

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 Vision et Robotique

présenté par

Achour Halim

&

Mohammed Seghir Mounir

Conception et réalisation d'un bras manipulateur a 3 degré de liberté

Proposé par : Kazed B

Année Universitaire 2016-2017

Remerciements

Le travail présenté dans le cadre de cette thèse a été réalisé au laboratoire de robotique de l'université de Blida 1.

Nous exprimons notre profonde gratitude à monsieur b.kazed professeur à l'USDB pour avoir assumé la responsabilité de nous encadrer, ainsi pour la confiance qu'ils nous ont accordée.

Nous remercions très chaleureusement les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'être rapporteurs de notre mémoire.

Nos vifs remerciements à tous nos enseignants du primaire à l'université.

Nous tenons à remercier toutes personnes qui nous ont aidés dans notre cursus et spécialement O.morceli pour les conseils qui nous a donné et de nous orienté. et monsieur A. Achour pour l'aide qui nous a donnée la réalisation du bras.

Nous tenons à remercier nos parents qui ont sacrifié leur vie pour qu'ils nous aident pour arriver à ce jour de fin d'études.

ملخص:

إن الهدف من هذا العمل يكمن في تصميم وإنجاز ذراع آلية ذات ثلاث درجات حرية، تم إنجازها خلال تربص داخلي في ورشة الروبوتيك في جامعة البليدة، بعد ذلك عينت وحسبت مختلف الأمثلة الرياضية اللازمة لتحديد قوانين التحكم فيها وفي الأخير عدة وظائف خطت ثم برمجت باستعمال مقياس الأردوينو لتنفيذ من طرف الذراع .

الكلمات المفتاحية:

تحكم, تخطيط الوظائف, تصميم, إنجاز, تصنيع, تمثيل, ذراع آلية.

Résumé : Ce travail a pour but la conception et la réalisation d'un robot manipulateur à trois degrés de liberté. La structure conçue est de type hybride. Elle a été réalisée au cours d'un stage interne au niveau de laboratoire de robotique à l'université de blida1 . Les modèles du robot ont été calculés analytiquement . En dernier lieu, diverses tâches ont été planifiées, implémentées à l'aide du module arduino puis exécutées par le robot.

Mots clés : Conception, réalisation, usinage, robot manipulateur, modélisation, planification de tâches.

Abstract : Work's purpose is design, realization and control of a three degrees of freedom manipulator arm. The hybride structure has been realized during a training course at the robotic laboratory in blida1 university. Mathematical models have been elaborated and different types of commands were designed . Finally, some tasks were planned and implemented with arduino software and have been done by the robot.

Keywords : Design, realization, machining, manipulator arm , modeling, control, task planning.

Listes des acronymes et abréviations

RUR: RossumsUniversal Robots.

PPP: 3 articulations prismatiques.

DDL: degré de liberté.

RPP: articulation rotoïde avec 2 articulation prismatique.

RRP: 2 articulation rotoïde avec articulation prismatique.

RRR: Trois articulations rotoïdes .

SCARA: Sélective Compliance Assembly Robot Arm.

Trans: translation

Rot: rotation

PWM: Pulse width modulation.

SMA: Système Mécanique Articulé.

Table des matières

Introduction générale	1
CHAPITRE 1 : Généralités sur les robots	4
1.1 Introduction de la robotique	4
1.2 Définitions du terme robot	5
1.3 Types des robots	6
1.3.1 Les robots mobiles	6
<i>a Définition des robots mobiles</i>	6
<i>b Classification d'un robot mobile</i>	6
<i>c Domaine d'application</i>	7
1.3.2 Les robots manipulateurs	8
<i>a Définition d'un robot manipulateurs</i>	8
<i>b Constituant d'un robot</i>	9
<i>c Classification des robots manipulateurs</i>	10
<i>d Caractéristiques d'un robot manipulateur</i>	15
<i>e Domaines d'application</i>	16
1.4 Conclusion	17
CHAPITRE 2 : Modélisation cinématique	18
2.1 Introduction	18
2.2 Robots hybrides	18

2.2.1 Définition	18
2.2.2 Description de la structure hybride	18
2.3 Modélisation cinématique	20
2.3.1 Le modèle cinématique direct.....	21
<i>a</i> Matrice de transformation homogène	21
<i>b</i> Matrice de translation pure homogène.....	22
<i>c</i> matrice de rotation homogène	23
<i>d</i> Modèle cinématique direct par la méthode jacobienne	26
2.3.2 Modelécinématique inverse	27
<i>a</i> Introduction	27
<i>b</i> Calcul de la jacobienne	27
<i>c</i> Méthode géométrique	28
2.4 Conclusion	30
CHAPITRE 3 : Partie électronique	31
3.1 Introduction.....	31
3.2 Source d'énergie.....	31
3.3 Carte depuissance	31
3.3.1 étage depuissance	32
3.3.2 Étagé de commande.....	33
3.4 Arduino.....	35
3.4.1 Définition	35

3.4.2 Logiciel	36
3.4.3 Les types de cartes	36
<i>a La carte Arduino méga</i>	37
3.5 Servomoteurs.....	39
3.5.1 Caractéristique de chaque servomoteur.....	40
3.5.2 Fonctionnement d'un servomoteur standard.....	42
<i>a Commande théorie</i>	43
<i>b Commande en pratique</i>	44
3.5.3 Les composants deservomoteur	44
3.5.4 Commander un servomoteur	45
<i>a Piloter un servomoteur avec l'Arduino</i>	45
<i>b Les connaissances nécessaires au pilotage d'un servomoteur</i>	47
3.6 Conclusion	47
CHAPITRE 4 : Réalisation et résultat	49
4.1 Introduction.....	49
4.2 Le Système Mécanique Articulé (S.M.A.)	50
4.3 Partie mécanique du Bras Manipulateur	51
4.4 Conception du Robot	51
4.5 Structures Proposées et Structure Final	52
4.6 Vue de l'ensemble des Pièces du Bras	54

4.7 Les Dimensions du Bras	57
4.8 Espace Articulaire	57
4.9 Espace Opérationnel	57
4.9.1 Représentation les paramètres dans l'espace opérationnel	58
4.10 Les DifférentesVues du Bras	60
4.11Planification des Tâche	62
4.11.1 Tâchepick and place	62
4.11.2 Les Différentes actions planifié	63
<i>aPick and place</i>	63
<i>b Opérationpick and place avec angle droit</i>	66
4.12 Conclusion	67
Conclusion générale	68
Annexe	71
Bibliographie	73

Liste des figures

Figure 1.1. vocabulaire d'un bras manipulateur.....	9
Figure 1.2. Manipulateur à commande manuelle.....	10
Figure 1.3. Manipulateur à cycle préréglé.....	11
Figure 1.4. Manipulateur cartésien.....	12
Figure 1.5. Manipulateur cylindrique.....	12
Figure 1.6. Manipulateur sphérique.....	13
Figure 1.7. Manipulateur SCARA.....	14
Figure 1.8. Manipulateur anthropomorphe.....	14
Figure 2.1. la description du module parallèle de la structure hybride.....	19
Figure 2.2. Plate forme de goughstewart.....	19
Figure 2.3. Schéma de la structure arborescence équivalente d'un module k.....	20
Figure 2.4. Description de la base et de la plate forme d'un module k.....	20
Figure 2.5. Schéma de changement de repère.....	22
Figure 2.6. Démonstration de la relation entre q_2 et q_3	25
Figure 2.7. Schéma représentant l'angle (q_1).....	28
Figure 2.8. Schéma représentant l'angle q_2 et q_3	29
Figure 3.1. batterie 12V.....	31
Figure 3.2. carte de puissance.....	32
Figure 3.3. Le régulateur 7805.....	33
Figure 3.4. le circuit L298.....	34
Figure 3.5. brochage et structure interne du circuit L298.....	34
Figure 3.6. Micro contrôleur ATmega328.....	35

Figure 3.7. L'écran principal du logiciel Arduino.....	36
Figure 3.8. La carte Arduino Méga 2560.....	38
Figure 3.9. Les Trois Fils	41
Figure 3.10. montage électrique.....	41
Figure 3.11. Synoptique de fonctionnement servomoteur	42
Figure 3.12. Chronogramme de commande de Servomoteur.....	43
Figure 3.13. Les composants de servomoteur	45
Figure 3.14. Piloter un servomoteur avec l'Arduino.....	46
Figure 3.15. Piloter des servomoteurs avec l'Arduino.....	46
Figure 4.1. schématisation de l'organigramme.	50
Figure 4.2. Structures proposées et structure finale.	52
Figure 4.3. Schéma de notre bras manipulateur.....	53
Figure 4.4. Vue de l'ensemble des pièces.....	54
Figure 4.5. Les différentes pièces nécessaires du bras.....	55
Figure 4.6. Vu de la base	55
Figure 4.7. Vu du système articulé.....	56
Figure 4.8. Image représentant les dimensions nécessaire du bras	57
Figure 4.9. Espace opérationnelle du bras.....	58
Figure 4.10. Représentation de coordonnées opérationnels en fonction des coordonnées articulaires	59
Figure 4.11. Représentation de y en fonction de q	59
Figure 4.12. Représentation de q_1 en fonction de coordonnées opérationnels.....	60
Figure 4.13. Vue de dessus du bras.	61

Figure 4.14. Vue d'arrière du bras	61
Figure 4.15. Vue de face du bras manipulateur.....	62
Figure 4.16. Tâche:Pick and place	63
Figure 4.17. Le bras dans sa position initiale	64
Figure 4.18. Le bras a sa tendance maximale du bras.....	64
Figure 4.19. Rotation de la base avec 90 et -90 degré avec même position.....	65
Figure 4.20. Position angle droit du bras.....	66

Liste des tableaux

Tableau 1.1. Domaines d'applications des robots mobiles.	8
Tableau 3.1. Caractéristique d'Arduino méga	39
Tableau 3.2. datasheet de servomoteurs	41
Tableau 3.3. Les connaissances nécessaires au pilotage d'un servomoteur	47

Conclusion générale

Ce mémoire de Master présente la conception et la réalisation d'un bras manipulateur à 3 degrés de liberté. Ce bras peut faire des mouvements divers et cela grâce à l'utilisation du module arduino.

Pour parvenir au bout de notre travail, nous avons organisé notre mémoire en quatre chapitres :

Le premier chapitre introduit les généralités sur les robots ainsi que les éléments constitutifs de ces robots en se basant sur leur structure mécanique. Un robot manipulateur peut être considéré d'une manière générale comme un générateur de mouvements et d'efforts dans les diverses directions de l'espace. Il se compose d'une structure mécanique articulée, le bras lui-même (segments, articulations, architecture,...), d'un organe terminal qui est le dispositif destiné à manipuler des objets, d'une unité informationnelle qui élabore les commandes de ses différentes articulations en vue de l'exécution de ses tâches, des convertisseurs d'énergie ainsi que des chaînes de transmission mécanique.

Le deuxième chapitre permet de comprendre la modélisation théorique de ce système. Ce dernier est un ensemble des modèles représentés par des équations qui représentent et expliquent le fonctionnement de notre système. Il se compose de plusieurs parties dont les principales sont : le modèle cinématique dans lequel les différentes transformations homogènes sont écrites concernant le fonctionnement de notre système, un processus qui organise les différentes relations entre les coordonnées opérationnelles de l'organe terminal et les différentes configurations des articulations, et le modèle dynamique qui représente les différentes forces et couples des actionneurs et les différentes parties de notre bras.

Le troisième chapitre traite la partie commande et les actionneurs en robotique. Tous les mouvements des robots sont réalisés à l'aide d'actionneurs et les performances de ces mouvements dépendent fortement de celles des actionneurs, des chaînes cinématiques associées. Parmi les différents actionneurs qui existent (pneumatique,

Conclusion générale

mécanique,hydraulique, électrique..), on a abordé dans notre chapitre le servomoteur qui est un moteur qui tourne en fonction des impulsions électriques reçues dans ses bobinages. La structure et le principe de fonctionnement de ces servomoteurs sont expliqués. on a choisi le module arduino en utilisant une carte arduino méga qui a au moins quatre PMW, on a aussi bronché avec ce module une carte développée dans notre laboratoire comme étage de puissance pour la faire lier les signaux de commande de l'arduino et la puissance du générateur que les servomoteurs ont besoin. Sachant que cette carte est constituer d'un circuit intégré de deux pont en H et un régulateur qui sont disponible au marché.

Notre bras manipulateur est commandé par le module arduino avec le langage C, qui nous permet de le commander .

Le quatrième chapitre est une étude pratique qui explique la conception et la réalisation de notre bras manipulateur. Sur la base des connaissances et des informations des chapitres précédents, on a conçu un bras manipulateur à trois degrés de liberté de rotation. Sa structure mécanique est : en allucoband . Les dimensions des trois parties constituantes de notre bras manipulateur: base,

bras et l'avant bras sont données ainsi que ses différentes vues. Le système actionneur utilisé pour notre bras est composé : des servomoteurs responsable de faire tourner le corps du bras manipulateur de 0 à 180 degré.. Pour la partie commande, Dans ce travail et l'élaboration de la maquette nous a permis :

- La réalisation de la structure mécanique.
- Programmer avec le module arduino le bras manipulateur.

Comme perspectives, nous proposons :

- L'ajout de capteurs plus perfectionnés comme une caméra par exemple peut être envisagé pour un asservissement visuel du robot.
- L'ajout d'un capteur sur l'effecteur pour la détection des obstacles .

Conclusion générale

- l'ajout d'un robot mobile auquel on doit positionner notre bras , pour avoir un bras manipulateur mobile.
- planification des différentes trajectoires pour ce bras manipulateur pour les différentes opérations de soudage, écriture,..... ext
- Concevoir un contrôleur spécifique autre que l'interface UMAC ou encore la mise en place d'une interface virtuelle permettant de commander le robot et de connaître sa position en temps réel.
- D'autres types d'interfaces- qui seraient spécifiques aux tâches planifiées peuvent être envisagées. Par exemple, nous pouvons très bien imaginer une interface de communication entre un clavier et le robot lui-même pour le transformer ainsi en robot écrivain.
- un autre interface graphique sur ordinateur pour le contrôle de ce bras a l'aide d'un ordinateur.

Chapitre 1 Généralité sur les robots

1.1 Introduction de la Robotique

A l'origine des robots ont été conçus pour remplacer les travailleurs humains, qui souffrait de problèmes industriels à l'époque, on pensait que les robots seraient des machines universelles capables de la reprogrammation rapide pour une grande variété de tâches, et ces idées qui motivé le développement.

Historiquement, le terme «robot» a été introduit en 1920 par l'écrivain tchèque Karel Čapek dans sa pièce de théâtre RUR (Rossum's Universal Robots).

Ce terme, provenant du tchèque robot signifie «travail », désigne à l'origine une machine androïde capable de remplacer l'être humain dans toutes ses tâches.

Ensuite, dans les années quarante, les progrès de l'électronique permettent de miniaturiser les circuits électriques (inventions des transistors et circuits intégrés).

Dans les premiers temps de la robotique, le robot est considéré comme une imitation de l'homme, aussi bien fonctionnelle que physique. Aujourd'hui, les constructeurs ne tentent plus de reproduire l'aspect humain sur un robot, privilégiant avant tout sa fonctionnalité. Actuellement, les robots sont très répandus dans le secteur industriel. Leurs capacités d'effectuer rapidement des travaux répétitifs ne cessent de croître. On les emploie également dans des environnements difficilement supportables par l'homme caractérisés par des conditions extrêmes de température ou de pression, radioactivité élevée.[11]

La robotique est un ensemble de disciplines techniques (mécanique, électronique, automatique, informatique) articulées autour d'un objectif et d'un objet communs. Cet objectif est l'automatisation flexible de nombreux secteurs de l'activité humaine réputés jusqu'à très récemment comme ne pouvant se passer de la présence de l'homme, et l'objet est le robot, sorte de machine universelle dont l'homme rêve depuis toujours (mais qui n'a pas encore la forme de ce rêve !).

Historiquement, le terme «robot» a été introduit en 1920 par l'écrivain tchèque *Karel*

Chapitre 1 Généralité sur les robots

Čapek dans sa pièce de théâtre *RUR (Rossum's Universal Robots)*. Ce terme, provenant du tchèque robot signifie «travail forcé », désigne à l'origine une machine androïde capable de remplacer l'être humain dans toutes ses tâches. Ensuite, dans les années quarante, les progrès de l'électronique permettent de miniaturiser les circuits électriques (inventions des transistors et circuits intégrés), ouvrant ainsi de nouvelles horizons à la fabrication de robots. Dans les premiers temps de la robotique, le robot est considéré comme une imitation de l'homme, aussi bien fonctionnelle que physique. Aujourd'hui, les constructeurs ne tentent plus de reproduire l'aspect humain sur un robot, privilégiant avant tout sa fonctionnalité.

Actuellement, les robots sont très répandus dans le secteur industriel, notamment en construction automobile et chez la plupart des fabricants d'ordinateurs. Leurs capacités d'effectuer rapidement des travaux répétitifs ne cessent de croître. Ils sont notamment utilisés dans les chaînes de montage et de fabrication. On les emploie également dans des environnements difficilement supportables par l'homme caractérisés par des conditions extrêmes de température ou de pression, radioactivité élevée, etc... L'industrie du nucléaire a ainsi largement contribué au développement de la robotique, notamment dans la conception de bras télémanipulateurs.[14]

1.2 Définitions du terme robot

- Le terme robot vient de rabota issue des langues slaves qui signifie esclave en russe ou corvée et aujourd'hui signifiant travaille forcé .
- Le Petit Larousse définit un robot comme étant un appareil automatique capable de manipuler des objets ou d'exécuter des opérations selon un programme fixe, modifiable ou adaptable.[11]

Un robot est un système mécanique polyvalent, à plusieurs degrés de Libertés à commande automatique, reprogrammable, qui peut être soit fixé dans une place ou mobile. Il a été largement utilisé jusqu'à présent dans divers applications d'automatismes industriels.[11]

Chapitre 1 Généralité sur les robots

1.3 Types des Robots

Il existe deux grandes familles de robots sont :

- Les robots mobiles.
- Les robots manipulateurs.

