

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 حطاب البليدة
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك
Département d'Électronique



Mémoire de Master

Mention Électronique
Spécialité Système de vision et robotique

présenté par

HOCEINE Ayoub

&

SEBAI Ahmed

Conception et réalisation de deux robots mobiles autonomes conformément aux règlements d'EUROBOT 2016

Proposé par : Mr : BRADAI Rafic

Mr : MAAMOUN

Année Universitaire 2015-2016

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en témoignage de ma reconnaissance. De mon cœur, et de mon profond respect :

A ma très chère mère qui a sacrifié sa noble existence pour bâtir la mienne, et qui est pour moi le symbole du courage et du sacrifice.

A mon cher père pour avoir mis tous les moyens à ma disposition et d'avoir été à mes côtés tout au long de ces années d'études.

A mes chers frères Amine, Younes et mon petite frère Anis et a ma cher sœur Mounia.

A ma grand-mère et mon grand père, mes tantes et mes oncles et leur famille et à tout la famille de proche et de loin.

A mon binôme Hocein Ayoub, et à Omar Morsli pour son soutien.

A tous mes collègues de l'Université de Blida.

Je le dédie enfin a tous mes amis et ceux qui me sont cher.

SEBAI Ahmed

Dédicace

Du profond de mon cœur ; je dédie ce travail à tous ceux qui sont chers,

A la mémoire de ma mère :

Ce travail est dédié à ma chère mère, décédé trop tôt, qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études et ma vie.

J'espère que, du monde qui est sien maintenant, elle apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'un fils prié pour le salut de son amé .puisse dieu, le tout puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde.

A mon père :

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tous le soutien et l'amour que vous e portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

A mes frères et tout la famille de proche et de loin.

A mon binôme Sebai Sidahmed, et à Omar Morsli pour son soutien.

A tous mes collègues de l'Université de Blida.

A tous mes amis.

HOCEINE Ayoub

Chapitre 1

Chapitre 2

Chapitre 3

Introduction Générale

Conclusion Générale

Chapitre 4

ملخص:

موضوع الأطروحة هو تصميم وبناء اثنين من الروبوتات المتنقلة بموجب لائحة EROBOT2016 ، والقدرة على التحرك في الطاولة بطريقة مستقلة، والهدف من ذلك هو كسب النقاط، لذلك وضعنا هيكل للروبوتات واستراتيجية خاصة. يتم تحكم بحركات الروبوتات عن طريق نوع بطاقة اردوينو، التي ستكون مسؤولة عن تقديم إشارات إلى وحدة السلطة المرتبطة مباشرة إلى اثنين من المحركات المسؤولين عن حركة الروبوت وفقا لإحداثيات (ϕ ، Y ، X) باستخدام ترميز البصرية

كلمات المفاتيح: الروبوت المحمول، ذاتية الحكم، التشفير البصرية، الإحداثيات (ϕ ، Y ، X)، EUROBOT عام 2016، اردوينو،

Résumé :

Le sujet traité dans la thèse est la conception et la réalisation de deux robots mobile, conformément au règlement EROBOT2016, capable de déplacé dans une table de jeu d'une manière autonome, l'objectif est de gagner des points, nous avons donc mis une en place une structure du robot et une stratégie spécial. Les mouvements du robot sont contrôlés par une carte de type Arduino, laquelle se chargera de délivrer les signaux au module puissance directement lié aux deux moteurs responsables de faire déplacer le robot selon les coordonnées (X , Y , ϕ) en utilisent un encodeur optique.

Mots clés : Robot mobile, Autonome, encodeur optique, coordonnées (X , Y , ϕ), EROBOT2016, Arduino ,

Abstract :

The subject matter of the thesis is the design and construction of two mobile robots under Regulation EROBOT2016, able to move in a game table in an autonomous way, the goal is to earn points, so we put a structure of the robot and a special strategy. The robot's movements are controlled by an Arduino card type, which will be responsible for delivering signals to the power module directly linked to the two motors responsible for moving the robot according to the coordinates (X , Y , ϕ) by using an optical encoder.

Keywords: Mobile robot, Autonome, Optical encoder, coordinats (X , Y , ϕ), Arduino , EROBOT2016

Table des Figures

Figure 1.1 Dr. Grey Walter et sa tortue électronique	4
Figure 1.2 Premiers Robotique industrielle	5
Figure 1.3 Premiers robot mobiles	5
Figure 1.4 développent de la robotique mobile	16
Figure 1.5 Quelques exemples d'application des robots	7
Figure 1.6 Architecture d'un robot mobile	13
Figure 1.7 Robots à roues différentielles	14
Figure 1.8 Robot tricycle	14
Figure 1.9 Robot Voiture	15
Figure 1.10 Robot mobile omnidirectionnelles	15
Figure 1.11 Robot mobile à Chenilles	16
Figure 1.12 Robot hexapode (Asimo)	17
Figure 1.13 Robot hexapode	17
Figure 1.14 Robot Rampant	15
Figure 1.15 Synoptique de la sécurité	19
Figure 1.16 Architecture générale d'un système robotique	21
Figure 2.1 la table de jeu	25
Figure 2.2 La zone de départ	26
Figure 2.3 Cabine de plage et Drapeaux	26
Figure 2.4 Les poissons et le filet de pêche	27
Figure 2.5 La dune.....	28
Figure 2.6 Le château de sable départ.....	28
Figure 2.7 Des cubes de sable.....	28
Figure 2.8 un cône et un cylindre de sable.....	28
Figure 2.9 Le paravent	28
Figure 2.10 La zone de construction	29
Figure 2.11 Le château de sable construit	29
Figure 2.12 Le tour	29
Figure 2.13 une muraille	29
Figure 2.14 coquillage	30
Figure 2.15 roché.....	30

Figure 2.16 la ligne noire	31
Figure 3.1 Plateforme (châssis) Robot principale.....	35
Figure 3.2 Pièce de fixation des 2 moteurs	36
Figure 3.3 Roues fixées aux 2 moteurs sur le châssis	36
Figure 3.4 roue à bille	37
Figure 3.5 Système de pêche.....	37
Figure 3.6 parasol fermé	38
Figure 3.7 parasol ouvert.....	38
Figure 3.8 Robot principal	39
Figure 3.9 Plateforme (châssis) du robot secondaire.....	39
Figure 3.10 La roue du robot	40
Figure 3.11 Roues fixées sur le châssis	40
Figure 3.12 robot secondaire.....	40
Figure 4.1 Présentation des éléments de l'arduino software.....	52
Figure 4.2 Terminal série.....	53
Figure 4.3 Structure d'un programme.....	54
Figure 4.4 Organigramme globale de la stratégie du robot principale	56
Figure 4.5 Organigramme globale de la stratégie de robot secondaire	57
Figure 4.6 Marche distance.....	58
Figure 4.7 Angle de rotation θ	59
Figure 4.8 Schéma bloc de l'implantation du PID en régulation de distance.....	60
Figure 4.9 Schéma bloc de l'implantation du PID en régulation de position angulaire	61
Figure 4.10 les signaux des régulateurs	63

Table des Tableaux

Tableau 1.1 Domaines d'utilisation des robots mobiles	11
Tableau 3.1 Domaine d'application de traitement d'image	48
Tableau 4.11 les résultats obtenus	64

Sommaire

1.1 Introduction général	1
Chapitre1	
Généralité sur la robotique mobile	
1.1 Introduction général	3
1.1.1 Historique	4
1.1.2 Définitions	7
1.2 Les robots mobiles	8
1.2.1 Présentation général sur les robots mobiles.....	8
1.2.2 Classification des Robots Mobile	8
1.2.3 Applications.....	10
1.2.4 Les avantages et les inconvénients de robot	12
A. Les avantages.....	12
B. les inconvénients	12
1.2.5 Architecture et les composants des robots mobiles	12
A. Architecture des robots mobiles.....	12
A.1 La structure mécanique et la motricité	13
A.1.1 Les robots mobiles à roues	13
A.1.2 Les robots mobiles à chenilles	15
A.1.3 Les robots mobiles marcheurs	15
A.1.4 Les robots mobiles rampants	17
A.1.5 La motricité et l'énergie	17
A.2 Les organes de sécurité	18
A.3 Traitement des informations et gestion des tâches	19
A.4 Le système de localisation	19
B. Les composants fonctionnels de robot	19
1.2.6 La robotique et l'intelligence artificielle	20
A. Intelligence artificielle	20
B. Les outils d'exécution de l'IA dans le robot	20
C. Types de programmes d'IA utilisées dans la robotique	21
1.3 Conclusion	21

Chapitre2

Cahier de charges pour EUROBOT

2.1 Présentation du concours EUROBOT	22
2.1.1 Introduction.....	22
2.2 Présentation du cahier de charges proposé	22
2.2.1 les actions des robots	22
2.2.2 Description et disposition des éléments de jeu	23
A. La table de jeu	23
B. Les zones de départ.....	24
C. Les drapeaux et Cabines de plage.....	25
D. La pêche en mer.....	25
E. Le château de sable.....	26
F. Les coquillages.....	28
G. Les lignes noires	29
2.2.3 Equipements obligatoires	29
A. Démarrage	29
B. Les Contraintes.....	30
2.2.4 Déroulement du match.....	31
A. Mise en place.....	31
B. Le match.....	32
C. Le comptage des points.....	33
C.1 Les Drapeaux.....	33
C.2 La pêche en mer.....	33
C.3 Le château de sable	33
C.4 Les coquillages.....	33
C.5 Funny action	33
C.6 Points bonus	33
C.7 Forfait	33
C.8 Les pénalités	34
2.3 Conclusion.....	34

Chapitre 3

Partie mécanique et électronique

3.1 Introduction	35
3.2 Partie mécanique	35
3.2.1 Robot principale	35
A. Structure de robot (Plateforme)	35
B. Partie motrice	36
B.1 Les Roues	36
B.2 roue à bille	36
C. Système de pêche	37
D. Système de parasol	38
3.2.2 Robot secondaire	39
A. Structure (Plate-forme)	39
B. Partie motrice	40
B.1 Les Roues et la roue à bille	40
3.3 Partie électronique	41
3.3.1 Robot principale	41
3.3.2 Système de démarrage et navigation de robot	42
A. Source d'alimentation	42
B. La carte de commande arduino	42
C. Contrôle des moteurs à courant continu via L298N	43
C.1 Le L298N	43
C.2 Carte de puissance	44
C.3 Moteurs à courant continu DC	44
C.4 Encodeur optique	45
C.4.1 Fonctionnement d'un codeur	46
3.3.3 Système de la pêche	46
A. Servomoteur	46
3.3.4 Système de détection d'obstacle	48
A. Capteur de distance infrarouge	48
3.3.5 Robot secondaire	49
3.4 Conclusion	50

Chapitre 4

Programmation et la stratégie de jeu

4.1 Introduction	51
4.2 Programmation (Software)	51
4.2.1 Présentation de l'Espace de développement Intégré (EDI) Arduino	51
4.2.2 Description de la structure d'un programme	53
4.3 La stratégie de jeu	54
4.3.1 Robot principale	54
4.3.2 Robot secondaire	57
4.4 Odométrie pour deux roues codeuses	58
4.4.1 Principe	58
4.4.2 Réglage des paramètres	58
4.4.3 Variations de l'angle et de la position du robot	59
4.5 Asservissement de la position	60
4.6 Implémentation d'un PID sur un robot	61
4.6.1 Régulateur PID	61
A. Le régulateur proportionnel P	62
B. Le régulateur proportionnel intégral PI	62
C. Le régulateur proportionnel dérivé PD	62
D. Le régulateur proportionnel intégral dérivé PID	63
4.6.2 Réglage les coefficients d'un PID	63
4.7 Conclusion	64

Listes des acronymes et abréviations

DC : courant continue.

EDI: espace de développement intégré.

PID: proportionnel intégral et dérivé.

P : action proportionnelle.

I : action intégrale.

D : action dérivée.

K_p : un gain proportionnel.

K_i : un gain intégré.

K_d : un gain dérivé.

IA : Intelligence Artificielle.

Introduction Générale

Introduction générale

Se mouvoir dans un environnement, suivre une trajectoire donnée, ramasser des objets, éviter les obstacles se comptent parmi les tâches courantes pour lesquelles un robot mobile est conçu. Pour leur bon accomplissement, le robot mobile doit être doté de la fonction perception, dont le rôle est de fournir un ensemble d'informations nécessaires pour la partie gestion et contrôle.

Le but du travail que nous avons réalisé au cours de ce projet scientifique collectif est la conception et la réalisation de deux robots mobiles capables de déplacer et naviguer sur la table de jeu d'une manière autonome afin d'atteindre un objectif prédéfini selon les règlements de EUROBOT 2016, dans lequel on a participé, et on a pris le titre champion national de la robotique Algérie «EUROBOT ALGERIA 2016». Les deux robots principale et secondaire sont situés dans une même zone de départ, notre stratégie de jeu consiste à que le robot principal aura pour tâche d'assurer que la dune de sable sera mise dans la zone de construction et il doit assurer aussi la pêche des poissons de sa couleur et les mettre dans le filet, après la pêche le robot ramasse le plus possible des coquillages qu'il sont placés un peu partout sur la plage et sur les rochers et les met dans sa zone de départ sur la couleur qui convient chaque coquillage. La durée de match limitée à 90 secondes, l'objectif est de gagner le plus possible des points que ses adversaires, pour cela nous allons concevoir un deuxième robot secondaire pour gagner de temps et des points, son rôle consiste à assurer la fermeture de la porte de chaque cabine de la plage qui porte la couleur d'équipe. Après la fin du temps réglementaire, durant 5 secondes, le robot principal ouvre son parasol embarqué. Étant donné que ses opérations nécessitent, à chaque instant, la connaissance des coordonnées des robots et des éléments de jeu qui sont situés sur la table de jeu, si pour cela on a utilisé l'asservissement de position pour le robot.

Pour mieux concevoir les robots on dispose des différents composants électroniques et mécaniques qu'on va les citer dans les chapitres. Tous les détails du concours et la conception des robots et la stratégie de jeu adoptée seront donnés dans ses quatre chapitres suivants :

- ✓ Le premier chapitre est une introduction générale sur la robotique (historique, les définitions d'un robot), ainsi que les classifications des robots mobiles et ces

Introduction Générale

domaines d'application, Les avantages et les inconvénients de la robotique, les composants et l'architecture d'un robot mobile et l'intelligence artificielle dans le domaine de la robotique.

- ✓ Le seconde chapitre on va cités l'objectif de création de EUROBOT et on va présentés le cahier de charge du concoure EUROBOT 2016 et ses règles, la disposition et la description des éléments de jeu.
- ✓ Dans Le troisième chapitre nous aborderons la partie mécanique et la partie électronique de deux robots.
- ✓ Le dernier chapitre sera réservé à la partie intelligente du robot c'est-à-dire le coté programmation et la stratégie de jeu.
- ✓ Nous terminerons par une conclusion générale de ce travail.

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

Chapitre1

Généralités sur la robotique mobile

1.1 Introduction

La robotique est devenu de nos jours un champ de recherche très varié c'est une science qui s'intéresse aux robots. Il s'agit d'un domaine multidisciplinaire (mécanique, électronique, automatique, informatique), Robot est une machine pouvant manipuler des objets ils réalisant des mouvements variés dictés par un programme aisément modifiable. Elle se subdivise en deux types : les robots industriels et les robots mobiles.

Les robots industriels sont généralement fixes, ils effectuer des manipulations répétitives, surtout lorsque le processus de fabrication est fréquemment soumis à des modifications Par exemple l'assemblage mécanique, la soudure, la peinture...

Les robots mobiles ne sont pas fixes, ils sont classifiés selon leur degré d'autonomie, selon système de locomotion, énergie utilisé..., comme ils peuvent être classifiés selon le domaine d'application en robots militaires, d'espace, industriels et Médecine ...

Les robots sont destinés à remplir des taches pénibles (exemple : transport de charges lourdes) et ils travaillent même en ambiance hostile (nucléaire, marine, spatiale, lutte contre l'incendie, surveillance...). L'aspect particulier de la mobilité impose une complexité technologique (capteurs, motricité, énergie) et méthodologique tels que le traitement des informations et gestion des tâches et les systèmes de localisation.

Dans ce chapitre, on va présenter le domaine de la robotique, historique, les définitions d'un robot, les classifications des robots mobiles, domaines d'application, Les avantages et les inconvénients de la robotique, les composants et l'architecture d'un robot mobile, l'intelligence artificielle dans le domaine de la robotique.

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

1.1.1 Historique Depuis des millénaires, l'homme a toujours été fasciné par l'idée de créatures intelligentes qui lui ressembleraient et serait à son service. Le mot robot a été utilisé pour la première fois en 1921 par Karel Capek dans sa pièce R.U.R «Rossums Universal Robots »[1].

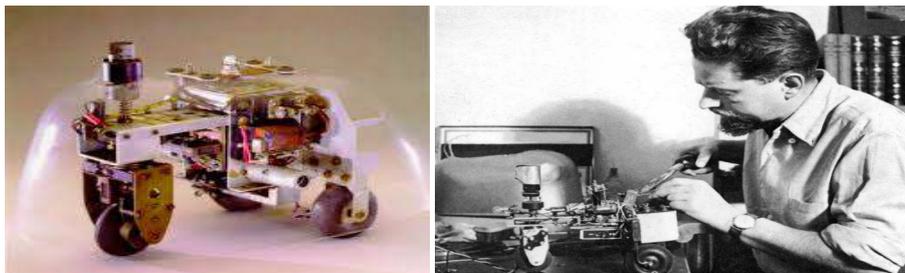
Il provient du tchèque "robota" qui signifie corvée, travail obligatoire.

Le terme robotique a été employé pour la première fois par un écrivain russe Isaac Asimov en 1941 dans ces écrits, dans lesquels il invoque la mentalité de l'interaction entre les robots et les humains, les robots dans l'imagination d'Asimov seraient équipés de cerveaux dans lesquels les trois lois qui suivent seraient programmées :

1. Un robot ne doit pas porter atteinte à un être humain ou bien, sans intervenir, laisser porter atteinte à un humain.
2. Un robot doit obéir aux ordres d'un humain, sauf si de tels ordres entrent en conflit avec la Première loi.
3. Un robot doit protéger son existence tant que cela ne viole pas les deux premières lois.

Dans les années 1940 et 1950, les progrès de l'électronique permettent de miniaturiser les circuits électriques (inventions du transistor et du circuit intégré), ouvrant ainsi de nouvelles voies à la fabrication des robots. Dans les premiers temps de la robotique, le robot est considéré comme une imitation de l'homme, aussi bien fonctionnelle que physique.

Grey Walter invente le premier robot mobile autonome en 1948, une tortue dirigeant vers les sources de lumière qu'elle perçoit (figure 1.1). Cependant, ce robot n'est pas programmable. La mise en place de robots n'a été possible que dans les années 50 avec la création des transistors et circuits intégrés.



a. Tortue électronique (1969)

b. Dr Grey Walter (1948)

Figure 1.1 Dr. Grey Walter et sa tortue électronique

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

Les premiers robots industriels :

1961 : Premier robot industrielle mis en place dans une usine de General Motors : UNIMATEchezGM en fonderie sous pression (figure 1.2.a).

1972 : Nissan ouvre la première chaîne de production complètement robotisée.

1978 : PUMA (Programmable Universal Machine for Assembly) développé par General Motors (toujours utilisé) (figure 1.2.b).



A. Robot Unimate

B. Robot Puma

Figure 1.2 Premiers Robots industrielle

Les premiers robots mobiles :

1960-64 : Ouverture des laboratoires d'Intelligence Artificielle au M.I.T., Stanford Research Institute (SRI), Stanford University, University of Edinburgh.

1967 : Mise en place de « Shakey » premier robot mobile intégrant perception, planification et exécution (figure 1.3.a).

1970 : standfordCart (figure 1.3.c).

1977 : premier robot mobile français HILARE au LAAS (CNRS Toulouse) (figure 1.3.b).



a.shakey b.Hilarec.Stanfordcart

Figure 1.3 Premiers robot mobiles

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

Le monde a connu un développement important dans l'intelligence artificielle et de la robotique : de nouveaux robots apparaissent avec une amélioration dans tous les domaines.

1995 : Mise en place de la RoboCup.

1997 : premier robot mobile extra planétaire sur Mars.

1999 : Lancement du robot chien Aibo, par SONY.

2003 : Projet "Mars Exploration Rover" (Spirit & Opportunity).

