

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : **Sciences et Technologies**

Filière : **Génie électrique**

Spécialité : **Automatique et informatique
industrielles**

Thème

**Conception et réalisation d'une carte de
commande pour un bras manipulateur.**

Mémoire soutenu publiquement le 13/07/2017

Dirigé par :

Mr. Touat M.A

Réalisé par :

TAGUEMOUNT Ahcene

BOUAZZOUNI Younes

Année universitaire 2016/2017

Remerciement

Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté de parvenir à la fin de notre parcours universitaire.

Nous tenons à remercier énormément et infiniment notre promoteur Monsieur TOUAT M.A pour avoir accepté de nous encadré et diriger ce travail.

Nous exprimons aussi nous sincère remerciements à Mr MOULOUDJ Kamel formateur et enseignant à l'école technique de Tizi-Ouzou, qui n'a jamais cessé de nous suivre et orienter tout au long de notre travail, ainsi que pour ses conseils judicieux. On a pu bénéficier à la fois de ses compétences scientifiques, et de sa grande disponibilité, tant pour résoudre les difficultés rencontrées lors de notre réalisation, de répondre à nos questions, et tous ceux qui nous ont aidé, conseillé et encourager afin de réaliser ce modeste travail.

Nous aimerions remercier vivement nos chères amies et camarades de notre promotion « Automatique professionnelle ».

Enfin, nous tenons à remercier les membres de jury qui ont acceptés de juger et examiner notre travail.

Merci à vous...

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| Introductiongénérale | 1 |
| Chapitre I :Généralités sur la robotique | 2 |
| I.1.Définition d'un robot | 2 |
| I.2.Historique | 2 |
| I.3.Les différentes catégories des robots | 2 |
| I.4. Concepts de base | 4 |
| I.5.Caractéristiques des robots | 7 |
| I.6.Différentes types de robots | 9 |
| I.7.Utilisation des Robots | 12 |
| | |
| Chapitre II : Description du travail réalisé | |
| II.1.Description externe du robot trainer | 16 |
| II.1.1.Présentation du robot trainer | 17 |
| II.1.2.Les moteurs | 18 |
| II.1.3.La transmission | 22 |
| II.1.4.Les capteurs | 22 |
| II.2.carte de commande existante | 23 |
| II.3.la carte de commande réalisée | 24 |
| II.3.1.les composants de la carte | 24 |
| II.4.Processing | 27 |
| II4.1.historique | 27 |
| II4.2.description | 27 |
| II.4.3.Utilisation | 28 |
| II.5.IDE Arduino | 28 |
| | |
| Chapitre III : Réalisation du projet | |
| III.1.introduction | 30 |
| III.2 .Définition de la trajectoire et l'algorithme de calcul | 30 |
| III.2.a.Organigramme | 31 |
| III.2.b. Programme | 36 |
| III.3.Définitions sur l'utilisation du processing | 39 |
| III.4.Liaison Arduinoprocessing | 39 |

| | |
|--|-----------|
| III.5. Liaison arduinoprocessing robot réel | 40 |
| Conclusion | 44 |
| Conclusion générale | 45 |

Introduction générale

Introduction générale

Regroupant l'électronique, l'électrotechnique, la mécanique, l'automatique et l'informatique, la robotique est devenu depuis les années soixante-dix, une discipline à part entière. Avec les grands progrès qu'elle a connus, la robotique s'impose de plus en plus dans l'industrie moderne. Actuellement, les chercheurs parviennent à concevoir des robots légers et rapides.

Les robots manipulateurs sont les plus utilisés dans les systèmes industriels, car ils sont flexibles et permettent d'augmenter la productivité, réduire les coûts et améliorer la qualité de production. Nous retrouvons également ce type de robots dans les hôpitaux où ils assistent l'être humain dans des procédures chirurgicales difficiles ainsi que dans des milieux qui lui sont hostiles, tel que dans des pièces à température très élevée ou radioactive. Ils ont également fait leurs preuves dans des domaines tels que l'agriculture, la construction, l'exploitation des fonds marins ou de l'espace.

Commander un robot manipulateur consiste à lui permettre d'atteindre un état désiré ou de réaliser une tâche bien spécifique avec une grande précision dans un environnement réel.

La présence d'un bras manipulateur à usage pédagogique au sein de notre département nous a inspiré à réaliser un projet qui consiste à éliminer la carte de commande existante suite à sa défaillance et la remplacer par une carte dont on a fait la conception et la réalisation dans le but de commander le robot, en employant différentes méthodes de programmation.

Dans le premier chapitre nous avons présenté de manière générale la robotique.

Dans le deuxième chapitre nous avons effectué une description générale du projet dont les logiciels et matériels utilisés.

Le dernier chapitre est consacré pour la réalisation et la simulation du projet.

Introduction

La commande d'un robot a pour but de contrôler le mouvement des actionneurs selon la trajectoire programmée. Les actionneurs peuvent être de nature électrique, hydraulique ou pneumatique. Les actionneurs électriques les plus utilisés en robotique sont : les moteurs pas à pas, les moteurs synchrones, les moteurs asynchrones.

I.1.Définition d'un robot

Un robot est un dispositif mécanique poly-articulé mus par des actionneurs et commandé par un contrôleur accomplissant automatiquement une grande variété des tâches qui sont généralement considérées comme dangereuses, pénibles, répétitives et impossibles pour les humains ou dans un but d'une plus grande efficacité[1].

I.2.Historique

La notion d'avoir des machines qui travaillent pour nous et pour nous accomplir des tâches a commencé dans les environs des années 350 Avant.J par le philosophe grec Aristote, cette notion commence à se concrétiser en 125 par Héron d'Alexandrie qui a créé des automates mus par l'eau et s'intéressé à la vapeur et l'air comprimé.

En 1645 Blaise Pascal arrive à concevoir la première machine à calculer, les progrès se poursuivent et en 1739 Jacques de Vaucanson a fabriqué un canard mécanique en cuivre doré, capable de boire, de manger, de digérer et même de déféquer. Un mécanisme programmable lui permet également de cancaner et de barboter comme un véritable oiseau aquatique, puis viendra le tour à Pierre Jaquet-Droz qui a réalisé trois automates, l'Écrivain, le Dessinateur et le Musicien et en 1921 le mot "robot" fait sa première apparition sous la plume du dramaturge Karel Capek. Ce néologisme est inspiré du mot tchèque robota, travail. Publié en 1921 et représenté la même année au Théâtre national de Prague, ce drame d'anticipation, traduit en anglais en 1923, a rencontré un égal succès à New York et à Londres. Il fallait donc attendre l'an 1961 pour voir le premier robot du monde, c'est aux États-Unis et c'est un robot industriel connu sous le nom d'Unimate.

I.3.Les différentes catégories des robots

Robots mobiles figure (1.2).

Robots sous-marins figure (1.3).

Robots volants figure (1.4).

Robots humanoïdes figure (1.5).

Robots manipulateurs figure (1.6).

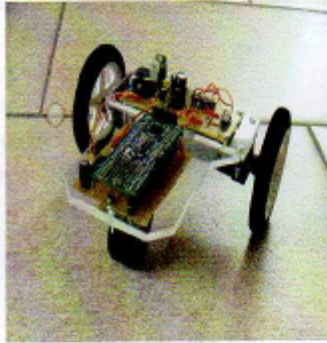


Figure 1.2 : Robot mobile

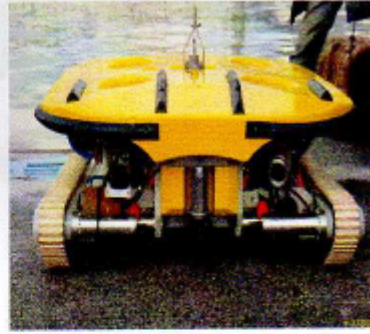


Figure 1.3 : Robot sous marin



Figure 1.4 : Robot volant

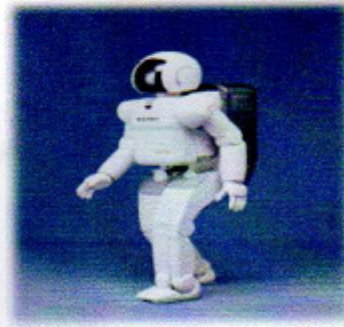


Figure 1.5 : Robot humanoïde

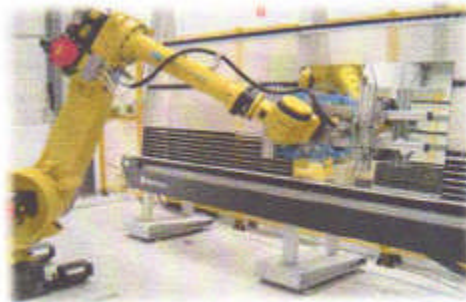


Figure 1.6 : Robot manipulateur

Figure I.1. Différentes catégories des robots

I.4. Concepts de base

Un robot est constitué des éléments suivants:

- Organe terminal
- Axe = Articulation
- Corps = Segment
- Effecteur = outil
- Actionneur = Moteur
- Base

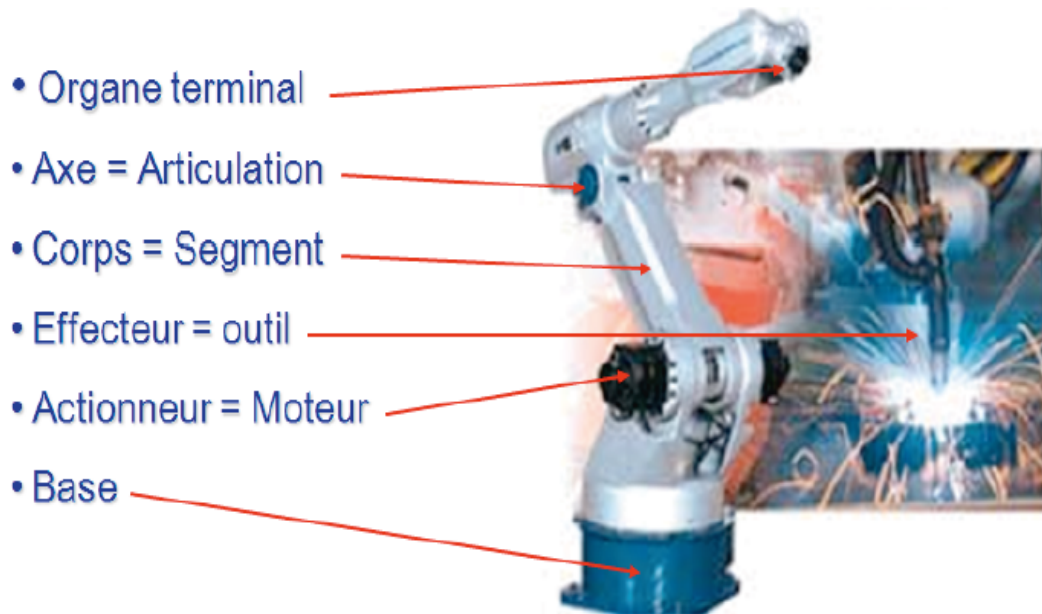


Figure I.2. Concepts de base d'un robot

On distingue classiquement 5 parties principales dans un robot :

- Système mécanique articulé (S.M.A.) + un organe terminal (voire plusieurs)
- Organe terminal
- Actionneurs
- Capteurs
- Système de commande

A/ Le système mécanique articulé (S.M.A.)

Le système mécanique articulé (S.M.A.) est un mécanisme ayant une structure plus en moins proche de celle du bras humain dans le cas des robots manipulateurs. Il permet de

remplacer ou de prolonger son action. Son rôle est d'amener l'organe terminal dans une situation (position et orientation) donnée, selon des caractéristiques de vitesse et d'accélération données. Son architecture est une chaîne cinématique de corps, généralement rigides (ou supposés comme tels), assemblés par des liaisons appelées articulations.

Sa motorisation est réalisée par des actionneurs électriques, pneumatiques ou hydrauliques qui transmettent leurs mouvements aux articulations par des systèmes appropriés [1].

B/ Articulation

Une articulation lie deux corps successifs en limitant le nombre de degré de liberté de l'un par rapport à l'autre. Soit m le nombre de degré de liberté résultant, encore appelé mobilité de l'articulation. La mobilité d'une articulation est telle que : m entre 0 et 6 lorsque $m = 1$; ce qui est fréquemment le cas en robotique, l'articulation est dite simple : soit rotoïde, soit prismatique.

B.1/ Articulation rotoïde

Il s'agit d'une articulation de type pivot, notée R, réduisant le mouvement entre deux corps à une rotation autour d'un axe qui leur est commun. La situation relative entre les deux corps est donnée par l'angle autour de cet axe (voir la figure suivante).