1.3.1 Les robots mobiles

a Définition des robots mobiles

Un robot mobile est un véhicule doté de moyens de locomotion qui lui permettent de se déplacer. Suivant son degré d'autonomie il peut être doté de moyens de perception et de raisonnement.[13]

b Classification d'un robot mobile

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

La classification la plus intéressante, et la plus utilisée est selon leur degré d'autonomie. Un robot mobile autonome est un système automoteur doté de capacités décisionnelles et de moyens d'acquisition et de traitement de l'information qui lui permettent d'accomplir sous contrôle humain réduit, un certain nombre de tâches, dans un environnement non complètement connu. [13] On peut citer quelques types:

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

Chapitre 1 Généralité sur les robots

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

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

c **Domaine d'application**

Le domaine d'application des robots mobiles est vaste, nous présentons quelques applications dans le tableau suivant (tableau 1. 1) .[13]

Domaines	Applications
Industrie nucléaire	<ul style="list-style-type: none">- surveillance des sites- manipulation de matériaux radioactifs
Sécurité civile	<ul style="list-style-type: none">- neutralisation d'activité terroriste- déminage- pose d'explosif
Chimique	<ul style="list-style-type: none">- surveillance des sites- manipulation de matériaux toxiques
Mine	<ul style="list-style-type: none">- assistance d'urgence
Agricole	<ul style="list-style-type: none">- cueillette de fruits- traite, moisson, traitement des vignes.
Nettoyage	<ul style="list-style-type: none">- nettoyage des navires- nettoyage industriel
Espace	<ul style="list-style-type: none">- exploration

Chapitre 1 Généralité sur les robots

industrie	<ul style="list-style-type: none">- convoyage- surveillance
Sous-marine	<ul style="list-style-type: none">- pose decâbles- recherche demodules- recherche de naviresimmergés- inspection des fondsmarins
Militaire	<ul style="list-style-type: none">- surveillance- posed'explosif- manipulation demunitions

Tableau 1.1. Domaines d'applications des robots mobiles.

1.3.2 Les robots manipulateurs

Des robots ancrés physiquement à leur place de travail et généralement mis en place pour réaliser une tâche précise répétitive, (tels que les robots industriels, médicaux....).[12]

a Définition d'un robot manipulateurs

Un robot manipulateur, quelle que soit la fonction qui lui est attribuée (transfert d'objet, soudage, assemblage), est un mécanisme capable de déplacer et de situer un objet appelé «organe terminal» ou «point outil» dans une partie de l'espace appeler « volume de travail ».

Un robot manipulateur se compose à plusieurs degrés de liberté contrôlé automatiquement, reprogrammable et multitâche qui peut être fixe ou mobile pour une application de automatisation .

Le robot manipulateur, se compose d'une structure mécanique animée par des actionneurs,

Chapitre 1 Généralité sur les robots

à partir d'ordres élaborés par un ordinateur. Ces ordres dépendent des informations délivrées par les capteurs. L'utilisation de capteurs externes, capteurs " extéroceptifs", pour évaluer et mesurer l'interaction du robot avec l'environnement directement depuis son organe terminal devient une pratique de plus en plus courante dans les applications robotiques de haute précision.

b ***Constituant d'un robot***

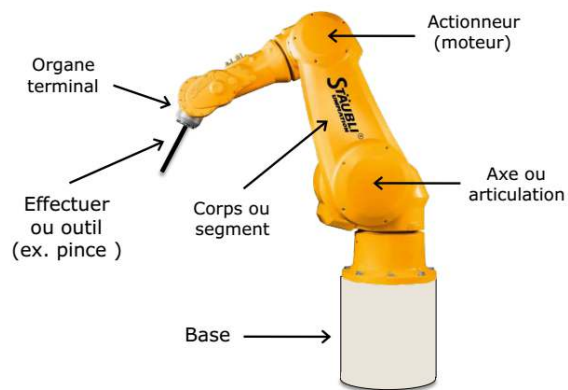


Figure 1.1. vocabulaire d'un bras manipulateur.

- La base

La base du manipulateur est fixée sur le lieu du travail. Ceci est le cas de la quasi totalité des robots industriels.

- Élément porteur

il est composé d'un ensemble de corps souples ou rigides liés par des articulations, servant à déplacer l'organe terminal d'une configuration à une autre. Le porteur représente l'essentiel du système mécanique articulé (segment, articulation, actionneur, l'organe terminal), il a pour rôle d'amener l'organe terminal dans une situation donnée imposée par la tâche. Il est constitué de :segment, articulation, actionneur, l'organe terminal.

Chapitre 1 Généralité sur les robots

- 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.

c Classification des robots manipulateurs

On peut classer les robots d'un point de vue fonctionnel ou d'après leur structure géométrique.

- Classification Fonctionnelle:

Le nombre de classe et les distinctions entre celles-ci varient de pays à pays (6 classes au Japon, 4 en France). [12] L'A.F.R.I. distingue 4 classes illustrées ci-dessous :

- *Manipulateur à commande manuelle*

La Figure 1.8: représente les manipulateurs à commande manuelle :



Figure 1.2. Manipulateur à commande manuelle.

Chapitre 1 Généralité sur les robots

- Manipulateur automatique

La figure montre un bras manipulateur qui exerce des mouvements de soudure sans l'intervention de l'homme.



Figure 1.3. Manipulateur à cycle pré-réglé.

- Classification géométrique

On peut aussi classer les robots suivant leur configuration géométrique, autrement dit l'architecture de leur porteur[12].

- Robots cartésiens

3 articulations prismatiques dont les axes sont typiquement mutuellement orthogonaux (PPP);3 DDL

- La structure cartésienne offre une très bonne rigidité mécanique et une grande précision.
- Cependant, la structure présente une faible dextérité car toutes les articulations sont prismatiques.

Chapitre 1 Généralité sur les robots

- Utilisation typique: manutention et assemblage.
- Actionneurs: généralement électriques, parfois pneumatiques.

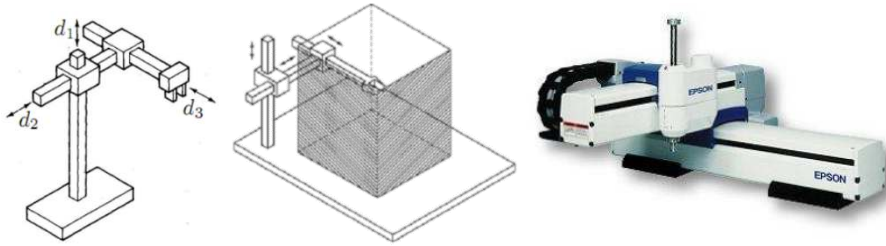


Figure 1.4. Manipulateur cartésien.

- Robots cylindriques
- La géométrie cylindrique diffère de la géométrie cartésienne en ce que la 1ère articulation prismaticque est remplacée par une articulation rotoïde (RPP); 3 DDL
- La structure cylindrique offre une très bonne rigidité mécanique
- L'articulation prismaticque horizontale permet à l'organe terminal d'accéder à des cavités horizontales.
- Utilisation typique: transport d'objets, même de grande taille (dans un tel cas, des moteurs hydrauliques sont préférés aux moteurs électriques).

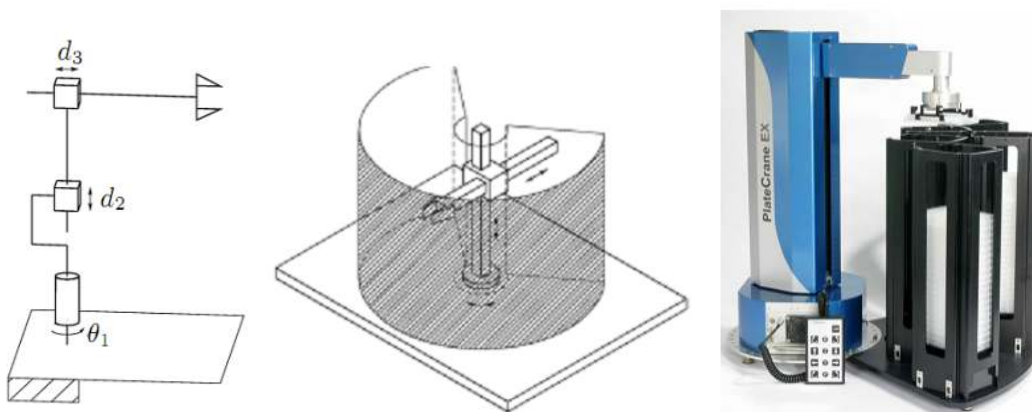


Figure 1.5. Manipulateur cylindrique.

Chapitre 1 Généralité sur les robots

- Robots sphérique
- La géométrie sphérique diffère de la géométrie cylindrique en ce que la 2ème articulation prismatique est remplacée par une articulation rotoïde (RRP); 3 DDL
- La rigidité mécanique est inférieure à celle des deux robots précédents et la construction mécanique est plus complexe.
- Le volume de travail peut comprendre la base de support du robot, ce qui permet la manipulation d'objets sur le plancher.
- Utilisation typique: usinage.

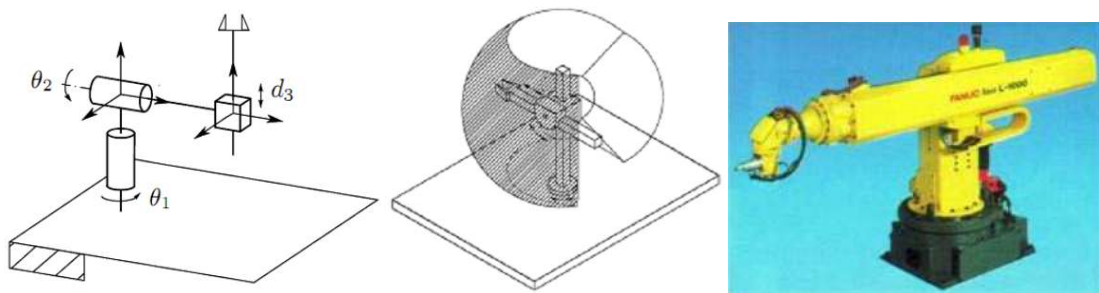


Figure 1.6. Manipulateur sphérique.

-Manipulateur SCARA

SCARA: Sélective Compliance Assembly Robot Arm

- Manipulateur sphérique à géométrie "spéciale"
- Deux articulations rotoïdes et une articulation prismatique (RRP): tous les axes sont parallèles; 3 DDL
- Rigidité élevée pour charges verticales et souplesse aux charges horizontales.

Chapitre 1 Généralité sur les robots

- Bien adapté à des tâches de montage vertical et à la manipulation de petits objets.
- Précis et très rapide (1er modèle: 1981).

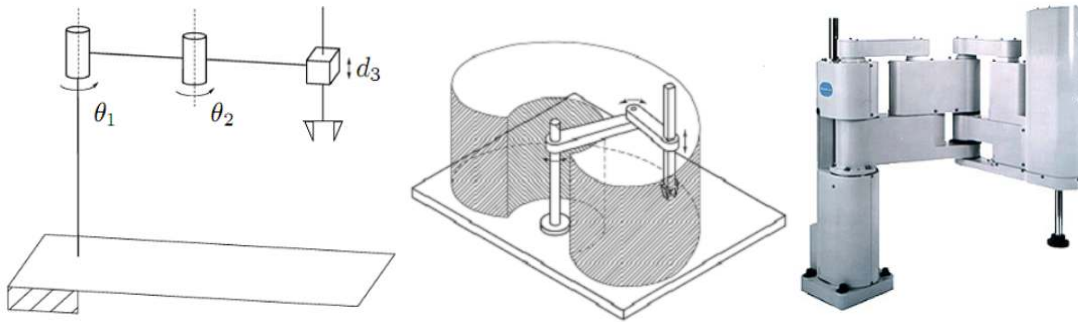


Figure 1.7. Manipulateur SCARA.

- Robots anthropomorphe

- Trois articulations rotoïdes (RRR): l'axe de la 1ère articulation est orthogonale aux axes des deux autres qui sont parallèles; 3 DDL
- En raison de sa ressemblance avec le bras humain, la 2ème articulation est appelée l'articulation de l'épaule et la 3ème, l'articulation du coude puisqu'elle relie le bras avec l'avant-bras.
- Manipulateur le plus agile car tous les articulations sont rotoïdes.
- Grand volume de travail par rapport à l'encombrement du robot.
- Large gamme d'applications industrielles.

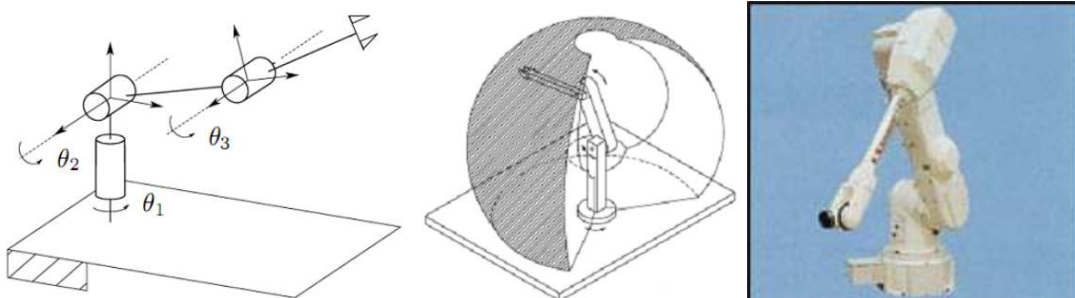


Figure 1.8. Manipulateur anthropomorphe.

Chapitre 1 Généralité sur les robots

d Caractéristiques d'un robot manipulateur

Un robot doit être choisi en fonction de l'application qu'on lui réserve.

Voici quelques paramètres à prendre, éventuellement, en compte :

- La charge maximale transportable (de quelques kilos à quelques tonnes), à déterminer dans les conditions les plus défavorables (en élongation maximum).
- L'architecture de la structure mécanique articulée. le choix est guidé par la tâche à réaliser.
- Le volume de travail, défini comme l'ensemble des points atteignables par l'organe terminal. Tous les mouvements ne sont pas possibles en tout point du volume de travail. L'espace de travail (reachable workspace), également appelé espace de travail maximal, est le volume de l'espace que le robot peut atteindre via au moins une orientation. L'espace de travail dextre est le volume de l'espace que le robot peut atteindre avec toutes les orientations possibles de l'effecteur (organe terminal). Cet espace de travail est un sous-ensemble de l'espace de travail maximal.
- Le positionnement absolu, correspondant à l'erreur entre un point souhaité (réel), défini par une position et une orientation dans l'espace cartésien et le point atteint est calculé via le modèle géométrique inverse du robot. Cette erreur est due au modèle utilisé, à la quantification de la mesure de position, à la flexibilité du système mécanique. En général, l'erreur de positionnement absolu, également appelée précision, est de l'ordre de 1mm.
- La répétabilité, ce paramètre caractérise la capacité que le robot à retourner vers un point (position, orientation) donné. la répétabilité correspond à l'erreur maximum de positionnement sur un point prédéfini dans le cas de trajectoires répétitives. En général, la répétabilité est de l'ordre de 0,1 mm
- La vitesse de déplacement (vitesse maximum en élongation maximum).
- La masse du robot.

Chapitre 1 Généralité sur les robots

- -Le coût du robot.
- -La maintenance, ...

e Domaines d'application

La robotique est un domaine en plein essor depuis quelques années. Les évolutions technologiques, 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.

-L'industrie

Le but premier des robots est de remplacer l'homme dans des activités fastidieuses ou onéreuses pour l'employeur. Les robots ont donc commencé à être utilisés dans les chaînes d'assemblage industrielles. Dans ces chaînes d'assemblage, on retrouve des robots soudeurs, manipulateurs, peintres ...

- 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.

- La santé

Les robots commencent à être de plus en plus utilisés 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 assistée (mot né de l'anglais « surgery » : chirurgie) c'est-à-dire tout ce qui consiste à introduire les derniers outils des technologies informatiques et robotiques dans la pratique médico-chirurgicale. Cette pratique de « chirurgie assistée » est émergente donc bien que peu répandue, elle est en phase de devenir la chirurgie du futur.

Chapitre 1 Généralité sur les robots

- *L'exploration spatiale*

les scientifiques ont envoyé des robots pour explorer le système solaire, dans des environnements souvent mortels pour.

l'homme pour transmettre les informations vers la terre grâce à leurs nombreux capteurs.

1.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donner une idée générale sur la robotique, l'historique des robots, leurs structures, leurs utilisations et les différents types de robots ainsi que leurs classifications et leurs domaines d'applications et cela va nous servir pour la construction de notre bras manipulateur qui va respecter les classifications et les définitions donner dans ce chapitre .puis dans le chapitre suivant on s'intéressera à l'étude et la modélisation cinématique et on abordera aussi notre modelé mécanique.

Chapitre 2 Modélisation cinématique

2.1 Introduction

La conception et la commande des robots nécessitent le calcul de certains modèles mathématiques, tels que:

Les modèles de transformation entre l'espace opérationnel (dans lequel est définie la situation de l'organe terminal) et l'espace articulaire (dans lequel est définie la configuration du robot). Parmi ces modèles, on distingue :

- Les modèles cinématiques direct et inverse qui expriment la vitesse de l'organe terminal en fonction de la vitesse articulaire et inversement.

2.2 Robots Hybrides

2.2.1 Définition

La définition exacte d'un mécanisme hybride est évasive. Dans cette classification nous considérerons comme hybride un mécanisme qui comporte plusieurs chaînes cinématiques reliant le bâti à l'organe terminal et dont une des chaînes au moins comporte plus d'un actionneur. Parmi les machines hybrides que l'on a cataloguées, on peut distinguer trois catégories :

- les mécanismes à porteur parallèle et poignet série,
- les mécanismes à porteur série et poignet parallèle,
- es autres mécanismes hybrides.

2.2.2 Description de la structure hybride

la structure hybride est composée de n modules parallèles connectés en série, pour faciliter la présentation on suppose que les modules sont similaires.

la plate-forme d'un modules est connectées a sa base par m chaînes cinématiques.

Chapitre 2 Modélisation cinématique

on définit un repéré \mathbb{R}_k fixé a la plate-forme de chaque module K, et un repéré $\mathbb{R}_{b,k}$ fixé a sa base.

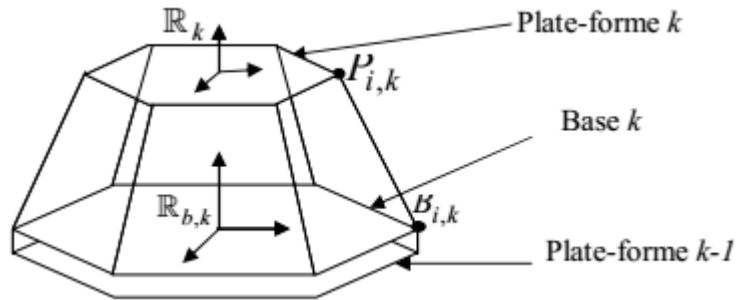


Figure 2.1. la description du module parallèle de la structure hybride.

Chaque module de la structure hybride est similaire a la plate forme de Gough-Stewart qui composée de six chaînes cinématiques identiques liées a une plate-forme mobile par des rotules et liées a une base fixe fixe par des cardans.