2009 : Projet "Mars Science Laboratory" succédant au projet Rover, envoi prévu de Curiosity fin 2011.

2000 : Lancement d'Asimo, par HONDA.

2009 : robot Nao utilisé dans la RoboCup Soccer.



a. Robocup.ChienAibo

c. Robot Spirit (image d'artiste)



b. Robot Curiosity

e. Asimo

f. robot Nao

Figure 1.4 développement de la robotique mobile

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

1.1.2 Définitions

Le mot robot vient d'une pièce de théâtre tchèque dans laquelle apparaissait un travailleur artificiel employé pour le (servage), désigné en tchèque par (robota)[1].

Il existe plusieurs définitions pour d'écrire un robot, parmi celles-ci Webster définit robot comme « étant un équipement ou appareil qui accomplit des fonctions normalement réservés à des humains ou bien qui opère avec une intelligence proche de celle des humains ».

L'institut Américain de Robotique définit un robot comme « Robot est un manipulateur multifonctions reprogrammables, conçu pour déplacer des matériel, des outils, des pièces, ou bien des dispositifs spécialisés à travers des mouvements programmables afin d'accomplir différents types de tâches ».

Le petit la rousse définit un robot comme « Robot est un appareil automatique capable de manipuler des objets ou d'exécuter des opérations selon un programme fixe ou modifiable », souvent un robot est défini comme un manipulateur automatique à cycles programmable. Pour mériter le nom robot, le système doit posséder une certaine flexibilité, caractérisée par les propriétés suivantes :

Auto adaptativité :

L'auto adaptativité veut dire que le robot devrait être capable d'accomplir correctement sa tâche, même s'il rencontre de nouvelles situations inattendues, sans intervention humaine.

Versatilité :

La versatilité signifie que le robot devrait être capable d'effectuer une variété des tâches, ou la même tâche de différente manière.

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

1.2 Les robots mobiles

1.2.1 Présentation générale sur les robots mobiles

Un robot est un dispositif mécanique électronique informatique. Leur intérêt réside dans leur mobilité qui ouvre des applications dans de nombreux domaines. Comme les robots manipulateurs, ils sont destinés à assister l'homme dans les tâches pénibles (transport de charges lourdes), monotones ou en ambiance hostile (nucléaire, marine,, surveillance , spatiale, lutte contre l'incendie)[1].

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

L'autonomie du robot mobile est une faculté qui lui permet de s'adapter ou de prendre une décision dans le but de réaliser une tâche malgré un manque d'informations préliminaires ou éventuellement erronées. Dans d'autres cas d'utilisation, comme celui des véhicules d'exploration de planètes, l'autonomie est un point fondamental puisque la télécommande est alors impossible par le fait de la durée du temps de transmission des informations.

1.2.2 Classification des Robots Mobiles

La classification des robots mobiles se fait suivant plusieurs critères (degré d'autonomie, système de locomotion, énergie utilisée...) [1].

La classification la plus intéressante et la plus utilisée est selon leur degré d'autonomie. Un robot mobile autonome est un systèmeautomoteur capable d'adapter son comportement à l'environnement. On dit qu'un robot mobile est autonome s'il vérifie ces deux conditions : la versatilité et l'autoadaptativité.

La versatilité signifie que le robot devrait être capable d'effectuer une variété des tâches, ou la même tâche de différente manière.

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

L'auto adaptativité veut dire que le robot devrait être capable d'accomplir correctement sa tâche, même s'il rencontre de nouvelles situations inattendues, sans intervention humaine.

On peut citer quelques types des robots mobiles autonomes :

- Robot télécommande par un opérateur Ces robots sont commandés par un opérateur qui leur impose chaque tâche élémentaire à réaliser.
- Robot télécommandé au sens de la tâche à réaliser. Le robot contrôle automatiquement ses actions.
- Robot semi-autonome Ce type de Robot réalise des tâches prédéfinies sans l'aide de l'opérateur.
- Robot autonome Ces derniers réalisent des tâches semi-définies.

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

- . La conception mécanique liée à la mobilité.
- . La détermination de la position et de l'orientation.
- . La détermination du chemin optimal.

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

1.2.3 Applications

Le domaine d'application des robots mobiles est vaste, nous présentons quelques applications dans le tableau suivant (Figure1.5) et sur (Tableu1.1).

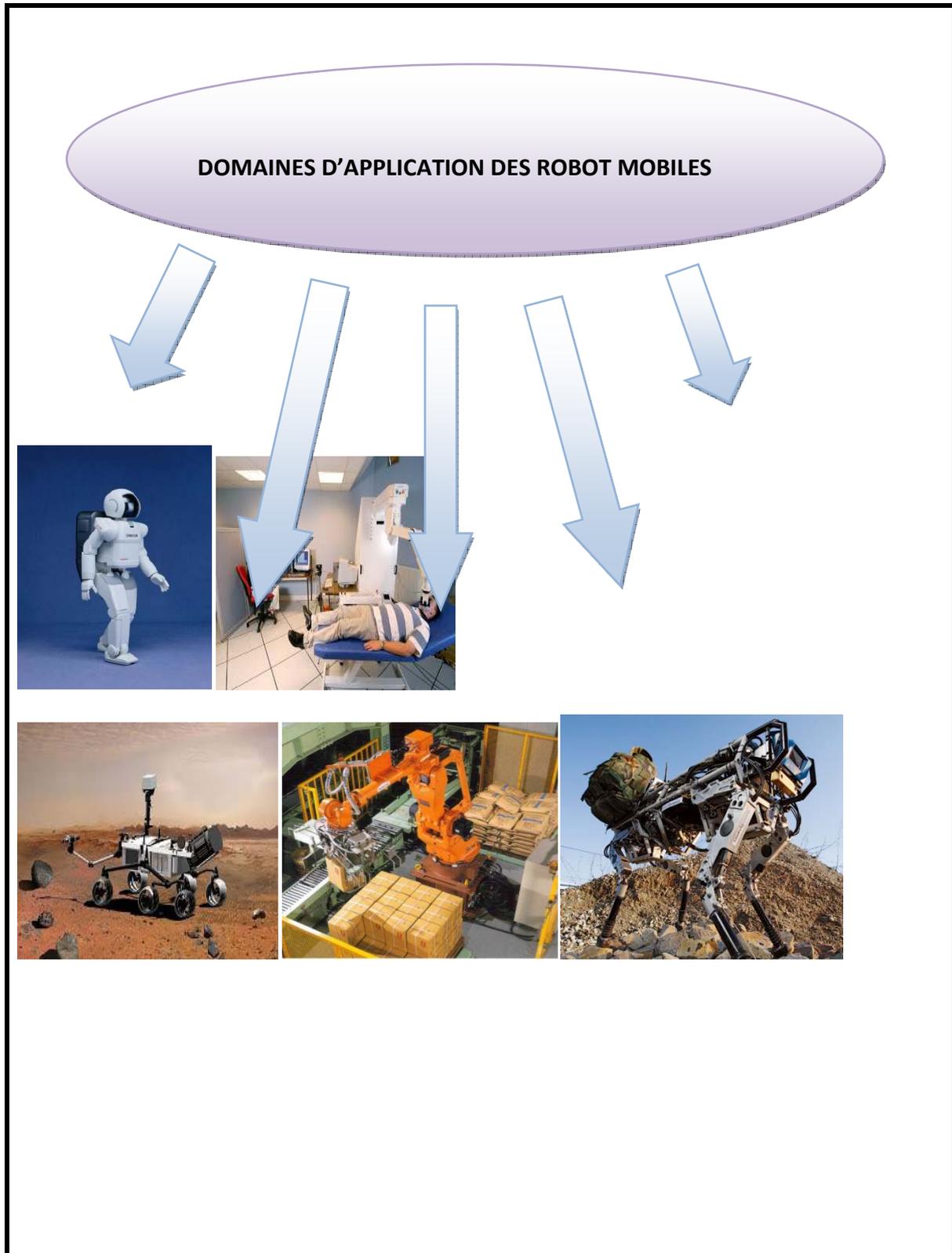


Figure 1.5 Quelques exemples d'application des robots mobiles.

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

Industrie nucléaire :	<ul style="list-style-type: none">- surveillance de sites- manipulation de matériaux radio-actifs- démantèlement de centrales
Sécurité civile	<ul style="list-style-type: none">- neutralisation d'activité terroriste- déminage- pose d'explosif- surveillance de munitions
Militaire	<ul style="list-style-type: none">- surveillance, patrouille- pose d'explosifs- manipulation de munitions
Chimique	<ul style="list-style-type: none">- surveillance de site- manipulation de matériaux toxiques
Médecine	<ul style="list-style-type: none">- assistance d'urgence- aide aux handicapés physiques, aux aveugles
Lutte contre l'incendie	<ul style="list-style-type: none">- assistance d'urgence- aide aux handicapés physiques, aux aveugles
Sous-marine	<ul style="list-style-type: none">- pose de câbles- recherche de nodules- recherche de navires immergés- inspection des fonds marins
Agricole	<ul style="list-style-type: none">- cueillette de fruits- traite, moisson, traitement des vignes...
Construction BTP	<ul style="list-style-type: none">- projection mortier- lissage du béton
Espace	<ul style="list-style-type: none">- exploration
Nettoyage	<ul style="list-style-type: none">- coque de navire- nettoyage industriel
Industriel	<ul style="list-style-type: none">- convoyage- surveillance

Tableau1.1 de domaines d'utilisation des robots mobiles.

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

1.2.4 Les avantages et les inconvénients de robot

A.Les avantages

- ✓ Les robots ont de nombreux avantages. Exemple : productivité, sécurité, fiabilité et rentabilité.
- ✓ Pour les entreprises, les robots industriels sont à l'image du salarié parfait. Ils travaillent rapidement et peuvent réaliser des tâches répétitives tout au long de la journée, sans manger, sans pause, sans aucune fatigue, sans erreur, sans maladie, mais aussi pendant la nuit, dans n'importe quelle condition de travail.
- ✓ Les robots ils n'ont pas besoin de formation, les mises à jour logicielles ou matérielles sont faciles.
- ✓ Les robots ils n'auront pas besoin du salaire ni d'une retraités, ni invalides.
- ✓ Les robots ont la possibilité d'embarquer des charges très lourdes et la possibilité de déplacements à très haute vitesse.

B.Les inconvénients

- ✓ Un robot peut également être mal programmé et peut aussi tomber en panne ce qui peut également avoir des conséquences dans la production et ralentir le fonctionnement de l'entreprise.
- ✓ Le prix d'un robot, la plupart des robots coutent plusieurs milliers de dollars, donc beaucoup d'entreprises n'ont pas les moyens d'en acheter.
- ✓ Acheter un robot revient à licencier un ou plusieurs ouvriers et diminue le nombre de postes disponibles dans une entreprise se qui cause de chômage en quelque sorte.

1.2.5 Architecture et les composants des robots mobiles

A. Architecteur des robots mobiles

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

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

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

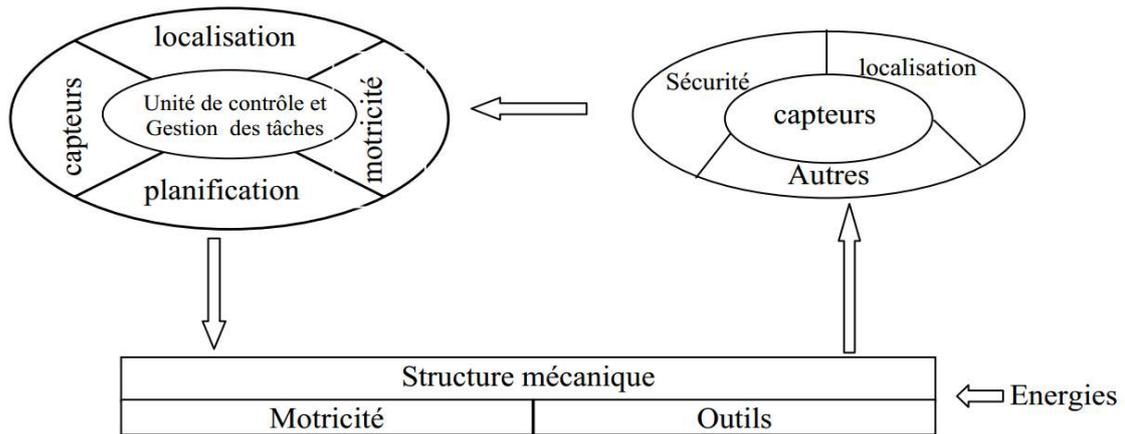


Figure 1.6 Architecture d'un robot mobile

A.1 La structure mécanique et la motricité

Locomotion est le nom collectif pour les différentes méthodes que les robots utilisent pour se transporter d'un endroit à l'autre, objectif majeur dans locomotion des robots est dans le développement des capacités pour les robots de décider comment, quand et où se déplacer de manière autonome.

A.1.1 Les robots mobiles à roues

La mobilité par roues est la structure mécanique la plus communément appliquée. Cette technique assure l'agencement et les dimensions des roues un déplacement dans toutes les directions avec une accélération et une vitesse importantes. Le franchissement d'obstacles ou l'escalade de marches d'escaliers est possible. On trouve plusieurs types des roues :

- 1) Robots à roues différentielles : Un robot à roues différentiel est un robot mobile dont le mouvement est basé sur deux roues entraînées séparément placées de part et d'autre du corps du robot. On peut ainsi changer de direction en faisant varier la vitesse relative de rotation des roues et donc ne nécessite pas de mouvement de braquage supplémentaire.

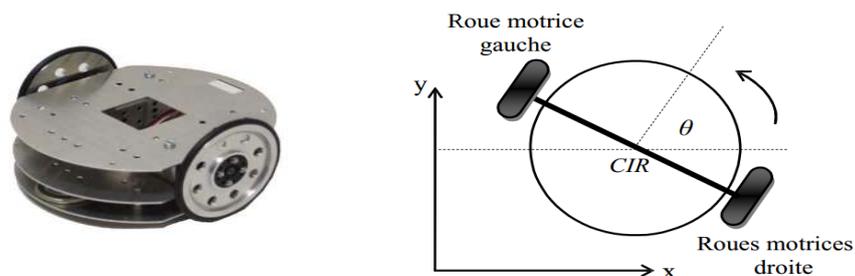


Figure 1.7 Robots à roues différentielles

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

- 2) Robots de type « tricycle » : équipés d'un essieu arrière fixe muni de deux roues non orientables et d'une roue avant centrée orientable.

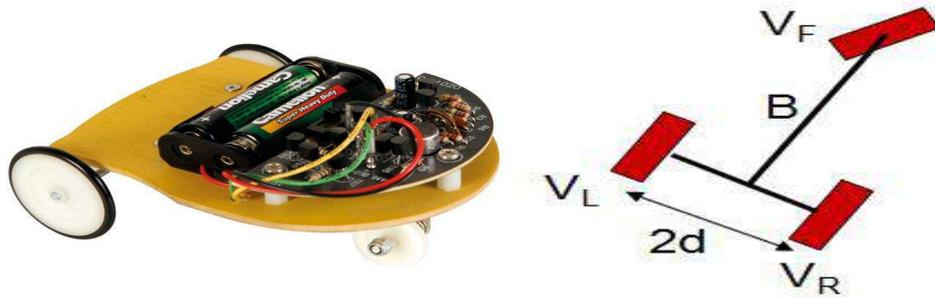


Figure 1.8 Robot tricycle

- 3) Robots de type « voiture » : essieu arrière non orientable muni de deux roues non orientables et libres en rotation et deux roues avant centrées orientables.

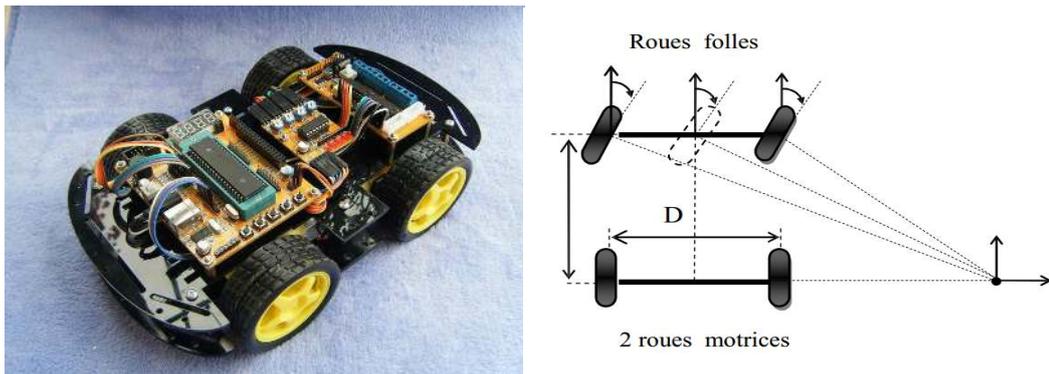


Figure 1.9 Robot Voiture

- 4) Robots à roues omnidirectionnelles : c'est un robot qui peut se déplacer librement dans toutes les directions. Il est en général constitué de trois roues décentrées orientables placées en triangle équilatérale

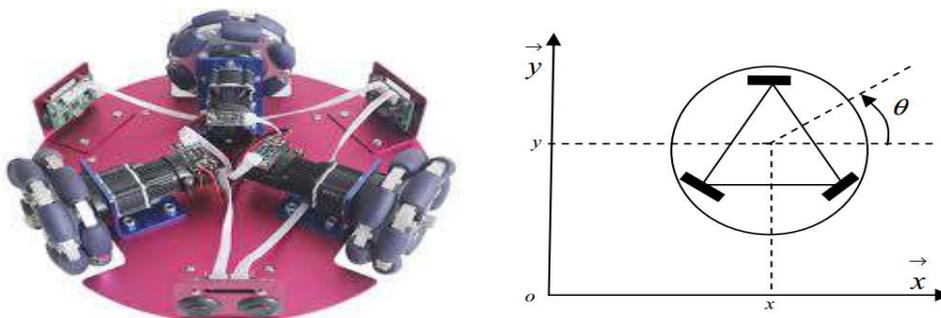


Figure 1.10 Robot mobile omnidirectionnelles

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

A.1.2 Les robots mobiles à chenilles

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

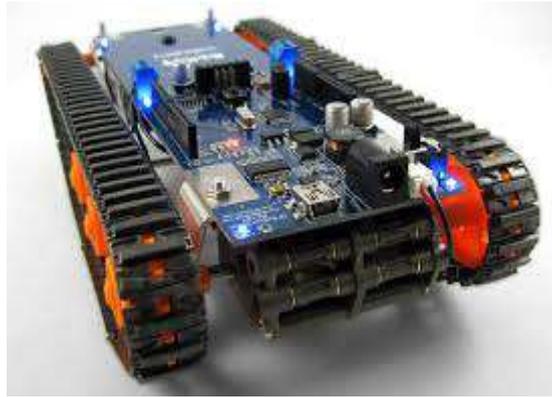


Figure 1.11 Robot mobile a Chenilles

A.1.3 Les robots mobiles marcheurs

Les robots mobiles marcheurs sont destinés à réaliser des tâches variées dont l'accès au site est difficile, dangereux ou impossible à l'homme. Leur anatomie à nombreux degrés de liberté permet un rapprochement avec les robots manipulateurs. La locomotion est commandée en termes de coordonnées articulaires. Les méthodes de commande des articulations définissent le concept d'allure qui assure le déplacement stable de l'ensemble. Les différentes techniques étudiées se rapprochent de la marche des animaux et notamment de celle des insectes.

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

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

1) Robot humanoïde :

Un robot humanoïde ou androïde est un robot dont l'apparence générale rappelle celle d'un corp humain. Généralement les robots humanoïdes ont un torse avec une tête, deux bras et deux jambes, bien que certains modèles ne représentent qu'une partie du corps, par exemple à partir de la taille certains robots humanoïdes peuvent avoir un visage avec des yeux et une bouche.

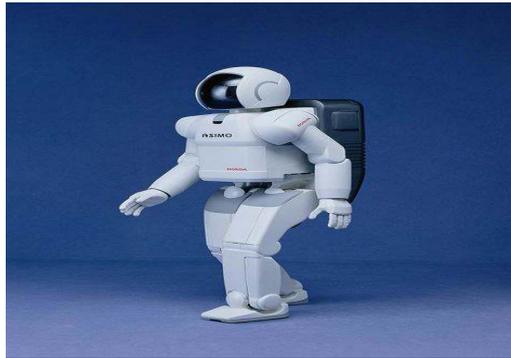


Figure 1.12 Robot hexapode (Asimo)

2) Robot hexapode :

Un robot hexapode est un dispositif mécatronique à base fixe ou mobile dont la locomotion est fondée sur trois paires de pattes, les hexapodes sont considérés plus stables que les robots bipèdes du fait que dans la plupart des cas, les hexapodes sont statiquement stables. De ce fait, ils ne dépendent pas de contrôleurs en temps réel pour rester debout ou pour marcher.

