REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de **T**echnologie

Département du **G**énie **E**lectrique

Mémoire de fin d'études de Master

Filière :. ***Génie mécanique***

Spécialité :. ***mécatronique***

Thème : étude et réalisation de commande main a distance a base arduino

---

Présenté par:

Mr. BOURIAH SOFIANE

Mr. HERNOUN FETHI

Proposé et Dirigé par :

Ms. SOUFI NAIMA

Année Universitaire 2021/2022

REMERCIEMENT

Je veux remercier Dieu de nous avoir permis de faire ce travail.
Je tiens tout d'abord à remercier mon encadrant, ABOUDHAR Salam et Sophie Naima, Docteur à l'Université de Médée, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses conseils avisés qui ont alimenté ma réflexion.

Je remercie également toute l'équipe pédagogique de l'université de medea et surtout ceux du département de Génie Électrique, et Génie mécanique, pour avoir assuré ma formation tout au long de mon cursus universitaire.

En dernier lieu je remercie mes parents, pour leur soutien constant et leurs encouragements, ma famille et mes amis.

sofiane

REMERCIEMENT

Avant tout, je dois remercier allah le tout puissant qui ma

. Lenvie et la force pour mener à terme ce travai

Je voudrais dédier cette thèse à ma mère, mon père, mes frères et tous ceux qui ont contribué à mon succès de près ou de loin.

Je tiens également à remercier toute l'équipe pédagogique de l'Université de Medea et plus particulièrement les membres du Département de Génie Electrique, pour avoir assuré ma formation tout au long de mes études de premier cycle.

Enfin, je tiens à remercier tous mes chers amis qui m'ont soutenu contre vents et marées.

fethi

Dédicace

Avant tout, je dois remercier allah le tout puissant qui m'a donné

L'envie et la force pour mener à terme ce travail.

Je tiens à dédier ce mémoire à

Mes très chères parents qui ont soutenu et encouragé.

A mes chères Soeurs et mes frères.

A ma femme.

et toute la famille bouriah.

A mes collègues Au travail

A mes Chères amis : faicel, billel, dhaif allah.

A tous que j'aime et à tous qui m'aime.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

sofiane

Dédicace

Je remercie Dieu Tout Puissant qui m'a donné la force et la détermination pour mener à bien ce projet.

Je voudrais dédier cette thèse à tous ceux qui ont contribué à ma réussite à mes chers père et mère, mes chers frères et sœurs, toute la famille Harnoun, la famille Quediri, et tous mes amis que j'aime en Dieu.

Merci à tous.

fethi

sommaire :

Introduction générale..... ..01

Chapitre I : Généralités sur les robot

1-Introduction ….....03
2-Définition d'un robot…….....03
3-Historique de robot…….....04
3-1- Comment les robots ont-ils évolué dans le temps ?.....05
3-2- Les humanoïdes et les exosquelettes 07
4- Caractéristiques d'un robot …….....08
5- types de robot 09
5-1 robots manipulateurs 09
5-2 robots mobiles 10
6- Domaines d'application des robots 11
6-1 L'industrie 11
6-2- L'agriculture 11
6-3- L'Armée 12
6-4- La médecine.....13
6-5-Autres Usage de la Robotique 13
7- composition d'un robot.....14
7-1 capteur 14
7-2-Les circuits électroniques.....14
7-3-Les actionneurs.....14
8-. Les avantages et Les inconvénients liés à l'utilisation des robots 15
8-1-Les avantages que présente l'utilisation des robots.....15
8-2-Les inconvénients liés à l'utilisation des robots.....15
9-Conclusion…….....17

Chapitre II : Présentation conception matérielle et logiciel

1- introduction…… 19
2- Pourquoi les cartes Arduino…….....19
3- La fonction de la carte Arduino…….....19
4- carte Arduino…….....19
4-.1 Présentation générale de Arduino…….....20
4-2- les différents quelques types de cartes Arduino…….....21
4-3- Comment sélectionner la bonne carte Arduino…….....25
4-4- Arduino nano…….....25
4-5-Présentation Structure d'un programme (EDI) Arduino…….....29
5-analogique digitale convertir (adc) sur arduino…….....36
5-1-Fonctions pour Arduino adc…….....37
5-2-Lire la valeur analogique à l'aide d'arduino…….....37
5-3-Schéma d'interfaçage …….....37
5-4-Esquisse pour la lecture de la valeur analogique…….....37
6-Capteur de flexion…….....38
6-1-Utilisation…….....39
6-2-Principe de fonctionnement du capteur flex…….....39
6-3-Comment interfacer le capteur flex avec la carte Arduino…….....39
7-servomoteur…….....40
7-1-Les domaines et formes d'application…….....41
7-2-Montage…….....42
7-3-Programme Arduino…….....42
8-le transmetteur radio nrf24l01…….....43
8-1- connecter nrf24l01 avec arduino ..…….....43
8-1- Comment connecter nRF24L01 avec Arduino Uno …….. ……...44