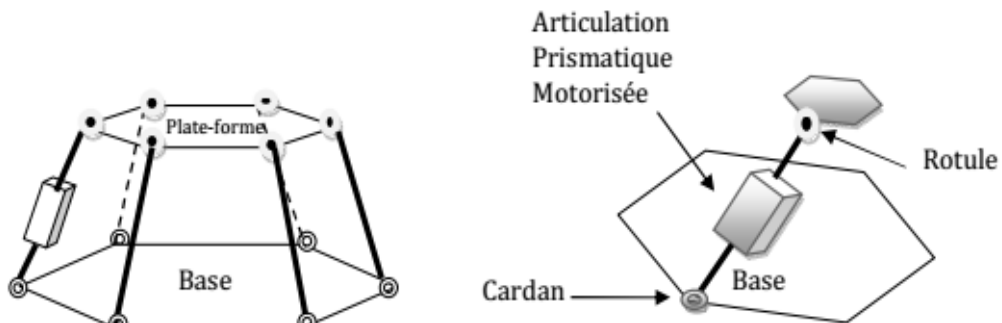


Figure 2.2. Plate forme de gough stewart.

Chapitre 2 Modélisation cinématique

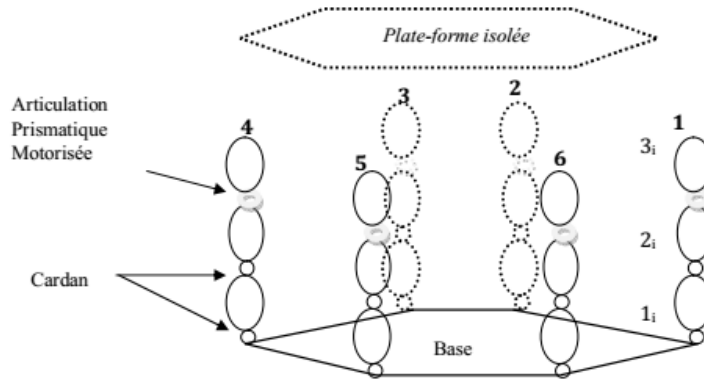


Figure 2.3. Schéma de la structure arborescence équivalente d'un module k.

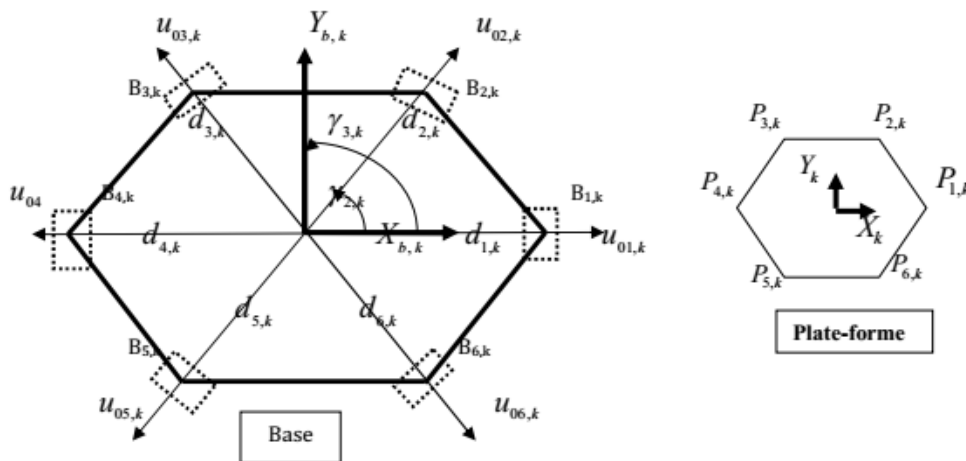


Figure 2.4. Description de la base et de la plate forme d'un module k.

2.3 Modélisation Cinématique

Le Modèle cinématique permet d'étudier la possibilité des mouvements et la configuration d'un système. Il est réellement concerné que par la géométrie du système. Donc c'est un modèle des vitesses, pour comprendre le déplacement d'un système dans une circonstance donnée exige la connaissance des forces, d'inerties, d'énergie.

Pour les bras manipulateurs on a besoin de connaître la position et l'orientation de l'organe terminal d'où on a besoin d'avoir les relations entre les vitesses articulaires de chaque joint et les vitesses cartésiennes d'un point de la chaîne cinématique.

Chapitre 2 Modélisation cinématique

2.3.1 Le modèle cinématique direct

qui consiste à calculer les vitesses des coordonnées opérationnelles \dot{X} , en fonction de vitesses des coordonnées généralisées \dot{q} ; ce modèle est noté: $\dot{X} = J\dot{q}$ (J est la matrice jacobienne du robot manipulateur).

a Matrice de transformation homogène

La représentation d'opérations sous forme matricielle est très intéressante pour simplifier l'écriture. Il serait intéressant de pouvoir inclure aussi les translations sous forme matricielle. Pour faire cela on introduit les coordonnées homogènes.

- Coordonnées homogènes

Un point représente par $p_x p_y p_z$ coordonnées cartésienne :

$$P = \begin{pmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix}$$

Représentation d'une direction :

$$u = \begin{pmatrix} u_x \\ u_y \\ u_z \\ 0 \end{pmatrix}$$

- Transformation homogène
- Changement de repère

Chapitre 2 Modélisation cinématique

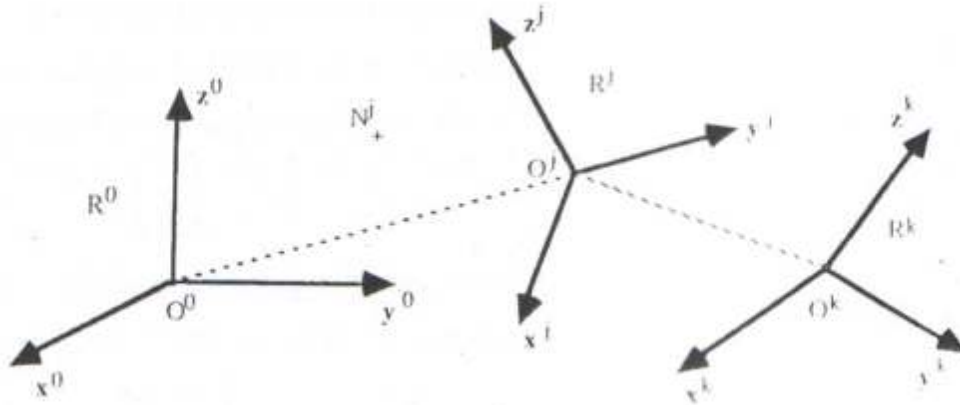


Figure 2.5. Schéma de changement de repère.

On définit la matrice de transformation homogène par :

$$T_j^i = \begin{pmatrix} S_x & N_x & AxPx \\ Sy & Ny & AyPy \\ Sz & Nz & AzPz \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

iS_j, iN_j et iA_j sont les vecteurs unitaires des axes X_j, Y_j et Z_j du repéré R_j exprimé dans R_i , P_j vecteur exprimant l'origine du repéré R_j dans le repéré R_i

on écrit aussi : $T_j^i = \begin{pmatrix} A_j^i & P_j^i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

la matrice A représente la matrice de rotation ou d'orientation du repéré R_i par rapport à R_j , la colonne représente la translation du repéré R_i par rapport au repéré R_j .

dans le cas d'une translation pure $A = I$, telle que I est la matrice unité.

b Matrice de translation pure homogène

soit $\text{trans}(a,b,c)$ une transformation qui désigne la translation a, b, c le long des axes x, y et z respectivement.

Chapitre 2 Modélisation cinématique

La transformation dans ce cas s'exprime par

$$T_j^i = \text{trans}(a,b,c) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 & b \\ 0 & 0 & 1 & c \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

0 0 0 1

on utilise par la suite la notation $\text{Trans}(u,d)$ pour désigner une translation d'une valeur d le long de l'axe u .

c matrice de rotation homogène

on définit la $\text{rot}(x,\alpha)$ la transformation homogène qui s'exprime par :

$$T_j^i = \text{rot}(x, \alpha) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & c\alpha & -s\alpha & 0 \\ 0 & s\alpha & c\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

0 0 0 1

$\text{Rot}(x, \alpha)$ désigne la rotation ou l'orientation de de repère R_i d'un angle α autour de l'axe x du repère R_j .

De la même façon on définit autour de y par :

$$T_j^i = \text{rot}(y, \alpha) = \begin{pmatrix} c\alpha & 0 & -s\alpha & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ s\alpha & 0 & c\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Et la rotation autour de z par :

$$T_j^i = \text{rot}(z, \alpha) = \begin{pmatrix} c\alpha & -s\alpha & 0 & 0 \\ s\alpha & c\alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Chapitre 2 Modélisation cinématique

On peut généraliser :

$${}^0T_k = {}^0T_1 \cdot {}^1T_2 \cdot {}^2T_3 \cdot \dots \cdot {}^{k-1}T_k$$

On a :

$${}^0T_3 = {}^0T_1 * {}^1T_2 * {}^2T_3$$

on pose : $c_i = \cos(q_i)$, $s_i = \sin(q_i)$

$${}^0T_1 = \text{rot}(z, q_1) \text{trans}(z, l_1) \text{rot}(x, \pi/2)$$

$$\text{Rot}(z, q_1) = \begin{pmatrix} c_1 & -s_1 & 0 & 0 \\ s_1 & c_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{trans}(z, l_1) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{Rot}(x, \pi/2) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$${}^1T_2 = \text{rot}(z, q_2) \text{trans}(x, l_2)$$

$$\text{Rot}(z, q_2) = \begin{pmatrix} c_2 & -s_2 & 0 & 0 \\ s_2 & c_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{trans}(x, l_2) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & l_2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$${}^2T_3 = \text{rot}(z, \theta) \text{trans}(x, l_3)$$

Note : lorsqu'on varie l'angle q_2 dans la transformation 1T_2 :

Chapitre 2 Modélisation cinématique

On aura une transformation avec un angle β tel que $\beta = \pi/2 - q_2$ par rapport à l'axe vertical cela implique une variation sur l'angle q_3 (transformation 2T_3) avec un angle $\alpha = \beta + \pi/2$.

Donc : on aura $\theta = \alpha + q_3$. telle que la figure présente :

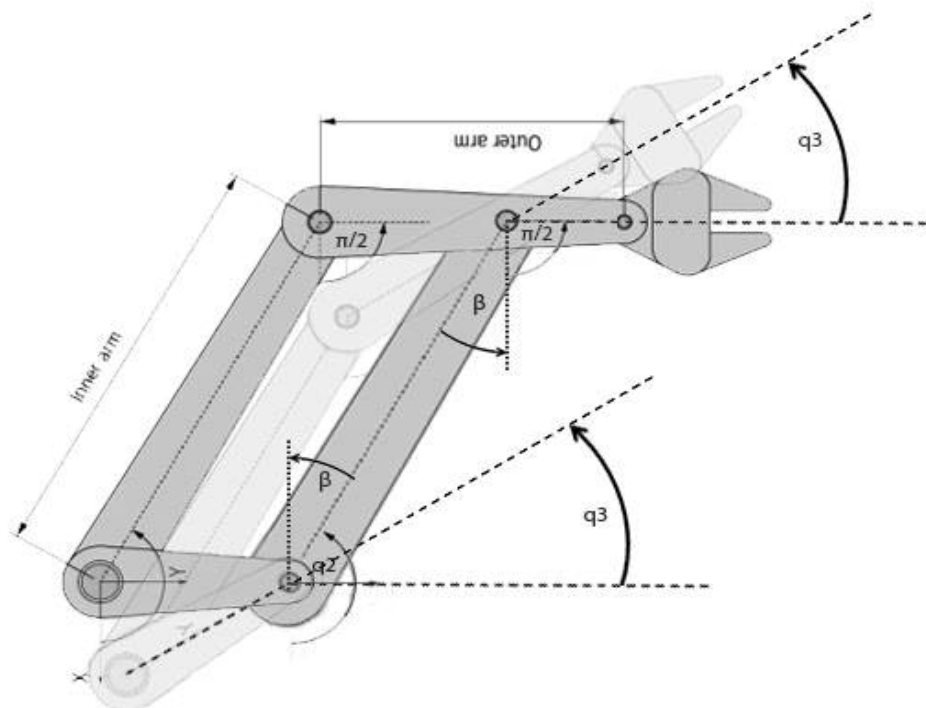


Figure 2.6. Démonstration de la relation entre q_2 et q_3 .

$$\text{Rot}(z, \theta) = \begin{bmatrix} c\theta & -s\theta & 0 \\ s\theta & c\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{trans}(x, l_3) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Chapitre 2 Modélisation cinématique

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

La matrice de transformation homogène de notre système est :

$$\begin{bmatrix} -\cos(q_2 - q_3)\cos(q_1)\cos(q_2) - \sin(q_2 - q_3)\cos(q_1)\sin(q_2), & \cos(q_2 - q_3)\cos(q_1)\sin(q_2) - \sin(q_2 - q_3)\cos(q_1)\cos(q_2), & \sin(q_1), & l_3\cos(q_1)\cos(q_2) - l_3(\cos(q_2 - q_3)\cos(q_1)\cos(q_2) + \sin(q_2 - q_3)\cos(q_1)\sin(q_2)) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -\cos(q_2 - q_3)\cos(q_2)\sin(q_1) - \sin(q_2 - q_3)\sin(q_1)\sin(q_2), & \cos(q_2 - q_3)\sin(q_1)\sin(q_2) - \sin(q_2 - q_3)\cos(q_2)\sin(q_1), & -\cos(q_1), & l_3\cos(q_2)\sin(q_1) - l_3(\cos(q_2 - q_3)\cos(q_2)\sin(q_1) + \sin(q_2 - q_3)\sin(q_1)\sin(q_2)) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \sin(q_2 - q_3)\cos(q_2) - \cos(q_2 - q_3)\sin(q_2), & -\cos(q_2 - q_3)\cos(q_2) - \sin(q_2 - q_3)\sin(q_2), & 0, & l_1 + l_3\sin(q_2) - l_3(\cos(q_2 - q_3)\sin(q_2) - \sin(q_2 - q_3)\cos(q_2)) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0, & 0, & 0, & 1 \end{bmatrix}$$

***d* Modèle cinématique direct par la méthode jacobienne**

La méthode jacobienne décrit les vitesses des coordonnées opérationnelle en fonction des vitesses articulaires :

On note : $\dot{X} = j(q) \cdot \dot{q}$

Avec $j(q)$ désigné la matrice jacobienne du mécanisme. La même fonction intervient dans le calcul du modelé différentiel direct qui donne la variation élémentaire dx des coordonnées opérationnelles en fonction des variations élémentaires des articulaires dq soit : $dX = j(q) dq$

le calcul de la matrice jacobienne peut se faire apartir des relations suivantes :

on a : $\dot{X}_p = \begin{pmatrix} \dot{X} \\ \dot{Y} \\ \dot{Z} \end{pmatrix}$

Chapitre 2 Modélisation cinématique

pour la vitesse linéaire on a $V = \begin{pmatrix} \dot{X} \\ \dot{Y} \\ \dot{Z} \end{pmatrix}$

pour la vitesse de rotation on a $\omega = \begin{pmatrix} \dot{R} \\ \dot{P} \\ \dot{Y} \end{pmatrix}$

et on a : $\rightarrow \begin{pmatrix} V \\ \omega \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} J_v \\ J_\omega \end{pmatrix} \dot{q} \rightarrow J = \begin{pmatrix} J_v \\ J_\omega \end{pmatrix}$

$$J_{v,ij} = \frac{df(q_j)}{dq_i} \quad i=1 \dots m ; j=1 \dots m$$

On a

$$\omega = \begin{bmatrix} {}^0R\dot{Z} & {}^0R\dot{Z} & \dots & {}^0R\dot{Z} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \dot{q}_1 \\ \dot{q}_2 \\ \vdots \\ \dot{q}_n \end{bmatrix} \rightarrow J_\omega = \begin{bmatrix} {}^0R\dot{Z} & {}^0R\dot{Z} & \dots & {}^0R\dot{Z} \end{bmatrix} \left\{ \begin{matrix} \dot{z} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \right\}$$

2.3.2 Modélisation cinématique inverse

a Introduction

Le modèle cinématique inverse, qui consiste à calculer les vitesses des coordonnées généralisées q , en fonction de vitesses des coordonnées opérationnelles \dot{X} ; ce modèle est noté : $\dot{q} = J^{-1}\dot{X}$ (J^{-1} est la matrice jacobienne inverse du robot manipulateur).

b Calcul de la jacobienne

Dans le cas régulier, la jacobienne est une matrice carré d'ordre n et son déterminant est non nul. On calcule J^{-1} la matrice inverse de J , qui permet de déterminer les vitesses articulaires q grâce à la relation:

$$Q = J^{-1}X$$

Chapitre 2 Modélisation cinématique

Lorsque la matrice J est de la forme:

$$J = \begin{pmatrix} \mathbf{A} & \mathbf{0} \\ \mathbf{B} & \mathbf{C} \end{pmatrix}$$

Les matrices A et C sont inversible, il est facile de montrer que l'inverse de cette matrice s'écrit:

$$J^{-1} = \begin{pmatrix} \mathbf{A}^{-1} & \mathbf{0} \\ -\mathbf{C}^{-1}\mathbf{B}\mathbf{A}^{-1} & \mathbf{C}^{-1} \end{pmatrix}$$

c Méthode géométrique

Pour le modèle cinématique inverse, on donne comme coordonnées de l'organe terminal : x , y, z'

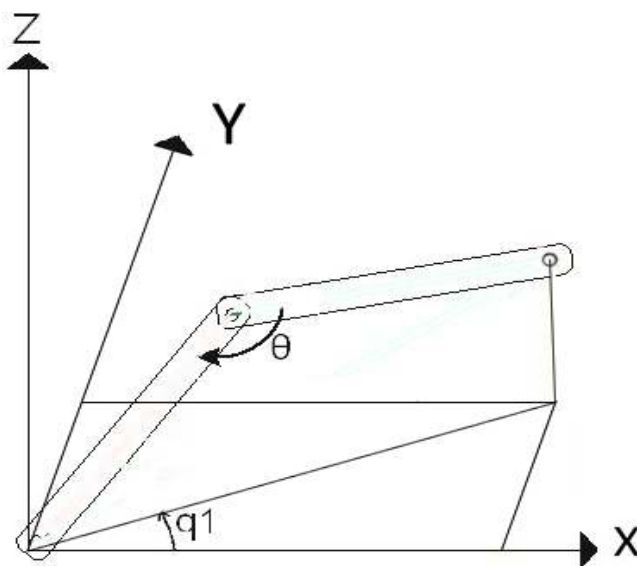


Figure 2.7. Schéma représentant l'angle (q_1).

