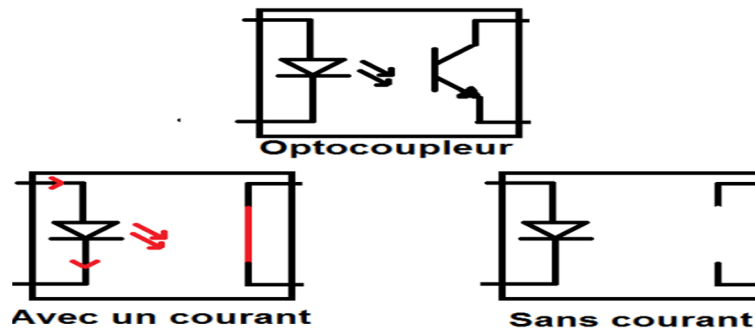
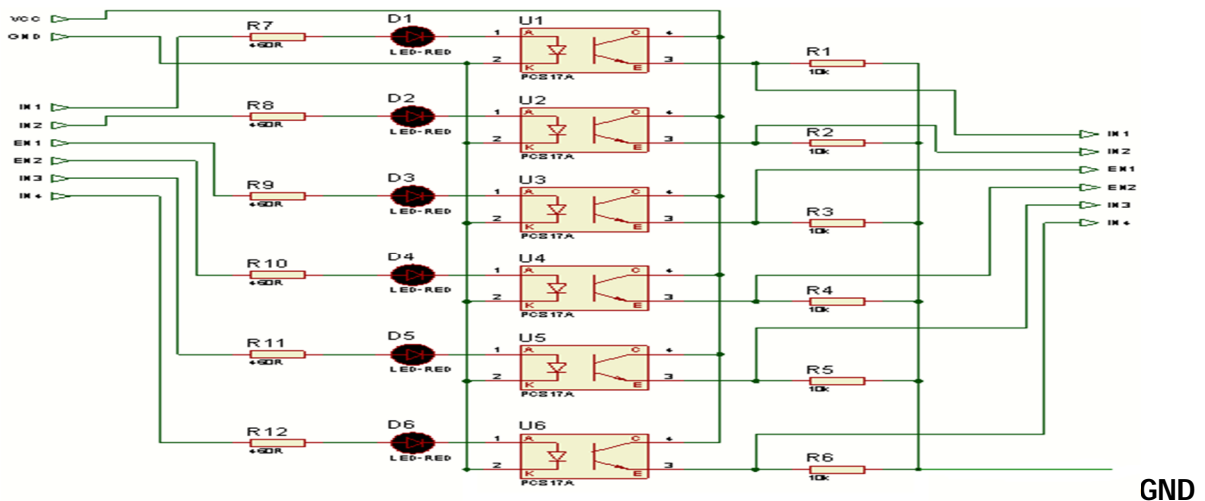


Figure2.17 : Fonctionnement d'un opto-coupleur

La partie isolation est composée des éléments suivant :Des résistances en série avec une diode témoin dont le but est d'abaisser la tension à une valeur acceptable pour la diode témoin (résistance de protection).

Des résistances à la sortie de phototransistor utilisées pour la « polarisation ».



Chapitre 2 : Conception mécanique et électronique du robot

Un signal PWM est un signal dont la fréquence est fixe, mais le rapport cyclique varie en d'autres termes t_1 et t_2 tout en conservant $t_2 + t_1 = \text{constant}$.

Le but de la PWM est de permettre d'avoir une tension contenue variable à partir d'une source de tension continue fixe.

e- Période de la PWM :

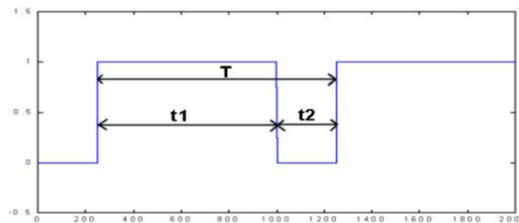


Figure 2.15. : représente la période de la PWM

La tension moyenne appliquée au moteur proportionnelle au rapport cyclique.

Si $t_1 = 60\%$ de T ($t_2 = 40\%$) $\Rightarrow U_{\text{moy}} = 60$ de $12V = 7,2V$

Si la tension de commande varie de 0 à la tension d'alimentation, le rapport cyclique α prend des valeurs entre 0 et 1. La figure suivante représente les différentes valeurs des signaux PWM pour faire contrôler la vitesse d'un moteur à courant continu.

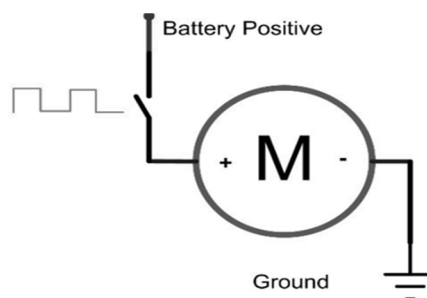
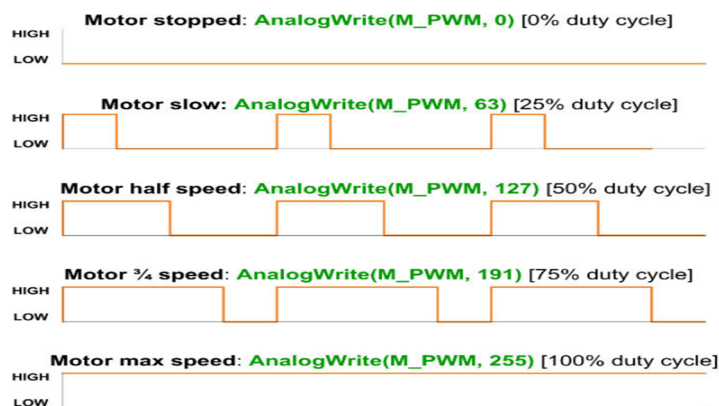


figure 2.16 : exemple de programme de génération de signaux PWM par le module Arduino

Chapitre 2 : Conception mécanique et électronique du robot

Le schéma ci-dessus représente le schéma interne de pont H et illustre comment faire changer le sens de rotation.

Remarque : On constate que la commande des interrupteurs IN1 et IN2 Sont complémentaires.

Le tableau suivant montre le fonctionnement :

IN1	IN2	ENB	Figure	ETAT DE TRANSISTOR	Sortie
0	0	1	D	Q3 et Q2 saturé (fermé)	Arrête (freinage)
0	1	1	B	Q3 et Q1 saturé (fermé)	Sens1
1	0	1	A	Q2 et Q4 saturé (fermé)	Sens2
1	1	0	C	Q1 et Q2 et Q3 et Q4 bloque	Arrêt

Tableau2.1 Fonctionnement du pont H

d- Modulation de largeur d'impulsion (MLI):

Pour modifier la vitesse d'un moteur à courant continu nous modifierons le rapporte cyclique α , il faut donc créer un circuit électronique délivrant une tension rectangulaire adaptée à l'attaque des transistors de fréquence donnée et de rapport cyclique commandé par une tension. On parle alors de **Modulation de Largeur d'Impulsion (MLI)** ou (**Pulse Width Modulation PWM** en anglais). Le schéma de principe figure3. Comporte un générateur de signaux délivrant une tension en dent de scie de fréquence fixe. Qu'on compare à la tension de command.