9-Conclusion …….....45

Chapitre III : Conception et application

1 -introduction.....47
2-Schéma électronique de la carte de commande émetteur et récepteur 47
3-connecter nrf24l01 avec arduino.....47
4-Eléments constituant la carte de commande émetteur 48
5-Eléments constituant la carte de commande récepteur 49
6-Circuit émetteur et récepteur sur la plaque d'essais 50
7- Réalisation circuit de émetteur et récepteur 51
7- 1 circuit imprimé avec Carte simple face 51
7- 2 Etape réalisation Le circuit imprimé..... 51
8- La programmation du arduino 54
9-Conclusion 55
Conclusion générale..... 57

Liste des figures

Figure	Non de Figure	N° page
Figure 1	photo de robot	4
Figure 2	photo d'unanimat	6
Figure 3	photo d'unecybernétique	7
Figure 4	photo d'un humanoïdes	8
Figure 5	Robots manipulateurs	10
Figure 6	robots explorateurs	10
Figure 7	robot industriel.	11
Figure 8	robot L'agriculture	12
Figure 9	robot L'Armée	12
Figure 10	robot médecine	13
Figure 11	quelques types d'Arduino	20
Figure 12	Arduino Uno	21
Figure 13	Arduino nano	22
Figure 14	Arduino Micro	22
Figure 15	Carte LilyPad Arduino	23
Figure 16	Carte RedBoard Arduino	23
Figure 17	Carte RedBoard Arduino	24
Figure 18	Carte Ethernet Arduino	24
Figure 19	porte arduino nano	26
Figure 20	présentation des éléments de l'arduino software	30
Figure 21	module terminal serie	30
Figure 22	fenêtre graphique de l'EDI	31
Figure 23	Broches adc d'Arduino Uno	36
Figure 24	Canal ADC Arduino connecté au potentiomètre	37
Figure 25	Sortie sur moniteur série	38
Figure 26	capteur flex simple	39
Figure 27	Interfaçage du capteur avec la carte Arduino	40
Figure 28	servomoteur	40
Figure 29	Contrôler un servomoteur avec Arduino	41
Figure 30	Montage un servomoteur avec Arduino	42
Figure 31	nrf24l01	43
Figure 32	Montage un nRF24L01 avec Arduino	44
Figure 33	Schéma électronique connecter nrf24l01 avec arduino	47
Figure 34	Méthode d'installation du flex capteur	48
Figure 35	Schéma électronique de la carte de commande émetteur	48
Figure 36	Schéma électronique de la carte de commande récepteur	49
Figure 37	la carte de commande émetteur sur la plaque d'essais avec potentiomètre.	50
Figure 38	la carte de commande récepteur sur la plaque d'essais.	50
Figure 39	circuit imprimé simple face	51
Figure 40	Etape réalisation Le circuit imprimé	51
Figure 41	circuit imprimé finale de émetteur	53

Liste des figures

Figure 42	circuit imprimé finale de récepteur	54
Figure 43	Fenêtre d’éditeur de programme ide arduino	54

Introduction générale:

le robot c'est un machine équipée de capteurs, d'actionneurs et d'un système logique , La robotique regroupe par conséquent toutes les techniques développées pour créer ces machines réelles ou virtuelles, 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 !)

Dans le domaine industriel, la robotique produit des automates réalisant des fonctions précises sur des chaînes de montage. La robotique produit aussi des engins capables de se mouvoir dans différents milieux : dangereux (pollués, radioactifs...), aérien, sous-marins, spatiaux... Outre l'industrie, la robotique concerne ainsi aujourd'hui la recherche scientifique, l'exploration spatiale et les activités de défense militaire ou de maintien de l'ordre. Elle intéresse également le secteur médical, pour les prothèses, les assistances aux chirurgiens ou aux infirmiers. La robotique s'est également étendue récemment au marché grand-public avec des engins autonomes pour assurer seuls certaines fonctions (aspirateurs, tondeuses à gazon...) ou pour des activités ludiques (robots compagnons, robots jouets...).

Dans ce contexte nous nous sommes intéressés à la main robotique. Une main robotique est un robot manipulateur programmable, qui reproduit les gestes d'une main humaine. Pour réalisé une main robotique, plusieurs outils sont utilisés (la carte arduino, les servomoteurs et les capteurs).

Ce mémoire est organisé comme suite:

1. Le premier chapitre est consacré à la définition des robots et à une étude générale sur ceux-ci, la structure robotique et l'histoire des robots, ainsi que leurs types et divers domaines d'utilisation.

2 Dans le deuxième chapitre, nous avons discuté de tout ce qui concerne notre projet, comme les capteurs et Les types d'Arduino et Servomoteur et comment les faire fonctionner, ainsi que comment programmer l'Arduino et ses diverses fonctions et données

3. Le troisième chapitre est consacré à la partie pratique de ce projet représentée dans la réalisation de circuit imprimé de l'émetteur et du récepteur.