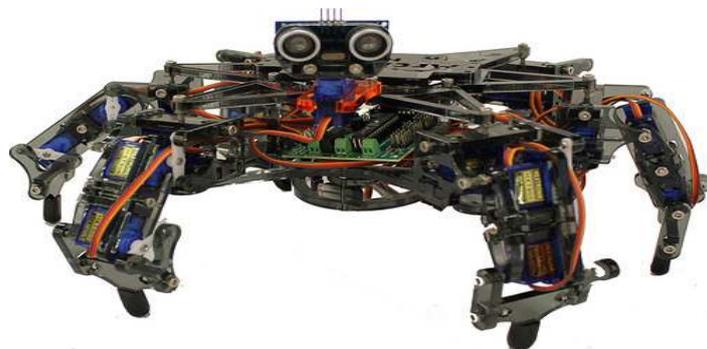


Figure 1.13 Robot hexapode

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

A.1.4 Les robots mobiles rampants

Les robots rampants utilisent des méthodes de locomotion des animaux rampants comme les serpents, ils sont utilisés dans des environnements de type tunnel ou des endroits restreints, leur système est composé d'un ensemble de modules ayant plusieurs mobilités.



Figure 1.14 Robot Rampant

A.1.5 La motricité et l'énergie

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

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

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

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

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

A.2 Les organes de sécurité

Il est mieux de sécuriser le robot pour éviter la collision ou prendre des chocs dans l'environnement où il navigue. Donc il est obligatoire qu'il soit doté d'organes garantissant la sécurité de robot. Des capteurs sont disponibles tout autour du mobile afin de détecter un obstacle sur un domaine le plus étendu possible. Deux types de capteurs sont employés :

- ✓ les capteurs proximétriques assurant la détection avant collision (ultra-son, infrarouge...)
- ✓ les capteurs de contact détectant une collision ou un choc avec l'environnement (contact électrique sur pare-chocs, résistance variable, fibre optique...).

L'organisation de la sécurité est représentée sur le schéma de la figure (1.15).

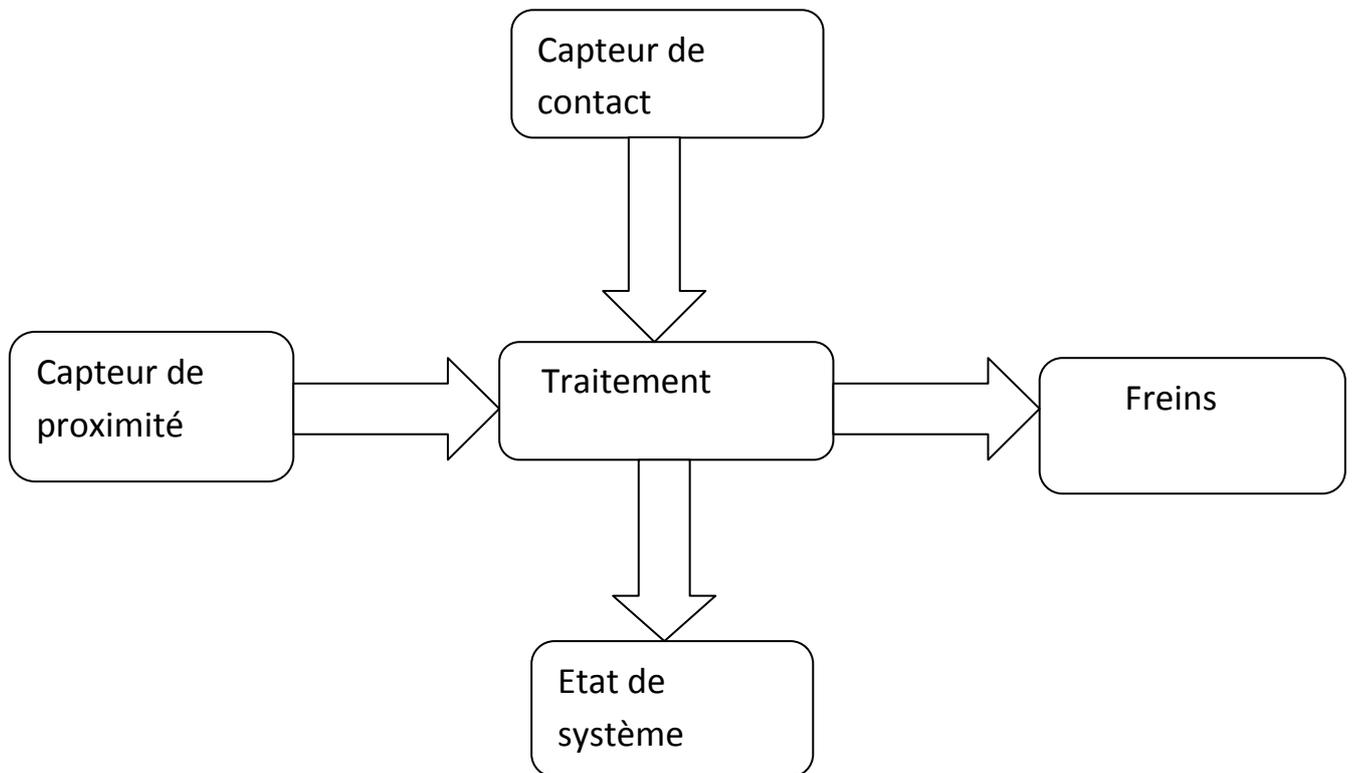


Figure 1.15 Synoptique de la sécurité

Si le robot détecte un obstacle, la stratégie consiste soit à immobiliser le robot jusqu'à ce que l'obstacle s'éloigne, soit à ralentir le mouvement si l'obstacle n'est pas très proche, soit à choisir un autre chemin pour éviter l'obstacle.

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

A.3 Traitement des informations et gestion des tâches

L'ensemble de traitement des informations et gestion des tâches constitue le module information central qui établit les commandes permettant au mobile de réaliser un déplacement et d'activer les divers organes en accord avec l'objectif.

A.4 Le système de localisation

Le système de localisation est l'ensemble constitué par les capteurs et les logiciels de traitement de données utilisé par le robot pour estimer de manière autonome son déplacement ou sa situation dans l'espace.

Les techniques de localisation employées sont de deux types :

- ✓ La localisation relative, basée sur l'utilisation de capteurs proprioceptifs.
- ✓ La localisation absolue, basée sur l'utilisation de capteurs extéroceptifs.

B. Les composants fonctionnels de robot

Le fonctionnement de système d'un robot est basé sur les composants fonctionnels qui lui constituent. Les composants fonctionnels sont[5] :

Mécanismes : Système de corps articulés disposant d'une haute mobilité.

Actionneurs : Générateurs d'actions mécaniques pour mettre le mécanisme en mouvement. Un convertisseur d'énergie primaire en énergie mécanique (actionneurs électriques, pneumatiques, hydrauliques, piézoélectriques, électrostatiques...).

Capteurs : Mesure de l'état du système mécanique et extraction d'informations

Relatives à la tâche et l'environnement dans lequel elle est réalisée. On a des capteurs proprioceptifs (position, vitesse, accélération), capteurs extéroceptifs (force, vision, télémétrie, tactile, sonores . . .).

Système de contrôle : Ensemble électronique pour la commande des actions à partir d'informations capteurs.

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

Interface de programmation : Système de communication entre l'opérateur et la Machine ou entre les machines (Interface graphique, interfaces de télé-opération, Langage structure, etc. ...), (figure 1.16).

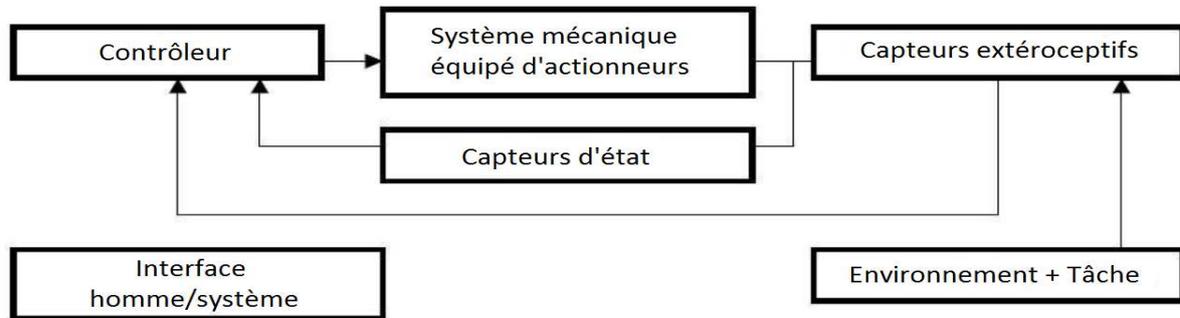


Figure 1.16 Architecture générale d'un système robotique

1.2.6 La robotique et l'intelligence artificielle

La robotique est une branche de l'intelligence artificielle concernée par l'étude des systèmes automatiques capables d'interagir directement avec le monde physique. C'est une automatisation de ses machines, ou l'objectif est d'augmenter les capacités de localisation et de navigation dans son espace de travail.[3]

A. Intelligence Artificielle (IA)

L'intelligence artificielle est la reproduction, par des moyens artificiels de toutes les formes de l'intelligence humaine pour un objectif final, qui s'intéresse à la conception des systèmes intelligents. L'IA est la capacité à raisonner, à apprendre, et à s'adapter face à de nouveaux changements qu'ils sont des éléments principaux que nous recherchons.

B. Les outils d'exécution de l'IA dans le robot

L'intelligence Artificielle d'un robot se résume à un ensemble de programmes préalablement écrits avec un ordinateur[4] :

Chapitre1 Généralités sur la robotique mobile

- ✓ les programmes s'exécutant sur les robots sont écrits avec un langage de programmation (exemples : C++, Java, python, ...).
- ✓ ils s'exécutent grâce au contrôleur et a la mémoire du robot.
- ✓ ils prennent en entrée les informations obtenues par les capteurs et en sortie envoient des ordres aux effecteurs.

C.Types de programmes d'IA utilisées dans la robotique

L'intelligence Artificielle d'un robot permet par exemple :

- ✓ analyse d'images.
- ✓ localisation et navigation.
- ✓ gestion des interactions : interfaces, communication...
- ✓ planification et prise de décision.contrôle d'exécution des taches.

1.3 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné une présentation générale sur les robots mobiles. L'historique de la robotique, les définitions d'un robot, nous avons décrit des robots mobiles et leurs classifications, le domaine d'application et les avantages et l'inconvénient des robots mobiles et ensuite on a cité l'architecture et les composants fonctionnels de système pour le robot mobile, et on a parlé à la fin sur l'utilisation de l'intelligence artificielle en robotique.

Chapitre 2

Cahier de charges pour EUROBOT

2.1 Présentation du concours EUROBOT

2.1.1 Introduction

Eurobot est un concours de robotique amateur international ouvert aux équipes de jeunes, rassemblés dans des projets d'étudiants ou des clubs indépendants. Il a été créé en 1998 sous l'impulsion de l'association Planète Sciences. EUROBOT se déroule en Europe mais accueille également les pays des autres continents comme l'Algérie.

Plus qu'un concours technologique pour les jeunes, EUROBOT est un prétexte convivial pour favoriser, autour d'un défi commun, l'expression de l'imagination technique, mais aussi les échanges d'idée, de savoir-faire, d'astuces et de savoirs scientifiques et techniques.

L'objectif est de créer un ou deux robot qui évolue sur une table de 2 m × 3 m et effectue différentes actions. Le thème et les actions à effectuer changent chaque année afin de donner la chance aux équipes nouvelles. Cette année le thème est "thé Beach bots".

Dans ce chapitre on va citer l'objectif de création de EUROBOT et on va présenter le cahier de charge de concours EUROBOT 2016 et ses règles, la disposition et la description des éléments de jeu.

2.2 Présentation du cahier de charges proposé

2.2.1 les actions des robots

Les règles suivantes sont applicables au concours de robots autonomes Eurobot 2016. Cette année, les robots ont passé une année de intensive sur le plateau de tournage, les robots prennent quelques jours de vacances. Pêche à la ligne, châteaux de sable et coquillages sont au rendez-vous. Avant de vous jeter à l'eau, n'oubliez pas de vérifier les drapeaux. Leurs missions[5] :

Chapitre 2 Cahier de charges pour EUROBOT

Les drapeaux : Les robots arrivés sur la plage, c'est la fête ! Afin de signaler leur arrivée Les robots doivent fermer la porte de chaque cabine de plage. Cela permettra de hisser le drapeau situé sur son mât.

La pêche en mer : Pour assurer le repas du soir, les robots doivent pêcher les poissons de leur couleur. Les robots peuvent déposer leur pêche dans le filet.

Le château de sable : Les robots peuvent ramener le sable dans leur zone de construction. Les robots peuvent construire des tours et des murailles dans leur zone de construction et peuvent aussi construire un château qui respecte le plan dans leur zone de construction.

Les coquillages : Pour finir cette belle journée, les robots se promènent le long de la plage et trouvent tellement de beaux coquillages, qu'ils souhaitent en amasser le plus possible sur leurs serviettes de plage. Les serviettes de plage sont les zones de départ.

Se mettre à l'ombre : Il fait chaud, et le soleil est bien haut dans le ciel. Afin de se protéger, A la fin du match, les robots peuvent ouvrir leur parasol embarqué. (Funny Action), durant 5 secondes après la fin de temps réglementaire.

La durée de match est 90 secondes et 5 secondes après la fin de temps réglementaire pour funny action.

Toutes les actions sont indépendantes les unes des autres et aucun ordre n'est imposé pour les réaliser. Aucune action n'est obligatoire.

Les robots sont totalement autonomes, les participants ont pas le droit de toucher leur robot ont milieu de match.

2.2.2 Description et disposition des éléments de jeu

A. La table de jeu

La table de jeu est un plan rectangulaire de 3 000 mm par 2 000 mm avec des bordures sur chaque côté. Elle est peinte de deux couleurs principale jaune pour la plage et le bleu pour la mer[5].

Chapitre 2 Cahier de charges pour EUROBOT

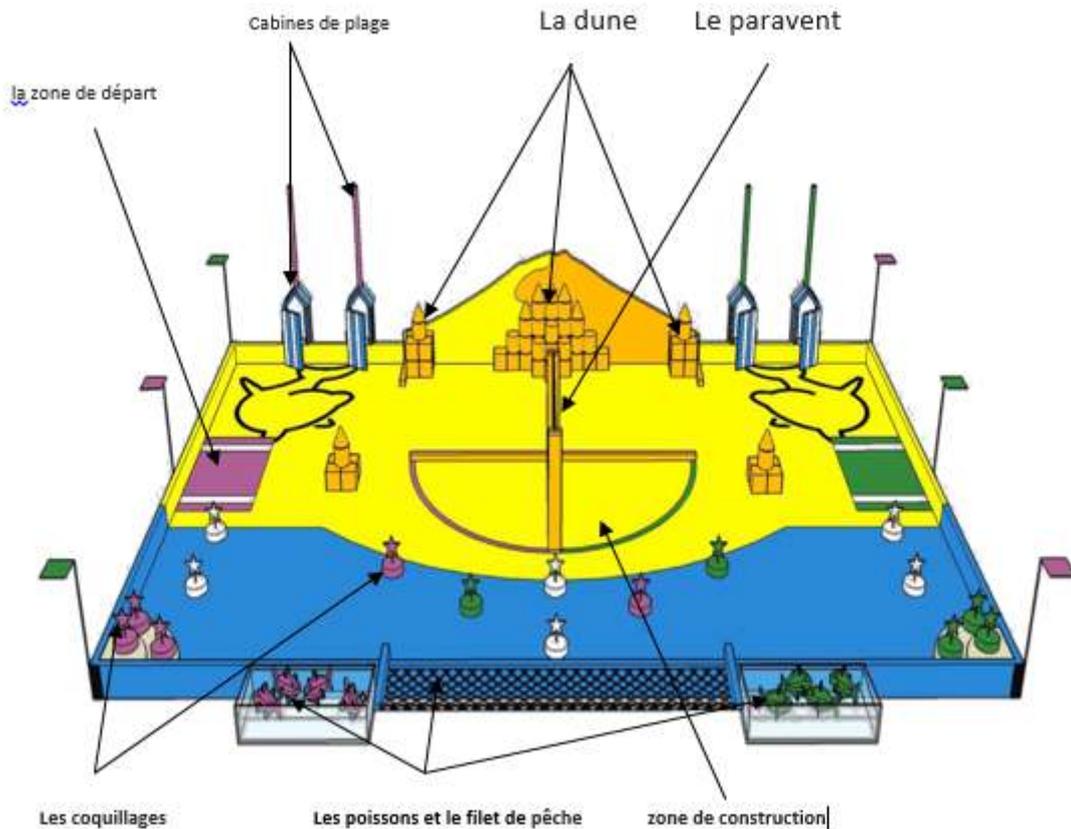


Figure 2.1 la table de jeu

B. Les zones de départ

La couleur vert et mauve avec des bande blanche design la zone de départ pour chaque robot de l'équipe, un rectangulaire de 500 mm par 300 mm représentant une serviette de plage, sont situées sur les côtés gauche et droit de l'aire de jeu.

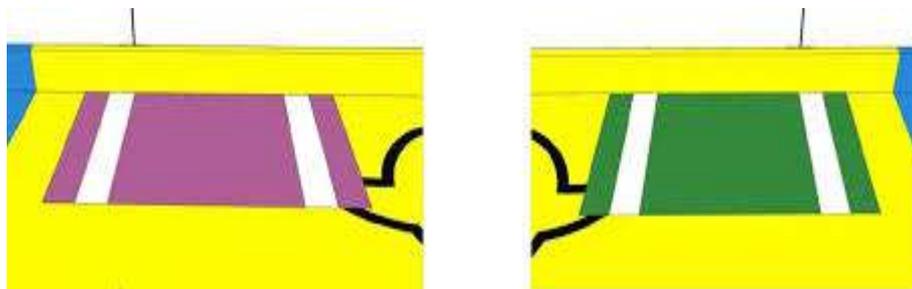


Figure 2.2 La zone de départ

Chapitre 2 Cahier de charges pour EUROBOT

C. Les drapeaux et Cabines de plage

Cabines de plage : Il y a deux cabines de plage par équipe, aux couleurs de chaque équipe.

Drapeaux : Il y a deux drapeaux par équipe, accrochés à un mât au-dessus des cabines de plage.

La porte de la cabine de plage : La porte est une partie du mécanisme qui, quand elle est fermée, permet de hisser le drapeau en haut du mât. Au début du match, la porte de la cabine est ouverte.

Les deux cabines sont situées sur le côté de sable pour chaque équipe.

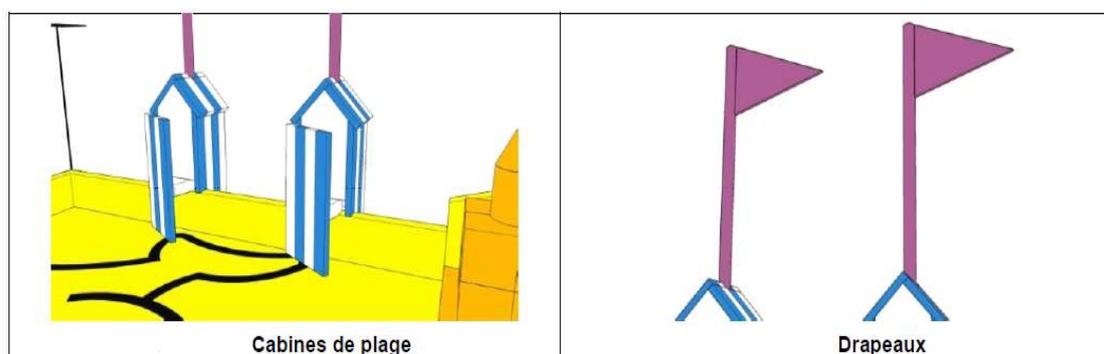


Figure 2.3 Cabine de plage et Drapeaux

D. La pêche en mer

La mer : elle est représentée par deux bacs remplis d'eau placés à l'avant de l'aire de jeu. Le niveau d'eau est précisé en annexe.