Calcule q_1 :

On a : $\tan(q_1) = y/x$;

Alors : $q_1 = \arctg(y/x)$

Chapitre 2 Modélisation cinématique

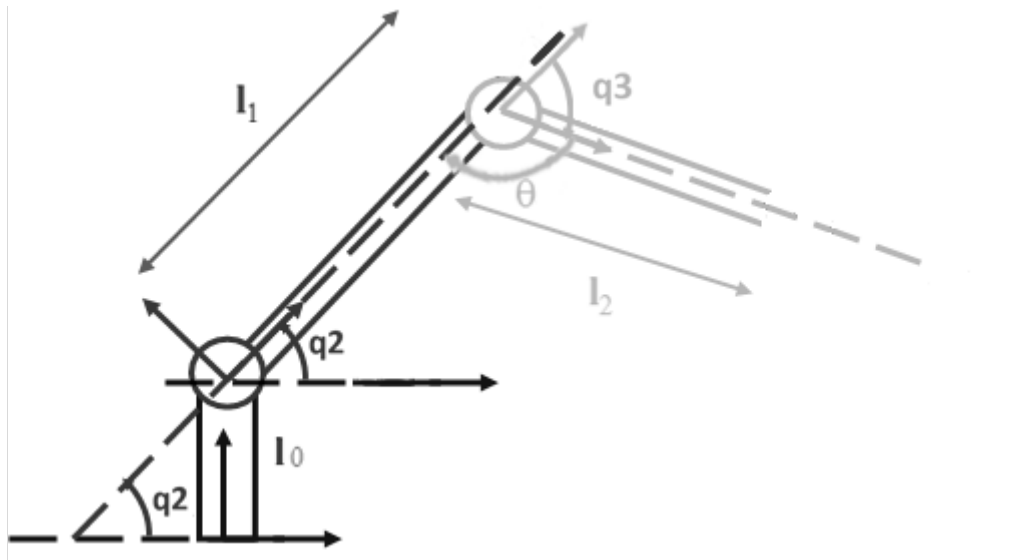


Figure 2.8. Schéma représentant l'angle q_2 et q_3 .

On a : $z' = z + l_0$.

On a : $r^2 = X^2 + Z^2$ et on a : $r^2 = l_1^2 + l_2^2 + 2 \cdot l_1 \cdot l_2 \cdot \cos(\theta)$

Alors : $\cos(\theta) = \frac{l_1^2 + l_2^2 - X^2 - Z^2}{2 \cdot l_1 \cdot l_2}$

Alors : $\theta = \cos^{-1}(\cos(\theta))$ avec : $\theta = \pi/2 - q_2 + \pi/2 + q_3$, donc : $\theta = \pi - q_2 + q_3 \dots \dots \dots (*)$

On a : $q_2 = \gamma + \beta$, avec : $\gamma = \arctg(z/x)$ tel que $x \neq 0$;

Calcul de β :

On a : $\beta = \arctg\left(\frac{l_2 \sin(\pi - \theta)}{l_1 + l_2 \cos(\pi - \theta)}\right)$

Donc : $q_2 = \arctg(z/x) + \arctg\left(\frac{l_2 \sin(\pi - \theta)}{l_1 + l_2 \cos(\pi - \theta)}\right)$

A partir de (*) on a : $q_3 = \theta - \pi + q_2$

Chapitre 2 Modélisation cinématique

2.4 Conclusion

L'objectif de ce chapitre était d'aboutir à la formulation des différents modèles mathématiques de notre robot. Ces modèles mettent en évidence la difficulté de commander ce genre de systèmes, étant données les fortes non linéarités qui régissent le fonctionnement dynamique de ceux-ci.

Des hypothèses simplificatrices qui concordent avec la réalité - et de ce point de vue donc restent acceptables - ont été émises tout au long de la phase de modélisation afin de simplifier ces modèles.

Chapitre 3 Partie électronique

3.1 Introduction

Dans la conception d'un robot manipulateur la partie électronique joue un rôle très important dans la fonctionnement du système en effet pour permettre au robot de se déplacer et de communiquer avec l'extérieur.

Dans ce chapitre nous nous consacrerons a la partie électronique de notre robot, pour ensuite finir avec la partie puissance du robot.

3.2 Source d'énergie

Pour l'alimentation du robot on a choisit une batterie de 12 volts, et de courant de 7 Ampères.



Figure 3.1. batterie 12V.

3.3 Carte de Puissance

la carte de puissance est l'élément de base qui servira a la fois pour l'alimentation et la traduction des signaux venant de la carte arduino vers les actionneurs présents dans le

Chapitre 3 Partie électronique

robot, car les moteurs employés dans notre robot sont puissants et débitent un courant et une tension qui sont supérieurs à ceux délivrés par la carte arduino.

La carte qu'on a entrepris de fabriquer a deux fonctions principales. Tout d'abord, elle doit fournir à la carte arduino, et aux servomoteurs leur tension d'alimentation (0/5V stabilisée). En suite elle doit alimenter les moteurs qui permettent au robot de se déplacer. Elle reçoit donc des signaux de commande via la carte arduino, et produit une tension d'alimentation stabilisée et 2 tensions pour la commande des moteurs (comprises entre 0 et 12 volts).

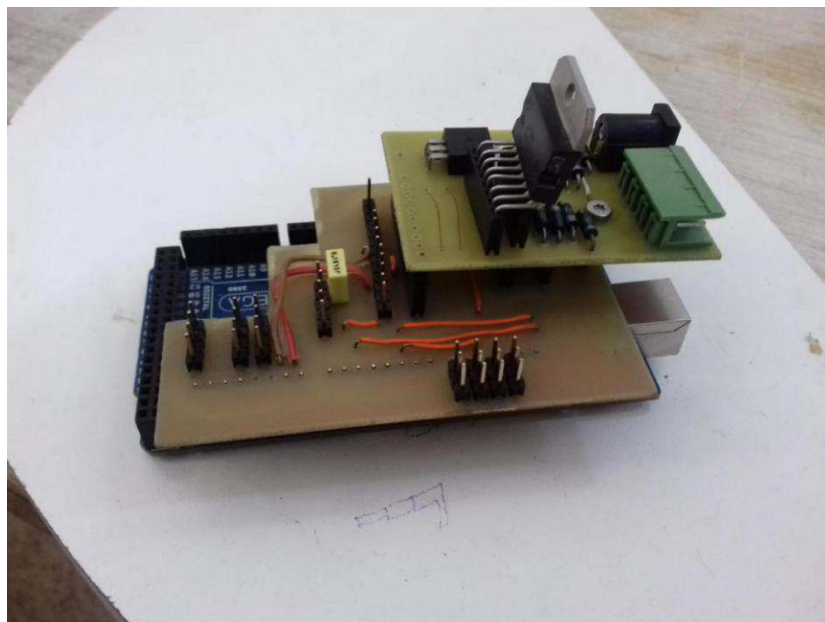


Figure 3.2. carte de puissance.

Elle se divise à 2 étages

3.3.1 étage de puissance

Cette partie est simple. nous aurons besoin de produire une tension stabilisée. Il existe pour cela des composants dédiés, les 78xx, ces derniers sont des composants à trois pattes, leur fonctionnement est très simple, ils ont entre les deux premières pattes une tension

Chapitre 3 Partie électronique

d'alimentation quelconque (supérieure a la tension de sortie désirée), ils fournissent alors en sortie une tension stabilisée égale a xx (05, 09, 12,...), pour notre cas nous avons choisis le 7805 car nous aurons besoin en sortie d'une tension de 5 volts. on a utilisé plusieurs de ces régulateurs en parallèle a fin d'avoir un courant suffisamment grand pour permettre l'alimentation de chaque actionneurs et capteurs présents sur notre plate forme mobile.

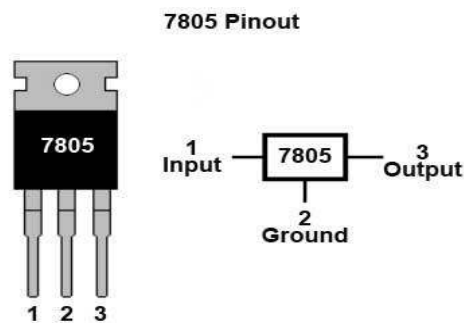


Figure 3.3. Le régulateur 7805.

3.3.2 Étagé de commande

Cette partie est dédiée a la commande des moteurs de propulsion, la carte devra leur fournir une tension comprise entre 5 et 12 volts, elle recevra donc des signaux de la carte arduino et traduira ces signaux grâce au circuit intégré qu'on a utilisé, qui est le L6203 qui va commander la vitesse des actionneurs et leurs directions, l'avantage avec ce circuit, c'est qu'il intègre les diodes de roues libre, mais contrairement aux autres .

Chapitre 3 Partie électronique

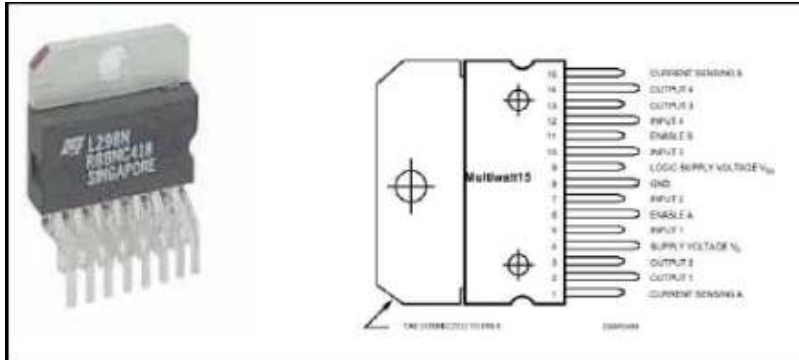


Figure 3.4. le circuit L298.

Le principe de fonctionnement résulte immédiatement en regardant le schéma ci dessous:

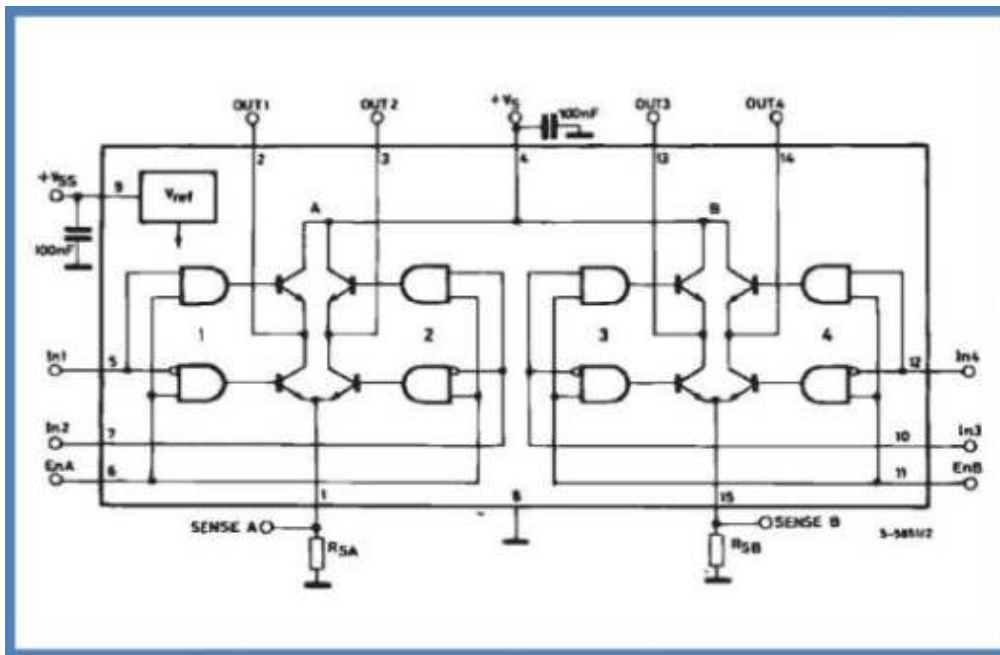


Figure 3.5. brochage et structure interne du circuit L298.

- Principales caractéristiques

Tension d'alimentation du circuit logique : 5V

Chapitre 3 Partie électronique

Tension d'alimentation du circuit puissance : 0V' 48V

Tension minimale de sensibilité MLI (Modulation en Largeurs d' Impulsions) : 2.3V

Courant maximal du circuit puissance : 3A.

3.4 Arduino

3.4.1 Définition

L'Arduino est une plate forme de prototypage électronique open-source, basée d'une part du matériel et d'autre part d'un ensemble de logiciels faciles à utiliser. Destiné aux artistes, amateurs, designers.

La carte Arduino repose sur un circuit intégré (un mini ordinateur appelé également Micro contrôleur) associée à des entrées et sorties qui permettent à l'utilisateur de brancher différents types d'éléments externes , La figure au dessus montre un micro contrôleur **ATmega328**, qu'on trouve sur la carte Arduino.

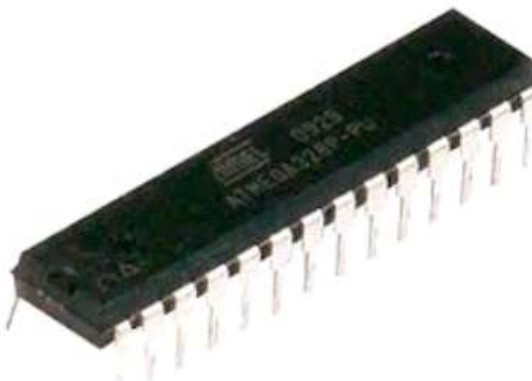


Figure 3.6.Micro contrôleur ATmega328.

Chapitre 3 Partie électronique

3.4.2 Logiciel

Le logiciel de programmation des modules Arduino est une application Java multiplateformes (fonctionnant sur tout système d'exploitation), servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le FireWire (et le programme) à travers de la liaison série (RS232, Bluetooth ou USB selon le module).

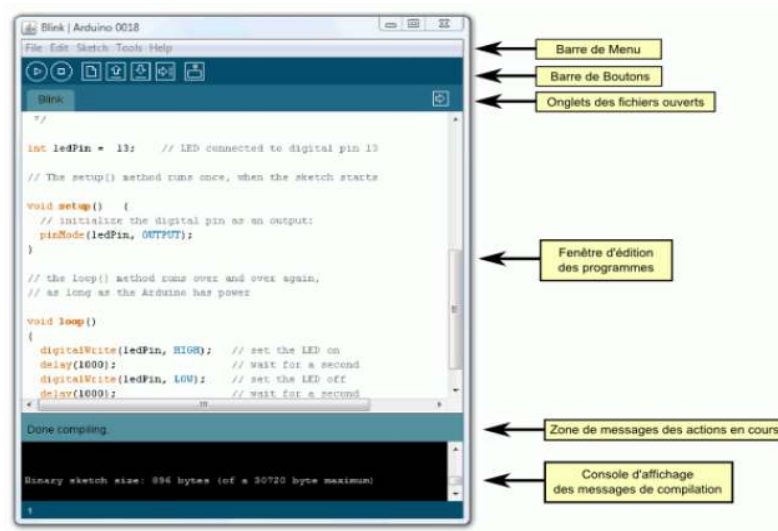


Figure 3.7. L'écran principal du logiciel Arduino.

3.4.3 Les types de cartes

Il y a trois types de cartes :

Les dites « officielles » qui sont fabriquées en Italie par le fabricant officiel : Smart Projects.

Les dites « compatibles » qui ne sont pas fabriqués par Smart Projects, mais qui sont totalement compatibles avec les Arduino officielles.

Les « autres » fabriquées par diverse entreprise et commercialisées sous un nom différent (Freeduino, Seeduino, Femtoduino, ...).

Chapitre 3 Partie électronique

aLa carte Arduino méga

La carte Arduino Méga 2560 est une carte à microcontrôleur basée sur un ATmega2560.

Cette carte dispose:

- de 54 (!) broches numériques d'entrées/sorties (dont 14 peuvent être utilisées en sorties PWM (largeur d'impulsion modulée)),
- de 16 entrées analogiques (qui peuvent également être utilisées en broches entrées/sorties numériques),
- de 4 UART (port sériel matériel),
- d'un quartz 16Mhz,
- d'une connexion USB,
- d'un connecteur d'alimentation jack,
- d'un connecteur ICSP (programmation "in-circuit"),
- et d'un bouton de réinitialisation (reset).

Elle contient tout ce qui est nécessaire pour le fonctionnement du microcontrôleur; Pour pouvoir l'utiliser et se lancer, il suffit simplement de la connecter à un ordinateur à l'aide d'un câble USB (ou de l'alimenter avec un adaptateur secteur ou une pile, mais ceci n'est pas indispensable, l'alimentation étant fournie par le port USB).

Chapitre 3 Partie électronique

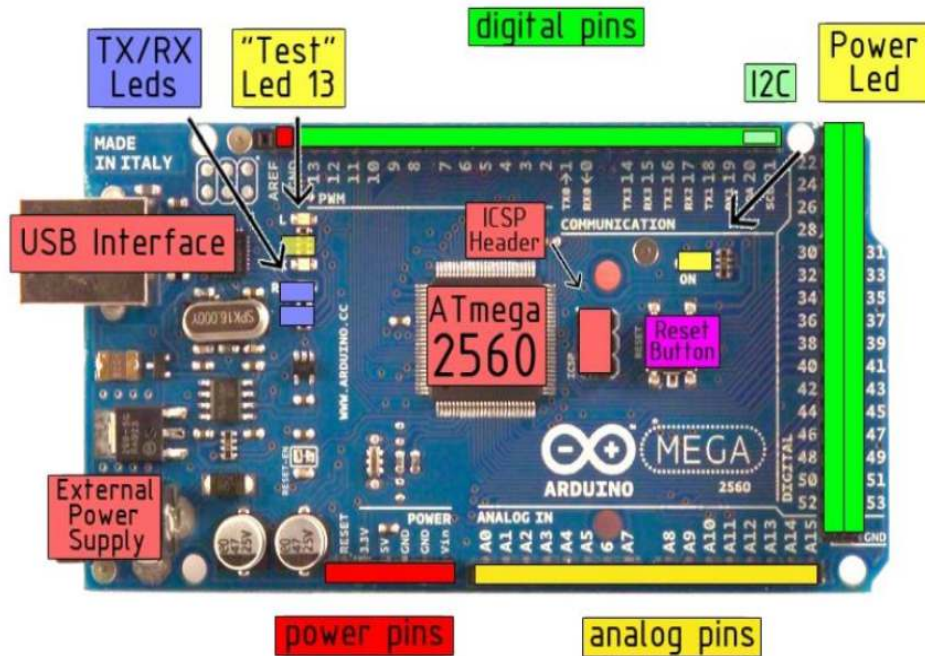


Figure 3.8. La carte Arduino Méga 2560.

- Synthèse des caractéristiques

Tension de fonctionnement	5V
Tension d'alimentation (recommandée)	7-12V
Tension d'alimentation (limites)	6-20V
Broches E/S numériques	54 (dont 14 disposent d'une sortie PWM)
Broches d'entrées analogiques	16 (utilisables en broches E/S numériques)
Intensité maxi disponible par broche E/S (5V)	40 mA (ATTENTION : 200mA cumulé pour l'ensemble des broches E/S)

Chapitre 3 Partie électronique

Intensité maxi disponible pour la sortie 3.3V	50 mA
Intensité maxi disponible pour la sortie 5V	Fonction de l'alimentation utilisée - 500 mA max si port USB utilisé seul
Mémoire Programme Flash	256 KB dont 8 KB sont utilisés par le bootloader
Mémoire SRAM (mémoire volatile)	8 KB
Mémoire EEPROM (mémoire non volatile)	4 KB
Vitesse d'horloge	16 MHz

Tableau 3.1. Caractéristique d'Arduino méga.