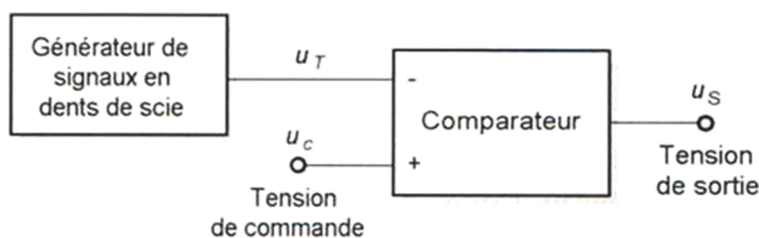


Figure 2.13 : Principe d'un modulateur de largeur d'impulsion

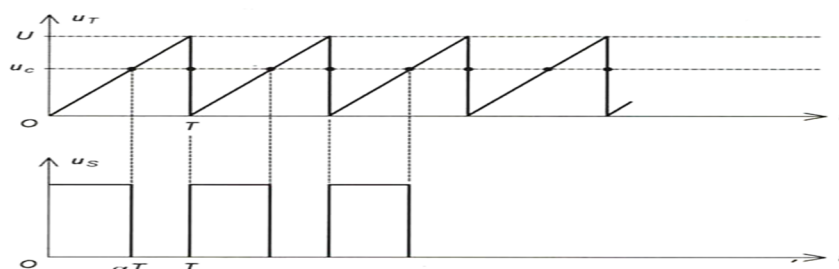


Figure 2.14 : Courbes des tensions pour modulation d'impulsion

Chapitre 2 : Conception mécanique et électronique du robot

Donc Simplement le pont H est un interrupteur qui relie les pôles de la batterie aux moteurs, le composant qui réalise la commutation de ces interrupteurs est le transistor,

La figure ci-dessous montre le schéma électrique pour les deux moteurs

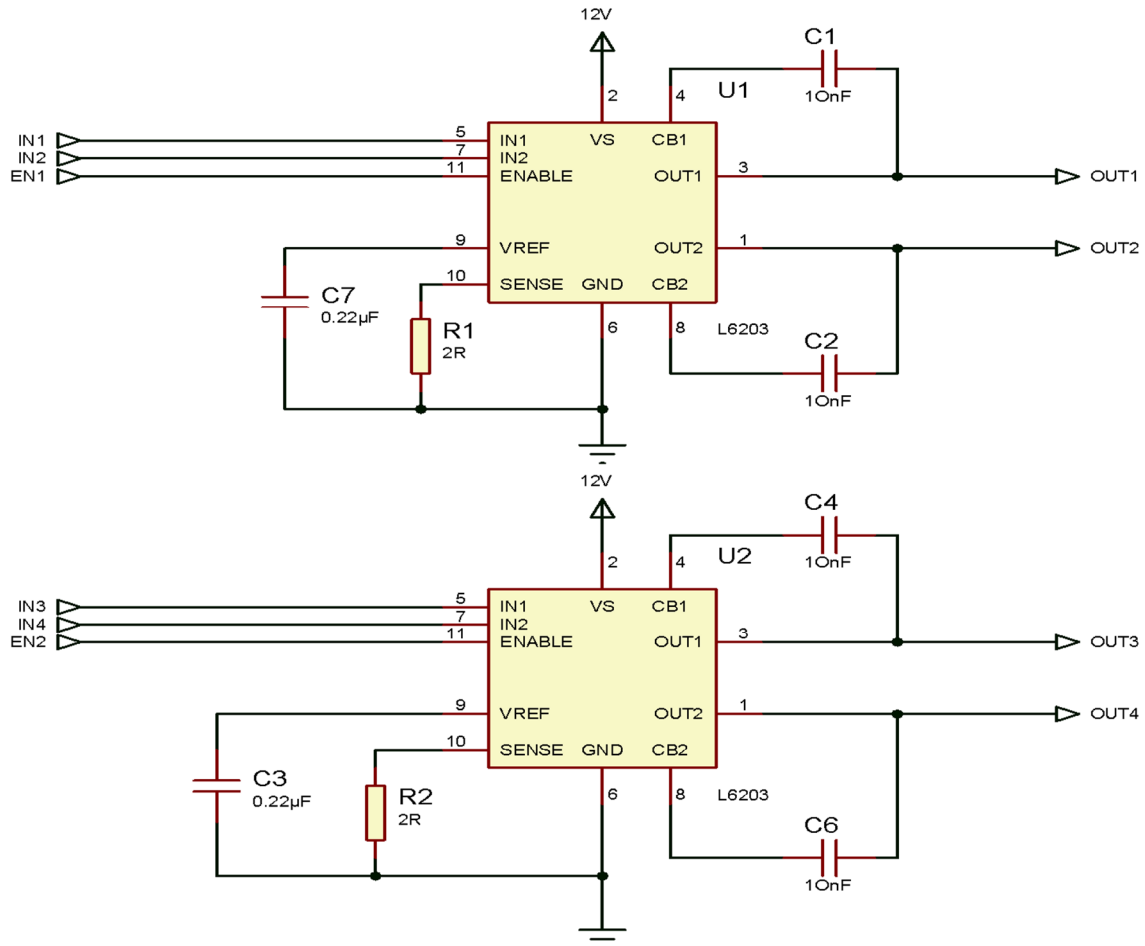


Figure 2.11. schéma électrique pour la partie puissance.

C - logique de commande :

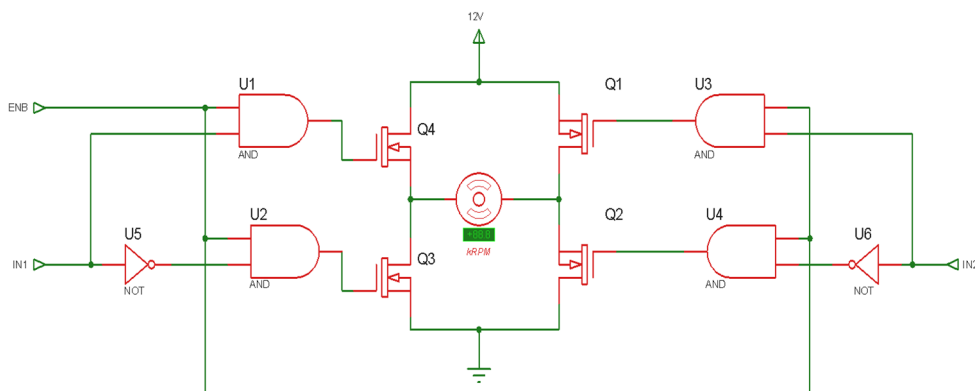


Figure 2.12 : Schéma interne du pont H

Chapitre 2 : Conception mécanique et électronique du robot

b-fonctionnement du pont H :

Le pont H est constitué de quatre transistors MOSFET fonctionnent comme un interrupteur, selon l'état de interrupteur on trouve quatre étape pour changer le sens des moteurs grâce aux signaux PWM provenant du microcontrôleur de la carte commande ce principe est représenté par les figures suivant :

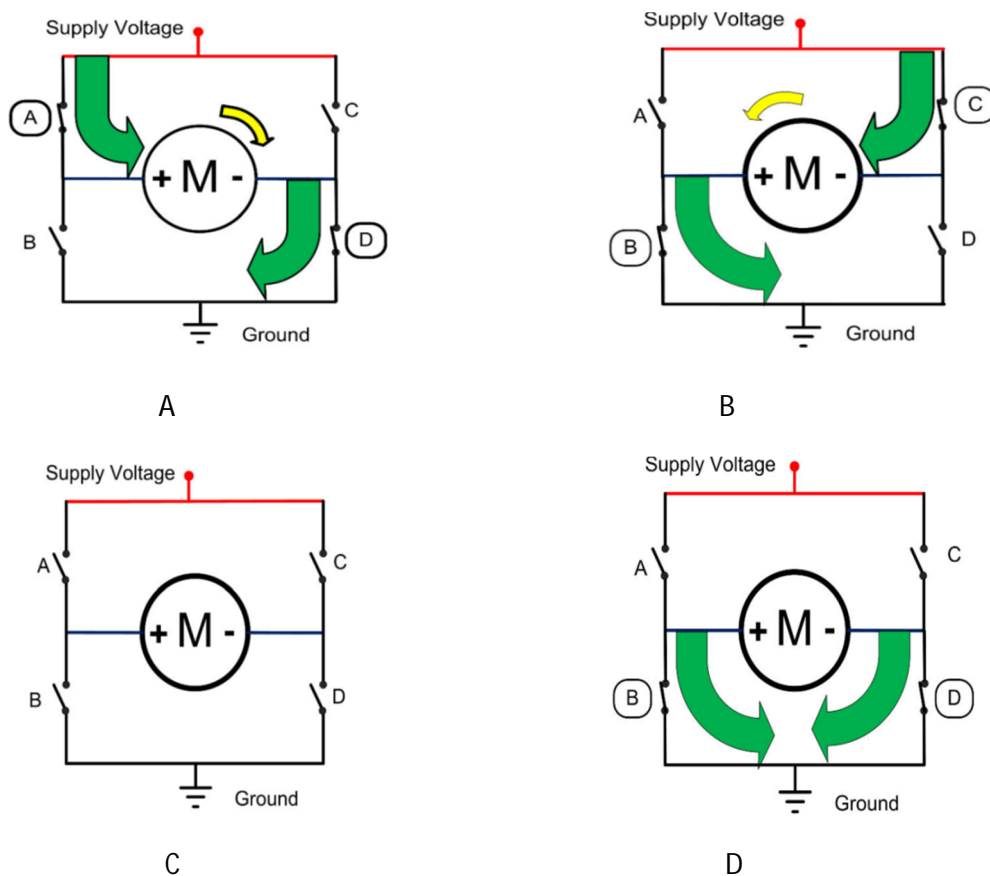


Figure2.10. principe de commutation

A : marche avant, deux interrupteurs sont commandés (fermer) (SW A avec SW D) et les autres ouverts, On applique La tension de batterie au moteur.