Les poissons : il y a 4 poissons par équipe

- Ils flottent à la surface de l'eau.
- Ils sont aux couleurs des équipes.
- Ils sont du côté de la zone de départ de l'équipe dont ils portent la couleur.
- Ils sont munis d'anneaux métalliques magnétisables.

Chapitre 2 Cahier de charges pour EUROBOT

Le filet : il est situé entre les deux bacs et peut accueillir la pêche des deux équipes.

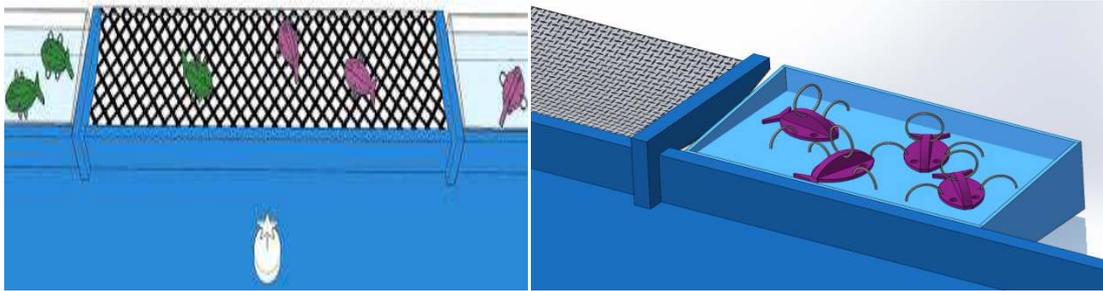


Figure 2.4 Les poissons et le filet de pêche

E. Le château de sable

La dune : Elle est l'ensemble des 3 empilements de sable situés au fond de l'aire de jeu au début du match.

Le sable : il est matérialisé par des blocs de trois formes différentes :

- Des cubes, au nombre de 40.
- Des cylindres, au nombre de 20.
- Des cônes, au nombre de 9.
- Chaque équipe a le choix de pré-charger dans un de ses robots un cône (celui sur le monticule de sable du côté de l'équipe).

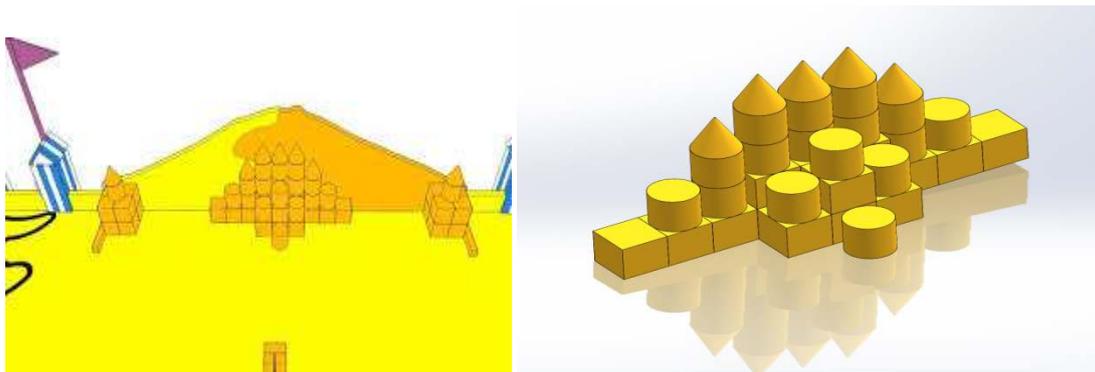


Figure 2.5 La dune **Figure 2.6** Le château de sable départ

Chapitre 2 Cahier de charges pour EUROBOT

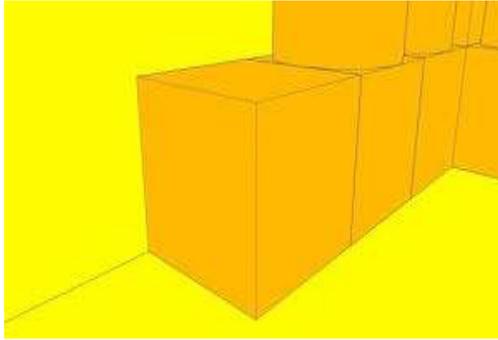


Figure 2.7 Des cubes de sable

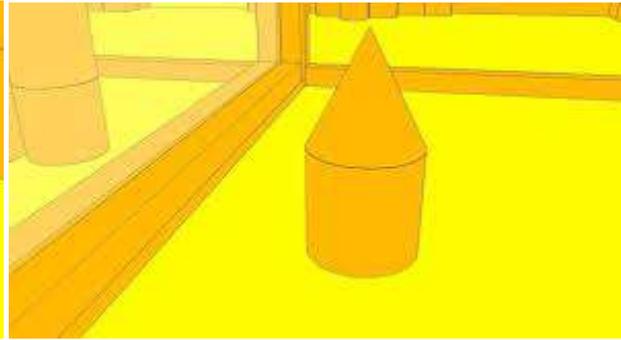


Figure 2.8 un cône et un cylindre de sable

Le paravent : Il est situé au centre de l'aire de jeu.

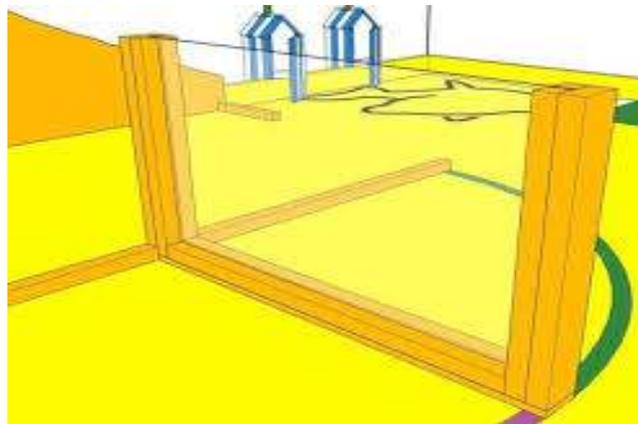


Figure 2.9 Le paravent

La zone de construction : Cette zone est au centre de l'aire de jeu, séparée en deux par le paravent. La zone de construction d'une équipe se trouve du côté de sa zone de départ. La zone de construction est délimitée par une ligne aux couleurs de l'équipe. Cette ligne est comprise dans la zone de construction. Lors de la construction, nous distinguerons :

- **Les tours** : Ce sont des empilements d'un ou plusieurs cylindres surmontés par un cône.
- **Les murailles** : Ce sont des chaînes de cubes reliant deux tours.
- **Le château** : C'est un ensemble de tours et de murailles.
- **Le plan du château** : C'est le plan d'un château prédéfini. (voir le plan en annexes)

Chapitre 2 Cahier de charges pour EUROBOT

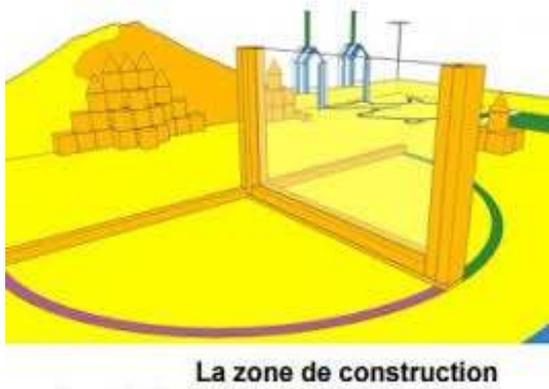


Figure 2.10 La zone de construction

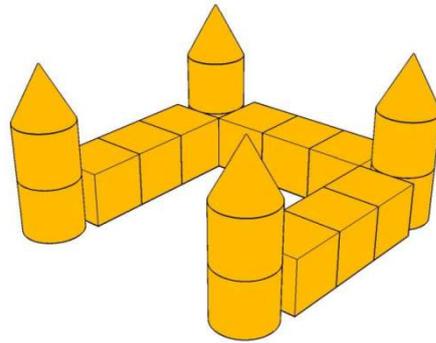


Figure 2.11 Le château de sable construit

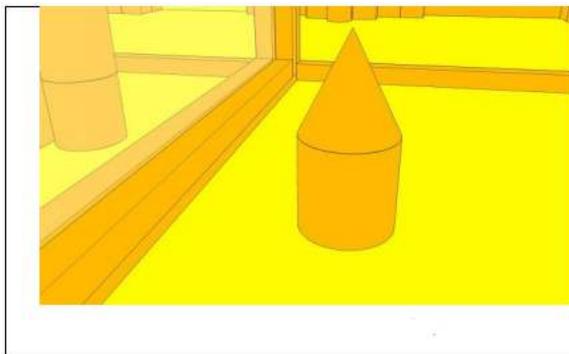


Figure 2.12 Le tour

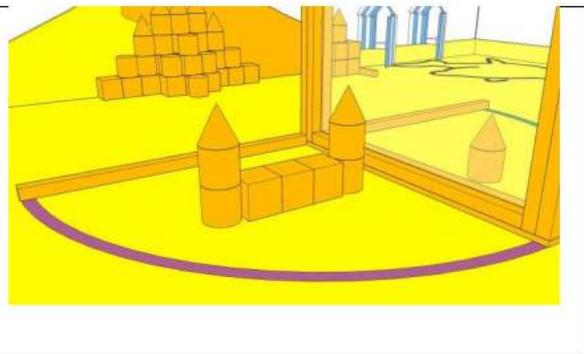


Figure 2.13 une muraille

F. Les coquillages

Les coquillages : ils sont symbolisés par des palets ronds avec une décoration dessus. Il y a deux sortes de palets :

- Des neutres, commun aux deux équipes, au nombre de 6.
- Des colorés, aux couleurs des équipes, au nombre de 5 par équipe.

Les coquillages sont placés un peu partout sur la plage et sur les rochers. La position des coquillages sur les rochers est connue.

Les rochers : certains coquillages sont plus difficiles à attraper, ils sont sur les rochers. Ces derniers sont situés dans les angles à l'avant de l'aire de jeu.

Les serviettes de plages : ce sont les zones de départ de chaque équipe et la zone où dépose les coquillages.

Chapitre 2 Cahier de charges pour EUROBOT

Les coquillages ce sont placer sur déférent 5 cartes montrant les différents placements possibles pour les coquillages sur l'aire de jeu.

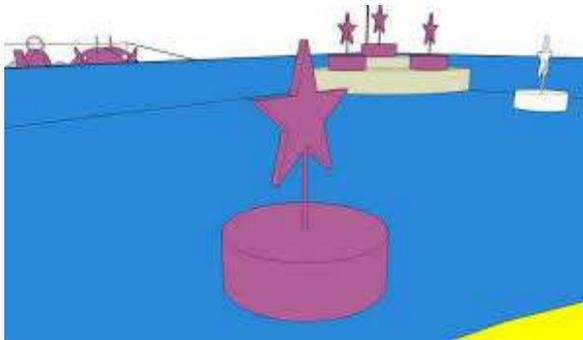


Figure 2.14 coquillage

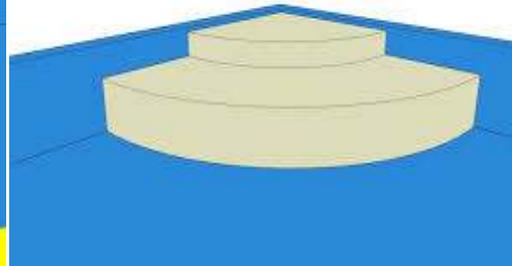


Figure 2.15 roché

G. Les lignes noires

Une ligne noire est disponible pour chacune des deux équipes afin de faire du suivi de ligne. Cette ligne part de la zone de départ et relie les portes des cabines de plages.

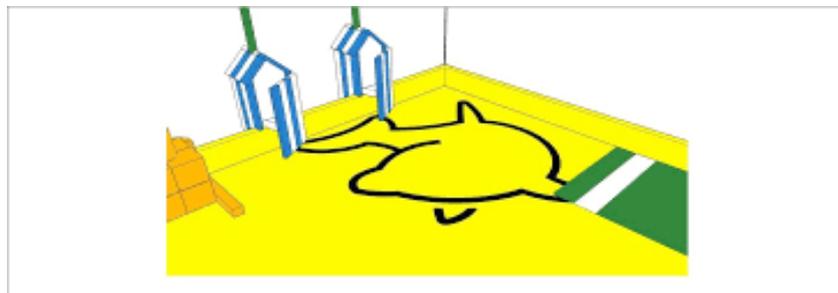


Figure 2.16 la ligne noire

2.2.3 Equipements obligatoires

A. Démarrage

Les robots doivent obligatoirement comporter :

- ✓ Un dispositif de démarrage situé sur le robot et d'accès facile, déclenché par un cordon d'une longueur minimale de 500mm actionnant le système. ce cordon ne doit pas rester sur le robot après le départ. Aucun autre système de démarrage

Chapitre 2 Cahier de charges pour EUROBOT

(télécommande, interrupteur à bascule activé manuellement, etc.) ne sera homologué.

- ✓ Les robots autonomes doivent être équipés d'un bouton d'arrêt d'urgence ayant au moins 20 mm de diamètre et de couleur rouge. Il sera placé sur le sommet du robot dans une position visible et dans une zone non dangereuse et immédiatement accessible par l'arbitre à tout moment pendant la rencontre. Le bouton, dans son état de repos, peut dépasser la hauteur réglementaire du robot de 25 mm. Le bouton d'arrêt d'urgence doit pouvoir être actionné par un simple mouvement vers le bas. L'appui sur ce bouton doit provoquer l'arrêt immédiat de tous les actionneurs du robot.
- ✓ Chaque robot sera équipé d'un système qui arrête le déplacement du robot automatiquement à la fin des 90 secondes que dure un match. Chaque robot doit également être équipé d'un système qui arrête l'ensemble des actionneurs du robot automatiquement à la fin des 5 secondes que dure la funny action.
- ✓ Les équipes sont tenues d'équiper leur robot d'un système de détection des robots adverses. Le système est destiné à empêcher les collisions entre les robots pendant un match.
- ✓ Support de balise embarquée. Il est fortement recommandé aux équipes d'installer un support sur leur(s) robot(s) autonome(s) afin d'accueillir la balise de l'équipe adverse. Avoir une surface de 80 x 80 mm positionnée à une hauteur de 430 mm du niveau de la table et permettant de placer la balise de repérage de l'équipe adverse, cette surface devra être située le plus au centre possible du robot.

B. Les Contraintes

- ✓ Le périmètre du robot principal, ne doit pas excéder 1 200 mm au moment du départ et le périmètre totalement déployé ne doit pas excéder 1 500 mm au cours du match.
- ✓ Le périmètre du robot secondaire, ne doit pas dépasser 700 mm au moment du départ et 900 mm totalement déployé au cours du match.
- ✓ La hauteur de chaque robot déployé ne doit pas dépasser 350 mm. Cependant, il sera toléré que le bouton d'arrêt d'urgence dépasse de cette hauteur limite pour atteindre 375 mm

Chapitre 2 Cahier de charges pour EUROBOT

- ✓ Un robot principal ou secondaire d'une équipe ne doit pas bloquer les robots de l'autre équipe. En cas d'action volontaire de ce type signalée par l'arbitre, l'équipe pourra être pénalisée.
- ✓ Un robot ne doit pas occasionner volontairement de dégâts aux robots adverses, ou à l'aire de jeu et ses éléments.
- ✓ Le robot principal et le robot secondaire doivent être composés d'éléments solidaires les uns des autres (et ne peuvent donc pas contenir et déposer de parties ou d'éléments sur l'aire de jeu).
- ✓ Les robots ne doivent pas se fixer sur l'aire de jeu (par exemple une ventouse).
- ✓ Un robot ne doit pas empêcher l'adversaire de marquer des points. Si le robot reste statique (par exemple si il a fini une action), il doit autant que possible se déplacer vers un autre endroit. Il est néanmoins autorisé de bloquer l'accès aux points déjà marqués.
- ✓ Tous les robots doivent se conformer à la réglementation standard en matière de « basse tension ». De ce fait, les tensions embarquées ne doivent pas dépasser 48 V.

2.2.4 Déroulement du match

A. Mise en place

- ✓ Deux personnes par équipe sont autorisées à accéder à l'aire de jeu pour mettre en place le(s) robots(s).
- ✓ À l'arrivée sur l'aire de jeu, chaque équipe dispose de trois minutes pour procéder à la mise en place des robots. Un robot qui n'est pas prêt à l'expiration de ce délai expose l'équipe à un forfait pour le match.
- ✓ L'équipe place son (ses) robot(s) non déployé(s) à l'intérieur de la zone de départ de la façon suivante :
 - dans le cas d'un robot, il doit être en contact avec l'un des bords de l'aire de jeu.
 - dans le cas de deux robots, l'un des deux doit être en contact avec l'un des bords de l'aire de jeu
- ✓ Lorsque les deux équipes sont en place, l'arbitre demande aux participants s'ils sont prêts. A partir de ce moment, les équipes ne sont plus autorisées à toucher leurs

Chapitre 2 Cahier de charges pour EUROBOT

robots. Aucune contestation ne peut être faite sur la disposition des éléments de jeu après le début du match.

- ✓ Si les deux équipes sont prêtes avant la fin des trois minutes, le match pourra démarrer directement.
- ✓ Au signal de départ de l'arbitre, les robots sont mis en marche par un membre de l'équipe puis évoluent de manière strictement autonome.

B. Le match

- ✓ Les robots disposent de 90 secondes pour marquer le plus de points possibles et 5 secondes après le 90 secondes pour funny action, et ceci de manière strictement autonome.
- ✓ Au signal de l'arbitre, chaque robot est mis en marche. En aucun cas il n'est permis de toucher aux robots, aux éléments de jeux et à l'aire de jeu durant le match. Toute intervention sans autorisation de l'arbitre provoque le forfait du concurrent pour la partie. L'équipe perd alors tous les points du match.
- ✓ Aucun élément sorti de l'aire de jeu ne pourra y être remis avant la fin du jeu et de la validation des scores.
- ✓ Au bout de 90 secondes, les robots ne peuvent plus se déplacer. Par contre, il leur reste 5 secondes pour réaliser la Funny Action.
- ✓ A la fin du match, personne sauf l'arbitre ne peut toucher aux robots et aux éléments de jeu. Les arbitres font le décompte des points, ils donnent le résultat du match, y compris les points aux équipes.
- ✓ Les arbitres sont autorisés à prononcer la fin d'un match avant la fin du temps réglementaire si les deux équipes sont d'accord (si les robots sont bloqués par exemple).
- ✓ Une équipe est considérée comme étant forfait pour le match :
 - si aucun des robots n'est entièrement sorti de la zone de départ au cours du match.
 - si un des deux robots a eu le bouton d'arrêt d'urgence enfoncé au cours du match.
 - suite à des décisions d'arbitrage.
- ✓ Les équipes quitter la scène qu'après annonce des résultats par les arbitres.

Chapitre 2 Cahier de charges pour EUROBOT

C. Le comptage des points

Les arbitres compteront les points de chaque équipe selon les indications ci-dessous :

C.1 Les Drapeaux

10 points pour chaque drapeau validé.

C.2 La pêche en mer

5 points par poisson contrôlé par le robot et hors de l'eau.

10 points par poisson dans le filet.

Les points ne se cumulent pas.

C.3 Le château de sable

2 points par bloc de sable valide dans la zone de construction.

2 points supplémentaires par bloc d'une tour ou d'une muraille valide.

11 points supplémentaires si le modèle du château est respecté.

C.4 Les coquillages

2 points par coquillage valide sur la serviette de l'équipe.

C.5 Funny action

20 points si le parasol est valide.

C.6 Points bonus

15 points bonus sont attribués à toutes les équipes qui ne sont pas « forfait ».

C.7 Forfait

Une équipe est considérée comme étant forfait pour le match :

- si aucun des robots n'est entièrement sorti de la zone de départ au cours du match.
- si un des deux robots a eu le bouton d'arrêt d'urgence enfoncé au cours du match.
- suite à des décisions d'arbitrage. Le résultat de score sera 0 points.

Chapitre 2 Cahier de charges pour EUROBOT

C.8 Les pénalités

Une situation à pénalité est considérée comme le non-respect des règles du jeu. Une pénalité peut donner lieu au forfait de l'équipe.