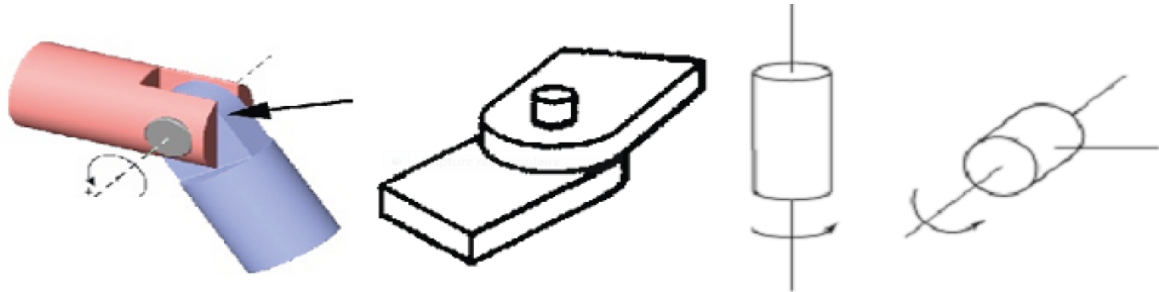


Figure I.3. Articulation rotoïde

B.2/ Articulation prismatique

Il s'agit d'une articulation de type glissière, notée P, réduisant le mouvement entre deux corps à une translation le long d'un axe commun. La situation relative entre les deux corps est mesurée par la distance le long de cet axe (voir la figure suivante) [1].

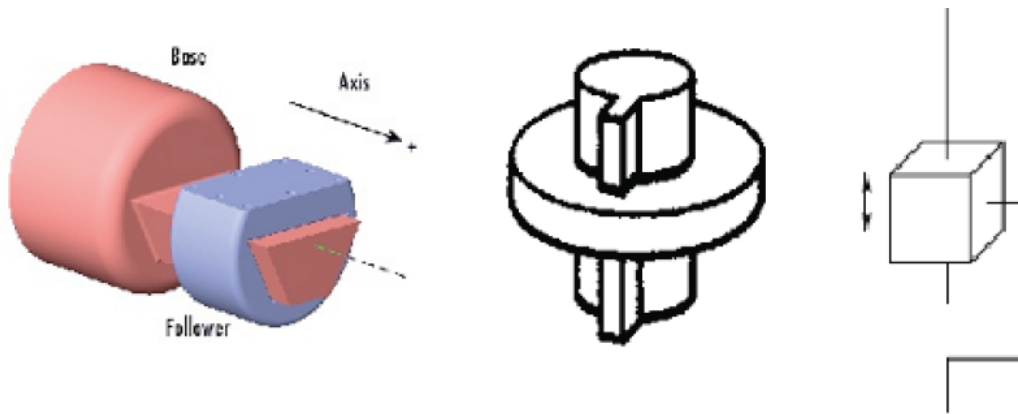


Figure I.4. Articulation prismatique

C/ Organe terminal

Désigne tout dispositif destiné soit à manipuler des objets comme les dispositifs de serrage (pinces à deux ou trois doigts), les dispositifs magnétiques ou à dépression (ventouse), soit à transformer (outils de découpe, torche de peinture, torche de soudage). Il s'agit d'une interface permettant au robot d'interagir avec son environnement.

D/ Les actionneurs

Pour être animé, le S.M.A comporte des moteurs plus souvent associés à des transmissions (courroies crantées), l'ensemble constitue les actionneurs. Les actionneurs utilisent fréquemment des moteurs électriques à aimant permanent, à courant continu, à commande par l'induit (la tension n'est continue qu'en moyenne car en général l'alimentation est un hacheur de tension à fréquence élevée, bien souvent la vitesse de régime élevée du moteur fait qu'il est suivi d'un réducteur, ce qui permet d'amplifier le couple moteur). On trouve de plus en plus de moteurs à commutation électronique (sans balais), ou pour des petits robots, des moteurs pas à pas. Pour les robots devant manipuler de très lourdes charges (par exemple, une pelle mécanique), les actionneurs sont le plus souvent hydrauliques, agissant en translation (vérin hydraulique) ou en rotation (moteur hydraulique).

Les actionneurs pneumatiques sont d'un usage général pour les manipulateurs à cycles robots tout ou une succession de mouvements contrôlés uniquement par des capteurs de fin de course réglables manuellement à la course désirée asservissement en position difficile dû à la compressibilité de l'air.

E/ Les capteurs

La perception permet de gérer les relations entre le robot et son environnement. Les organes de perception sont des capteurs dits proprioceptifs lorsqu'ils mesurent l'état interne du

robot (positions et vitesses des articulations) et extéroceptifs lorsqu'ils recueillent des informations sur l'environnement (détection de présence, de contact, mesure de distance, vision artificielle) [1].

F/ Le système de commande

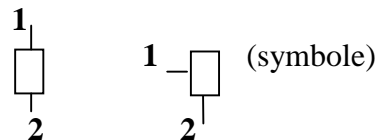
La partie commande synthétise les consignes des asservissements pilotant les actionneurs, à partir de la fonction de perception et des ordres de l'utilisateur.

I.5.Caractéristiques des robots

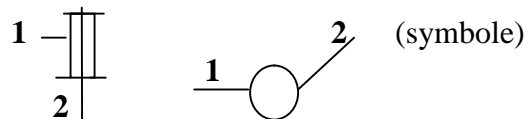
A/ Description de sa géométrie

Robot=système mécanique poly-articulé:

Articulation prismatique :



Articulation rotoïde :



B/ Caractéristiques géométriques

Nombre d'axes (mus par actionneur).

Architecture (série ou parallèle).

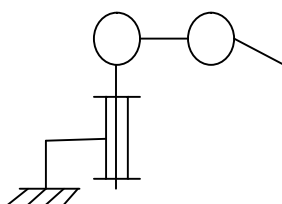
Chaînage des articulations.

Nombre de degré de liberté.

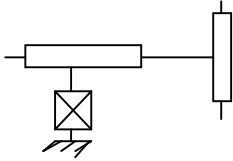
P : Prismatic (translation)

R : Rotation

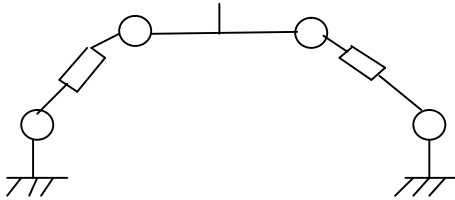
DL : Degré de liberté



3 axes, série, RR, 3DL



3 axes, série, PPP, 3DL



4 axes, parallèle, RP+RP, 3DL

C/ Espace de travail

Le volume de travail accessible par l'outil du robot est le volume que peut balayer l'outil. Le volume dépend de la géométrie du robot, de la longueur des segments et du débattement des articulations [2].

D/ Précision/Répétabilité

On dit que le positionnement absolu est imprécis lorsqu'il dépasse 1mm, alors on a l'une des erreurs suivantes :

Erreurs du modèle géométrique.

Erreurs de quantification de mesure de position.

Flexibilité.

Répétabilité : la répétabilité d'un robot est l'erreur maximale de position répétée de l'outil en chaque point de son espace de travail. En générale, la répétabilité ne doit pas dépasser 0.1mm.

E/ Performances dynamiques

E.1/Vitesse maximale

C'est la vitesse de translation ou de rotation de chaque axe du robot. Souvent les constructeurs donnent une vitesse maximale de l'outil ou de l'organe terminale.

E.2/ Accélération maximale

Elle dépend de l'inertie, donc de la position du robot. Pour chaque axe, cette accélération est donnée dans la configuration la plus défavorable (inertie maximale, charge maximale).

F/ Charge utile

C'est la charge qui garantit une durée de vie la plus longue possible. Donc, c'est la charge maximale que peut porter le robot sans perturber ni la répétabilité ni les performances dynamique du robot. Cette charge utile est nettement inférieure à la charge maximale que peut porter le robot et directement dépendante des actionneurs [1].

I.6. Différentes types de robots

A/ Les robots cylindriques

Ce type de robots est caractérisé par une rapidité et un espace de travail cylindrique. C'est un robot à 3 axes, série (RTT) et 3 degré de liberté, son espace de travail est cylindrique [3].

Exemple :

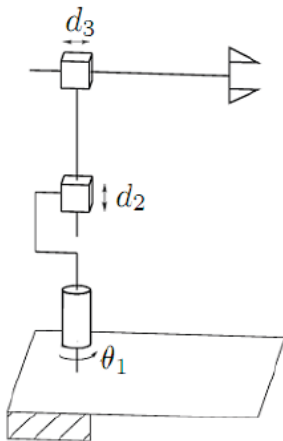


Figure I.6. Robot cylindrique

B/ Les robots sphériques

Ce sont des robots à 3 axes, série RTT, et 3 degré de liberté, leurs espace de travail est sphérique, ils sont caractérisés par leur grande charge utile [3].

Exemple :

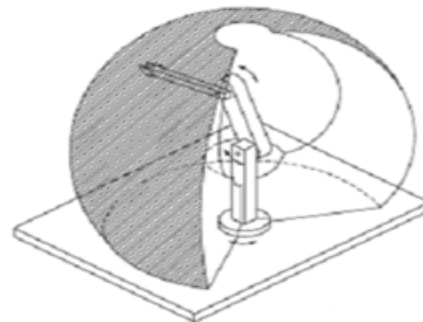
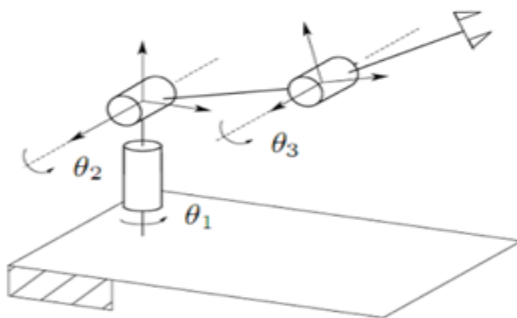


Figure I.7. structure et espace de travail sphérique

C/ Les robots cartésiens

Ce sont des robots à 3 axes perpendiculaire 2 à 2, série, TTT, et 3 degrés de liberté et caractérisés par leur très bonne précision.[3]

Exemple :

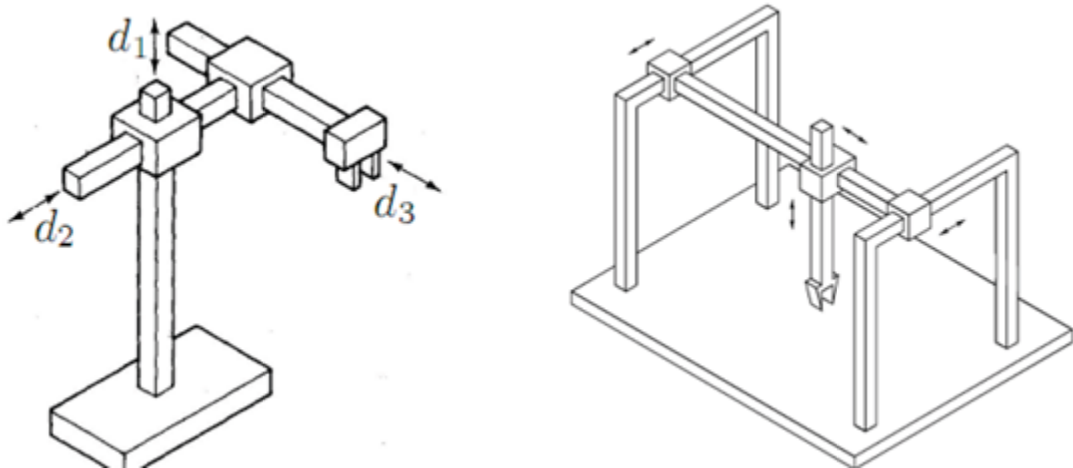


Figure I.8. Robot cartésien

E/ Les robots anthropomorphes

Ce sont des robots à 9 axes, séries, 6 rotations, et 6 degrés de liberté, ils reproduisent la structure d'un bras humain [3].