Chapitre I :
Généralités sur les robots

1-Introduction :

La concurrence dans le domaine industriel a poussé les entreprises à réduire les couts de production en recourant à la robotisation des usines pour fonctionner 24/24 avec une cadence soutenue qui été impossible à atteindre moyennant des ouvriers et surtout pour les taches nécessitants un effort physique important. C'était le début de la Troisième révolution industriel.

Depuis, les robots ne cessent d'envahir notre vie, remplaçant de plus en plus l'homme dans les taches difficiles, rapides ou dangereuses. L'émergence de l'intelligence artificielle a permis d'embarquer une capacité de calcul et de traitement sans précédent sur ces derniers, en leurs octroyant ainsi une autonomie de décision pour accomplir des taches jusque-là réservées à des êtres humains.

L'objectif de ce chapitre est de donner en premier lieu, un aperçu général sur l'évolution des robots à travers un bref historique. De définir ensuite les types de robots et leurs domaines d'applications et enfin, identifier les différents composants d'un robot.

2- Définition d'un robot :

un robot comme étant un appareil automatique capable de manipuler des objets, ou d'exécuter des opérations selon un programme fixe ou modifiable. En fait, l'image que chacun s'en fait est généralement vague, souvent un robot est défini comme un manipulateur automatique à cycles programmables. Pour "mériter" le nom de robot, un système doit posséder une certaine flexibilité, caractérisée par les propriétés suivantes :

-La versatilité 2: Un robot doit avoir la capacité de pouvoir exécuter une variété de tâches, ou la même tâche de différente manière;

-L'auto-adaptativité: Un robot doit pouvoir s'adapter à un environnement changeant au cours de l'exécution de ses tâches[1].

[1] Jean-Louis Boimond,courROBOTIQUE, ISTIA, Université Angers,page 1 .

Figure 01 : photo de robot.



Source :https://www.lalanguefrancaise.com/dictionnaire/definition/robote,date:10/05/2022

3- Historique de robot :

L'histoire de la robotique s'inscrit dans celle, plus vaste, du développement et de la prolifération des machines, qui débute au xviiie siècle avec la Révolution industrielle. Elle commence donc avec l'automate. La différence fondamentale entre l'automate et ce que deviendra le robot au xxe siècle tient à ce que le premier obéit à un programme strictement préétabli, que ce soit de manière mécanique ou électrique, alors que le second dispose de capteurs et d'appareillages électroniques, de sorte que ses actions découlent de ses contacts avec son environnement, ce qui - à la différence de l'automate - le rend autonome, "intelligent", au point que l'on parlera plus tard d'intelligence artificielle.

La robotique commence au début du xxe siècle. Le chien électrique conçu par John Hammond et Benjamin Miessner en 1915, les machines de l'ingénieur Bent Russell (1913), du psychologue John Stephens (1929) et de l'eléctrochimiste Thomas Ross (1935)11, les tortues cybernétiques de William Grey Walter (1950), le renard électronique d'Albert Ducrocq (1953) ou l'homéostat de W. Ross Ashby (1952). Ces robots sont, en général, des répliques simplifiées plus ou moins réussies d'animaux existants. Il s'agit, cependant, des premières réalisations de la reproduction artificielle du réflexe conditionné, encore appelé réflexe de Pavlov, qui constitue la base des comportements adaptatifs, lesquels sont à la base des comportements du vivant12.

L'apparition de robots destinés à la guerre date de la Seconde Guerre mondiale, avec le Goliath, une mine filoguidée pouvant être actionnée à distance.

La robotisation de l'industrie commence dans les années 1960, dans le secteur automobile, puis va se répandre jusqu'à ce que l'on connaît aujourd'hui13.

À la fin du 20ém siècle, la robotique de transport (de personnes) fait son apparition avec le métro de Lille Métropole, qui est le premier métro au monde à utiliser la technologie de véhicule automatique léger (VAL), ou la ligne 14 du métro parisien, seule ligne du réseau métropolitain de Paris exploitée de manière complètement automatique dès sa mise en service (15 octobre 1998).

Les robots domestiques destinés au grand public, quant à eux, font leur apparition plus tard, au début du XXIe, avec par exemple les aspirateurs ou tondeuses autonomes14.

Toujours au début du XXIe mais sur le plan militaire cette fois-ci, se développent les tourelles automatiques sur les navires de guerre, les appareils volants sans pilotes (voir drone), l'exosquelette motorisé ou encore les "mules" (BigDog en est un exemple).[2]

3-1- Comment les robots ont-ils évolué dans le temps ?

L'histoire de la robotique a commencé dans l'antiquité. Les premiers mécanismes étaient la **roue**, créée vers 3500 av. J.-C et les horloges, inventées vers 1600 av. J.-C en Égypte.