Les arbitres donneront une pénalité, par exemple, dans les cas suivants :

- Un robot heurtant violemment un robot adverse.
- Un robot considéré dangereux vis-à-vis de la table et/ou du robot adverse.
- Un robot dont la stratégie consiste à empêcher le(s) robot(s) de l'équipe adverse à marquer un point.

Une pénalité correspond à une perte de 20 points sur le résultat du match.

Un score négatif sera ramené à 0.

2.3 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons parlé de concoure et son objectif, nous avons donné une présentation de cahier de charge de EUROBOT 2016 qui va nous permettre d'avoir une idée de la conception et de la stratégie de nous robots, Pourassurer le plus de point possible tout en respectant le règlement imposé par EUROBOT 2016.

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, on souhaite manifester notre sincères remerciements à ALLAH le tout puissant qui nous a donné la force, la patience, le courage, la volonté et la santé durant toutes ces années d'étude pour aller jusqu'au bout de ce travail.

Avant de présenter ce modeste travail, on tient à remercier sincèrement toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire, plus particulièrement :

*Notre tuteur monsieur **BRADAI rafik**. Pour nous avoir fait l'honneur de nous encadrer et Pour avoir suivi et diriger notre travail, on a apprécié ses conseils. Nous remercions également notre Co-promoteur Mr **MAAMOUN**.*

Nous tenons à remercier les membres du jury, pour l'honneur d'acceptait d'évaluer notre travail.

*A Mr **KAZED** pour son encouragement et son l'aide durant toute la durée du concours d'eurobot.*

*A nos collègues de l'équipe de "UDB BLIDA " **Aliliche mourad et Messaui abdallah**, pour leur aide et leurs soutiens, ainsi au club robotique Méga Tronic et à tous les organisateurs du concours EUBOROT ALGERIA 2016.*

Nos sincères remerciements vont aussi à toutes les enseignants qui nous suivis durant notre cycle d'études, particulièrement les enseignants de département d'électronique et surtout du master Systèmes de Vision et Robotique de l'université de Blida pour leurs disponibilités et leurs directives, et à nos camarades amis de promotion 2015-2016.

Chapitre 3

Partie mécanique et électronique

3.1 Introduction

Les robots sont composés de deux parties essentielles, la partie mécanique et la partie électronique qui assure les mouvements du robot ainsi que d'autres tâches. La partie électronique c'est la partie de la commande qui donne des ordres et fait le traitement de l'information, et la partie mécanique c'est la partie qui recevoir les ordres et passe on action pour réaliser des tâches prédéfinie.

Dans ce chapitre on va entamer la partie électronique et mécanique qui sont utilisés dans le robot principale et le robot secondaire.

3.2 Partie mécanique

C'est la partie de la conception et la réalisation mécanique de deux robots selon notre besoin (conformément au EUROBOT 2016), on va citer la structure des robots ainsi les matériels utilisés.

3.2.1 Robot principale

A. Structure de robot (Plateforme)

Le robot principal est constitué sur une base plane en aluminium, la structure plane nous permet une stabilité mécanique grâce à la simplicité du calcul de centre de gravité du système. Ainsi elle joue le rôle du châssis car elle supporte toute la structure mécanique de robot. La surface de ce châssis est 320X180mm (*Voir la figure 3.1 ci-dessous*).



Figure 3.1 Plateforme(châssis) Robot principale

B.Partie motrice

B.1 Les Roues

Pour assurer le mouvement du robot sur le terrain, on a utilisé des roues en aluminium de 10cm de diamètre et 1.5cm largeur, ces dernières sont reliées directement sur l'axe du moteur qui va assurer une liaison rigide qui permet de minimiser les erreurs entre le mouvement du moteur et de la roue. Les moteurs sont fixés à la plateforme, grâce à une pièce usinée de 150mm de longueur et 47mm de largeur et 30mm de hauteur, (figure3.2).

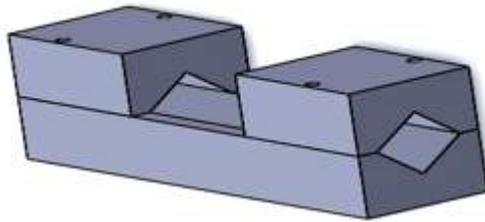


Figure 3.2 Pièce de fixation des 2 moteurs

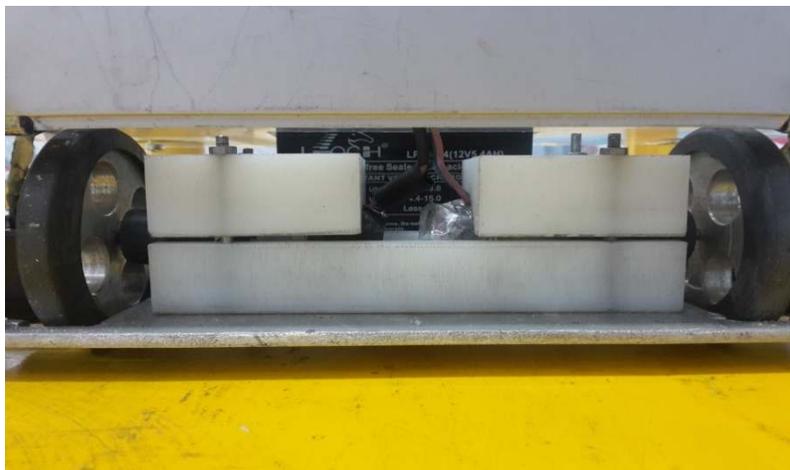


Figure 3.3 Roues fixées aux 2 moteurs sur le châssis

B.2 roue à bille

Pour améliorer le mouvement du robot et minimiser l'effet du frottement, nous avons opté pour l'utilisation des billes roulantes (figure 3.4), fabriquée d'une manière à assurer un mouvement en 360° sur un plan Oxy.

Cette caractéristique permet au robot de se déplacer librement sur toutes les directions sans aucune difficulté.



Figure 3.4 roue à bille

C. Système de pêche

Ce système a été conçu pour essayer de pêcher les poissons qui sont situés dans un bac rempli d'eau et les mettre dans le filet, pour cela nous avons utilisé :

- ✓ Une plaque de 320X200mm.
- ✓ Des aimants qui sont distribués sur la plaque pour construire un champ magnétique.
- ✓ Un servomoteur équipé d'une barre qui joue le rôle d'un bras.

Le fonctionnement :

Quand le robot arrive près d'un bac rempli de poissons munis d'anneaux métalliques magnétisables, le servomoteur est mis en action, il fait une rotation de 90° pour permettre à la plaque de pêche de descendre jusqu'au niveau du bac, les poissons s'accrochent sur cette plaque grâce à des aimants qui sont distribués sur cette dernière et qui construisent un champ magnétique, quand les poissons sont pêchés le servomoteur revient à sa position initiale.

(Voir la figure 3.5 ci-dessous)



Figure 3.5 Système de pêche

D. Système de parasol

Ce système a été conçu pour permettre de gagner 20 points dans le match, il est situé sur le toit du robot. Pour réaliser ce système nous avons utilisé :

- ✓ Un servomoteur
- ✓ Un parasol

Le fonctionnement :

Au début du match, le parasol est fermé et enterré dans une boîte sur le toit du robot toute la durée du match (figure 3.6), le parasol est attaché à un servomoteur qui est commandé par une carte électronique, après le temps réglementaire de 90 secondes le servomoteur va actionner, le parasol va sortir et se développer (s'ouvre) sur le toit du robot (figure 3.7).



Figure 3.6 parasol fermé



Figure 3.7 parasol ouvert

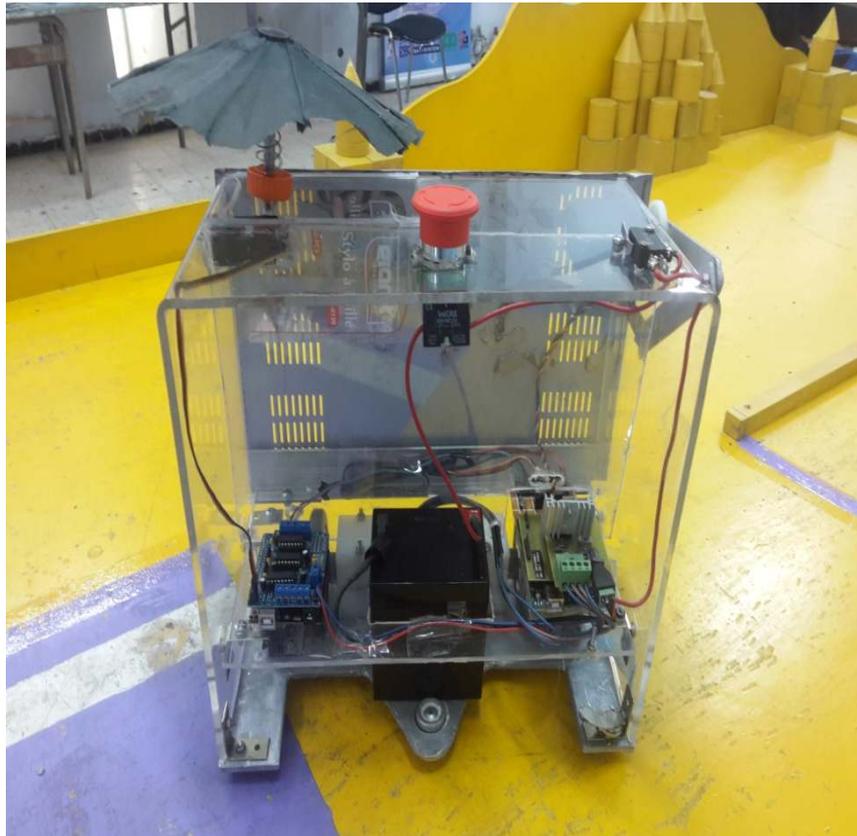


Figure 3.8 Robot principal

3.2.2 Robot secondaire

A.Structure (Plate-forme)

Le robot secondaire est constitué d'une petite plateforme 195X150 mm en aluminium (figure 3.9), le quelle nous avons fixé deux moteurs DC.



Figure 3.9 Plateforme (châssis) du robot secondaire

B.Partie motrice**B.1Les Roues et la roue à bille**

Les roues et la bille sont les mêmes que celle de robot principale a cause de leur performance et leur efficacité sur la zone de jeux (figure3.10).Les moteurs sont fixés à la plateforme, grâce à une pièce usinée de 157X47X40mm, (figure3.11).



Figure 3.10La roue du robot**Figure 3.11** Roues fixées sur le châssis

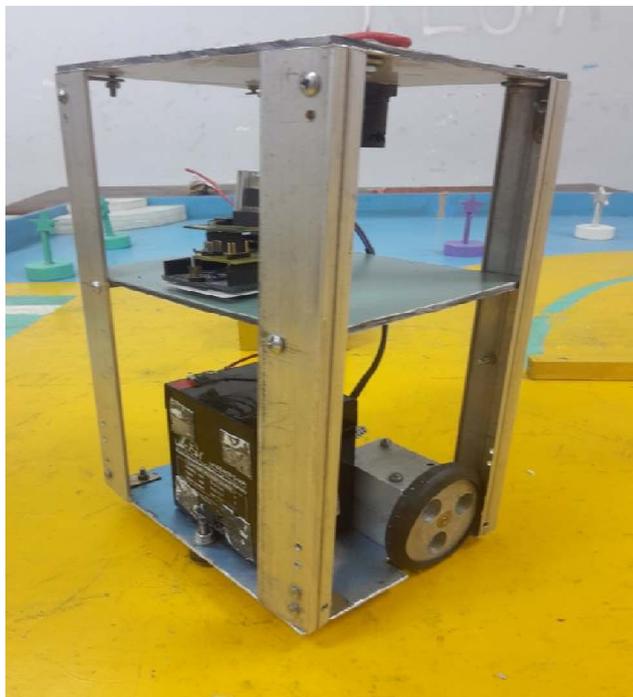


Figure 3.12 Robot secondaire

Chapitre3 Partie mécanique et électronique

3.3 Partie électronique

Pour la mise en marche tous les systèmes mécaniques vus dans la partie précédente, notre robot doit disposer des certains éléments électroniques qui permettent de commander ces systèmes.

3.3.1 Robot principale

Le robot principal il doit assurer plusieurs tâches déférentes sur la table de jeu, on a fait la conception et la réalisation mécanique du robot principale selon notre stratégie sur la table de jeu. La structure électronique de notre robot mobile peut être représentée par le schéma ci-dessous figure (3.14).

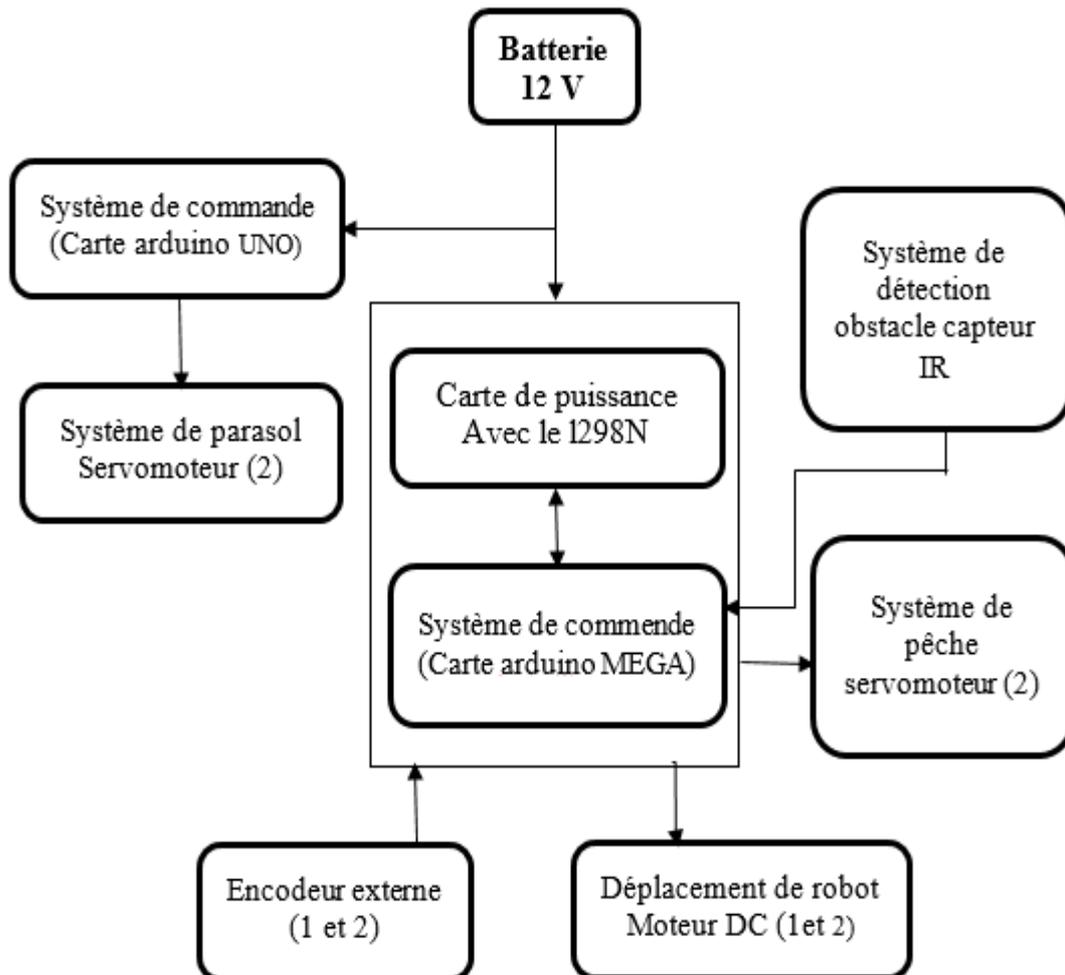


Figure 3.14 Schéma synoptique général du robot principal

Chapitre3 Partie mécanique et électronique

3.3.2 Système de démarrage et navigation de robot

Pour parvenir à ce système, nous avons utilisé ces éléments électroniques :

A. Source d'alimentation

Dans notre robot la source d'alimentation est une batterie de 12Volts et 5.4AH.

B. La carte de commande arduino

La carte Arduino est une solution simple et abordable pour développer des montages électroniques numériques programmables à base d'un circuit intégré (un microcontrôleur de la famille AVR) associée à des entrées et sortie qui permettent à l'utilisateur de brancher différents type d'éléments externes :

Côté entrées, des capteurs qui collectent des informations sur leur environnement comme un détecteur de présence ou un accéléromètre, le contact via un bouton-poussoir, etc....

Côté sortie, des actionneurs qui agissent sur le monde physique tel un servomoteur, un moteur, une led, etc....

Il existe plusieurs types de carte, carte arduino UNO, DUO, MEGA et NANO. Dans notre travail on à utiliser deux type de carte, la carte arduino UNO pour commander le servomoteur et la carte arduino associée à une carte de puissance pour commander les moteurs DC figure(3.15), on à citer leurs caractéristiques dans la annexe.



Figure 3.15 La carte arduino Méga associée à la carte de puissance

C. Contrôle des moteurs a courant continu via L298N

C.1 Le L298N

Il est possible d'activer la rotation d'un moteur à l'aide d'un relais ou d'un transistor, L'inconvénient de l'option transistor (ou relais) est-elle n'est ni économe en énergie, ni élégante et ne permet en aucun cas de contrôler la vitesse du moteur (à l'aide d'un signal PWM) et la difficulté de contrôler la rotation de robot. La solution réside dans l'utilisation d'un pont H, composant constitué de plusieurs transistors mais vendu pré-assemblé sous forme de circuit intégré.

Parmi les modèles de pont-H intégrés, il existe le L298N qui est en générale convenable pour des robots mobiles de taille semblable à celui de notre robot. Le circuit L298N support une tension maximal jusque 46 Volts, un courant de 2A, il peut aussi supporter les pics de courant occasionnels pouvant aller jusqu'à 3A et des pics répétitifs de 2.5A, il peut être commandé directement avec la carte de commande arduino, voir ci-dessous le circuit intégré figure (3.16), et le schéma interne de L298N figure (3.17).

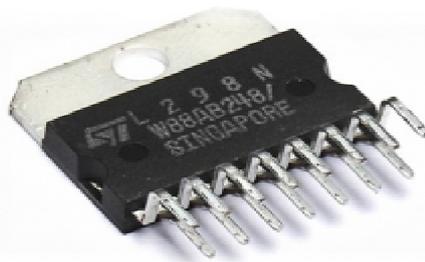


Figure 3.16 circuit intégré L298N

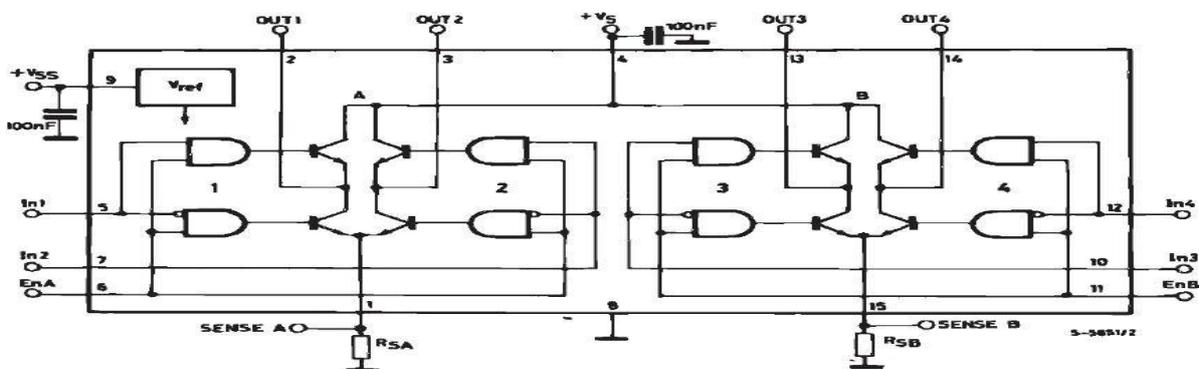


Figure 3.17 Schéma interne de L298N

Chapitre3 Partie mécanique et électronique

C.2 Carte de puissance

La carte de puissance s'articule donc autour d'un pont en H, notre carte de puissance est à base de L298N, à le rôle d'amplifier les signaux de commande venu de notre carte arduino, ce qui nous permet de contrôler les moteurs en marche avant, et marche arrière (figure3.18).