Exemple :

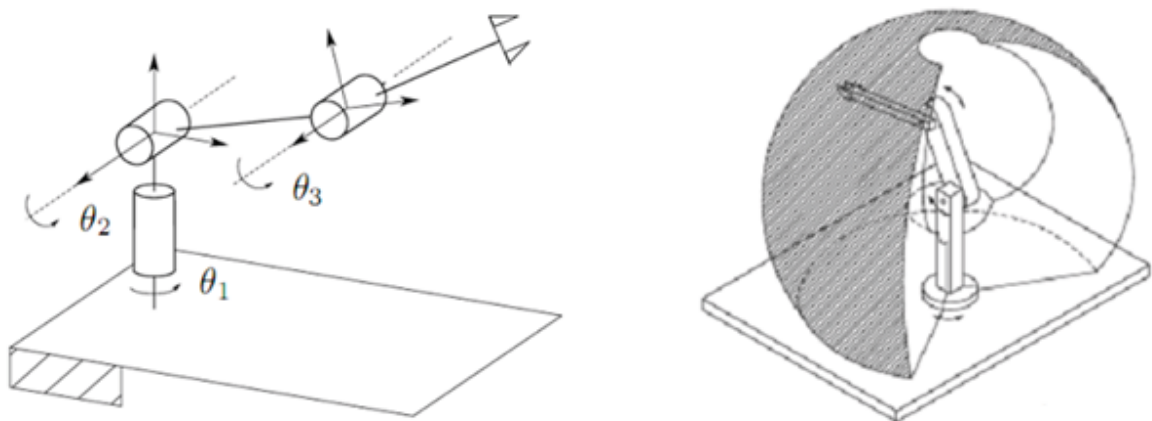


Figure I.9. Robot anthropomorphe

F/ Les robots parallèles

Ce sont des robots à plusieurs chaînes cinématiques en parallèle et un espace de travail réduit. Ils sont caractérisés par la rapidité et la précision (grande rigidité de la structure) [3].

Exemple :



Figure I.10. Robot parallèle

I.7.Utilisation des Robots

La robotique est un domaine en plein développement depuis quelques années, l'évolution technologique, dépassant sans cesse nos espérances, permettent maintenant de réaliser des solutions technologiques s'adaptant au moindre problème. Par conséquent, la robotique est utilisée dans des domaines extrêmement rigoureux et exigeants. Nous allons explorer ces différents domaines

Le domaine militaire :

Les robots sont de plus en plus utilisés dans le domaine militaire. En effet, la miniaturisation permet aujourd'hui de créer des robots discrets mais dotés de nombreux capteurs, ce qui est idéal pour des missions d'espionnage ou d'éclairage.

Robots éclaireur tout-terrain : l'image captée par la caméra est transmise par une liaison fil aux fantassins au poste de Commandement, de plus certains robots sont équipés d'un armement pour évoluer en milieu hostile, dans le but de remplacer les soldats pour limiter Les pertes humaines, autre qu'une caméra infrarouge et une liaison Sans fil, ce robot est Équipé d'un pistolet mitrailleur à but offensif (s'il en reçoit l'ordre à distance) ou défensif s'il est lui-même pris pour cible [4].



Le domaine de santé :

Les robots commencent à être de plus en plus dans le domaine médical, qu'il s'agisse de simples échographies ou d'opérations chirurgicales plus délicates. En fait ces robots ne sont pas complètement autonomes mais ils assistent les médecins ou chirurgiens, jusqu'à permettre des opérations médicales à distance (télémédecine).

On parle de chirurgie (mot né de l'anglais « SURGERY » chirurgie) c'est -à-dire tout ce qui consiste à introduire les derniers outils des technologies informatiques et robotique dans la pratique médico-chirurgicale. Cette pratique de « chirurgie assistée » est émergente donc bien que peu répandue, elle est entrain de devenir la chirurgie du futur [4].

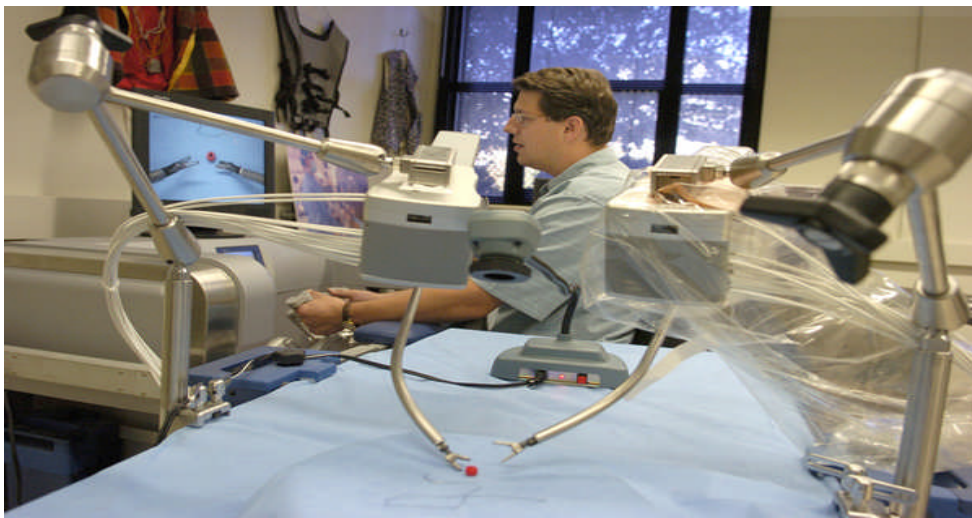


Figure I.11. Usage des robots dans le domaine médical

Domain civil

Par rapport à leur polyvalence, de plus en plus de tâches sont confiées aux robots, voici par exemple YUKITARO, un robot japonais conçu pour déneiger, il est équipé de deux caméras et d'un GPS. Il circule dans la rue de manière autonome en engouffrant la neige avec sa « bouche » pelleuse, puis il la rejette sous forme de blocs de glace [4].



Figure I.12. Robot a usage civile

Les robots sont également utilisés à des fins scientifiques. Et témoignent les robots de la NASA Spirit et opportunité, destinés à explorer la planète Mars et à récolter toutes sortes d'informations sur cette planète



Figure I.13. Robot spirit et opportunité

Ces deux robots sont équipés de caméra (dont une microscopique), de spectromètres (pour étudier la composition minéralogique des roches martiennes), d'un équipement informatique (assimilable à un micro-ordinateur), et d'un outil de perforation des roches pour effectuer des prélèvements. Ces robots peuvent être reprogrammés à distance, ce qui les rend opérationnels à long terme et d'autant plus polyvalents [4].

Domaine de l'usage domestique

La démocratisation de la robotique a conduit, ces dernières années, à voir de nombreux robots s'installer chez les particuliers pour effectuer des tâches à la place de leur possesseur. En effet ceux-ci sont capables de faire le ménage, tondre la pelouse, nettoyer la piscine... ce qui conduit certains clients (aisés) à se procurer ces domestiques contemporains. Robot aspirateur, fonctionnant de manière autonome Sur tous types de sol. Grâce à ses capteurs, il évite les escaliers, et retourne à ses capteurs, il évite les recharger sans assistance. Il est possible de délimiter une surface précise à nettoyer avec les accessoires fournis.

Il y'a aussi les Robots tondeuse, certes moins efficace que ses homologues manuels, cette tondeuse permet quand même de rafraîchir sa pelouse pendant que l'on désherbe les rosiers ou mieux, pendant que l'on profite de beau temps ou de la piscine [4].

Domaine de l'usage industriel :

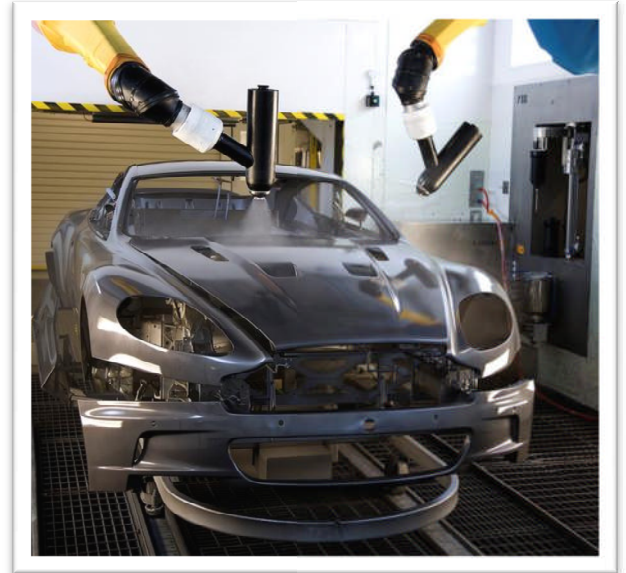
Un robot industriel est un dispositif poly articulé à l'image d'un bras humain fréquemment composé de 6 degrés de liberté, 3 axes destinés au positionnement et 3 axes à l'orientation servant à déplacer et d'orienter un outil (organe effecteur) dans un espace de travail donné.

On peut distinguer trois types de robot industriel, les robots de peinture ou soudure beaucoup utilisés dans l'industrie automobile, les robots de montage de dimension plus fréquemment plus réduite, les robots mobiles conçus pour l'inspection fréquemment associé à de l'intelligence artificielle et capables dans certain cas de prendre en compte l'environnement [4].

Robot de montage



Robot de peinture ou soudure



Robot mobile



Figure I.14. Robot à usage industriel

II.1.Description externe du robot Trainer

II.1.1.Présentation du robot Trainer

Le robot traineur ED-7220-4 est classé dans la catégorie robot pédagogique. Cependant il peut quand même être utilisé en industrie, il est constitué de cinq articulations, mues par des servomoteurs à courant continu équipés d'un encodeur rotatif encastré.

Le bras est tel, que le mécanisme principal est exposé à l'utilisateur, aussi le robot est conçu de manière à ce qu'il puisse tenir une pièce même lorsqu'il est en mouvement. Grâce à des options appropriées, le robot peut aisément bouger, ce qu'est très important dans une chaîne d'usinage automatisée.

Le contrôle du robot est fait à travers une interface RS-232 compatible avec les ordinateurs du constructeur IBM, il utilise un langage à bade de commande en (c) s'agissant de la commande par ordinateur, quand à la commande dite manuelle, elle est réalisée via un boîtier de commande communément appelé en robotique « pendant » ; il est connecté à la carte pc, située dans le contrôleur, par un câble qui constitue l'interface entre le logiciel dit manuel et l'opérateur [6].

Caractéristiques du robot ED-7220C

| | | |
|------------------------|--|------------|
| Nombre d'articulations | 5 articulation + pince | |
| Construction | bras articulé vertical | |
| Précision | +/- 0.5 mm | |
| Vitesse de mouvement | 100 mm/s Max. (approximativement) | |
| Capacité en charge | 1 kg | |
| Actionneur | moteur à CC (avec encodeur optique) | |
| | Articulation principale | 310° |
| | Articulation de l'épaule | +/-130°/35 |
| Portée du mouvement | Articulation du coude | +/-130° |
| | Poignet en haut et en bas | +/-130° |
| | Rotation | 360 |
| Ouverture de la pince | 55 mm (sans les protections en caoutchouc) | |
| Protection | surcharge sur un actionneur | |

