

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : Technologie
Département : Electronique
Domaine : Science Et Technologie
Filière : Electronique
Spécialité : Electronique Des Systèmes
mbarqués

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master
Thème:

Conception et commande d'un bras manipulateur par
arduino

Présenté par : HOUAOUA Boutheyna

Encadrant : CHAKER Karima

MCB

Université BADJI MOKHTAR ANNABA

Jury de Soutenance :

DAAS Sara	MCA	Université BADJI MOKHTAR ANNABA	Président
CHAKER Karima	MCB	Université BADJI MOKHTAR ANNABA	Encadrant
HAFS Toufik	MCA	Université BADJI MOKHTAR ANNABA	Examineur

Année Universitaire : 2022/2023



Remerciement

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance a ma directrice de mémoire, Madame CHAKER Karima Je la remercie de m'avoir encadre, oriente, aide et conseille.

Je remercie les membres du jury de leur présence et d'avoir accepté d'évaluer et d'examiner notre travail. J'adresse mes sincères remerciements à tous mes enseignants qui ont participé à notre formation. Touts mes respects et mes gratitudes à tous ceux qui ont contribué de prêt ou de loin à la réalisation de ce travail.



Dédicace

Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU de ma donne la force et le courage de mener a bien ce modeste travail.

Je tiens à dédier cet humble travail a :

A ma tendre mère CHAFAI Massika et mon très cher père HOUAOUA Brahim pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout longues de mes études.

A mes chers frères Azou et Kamel pour leur appui et leur encouragement.

A toute ma famille pour leur appui et leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

A mes amis proches : Hind Rayen Fadoua Aya Achwak

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allègues, et le fruit de votre soutien infailible, merci d'être toujours la pour moi.

RESUME :

La robotique est un ensemble de disciplines techniques (mécanique, électronique, automatique et informatique) articulées autour d'un objectif et d'un objet commun.

Les robots sont des dispositifs mécaniques multifonctions programmables conçus pour effectuer des mouvements précis, déplacer du matériel, des pièces des outils ou des dispositifs spécialisés ou à travers des mouvements programmés variables pour effectuer diverses tâches.

Selon le type de tâche et le secteur d'application, le bras robotique aura une certaine conception. Et nous allons montrer la conception de notre propre bras robotique. Cette partie est destinée à nous guider à travers les différentes étapes de la construction d'un bras robotique complet avec une compréhension de base de termes tels que :

« Servomoteur », « plateau », « bras », et « pince », ...etc

La réalisation d'un bras robotique et une carte de commande nécessite une conception bien détaillée et précise pour un résultat fiable. Les pièces du bras ont été faites ; ainsi, car elles permettent de garder un bon équilibre de bras et un bon fonctionnement et maîtrise des mouvements de notre système robotique.

ABSTRACT:

Robotics is a set of technical disciplines (mechanics, electronics, automation and computer science) articulated around a common objective and object.

Robots are programmable multifunction mechanical devices designed to perform precise movements, moving materials, parts, tools or specialized devices or through variable program movements to perform various tasks.

Depending on the type of task and the application sector, the robotic arm will have a certain design. And we are going to show the design of our own robotic arm. This part is meant to walk us through the different steps of building a robotic arm complete with a basic understanding of terms such as:

"Servomotor", "plate", "arm", and "gripper", etc.

The realization of a robotic arm and a control board requires a well detailed and precise design for a reliable result. The arm parts have been made; as well, because they allow to keep a good balance of arms and a good functioning and control of the movements of our robotic system.

ملخص:

الروبوتات عبارة عن مجموعة من التخصصات التقنية (الميكانيكا والإلكترونيات والأتمتة وعلوم الكمبيوتر) تتمحور حول هدف وكائن مشترك

الروبوتات عبارة عن أجهزة ميكانيكية متعددة الوظائف قابلة للبرمجة مصممة لأداء حركات دقيقة أو تحريك المواد أو الأجزاء أو الأدوات أو الأجهزة المتخصصة أو من خلال حركات البرامج المتغيرة لأداء المهام المختلفة اعتمادًا على نوع المهمة وقطاع التطبيق، سيكون للذراع الآلي تصميم معين. وسنعرض تصميم ذراعنا الآلية. يهدف هذا الجزء إلى إرشادنا عبر الخطوات المختلفة لبناء ذراع آلية كاملة مع فهم أساسي لمصطلحات مثل محرك مؤازر" و "لوحة" و "ذراع" و "قابض" ، إلخ" يتطلب إنشاء ذراع آلية ولوحة تحكم تصميمًا دقيقًا ومفصلاً جيدًا للحصول على نتيجة موثوقة. تم تصنيع أجزاء الذراع ؛ أيضًا ، لأنها تسمح بالحفاظ على توازن جيد بين الأسلحة وحسن سير العمل والتحكم في حركات نظامنا الآلي

II.

MOTS CLES :

Logiciel Arduino, bras robot, la robotique, construit un Arduino.

KEY WORDS :

Arduino software, robot arm, robotics, builds an Arduino.

الكلمات الدالة :

ذراع الروبوت ، الروبوتات ، يبني .برنامج اردوينو، اردوينو

Sommaire

Remerciement	2
Dédicace.....	3
RESUME	4
INTRODUCTION GENERALE	1
Chapitre I	2
I.1 Introduction:	3
I.2 Historique de l'évolution de la robotique et les robots :.....	3
I .2.1 L'horloge	3
I. 2.2 Des automates de l'orient aux jacquemarts européens.....	4
I.2.3 La première machine programmable	5
I .2.4 L'ordinateur et l'intelligence du robot	5
I .2.5 Le premier bras télé-opéré	6
1.3 Définition générale :	6
1.3.1 La robotique :	6
1.3.2 Le robot industriel :	6
1.4. Structure générale d'un système robotique.....	6
1.4.1 Système mécanique articulé.....	7
1.4.2 Actionneurs (organe de motorisation).....	7
1.4.2.1 Actionneur électrique	7
□ Moteur a courant continue moteur DC.....	7
□ Moteur pas à pas.....	9
1.4.2.2 Actionneur pneumatique.....	9
1.4.2.3 actionneurs hydrauliques	9
I.5 Domaine d'utilisation	9
I.5.1 L'industrie :.....	9
I.5.2 Le domaine militaire	10
1.5.3 La santé	10
1.6 Conclusion :	11
Chapitre II.....	13
II .1 Introduction:	14

II .2 Architecture du bras robotique :	14
II .3 Caractéristiques du bras robotique :	14
II .4 Environnement de travail :	15
II. 5. Conception de la partie mécanique :	15
II .5.1 Composants hard du bras robotique :	15
II .5.1.1 Servomoteurs	15
II.5.2 Composants du bras robotique	16
II.6. Montage du bras :	21
II .7. Les éléments nécessaires pour le fonctionnement du bras robotique :	24
II.8. Conclusion :	24
Chapitre III.....	25
III.1. Introduction :	26
III.2. Hardware :	26
III.2.1. Carte Arduino :	26
III.2.1.1 Arduino Uno :	26
III.2.1.2 Structure de la carte	28
III.2.1.3. L'environnement de programmation Arduino (IDE)	29
III.2.2. Actionneurs (servomoteurs) :	30
III.2.2.1. Paramètres techniques des servomoteurs :	31
III.2.4. Alimentation :	31
III.2.5. Fils de connexion :	31
III.2.6. Le joystick	32
III.2.6.1. Principe de fonctionnement :	33
III.2.6.2. Schéma :	33
Conclusion Générale :	39

INTRODUCTION GENERALE

De nos jours, l'utilisation des machines dans l'industrie est de plus en plus importante. Chaque jour, les robots collaboratifs servent à dynamiser la performance et à ajouter de la valeur à d'innombrables industries. Avec les développements scientifiques, spécifiquement de l'électronique et de l'informatique mais aussi mathématique, mécanique, matériaux, que la technologie robotique a progressé. Les robots actuels sont dotés d'une « intelligence » qui leur donne une certaine autonomie qui va leur permettre de se diffuser dans de nouveaux domaines. Cependant, les robots coûtent très chère, leur réalisation est difficile. Dans le cas où le bras peut remplacer un robot dans certaines tâches, il est préférable et suffisant de construire un bras robotique.

Dans ce contexte, nous nous sommes intéressés aux bras robotiques. Un bras robotique est un robot manipulateur, généralement programmable, avec quelques fonctions similaires à un bras humain. Il est fabriqué à l'aide des composants tels que les servomoteurs. Le bras robotique ne sera plus un outil qui effectue une tâche répétitive dans un espace sécurisé, mais un partenaire des activités quotidiennes. Les contraintes du bras robotique sont liées à la sécurité et au confort de l'homme.

Pour réaliser un bras robotique, plusieurs outils sont utilisés comme la carte Raspberry Pi (nano-ordinateur mono carte à processeur ARM) et la carte Arduino (plate-forme basée sur une interface entrée/sortie simple). Dans notre travail nous avons choisi d'utiliser la carte Arduino.

Pour bien présenter notre travail, le mémoire sera composé de trois chapitres qui peuvent être résumés comme suit :

Le premier chapitre présente des généralités sur la robotique ainsi les composants d'un robot et l'expliquer de son fonctionnement.

Le deuxième chapitre est consacré à la conception de notre propre bras robotique et la carte de commande (carte Arduino) et la réalisation du bras, pour rendre le bras fonctionnel; tous les équipements matériels et logiciel doivent fonctionner ensemble. Ce qui concerne le matériel nous avons expliqué le montage de notre bras, les éléments nécessaires pour le fonctionnement et les différents mouvements.

Le troisième chapitre est dédié à la carte de commande (carte Arduino) , pour rendre le bras fonctionnel; tous les équipements matériels et logiciel doivent fonctionner ensemble.

Chapitre I

GENERALITES SUR LA ROBOTIQUES

GENERALITES SUR LA ROBOTIQUES

I.1 Introduction:

La robotique est un ensemble de disciplines techniques (mécanique, électronique, automatique et informatique) articule autour d'un objectif et d'un objet commun.

Les robots sont des dispositifs mécaniques multifonctions programmables conçue pour effectuer des mouvements précis, déplacer du matériel, des pièces des outils ou des dispositifs spécialises ou a travers des mouvements programmes variables pour effectuer diverses tâches telles que : la fabrication industrielle aux soins de sante, le transport, l'exploitation de l'espace et le profond de la mer, la défense, et la recherche scientifique etc....

Les robots sont généralement utilises pour effectuer des tâches dangereuses, hautement répétitives désagréables, pénibles et impossibles pour l'être humain. Ils ont de nombreuses fonctions différentes telles que la manutention, l'assemblage, le soudage a l'arc, le soudage par résistance, la charge d'outil machine et les fonctions de déchargement, la peinture...

I.2 Historique de l'évolution de la robotique et les robots :

Durant plusieurs millénaires, les automates ont reposes sur des ressorts, engrenages et autres mécanismes, ce que ne les a pas empêchés d'atteindre une grâce qui force l'admiration. Et puis l'informatique est venue changer la donne en permettant de stocker de très larges quantités d'informations et de séquences d'actions dans une petite puce. Le robot est ainsi arrive a une sophistication telle qu'il peut désormais tenter de trouver par lui-même la solution de certains problèmes.[2]

I.2.1 L'horloge

C'est en 246 avant J.C. que nous trouvons la trace du premier inventeur d'envergure, un dénommé Ctésibios qui habite la ville d'Alexandrie. Ctésibios est parvenu à créer une horloge si précise que son cadran fait exactement un tour par année solaire ! Pour la première fois, il existe une parfaite concordance entre un instrument de mesure humain et un phénomène issu du monde physique extérieur.[4]

GENERALITES SUR LA ROBOTIQUES



Figure I.1. L'horloge de Ctésibios.[4]

I. 2.2 Des automates de l'orient aux jacquemarts européens

Les arabes sont les premiers à mettre en pratique à une grande échelle les techniques décrites par le mathématicien et mécanicien grec Héron d'Alexandrie (et aussi par Phylon de Byzance). Dès 809, Charlemagne reçoit de la part du sultan Haroun Al Rachid un automate mécanique. Puis, lors des huit expéditions en Orient menées à l'occasion des Croisades - de 1096 à 1291 - les européens découvrent de visu l'étonnant raffinement des horloges à eau réalisés par Al Jazari pour le compte de ce même Haroun Al Rachid. Pour obtenir un écoulement constant de l'eau, Al Jazari a développé un système d'une rare ingéniosité, inspirée d'un système inventé par Archimède. La plus grande de ses horloges mesure 3,3 mètres de hauteur et 1,35 mètre de largeur.[3]



Figure I.2. L'automate d'Al Jazari[3]

GENERALITES SUR LA ROBOTIQUES

I.2.3 La première machine programmable

La mode veut que l'on s'habille à la chinoise, avec des tenues de soie bardées de motifs complexes. Pour les tisserands lyonnais, la réalisation de telles étoffes représente un cassetête de taille. Basile Bouchon se penche sur le problème, et il a réussi de développer une machine à tisser dont son mécanisme utilise une bande de papier perforé pour contrôler le passage des aiguilles dans le tissu. Ce procédé mis au point en 1729 est automatisé par Vaucanson en 1745.