Les caractéristiques de la carte :

- ✓ Composant de contrôle en puissance:L298N.
- ✓ Alimentation de la charge:de +6V à +46V.
- ✓ Courant MAX:2A.
- ✓ Un signal PWM 5V dont le rapport cyclique détermine la puissance à fournir au moteur.
- ✓ Un signal 0V ou 5V indiquant le sens de rotation du moteur.

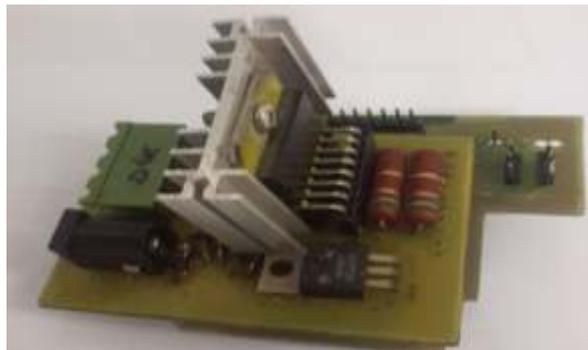


Figure 3.18 Carte de puissance

C.3 Moteurs à courant continu DC

Les déplacements des robots sont réalisés par des moteurs de type électrique, moteurs à courant continu DC. Le stator est constitué d'un aimant permanent pour les petits moteurs ou d'un électroaimant, alimentés en courant continu. Pour les plus gros moteurs, Le rotor est constitué d'un électroaimant qui alimenté en courant continu dans un sens puis dans l'autre. L'alimentation se faisant par des "balais" qui frottent sur un "collecteur". Pour notre robot on a deux moteurs à 12 Volts, son commandé par une carte arduino associée avec une carte de puissance à base de L298N.



Figure 3.19 un des moteurs utilisé dans notre robot

C.4 Encodeur optique

Les encodeurs optiques sont des capteurs optiques par réflexion. Ces encodeurs servent à évaluer la position, la vitesse ainsi que l'angle du robot par rapport à l'origine et l'asservissement des moteurs. Il est donc important de connaître le principe de fonctionnement et de vérifier l'efficacité de ces encodeurs puisque la commande du robot en dépendra. Il existe encore une fois plusieurs techniques (l'encodeur en queue de moteur, encodeur sur 'roue folle', Souris optique). Dans notre robot on a utilisé l'encodeur sur 'roue folle' à cause de sa disponibilité et sa efficacité, on a équipé le robot d'une deuxième paire de roues très fine.



Figure (3.20) Encodeur optique utilisé

Chapitre3 Partie mécanique et électronique

C.4.1 Fonctionnement d'un codeur

Tous les codeurs optique exploitent des principes de fonctionnement similaires .Il sont constitués d'un disque comportant des zones opaque et des zones translucides. Le nombre de ces zones et leur disposition dépend de la nature du codeur et de type d'information que l'on souhaite obtenir. Des diodes électroluminescentes (LED) émettentUne lumière qui peut traverser les zones transparentes. Des phototransistors situé de l'autre côté du disque en regarde des LED, captent cette lumière lorsqu'ils sont face à une ouverture et délivre un signal électrique, figure (4.).

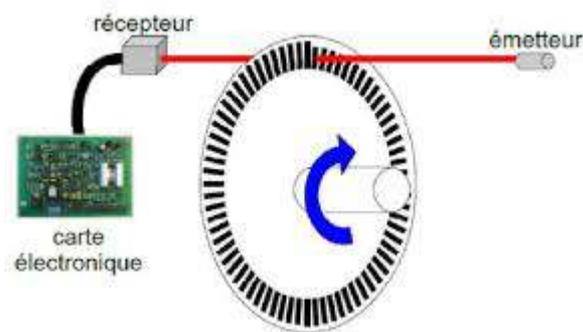


Figure 3.21 Fonctionnement d'un codeur incrémental

3.3.3 Système de la pêche

Pour ce système de la pêche on a utilisé le servomoteur comme un actionneur

A.Servomoteur

Un servomoteur est un système qui à pour but de produire un mouvement précis en réponse à une commande externe. C'est un actionneur (système produisant une action) qui mélange l'électronique, la mécanique.

Pour la robotique, 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. Unservomoteur est constitué :

- ✓ d'un corps contenant toute la mécanique et l'électronique.
- ✓ d'un câble pour amener la puissance et la commande (consigne).

Chapitre3 Partie mécanique et électronique

- ✓ d'un palonnier, accroché à l'axe du servo, on accroche sur le palonnier les parties mécaniques à mouvoir (bras, roue, ...).
- ✓ Le boîtier qui le protège.

Mais aussi de plusieurs éléments que l'on ne voit pas :

- ✓ un moteur à courant continu.
- ✓ des engrenages (pignon) pour former un réducteur (en plastique ou en métal).
- ✓ un capteur de position de l'angle d'orientation de l'axe (un potentiomètre bien souvent).
- ✓ une carte électronique pour le contrôle de la position de l'axe et le pilotage du moteur à courant continu

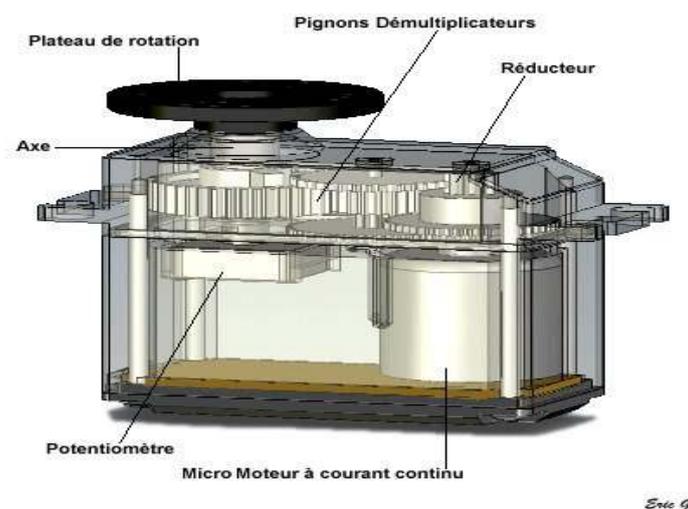


Figure 3.22 Servomoteur

Ce servomoteur est piloté par un fil de commande et alimenté par deux autres fils, Un fil rouge est relié à l'alimentation positive +5 V, le fil noir est relié à la masse (GND) et le fil jaune relie dans notre carte arduino.

Le mode de commande d'un servomoteur : Avec la programmation de l'Arduino, on envoi sur son fil de commande qui est relié à notre carte arduino une demande de se positionner à l'angle désiré, grâce à une bibliothèque (Library) dédiée, la bibliothèque « servo », qui prend en charge la communication de bas niveau entre l'Arduino et le servomoteur. La plupart du temps la sortie peut se positionner entre 0 et 180°.

Chapitre3 Partie mécanique et électronique

3.3.4 Système de détection d'obstacle

A Capteur de distance infrarouge

Le capteur GP2D12 est un capteur de distance :

- ✓ Opérant dans une plage de mesure de 10cm à 80cm (bon compromis pour un robot...).
- ✓ Infrarouge (utilise un système optique lumineux dans une longueur d'onde invisible à l'œil nu).
- ✓ Analogique (tension de sortie entre 0 et 2,4V).
- ✓ Non-linéaire (la tension de sortie n'est pas directement proportionnelle à la distance).
- ✓ Fonctionnant sous 5V.
- ✓ Alimentation entre +4.5V et 5.5V (idéal avec une carte Arduino).

Le brochage est standard avec 3 broches :

- ✓ Vcc = +5V. GND = 0V.
- ✓ tension de sortie Vo.



Figure 3.23 Capteur infrarouge GP2D12

Principe de fonctionnement : Ce capteur utilise un ingénieux système optique :

- ✓ Une LED infrarouge émet un rayon infrarouge invisible à l'œil nu qui est réfléchi par les objets.
- ✓ une barrette photo réceptrice reçoit le rayon réfléchi, ce qui permet d'en déduire l'angle de réflexion et donc la distance, l'angle varie suivant la distance à l'obstacle.

Chapitre3 Partie mécanique et électronique

Le calcul de la distance s'obtient par trigonométrie:

$$\tan \alpha = \frac{2d}{E} = \frac{X}{L} \text{ Donc } d = \frac{E}{2LX}$$

Où E et L sont des longueurs connues

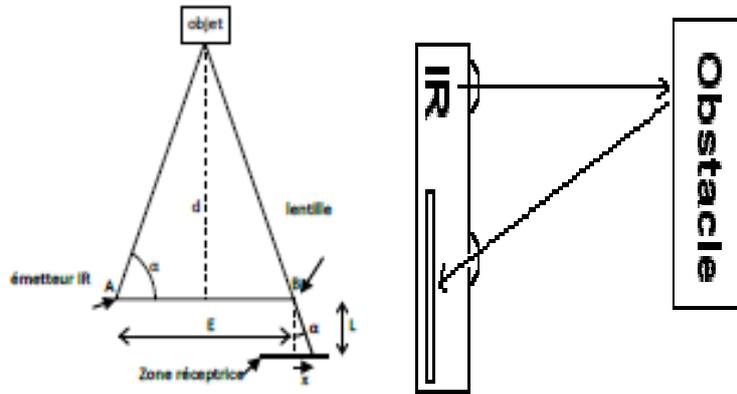


Figure (3.24) Principe émié et reçu capteur infrarouge

3.3.5 Robot secondaire

La structure électronique de notre robot mobile peut être représentée par le schéma ci-dessous figure (3.25).

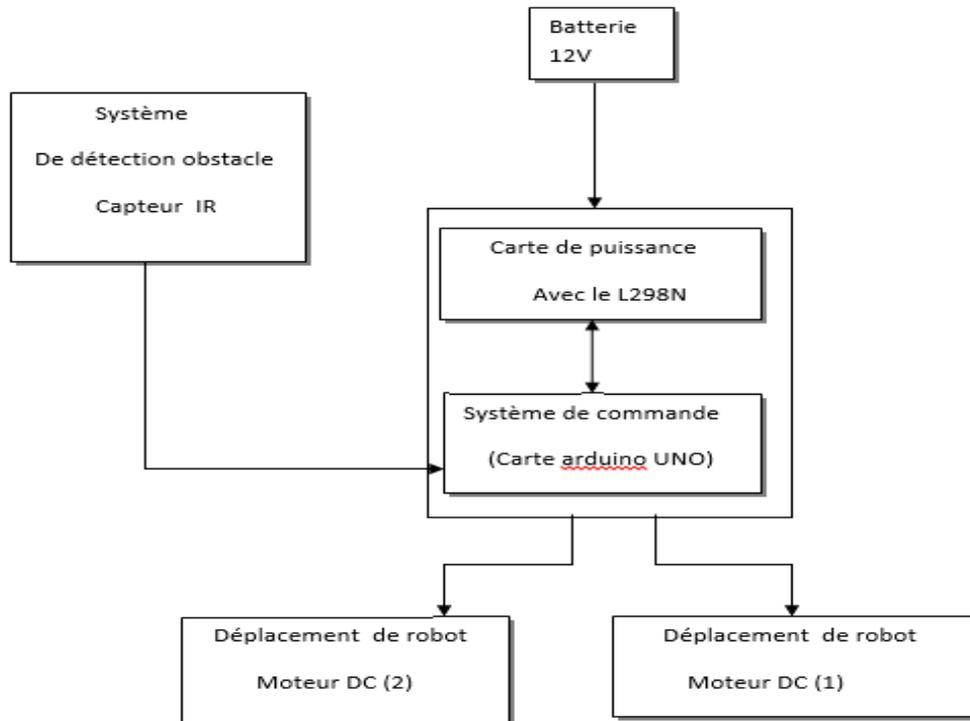


Figure 3.25 Schéma synoptique général du robot secondaire

Chapitre3 Partie mécanique et électronique

Tous les éléments de robot secondaire utilisés sont les mêmes que celle de robot principal (on a cité ses éléments dans la partie de robot principal), sauf dans ce robot on n'a pas utilisé les encodeurs et servomoteur à cause de la simplicité des tâches.

3.4 Conclusion

Dans ce chapitre nous nous sommes intéressés à la partie mécanique et la partie électronique des robots, les deux parties sont importantes pour la réalisation des robots. Dans la partie mécanique on a choisi la structure de deux robots selon notre stratégie qu'on a mise pour participer au concours et selon les règles d'EUROBOT. La partie électronique c'est la partie qui permet de commander des actions de robot, c'est la partie de perception, on a présenté les différents capteurs et actionneurs utilisés, et leurs principes de fonctionnement.

Chapitre 4 Programmation et la stratégie de jeu

Chapitre 4

Programmation et la stratégie de jeu

4.1 Introduction

Nous sommes arrivés maintenant à la partie finale du projet, c'est la partie de l'intelligence du robot, la partie programmation et la stratégie de jeu, il est clair que cette partie est très importante pour la coordination du fonctionnement de toutes les parties du robot mobiles.

4.2 Programmation (Software)

Pour la partie de commande du robot on a programmé notre carte de commande arduino Uno et Mega avec un logiciel arduino.

4.2.1 Présentation de l'Espace de développement Intégré (EDI) Arduino

Le logiciel Arduino est basé sur les langages C/C++, à pour fonctions principales:

- ✓ De pouvoir écrire et compiler des programmes pour la carte Arduino.
- ✓ De se connecter avec la carte Arduino avec un PC pour y transférer les programmes.
- ✓ De communiquer avec la carte Arduino.

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

- ✓ Une **BARRE DE MENUS** comme pour tout logiciel une interface graphique (GUI).
- ✓ Une **BARRE DE BOUTONS** qui donne un accès direct aux fonctions essentielles du logiciel et fait toute sa simplicité d'utilisation.
- ✓ Un **EDITEUR** (à coloration syntaxique) pour écrire le code de votre programme, avec onglets de navigation.
- ✓ Une **ZONE DE MESSAGES** qui affiche indique l'état des actions en cours.

Chapitre 4 Programmation et la stratégie de jeu

- ✓ une **CONSOLE TEXTE** qui affiche les messages concernant le résultat de la compilation du programme, voir la figure (4.1).

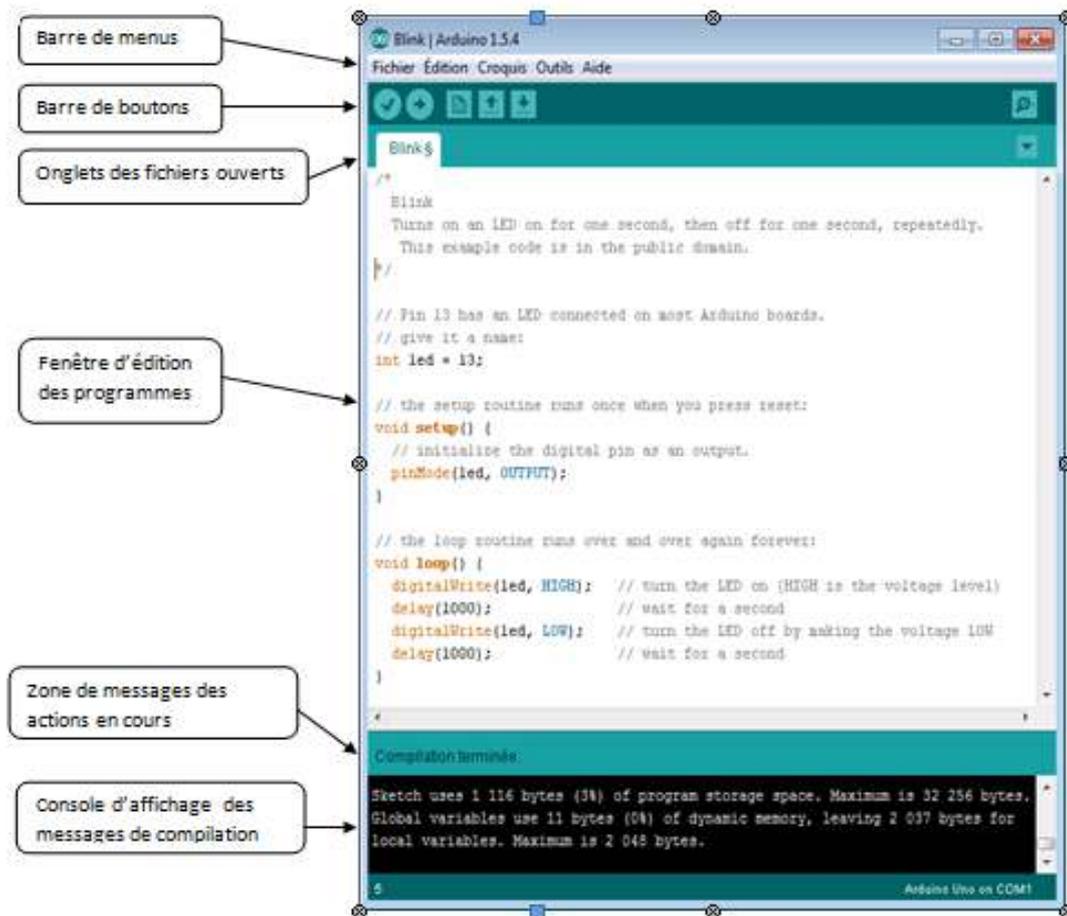


Figure 4.1 Présentation des éléments de l'arduino software

Le logiciel Arduino intègre également :

- ✓ Un **TERMINAL SERIE** (fenêtre séparée) qui permet d'afficher des messages textes reçus de la carte Arduino et d'envoyer des caractères vers la carte Arduino. Cette fonctionnalité permet une mise au point facile des programmes, permettant d'afficher sur l'ordinateur l'état de variables, de résultats de calculs ou de conversions analogique-numérique. Cet élément est essentiel pour améliorer, tester et corriger ses programmes, figure (4.2).

Chapitre 4 Programmation et la stratégie de jeu

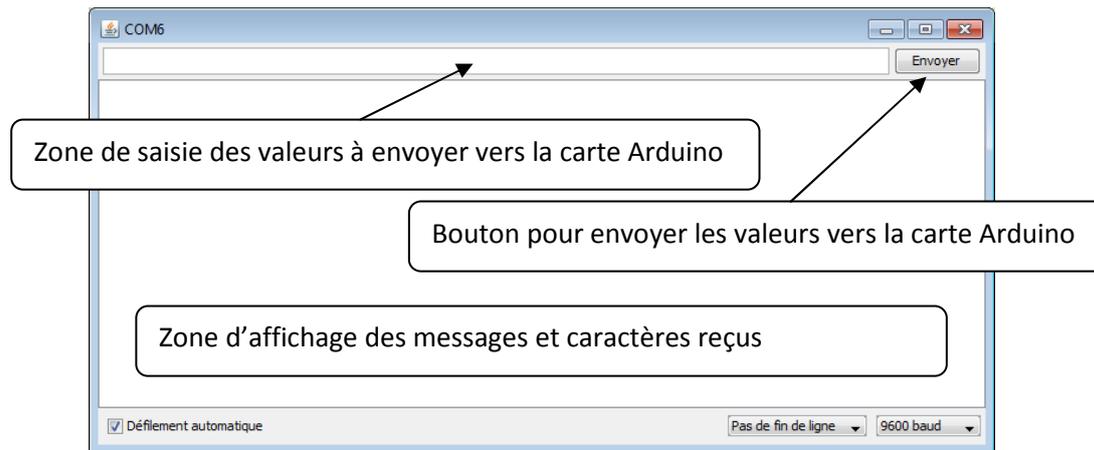
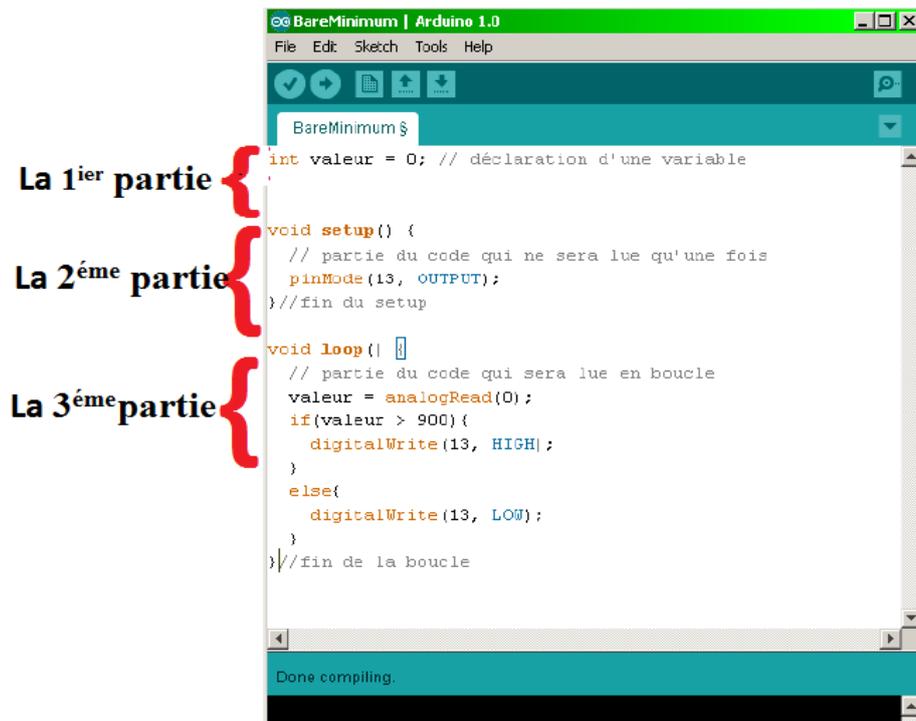


Figure 4.2 Terminal série

4.2.2 Description de la structure d'un programme

- ✓ Un programme utilisateur Arduino est une suite d'instructions élémentaires sous forme textuelle, ligne par ligne. La carte lit puis effectue les instructions les unes après les autres, dans l'ordre défini par les lignes de code. Cette structure se décompose en trois parties, voir la figure (4.3) :
- ✓ **La première partie** : Définition des constantes et variables globales, Directive de compilation ; Définie, Include, etc.
- ✓ **La deuxième parties** : Fonction principale : *VOID SETUP ()* Initialisation des ressources de la carte Configuration des entrées/sorties Définition de la vitesse de fonctionnement du port série, etc. Cette partie ne sera exécutée qu'une seule fois.
- ✓ **La troisième partie** : Fonction boucle : *VOID LOOP ()* Description du fonctionnement général du programme Gestion des interactions entre les entrées/sorties. Cette partie sera exécutée en boucle.