B : marche arrière, (l'inverse du cas précédent) deux interrupteurs sont commandés (fermés) (SW C avec SW B) et les autres ouverts

C : tout les interrupteurs sont ouverts, roue libre (il n'y a pas de tension entre les pôles du moteur).

D : le freinage, les pôles du moteur sont court-circuités ; deux interrupteurs en même polarité sont fermés (SW B avec SW D).

Chapitre 2 : Conception mécanique et électronique du robot

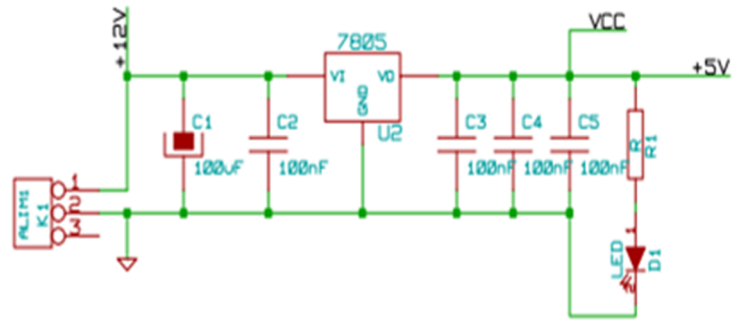


Figure2.19: schéma électrique du circuit du régulateur

2.14.2 : partie de puissance :

Lorsqu'on veut commander un moteur (à courant contenu) on est souvent obligé d'inverser la polarité du moteur .la solution à ce problème s'appelle le pont H.

Notre carte de puissance est composée de quatre circuits intégrés L6203, chacun contient un pont en H à transistor MOSFET, et aussi les diodes de roue libre qui permettent libérer le courant de retour induit par le bobinage du rotor.

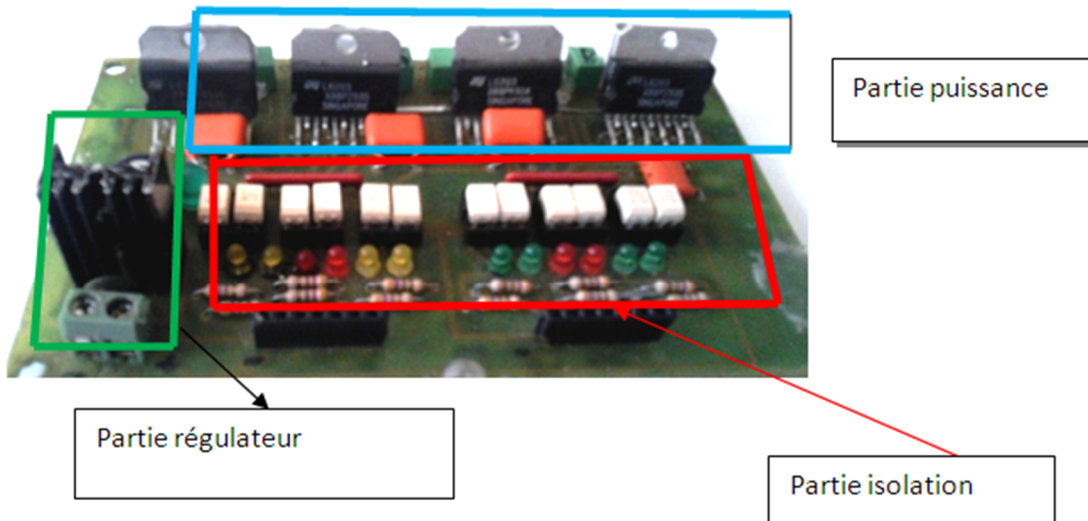


Figure2.20 : photo de la carte d'alimentation

a- Caractéristique du L6203:

Tension d'alimentations jusqu'à 48V

Courant maximum jusqu'à : 4A

Opérant fréquence jusqu'à 100 KHz

2.13 Présentation les différentes cartes d'électroniques :

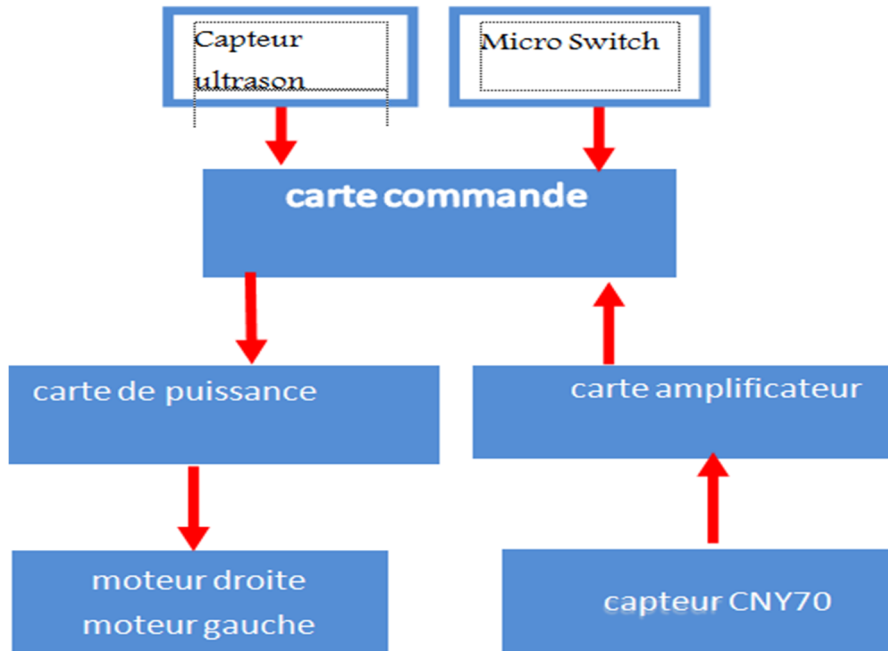


Figure2.9 : Schéma synoptique du robot

2.14: carte d'alimentation:

Lorsqu'on veut commander un moteur (à courant contenu) on est souvent obligé d'inverser la polarité du moteur. La solution à ce problème s'appelle le pont H.

La carte d'alimentation est utilisée pour fournir la tension nécessaire pour actionner les moteurs. Cette carte est alimentée en 12V et reçoit des commandes MLI issues de la carte commande. Le rôle de la carte est d'envoyer les commandes pour faire avancer et tourner les moteurs en fonction de la tâche à accomplir.

2.14.1 : Partie régulateur :

L'utilité du régulateur TS7805 choisi ici est d'obtenir une tension régulée de 5v à partir d'une source continue de 12V. Ce sera donc L'alimentation de partie logique pour nos cartes et nos capteurs. La masse d'alimentation de l'étage de puissance (12V) n'est pas reliée aux masses du 5V.

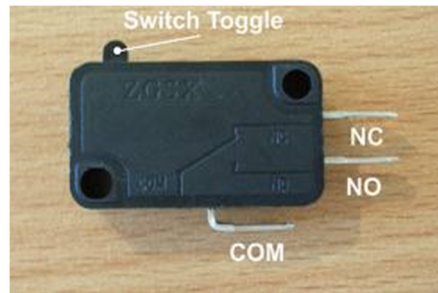


Figure2.7 : image correspondre au micro switches

2.12 Structure finale du robot :

Après avoir réalisé tous les systèmes mécaniques du robot, avec tous les éléments nécessaires à l'accomplissement de la tâche prévue, on a assemblé les pièces mécaniques avec des vis. L'ensemble est recouvert par une coque en plexiglas transparent.