Le tisserand Joseph-Marie Jacquard a ensuite l'idée de séparer les cartes perforées portant le modèle à réaliser, de la machine elle-même.

Produit en milliers d'exemplaires, le métier à tisser Jacquard qu'il inaugure en 1801 devient la première machine automatisant le traitement de l'information et opérant une distinction entre la machine et le programme qu'elle utilise. Il ouvre ainsi la voie aux ordinateurs et robots capables d'opérer par eux-mêmes.[4]

I.2.4 L'ordinateur et l'intelligence du robot

Niels Bohr a décrit dans ses travaux publiés vers 1913 que l'électron peut déplacer d'un atome à l'autre une vitesse vertigineuse. D'où l'idée de créer des circuits exploitant cette incroyable mobilité. En 1937, Turing énonce les principes d'une machine qui calculerait à la vitesse de l'électron, et serait donc capable de traiter d'énormes volumes d'informations codées sous la forme booléenne (0 et 1).L'arrivée des ordinateurs est appelée à jouer un rôle majeur dans l'élaboration des machines intelligentes que sont les robots.

Sous l'impulsion de Turing, un premier ordinateur apparaît en 1943. Sa puissance de calcul est mise à contribution dans la guerre et joue un rôle décisif en facilitant le décryptage du code Enigma mis au point par les nazis pour leurs échanges de messages.[2]



GENERALITES SUR LA ROBOTIQUES

Figure I.3. Le premier ordinateur [2]

I.2.5 Le premier bras télé-opéré

C'est en Lorraine en 1954, à Argonne qu'un chercheur du nom de Raymond Goertz a l'idée de rationaliser les bras de télé-opération en assujettissant leurs articulations à des moteurs électriques. Grâce à un tel système, l'opérateur peut désormais se trouver à plusieurs centaines de mètres du lieu; où il manipule des éléments dangereux : les commandes qu'il transmet à la pince sont transmises par les fils électriques.

1.3 Définition générale :

1.3.1 La robotique :

La robotique est une science qui s'intéresse aux robots. En fait, il s'agit d'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 pour le remplacer dans les tâches difficiles .[3]

1.3.2 Le robot industriel :

Le terme robot a été introduit pour la première fois par l'auteur Tchéque Capek en 1920 dans sa pièce de théâtre R.U.R (Rossum's Universal Robot) et il est dérivé du mot robota qui signifie travailleur (de force). Un robot est un dispositif mécanique (alliant mécanique, électronique et informatique) accomplissant automatiquement des tâches diverses. C'est une machine intelligente fonctionnelle qui nécessite une autonomie de mouvements. L'organisation internationale de normalisation définit le robot comme étant un manipulateur à plusieurs degrés de liberté, à commande automatique, reprogrammable, multi-application, mobile ou non, destiné à être utilisé dans les applications d'automatisation industrielle.[4]

1.4. Structure générale d'un système robotique

Un robot est un système alimenté en énergie qui évolue dans un environnement statique ou dynamique, il est constitué d'un ensemble de composants, ayant chacun un rôle bien spécifique ceux que nous détaillons ci-après.[5]

GENERALITES SUR LA ROBOTIQUES

1.4.1 Système mécanique articulé

Un système mécanique articulé (SMA) est ensemble de solides relie entre eux par des liaisons (rotule, pivot, glissière, sphérique...) animes avec des joints mécanique .dans le SMA, certaines liaisons sont motorisées. On parlera de liaisons actives, c'est le cas des liaisons pivots. D'autre sans motorisation ; elles sont appelées passives telles que les liaisons rotule...[5]

1.4.2 Actionneurs (organe de motorisation)

Un actionneur est un dispositif qui transforme l'énergie délivrée par l'interface de puissance, en énergie utilisable, modifie le comportement ou l'état d'un système ou bien exécuter les tâche d'un system automatisé. Et on a plusieurs types d'actionneur électrique, pneumatique et hydraulique.

1.4.2.1 Actionneur électrique

➤ Moteur a courant continue moteur DC

Les actionneurs utilisent fréquemment des moteurs électriques à aimant permanent, à courant continu, le moteur DC un convertisseur électromécanique permettant la conversion bidirectionnel d'énergie entre une installation électrique parcourut par un courant continu et dispositif mécanique, cela signifie qu'un moteur a courant continu va pouvoir convertir de l'électricité en énergie mécanique, et ainsi la particularité de pouvoir fonctionner dans les 2 sens suivant le sens de courant lui est soumis.[6]

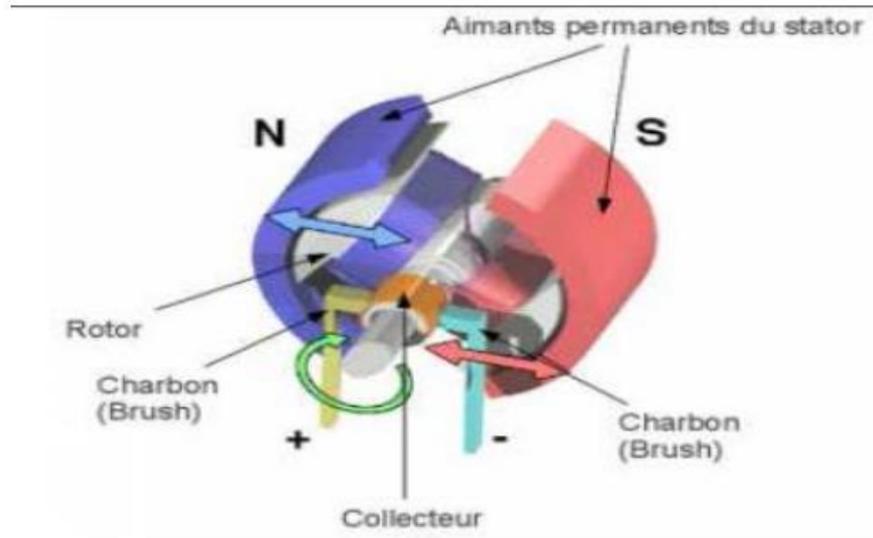


Figure I.4. le fonctionnement d'un moteur à courant continu.[6]

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 voir figure (). On trouve de plus en plus de moteurs à commutation électronique (sans balais).

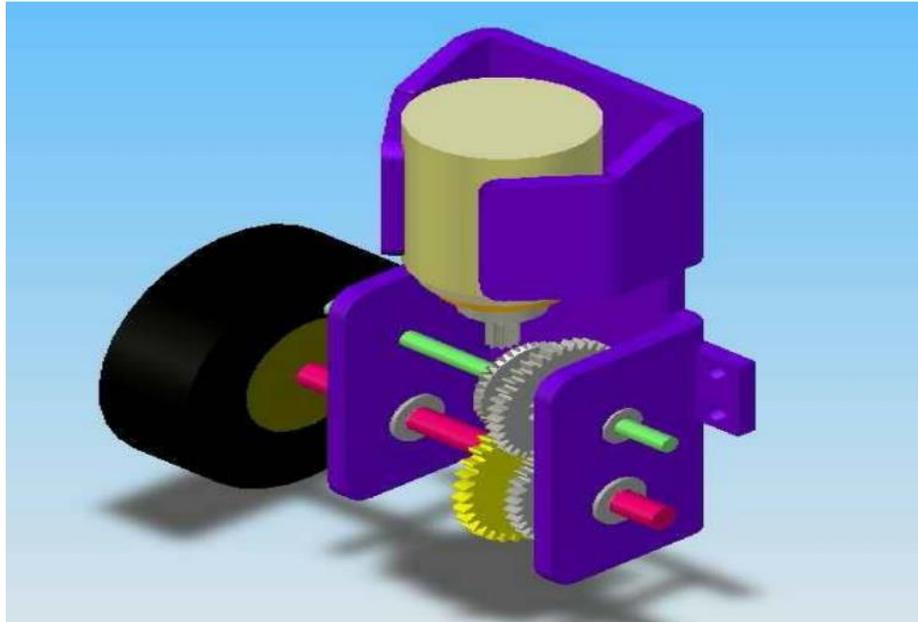


Figure I.5. réducteur en engrenage.[6]

GENERALITES SUR LA ROBOTIQUES

➤ Moteur pas à pas

Les moteurs pas à pas sont des moteurs spéciaux utilisés pour commander avec une grande précision le déplacement et la position d'un objet. Comme leur nom indique, ces moteurs tournent par incréments discrets. Chaque incrément de rotation est provoqué par une impulsion de courant fournie à l'un des enroulements du stator.

Selon sa construction, un moteur pas à pas peut avancer de 90°, 45°, 18°, ou d'une fraction de degré seulement par impulsion. En faisant varier la fréquence des impulsions, on peut faire tourner le moteur très lentement, d'un pas à la fois, ou rapidement à des vitesses aussi élevées que 4000 tr/min.[6]

1.4.2.2 Actionneur pneumatique

Les actionneurs pneumatiques sont tous les appareils qui transforment l'énergie pneumatique en énergie mécanique. est utilisé avec de l'air comprimé entre 2 et 10 bars dans un usage courant. Simple à mettre en œuvre, il est très fréquent dans les systèmes automatisés industriels.[6]

1.4.2.3 actionneurs hydrauliques

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).[6]

I.5 Domaine d'utilisation

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 :

I.5.1 L'industrie :

Les robots sont intensivement utilisés dans l'industrie, ou ils effectuent sans relâche des tâches répétitives et avec rigueur. Le premier but des robots est de remplacer l'homme dans des activités dangereuses, pénibles, fastidieuses ou onéreuses pour l'employeur. Les

GENERALITES SUR LA ROBOTIQUES

robots ont donc commencé à être utilisés dans les chaînes d'assemblage industrielles. Dans ces chaînes d'assemblage, on retrouve des robots. [7]



Figure I.6. robot industriel[7]

I.5.2 Le domaine militaire

Un robot militaire est un robot, autonome ou contrôlé à distance, conçu pour des applications militaires. 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.[7]



Figure I.7. robot industriel en domaine militaire.[7]

I.5.3 La 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

GENERALITES SUR LA ROBOTIQUES

sont pas complètement autonomes mais ils assistent les médecins ou chirurgiens, jusqu'à permettre des opérations médicales à distance (télémédecine). On parle de surgétique (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.[7]



Figure I.8. robot industriel en domaine santé.[7]

1.6 Conclusion :

La robotique est très importante en industrie tout comme la programmation qui est indispensable cette dernière qui montre les performances de notre machine, dans ce chapitre on a expliqué des généralités sur la robotique et ainsi son fonctionnement.

GENERALITES SUR LA ROBOTIQUES

Chapitre II

CONCEPTION ET REALISATION DU BRAS

CONCEPTION ET REALISATION DU BRAS

II .1 Introduction:

Selon le type de tâche et le secteur d'application, le bras robotique aura une certaine conception. Dans ce chapitre nous allons montrer la conception de ma propre bras robotique. Cette partie est destinée à nous guider à travers les différentes étapes de la construction d'un bras robotique complet une compréhension de base de termes tels que « ARDUINO », « servomoteur », « plateau », « bras », et « pince », ...etc.

La réalisation d'un bras robotique nécessite une conception bien détaillée et précise pour un résultat fiable. Les pièces du bras ont été faites ; ainsi, car elles permettent de garder un bon équilibre de bras.

II .2 Architecture du bras robotique :

Pour que le bras robotique puisse être facilement adaptable, nous avons décidé qu'il aurait une architecture modulaire. Ce qui veut dire qu'il possèdera différents modules devant s'occuper de tâches bien précises de façon autonome et pouvant communiquer entre eux facilement. Nous pourrons par exemple changer un composant sans que cela n'affecte le pilotage des moteurs.