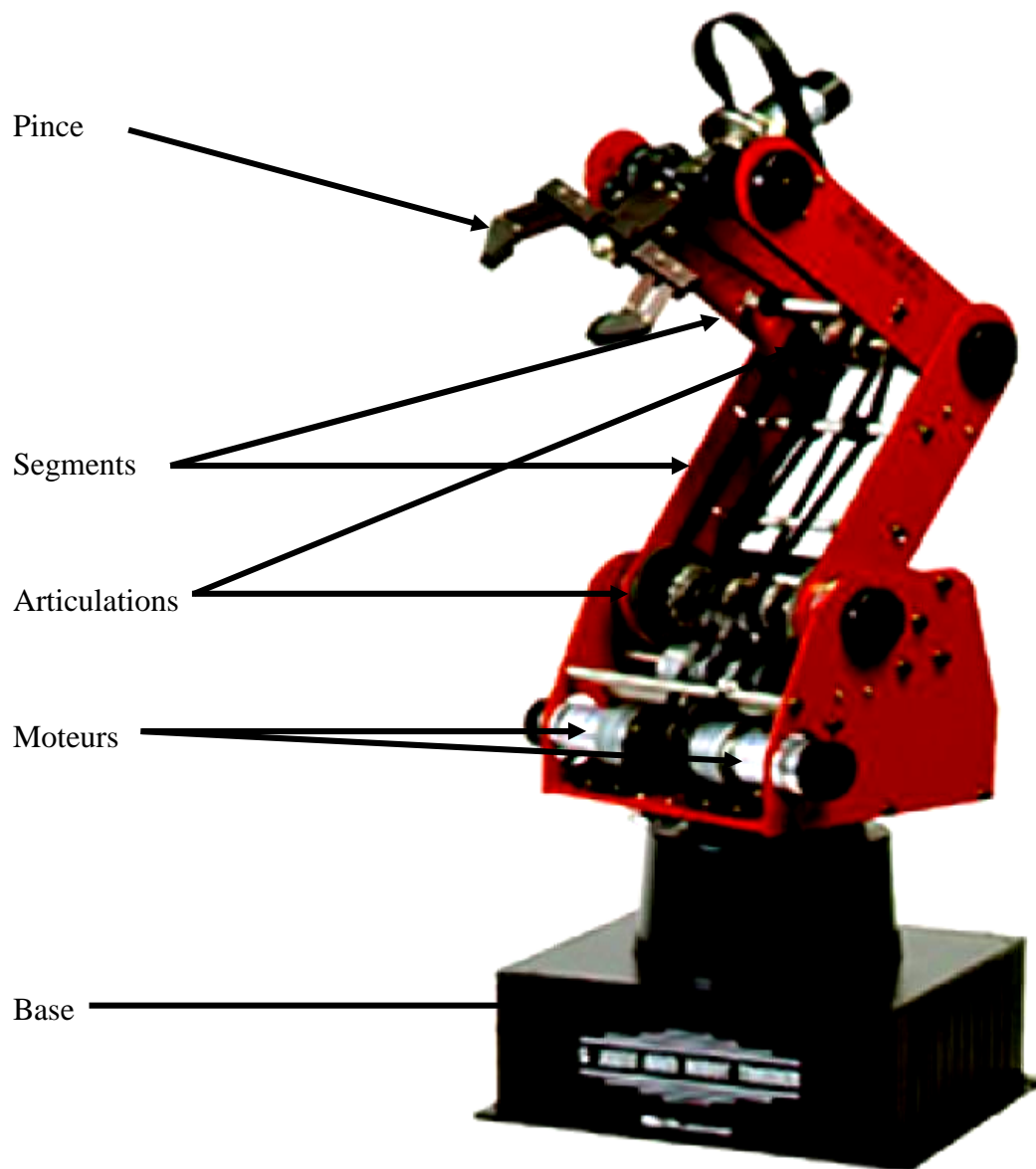


Figure II.1: Aperçu général du robot trainer

II.1.2. Les moteurs

Le robot trainer ED-7220-4 contient six actionneurs de type moteur à courant continu de la firme japonaise DME, leur commande sont réalisée grâce à des encodeurs optique, est équipé de cinq articulations dans le but de réaliser des mouvements proches de ceux du bras humain, le mouvement est souvent transmis via un système constitué de courroies et d'engrenage [7].

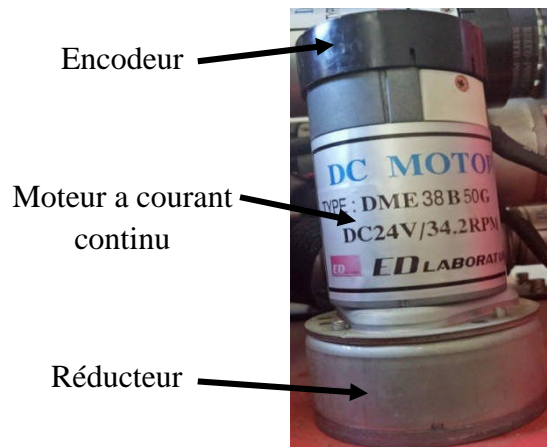


Figure II.2 : Moteur à courant continu (type : MDE)

- L'ouverture et la fermeture de la pince se fait à travers la commande du moteur A, (DME 33 B 37G-171).
- Le mouvement au niveau du poignet est obtenu par la commande des moteurs B et C, (DME 38 B 50G-115), suivant le sens de rotation.
- Le mouvement au niveau du coude quant à lui est obtenu par la rotation de l'articulation commandée par le moteur D, (DME 38 B 50G-116).
- Le mouvement de l'épaule est réalisé grâce à la rotation de l'articulation commandée par le moteur E (DME 38 B 50G-116).
- En fin le dernier mouvement, celui de la base, est obtenu par une rotation autour de l'axe principal du bras obtenu par la commande du moteur F,(DME 38 B 50G-116).

| | V (volte) | A (ampère) | R (tr /m) |
|----------------|-----------|------------|-----------|
| DME 33B37G-171 | 24 | 0.53 | 205 |
| DME 38B50G-115 | 24 | 0.23 | 65.2 |
| DME 33B50G-116 | 24 | 0.22 | 34.6 |

Tableau II.1. caractéristique des moteurs utilisès sur le robot trainer



Figure II.3 : Rotation de la base

« Rotation générée par le moteur F »

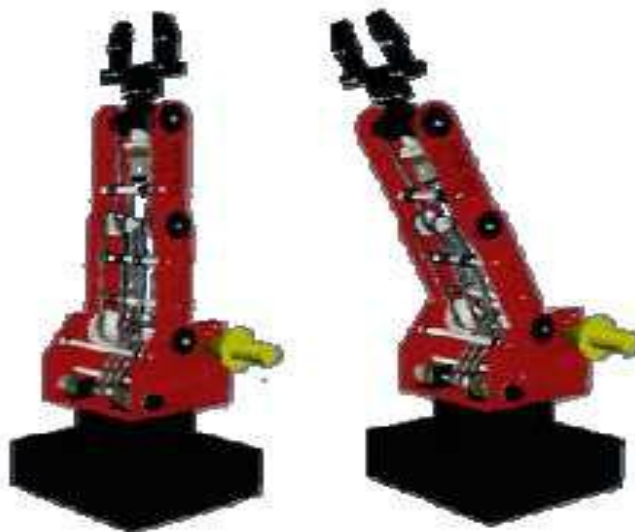


Figure II.4 : Rotation de l'épaule

« Rotation générée par le moteur E »

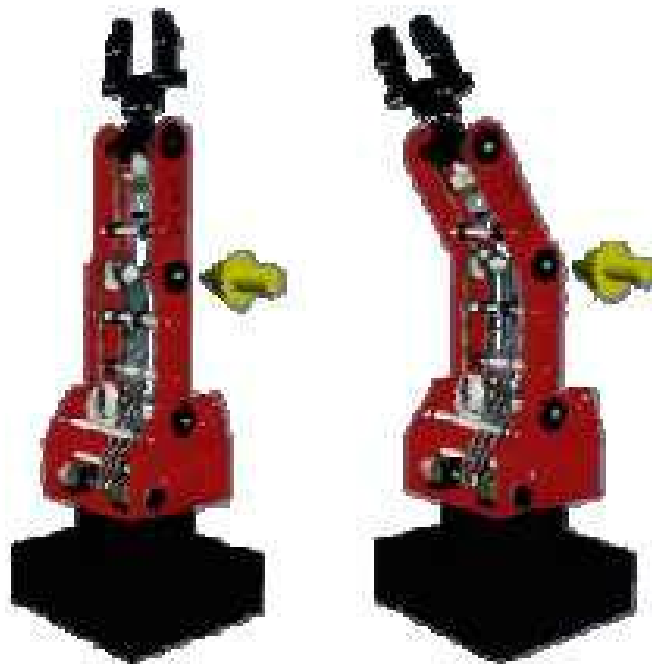


Figure II.5 : Rotation du coude

« Rotation générée par le moteur D »

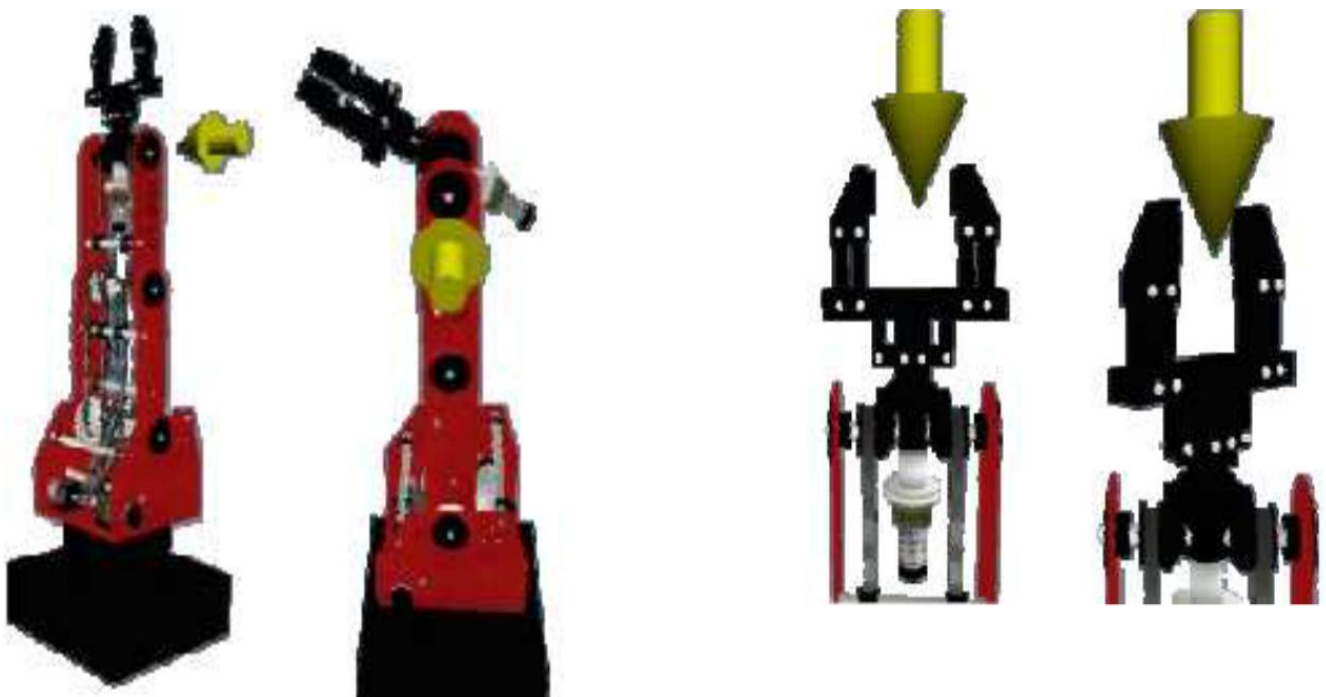


Figure II.6 : Rotation du poignet

« Rotation générée par les moteur C et B »

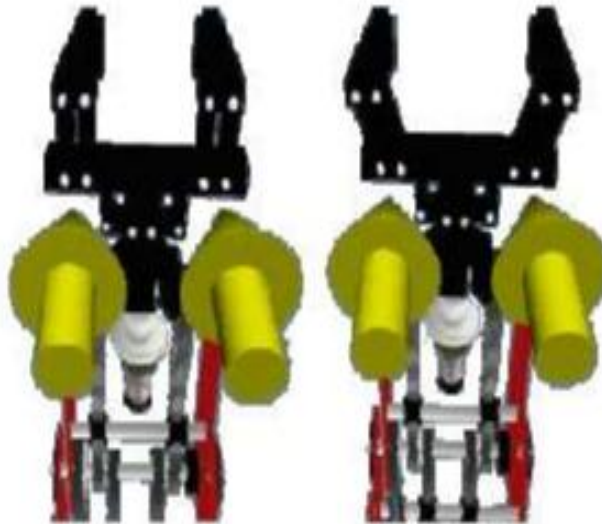


Figure II.7 : Rotation de la pince

« Rotation générée par le moteur A »

a. L'encodeur :

L'encodeur de ce moteur est un dispositif électromécanique qui génère un signal électrique en fonction de la position ou du déplacement de l'élément mesuré. Les encodeurs rotatifs sont utilisés pour mesurer le déplacement (sens et vitesse de rotation) de chacun des axes du robot. On ne parlera pas des encodeurs linéaires ici mais leur fonctionnement est semblable.

Un encodeur permet d'obtenir une information en temps réel sur la position et vitesse du moteur et donc d'appliquer des corrections si le comportement du moteur n'est pas conforme à l'ordre qu'on lui a transmis, ce qui arrive fréquemment en fonction de la pente, de la capacité de la roue à agripper sur le sol (la roue tourne plus vite si elle patine), de la charge utile.

Fonctionnement d'un encodeur :

L'idée est de placer un disque alternant des zones transparentes et opaques devant un capteur de lumière et de rendre le disque solidaire de l'axe de rotation de la roue. La

fréquence d'apparition des zones blanches et noires devant le capteur de lumière va indiquer la vitesse de rotation.

L'encodeur incrémental est le capteur le plus utilisé pour mesurer les variations de position car il est très peu onéreux et facile à interfacer. Il est monté sur l'axe de la roue, pour délivrer des informations de rotation élémentaires qui, par intégration, donnent une mesure du mouvement global. Pour cela, on peut employer des encodeurs de résolution moyenne montés sur l'axe de la roue.

Lorsque le disque tourne, les segments opaques bloquent la lumière alors que les segments transparents la laissent passer. Ceci génère des impulsions d'onde carrée qui peuvent ensuite être interprétées comme position ou mouvement [7].

II.1.3.La transmission :

La transmission des différents axes est réalisée par des pignons à denture droite et des courroies crantées de pas 9 mm et section de 5 mm. Les moteurs à courant continu assurent la motorisation des 5 axes.