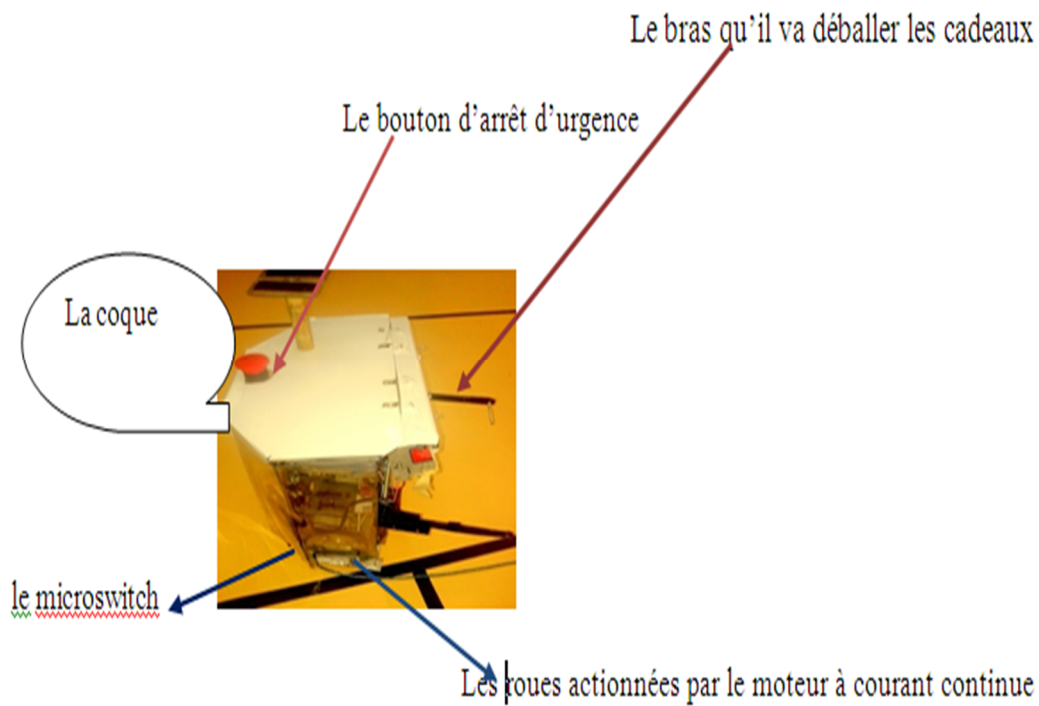


Figure2.8 : conception de notre robot

Chapitre 2 : Conception mécanique et électronique du robot

2.8 La motorisation:

Les moteurs à courant continu sont les plus utilisés dans les robots mobiles. Ces moteurs sont aussi équipés d'un réducteur mécanique.

2.9 Les réducteurs :

Généralement les moteurs utilisés ont une vitesse trop rapide et un couple faible. Pour améliorer cette vitesse et ce couple il suffit d'utiliser un engrenage. Cet engrenage permet de diminuer la vitesse de rotation et augmenter le couple de sortie plus rapide à un couple faible à une vitesse lente mais de bon couple cela permettant de motoriser les roues de traction ou des bras manipulateur ainsi que d'autres mécanismes.

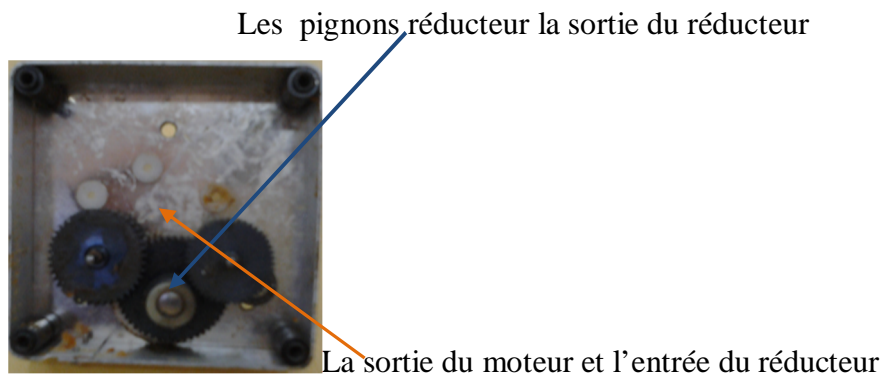


Figure 2.4 : image d'un réducteur

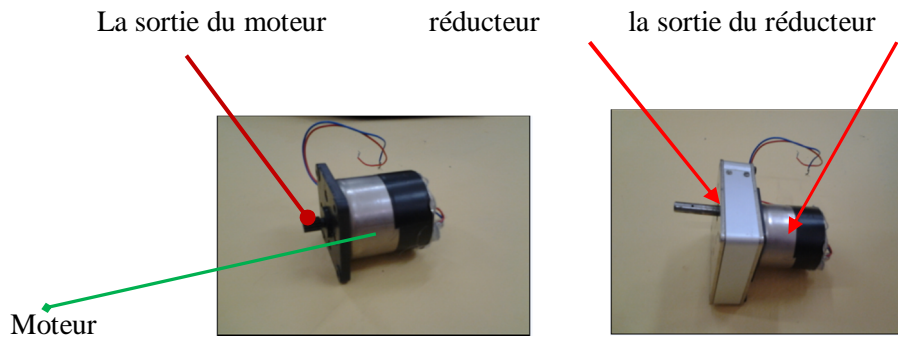


Figure 2.5 : image d'un moteur Figure 2.6: image d'un moteur avec leur réducteur

2.10 le bras :

Pour débarrasser les cadeaux nous avons adopté une technique simple consistant à utiliser un simple bras actionné par un motoréducteur (figure 2.8).

2.11 Micro-Switch :

Pour notre cas nous avons placé trois micro switches en arrière pour détecter les bordures de la table. Ces micro switches sont connectés tel qu'illustré par la figure 2.7

Chapitre 2 : Conception mécanique et électronique du robot

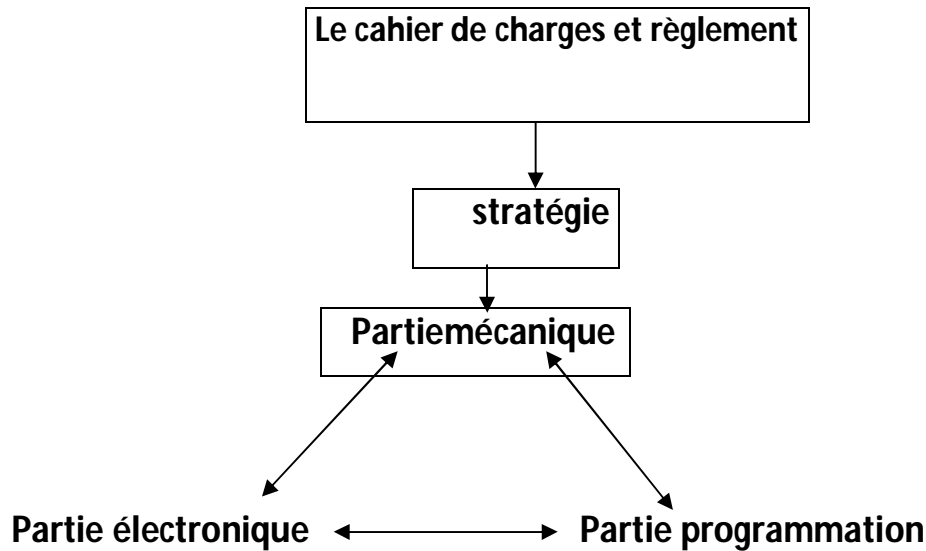


Figure 2.2: Organigramme du projet

2.5 Matériaux utilisés:

Parmi les différents matériaux que nous avons utilisés pour construire notre robot mobile l'aluminium et plexiglas sont les éléments principaux.

2.6 L'énergie :

Notre robot contient de deux batteries rechargeables de 6v pour la partie de commande et de 12v pour la partie de puissance.

2.7 Les Roues :

Pour le déplacement de notre robot nous avons utilisés deux roues en aluminium de diamètre 10 mm dont le périmètre extérieur est recouvert d'une matière élastique anti-glissement. Pour stabiliser le châssis du robot sur nous avons ajouté un troisième point d'appui matérialisé par une roue bille pouvant se déplacer librement dans toutes les directions.