De plus, cela permettra de pouvoir rajouter de nouveaux modules en les connectant simplement sur un bus de communication.[8]

II .3 Caractéristiques du bras robotique :

Un bras robotique possède plusieurs caractéristiques, capable de lever un poids de 200g et d'effectuer des mouvements cycliques, la plus importante caractéristique est le nombre de degrés de liberté (DOF = Degree Of Freedom), chaque degré de liberté représentant un mouvement que le bras peut réaliser. L'objectif étant d'imiter le bras humain, il nécessite donc une articulation qui permet soit un mouvement de rotation, soit de translation.

Les articulations du bras robotique sont articulées grâce à sept servomoteurs qui permettent de reproduire les gestes d'un bras humain. Les servomoteurs sont des moteurs capables de maintenir une position à un effort statique.[8]

CONCEPTION ET REALISATION DU BRAS

II .4 Environnement de travail :

Dans notre travail, nous avons besoin d'un matériel et des logiciels complémentaires les uns aux autres, nous avons détaillé ces deux parties.

II. 5. Conception de la partie mécanique :

II .5.1 Composants hard du bras robotique :

II .5.1.1 Servomoteurs

Un servomoteur est un moteur électrique spécifique pour un déplacement angulaire. Nous avons permis d'abord le pilotage des servomoteurs avec Arduino. Un servomoteur permet de se positionner précisément sur un angle. La plage de l'angle est généralement de 0 à 180 degrés. Il en existe de différentes tailles mais ils fonctionnent tous de la même manière. La figure suivante représente ces différents types:



Figure II.1. Différents types de servomoteurs.[8]

Il existe plusieurs types de servomoteur, Et en trouve de toutes les tailles et de toutes les puissances. La plupart du temps la sortie peut se positionner entre 0 et 180°. Il en existe également dont la sortie peut se débattre sur seulement 90° et d'autres, ayant un plus grand débattement, sur 360°. Ceux qui ont la possibilité de faire plusieurs tours sont souvent appelés servo-treuil. Enfin, les derniers, qui peuvent faire tourner leur axe sans jamais se buter, sont appelés servomoteurs à rotation continue, Et pour notre cas, Nous avons choisi deux types, cinq servomoteurs de grand taille (tower pro MG 995 DIGI H-SPEED) et deux mini servomoteurs (Tower ProTM Micro servo 9 g GS90) qui sont présentés sur la figure II.2.

CONCEPTION ET REALISATION DU BRAS



Figure II.2. Servomoteurs utilisés.[8]

II.5.2 Composants du bras robotique

Le bras robotique contient plusieurs composants, le schéma de la figure II.3. représente ces différents composants :

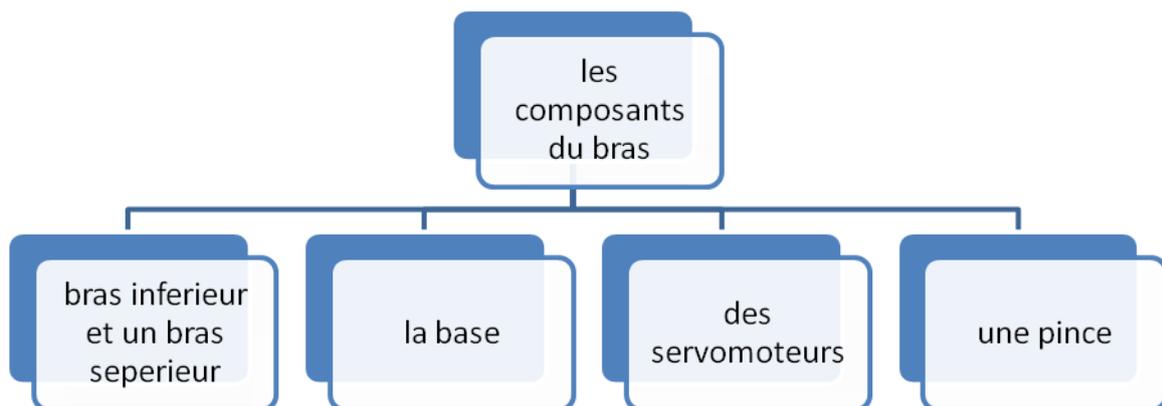


Figure II.3.Différents composants du bras robotique.

II.5.3.La structure mécanique du bras :

Pour la réalisation de notre robot, plusieurs choix s'offrent à nous. Notre premier choix s'est porté sur la technique à utiliser pour la fabrication du châssis. On a le choix entre deux techniques : l'impression en 3D ou la découpe laser. L'impression en 3D est rare, car les imprimantes 3D sont peu disponibles et ses bobines de recharge sont coûteuses.

CONCEPTION ET REALISATION DU BRAS

C'est donc pourquoi on a choisi la découpe laser. Pour le matériau, on a opté pour du plexi glass, car celui-ci est connu pour son prix abordable et sa grande disponibilité. On a utilisé un modèle de bras en format. Dxf pour découpe laser en téléchargement sur internet(<https://microbotlabs.com>) et on a procédé à la découpe des pièces (figure. II.4).

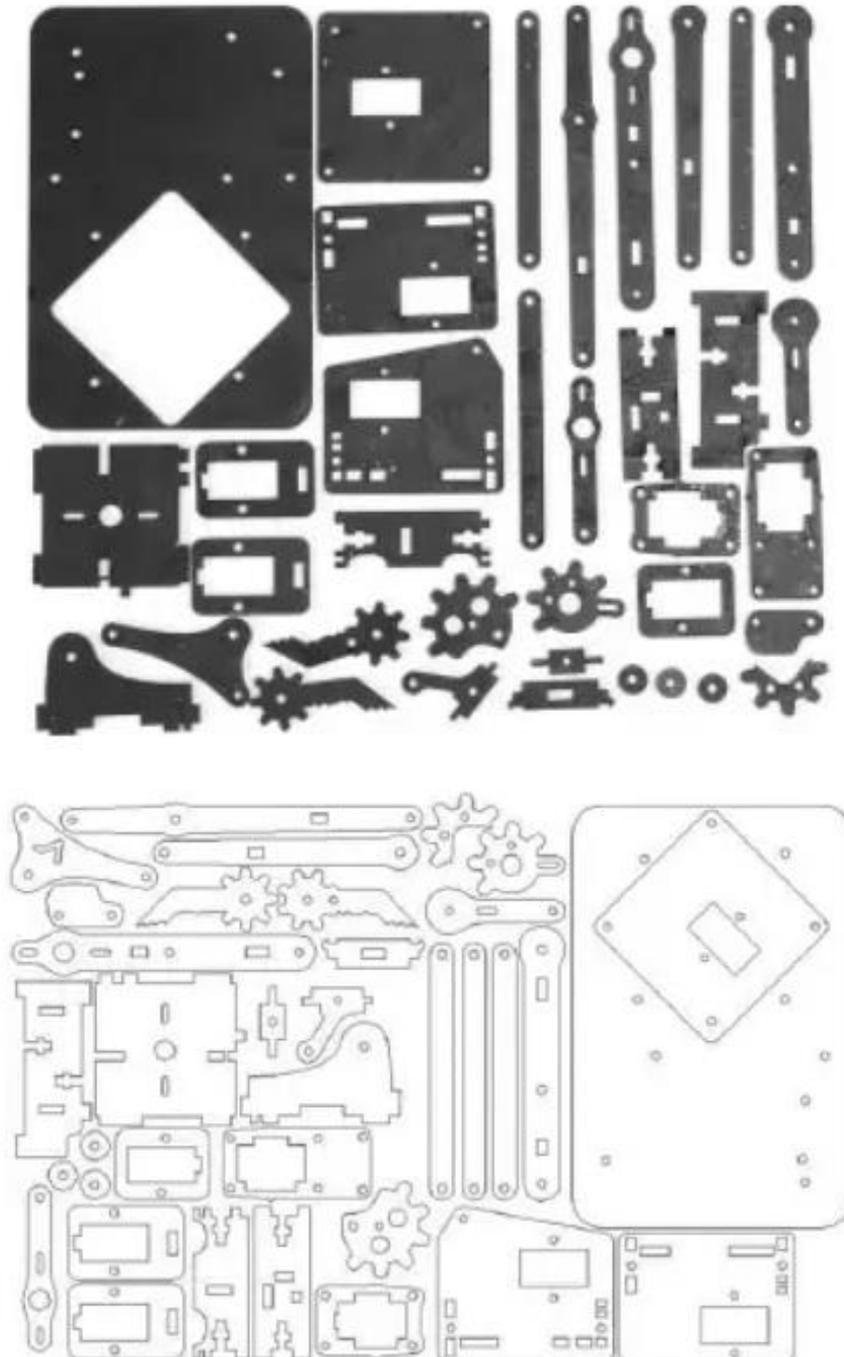


Figure II.4 Les pièces constituant le robot.

CONCEPTION ET REALISATION DU BRAS

Les composants réels de notre bras robotique que nous avons utilisé sont présentés

Les composants réels du bras robotique :

La base et le plateau :

La base de notre robot est fixe. La première articulation possède un servomoteur qui permet au bras de se déplacer sur un angle de 180° , autour de la verticale.

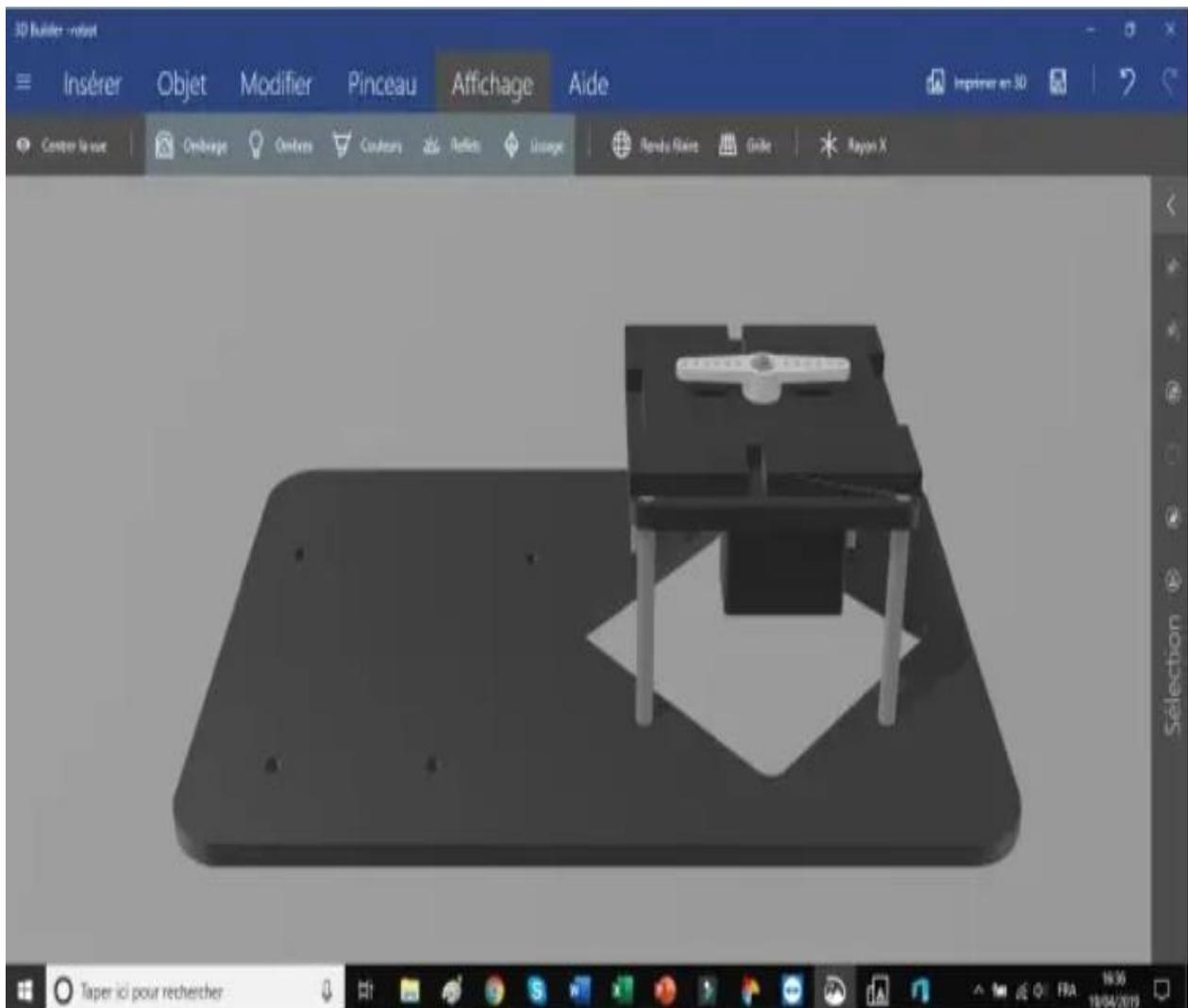


Figure II.5. Base du robot conçu sur 3D builder.