- DU premier androïde au premier animat :

Au XVIe siècle, Léonard de Vinci aurait créé le premier androïde pouvant coordonner les mouvements de ses membres et de ses mâchoires. En 1938, l'un des robots les plus surprenants était le canard de Jacques de Vaucanson**.** Celui-ci était capable de se nourrir, de se digérer tout seul et même de déféquer et de caqueter comme un véritable canard. À noter que le nom « **animat** » a été attribué aux animaux artificiels en 1985 par S.W. Wilson.

[2]https://fr.wikipedia.org/wiki/Robotique#Histoire, date: 23 /03/2022

Figure 02 :photo d'unanimat

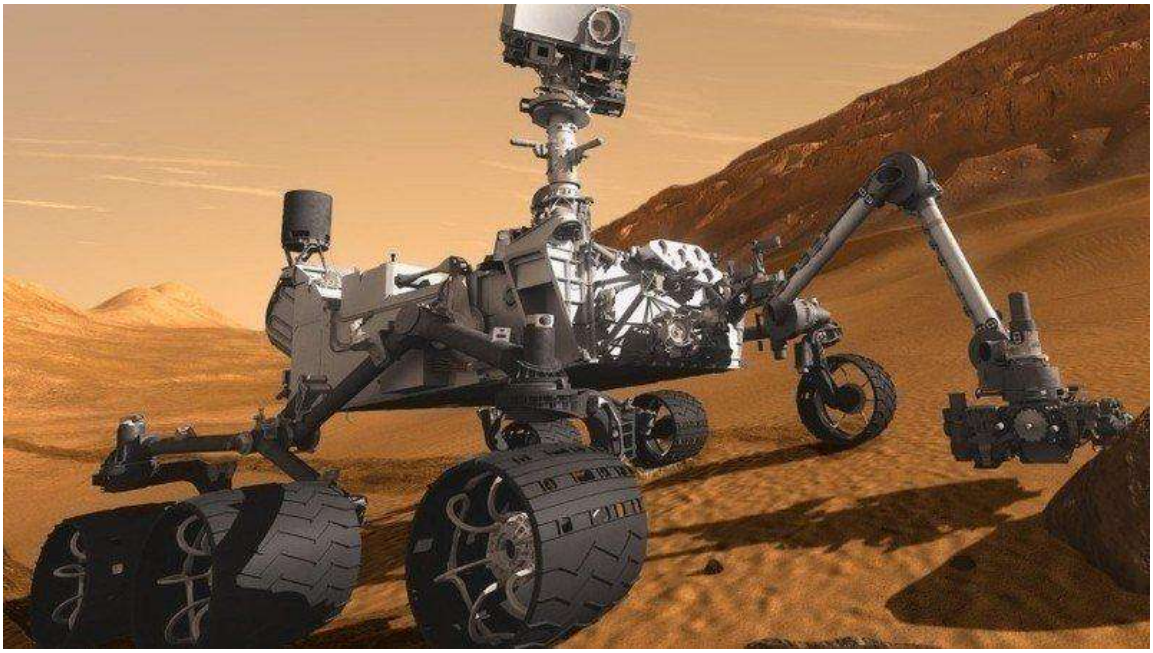


Source :https://www.robot-magazine.fr/robotique-evolution-robots-histoire/,date:01/06/2022

Les premiers robots, appelés « **cybernétique** » ne sont apparus qu'au début du XXe siècle. Ces automates pouvaient effectuer des mouvements programmés en plus d'interagir avec leur entourage.

Le chien électrique guidé par la lumière, conçu par Hammond et Miessner en 1915 était l'un des modèles de robots cybernétiques les plus célèbres. Par la suite, en 1960, les Russes ont développé les « **rovers** » pour explorer l'espace.

Figure 03 :photo d'unecybernétique



Source: https://www.robot-magazine.fr/robotique-evolution-robots-histoire/,date**:**01/06/2022

3-2- Les humanoïdes et les exosquelettes :

Pour donner aux robots une apparence toujours plus proche de celle de l'homme, plus tard, les scientifiques ont créé les humanoïdes. Comme leur nom l'indique, ces machines ont été conçues pour être identiques à l'homme, notamment par leur forme et leur comportement. L'humanoïde le plus populaire en France est **NAO**, créé par la société Aldebaran en 2006. Il peut se déplacer, entendre et participer à des conversations, reconnaître quelqu'un et manier des objets avec délicatesse. Enfin, les exosquelettes ont été mis au point pour protéger l'homme lors des combats en temps de guerres, mais aussi pour pallier ses faiblesses et le rendre plus performant dans certaines missions.

Figure 04 : photo d'un humanoïdes.



Source:https://www.robot-magazine.fr/robotique-evolution-robots-histoire/,date:01/06/2022

Bref, les robots sont partout et présentent beaucoup d'intérêts dans la société actuelle. À cet effet, la robotique évolue toujours plus rapidement.