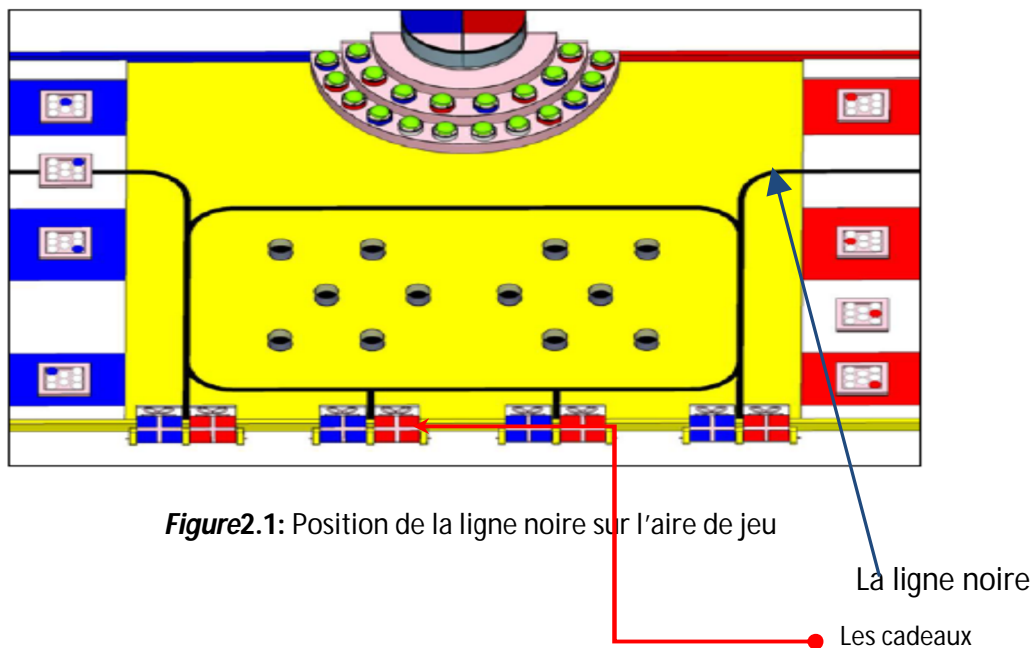
Figure2.3 : la roue -bille

Chapitre 2 : Conception mécanique et électronique du robot

2.1 Introduction :

Ce chapitre sera consacré à la description du robot que nous avons conçu en vue de la participation au concours de robotique Eurobot 2013. Après avoir étudié le cahier des charges de ce concours nous avons adopté une certaine configuration mécanique et électronique en fonction des moyens dont nous disposons et de la stratégie que nous avons choisie pour faire déplacer le robot sur l'aire de jeu proposée.

2.2 L'aire de jeu du concours Eurobot 2013 :



2.3 Stratégie adoptée :

Après avoir réalisé le robot participant au concours précédent nous avons gardé la même plateforme pour tenter de cibler et fiabiliser l'une des tâches que le robot devait exécuter. Cette tâche consiste à faire suivre le robot la ligne noire tracée sur l'aire de jeu, ceci afin que ce dernier puisse atteindre des positions des cadeaux alignés sur la bordure de la table.

2.4 Présentation de la solution adoptée :

Notre approche à ce problème a pris en considération des facteurs :

Afin de satisfaire la stratégie adoptée précédemment nous choisirons un robot suiveur de ligne qu'il est porté sur les éléments suivants :

- déplacement et suives la ligne noir
- perception
- Partie intelligence ou de décision
- autonomie

3-1 INTRODUCTION :

Dans ce chapitre nous allons écrire un programme qui permet à notre Robot de suivre une ligne. En effet, nous voulons réaliser un robot capable et de façon autonome de suivre un parcours matérialisé par une ligne de couleur noire sur un fond jaune, ceci en évitant tout obstacle éventuel. Pour ce faire nous allons utiliser une carte de commande de type Arduino, basée sur le microcontrôleur ATmega328P. Après une brève description de l'environnement de développement Arduino nous donnerons les détails sur la manière dont les capteurs de couleur sont placés sur le châssis ainsi que les problèmes inhérents aux perturbations qui font qu'il est difficile d'obtenir un réglage parfait donnant le résultat théorique attendu.

3-2 Présentation de l'Espace de développement Intégré (EDI) Arduino

Cet espace de développement intégré (EDI) dédié au langage Arduino et à la programmation des cartes Arduino comporte :

- **Une barre de menu** : interface graphique.
- **Une barre de boutons** : direct aux fonctions essentielles du logiciel.
- **Un éditeur** : pour écrire le code.
- **Une zone de messages** : qui indique l'état des actions en cours.
- **Une console de texte** : qui permet affiche le résultat de la compilation du programme.
- **Un terminal série** : permet d'afficher des messages textes reçus de la carte Arduino.

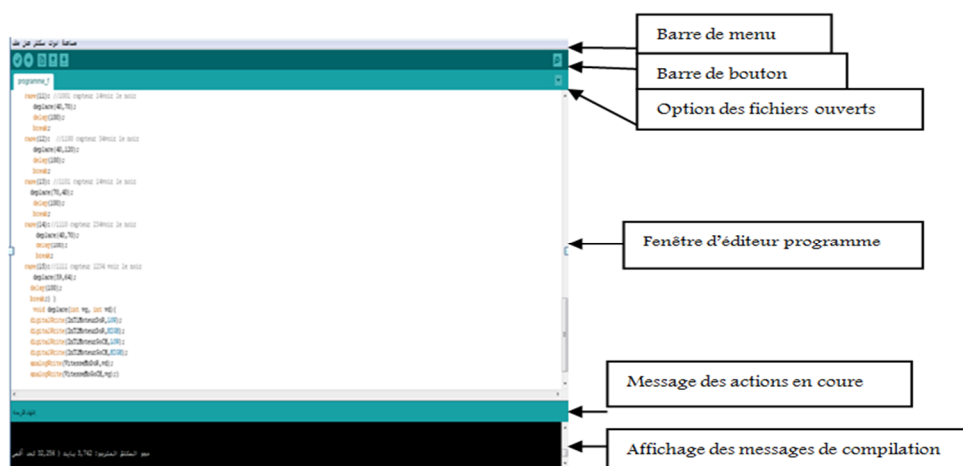
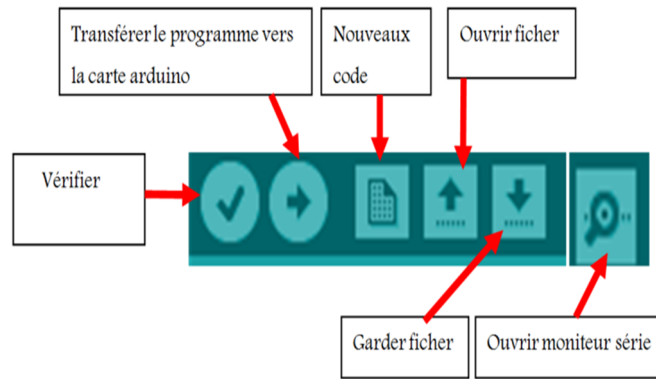


Figure3.1 présentation des éléments de l'ARDUINO software



Figur3.2 fonctionnement les éléments de barre de bouton

3-3 Description de la structure d'un programme :

Un programme est une suite d'instructions sous forme textuelle, qui contient trois parties :

1^{ère} partie : Description des constantes et variables du programme

2^{ème} partie : Fonction principale : configuration des entrées/sorties et éléments à configurer, la partie void setup()

3^{ème} partie : Fonction boucle : description du fonctionnement général, la partie void loop()

comme montre la figure suivante

1 ^{ère} partie	<pre>int LED_Pin_13=13;</pre>
2 ^{ème} partie	<pre>void setup() { pinMode(LED_Pin_13, OUTPUT); // Configuration de la broche 13 en sortie }</pre>
3 ^{ème} partie	<pre>void loop() { digitalWrite(LED_Pin_13, HIGH); // Fixe la sortie 13 au niveau HAUT (allume la DEL) delay(1000); // Fixe une 1 seconde (1000ms) d'attente digitalWrite(LED_Pin_13, LOW); // Fixe la sortie 13 au niveau BAS (éteint la DEL) delay(1000); // Fixe une 1 seconde (1000ms) d'attente }</pre>

Figure3.3 structure d'un programme Arduino

3-4 Positionnement des capteurs :

Les problèmes que nous avons rencontrés sont essentiellement dus à l'influence de la lumière ambiante et notamment le rayonnement infrarouge qui gêne énormément le bon fonctionnement de nos capteurs, étant donné que ces derniers sont basés sur une émission/réception de ce type de rayonnement. Le choix de la position de ces capteurs est donc primordiale ; car d'une part il faut les protéger de la lumière ambiante mais d'autre parts ceci peut être problématique puisque cela risque de compliquer la réception du rayon émis, étant donné que cette protection va assombrir la zone de réflexion des ces rayons et par conséquent les capteurs ne vont pas donner les résultats escomptés, à savoir une différence remarquables entre les zones claires et les zones sombres.

En ce qui concerne notre robot nous avons adopté le choix de positionner ces capteurs comme illustré par la figure 3.4. Ces derniers sont fixés en dessous du robot et pointent vers le bas pour détecter la présence de la ligne noire d'une largeur de 25 mm.