CONCEPTION ET REALISATION DU BRAS

Le bras :

Il relie la base à la pince. Il se constitue d'une multitude de pièces en plexi glass reliées par des vis et de deux servomoteurs. Ils se trouvent sur les côtés comme l'illustre la **Figure.II.5**. Ceux-ci contrôlent les mouvements avant/arrière et haut/bas du bras.

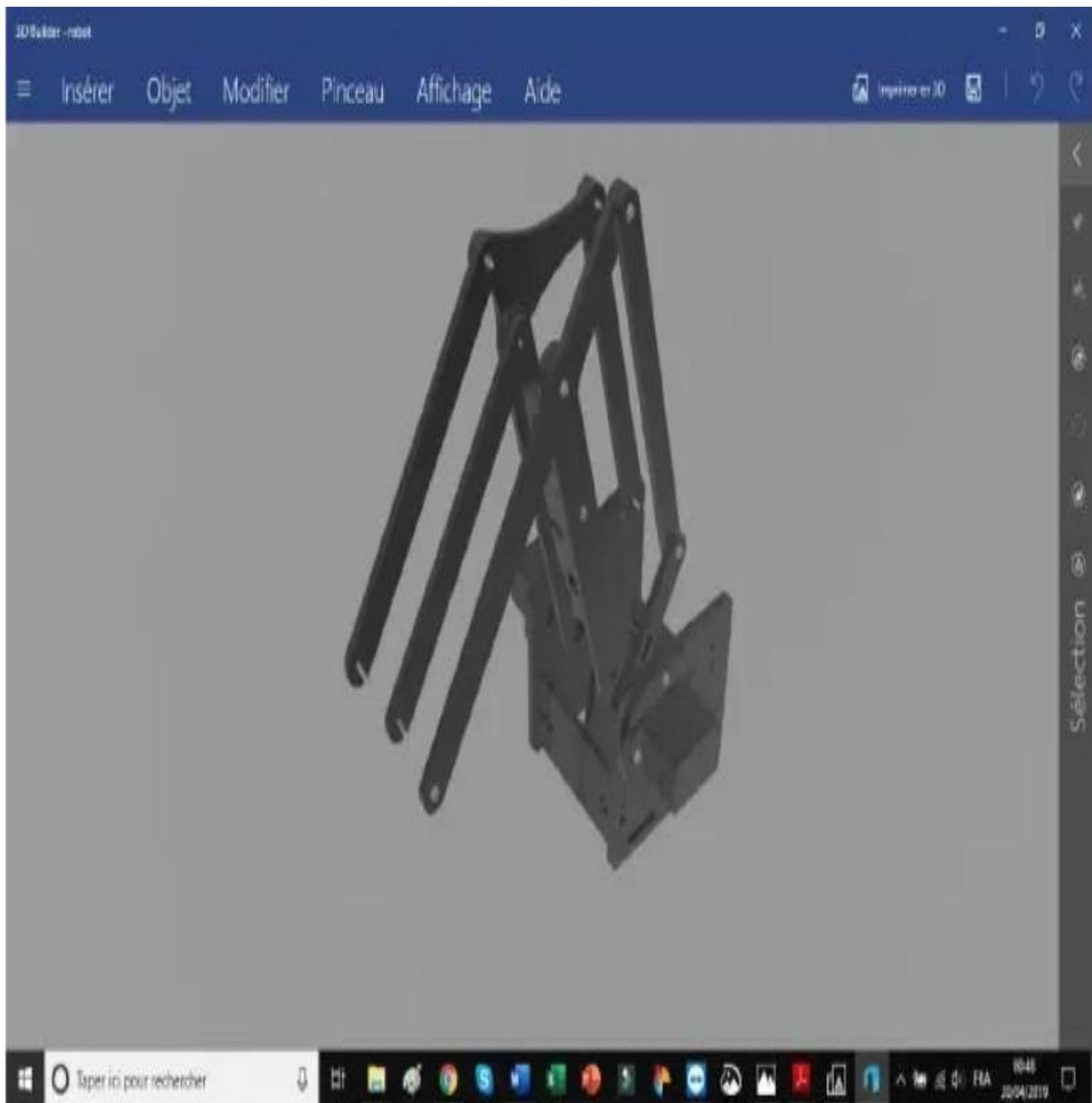


Figure II.6. Bras du robot conçu sur 3D builder.

CONCEPTION ET REALISATION DU BRAS

La pince :

La pince est l'organe terminal de notre robot. En effet, elle permet de saisir les différents objets qu'on lui présente. La pince est constituée d'un servomoteur qui contrôle l'ouverture ou la fermeture de celle-ci grâce à un mécanisme d'engrenage.

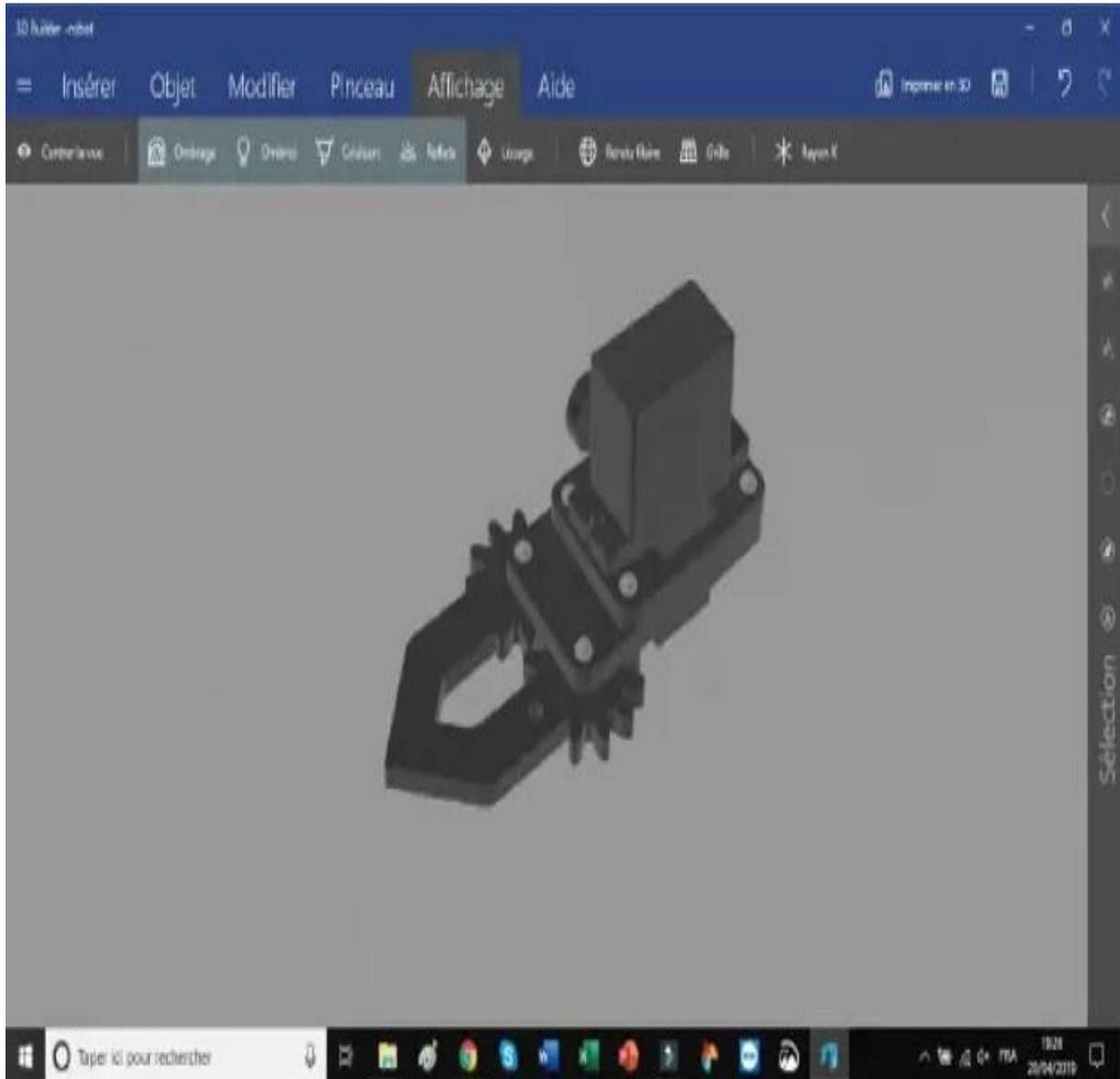


Figure II.7. Pince du robot conçu sur 3D builder.

CONCEPTION ET REALISATION DU BRAS

Le robot :

La structure globale du bras manipulateur avec pince est illustrée par **Figure.II.8.**

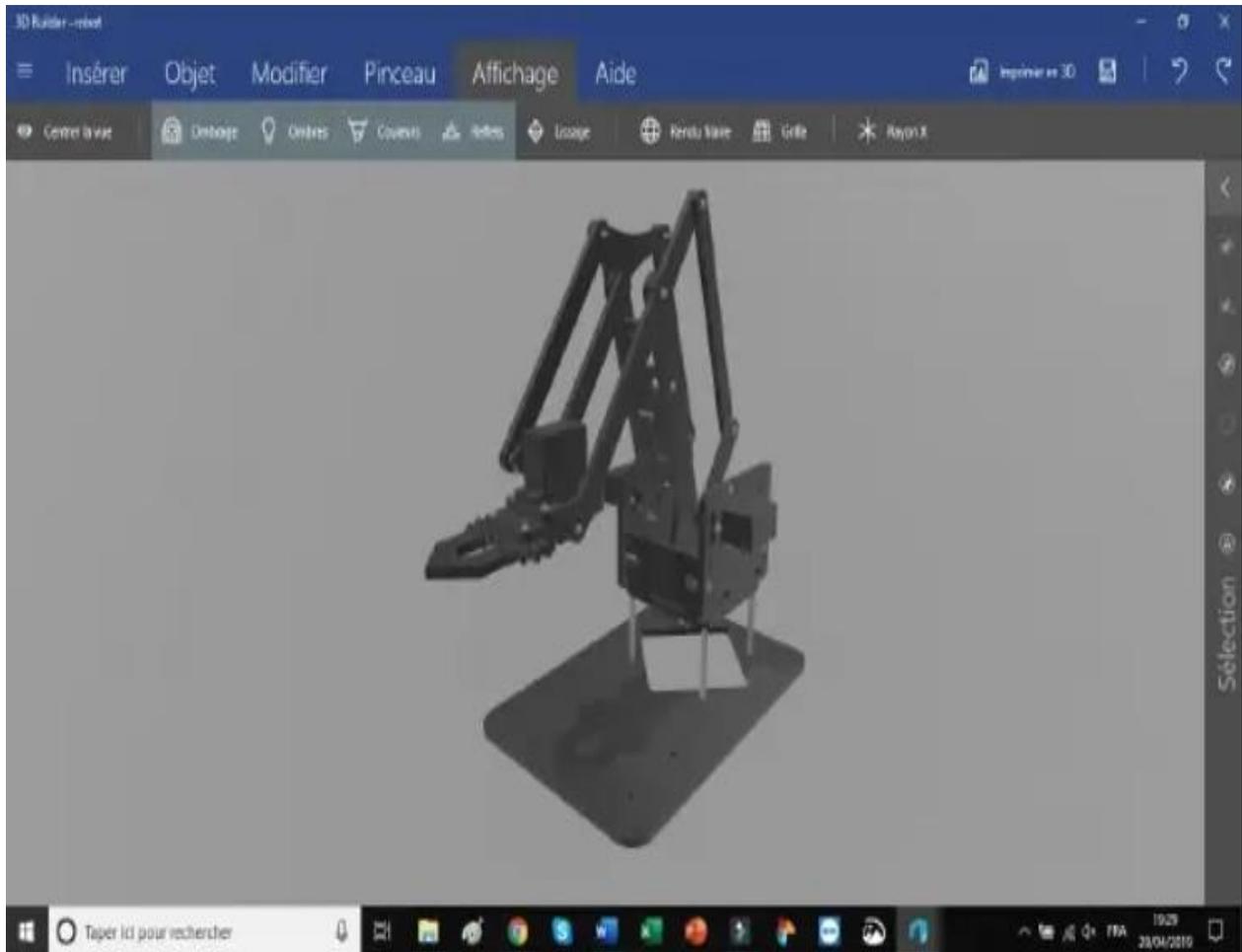


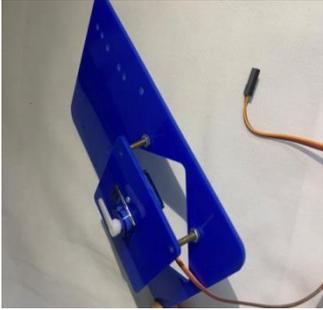
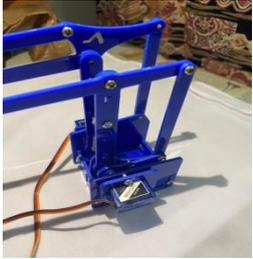
Figure II.8.bras robot entier du robot conçu sur 3D builder.