Les automates deviennent de plus en plus intelligents, mais ne surpassent pas encore la capacité de l'humain, pour l'instant. Néanmoins, certains robots sont plus efficaces que l'homme dans divers travaux. On peut ainsi se demander: pourraient-ils un jour devenir plus intelligents que l'homme et tout contrôler ?

4- Caractéristiques d'un robot :

Un robot doit être choisi en fonction de l'application qu'on lui réserve. Voici quelques paramètres à prendre, éventuellement, en compte :

- La charge maximum transportable (de quelques kilos à quelques tonnes), à déterminer dans les conditions les plus défavorables (en élongation maximum).
- L'architecture du S.M.A., le choix est guidé par la tâche à réaliser (quelle est la rigidité de la structure ?).
- 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 (dextrous6 workspace) 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 et 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 1 mm.
- La répétabilité, ce paramètre caractérise la capacité que le robot a 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), accélération.
- La masse du robot.
- Le coût du robot.
- La maintenance,…[3].

5- Type de robots :

deux grandes catégories de robots sont :

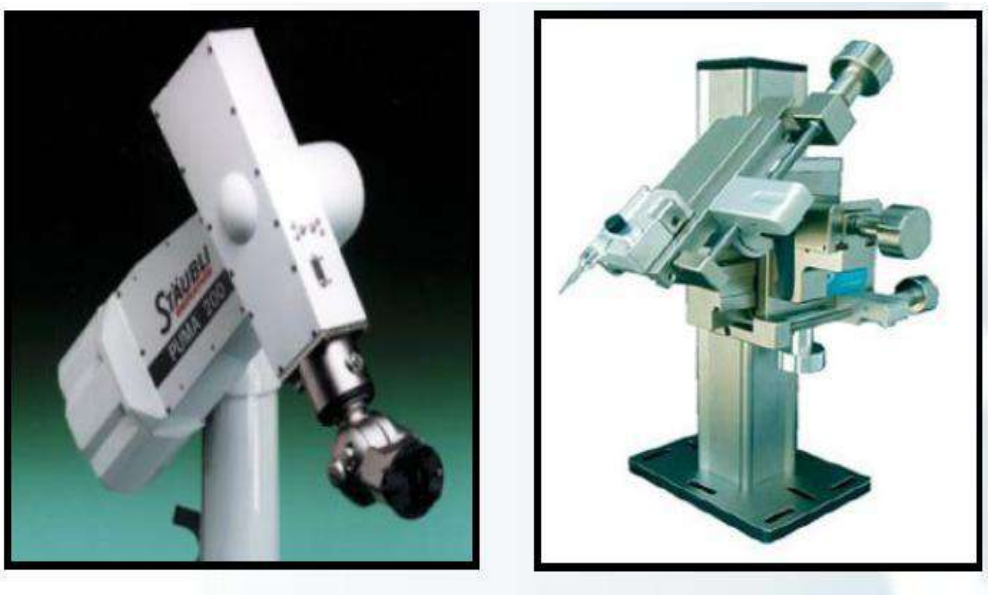
5-1 robots manipulateurs :

robots ancres physiquement a leur place de travail et généralement mis en place pour réaliser une tache précise ou répétitive.[4]

[3] Jean-Louis Boimond,courROBOTIQUE, ISTIA, Université Angers,page 7.

[4] Introduction a la robotique,Licence 1ere annee - 2011/2012 La□etitia MatignonGREYC-CNRS Universit e de Caen, France,page 27