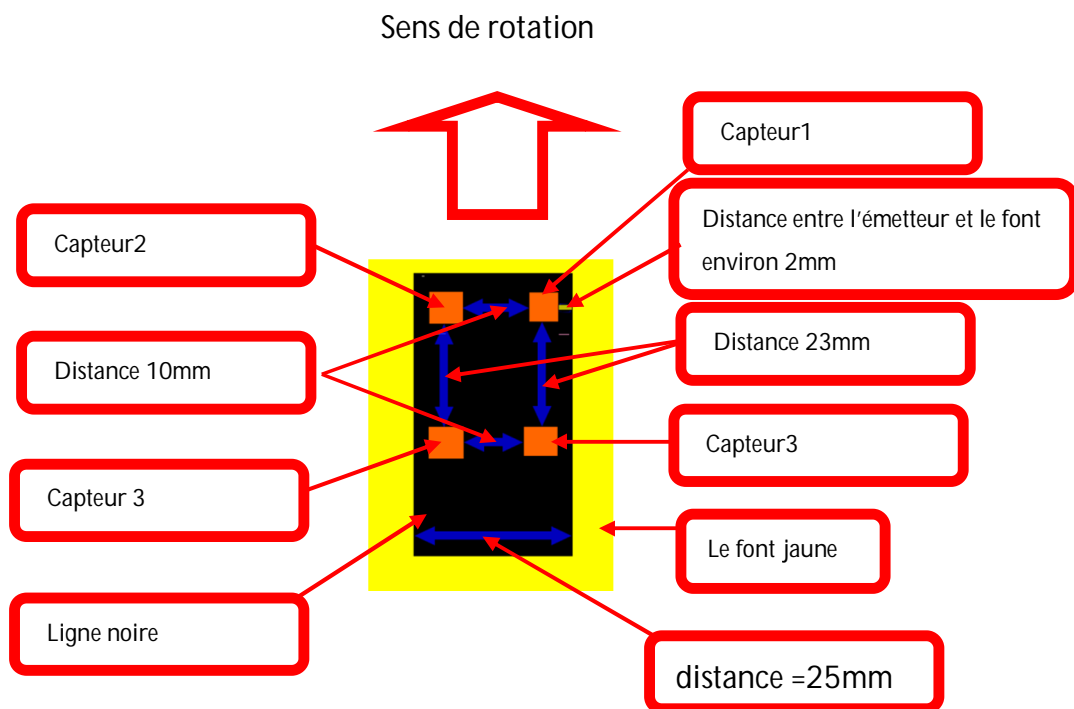


Figure3.4 Positions et distances pour les quatre capteurs

Chapitre 3 : Résultat et test

Selon l'orientation du robot les figures ci-dessous illustrent les différentes positions pour les quatre capteurs les plus fréquentes.

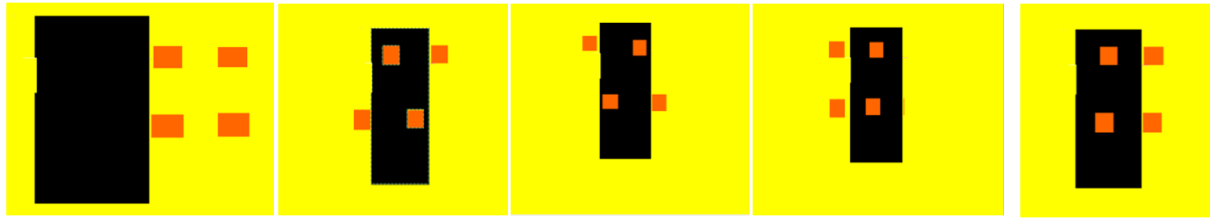


Figure 3.5 Différentes possibilités des positions des capteurs relatives au robot

3.5 La reconnaissance de ligne

Pour détecter la présence de la ligne noire, nous utiliserons la tension délivrée par le capteur CNY70, après une conversion analogique numérique on obtient 5V (logique 1) lorsque le capteur capte le fond jaune et 0V (logique 0) lorsqu'ils captent la ligne noire.

Les capteurs doivent être disposés **au plus à 3 mm** de la couleur de la surface à déterminer. Par défaut les capteurs détectent la couleur noire, c'est-à-dire que la partie réception ne donne aucun signal tant que le capteur n'est pas en face d'une zone claire (jaune dans notre cas) réfléchissant l'onde infrarouge émise par le capteur (niveau en sortie de l'amplificateur 3,36V, et diode témoin allumée). S'ils trop bas ils détectent la couleur jaune (niveau en sortie de l'amplificateur 0 V diode témoin éteinte).

Afin de faire suivre le robot la ligne noire notre programme aura pour tâche de traiter les différents cas possibles pour décider de la valeur à donner aux vitesses pour les moteurs gauche et droit de sorte que le robot puisse suivre la trajectoire recherchée. Le tableau ci-dessous illustre ce que le programme effectue comme opérations en fonction des états des quatre capteurs utilisés.

le programme principal exécute le calcul suivant :

$$\text{Etat var} = C_4 * 8 + C_3 * 4 + C_2 * 2 + C_1$$

On obtient donc une image décimale de l'état des capteurs

3.6 Tableau de vérité :

Capteur4	Capteur3	Capteur2	Capteur1	Fonction	decimale Etat var
0	0	0	0	Tourne sur lui même	0
0	0	0	1	Tourne à gauche	1
0	0	1	0	Tourne à droite	2
0	0	1	1	Tourne à gauche	3
0	1	0	0	Tourner à gauche	4
0	1	0	1	Tourner à droite	5
0	1	1	0	Tourner à gauche	6
0	1	1	1	Tourner à droite	7
1	0	0	0	Tourner à gauche	8
1	0	0	1	Tourner à droite	9
1	0	1	0	Tourne à gauche	10
1	0	1	1	Tourner à droite	11
1	1	0	0	Tourne à gauche	12
1	1	0	1	Tourne à droite	13
1	1	1	0	Tourne à gauche	14
1	1	1	1	Marche avant	15

Tableau3.1 table de vérité pour les capteurs

3-7 La gestion des cas possibles :

16 cas de positions de ligne, à chaque cas correspond une valeur décimale de l'état des capteurs. Nous avons (16) cas possibles pour le suivi de ligne ,nous avons pris en compte les virages, il est possible de vérifier visuellement l'état de chaque capteur de couleur à l'aide des DEL témoins de détection.

3-8 Les principaux algorithmes :

3-8-1 Suivi une ligne noire :

Chapitre 3 : Résultat et test

Le robot est muni de quatre capteurs optiques alignés sur la gauche et sur la droite positionnés sur le devant de robot et qui pointent vers le sol afin de détecter la ligne noire.