II.6. Montage du bras :

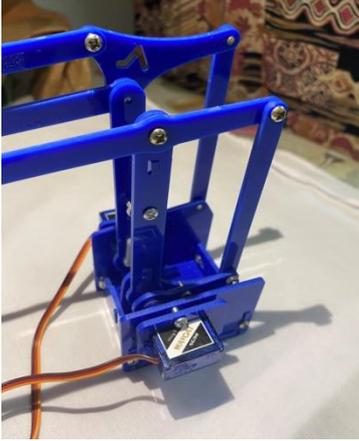
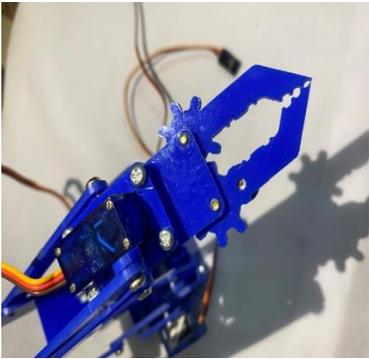
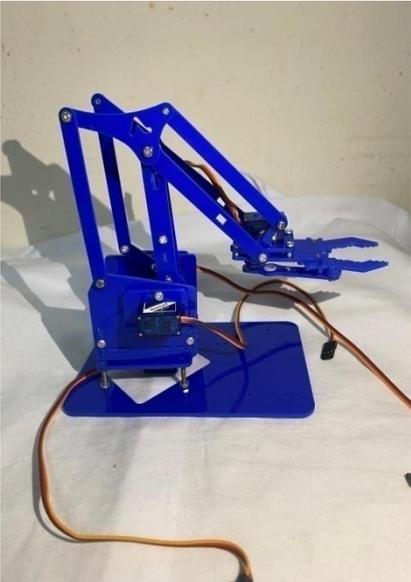
Travers le tableau II.1 nous allons démontrer les étapes de montage de notre bras robotique. C'est un bras avec QUATRE degrés de liberté, ce qui lui offre des différents mouvements. Il est notamment pilotable avec JOYSTICK. Ce bras robotique en kit contient le matériel et l'outillage suivants

CONCEPTION ET REALISATION DU BRAS

Tableau II.1. Les étapes de montage du bras robotique.

Composants	Etapes de montage
	<p>Etape 1 : Montage de la base</p> <p>Nous avons fabriqué un socle pour le servomoteur qui permet au bras de tourner autour du même</p>
	<p>Etape 2 : Montage du disque rotatif avec la base</p> <p>Nous avons ajouté le disque rotatif sur la base pour une rotation horizontale du bras Nous avons fixé deux servomoteurs sur le disque rotatif pour la rotation verticale du premier bras</p>
	<p>Etape 3 : Montage du bras inférieur</p> <p>Nous avons rajouté un bras sur le disque qui sera fixé sur le support des deux servomoteurs.</p>
	<p>Etapes 4 : Montage du bras supérieur</p> <p>Nous avons fixé avec le bras inférieur .</p>

CONCEPTION ET REALISATION DU BRAS

	
	<p>Etape 5 : Montage de la pince</p> <p>Nous avons ajouté un servomoteur pour la fermeture et l'ouverture de la pince.</p>
	<p>Etape 6 : Montage de la pince avec le bras</p> <p>Nous avons rajouté la pince juste en haut du bras supérieur.</p>

CONCEPTION ET REALISATION DU BRAS

II .7. Les éléments nécessaires pour le fonctionnement du bras robotique :



Une carte ARDUINO UNO



Module d'alimentation



Batterie a 9V



Lot de fils électriques



Quatre servomoteurs



Deux joystick



Un ordinateur

II.8. Conclusion :

Ce chapitre est consacré à la conception de notre propre bras robotique, est dédié à la réalisation du bras, pour rendre le bras fonctionnel; tous les équipements matériels . Ce qui concerne le matériel nous avons expliqué le montage de notre bras, les éléments nécessaires pour le fonctionnement et les différents mouvements.

CONCEPTION ET REALISATION DU BRAS

[Tapez un texte]

Chapitre III

APPLICATION

III.1. Introduction :

Généralement, la fonction d'un robot manipulateur est de situer dans l'espace son organe terminal, la commande d'un bras manipulateur nécessite la commande de ses articulations une à une afin de réaliser une tâche. Dans ce chapitre, nous cherchons à commander le bras manipulateur à 4 degrés de liberté, par l'utilisation de la carte de commande Arduino qui est chargée de contrôler les servomoteurs. À la fin on va survenir sur l'étape dite implémentation ou bien les tests de fonctionnement, alors nous allons analyser et interpréter les résultats.

III.2. Hardware :

III.2.1. Carte Arduino :

Arduino est une plate-forme de prototypage d'objets interactifs à usage créatif constituée d'une carte électronique et d'un environnement de programmation.

Cet environnement matériel et logiciel permet à l'utilisateur de formuler ses projets par l'expérimentation directe avec l'aide de nombreuses ressources disponibles en ligne. Pont tendu entre le monde réel et le monde numérique, Arduino permet d'étendre les capacités de relations humain/machine ou environnement/machine.

Arduino est un projet en source ouverte : la communauté importante d'utilisateurs et de concepteurs permet à chacun de trouver les réponses à ses questions.[9]

III.2.1.1 Arduino Uno :

Arduino Uno est une carte à microcontrôleur basée sur l'ATmega328P. Il possède 14 broches d'entrée / sortie numériques (dont 6 peuvent être utilisées en tant que sorties PWM), 6 entrées analogiques, un quartz 16 MHz, une connexion USB, une prise d'alimentation et un bouton de remise à zéro. Il contient tout le nécessaire pour soutenir le microcontrôleur [10]. Comme vous pouvez le constater à l'examen de sa photo visible de, figure.III.1.

[Tapez un texte]

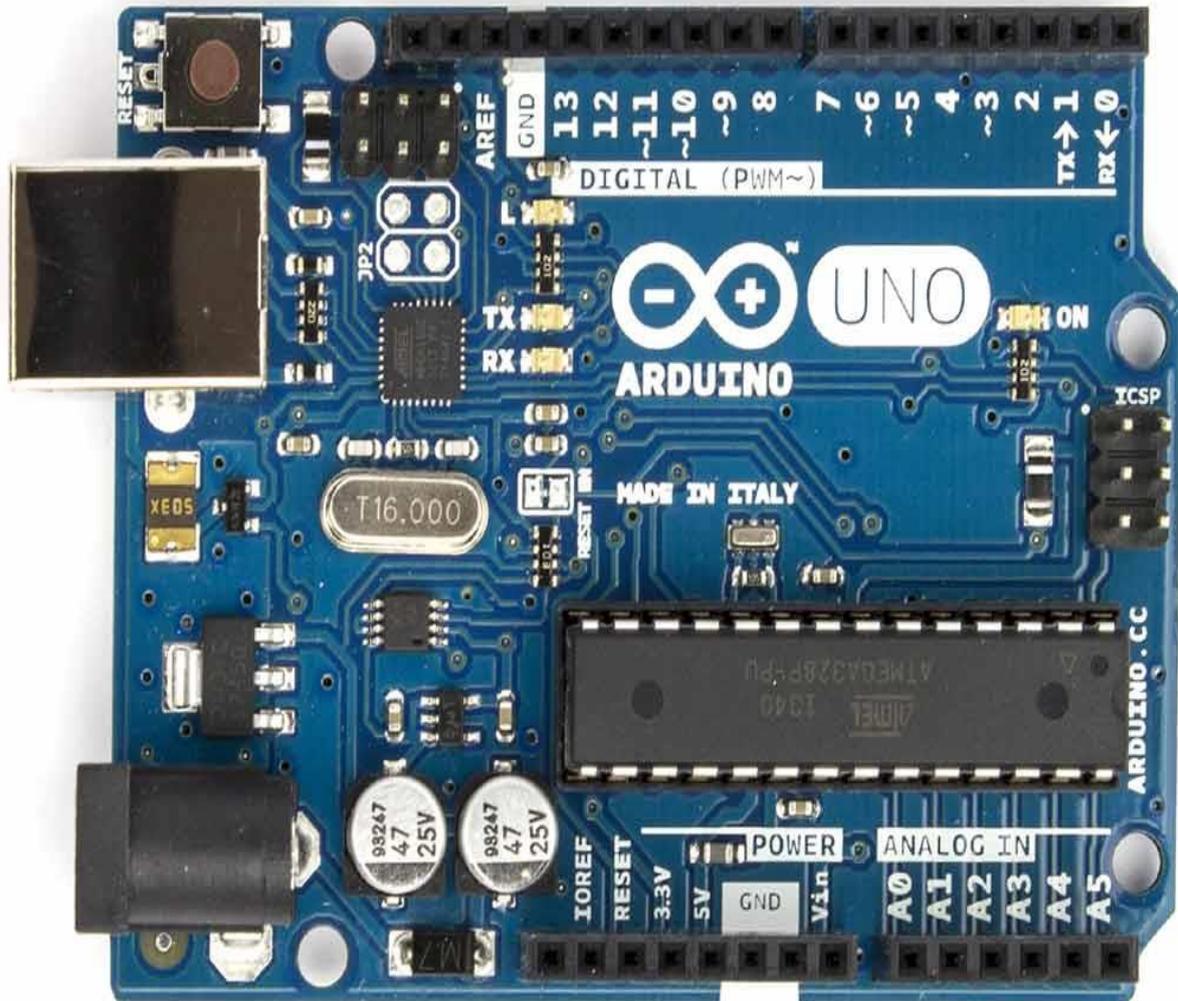


Figure.III.1. Arduino Uno. [10]

Tableau.III.1. Synthèse des caractéristiques d'Arduino. [10]

[Tapez un texte]

Microcontrôleur	ATmega328
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'alimentation (recommandée)	7-12V
Tension d'alimentation (limites)	6-20V
Broches E/S numériques	14 (dont 6 disposent d'une sortie PWM)
Broches d'entrées analogiques	6 (utilisables en broches E/S numériques)
Intensité maxi disponible par broche E/S (5v)	40 mA (ATTENTION : 200mA cumule pour l'ensemble des broches E/S)
Intensité maxi disponible pour la sortie 3.3v	50 Ma
Intensité maxi disponible pour la sortie 5v	Fonction de l'alimentation utilisée - 500mA max si port USB utilise seul
Mémoire programme Flash	32 KB (ATmega328) dont 0.5 KB sont utilisés par le boot loader
Mémoire SRAM (mémoire volatile)	2 KB (ATmega328)
Mémoire EEPROM (mémoire non volatile)	1 KB (ATmega328)
Vitesse d'horloge	16 MHz

III.2.1.2 Structure de la carte

L'Arduino se compose :

- D'une entrée USB pour y télé verser un programme
- D'une alimentation 9V pour fournir la tension nécessaire à la carte
- D'un bouton reset pour relancer un programme
- De sortie d'alimentation en 3.3 ou 5V pour alimenter
- D'une entrée et sortie logique pour envoyer ou recevoir des informations
- De 2 masses

[Tapez un texte]