II.1.4.Les capteurs :

Les capteurs permettent de transformer une grandeur physique en une grandeur généralement électrique, comme dans notre cas : la position de fin de course.

Capteur de fin de course :

Les capteurs de fin de course sont généralement mis en série sur l'axe de l'actionneur. Ils permettent de fournir des mesures nécessaires aux asservissements de position des axes du robot, et en à 3 capteurs sur notre robot.

Les capteurs de fin de course électriques sont utilisés pour l'application d'un signal en fin de course ou positions intermédiaires. Selon le raccord, ils peuvent être utilisés comme contact à fermeture, contact à ouverture ou sélecteur à deux entrées [1].

II.2. carte de commande existante :

Unité de contrôle ED-MK4

| | |
|----------------------|---|
| Entrée | 8 ports à LED |
| Changement d'entrées | 8ports à interrupteurs |
| Sorties | 8 ports à LED |
| Processeur | 16 bits : 8 bits pour les moteurs 8 bits pour le mode pendant |
| Logiciel | langage spécial (robot talk) |
| Condition de travail | AC 110/220, 50/60Hz |
| Puissance d'entrée | 300W |
| Dimensions | langueur du bras :220mm |
| Poids | 14.3kg |

**Figure II.8 : Unité de contrôle ED-MK4**

II.3. la carte de commande réalisée :

Pour arriver à programmer le robot nous avons fait l'étude, le plant et la réalisation d'une carte de commande pour les moteurs du robot, cette carte est constituée de plusieurs composants à différentes tâches précises et l'ensemble nous a permis d'atteindre l'objectif final.

II.3.1.les composants de la carte :

a. Microcontrôleur ATMEGA328 :

Le microcontrôleur Atmega328 est un microcontrôleur ATMEL de 8 bits de la famille AVR dont la programmation peut être réalisée en langage C, ses principales caractéristiques sont :

-FLASH : mémoire programme de 32ko.

-SRAM : données volatiles 2ko.

-EEPROM : données non volatiles 1ko.

-Digital I/O(entrées-sorties tout ou rien) :3 ports : portB,portC,portD soit 23 broches en tout I/O.

-Timers/counters : Timer0 et Timer2 comptage 8 bits, Timer1 comptage 16 bits, chaque Timer peut être utilisé pour générer deux signaux PWM 6 broches OC*A/OC*B).

-Plusieurs broches multifonctions : certaines broches peuvent avoir plusieurs fonctions différentes choisies par programmation.

-PWM : 6 broches OC0A(PD6),OC0B(PD5),OC1B(PB3),OC2A(PB3),OC2B(PD3).

-Analog to Digital Converter(résolution 10 bits) : 6 entrées multiplexées ADC0(PC0)à ADC5(PC5).

-Gestion bus 12C (TWI TwoWire Interface)= le bus est exploité via les broches.

-Port série(USART) : émission/réception série via les broches TXD(PD1)/RXD(PD0).

-comparateur analogique : broches AIN0(PD6) et AIN1(PD7) peut déclencher interruption watchdog Timer programmable [8].

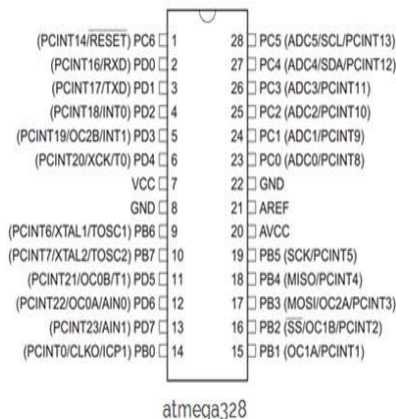
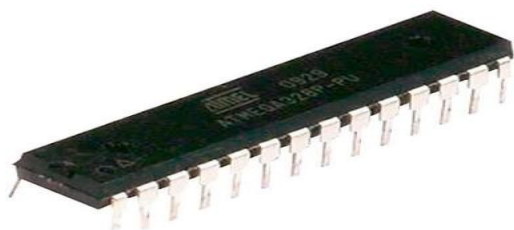


Figure II.9 : microcontrôleur Atmega328

b. Le quartz :

C'est un quartz de 16 MHz et il forme avec deux condensateurs monté en parallèle entre eux et en série avec le quartz un circuit de base pour effectuer un signal horloge, le quartz est lié au microcontrôleur et les deux condensateurs à la masse.

L293d :

Dans notre travail, on à utilisé deux circuit L293d pour contrôler les moteurs du robot.

Ce composant est un double pont en H à transistors bipolaires pour charges inductives, comme le sont les moteurs CC. Chaque une des L293d contrôle deux moteurs ce qui explique sa disposition de quatre sortie, l'équipement possède aussi cinq entrées provenant du microcontrôleur ainsi que deux alimentations de 5v pour le fonctionnement et 12v attribuer au moteur. Le sens de rotation des moteurs est déterminer grâce au transistor des deux ponts H et cela selon l'instruction donnée.

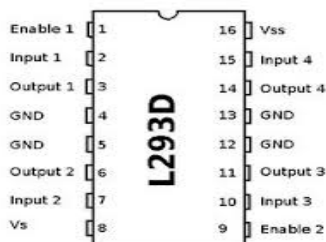


Figure II.10 : circuit L293d

Port USB : l'alimentation de la carte se fait à travers ce port et elle se fait avec 5V.

Led: on l'a utilisé pour confirmer l'alimentation de la carte.

Le bouton poussoir : utiliser pour réinitialiser le système.

Résistances : on à utiliser quatre résistances de différente valeur :

- $R=10k\Omega$ utiliser pour éviter un court circuit on cas de réinitialisation.
- $R=220\Omega$ utiliser pour la protection de la Led.
- $R= 1k\Omega$ et $R=2k\Omega$ les deux utiliser comme diviseur de tension pour ne pas bousier le Bluetooth.

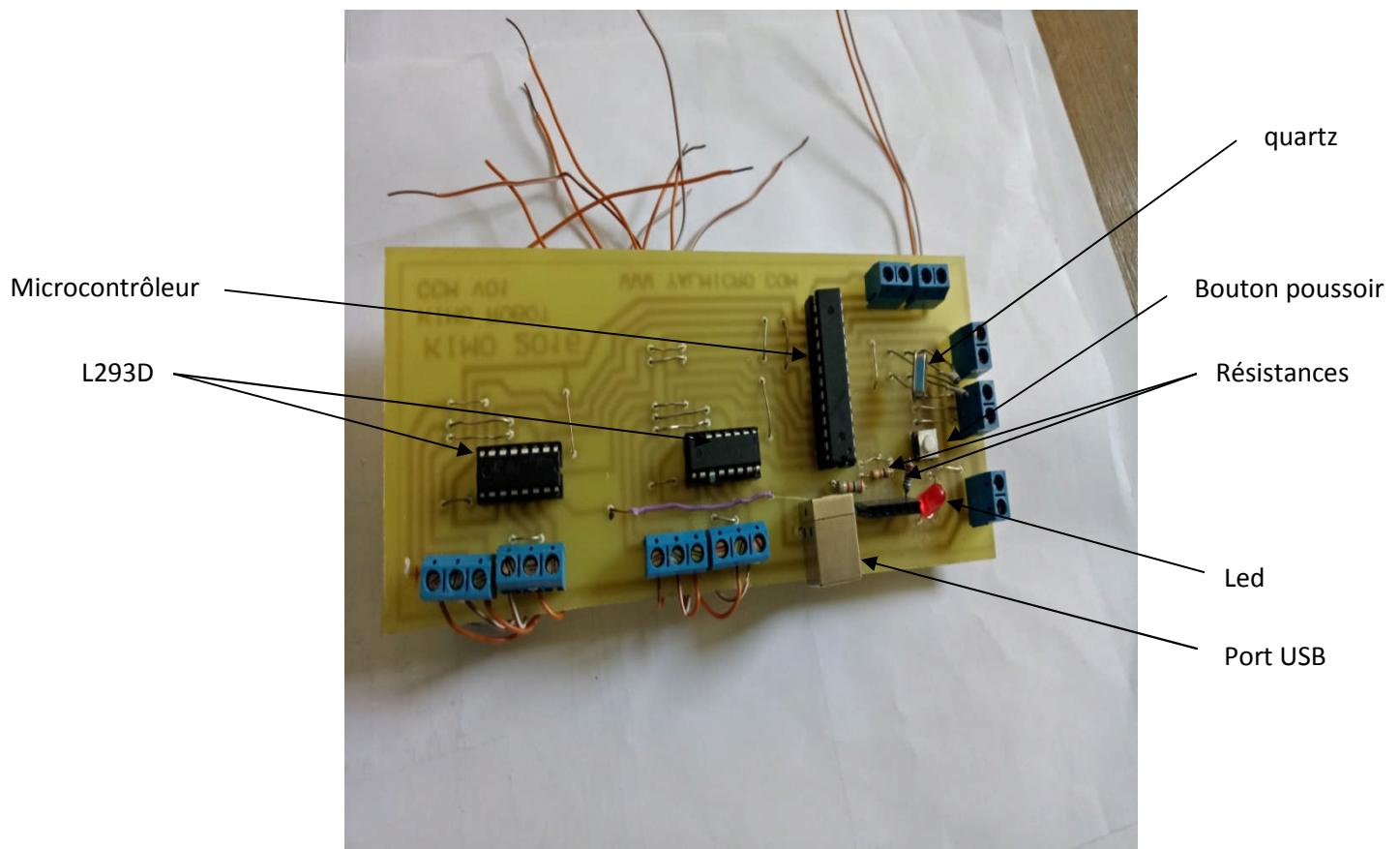


Figure II.11 : carte de commande réalisée

II.4.Processing :**II4.1. historique :**

Processing a été conçu au laboratoire AestheticsComputationGroup (ACG) du MIT Media Lab par Ben Fry et Casey Reas en 2001. Ce logiciel est plus ou moins le prolongement du projet *Design By Numbers*, créé par le directeur du laboratoire, l'artiste-programmeur John Maeda. Dans son livre présentant le langage de programmation qu'il a conçu, Maeda met en avant la simplicité et l'économie d'action dans la programmation d'images. Plusieurs éléments de ce premier projet sont visibles dans l'environnement Processing : la simplicité de l'interface du logiciel, la priorité donnée à l'expérimentation et l'apprentissage, ainsi que les nombreuses fonctions que les deux environnements partagent. Les concepteurs de Processing ne cachent pas cet héritage.

II4.2.description:

Conçu par des artistes, pour des artistes, Processing est un des principaux environnements de création utilisant le code informatique pour générer des œuvres multimédias sur ordinateur. L'attrait de ce logiciel réside dans sa simplicité d'utilisation et dans la diversité de ses applications : image, son, applications sur Internet et sur téléphones mobiles, conception d'objets électroniques interactifs. Processing fédère une forte communauté d'utilisateurs professionnels et amateurs : artistes, graphistes, vidéastes, typographes, architectes, web designers et designers en général. Il est également utilisé par des enseignants en arts qui souhaitent familiariser leurs étudiants avec les potentialités artistiques de la programmation, les concepteurs du logiciel l'ayant pensé dès l'origine comme un outil d'apprentissage.

Logiciel de création multimédia, Processing possède la particularité d'utiliser des instructions informatiques pour dessiner, réaliser des animations en 2 ou 3 dimensions, créer des œuvres sonores et visuelles, concevoir des objets communicants qui interagissent avec leur environnement. Pour un artiste habitué à utiliser à main levée des outils comme son crayon, son pinceau, sa souris ou sa tablette graphique, il peut sembler surprenant de créer des formes, des couleurs, des mouvements en saisissant seulement une suite d'instructions à l'aide de son clavier. Ce mode d'expression artistique par le code utilise les caractéristiques propres à l'informatique (rapidité d'exécution, automatisation des actions et des répétitions, interaction, etc.) pour produire des créations originales qui n'auraient pas vu le jour autrement ou dont la réalisation, à l'aide de procédés plus classiques ou de logiciels plus complexes,

aurait demandé davantage de temps. Processing permet également de programmer des circuits électroniques qui interagissent avec le milieu qui les entoure. Connectés à des capteurs sonores, thermiques, de mouvement, ces circuits électroniques peu coûteux, dénommés microcontrôleurs, peuvent en retour générer des images, actionner un bras articulé, envoyer des messages sur Internet... bien entendu en fonction du programme que vous aurez créé.

Comme nous le verrons dans ce manuel, en apprenant à programmer avec Processing, vous allez développer votre capacité d'expression et d'imagination [9].

II.4.3. Utilisation :

On a utilisé le processing pour développer une application pour commander le robot et de simuler son déplacement dans une interface graphique.