Chapitre 4 Programmation et la stratégie de jeu



```
int valeur = 0; // déclaration d'une variable

void setup() {
  // partie du code qui ne sera lue qu'une fois
  pinMode(13, OUTPUT);
} //fin du setup

void loop() {
  // partie du code qui sera lue en boucle
  valeur = analogRead(0);
  if(valeur > 900){
    digitalWrite(13, HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite(13, LOW);
  }
} //fin de la boucle
```

Figure 4.3 Structure d'un programme

4.3 Stratégie de jeu

Avant de concevoir nos robots, ayant pour objectif de remporter des points et donc de progresser dans la coupe EUROBOT, on a mis en place une stratégie de jeu. Les deux robots développés doivent suivre notre stratégie.

Comme on l'a vu dans le chapitre 2, on dispose d'une variété de façons de gagner des points, donc on a décidé de répartir les tâches sur les robots. Dans un esprit de gagner plus de points et de réduire les éventuels problèmes techniques. On a décidé que les deux robots démarrent en même temps, et chaque robot s'occupera d'une partie du terrain et sera indépendant de l'autre.

4.3.1 Robot principale

Le robot principal aura pour tâche de : (par ordre de priorité)

1. Mettre la dune dans la zone de la construction.

Chapitre 4 Programmation et la stratégie de jeu

2. Pêcher des poissons.
3. Ramasser des coquillages.
4. Se mettre à l'ombre ouvrir le parasol (funny action).

La priorité est mise sur «Mettre la dune dans la zone de construction» car c'est la tâche la plus simple à réaliser. Pour l'accomplir, il suffit de pousser la dune en ligne droit jusque à la zone de construction (le robot et la dune sont situés en même ligne).

La deuxième tâche est de «Pêcher des poissons» c'est la tâche la plus difficile à réaliser, c'est l'action qui rapporte le plus de points dans notre stratégie, à condition de Pêché les poissons les contrôlé et les mettre dans le filet, cette action on l'a répété deux fois pour assurer la pêche de tout les poissons.on à citer le système de pêche dans le paragraphe 3.2.1 partie C.

La troisième action consiste a ramassé les coquillages qui sont distribué sur la table de jeu, quand la tâche de pêche est terminé, le robot retourne à sa zone de départ. Dans son chemin de retour, il ramasse des coquillages en route.

La dernière tâche est le ' funny action' ouverture du parasol. Après la fin de 90 seconde de jeu le robot s'arrête, et dans la durée maximale de 5 seconde le robot ouvre le parasol embarqué dans son toit. Le système de parasol expliqué dans le paragraphe 3.2.1 partie D.

Le diagramme suivant Figure (4.4) présente le chemin global de robot principal.

Chapitre 4 Programmation et la stratégie de jeu

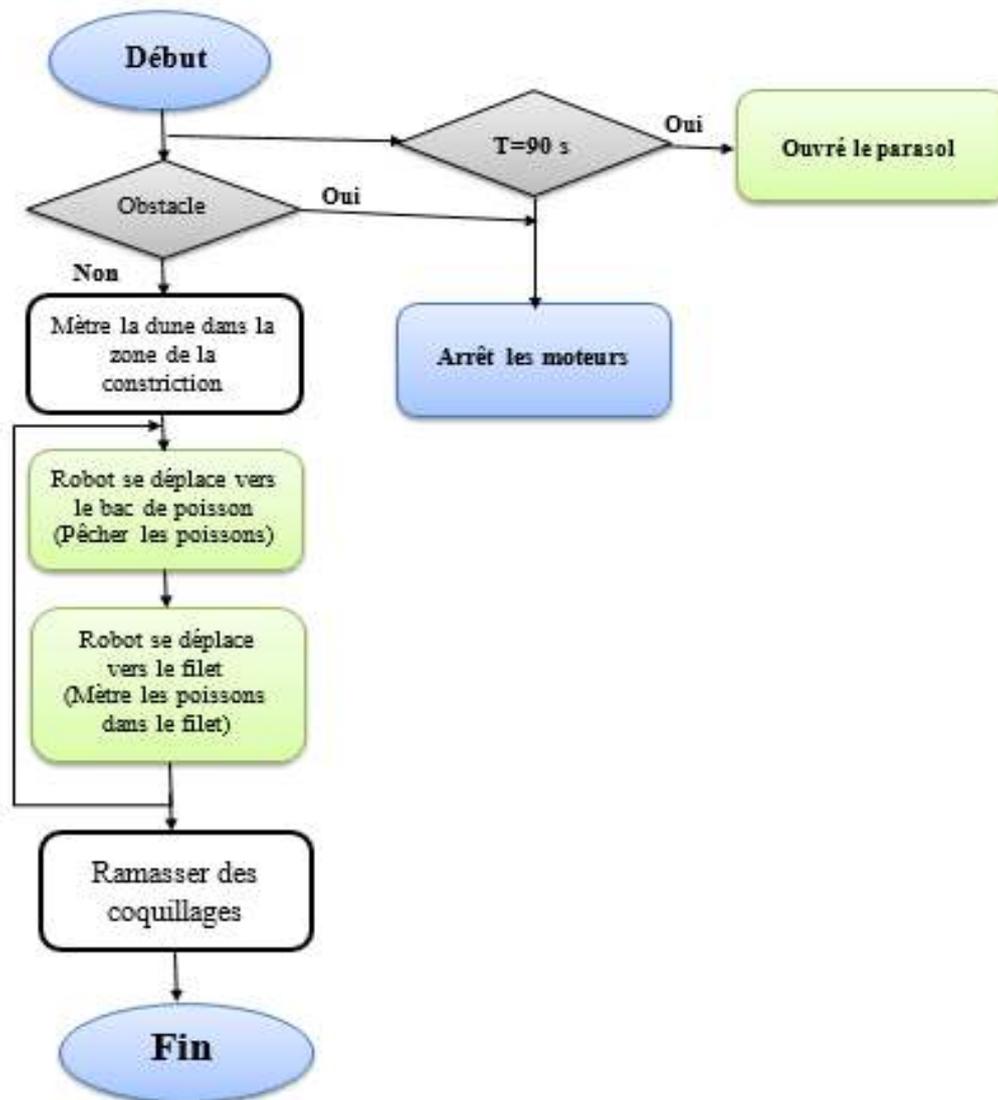


Figure 4.4 Organigramme globale de la stratégie du robot principale

Chapitre 4 Programmation et la stratégie de jeu

4.3.2 Robot secondaire

Le robot secondaire aura la tâche d'assuré :

1. La fermeture des portes de chaque cabine de plage de l'équipe.

Le robot secondaire à le rôle de fermé les deux porte de cabiné de la plage de l'équipe, la stratégie globale représenté dans la figure (4.5) suivante :

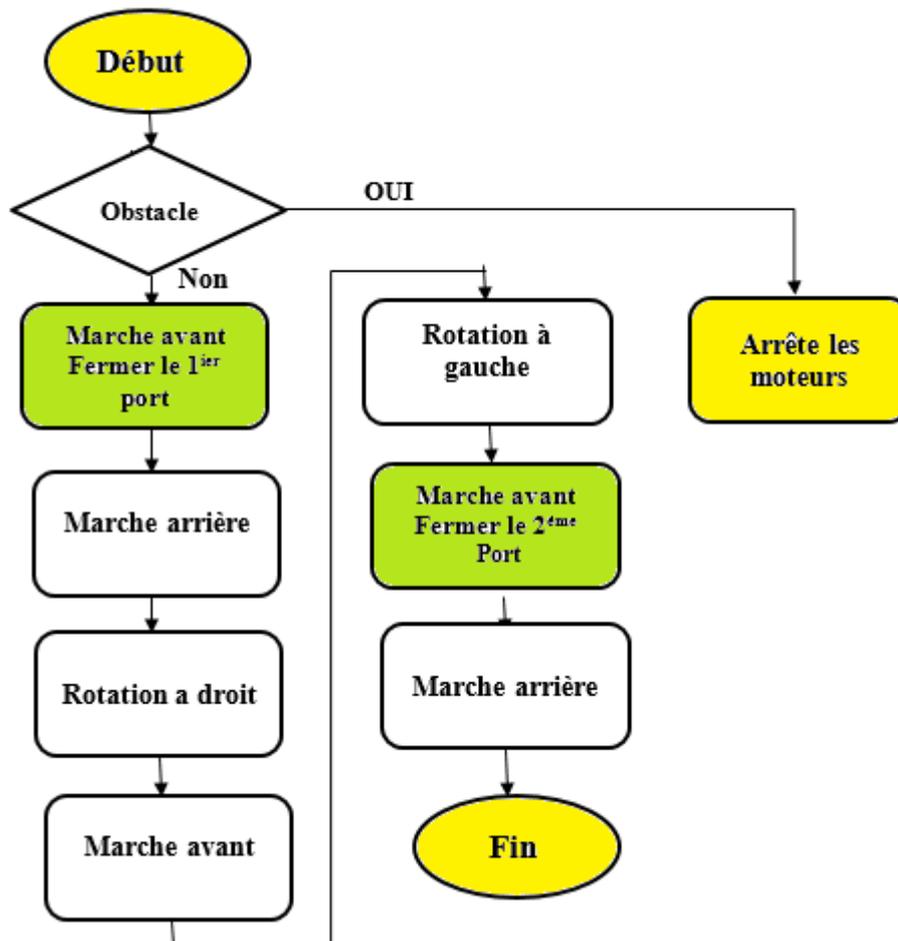


Figure 4.5 Organigramme globale de la stratégie de robot secondaire

Chapitre 4 Programmation et la stratégie de jeu

4.4 Odométrie pour deux roues codeuses

4.4.1 Principe

L'odométrie est une technique qui consiste à calculer la position du robot, en cumulant tous les déplacements effectués depuis la dernière position connue. Il s'agit d'une technique de positionnement relative qui est donc peu précise puisque les erreurs de mesure s'accumulent au cours du temps. Par sa nature, on l'associe généralement à l'asservissement du robot, en effet, comme l'asservissement, l'odométrie nécessite de lire les encodeurs moteurs le plus régulièrement possible. On effectue donc les calculs au même moment.

4.4.2 Réglage des paramètres

Pour utiliser notre système d'odométrie à d'encodeur sur arbre moteur, il nous faudra calibrer avec soin les paramètres ci-dessous :

Périmètre des roues, Distance entre les deux roues (entraxe)

- Le périmètre des roues influe sur la précision de tous les déplacements du robot (ligne droite et rotation), il faut donc le calibrer en premier. Pour cela, nous réaliserons une série de lignes droites et nous calculerons l'écart entre valeur théorique du déplacement attendue et valeur mesurée.
- La distance entre les deux roues influe sur les rotations. On procède donc de la même manière à mesurer l'écart entre valeur théorique et valeur mesurée lors de rotations sur place du robot.

Calcul distance linéaire (ligne droite)

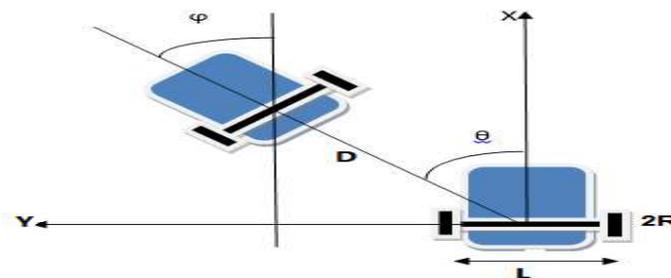


Fig 4.6 Marche distance

Chapitre 4 Programmation et la stratégie de jeu

- Distance = $\sqrt{X * X + Y * Y}$;
- Nombre des impulsions de roue Droit = $\frac{Distance}{2 * PI * R} * N$;
- Nombre des impulsions de roue Gauche = $\frac{Distance}{2 * PI * R} * N$;

Calcul angle de rotation θ (les donnés X, Y)

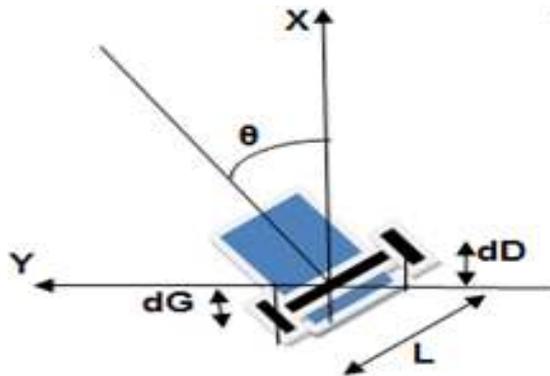


Figure 4.7 Angle de rotation θ

- Angle $\theta = \text{arc tangent } (Y/X)$.
- Distance de rotation de roue Droit = $(\text{Angle } \theta * L/2)$;
- Nombre des impulsions de roue Droit = $\frac{Distance \text{ de rotation de roue Droit}}{2 * PI * R} * N$;
- Distance de rotation de roue Gauche = $(-\text{Angle } \theta * L/2)$;
- Nombre des impulsions de roue Gauche = $\frac{Distance \text{ de rotation de roue Gauche}}{2 * PI * R} * N$;

Où : X, Y : des coordonnées dans l'axe Oxy. R : le rayon des roues d'encodeur.

L : la distance entre deux roues encodeur. N : Le nombre des impulsions.

4.4.3 Variations de l'angle et de la position du robot

Calcul décalage selon X, Y

- Delta distance Droit = $(\text{delta encodeur Droit}) * \frac{2 * PI * R}{N}$;
- Delta distance Gauche = $(\text{delta encodeur Gauche}) * \frac{2 * PI * R}{N}$;
- Delta distance Central = $\frac{\text{Delta distance Droit} + \text{Delta distance Gauche}}{2}$;

Chapitre 4 Programmation et la stratégie de jeu

- $\Delta X = \Delta \text{distance Central} * \cos(\theta)$;
- $\Delta Y = \Delta \text{distance Central} * \sin(\theta)$;
- $X+ = \Delta X$;
- $Y+ = \Delta Y$;

Calcul variation de l'angle

- $\Phi+ = \frac{\Delta \text{distance Droit} - \Delta \text{distance Gauche}}{L}$;

Où : $\Phi+$: l'angle final de position du robot.

delta encodeur : Nombre des impulsions calculé par l'encodeur dans la position final - nombre des impulsions calculé par l'encodeur dans la position initial.

4.5 Asservissement de la position

Chaque roue est asservie à une consigne de position, sa position réelle étant contrôlée par le codeur incrémental associé, suivant le schéma fonctionnel Figure (4.9):

La consigne représente la valeur désirée de la position, le codeur mesurant la position réelle. L'écart entre ces 2 valeurs est appliqué à un correcteur PID (Proportionnel Intégral et Dérivé) qui calcule la commande appliquée au moteur.

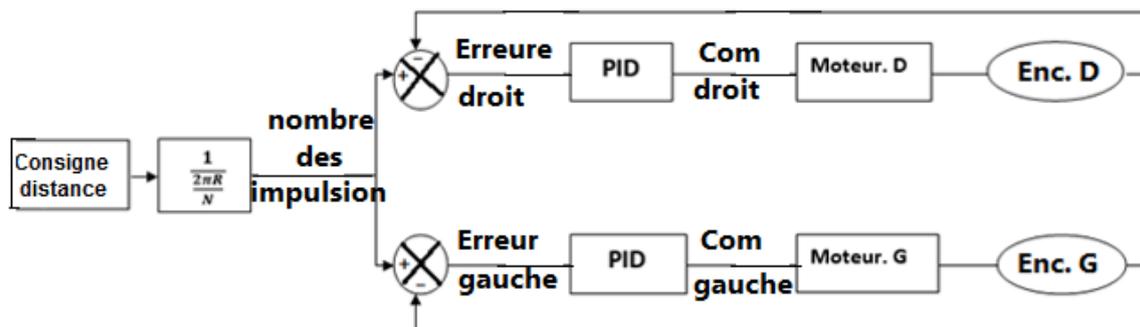


Figure 4.8 Schéma bloc de l'implantation du PID en régulation de distance

Chapitre 4 Programmation et la stratégie de jeu

La consigne représente la valeur désirée de l'angle, le codeur mesurant la position réelle. L'écart entre ces 2 valeurs est appliqué à un correcteur PID (Proportionnel Intégral et Dérivé) qui calcule la commande appliquée au moteur, figure (4.10).

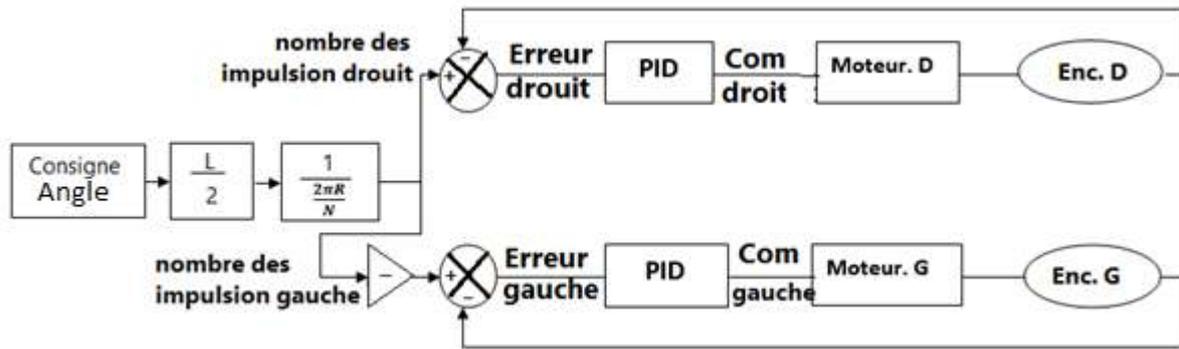


Figure 4.9 Schéma bloc de l'implantation du PID en régulation de position angulaire

4.6 Implémentation d'un PID sur un robot

4.4.1 Régulateur PID

Le régulateur PID, appelé aussi correcteur PID (proportionnel, intégrateur, dérivateur) est un système de contrôle, permettant d'effectuer un asservissement en boucle fermée d'un système industriel ou robotique. C'est le régulateur le plus utilisé dans l'industrie, et il permet de régler un grand nombre de grandeurs physiques.

Un régulateur est un algorithme de calcul qui délivre un signal de commande à partir de la différence entre la consigne et la mesure, il permet de corriger la commande en fonction de la consigne initiale et de l'erreur mesurée. Le régulateur PID agit de trois manières [8] :

- action **proportionnelle P** : l'erreur est multipliée par un gain K_p .
- action **intégrale I** : l'erreur est intégrée et divisée par un gain K_i .
- action **dérivée D** : l'erreur est dérivée et multipliée par un gain K_d .