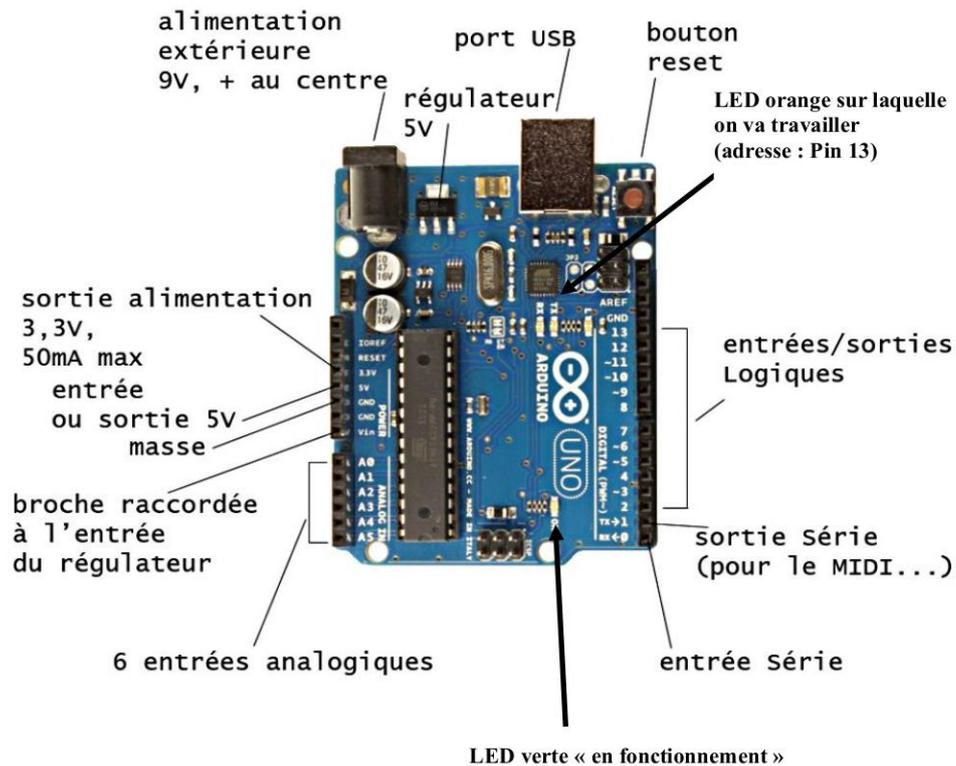


Figure III.2.structure d'un Arduino Uno.[10]

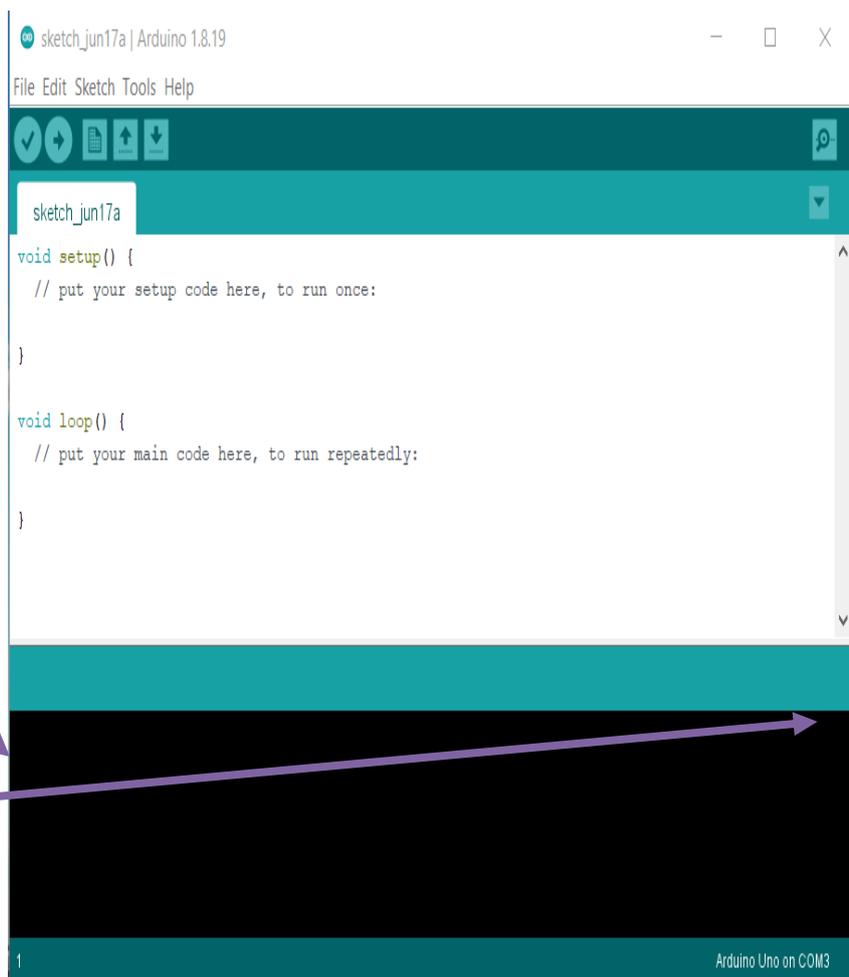
III.2.1.3. L'environnement de programmation Arduino (IDE)

Le logiciel Arduino est un environnement de développement (IDE en anglais) open source et gratuit, téléchargeable sur le site officiel Arduino.

L'IDE Arduino permet d'éditer un programme, de le compiler dans le langage « machine » de la carte, de le téléverser dans la mémoire de l'Arduino et enfin de communiquer avec cette dernière grâce au terminal.[10]

Téléverser sur la carte

Vérifier (compiler)



[Tapez un texte]

Ouvrir le moniteur

Série.

Programme 

Console 

Figure.III.2.téléverser la carte Arduino.

III.2.2. Actionneurs (servomoteurs) :

Un servomoteur est tout simplement un moteur à courant continu qui est asservi en position à l'aide d'un capteur de position (typiquement un potentiomètre) et un circuit électronique interne au moteur. Ils sont pilotés par un fil de commande et alimentés par deux autres fils, le premier est relié à l'alimentation positive +5 ou +6 V selon le servomoteur, le deuxième est relié à la masse (GND). Le signal de commande est de type modulation de largeur d'impulsion (PWM). En modifiant le rapport cyclique de ce signal, on indique au moteur quelle est la position désirée dans une plage de positions possibles, généralement $[0,180^\circ]$. La fréquence du signal à modulation de largeur d'impulsion est habituellement de l'ordre de 50 Hz (30 Hz pour certains modèles) avec des impulsions durant de 1 à 2 ms [31] comme illustre la fig.III.2. Certaines plages de mouvement plus importantes peuvent être obtenues en changeant les engrenages du servomoteur [8].

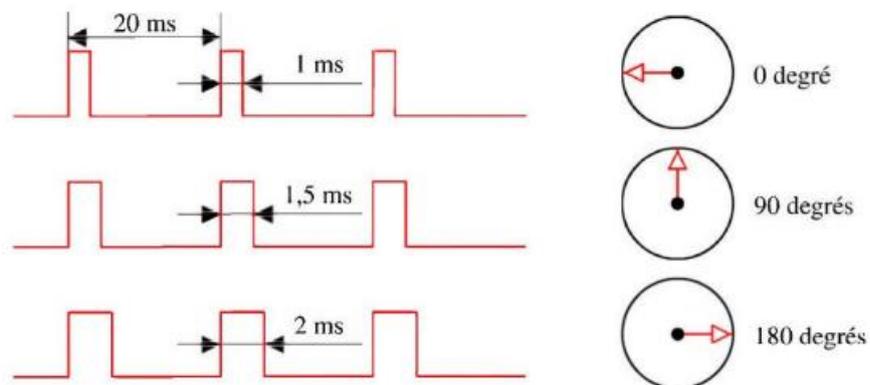


Figure.III.3. Exemple de signal en position pour un servomoteur. [8]

[Tapez un texte]



Figure.III.4. Servomoteur du type SG90 [8]

III.2.2.1. Paramètres techniques des servomoteurs :

Ce tableau illustre les paramètres de servomoteur qu'on a utilisé :

Tableau III.2. Paramètres techniques des servomoteurs utilisés. [8]

Spécifications\ Références	SG90
Poids	9g
Couple d'arrêt	1.8 kgf ·cm
Tension de fonctionnement	4.8 V (~5V)
Vitesse	0.1 s/60°
Rotation angle	180°

III.2.4. Alimentation :

L'alimentation par un chargeur qui est un appareil permettant de recharger un ou plusieurs accumulateurs électriques, groupés ou non en batterie, en injectant un courant électrique Inverse au sens d'utilisation (décharge).

III.2.5. Fils de connexion :

Un fil électrique qui relie les dipôles d'un circuit entre eux. Son rôle est de permettre au courant électrique de circuler entre ces dipôles. Les fils de connexion sont utilisés au collège car ils permettent de réaliser facilement des connexions [10]. Et voilà la figure ci-dessous montre les fils utilisés pour la connexion entre l'Arduino et son environnement.

[Tapez un texte]

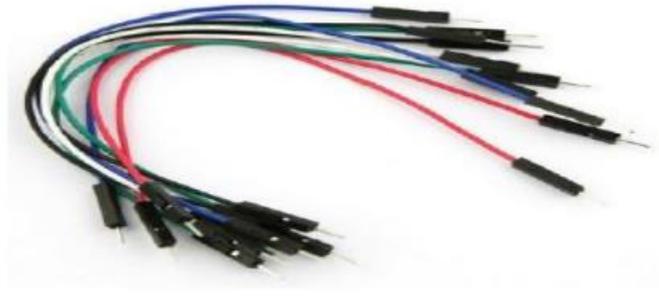


Figure.III.5. Fils de connexion. [10]

III.2.6. Le joystick :

Le joystick est un capteur de position qui renvoie deux valeurs analogiques représentant sa position X,Y. Il peut servir d'interface pour naviguer dans un menu ou bien pour piloter un objet en direction ou en vitesse.

[Tapez un texte]

III.2.6.1. Principe de fonctionnement :

Le joystick est composé de deux potentiomètres couplés mécaniquement placés de manière à détecter les composantes horizontale et verticale du joystick. Ainsi les valeurs de résistance des potentiomètres varient indépendamment en fonction de la position du joystick. Il y a généralement un bouton poussoir qui s'active lorsqu'on presse sur le joystick.

III.2.6.2. Schéma :



Figure.III.6.le joystick-Arduino[10]

III .3. Câblages des servomoteurs avec Arduino :

Nous avons besoin de quatre servomoteurs et une plaque d'essai. Cette dernière, branchée à une entrée analogique. Nous n'aurons plus que mettre le servomoteur à l'échelle pour avoir un angle compris entre 0 et 180 degrés. L'idée est de recevoir une information analogique.

Nous désignerons les quatre servomoteurs, à partir du premier qui est situé dans la base du bras jusqu'au quatrième servomoteur qui est fixé sur la pince. Chaque servomoteur sera câblé à 5V.

On relie :

[Tapez un texte]

- ✚ On a créé plusieurs broches de 5V sur la carte de la commande pour l'alimentation des quatre servomoteurs (fil rouge).
- ✚ On a créé plusieurs broches de GND sur la carte de commande pour la masse des quatre servomoteurs (fil marron).
- ✚ On utilise les sorties du microcontrôleur de 5 jusqu'à 9 qui correspondent aux pins de Arduino. Nous avons branché la borne jaune du servomoteur sur ces sorties.