3.5 Servomoteurs

Un servomoteur (souvent abrégé en « servo », provenant du latin servus qui signifie

« esclave ») est un moteur capable de maintenir une opposition à un effort statique et dont la position est vérifiée en continu et corrigée en fonction de la mesure. C'est donc un système asservi.

Le terme servomoteur désigne également de manière abusive le pré-actionneur, la plupart du temps pneumatique (système membrane/ressort), plus rarement hydraulique ou électrique d'une vanne de régulation. Dans ce cas l'asservissement de position est toujours effectué par un organe distinct nommé positionneur.

Chapitre 3 Partie électronique

Un servomoteur est un système motorisé capable d'atteindre des positions prédéterminées, puis de les maintenir. La position est : dans le cas d'un moteur rotatif, une valeur d'angle et, dans le cas d'un moteur linéaire une distance. On utilise des moteurs électriques (continu, asynchrone, brushless) aussi bien que des moteurs hydrauliques. Le démarrage et la conservation de la position prédéterminée sont commandés par un système de réglage, qui est dans notre cas la carte arduino.

Nous avons, dans notre robot utilisé quatre servomoteurs, nous les avons choisis selon leurs fonctions, le premier qui a la charge de contrôler le bras de le lever puis de l'étendre doit être assez puissant nous avons donc choisi le MG996R qui a la possibilité de lever 9.4 /cm selon son datasheet, puis le 2eme type qui est le moins puissant car il ne devra porter aucune charge lourde, c'est le SG90 il pèse 9g il ne peut porter une charge de plus de 1.8, il a pour simple tâche de refermer la pince du bras et de faire déplacer le gripper.

3.5.1 Caractéristique de chaque servomoteur

Caractéristique		
Type	 Servomoteur SG90	 Servomoteur SG90
Dimensions	22 x 11.5 x 27 mm	40mm x 19mm x 43mm
Poids	9 gr	56gr
Tension d'alimentation	4.8v à 6v	4,8v à 7,2v

Chapitre 3 Partie électronique

Vitesse	0.12 s / 60° sous 4.8v	0.17 s / 60° sous 4.8v
Couple	1.2 / cm sous 4.8v	13 / cm sous 4.8v

Tableau 3.2.datasheet de servomoteurs.

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



Figure 3.9. Les Trois Fils.

Un fil rouge est relié à l'alimentation positive (+5 ou +6 V selon le servo), le fil noir est relié à la masse (GND) et le fil jaune est utilisé pour la commande. Il y aurait beaucoup à dire sur le fonctionnement d'un servomoteur, ses composants, son moteur et le petit potentiomètre qui permet de connaître sa position mais cette fiche va droit au but et se limitera à son utilisation avec l'Arduino.

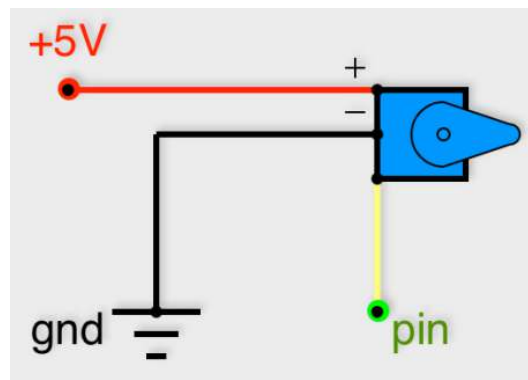


Figure 3.10.montage électrique.

3.5.2 Fonctionnement d'un servomoteur standard

Mécaniquement, il s'agit d'un moteur avec réducteur. Le mouvement de sortie est une rotation. Lorsque le moteur tourne, l'axe du servomoteur change de position, ce qui modifie la résistance du potentiomètre. Le rôle de l'électronique est alors de commander le moteur pour que la position de l'axe de sortie soit conforme à la consigne reçue.

La commande se fait via une petite impulsion dont la durée est comprise entre 0,5ms et 2,5ms. La valeur de 1,5ms donne au servomoteur la position centrale. Les ordres de positions sont transmis sous forme d'un signal codé en largeur d'impulsion, répété périodiquement, en général toutes les 50 ms, ce qui permet à l'électronique de contrôle et de corriger continuellement la position angulaire de l'axe de sortie (en général, course limitée à 90° ou 120°).

L'augmentation de l'amplitude des impulsions agit sur le contrôle de la vitesse jusqu'au moment où le bras du servomoteur se trouve dans la position souhaitée. Durant la rotation, le potentiomètre indique au circuit électronique le moment où la position désirée est obtenue. Les impulsions diminuent l'amplitude jusqu'à ce que plus aucune tension soit appliquée au moteur du Servomoteur tout en conservant le bras dans sa nouvelle position.

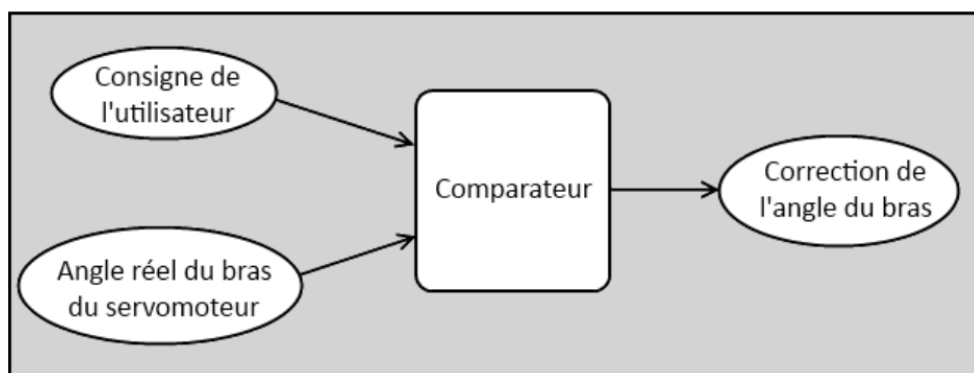


Figure 3.11. Synoptique de fonctionnement servomoteur.

Chapitre 3 Partie électronique

a Commande théorie

Le signal de commande d'un servomoteur est un signal PWM de fréquence 50Hz et dont le niveau haut doit être entre 1 et 2ms (en théorie).

- 1ms : -90° en angle de sortie
- 1.5ms : 0° en angle de sortie
- 2ms : $+90^\circ$ en angle de sortie

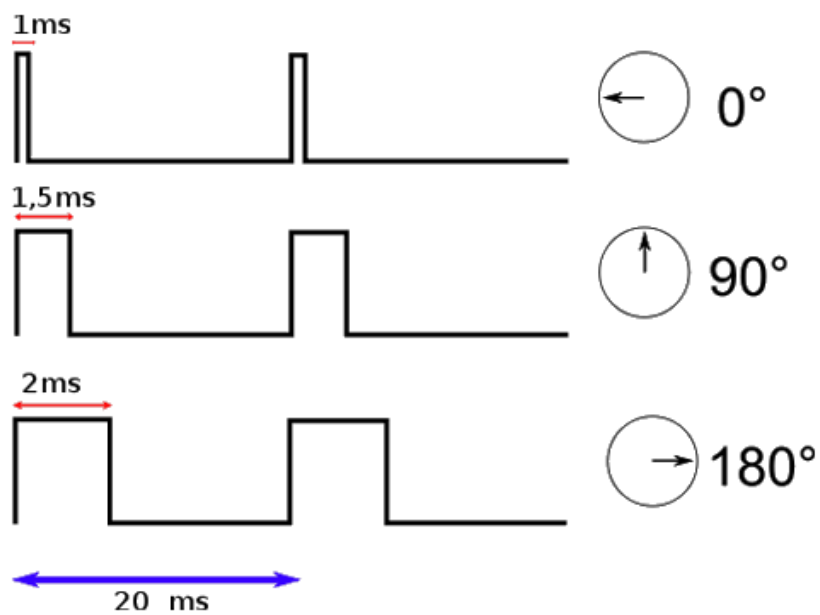


Figure 3.12. Chronogramme de commande de Servomoteur.

Le déplacement angulaire total est de 180° .

Chapitre 3 Partie électronique

b *Commande en pratique*

La commande d'un servomoteur en pratique est effectuée par un microcontrôleur avec l'utilisation:

- Périphérie PWM
- Périphérie Timer
- Ou utilisation des fonctions de type delays.

3.5.3 Les composants deservomoteur

- 1) Un moteur électrique CC.
- 2) Une réduction en sortie de ce moteur pour avoir du couple.
- 3) Un potentiomètre qui induit une résistance variable en fonction de la position angulaire de sortie, donc le potentiomètre est lié à l'axe du moteur.
- 4) Un asservissement électronique pour contrôler la position angulaire.

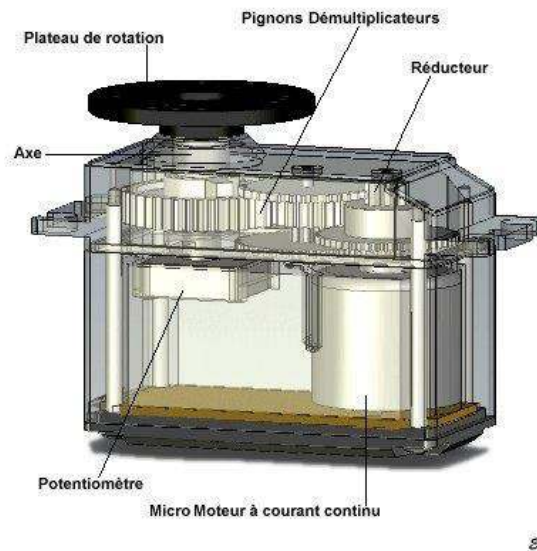


Figure 3.13. Les composants de servomoteur.

3.5.4 Commander un servomoteur

a Piloter un servomoteur avec l'Arduino

Le mode de commande d'un servomoteur est standardisé : on envoie sur son fil de commande une impulsion dont la durée correspond à l'angle désiré. Historiquement, cette impulsion était délivrée par un circuit oscillateur. Le circuit intégré NE555 est un exemple vedette du circuit utilisé.

Avec la programmation de l'Arduino, ce circuit n'est plus nécessaire. Une bibliothèque (library) dédiée, la bibliothèque « servo », permet de piloter un servomoteur en lui transmettant simplement l'angle sur lequel il souhaite se positionner.

Chapitre 3 Partie électronique

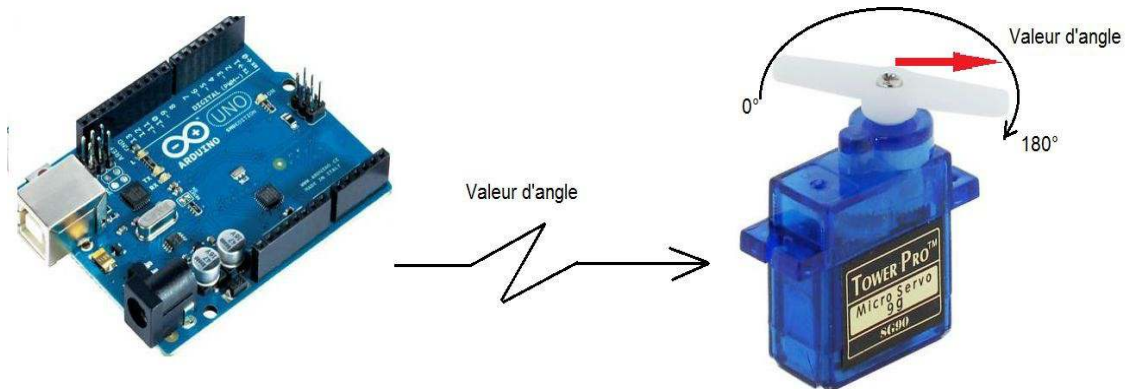


Figure 3.14. Piloter un servomoteur avec l'Arduino.

Ce qui permet de réaliser simplement des mouvements qui peuvent être complexes et de les automatiser.



Figure 3.15. Piloter des servomoteurs avec l'Arduino.

Chapitre 3 Partie électronique

b Les connaissances nécessaires au pilotage d'un servomoteur

<code>#include <Servo.h></code>	L'utilisation de la librairie servo.h qui prend en charge la communication de bas niveau entre l'Arduino et le servomoteur. Les commandes précédées par # sont des ordres particuliers donnés au compilateur
<code>Servo myservo;</code>	La création d'un objet de type Servo, appelé ici myservo
<code>myservo.attach(9);</code>	Le fil de commande de ce servo sera connecté au PIN 9 et l'objet myservo pilotera ce PIN
<code>myservo.write(90);</code> <code>myservo.write(Angle);</code>	Demander au servomoteur de se déplacer à l'angle désiré, soit de façon absolue en lui indiquant une valeur entière (90°) dans le premier cas, soit en lui passant le contenu d'une variable (Angle) compris entre 0 et 180, ce qui peut être utile par exemple pour donner une progressivité au déplacement en faisant varier l'angle d'un pas fixe (quelques degrés) par une boucle
<code>myservo.read(Angle);</code>	Pour lire la valeur de l'angle du servomoteur

Tableau 3.3. Les connaissances nécessaires au pilotage d'un servomoteur.

3.6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné un aperçu sur les actionneurs , On a limité notre étude à un type des moteurs :les servomoteurs . On a étudié leurs principes de fonctionnement ainsi que les avantages et les inconvénients de ces moteurs .

Chapitre 3 Partie électronique

Nous avons aussi parlé de la cartes de commande pour nos actionneurs et la carte de puissance que nous avons introduire au circuit de commande de notre système.

Chapitre 4 Réalisation et résultats

4.1 Introduction

Les chapitres précédents ont porté sur l'étude des principaux constituants d'un robot qui représentent les piliers de la réalisation de notre bras.

Dans ce chapitre, on va présenter la partie mécanique de notre bras manipulateur ainsi que la structure et les segments du bras.

Réunir la conception et la réalisation dans un seul chapitre n'est pas le fruit du hasard.

La conception de n'importe quel système et qui est un robot dans notre cas est faite dans le but de le réaliser. Elle doit donc impérativement tenir compte des contraintes du terrain et des moyens disponibles au risque de voir tout le processus de réalisation échouer.

Une fois réalisé, le robot en question sera mis en service et devra effectuer diverses tâches et qui sont généralement très laborieuses. La durée de vie du robot devra donc être la plus longue possible pour pouvoir amortir son coût de revient. Les étapes de conception et de réalisation dont il sera question dans ce chapitre, sont de ce fait très importantes et doivent être menées de façon à minimiser les défauts de la structure et à optimiser ses performances.

La figure ci-dessous montre l'organigramme de ce projet :

Chapitre 4 Réalisation et résultats

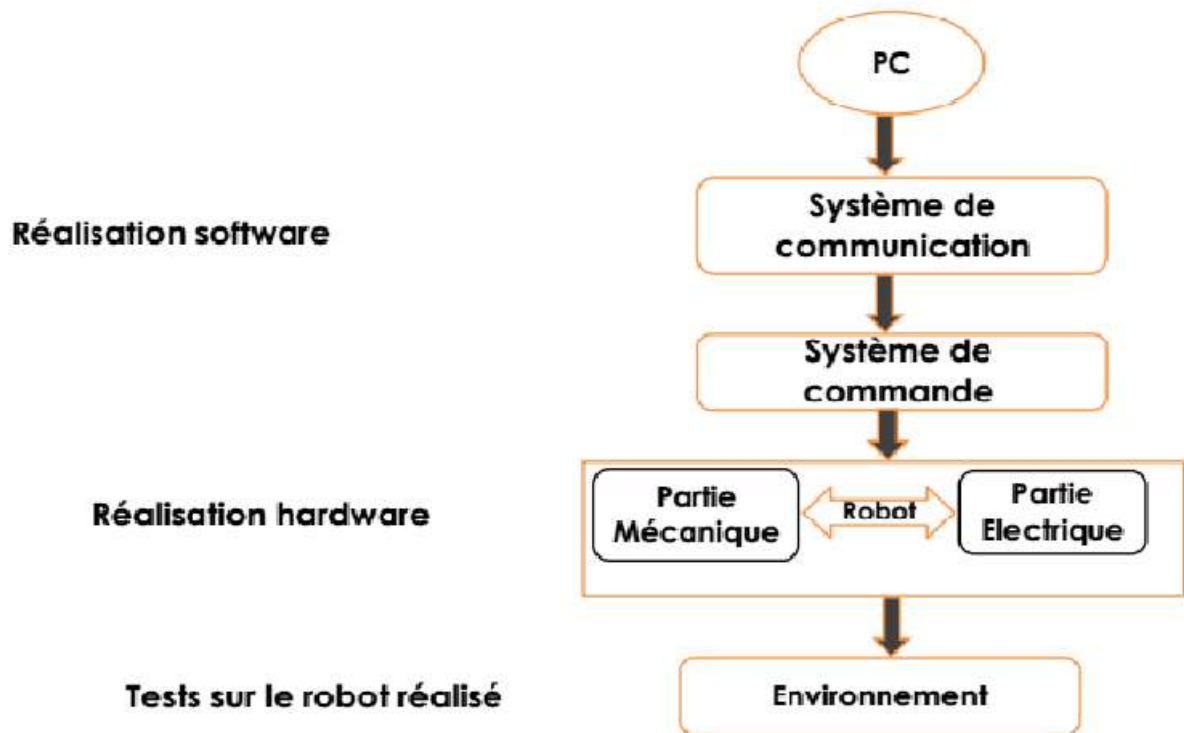


Figure 4.1. schématisation de l'organigramme.

4.2 Le Système Mécanique Articulé (S.M.A.)

Un robot manipulateur est constitué généralement par deux sous-ensembles distincts : un organe terminal qui est le dispositif destiné à manipuler des objets, et une structure mécanique articulée (SMA), constituée d'un ensemble de solides reliés entre eux, généralement les uns à la suite des autres où chaque solide est mobile par rapport au précédent. Cette mobilité s'exprime en termes de degrés de liberté (d.d.l) qui est par définition le nombre de mouvements indépendants possibles d'un solide par rapport au solide qui lui est directement relié.

Une structure mécanique articulée peut être représentée par une architecture composée de plusieurs chaînes de corps rigides assemblés par des liaisons appelées articulations. Les

Chapitre 4 Réalisation et résultats

chaînes peuvent être dites soit ouvertes ou en série dans les quelles tous les corps ont au plus deux liaisons, ou bien arborescentes où au moins l'un des corps a plus de deux liaisons. Les chaînes peuvent aussi être fermées dans les quelles l'organe terminal est relié à la base du mécanisme par l'intermédiaire de plusieurs chaînes.