Figure 05 : **robots manipulateurs.**

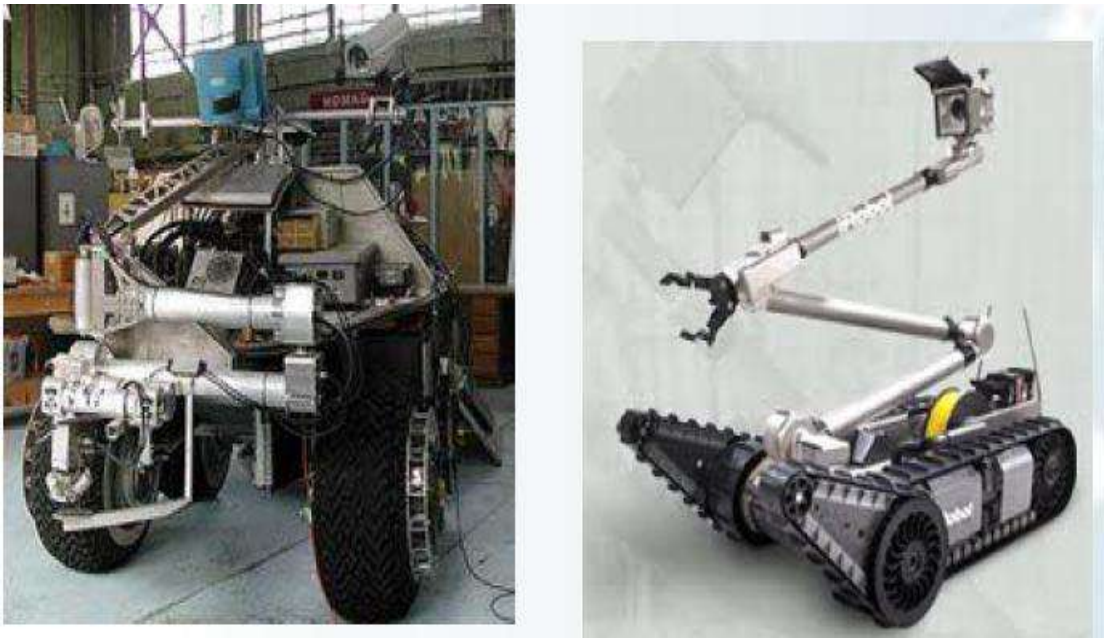


Source :Introduction à la robotique, Licence 1ere année - 2011/2012 Laetitia Matignon GREYC-CNRS Université de Caen, France ,page 30.date:01/06/2022

5-2 robots mobiles :

Robots capables de se déplacer dans un environnement. Ils sont équipes ou non de manipulateurs suivant leur utilisation.

Figure 06 : robots explorateurs



Source : Introduction à la robotique, Licence 1ére année - 2011/2012 Laetitia Matignon GREYC-CNRS, Université de Caen, France ,page 32.date:01/06/2022

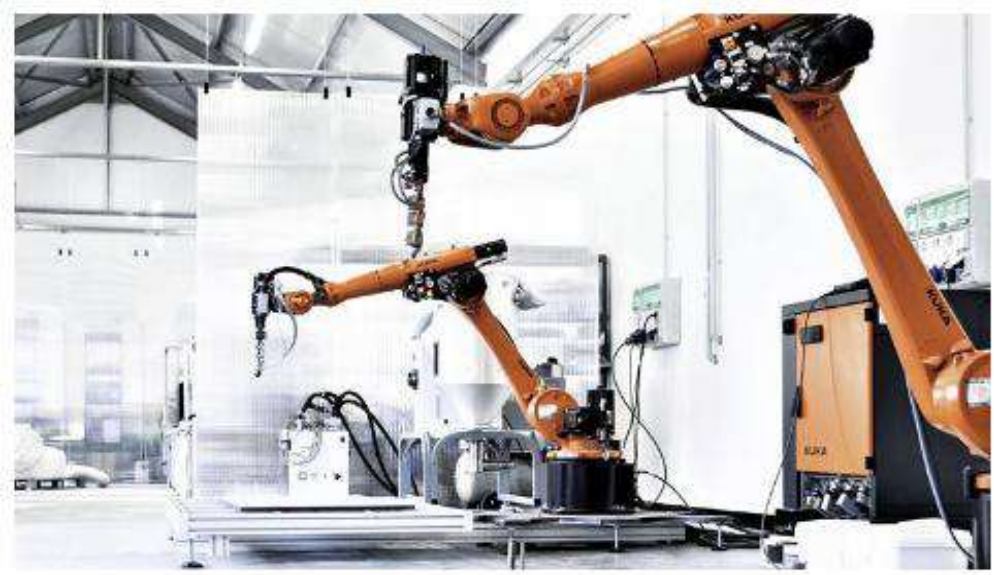
6-Domaines d'application des robots :

robotique un fort intérêt humain, technique et économique. Ce qui lui a permis de se diversifier dans de nombreux domaines d'utilisation qui sont les suivants :

6-1 L'industrie :

Les robots d'usine ont pris en charge la plupart des tâches qui exigent un niveau de précision plus élevé, une vitesse supérieure et de la patience. Les usines automobiles utilisent des robots pour couper et assembler des pièces. Dans les chaines d'assemblage, on retrouve des robots soudeurs, manipulateurs, peintres.

Figure 07 : robot industriel.



Source :https://www.kuka.com/fr-ca/produits-et-prestations/syst%C3%A8mes-de-robots /articles-d-expert/article-robot-industriel ,date**:** 10/05/2022

6-2- L'agriculture :

La robotique permet désormais aux agriculteurs d'être plus efficaces et plus productifs dans la gestion des cultures car ils peuvent effectuer des tâches humaines à répétition de manière efficace et plus efficiente.

Figure 08:robot de L'agriculture.



Source : https://www.lejdd.fr/Societe/Sciences/agriculture-les-robots-au-secours-du-bio-3908683, date**:** 10/05/2022

6-3- L'Armée :

La technologie robotique est de plus en plus utilisée par les militaires pour les missions de recherche et de sauvetage. La miniaturisation permet aujourd'hui de créer des robots discrets mais dotés de plusieurs capteurs parfaits pour les espionnages et les missions d'infiltration.

Figure 09 : robot de L'Armée



Source : https://usbeketrica.com/fr/article/robots-tueurs-course-armement-rapport,date: 10/05/2022.