Le fil d'entrée PWM (jaune) et les fils de retour pour chaque servomoteur seront fixés sur les broches de la carte comme suit:

- ✚ Servo 1 - PWM -> la broche 7,
- ✚ Servo 2 - PWM -> la broche 5,
- ✚ Servo 3 - PWM -> la broche 6,
- ✚ Servo 4 - PWM -> la broche 9,

III .4. Câblages des joysticks avec Arduino :

Pour le joystick 1 :

Joystick GND = Arduino GND

Joystick VCC = Arduino 3.5v

Joystick URX = Arduino analog pin A0

Joystick URY = Arduino analog A1

Pour le joystick 2 :

Joystick GND = Arduino GND

Joystick VCC = Arduino 3.5v

Joystick URX = Arduino analog pin A2

Joystick URY = Arduino analog A3

[Tapez un texte]

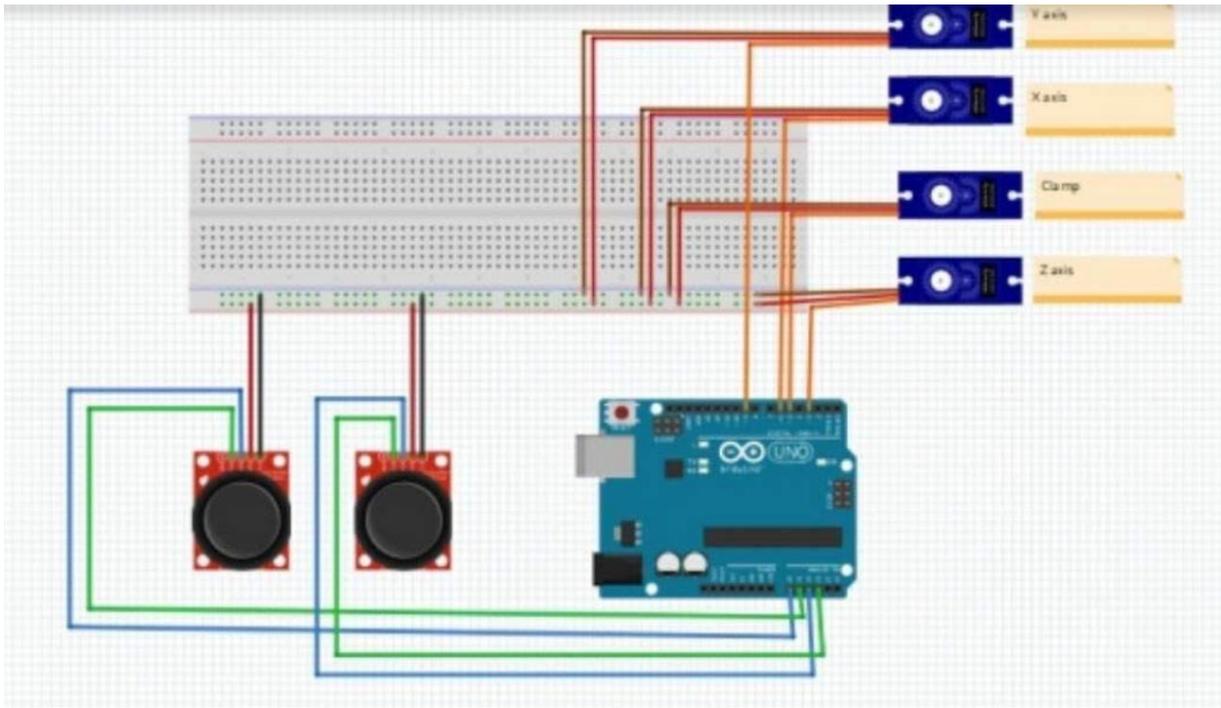


Figure.III.7. Câblages des servomoteurs et joystick avec Arduino.

III .5. Explication du programme Arduino :

Dans le cas général le programme écoute le port série : lorsqu'une chaîne est reçue, elle est analysée et lorsqu'elle correspond à une chaîne attendue, la fonction voulue de positionnement des servomoteurs est exécutée.

III .5.1. Structure de la programmation :

Au niveau de la partie déclarative : Nous avons :

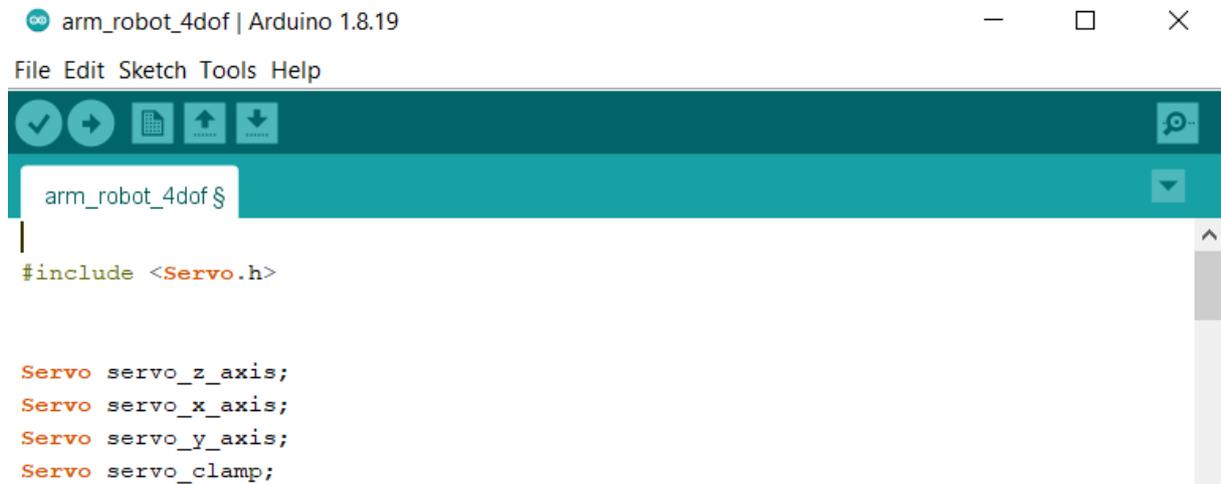
Inclut la librairie « Servo.h » des fonctionnalités utilisées pour contrôler les servomoteurs ; la figure (8) représente la déclaration de la librairie « Servo.h »



Figure.III.8. Déclaration de la librairie "Servo.h".

[Tapez un texte]

Déclaré les quatre servomoteurs de type « Servo » ; la figure (9) représente la déclaration des quatre servomoteurs :



```
arm_robot_4dof | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
arm_robot_4dof $
#include <Servo.h>

Servo servo_z_axis;
Servo servo_x_axis;
Servo servo_y_axis;
Servo servo_clamp;
```

Figure.III.9.Déclaration des quatre servomoteurs.

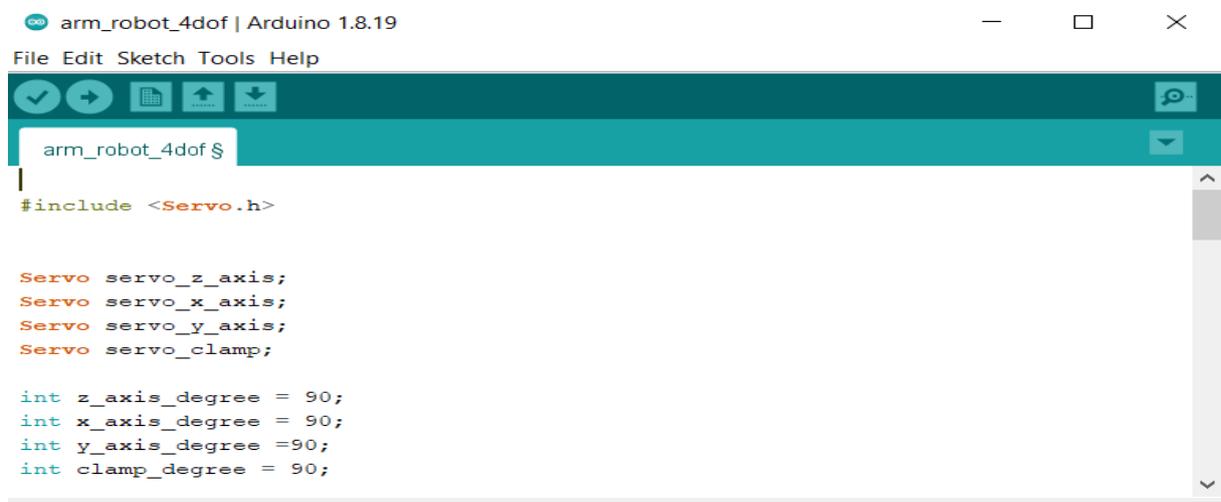
Déclaré les deux joystick ; la figure (9) représente la déclaration des joystick :

```
// define joystick pins (Analog)

#define (left_joystick_x)= A0;
#define (left_joystick_y)= A1;
#define (right_joystick_x)=A2;
#define (right_joystick_y)= A3;
```

Figure.III.10.Déclaration des joysticks.

Le programme :

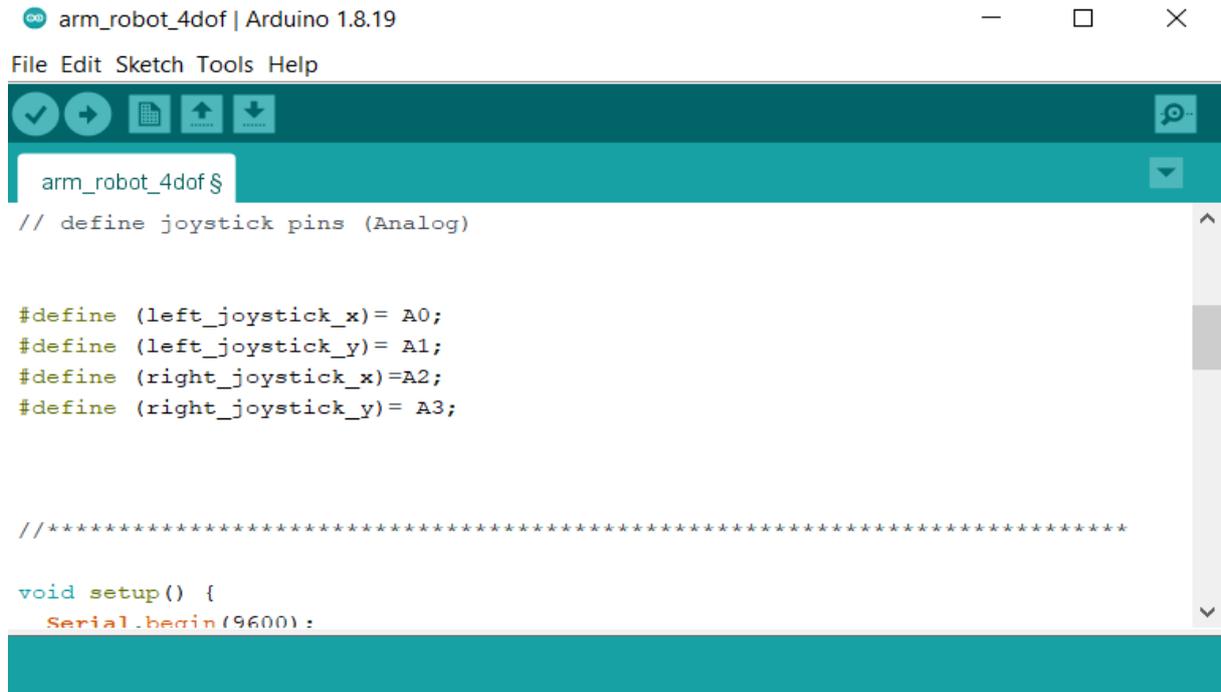


```
arm_robot_4dof | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
arm_robot_4dof $
#include <Servo.h>

Servo servo_z_axis;
Servo servo_x_axis;
Servo servo_y_axis;
Servo servo_clamp;

int z_axis_degree = 90;
int x_axis_degree = 90;
int y_axis_degree =90;
int clamp_degree = 90;
```

[Tapez un texte]

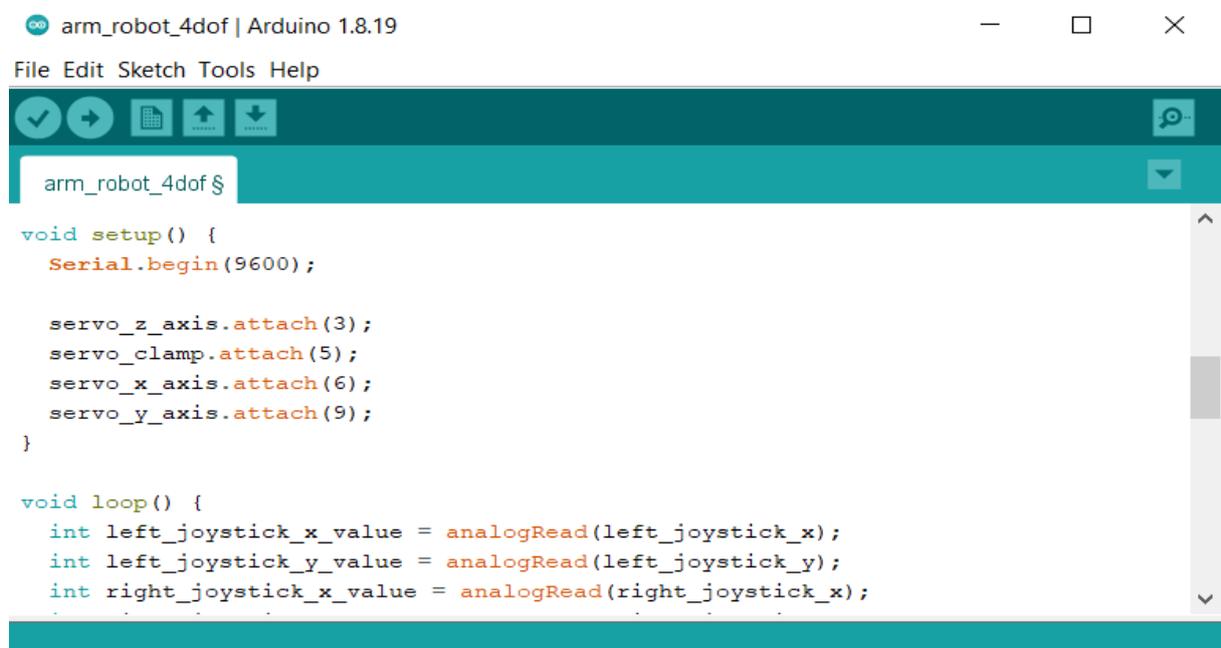


```
arm_robot_4dof $
// define joystick pins (Analog)

#define (left_joystick_x)= A0;
#define (left_joystick_y)= A1;
#define (right_joystick_x)=A2;
#define (right_joystick_y)= A3;

//*****

void setup() {
  Serial.begin(9600);
```