II.5. IDE Arduino :

C'est un logiciel de programmation par code, code qui contient une cinquantaine de commandes différentes. L'interface de l'IDE Arduino est plutôt simple, il offre une interface minimale et épurée pour développer un programme sur les cartes Arduino. Il est doté d'un éditeur de code avec coloration syntaxique et d'une barre d'outils rapide. Ce sont les deux éléments les plus importants de l'interface, c'est ceux que l'on utilise le plus souvent. On retrouve aussi une barre de menus plus classique qui est utilisé pour accéder aux fonctions avancées de l'IDE. Enfin, une console affichant les résultats de la compilation du code source, des opérations sur la carte, etc.

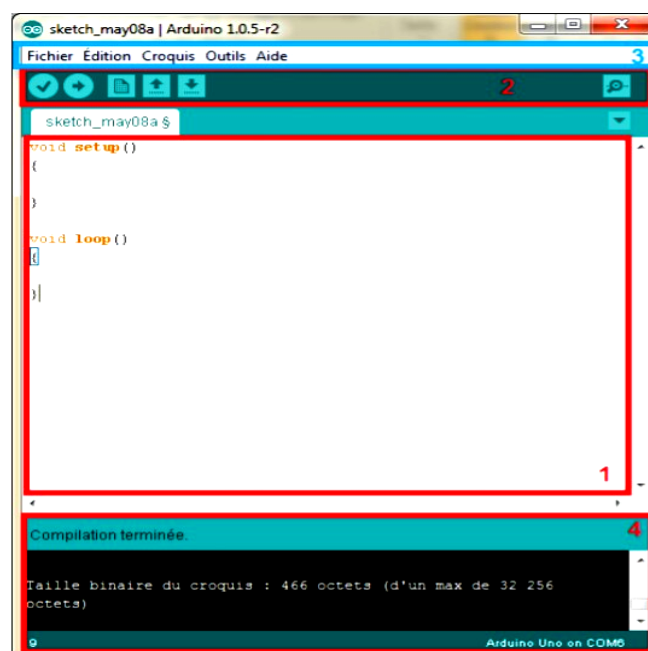


Figure II.12 : l'interface arduino

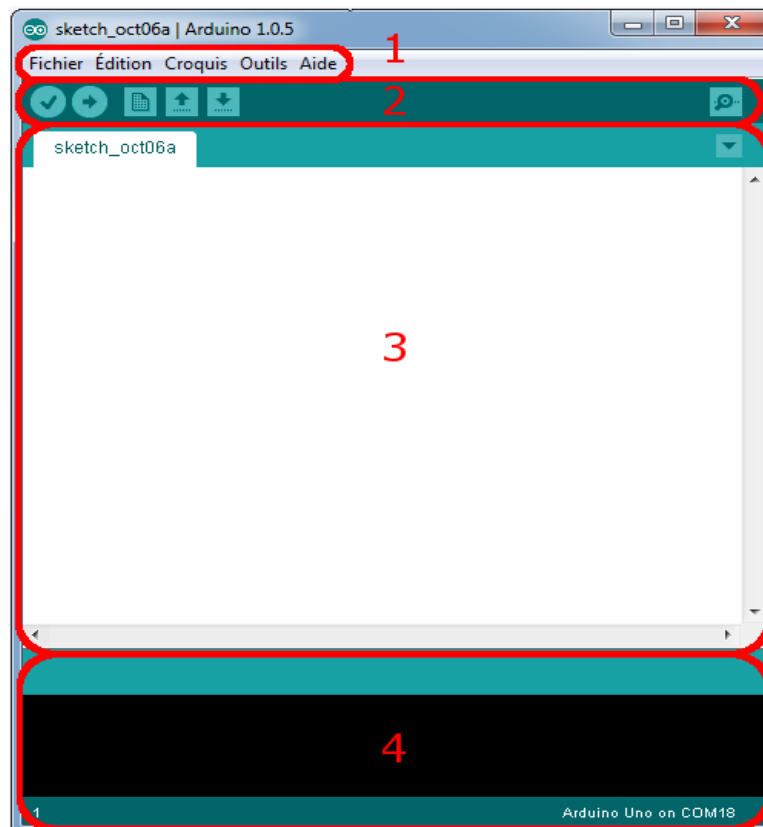


Figure II.13 : différentes parties de l'interface

Correspondance

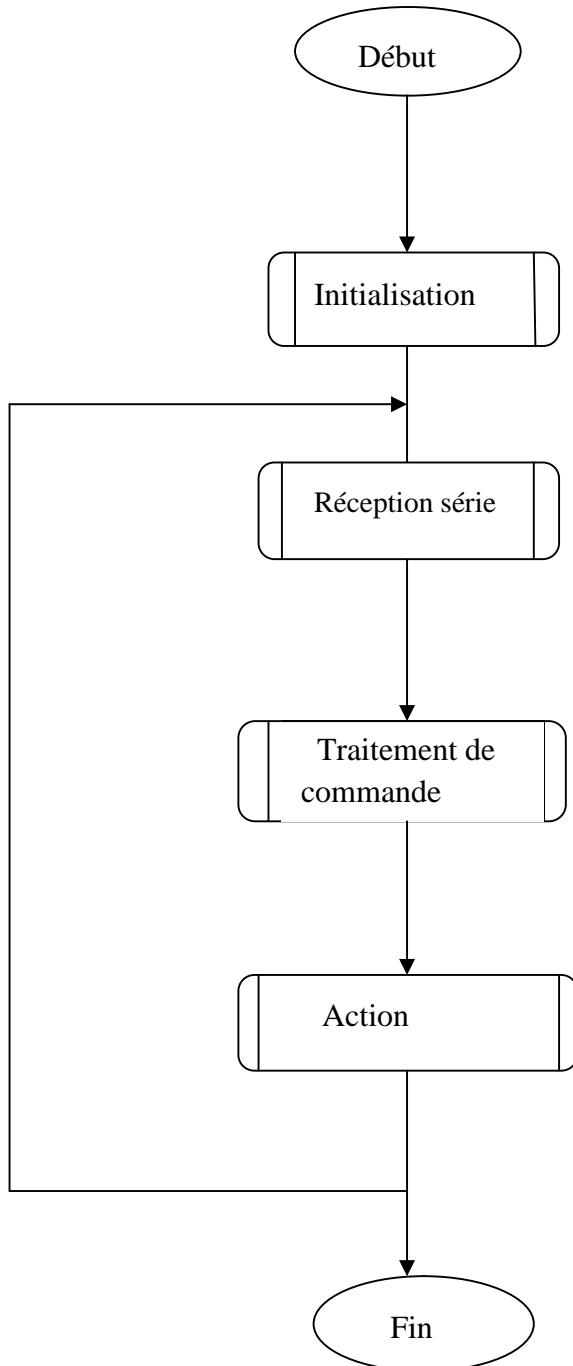
- Le cadre numéro 1 : ce sont les options de configuration du logiciel
- Le cadre numéro 2 : il contient les boutons qui vont nous servir lorsqu'on va programmer nos cartes
- Le cadre numéro 3 : ce bloc va contenir le programme que nous allons créer
- Le cadre numéro 4 : celui-ci est important, car il va nous aider à corriger les fautes dans notre programme. C'est le débogueur [10].

III.1.introduction :

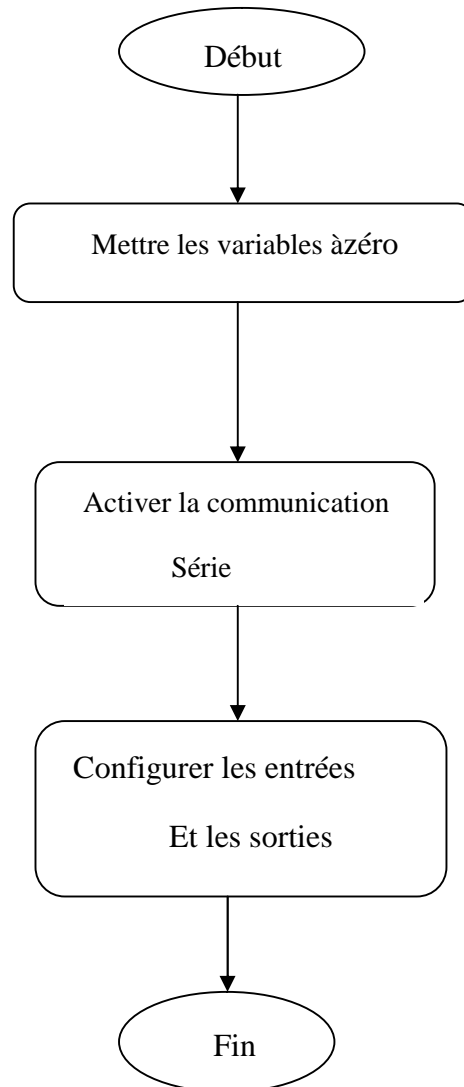
Ce chapitre est consacré pour le projet réaliser et les démarches qui ont mené à la finalité du travail, nous avons présentées méthodes les programme utilisés, la transmission entre les différents équipements et la liaison entre la partie commande et le robot réel.

III.2 .Définition de la trajectoire et l'algorithme de calcul :

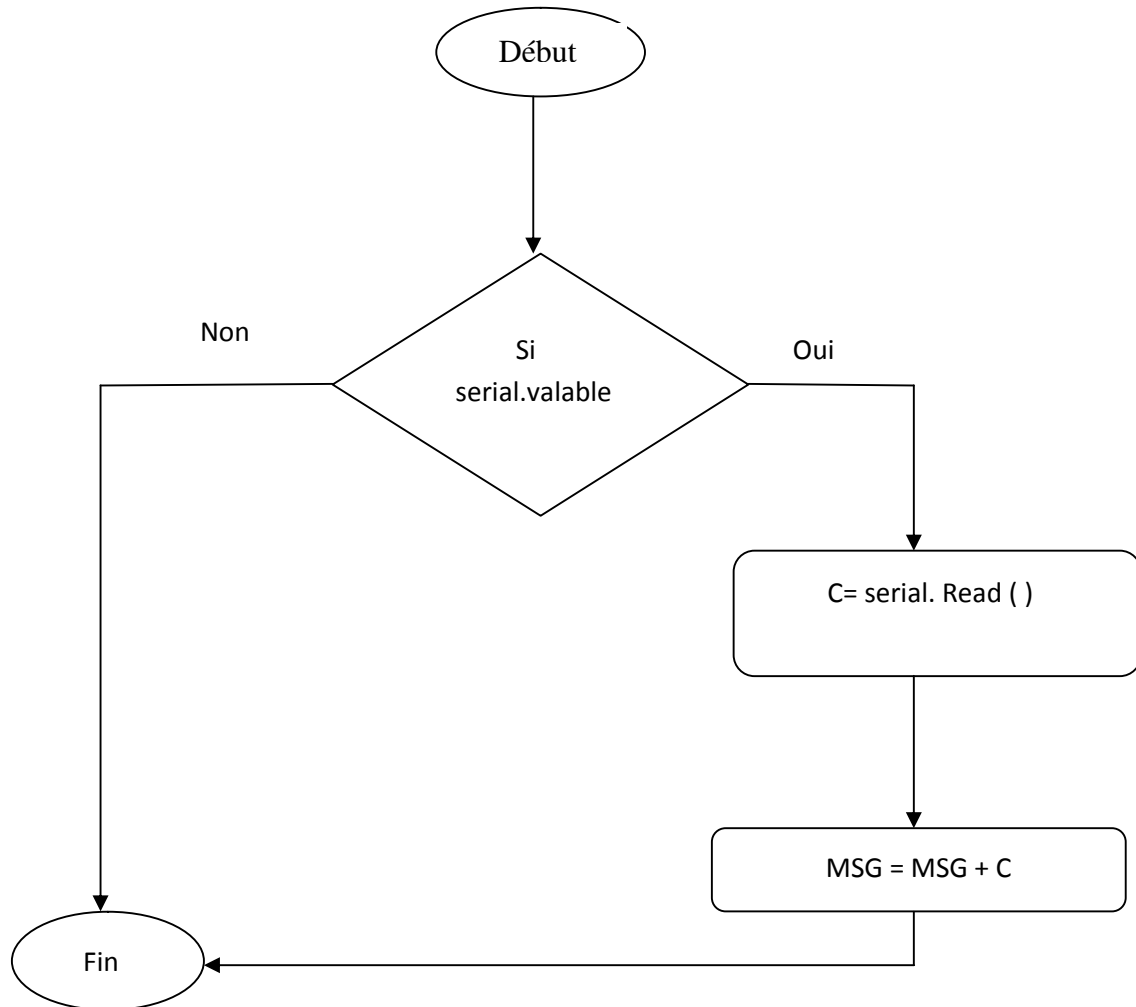
Pour faire fonctionner le robot on aopté pour la loi de commande suivante, commande manuel du robot vers un point précis A, puis récupération et mémorisation des angles α effectuer par chaque axe pour atteindre la position A, sachant qu'on manipule 4 moteur dont un est pour la base deux pour les deux segments et un dernier moteur pour la pince ce qui nous fait 3 angle α plus la position de la pince (ouverte ou fermé), ce qui nous fait donc trois angles effectuer pour atteindre le point A et c'est ces valeurs qu'on va récupérer et mémoriser, ensuite faire déplacerle robot vers un point B, récupérer et mémoriser les angles α effectuer par chaque articulation pour atteindre le point B, ces deux mémorisations vont nous permettre de répéter le déplacement entre les deux point selon la tâche désirer ce qui nous donne un mode automatique sans intervention d'opérateur et un fonctionnement continu et répéter selon le nombre voulu.