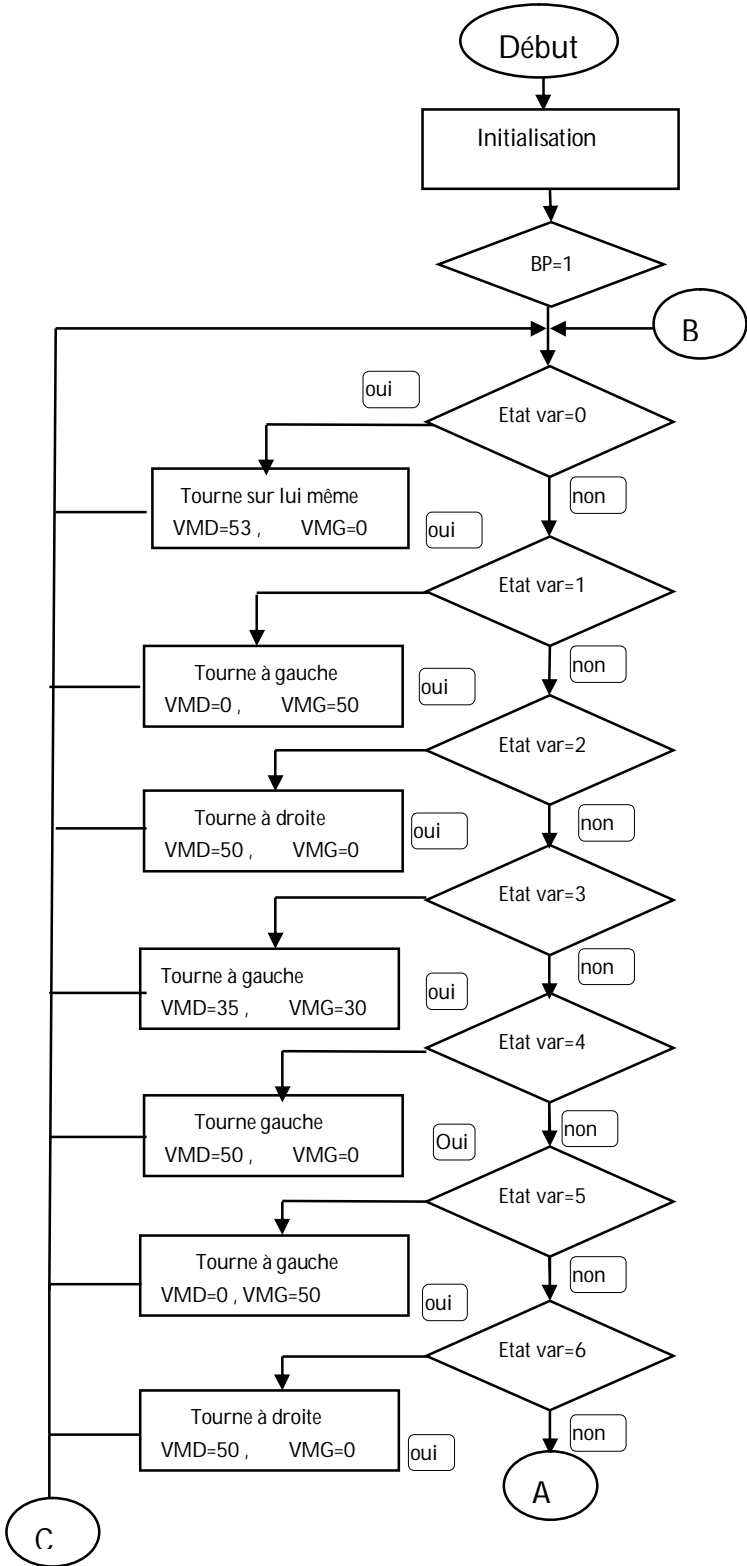
On doit connaître les valeurs que les capteurs donnent quand ils voient une « couleur » entre le noir et le jaune. Les capteurs sont calibrés sur une échelle de 0V (jaune) à 5v (noir). Si la zone est complètement noire, le capteur retourne 5v. Si la zone est complètement jaune le capteur retourne 0v. Si un capteur lit une valeur $C < 5v$ on sait que le robot n'est pas aligné sur la ligne noire et il faut le faire tourner vers la ligne d'un angle proportionnel à cette valeur C. On utilise les informations fournies par les capteurs comme suit (on suppose que le robot est initialement aligné sur la ligne noire) :

- Si les quatre capteurs voient le noir, le robot va tout droit.
- Si un seul capteur voit le jaune, le robot tourne vers les capteurs qui voient le noir.
- Si les quatre capteurs voient le jaune le robot tourne sur lui même jusqu'à ce qu'il trouve la ligne noire.

a- Algorithmes de suivi de la ligne noire

-Le premier algorithme que nous allons détailler est le suivi d'une ligne.

C'est l'algorithme le plus important. Le but de cet algorithme est d'orienter le robot pour suivre une ligne. La lecture des capteurs permet de connaître la position du robot par rapport à la ligne, L'algorithme complet ci-dessous contient les 16 cas possibles.



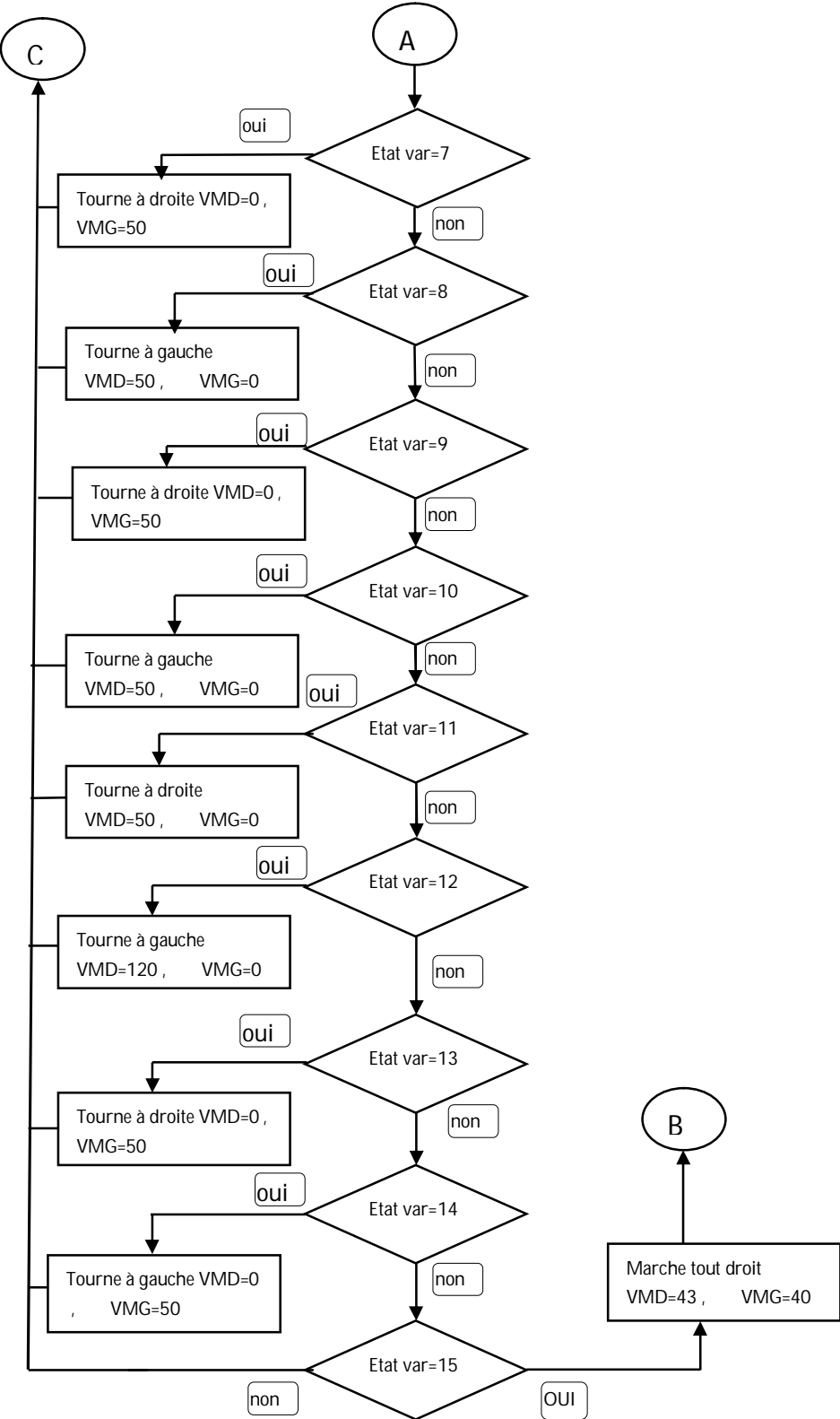


Figure3.6 l’algorithme principale pour suivre une ligne

3-8-2 Module ultrason :

Le module à ultrasons permet de mesurer la distance par rapport à un obstacle (entre 3cm et 3 m environ).

a-Diagramme de programmation :

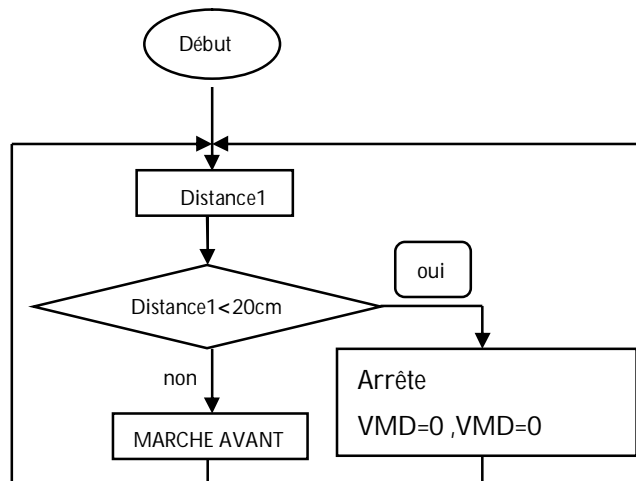


figure3.7 algorithme module ultra son

Si la distance à l'obstacle est supérieure à 20 cm, le Robot avance ; sinon le Robot s'arrête.