4.3 Partie Mécanique du Bras Manipulateur

Notre projet est consacré à la construction d'une structure mécanique capable de se déplacer dans l'espace pour accomplir un objectif établi au préalable. Ce bras manipulateur doit répondre à des contraintes économiques strictes d'une production à faible coûts. La structure mécanique du robot a été conçue pour répondre aussi à quelques préoccupations majeures:

- La robustesse de la structure.
- La puissance de la motorisation pour doter le robot d'une bonne dynamique.
- La précision dans le déplacement.

4.4 Conception du Robot

La conception du robot est une phase très importante. Elle doit se faire de façon à répondre aux spécificités de la feuille de route adoptée tout en assurant le minimum de contraintes aux phases qui en découleront - réalisation, modélisation et commande. Il est donc clair que le succès de celles-ci reposera sur la réussite de la phase de conception.

La première difficulté à laquelle nous nous sommes heurtés a été l'absence de documentation détaillée –les fabricants de robots ne dévoilant pas leurs techniques à cause de la concurrence. Aussi, le faible degré de pénétration des robots dans l'industrie en Algérie constitue un sérieux désavantage. En effet, les pièces sont quasiment inexistantes sur le marché (effecteurs, moteurs, articulations) de même pour les matières premières.

Ceci rend la phase de conception d'autant plus délicate, car en plus de respecter les

Chapitre 4 Réalisation et résultats

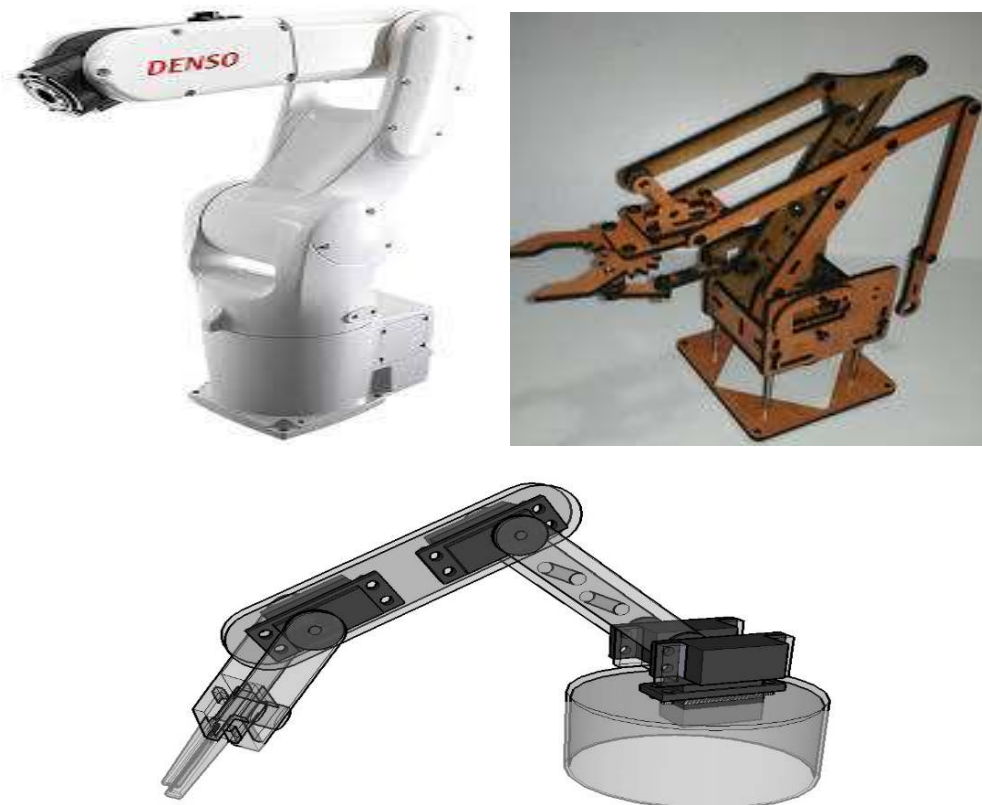
dispositions de la feuille de route, elle doit prendre en compte les considérations du terrain.

Dans cette section, nous expliquerons la démarche de conception adoptée. Nous détaillerons les solutions envisagées, et nous justifierons la structure finale à laquelle nous avons abouti.

4.5 Structures Proposées et Structure Final

Notre bras possède 3 degrés de liberté de rotation. Il appartient à la classe 1 (structure à 3 articulations rotoïde).

Avant d'aboutir à la structure finale, plusieurs propositions ont été faites. Nous en présentons quelques-unes dans la figure 4.2 :



Chapitre 4 Réalisation et résultats

Figure 4.2. Structures proposées et structure finale.

Trois structures ont été proposées, ce choix est important.

En premier lieu, nous avons proposé la deuxième structure présentée. Elle est différente de la première, le deuxième moteur a été déplacé vers le bas (au niveau de la base) de façon à réduire la charge qu'il entraîne au premier moteur.

Les plaques d'alucobande utilisées sont de faible épaisseur. Ce choix est fait en fonction de ce qui est disponible sur le marché. Les corps sont formés de deux plaques parallèles assemblées par des boulons.

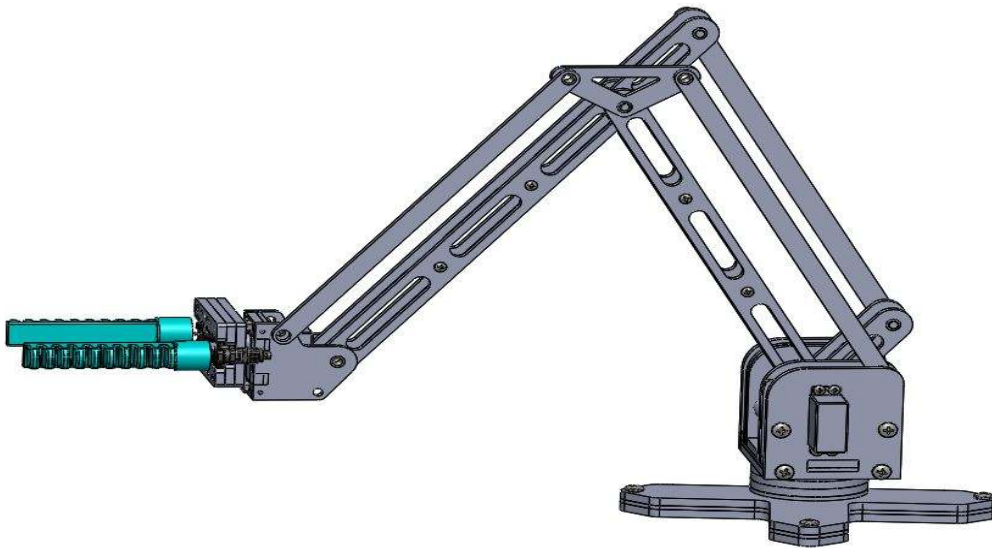


Figure 4.3. Schéma de notre bras manipulateur.

Le choix des matériaux des segments est en fonction de critères déterminants :

- minimum de masse: (densité massique minimum)
- un coût raisonnable avec la disponibilité des matériaux.

Chapitre 4 Réalisation et résultats

Pour ce bras manipulateur, nous avons réalisé la structure mécanique en alucobande pour toutes les pièces de la structure mécanique. Ce matériau a quelques propriétés intéressantes: d'une part, il est léger et possède une masse volumique et une rigidité acceptable, d'autre part, il est disponible et a la facilité de bien s'usiner.

La réalisation des pièces et leur assemblage ont été effectués manuellement.

4.6 Vue de l'ensemble des Pièces du Bras



Figure 4.4. Vue de l'ensemble des pièces.

Chapitre 4 Réalisation et résultats

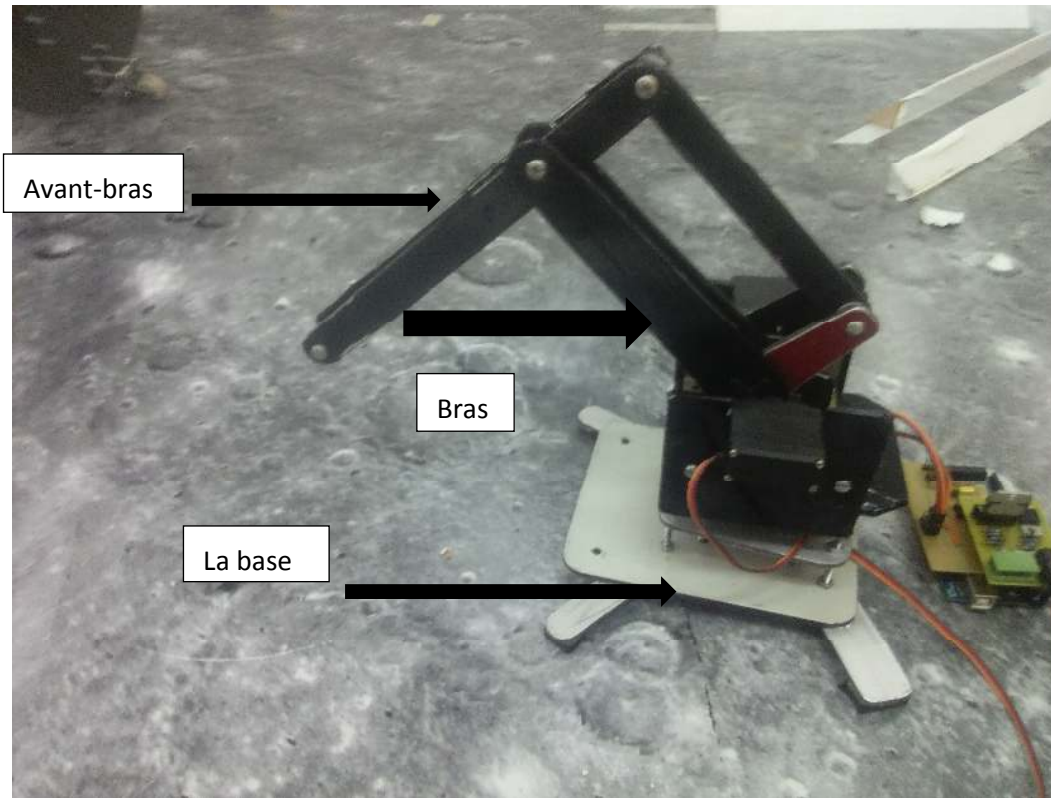


Figure 4.5. Les différentes pièces nécessaires du bras.

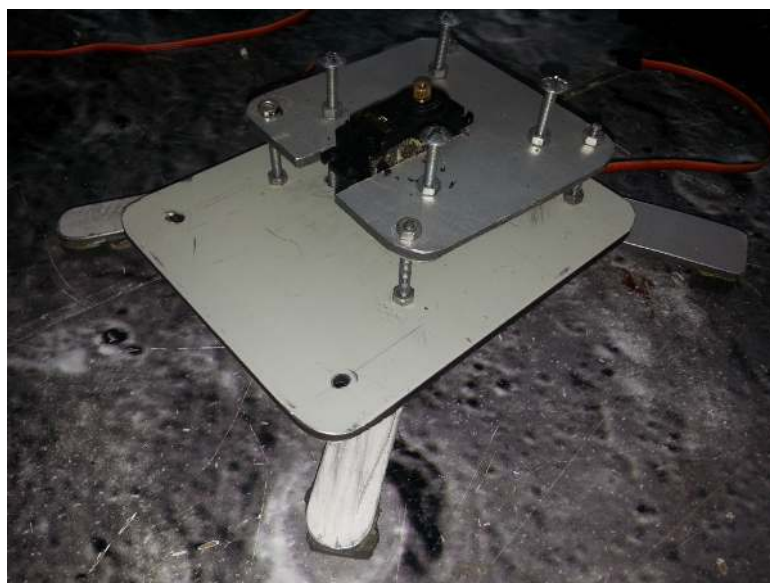


Figure 4.6. Vu de la base.

Chapitre 4 Réalisation et résultats



Figure 4.7. Vu du système articulé.

Chapitre 4 Réalisation et résultats

4.7 Les Dimensions du Bras

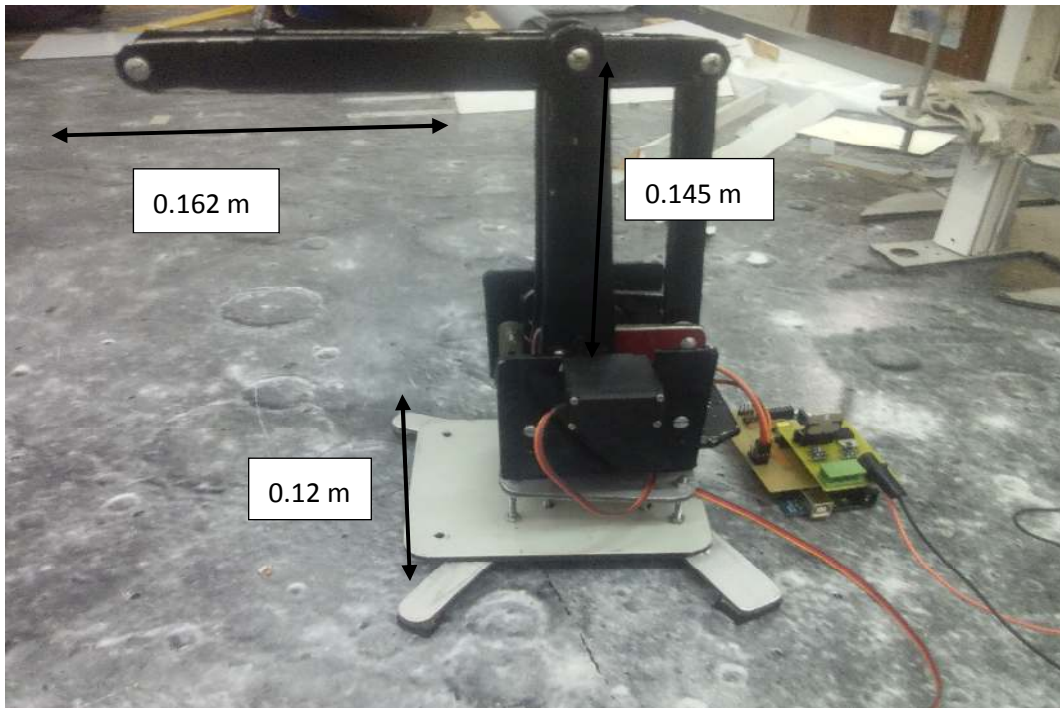


Figure 4.8. Image représentant les dimensions nécessaire du bras.

4.8 Espace Articulaire

C'est l'espace dans lequel est représentée la situation de tous les corps du robot. Il est spécifié par l'espace \mathcal{R}^q des variables articulaires qui est de dimension n . Il représente le nombre de degré de liberté de la structure mécanique.

4.9 Espace Opérationnel

C'est l'espace dans lequel est définie la situation de l'outil. Il est spécifié par $\mathcal{R}^x - \mathcal{R}^3$ pour la position et $SO(3)$ pour l'orientation. Il est de dimension M , c'est le nombre de degré de liberté maximum que peut avoir l'outil, notre Bras a comme espace opérationnel un quart

Chapitre 4 Réalisation et résultats

de sphère de rayon $R=0.3$ m, qui peut atteindre un demi cercle de rayon 30 cm sur le plan $(ox ; oy)$ et de rayon 42 cm sur l'axe $(ox ; oz)$;

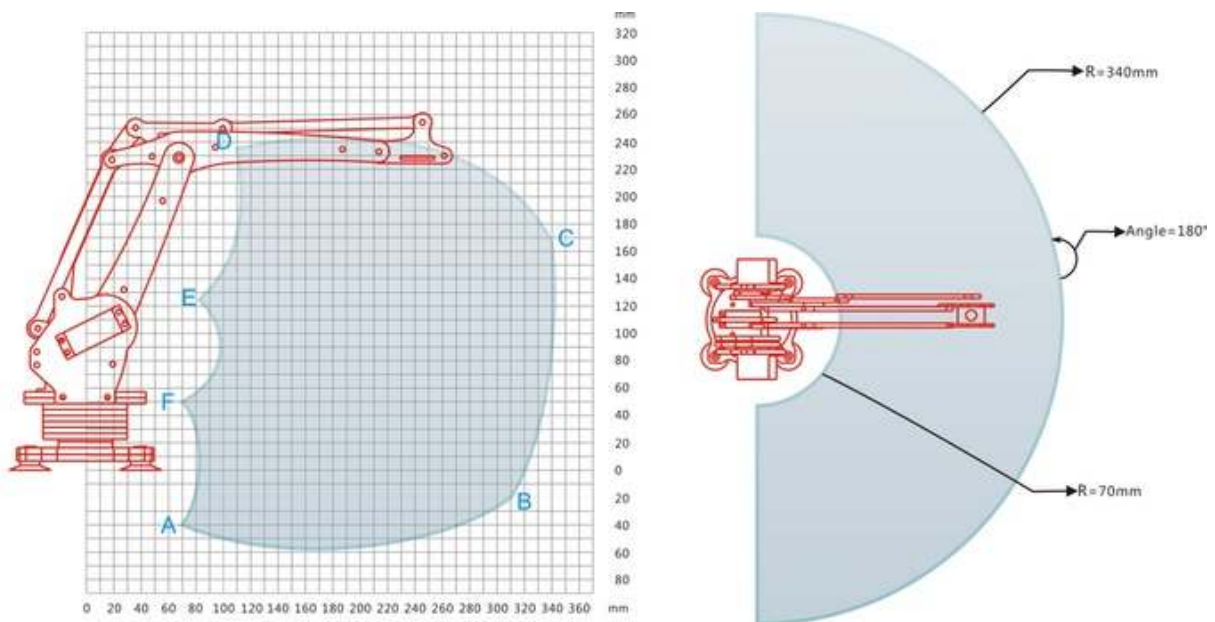


Figure 4.9. Espace opérationnelle du bras.

4.9.1 Représentation les paramètres dans l'espace opérationnel

On a représenté la variation des coordonnées opérationnelles en fonction des paramètres articulaires, en se basant sur la méthode du cinématique direct :

Chapitre 4 Réalisation et résultats

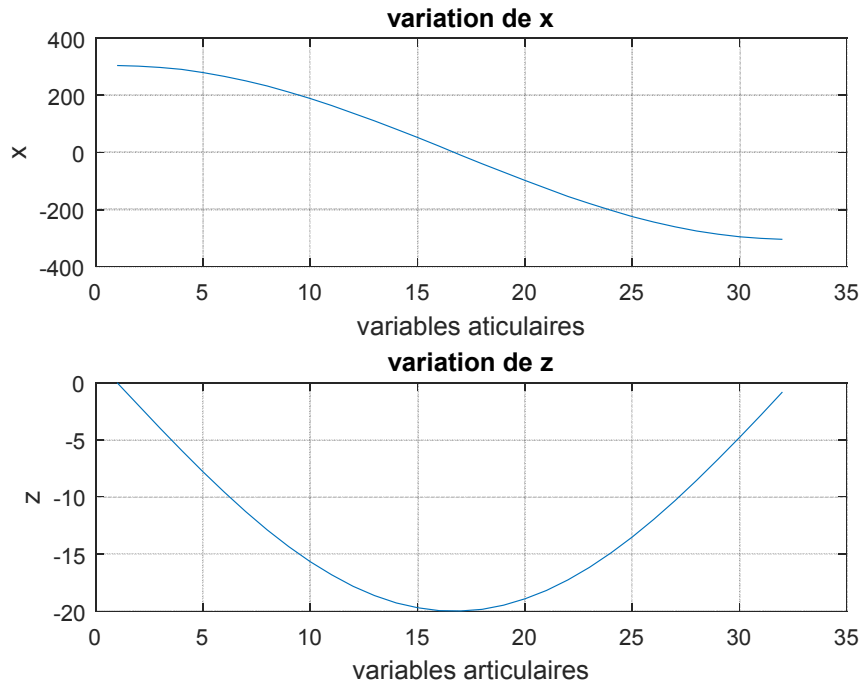


Figure 4.10. Représentation de coordonnées opérationnelles en fonction des coordonnées articulaires.