6-4- La médecine :

Dans le domaine médical, un robot peut être utilisé pour effectuer des opérations trop délicates pour les mains d'un chirurgien ou comme aide lors d'opérations régulières telles que les pontages coronariens. 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.

Figure 10 :robot médecine



Source : https://www.gustaveroussy.fr/fr/chirurgie/chirurgie-robotique , date: 10/05/2022

6-5-Autres Usage de la Robotique :

- Les scientifiques envoient des robots pour explorer les surfaces de la lune ou de planètes comme Mars, tandis que d'autres robots vont dans l'espace pour réparer des équipements spatiaux.
- La robotique domestique met également à la disposition de tout un chacun des appareils d'aide aux ménages, la surveillance…
- Il existe des Robots jouets pour les enfants et pour les amateurs de Robots. Certains d'entre eux ressemblent à l'idée moyenne de ce à quoi un robot devrait ressembler. Ces jouets accomplissent des tâches simples comme marcher, danser ou parler sur commande.
- Bien que vous n'ayez pas l'impression d'avoir affaire à un robot, l'utilisation de la voie de caisse automatique à l'épicerie ou l'achat de billets dans un kiosque au cinéma implique de même une interaction avec des robots.[5]

[5]https://robotsmali.org/fr/univers-de-la-robotique-les-domaines-dapplication/, date :23/03/2022

7-composition d'un robot :

Un robot est un assemblage complexe de pièces mécaniques, électro-mécanique ou pièces électroniques. L'ensemble est piloté par une unité centrale appelée « système embarqué »: une simple séquence d'automatisme, un logiciel informatique ou une intelligence artificielle suivant le degré de complexité des tâches à accomplir. Lorsque les robots autonomes sont mobiles, ils possèdent également une source d'énergie embarquée: généralement une batterie d'accumulateurs électriques ou un générateur électrique couplé à un moteur à essence pour les plus énergivore.

7-1 capteur :

Les principales sortes de capteurs sont :

- Les sondeurs (ou télémètres) à ultrason ou Laser. Ces derniers sont à la base des scanners laser permettant à l'unité centrale du robot de prendre « conscience » de son environnement en 3D.
- Les caméras sont les yeux des robots. Il en faut au moins deux pour permettre la vision en trois dimensions. Le traitement automatique des images pour y détecter les formes, les objets, voire les visages, demande en général un traitement matériel car les microprocesseurs embarqués ne sont pas assez puissants pour le réaliser.
- Les roues codeuses permettent au robot se déplaçant sur roues, des mesures de déplacement précises en calculant les angles de rotation (information proprioceptive).

7-2-Les circuits électroniques

Les microprocesseurs ou les microcontrôleurs sont des éléments essentiel du système de pilotage d'un robot. Ils permettent l'exécution de séquences d'instruction ou de logiciels commandant la réalisation d'actions ou de fonctions du robot. On trouve souvent, dans les robots de petite taille, des composants à très faible consommation électrique, car ils ne peuvent emporter que des sources d'énergie limitées.

7-3-Les actionneurs

Les actionneurs les plus communs sont :

- des moteurs électriques rotatifs, qui sont fréquemment associés à des réducteurs mécaniques à engrenages.
- des vérins pneumatique, plus rarement hydraulique, alimentés par une pompe et permettant des actions toniques.

Un actionneur est le constituant d'un système mécanique (exemple: bras, patte, roue motrice…) réalisant une action motrice suivant un degré de liberté. Il anime les

interfaces haptiques réalisant les actions de saisies d'objets dans les applications de télémanipulation.

8- Les avantage et Les inconvénients liés à l'utilisation des robots :

8-1-Les avantages que présente l'utilisation des robots

Les robots présentent plusieurs atouts. Pour commencer, ils sont plus précis et plus réguliers que les humains. Or, la précision et la régularité sont des caractéristiques absolument indispensables dans l'industrie, en particulier lorsqu'on en vient à la production de masse. On peut attendre d'un robot qu'il effectue sans cesse le même mouvement pour découper ou assembler des éléments, ce que par ailleurs il accomplit considérablement plus vite.

Les robots présentent en plus l'avantage d'être infatigables, de sorte qu'ils peuvent fonctionner longtemps sans que la qualité du travail n'en souffre. Bien qu'ils présentent également des limites (ils peuvent être en surchauffe s'ils fonctionnent en continu), ils dépassent sans aucun doute les ouvriers de très loin dans le travail en termes d'endurance et de rigueur.

Un autre argument en faveur de l'utilisation des robots concerne le fait que seule une bonne ventilation et une régulation des taux d'humidité et de sécheresse de l'air de leur environnement leur est nécessaire pour fonctionner. Nul besoin de déjeuner, de chauffage ou d'air conditionné. À la différence des ouvriers, ils ne requièrent pas de lieu de travail qui ne soit pas dommageable pour leur santé ou qui ne présente aucun risque physique.