Chapitre 4 Programmation et la stratégie de jeu

A. Le régulateur proportionnel P

Le régulateur P est utilisé lorsqu'on désire régler un paramètre dont la précision n'est pas importante. La commande de ce régulateur est proportionnelle à l'erreur.

$$\text{Commande} = K_p * \text{erreur}$$

K_p est le coefficient de proportionnalité de l'erreur à régler de façon manuelle. Lorsque l'on augmente K_p , le système réagit plus vite et l'erreur statique s'en trouve améliorée, mais en contrepartie le système perd en stabilité.

B. Le régulateur proportionnel intégral PI

La commande de ce régulateur est proportionnelle à l'erreur, mais aussi proportionnelle à l'intégrale de l'erreur. On rajoute donc à la commande générée par le régulateur proportionnel, la somme des erreurs commises au cours du temps.

$$\text{commande} = K_p * \text{erreur} + K_i * \text{somme erreurs}$$

K_i est le coefficient de proportionnalité de la somme des erreurs, on a régler de façon manuelle.

C. Le régulateur proportionnel dérivé PD

La commande de ce régulateur est proportionnelle à l'erreur, mais aussi proportionnelle à la dérivée de l'erreur. La dérivée de l'erreur correspond à la variation de l'erreur d'un échantillon à l'autre et se calcule simplement en faisant la différence entre l'erreur courante et l'erreur précédente (c'est une approximation linéaire et locale de la dérivée).

$$\text{Commande} = K_p * \text{erreur} + K_d * (\text{erreur} - \text{erreur précédente})$$

K_d est le coefficient de proportionnalité de la variation de l'erreur, on a régler ce coefficient manuellement.

Chapitre 4 Programmation et la stratégie de jeu

D. Le régulateur proportionnel intégral dérivé PID

Ici, la commande est à la fois proportionnelle à l'erreur, proportionnelle à la somme des erreurs et proportionnelle à la variation de l'erreur.

Commande = $K_p * \text{erreur} + K_i * \text{somme erreurs} + K_d * (\text{erreur} - \text{erreur précédente})$

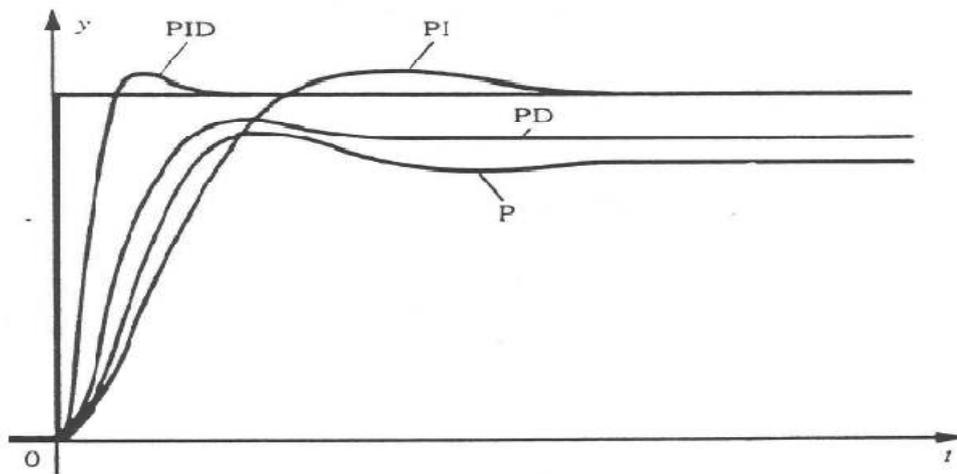


Figure 4.10 les signaux des régulateurs

4.6.2 Réglage les coefficients d'un PID

Le réglage des coefficients K_p , K_i et K_d d'un PID peut se faire "à la main" par essais/erreurs. Tout d'abord, il ne sert à rien de vouloir régler les trois coefficients en même temps, il y a trop de combinaisons possibles, il vaut mieux y aller par étape[8].

- Tout d'abord, il faut mettre en place un simple régulateur proportionnel (les coefficients K_i et K_d sont donc nuls). Par essais/erreurs, il faut régler le coefficient K_p afin d'améliorer le temps de réponse du système. C'est-à-dire qu'il faut trouver un K_p qui permette au système de se rapprocher très vite de la consigne tout en faisant attention de garder la stabilité du système : il ne faut pas que le système réponde très vite tout en oscillant beaucoup.

- Une fois le coefficient 'Pi' est réglé, on peut passer au coefficient K_i . Celui-là va permettre d'annuler l'erreur finale du système afin que celui-ci respecte exactement la

Chapitre 4 Programmation et la stratégie de jeu

consigne. Il faut donc régler K_i pour avoir une réponse exacte en peu de temps tout en essayant de minimiser les oscillations apportées par l'intégrateur.

- Enfin, on peut passer au dernier coefficient K_d qui permet de rendre le système plus stable. Son réglage permet donc de diminuer les oscillations.

Pour régler ces coefficients, on a donnée a notre système une consigne fixe 5000 pour les deux moteurs et on a observé les résultants obtenu, voir la figure (4.12).

Kp	ki	Kd	consigne	Remarque
1	0	0	5000 impulsion	4300 : temps de réponse grand, la présence des oscillations, le système est pas stable
0.1	0	0	5000	4800 : temps de réponse grand Erreur statique faible (200 impulsion)
0.1	0.1	0	5000	5200 : dépassement de la consigne,
0.1	0.01	0	5000	5080 : dépassement de la consigne Erreur statique faible (200 impulsion)
0.1	0.01	0.0001	5000	5002 : les oscillations sont diminuer, le système est plus simple, pas de dépassement. Ces les paramètres idéals pour notre système.

Figure 4.11 les résultats obtenus

4.7 Conclusion

La réalisation du robot a été faite partie par partie, dans le but d'obtenir un bon fonctionnement. Nous nous occupés de toutes les partie avec le même degré d'importance pour assurer du bon fonctionnement. Notre projet a été composé de plusieurs étapes la partie de ce chapitre a été concerné pour la programmation et asservissement de robot, et la stratégie adopté pour le concoure d'EUROBOT.

Conclusion Générale

Durant ce projet nous avons pu acquérir une certaine expérience pour la conception et la réalisation des différentes parties du robot mobile autonome, Nous avons avant tout, appris à bâtir un projet en respectant un cahier des charges strict. Le cahier de charge régissant du concours EUROBOT2016 à été totalement respecté étant donné que nos robots ont pu être homologué durant ce concours, les résultats obtenu sont très satisfaisant, la 1ere place au niveau national, c'est une indication sur les performances de nos robots.

La partie réalisation nous à été d'un profit inestimable, que se soit pour la partie mécanique dont on a mis tous nos idées selon le cahier de charge. Dans la partie électronique nous avons pu mettre en pratique nos connaissances théoriques acquises tout au long de nos cursus de formation, nous avons pu acquérir une certaine expérience et notamment l'exploitation des capteurs et actionneur et des cartes de commande pour commander des robots.

Bien que pour la réalisation de ce projet nous avons dû affronter différents types de problèmes, ces derniers nous ont permis d'approfondir notre expérience dans le domaine pratique et donc de mieux compléter notre formation pédagogique. Parmi les difficultés rencontrées :

-le contrôle de la trajectoire du robot, après chaque essaye de la trajectoire du robot et avec les mêmes paramètres on trouve des erreurs de positionnement, et après plusieurs essaie on a diminué l'erreur jusqu'au on a négligé ces erreurs.

- le facteur de temps et des matériels a influencé sur notre avancement, on a pu développer nos robots beaucoup mieux.

Les résultats obtenus dans le dernier chapitre, sont très satisfaisants et ceci a contribué à nous donner plus de confiance dans la réalisation de ce genre de projets.

La Bibliographie

[1] Site web : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Robot#Historique>

[2] : Robotique mobile. Cours de robotique générale Ecole National supérieure de Physique de Strasbourg Université Louis Pasteur 75p

[3] CHERROUN Lakhmissi , « Navigation Autonome d'un Robot Mobile par des Techniques

[4] Laetitia Matignon, « Introduction a la robotique », Université de Caen, France, 2011/2012

[5] Ph. Bidaud, Cours de Modélisation des Systèmes Robotiques, Université Pierre et Marie Curie. Master Systèmes Intelligents et Robotiques.

[6] : http://www.planete-sciences.org/robot/data/file/trophees/2016/T2016_Rules.pdf

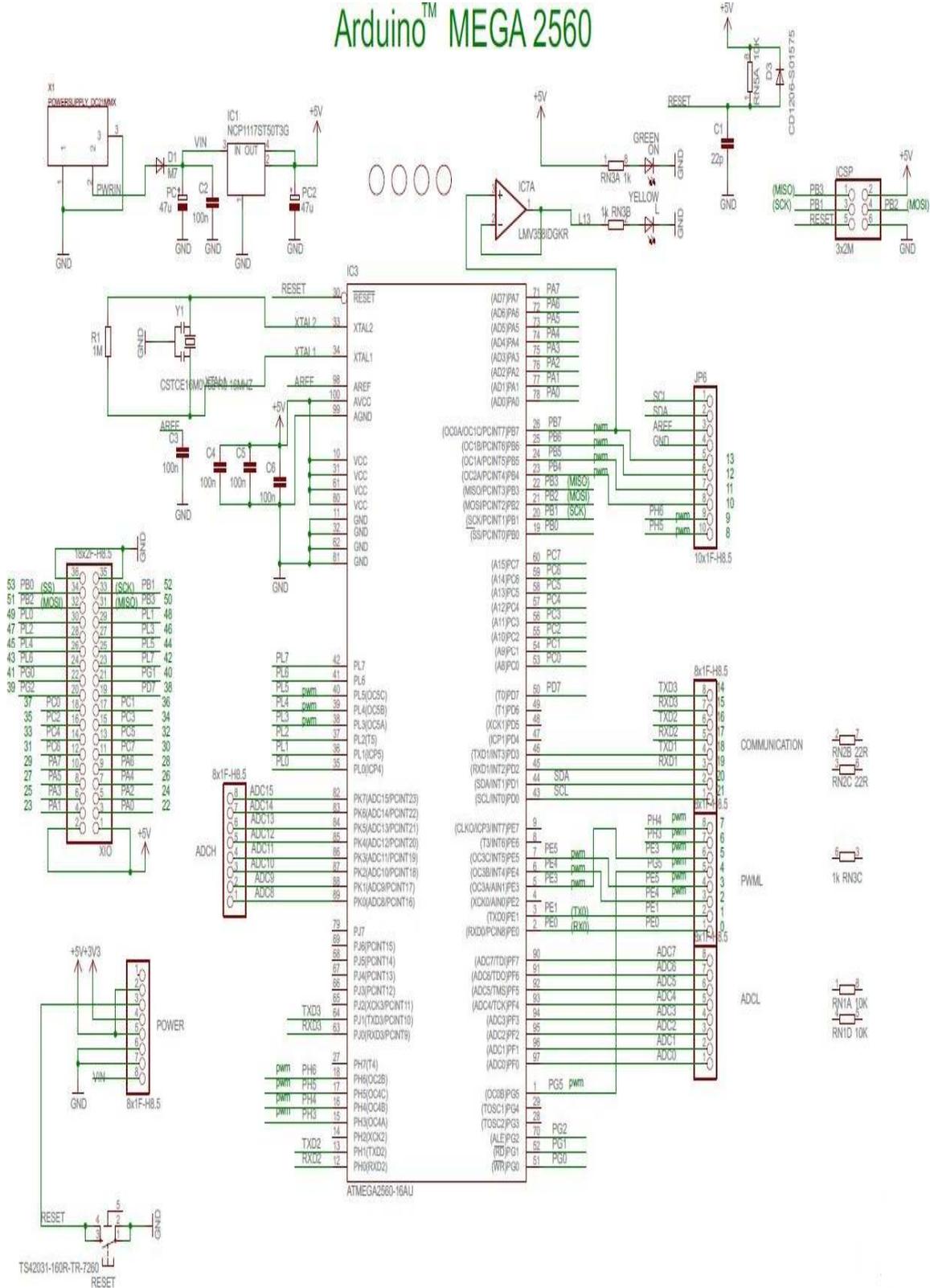
[7] : Christophe Le Lann2, Le PID utilisé en régulation de position et/ou de vitesse de moteurs électriques1

[8] : <http://www.ferdinandpiette.com/blog/2011/08/implementer-un-pid-sans-faire-de-calculs/>

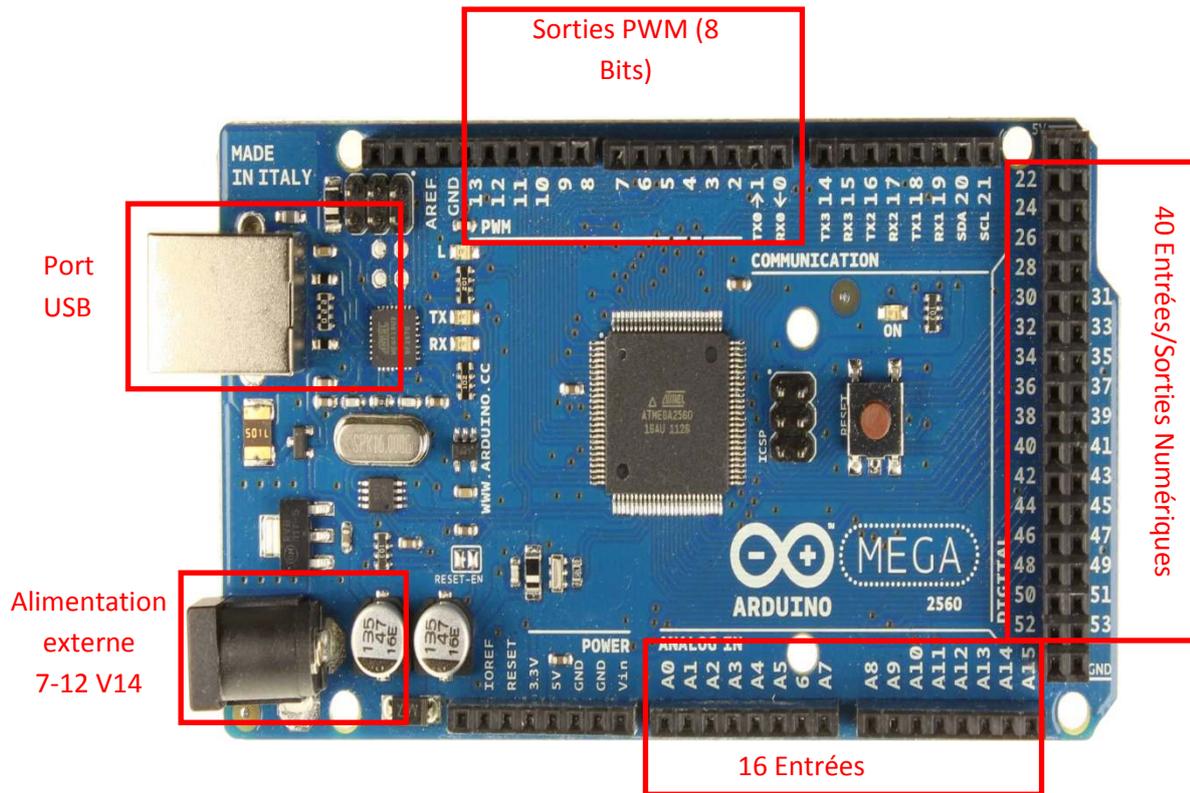
Annexe

Schéma simplifié de la carte Arduino MEGA

Arduino™ MEGA 2560



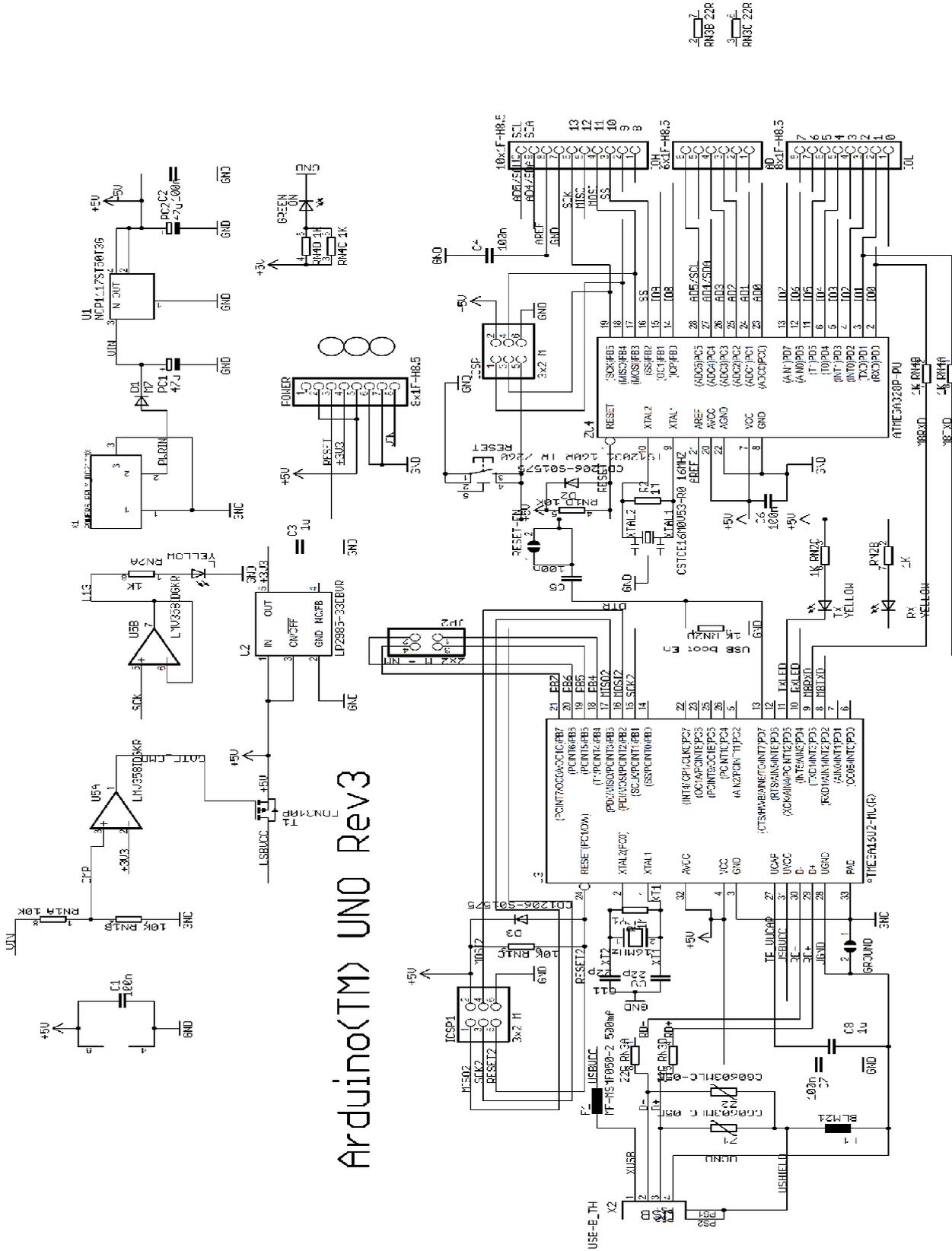
Caractéristiques d'Arduino MEGA :



Résumé des caractéristiques de la carte Arduino MEGA :

Microcontrôleur	ATmega328
Tension d'alimentation interne	5V
Tension d'alimentation externe	7 à 12V
Entrées/sorties numériques	54 dont 14 sorties PWM
Entrées analogiques	16
Courant max par broches E/S	40 mA
Courant max sur sortie 3,3V	50mA
Mémoire Flash	256 Ko
Mémoire SRAM	8 Ko
mémoire EEPROM	4 Ko
Fréquence horloge	16 MHz

Schéma simplifié de la carte Arduino UNO



Arduino(TM) UNO Rev3

2 7
RMBE 22R
3 6
RMBE 22R

Caractéristiques d'Arduino Uno :

Résumé des caractéristiques de la carte Arduino uno :



Microcontrôleur	ATmega328
Tension d'alimentation interne	5V
Tension d'alimentation externe	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 Ko
Mémoire SRAM	2 Ko
mémoire EEPROM	1 Ko
Fréquence horloge	16 MHz