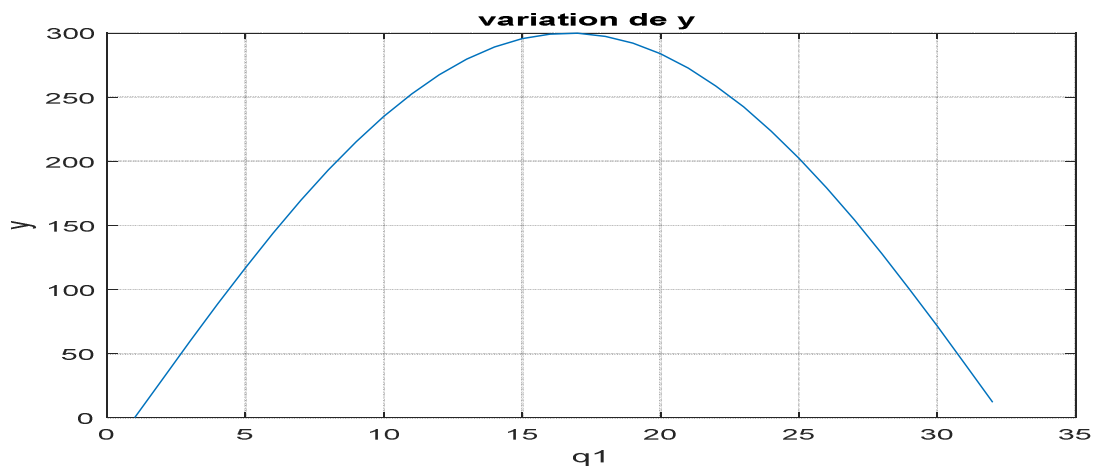


Figure 4.11. Représentation de y en fonction de q.

On a aussi représenté la variation de l'angle q_1 en fonction des coordonnées opérationnelles en se basant sur la méthode de la cinématique inverse.

Chapitre 4 Réalisation et résultats

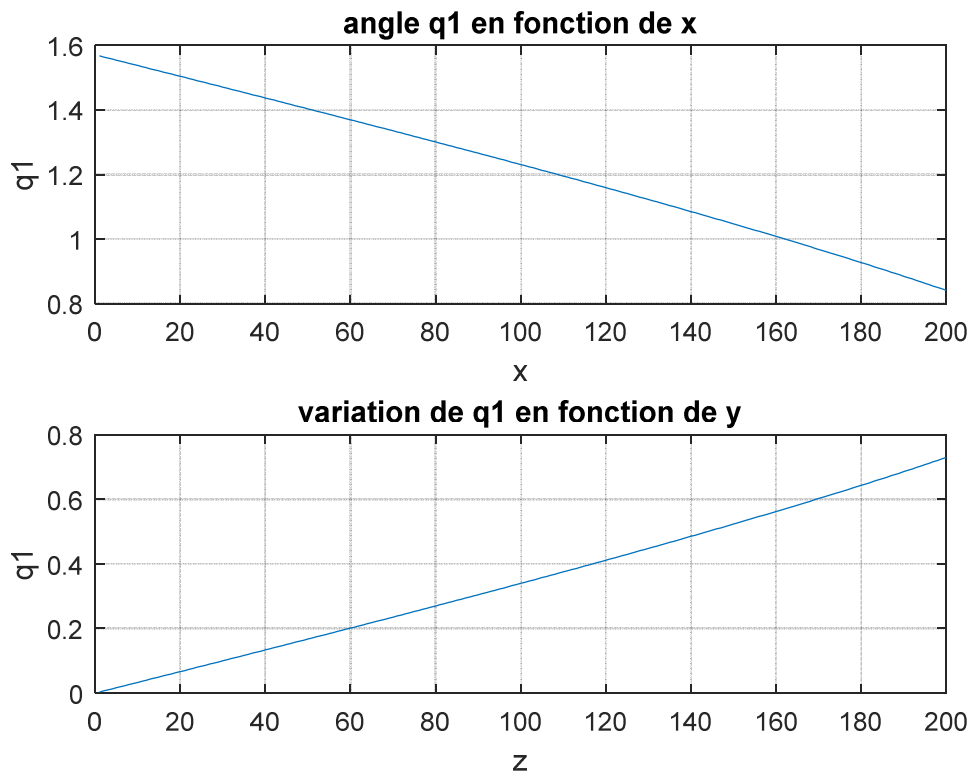


Figure 4.12. Représentation de q_1 en fonction de coordonnées opérationnels.

4.10 Les Différentes Vues du Bras

Cette figure représenté une vue au dessus du bras :

Chapitre 4 Réalisation et résultats

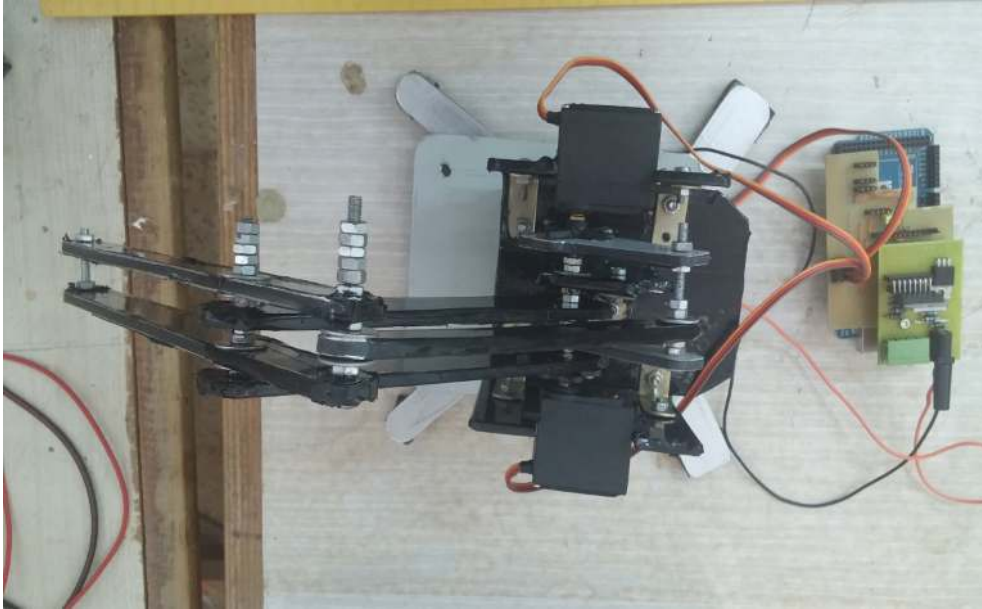


Figure 4.13. Vue de dessus du bras.

Cette figure représente une vue d'arrière du bras

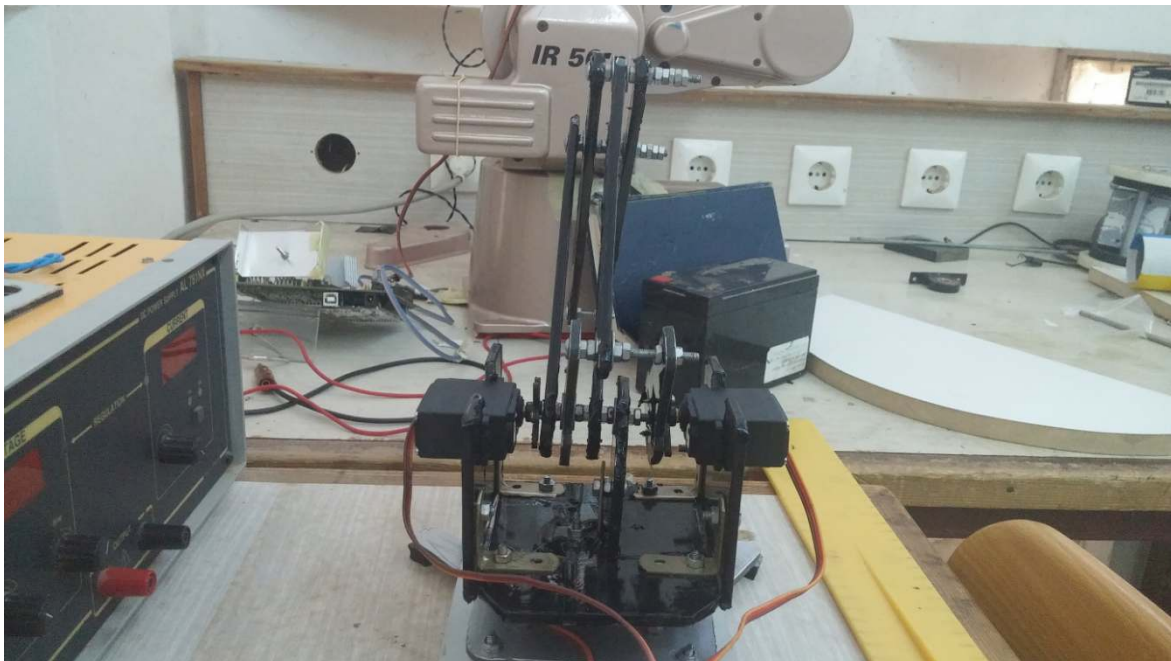


Figure 4.14. Vue d'arrière du bras.

Chapitre 4 Réalisation et résultats

Cette figure représente une vue de face de notre bras manipulateur

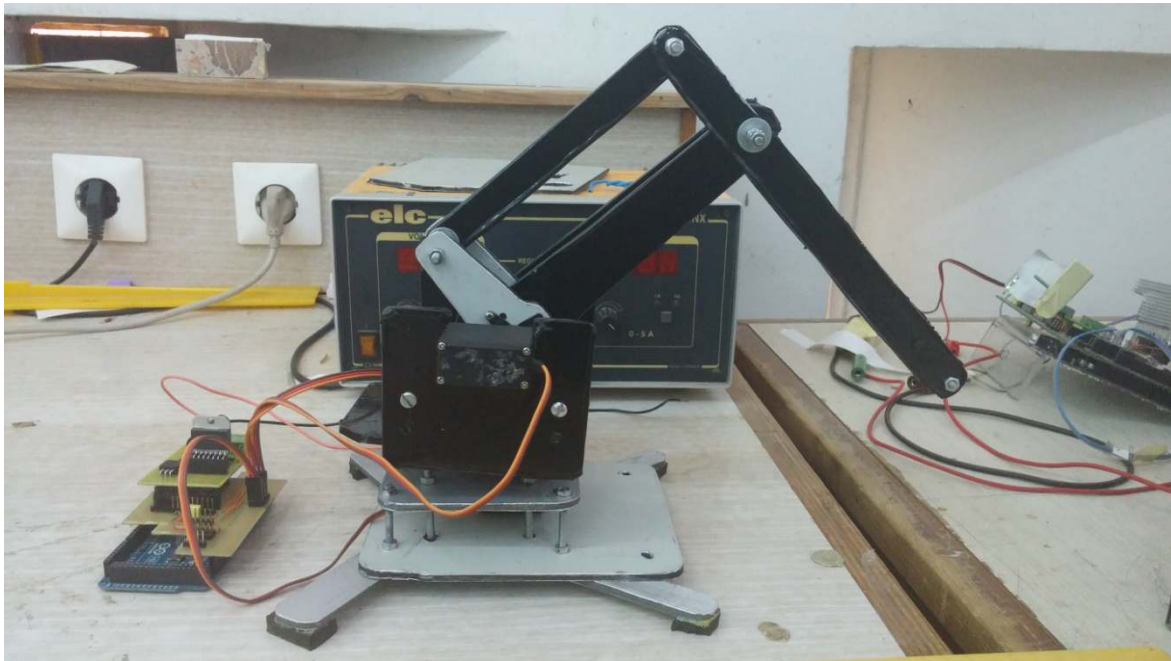


Figure 4.15. Vue de face du bras manipulateur.

4.11 Planification des Tâches

4.11.1 Tâche *pick and place*

L'une des tâches les plus simples à programmer est la tâche *Pick and place* – expression anglo-saxonne qui veut dire saisir et poser. C'est en fait une tâche de positionnement où le robot doit passer par un certain nombre de points dans l'espace opérationnel. Le but est de déplacer des objets d'une position à une autre. La trajectoire entre les deux points peut être quelconque en cas d'absence d'obstacles.

Dans ce type de tâche, l'outil employé est un dispositif servant à saisir des objets (pince, électroaimant...etc.). Pour la tâche que nous planifions, nous supposerons qu'il n'y a pas d'obstacles et ce pour la simplification. Le schéma descriptif de la tâche est donné par la figure 4.16:

Chapitre 4 Réalisation et résultats

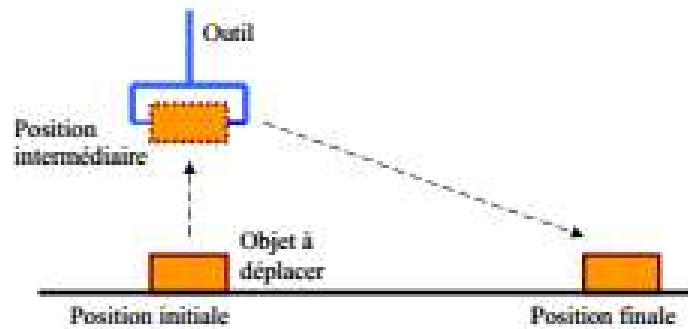


Figure 4.16. Tâche: Pick and place.

Le robot doit déplacer un objet d'une position initiale placé sur un plan horizontal à une position finale située sur le même plan. Le déplacement du robot comportera deux phases :

- La première phase consiste à soulever l'objet du plan horizontal à une position intermédiaire.
- La seconde où le robot devra atteindre sa position finale pour y déposer l'objet.

4.11.2 Les Différentes actions planifié

Nous avons planifié des différentes positions de coordonnées $(x ; y ; z)$ pour notre bras pour les actions de pick and place , les figures ci-dessous les montrent :

aPick and place

Chapitre 4 Réalisation et résultats

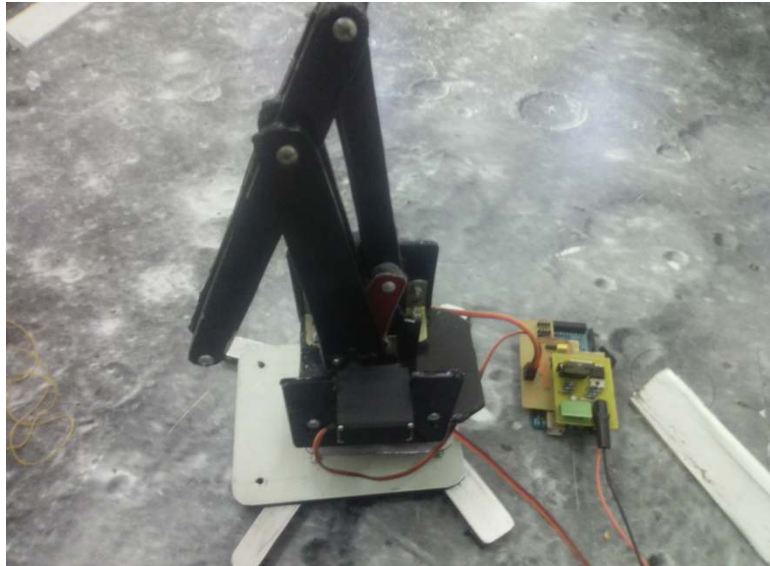


Figure 4.17. Le bras dans sa position initiale.

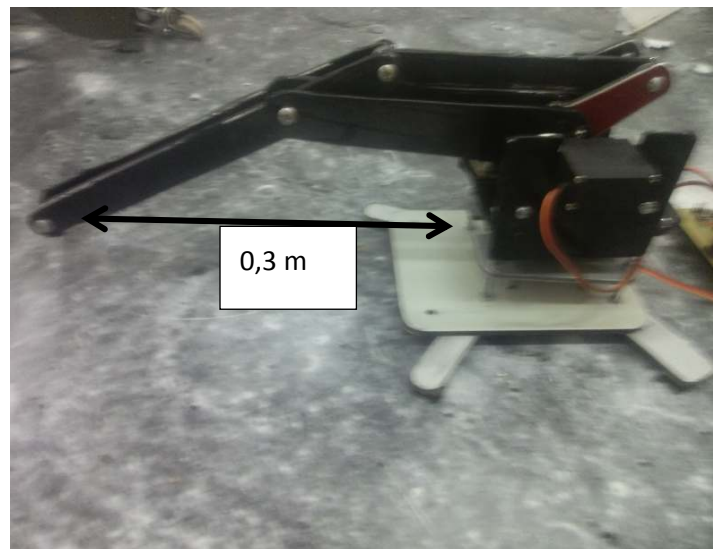


Figure 4.18. Le bras a sa tendance maximale du bras.

Le bras a sa position initiale prend les coordonnées $(0.100 ; 0 ; 0.120)$, il atteint le point $(0.300 ; 0 ; 0.120)$ a sa tendance maximale pour l'Opération de prise. ensuite le retour a la position initiale.