3-8-3 Le module micro-Switch :

Le module micro Switch permet de détecter un contact physique avec un obstacle.

a-Diagramme de programmation :

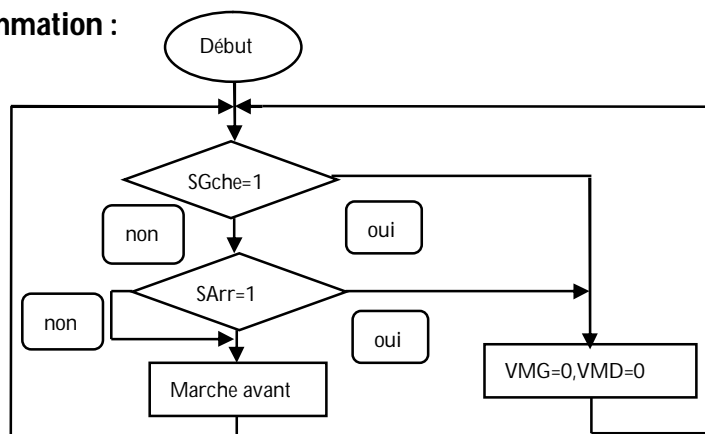


Figure3.8 algorithme module Micro Switch

3-9 Conséquences des problèmes rencontrés :

3 -9-1 Tracé de la ligne noire:

Les problèmes Le plus important étant la traversée d'un virage. Car nous ne pouvons pas faire des virages de même taille et de forme identique. voila une image qui représente de virage



Figure3.9 Image représentant un virage

3-9-2 Structure mécanique :

a- Les moteurs :

Puisque les moteurs ne sont pas parfaitement identiques, ils posent un problème de vitesse de rotation l'un par rapport à l'autre. La solution adoptée consiste à augmenter la vitesse du moteur le plus faible ou réduire la vitesse du moteur le plus fort, ceci afin de synchroniser le déplacement des deux roues. Pour notre cas particulier nous avons constaté que la vitesse du moteur droit est plus faible par rapport à celle du moteur gauche donc simplement on augmente sa vitesse à grâce au signal PWM jusqu'à ce que le robot marche tout droit. Les tests pratiques ont montré qu'il fallait prendre est 43% come rapport cyclique pour le moteur droit et 40% pour le moteur gauche.

b- Alimentation :

Afin de séparer les parties puissance et commande de notre système nous avons prévu deux alimentations ; l'une à partir d'une batterie de 6V, pour alimenter la partie commande comprenant la carte Arduino avec les différents capteurs, la seconde de 12V délivre la puissance nécessaire pour faire tourner les moteurs faisant déplacer le robot. Les deux parties sont séparées grâce à l'utilisation des opto-coupleurs servant à envoyer les signaux de commande vers la partie de puissance.

3 -9-3 Structure électronique :

La partie électronique du robot consiste à réaliser 4cartes électroniques :

- Une carte comparateur.

Chapitre 3 : Résultat et test

- Une carte d'alimentation.
- Une carte de capteurs.
- Une carte d'interface I²C.

La réalisation de cet ensemble de cartes électroniques a nécessité un temps assez long, ceci étant du au fait qu'il fallait non seulement concevoir et réaliser les circuits imprimés mais aussi affronter les problèmes liés à la concentration des composants et du câblage vu l'ensemble devait tenir dans un espace assez réduit limité par la taille du robot.

Parmi les éléments important de notre conception, l'utilisation d'un circuit spécialisé servant à réaliser l'extension du port d'entrée/sorties du module Arduino, a été proposée, ceci afin de pouvoir connecter le nombre de capteurs suffisant pour répondre au cahier des charges. En effet notre carte Arduino uno ne dispose que de 13 broches. La solution retenue consiste à utiliser le circuit PCF8573A qui permet à ajouter 8 entrées/sorties à notre système. Ce composant, de type I²C, nécessite uniquement deux signaux de communication pour en produire 8 en entrée ou en sortie selon le besoin.

3-10 Présentation PCF8573:

Le circuit PCF8573 est une interface I²C d'entrées/sorties dit quasi bidirectionnel.

La norme I²C développé par Philips définit le support et le protocole de transmission entre le microcontrôleur et le circuit pcf8573A, ce dernière connecté sur un bus de deux fils, le principe de transmission repose sur une émission En série sur un de fils appelé SDA en se synchronisant sur l'horloge à l'autre fil appelé SCL.

SCL(serial clock line)connecte à la pinA₅ de la carte arduino +Résistance 10K(pull up) .

SDA(serial data line)connecte à la pinA₃ de la carte arduino +Résistance 10K(pull up) .

Les deux lignes SDA, SCL sont chacune bidirectionnelles (entrante et sortante) et sont connectées à la ligne positive d'alimentation au travers de résistances (pull-up) pour mission d'assurer une double fonction décharge et de rappel. Au repos le bus est dit libre et ces deux lignes sont relâchées à l'état haut (résistances de rappel).

Chapitre 3 : Résultat et test

- Une sérialisation, lors de l'entrée, c'est à dire le passage d'informations sous forme parallèle à une information sous forme série (I²C).
- Une dé-sérialisation, lors des sorties, c'est à dire le passage de série (I²C) à parallèle.

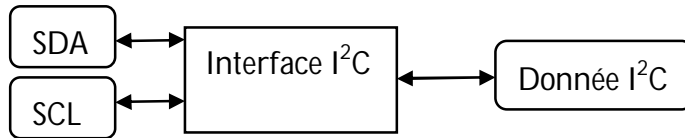


Figure 3.10 schéma bloc de circuit pcf8573A

a) Communication avec le composant :

Lorsque l'adresse reçue concerne le composant et que le bit R/W (écriture /lecteur) est positionné à 0, alors l'octet suivant de la trame est mémorisé dans le registre d'écriture.

Lorsque l'adresse reçue concerne le composant et que le bit R/W est positionné à 1, alors le circuit vient lire son registre de lecture.

b) Conditions de changement d'état et de validité des données.

deux conditions sont liées :

- La validité d'une donnée: lorsque la ligne de donnée SDA est stable (haute ou bas) pendant que la ligne d'horloge SCL est à l'état haut.
- Le changement d'état: Quel que soit le niveau (haut ou bas) de la ligne de données SDA lorsque la ligne d'horloge SCL sera à l'état BAS.

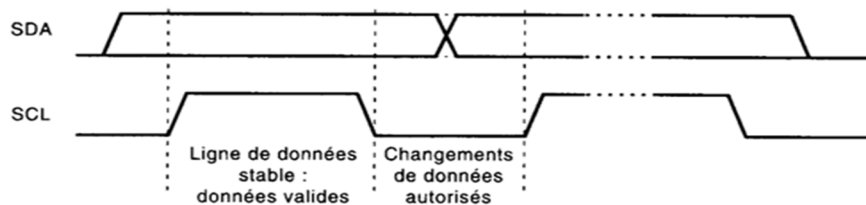


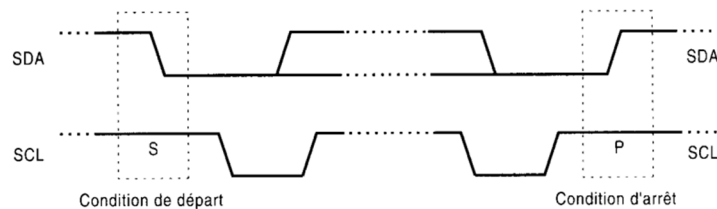
Figure 3.11 chronogramme représente la validité des données et le changement d'état

c) Conditions de départ et d'arrêt :

Chapitre 3 : Résultat et test

C-1 Condition de départ: lorsque la ligne de donnée SDA passe de l'état haut à l'état bas mais ligne d'horloge reste à l'état haut.

C-2 Condition de d'arrêt: lorsque la ligne de données SDA passe de l'état bas à l'état haut mais la ligne d'horloge reste à l'état haut.



Figuer3 .12chronogramme des condition d'épart et d'arrêt

À tout cela il faut ajouter les compléments suivants :

- les conditions de départ et de d'arrêt sont toujours créées par le maître,

Maître : génère le signal d'horloge et termine le transfert.

- le bus est dit occupé après la condition de départ,
- le bus sera considéré comme libre après la condition de stop.

3.11 Conclusion :

Au cours de ce chapitre nous avons décrit l'essentiel de l'architecture de notre robot et l'approche adoptée pour capter la ligne que le robot doit suivre pour atteindre un objectif particulier. Nous avons aussi présenté les éléments particulier caractérisant notre travail, à savoir l'extension du port entrée/sorties de la carte de commande afin de répondre aux exigences de notre projet ; à savoir utiliser un nombre important de capteurs pour pouvoir considérer un maximum de cas possibles concernant l'orientation du robot par rapport à la trajectoire désirée.