III.2.a. Organigramme :**Organigramme principale**

Cet organigramme représente l'ensemble des étapes d'exécution divisé en sous partie.

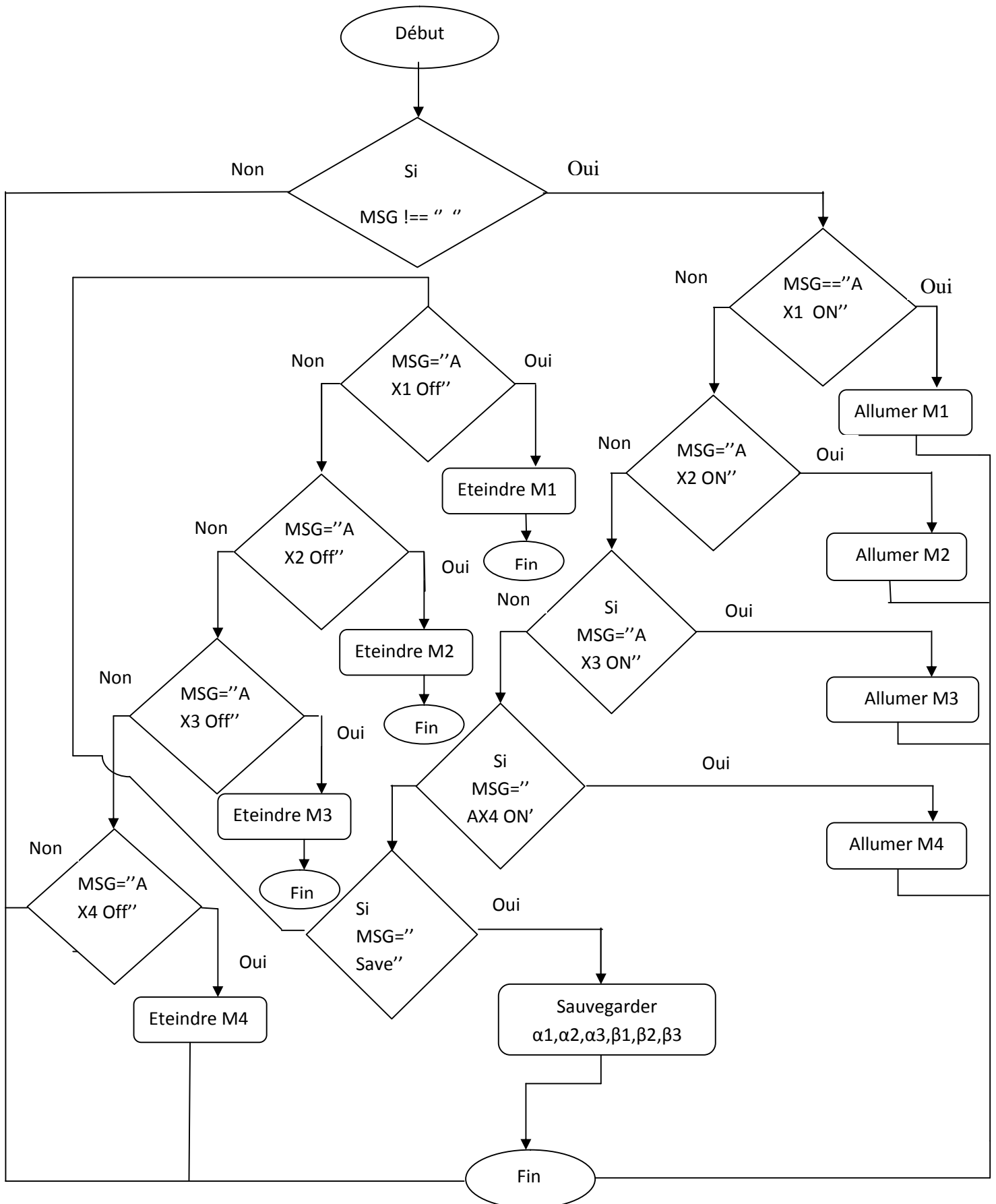
Sous-programme initialisation

Dans cette partie nous avons déclaré les variables et nous les avons mis à zéro, activer la communication série ainsi que la configuration des entrées sorties

Sous programme réception

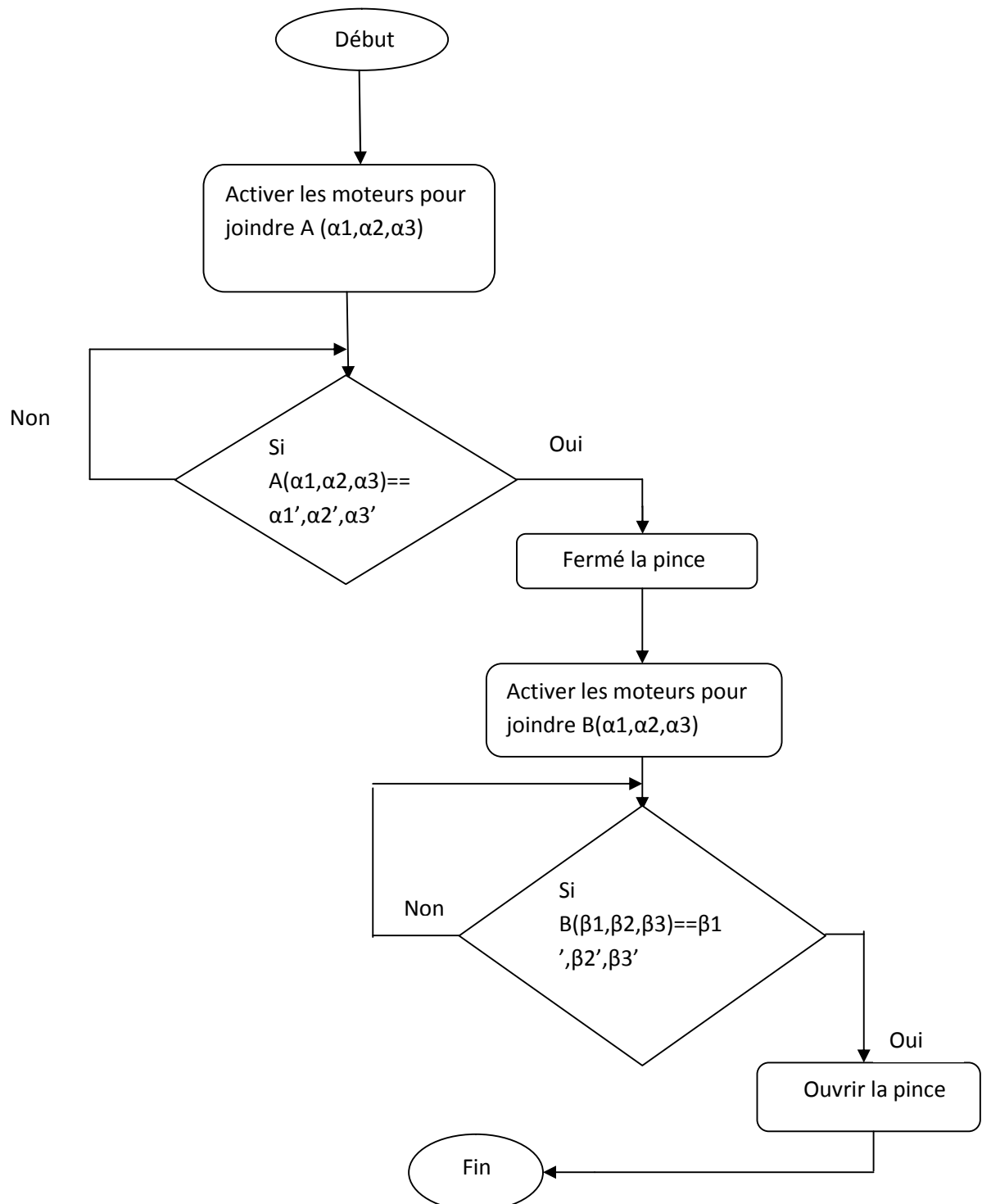
Cette partie est faite pour la réception et la lecture des messages une fois la communication série activée dans la partie précédente, et si ya présence d'un message il y aura automatiquement lecture de message.

Sous-programme traitement de commande



Dans cette partie on a exprimé la commande des moteurs avec message codé à travers cette étape on à programmer l'activation des moteurs ainsi que la sauvegarde des angles α effectuer une fois le point désirer atteint.

Sous programme action



Cette partie représente l'action à effectuer et à répéter une fois les déplacements vers des deux point A et B sont sauvegardées, une fois le point A atteint la pince se ferme pour récupérer l'objet puis on rejoint le point B une fois atteint la pince s'ouvre pour posé l'objet.

III.2.b.Programme :

```
into M1P1=12,M1P2=13,ENB1=10,M2P1=A0,M2P2=A1;
```

```
int M3P1=A4,M3P2=A3,ENB2=11,M4P1=A5,M4P2=A2;
```

```
String chaine;
```

```
into AXE=0;
```

```
char TRAVAIL='A';
```

```
void setup() {
```

```
pinMode(M1P1,OUTPUT);
```

```
pinMode(M1P2,OUTPUT);
```

```
pinMode(M2P1,OUTPUT);
```

```
pinMode(M2P2,OUTPUT);
```

```
pinMode(M3P1,OUTPUT);
```

```
pinMode(M3P2,OUTPUT);
```

```
pinMode(M4P1,OUTPUT);
```

```
pinMode(M4P2,OUTPUT);
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
while(Serial.available())
```

```
{
```

```
delay(15);

char c = Serial.read();

chaine = chaine+c;

}

if (chaine.length() >0){

if(compar("BMNT01")){ TRAVAIL = 'A' ;Moteurs(AXE,TRAVAIL); AXE = 1 ;}

if(compar("BMNT02")){ TRAVAIL = 'A' ;Moteurs(AXE,TRAVAIL); AXE = 2 ;}

if(compar("BMNT03")){ TRAVAIL = 'A' ;Moteurs(AXE,TRAVAIL); AXE = 3 ;}

if(compar("BMNT04")){ TRAVAIL = 'A' ;Moteurs(AXE,TRAVAIL); AXE = 4 ;}

if(compar("BMNTDHA")){TRAVAIL = 'H' ;}

if(compar("BMNTDBA")){TRAVAIL = 'B' ;}

if(compar("BMNTDGA")){TRAVAIL = 'G' ;}

if(compar("BMNTDDA")){TRAVAIL = 'D' ;}

if((compar("BMNTDHS"))||(compar("BMNTDGS"))||(compar("BMNTDDS"))||(compar("B
MNTDBS"))){TRAVAIL = 'A' ;}

chaine = "" ;

}

Moteurs(AXE,TRAVAIL);

delay(80);

}

#####

voidMoteurs(intx,char action){

switch(x){

case 1 : Moteur(ENB1,M1P1,M1P2,action);break;

case 2 : Moteur(ENB1,M2P1,M2P2,action);break;

case 3 : Moteur(ENB2,M3P1,M3P2,action);break;

case 4 : Moteur(ENB2,M4P1,M4P2,action);break;
```

```
}  
}  
  
#####  
  
voidMoteur(intENB,int P1,int P2,char ACTMoteur){  
if((ACTMoteur == 'G')||(ACTMoteur == 'H')){  
digitalWrite(P1,LOW);  
digitalWrite(P2,HIGH);  
digitalWrite(ENB,HIGH);  
}  
if((ACTMoteur == 'D')||(ACTMoteur == 'B')){  
digitalWrite(P2,LOW);  
digitalWrite(P1,HIGH);  
digitalWrite(ENB,HIGH);  
}  
if(ACTMoteur == 'A'){  
digitalWrite(P1,LOW);  
digitalWrite(P2,LOW);  
digitalWrite(ENB,LOW);  
}  
}  
  
#####  
  
boolcompar(String x){  
int ok=0;  
for(inti=1; i<=x.length();i++){  
if(chaine[i-1]!=x[i-1])ok=1;  
}  
if(ok == 1){
```

```
return false;

}else{

returntrue;

}
```

III.3.Définitions sur l'utilisation du processing :

On a utilisé le processing vu sa puissance dans la gestion des interfaces graphiques et la gestion des événements de la souris et du clavier qui nous permettent facilement de contrôler le robot en envoyant des messages de commande à la carte de commande via la communication série. Le processing assure cette communication par la bonne gestion et sa flexibilité du port de communication série (serial événement).