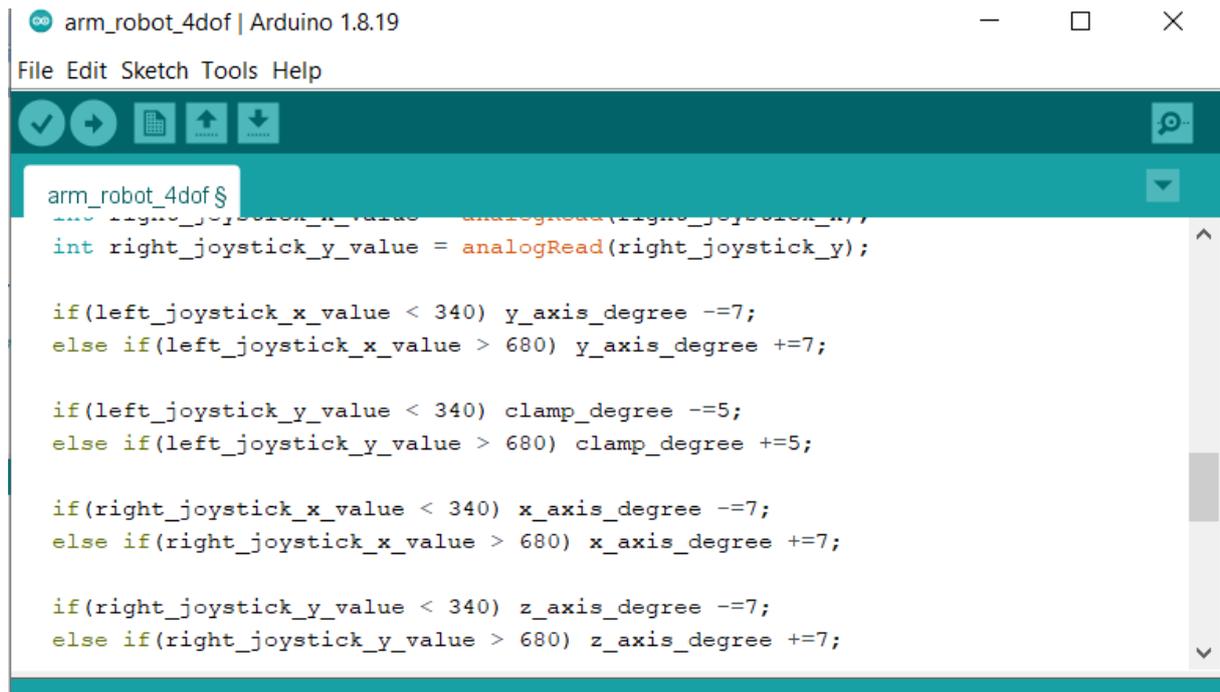


```
arm_robot_4dof $
void setup() {
  Serial.begin(9600);

  servo_z_axis.attach(3);
  servo_clamp.attach(5);
  servo_x_axis.attach(6);
  servo_y_axis.attach(9);
}

void loop() {
  int left_joystick_x_value = analogRead(left_joystick_x);
  int left_joystick_y_value = analogRead(left_joystick_y);
  int right_joystick_x_value = analogRead(right_joystick_x);
```

[Tapez un texte]



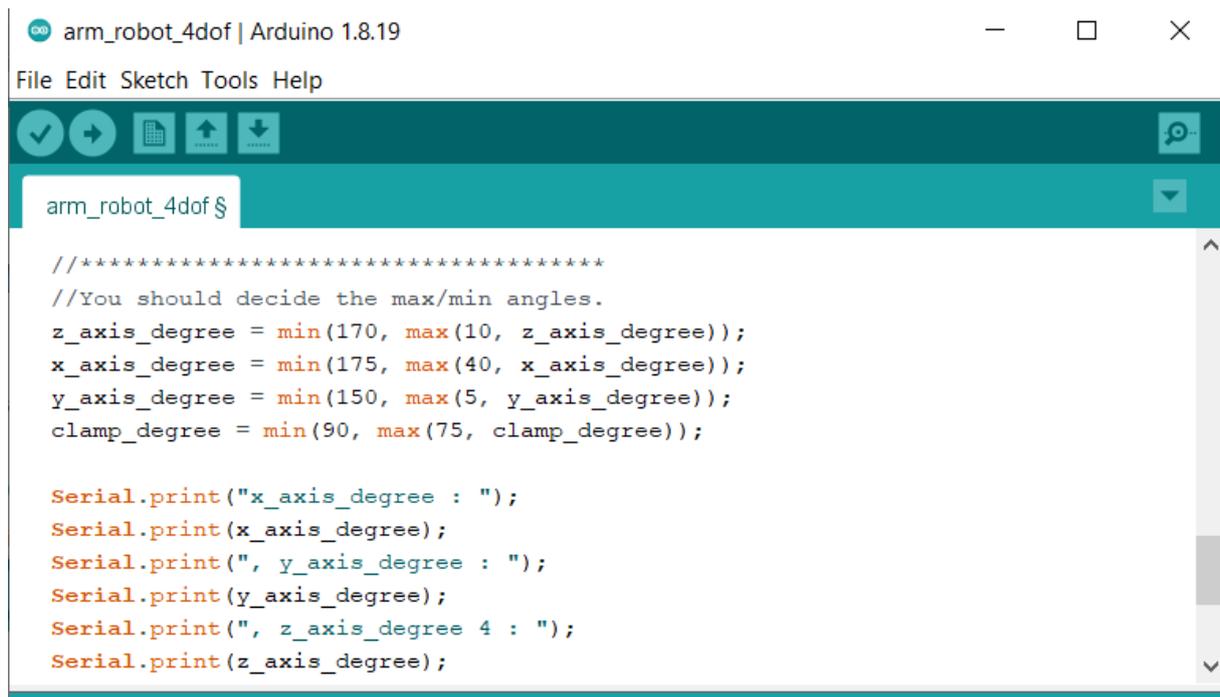
```
arm_robot_4dof | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
arm_robot_4dof $
int right_joystick_x_value = analogRead(right_joystick_x);
int right_joystick_y_value = analogRead(right_joystick_y);

if(left_joystick_x_value < 340) y_axis_degree -=7;
else if(left_joystick_x_value > 680) y_axis_degree +=7;

if(left_joystick_y_value < 340) clamp_degree -=5;
else if(left_joystick_y_value > 680) clamp_degree +=5;

if(right_joystick_x_value < 340) x_axis_degree -=7;
else if(right_joystick_x_value > 680) x_axis_degree +=7;

if(right_joystick_y_value < 340) z_axis_degree -=7;
else if(right_joystick_y_value > 680) z_axis_degree +=7;
```



```
arm_robot_4dof | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
arm_robot_4dof $
//*****
//You should decide the max/min angles.
z_axis_degree = min(170, max(10, z_axis_degree));
x_axis_degree = min(175, max(40, x_axis_degree));
y_axis_degree = min(150, max(5, y_axis_degree));
clamp_degree = min(90, max(75, clamp_degree));

Serial.print("x_axis_degree : ");
Serial.print(x_axis_degree);
Serial.print(", y_axis_degree : ");
Serial.print(y_axis_degree);
Serial.print(", z_axis_degree 4 : ");
Serial.print(z_axis_degree);
```

[Tapez un texte]

```
servo_clamp.write(clamp_degree);  
servo_x_axis.write(x_axis_degree);  
servo_y_axis.write(y_axis_degree);  
servo_z_axis.write(z_axis_degree);  
  
}  
  
delay(5000);  
}
```

Done compiling.
Sketch uses 5352 bytes (16%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 139 bytes (6%) of dynamic memory, leaving 1909 bytes for local
1 Arduino Uno on COM3

Figure.III.11. programme du bras robot.

Conclusion Générale :

L'importance d'un tel bras robotique est de plus en plus utile dans le domaine industriel, vu qu'on puisse utiliser ce bras tout au long de la chaîne logistique et dans n'importe quel nœud de cette chaîne. Par exemple, dans le domaine de distribution.

Quand nous allons parler de la robotique, plusieurs idées viennent à l'esprit de chacun de nous. L'objectif de notre travail est de réaliser un bras robotique et de contrôler les mouvements du bras de manière qu'il doit être capable de prendre des objets et le déplacer de point de son environnement de travail à un autre point et sans changer leur emplacement.

Cela a été réalisé en deux étapes: la conception du bras : pour rendre le bras plus adapté à notre application nous avons spécifié les composants nécessaires de ce bras , puis la réalisation : nous avons fait le montage du bras nous a permet de tester les différentes rotations possibles, ainsi que le pilotage du bras se fait par le programme Arduino.

L'effet de plusieurs combinaisons entre le bras, la programmation et la carte Arduino ont été testé, les résultats de ces combinaisons ont été présentés au cours de ce mémoire.

Comme travaux futurs, nous voulons poursuivre ce projet en considérant ce bras robotique ; nous proposons d'automatiser les mouvements de ce bras dont nous pouvons enregistrer les coordonnées au premier contrôle puis laisser le bras fonctionne de manière autonome ou bien mieux que ça.

[Tapez un texte]

De plus, utiliser des capteurs pour détecter l'emplacement des objets à prendre et améliorer le programme qui contrôle ces mouvements. Ainsi, nous proposons d'utiliser des servomoteurs qui peuvent piloter la vitesse des mouvements. Pour le pilotage à distance de ce bras nous pouvons utiliser un Bluetooth, ajouter un « carte électronique » avec Arduino ou bien un autre outil et contrôler le bras par un mobile par exemple.

Références bibliographiques :

- [1] **P. Fisette, H. Buyse, J.C. Samin**, MECA 2732 : Introduction à la Robotique, 10 novembre 2004.
- [2] **Dictionnaire Reverso**, 2010, Edition en ligne.
- [3] **Dictionnaire Larousse**, 2008, Edition en ligne.
- [4] **EYRAUD, Charles-Henri**. «Horloges astronomiques au tournant du XVIIIe siècle : de l'à-peu-près à la précision ». Thèse de doctorat. Lyon 2, 2004.
- [5] **Official web site IFR INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS**.
- [6] **BOIMOND, Jean-Louis**. « ROBOTIQUE » Cours, ISTIA, Université Angers, 2017.
- [7] **MENDIL B.** « Cours de Robotique », Cours, Université Abderrahmane Mira, Béjaïa, 2017.
- [8] **Ait Dahmane Kahina Ait Ziane Meziane**, “Conception et Réalisation d'un Bras Manipulateur Commandé par API”. Mémoire de Master, Faculté des Sciences et de la Technologie. Université de KHEMIS MILIANA, 2015.
- [9] **B, Siciliano et O, Khatib**. Springer Handbook of Robotics. 2ed. Springer, 201
- [10]: **Hocine TAKHI** , «Conception et réalisation d'un robot mobile à base D'Arduino» ; Université Amar Telidji de Laghouat ; 2014.

Site :

<http://dspace.univ-km.dz/xmlui/bitstream/handle/123456789/952/conception%20et%20r%C3%A9alisation%20d%27un%20bras%20manipulateur%20command%C3%A9%20par%20API.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[Tapez un texte]

Bras robot : http://www.mon-club-elec.fr/pmwiki_mon_club_elec/pmwiki.php?n=MAIN.ArduinoMecatroniqueBrasLong5ServosPrehensionBalleTrackingBallxy