Chapitre 4 Réalisation et résultats

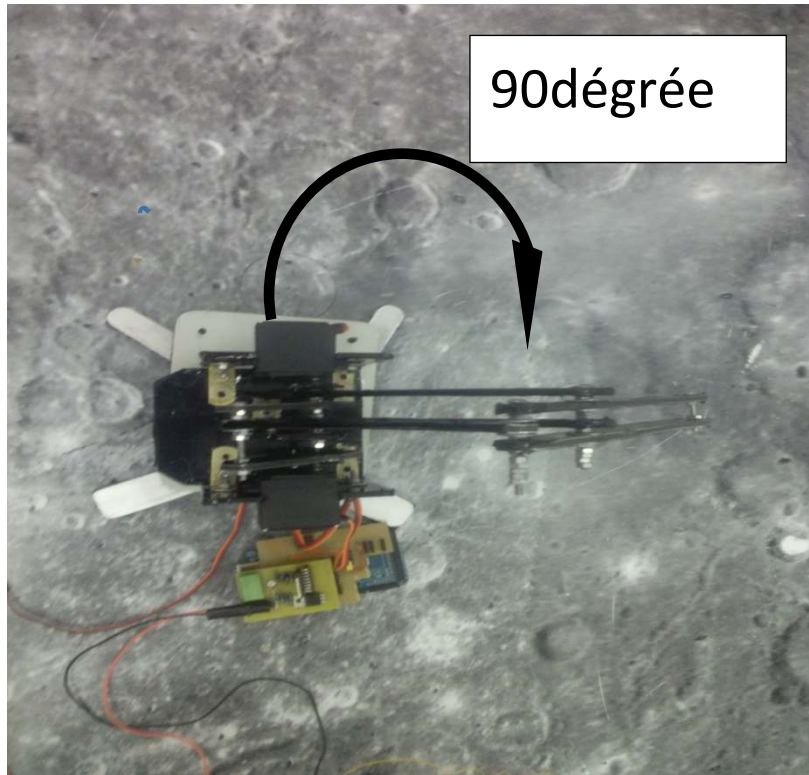
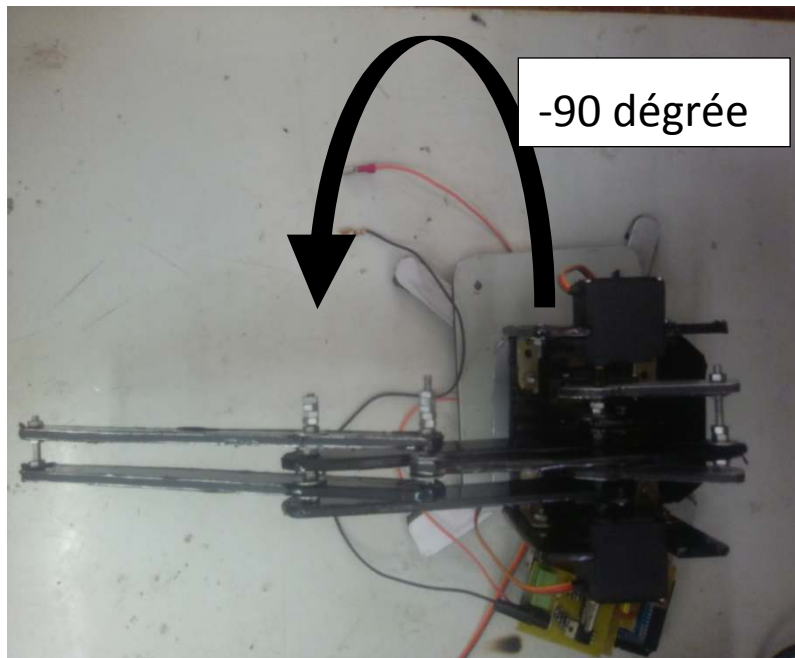


Figure 4.19. Rotation de la base avec 90 et -90 degré avec même position.

Chapitre 4 Réalisation et résultats

commençant par sa position initiale , nous avons planifié la même position précédentes avec une rotation de 90 degré , pour qu'il atteint le point $(0 ; -0.300 ; 0.120)$, puis avec une rotation de -90 degré pour atteindre le point $(0 ; 0.300 ; 0.120)$,pour les opérations de dépôt.

b *Opération pick and place avec angle droit*

La tâche à effectuer consiste à faire l'opération pick and place avec une position angle droit sur un plan verticale(ox,xz).la procédure utilisée est la relation entre l'angle q_3 et q_2 , puis a l'aide de la méthode géométrique du cinématique inverse on calcul les angles qu'il faut utiliser pour chaque articulation .



Figure 4.20. Position angle droit du bras.

Nous avons planifié la position angle droit pour atteindre le point $(0.180 ; 0 ; 0.270)$, puis un changement sur l'angle q_2 pour atteindre aussi le point $(0.210 ; 0 ; 0.110)$, pour l'Opération de prise ,puis a partir de cette position Le bras atteint la position $(0 ; 0.210 ; 0.120 ;)$ en

Chapitre 4 Réalisation et résultats

faisant une rotation de 90 degrés et la position (0; -0.210; 0.120) en faisant une rotation de -90 degrés , pour l'Opération de dépôt.

4.12 Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'expliquer de façon détaillée la stratégie que nous avons suivie afin de réaliser le robot manipulateur. La première étape a été de définir les structures proposées à partir des quelle nous avons choisi la structure de notre bras de et dimensionné ses pièces. Les plans des pièces donnés mettent en évidence leur simplicité. Celle-ci nous a permis de réaliser le robot dans des délais raisonnables ce qui est en fait l'une de nos priorités de conception, ainsi nous avons montré les différents mouvements que notre bras doit faire et les différentes position et actions planifié qui restent comme résultats de notre travail.

Introduction générale

Le développement dans le domaine de la robotique a été poussé en premier lieu par une motivation d'imitation des capacités basiques de l'être humain, afin de lui faciliter les tâches difficiles et répétitives dans le domaine de l'industrie, telles que le soulèvement de pièces lourdes, serrage, découpage, assemblage, etc. Les premiers robots furent alors des robots à structure série simple : La structure mobile articulée est une chaîne ouverte formée d'une succession de segments reliés entre eux par des liaisons à un seul degré de liberté; chaque articulation est commandée par un actionneur situé à l'articulation ou sur l'un des segments précédents . Ces robots ont pour avantage de disposer d'un grand volume de travail et d'être relativement simples sur le plan des calculs liés à leur commande. Par contre, ces robots présentent des inconvénients quand il s'agit d'effectuer des tâches demandant de la précision ou des tâches devant être exécutées avec rapidité.

Depuis le milieu des années 70, la robotique est devenue une science extrêmement populaire dans les milieux universitaires. Alliant un grand intérêt pédagogique et industriel, Cette nouvelle science demande beaucoup de créativité et des connaissances pluridisciplinaires (Mécanique, Électronique numérique et analogique, électrotechnique, Programmation, Intelligence artificielle, Temps réel, Automatique.....)

Le bras manipulateur est un système de positionnement où les forces agissant au niveau des articulations sont produites par des actionneurs. Ces derniers peuvent être de types électrique, hydraulique ou pneumatique. Dans notre mémoire nous nous intéressons particulièrement au cas des Servomoteur.

Les robots peuvent être fixes (bras manipulateur) ou mobiles (robot marcheur, robot à roues) selon l'application, les robots fixes sont généralement utilisés dans les usines, les hôpitaux, domaine agricole...etc. Cependant les robots mobiles sont généralement utilisés dans les environnements dangereux: nucléaires, militaires, déminage,...etc. Le bras manipulateur est notre domaine d'intérêt dans ce mémoire.

Introduction générale

Ce mémoire est organisé de la manière suivante :

Le premier chapitre est consacré à les généralités sur les robots, en se basant sur l'historique, ainsi que quelques types des robots et la constitution d'un bras manipulateur et les domaines d'application de la robotique.

Le chapitre deux s'organise de la manière suivante : après la description de la structure d'un module de la structure hybride (Pour faciliter la présentation on suppose que les modules sont similaires et de type plate-forme Gough-Stewart), nous présentons le modèle cinématique direct du robots qui donne les relations entre les variables articulaires et la situation de l'organe terminal en utilisant la méthode jacobienne.

Le choix de la plate-forme de Gough-Stewart a été motivé par plusieurs raisons :

- o Elle correspond au type de structures parallèles le plus répandu et on la retrouve dans divers domaines d'application (simulateurs de vol et machines-outils principalement) ;
- o Elle est considérée comme une bonne représentation des différentes classes de robots parallèles et est généralement l'une des plus compliquées.

nous présentons aussi le modèle cinématique inverse qui donne les vitesses des variables articulaires en fonction de la situation de l'organe terminal en utilisant la méthode jacobienne inverse et la méthode géométrique.

Le troisième chapitre traite la partie électrique concernant la carte de commande (arduino) et le logiciel, ainsi la carte de puissance et son régulateur utilisé, et les servomoteurs en expliquant leur fonctionnement.

Le chapitre quatre aborde l'étude pratique qui explique la conception et la réalisation de notre bras manipulateur. En se basant sur les connaissances et les informations des chapitres précédents, on a conçu un bras manipulateur à trois degrés de liberté de rotation. Sa structure et Les dimensions des trois parties constituant notre bras manipulateur: base,

Introduction générale

bras et l'avant bras sont données . Le système actionneur utilisé pour notre bras est composé : des servomoteurs responsable de faire tourner le corps du bras manipulateur

Le mémoire se termine par une conclusion sur cette étude avec les perspectives qui peuvent suivre. Dans l'annexe on présente le schéma de la carte arduinomega et la carte de puissance et les dimensions de notre servomoteurs.

Bibliographie

- 1-« Ait Dahmane Kahina » et « Ait Ziane Meziane » ,« Conception et Réalisation d'un Bras Manipulateur Commandé par API »,projet fin d'étude de Master En Automatique des systèmes et production » ,Université de KHEMIS MILIANA 2014/2015.
- 2- « Touzouti nassima »,commande predictive visuelle d'un bras manipulateur, mémoire en magister en automatique,tizi-ouzou,2015.
- 3- « chikh lotfi » et « zioui nadjjet » , « conception ,réalisation et commande d'un robot scara »,projet de fin d'étude ,E.N.P.10 ,avenue hassen badi,16200 EL-harrach,alger,2006.
- 4- « Fateh makhloufi » ,Modélisation et commande des robots manipulateurs par les outils de l'intelligence artificielle, thèse de doctorat en génie mécanique,UNIVERCITE BADJI-MOKHAR-ANNABA.2015.
- 5- « Mme s.borsali » ,modélisation des robots ,master en automatique ,université abou bakr balcaid,TLEMCEN,2012.
- 6- Amouri amar,MODELISATION DYNAMIQUE D'UN ROBOT PARALLELE FORME DE PLUSIEURS MODULES EMPILES,Magister en Génie Mécanique,UNIVERSITE L'ARBI BEN M'HIDI D'OUM EL BOUAGHI, 2011.
- 7- W. Khalil et E. Dombre, "Modélisation, identification et commande des robots", 2ème édition revue et augmentée, Hermès Sciences, 1999.
- 8- Salih ABDELAZIZ et Salim ISSAOUNI,REALISATION ET COMMANDE D'UN BRAS MANIPULATEUR PAR L'INTERFACE D'AXE TURBO UMAC,PROJET DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DUDIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT,ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE, 2004/2005.
- 9- The Denavit Hartenberg Convention,Ravi Balasubramanian,ravib@cmu.edu, Robotics Institute,Carnegie Mellon University.

Bibliographie

10- Wissama khalil et itienne dombre base de la modélisation et de la commande des robots manipulateur de type série,2012

11- Commande adaptative du bras manipulateur Puma 560

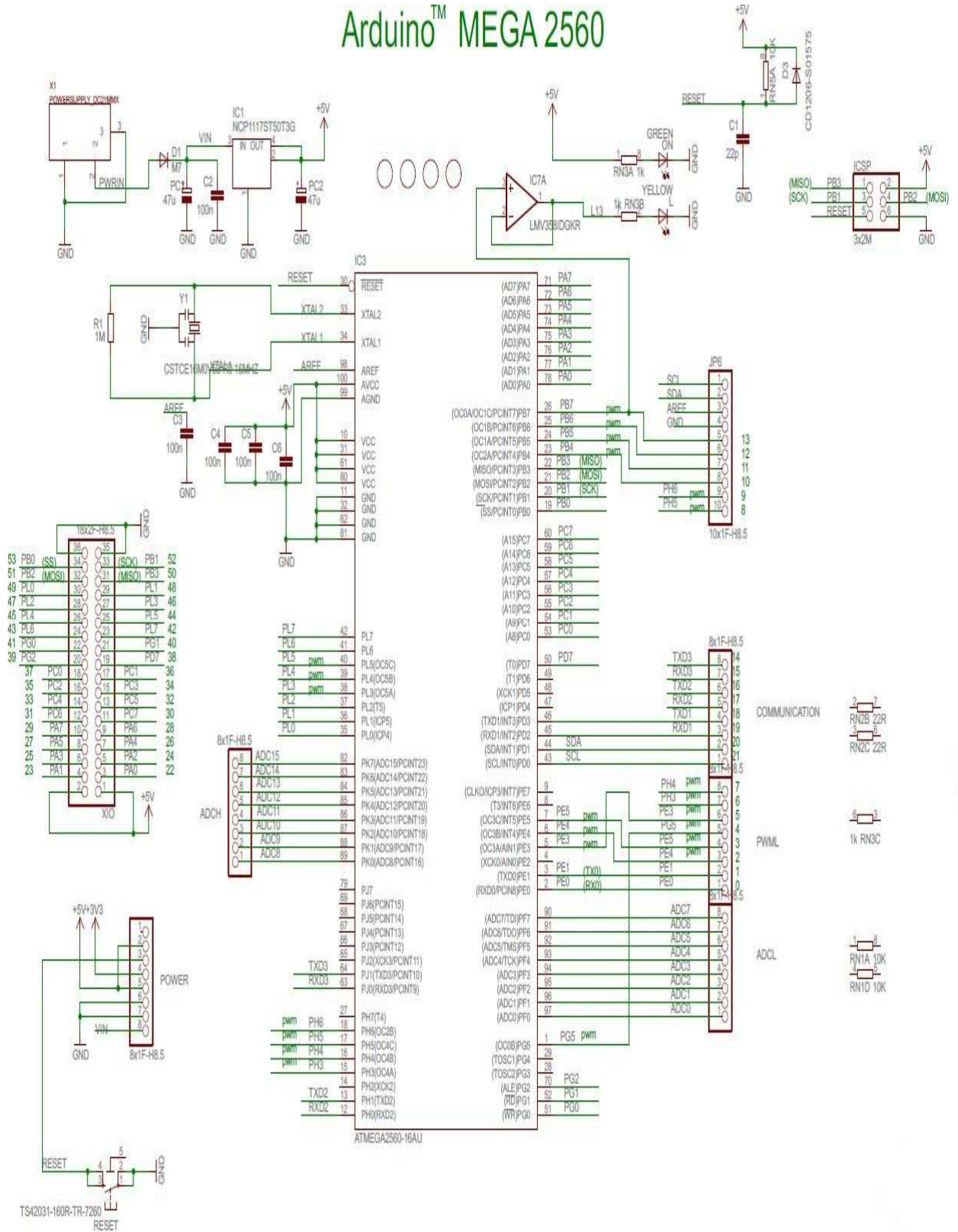
12- Conception et realisation d'un Bras Manipulateur Commandé par API

Master En « Automatique des systèmes et production » 2014/2015

13- generalitées sur les robots « wiki pédia »

14-SAADI RAMZY SALHI NASSEREDDINE mémoire de MASTER en micro informatique et instrumentation « Réalisation de carte à microcontrôleur pour le contrôle de bras manipulateur via un pc »

Arduino™ MEGA 2560



Les dimensions d'un servomoteur

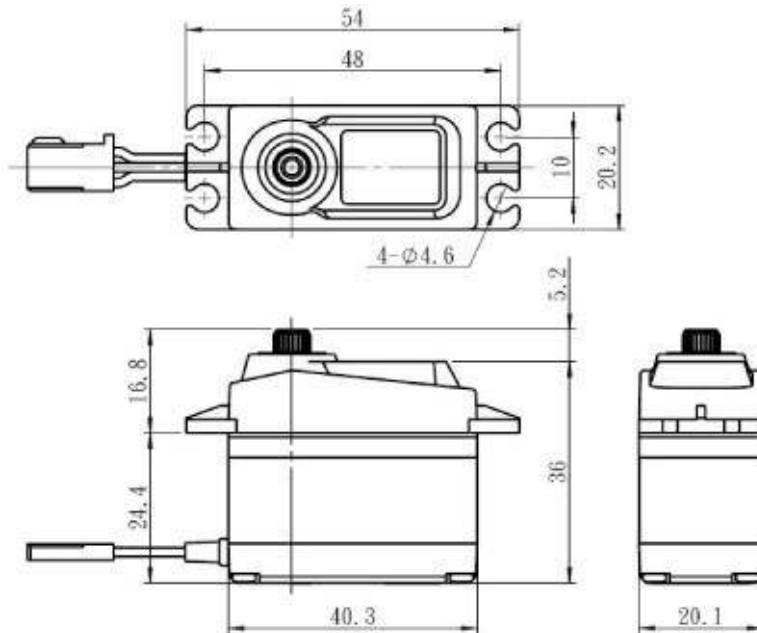
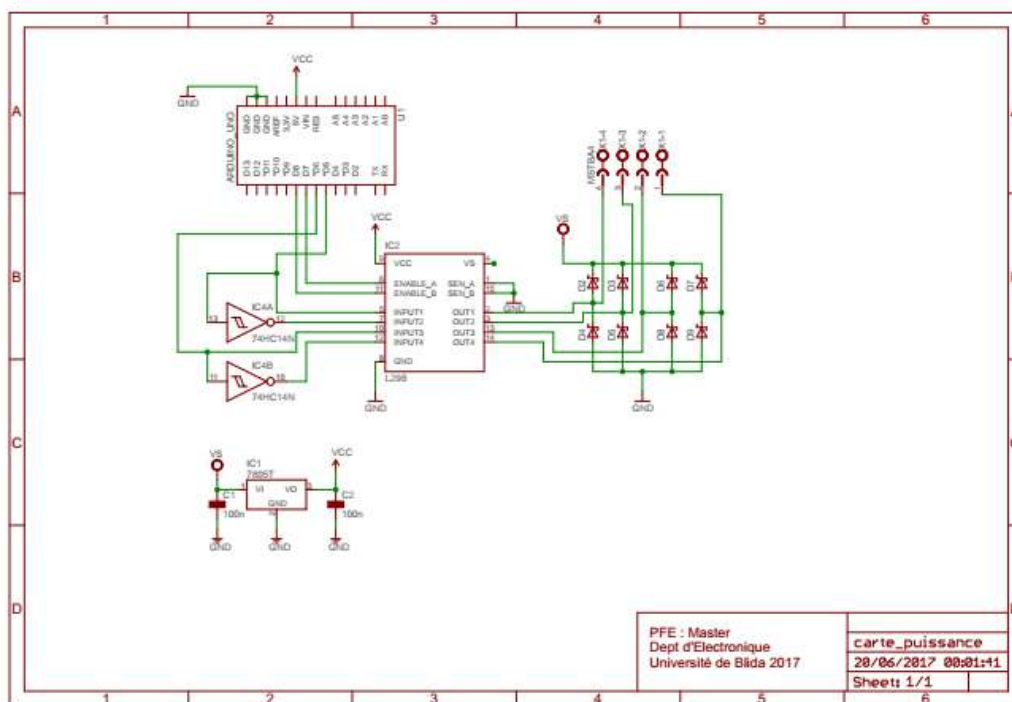


Schéma de la carte de puissance



PFE : Master Dept d'Electronique Université de Blida 2017	carte_puissance 20/06/2017 00:01:41 Sheet: 1/1
---	--