Le processing est également très puissant en traitement d'images et les animations pour cela nous avons exploité cette puissance pour faire des animations et l'affichage des images dans notre application.

III.4.Liaison Arduinoprocessing :

Pour effectuer la liaison entre l'application de commande réaliser par processing et la partie de commande réaliser par l'IDE arduino nous avons utilisé la communication série de type RS232, même si ce type de communication est peu à peu remplacé par l'USB, la liaison série de type RS232 est encore très utilisée dans l'industrie, mais aussi pour la fabrication de matériels informatiques professionnels.

Et pour mettre en évidence cette communication nous avons émis deux programme l'un sur IDE arduino l'autre sur processing .cette communication est assuré avec deux pattes Tx et RX plus la GND.

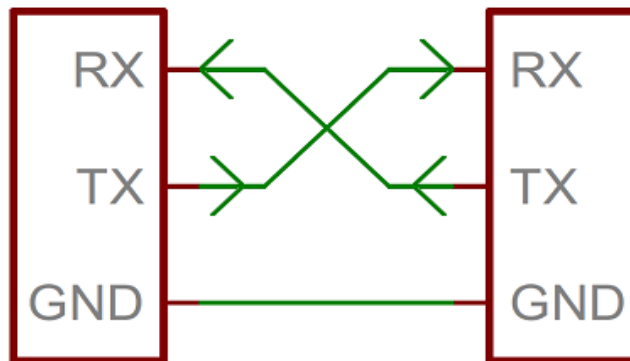


Figure III.1 :communication RS232

Programme sur arduino

```
//#####
void Reception_Serie(){
  while(Serial.available())
  {
    delay(15);
    char c = Serial.read();
    chaine = chaine+c;
  }
}
//#####
```

Programme sur processing :

```
//#####
void Transmission_Commande(String MSG){
  port.write(MSG);
}
//#####
```

III.5. Liaison arduinoprocessing robot réel:

Pour un meilleur fonctionnement du projet nous avons mis en œuvre une application de contrôle développer par processing, d'autre part on à utiliser l'IDE arduino pour développer un programme qui sera flasher dans le microcontrôleur ce dernier sera en liaison

directe avec l'application de contrôle et cela grâce à une communication série RS232 à trois pates Tx, Rx, GND, l'application de commande nous permet de Contrôler le robot, lorsque l'opérateur exerce des manipulations sur elle, elle transmet les messages de commande via une communication série vers le microcontrôleur de la carte de commande, ce dernier a été flashé par un programme développé par l'IDE arduino, ce programme assure :

- la réception des messages de commande.
- le traitement des messages de commande.
- actionnement des axes du robot
- la réception de la position des axes du robot

Ce processus est détaillé dans la figure ci-dessus :

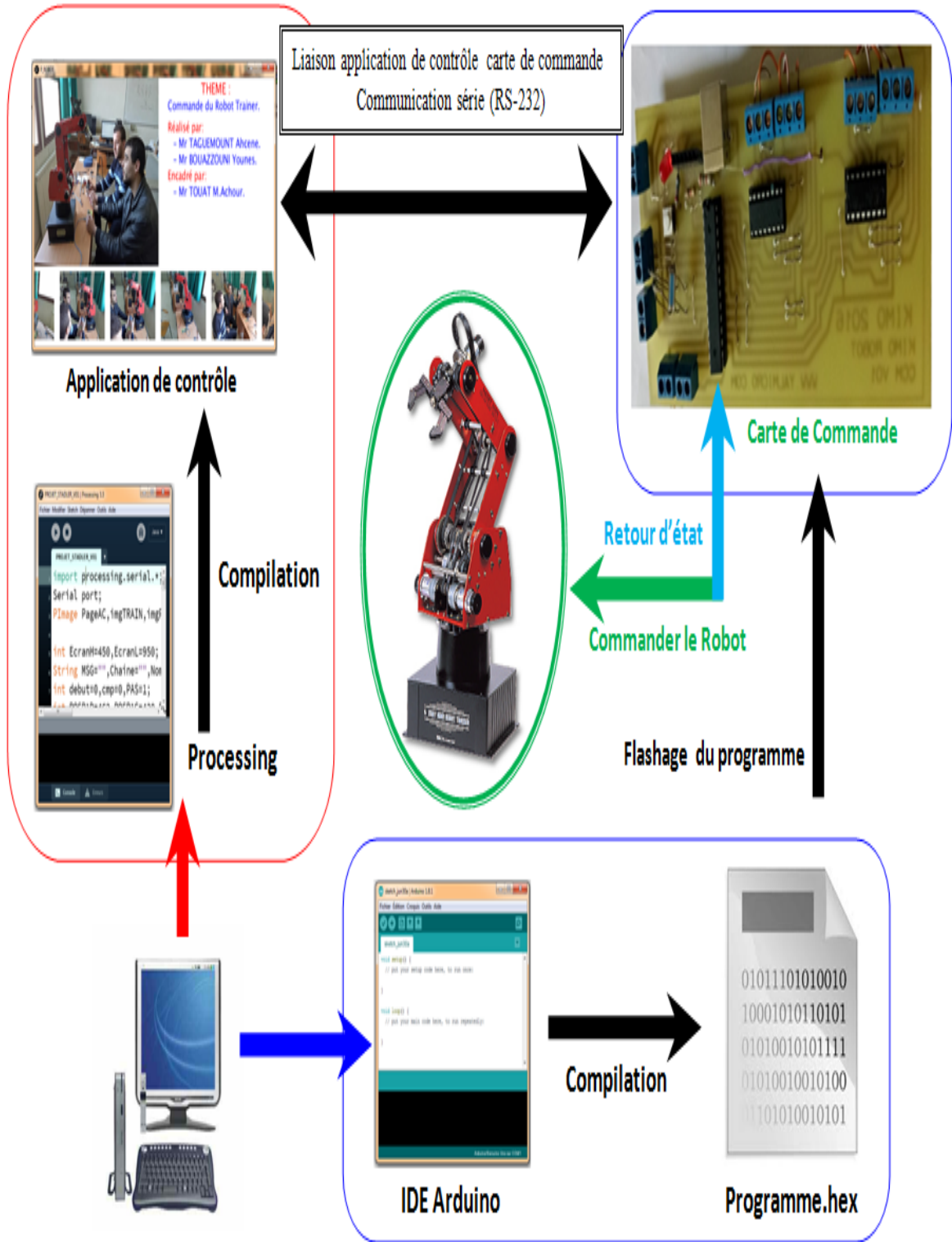
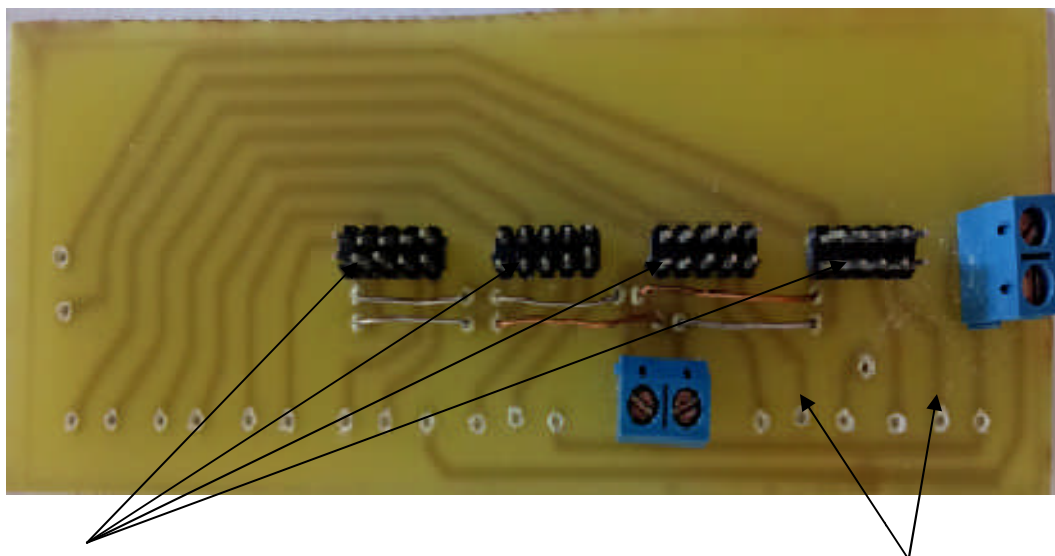


Figure III.2: liaison arduino processing robot

La transmission de la carte de commande vers le robot se fait grâce à une petite carte intermédiaire réalisée pour jouer le rôle de port USB cette dernière reçoit 8 fils de la carte de commande qui se relient ensuite vers les moteurs du robot, chaque moteur reçoit deux fils représentant les bits de commande du moteur (+) et (-) qui déterminent le sens d'orientation du moteur.

Le robot dispose de 6 fiches réceptrices pour la réception de commande on va donc exploiter 4 fiches correspondantes aux 4 moteurs et on va les lier, chaque une des fiches possède 10 pins et le branchement se base sur la pince d'alimentation ainsi que sur les 2 pins réceptrices des deux bits de commande et, l'emplacement de ces pins est identique pour toutes les fiches.



Ports d'emplacement des fiches du robot

Entrées de la carte

Figure III.3. Carte intermédiaire entre la carte commande et le robot

III.5.Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons pu décrire le projet réaliser ainsi que les différents éléments exploiter pour arriver à commander le robot, on à aussi exposer la liason entre la partie commande et le robot réel ainsi que les programmes utilisé.

Conclusion générale

Conclusion générale

Au terme de ce travail, nous avons pu commander un bras manipulateur à six degrés de liberté avec une carte de commande qu'on a réalisé.

Ce travail nous a permis de mettre en valeur nos connaissances théoriques et pratiques, que nous avons cumulées pendant toute la durée de nos études, il nous a permis aussi d'acquérir une expérience dans la programmation et la réalisation.

Nous nous sommes intéressé dans notre travaille à l'aspect pratique de la robotique dont une réalisation d'une carte de commande électronique ainsi que la partie programmation qui nous à conduit à commander le robot.

L'objectif initial était de commander le robot de manière automatique mais vu la non fiabilité des capteurs de ce type de moteurs, nous avons pas pu arriver à cet objectif, malgré ce problème nous avons pu le commander de manière manuel grâce à la carte réaliser qui communique avec fiabilité avec l'application de commande.

En perspective ce travail pourra s'élargir en termes d'application, nous propon les améliorations suivante :

- Ajouter des potentiomètre pour renforcer la fiabilité des capteurs, pour atteindre la précision et l'exactitude de déplacement du robot dans l'espace de travail
- Changer le type des moteurs et utiliser les moteurs pas à pas sachant que les moteurs pas à pas ont des déplacements près définie avec exactitude.
- Améliorer l'application de commande de façon à faciliter l'utilisation du mode automatique et de donner à l'utilisateur une large série d'instructions et de commande afin de facilité la programmation automatique.
- Enfin nous souhaitons que ce travail soit d'une forte utilisation pour les TPs ainsi que pour toute autre utilité pédagogique.

Il est évident que notre travail est loins d'être parfait mais on espère qu'il peut être de grande utilité pour les promotions à venir.

- [1] : <https://elearn.univ-ouargla.dz> (Cours de Dr. Belloufi Abderrahim)2015
- [2] : Jacque Gangloff « Cours de robotique » Université de strasbourg 2010
- [3] : <https://sites.google.com/site/avesnellestechno12c33ga/les-differents-types-de-robots>
- [4] : <http://ia-2011tpe.e-monsite.com/pages/les-robots/differents-usages-des-robots.html>
- [5] : Mémoire HATEM GHODBANE, MANEL MOUSSAOUI & OKBA KAZAR
Université Mohamed Khider Biskra 2005
- [6] : Mémoire TAIB Arezki et TEMAM Hacene, commande en position et en vitesse du robot
trainer ING AUTO 08 /16 2008
- [7] : <http://www.generationrobots.com/blog/fr/2014/01/encodeurs-robotique-mobile/>
- [8] : <http://www.reality.be/elo/labs2/files/AtMega32DocFr.pdf>
- [9] : Licence GPLv2
- [10] : http://www.centralmedia.fr/download/premiers_pas_en_informatique_embarquee.pdf