Et pour finir, les robots ne demandent aucun salaire, aucune prime ou toute autre forme de récompense. Pour toutes ces raisons, ils engendrent un coût bien moindre. Ils ne nécessitent que très peu de surveillance dans le travail et une maintenance périodique. De surcroît, ils peuvent fonctionner sur des sites dangereux comme par exemple des lieux exposés à des substances toxiques.

8-2-Les inconvénients liés à l'utilisation des robots

Mais l'utilisation de robots ne présente pas que des avantages, car les robots remplacent incontestablement les humains dans le travail. Les entreprises qui ont adopté l'automatisation par le biais de la robotique sont inévitablement amenées à supprimer les postes de certains de leurs employés. Certains affirment cependant que l'utilisation des robots par les entreprises sera à long terme bénéfique pour tout le monde. D'ailleurs, d'après les experts, les robots ne vont pas tout à fait remplacer le travail de l'homme. Dans un premier temps, même si certains perdent leur emploi, les avantages de la robotique sur les activités commerciales des entreprises pourront faire naître par la suite de nouvelles opportunités d'emploi. Il est toutefois nécessaire pour les employés d'améliorer leurs compétences afin de se doter des

qualifications leur permettant d'accéder à des emplois plus complexes et moins répétitifs qui ne soient justement pas à la portée des robots. D'autres affirmeraient néanmoins que rien ne remplace des emplois qui disparaissent.

Le prix des robots est également un frein à leur mise en activité, car ils ne sont pas bon marché: ils requièrent l'apport d'un capital très élevé que peu d'entreprises peuvent s'offrir. La maintenance et les réparations (en cas de dommage ou de dysfonctionnement) entraînent d'inévitables coûts supplémentaires.

De plus, les robots devront attendre des avancées significatives en matière d'intelligence artificielle pour aller au-delà des programmes pour lesquels ils sont conçus. Quelle que soit la durée de leur service, ils ne progresseront jamais comme des ouvriers qui cherchent à apprendre de leurs expériences ou qui visent des promotions de poste leur permettant d'accéder à des positions plus élevées.

En outre, si la réalisation du projet n'est pas pensée jusqu'au bout, le travail des robots ne donnera pas les résultats escomptés. Les robots destinés à servir dans un hôtel conceptuel au Japon, par exemple, ont été un échec, non seulement en raison d'une mauvaise réalisation du concept mais également parce qu'ils ne fonctionnaient pas assez bien pour pouvoir séduire une clientèle internationale. En dehors de l'attrait de la nouveauté, ils ne présentaient aucun intérêt. Si au moins ils avaient été capables de traduire en différentes langues ou d'interagir comme le font Siri ou Alexa, mais ce ne fut même pas le cas. On ne leur demandait pourtant pas d'effectuer de tâches complexes comme des traductions techniques. Ils devaient simplement aller vers les clients, être un peu plus opérationnels et surtout être capables d'effectuer le travail pour lequel ils avaient été conçus.

Les robots peuvent être un soutien exceptionnel pour l'homme mais ils sont loin d'être parfaits. Lorsque leur mise en service créé des difficultés, elle peut entrainer des situations extrêmement délicates, en particulier depuis le recours massif à l'automatisation. Les ouvriers ont la faculté de stopper un processus de fabrication s'ils se rendent compte d'une erreur. Les robots, quant à eux, ne cesseront de faire ce pourquoi ils ont été programmés à moins d'être dotés d'un système de détection élaboré ou d'une intelligence artificielle capable de repérer un problème et de le résoudre de manière adéquate.[6]

[6]https://ela-newsportal.com/fr/comment-les-robots-vont-ils-changer-le-monde-2/, date :23/05/2022

Conclusion :

La robotique a toujours été en constante évolution envergure qu'ils soient sociaux ou économiques. Grâce aux avancées technologiques et informatiques, l'intelligence artificielle dont sont équipés les robots actuels pourrait grandement s'améliorer. Les conséquences seraient alors multiples, les robots seraient de plus en plus évolués et de plus en plus présents dans notre société.

Alors oui, les robots, aujourd'hui, ont un impact dans notre société mais il n'est rien comparé à celui qu'il sera demain. Bientôt, les robots feront partie de notre quotidien.

Chapitre II :
Présentation matérielle et logiciel

1-Introduction :

Avant d'entamer le troisième chapitre qui est le coeur de notre projet, nous allons présenter au cours de ce chapitre un ensemble d'éléments nécessaires à la fabrication de notre main .

Dans la partie conception matérielle nous fournirons un ensemble d'informations sur la carte de commande Arduino telles que sa définition, son principe de fonctionnement, les types et les familles de carte Arduino…etc, ainsi que le Capteur de flexion , servomoteur , Arduino nrf024 qui est l'outil de communications avec notre bras manipulateur et ses caractéristiques, finalement les servomoteurs et leur fonctionnement. Dans la partie logicielle, nous allons décrire les logiciels utilisés, tels que « l'IDE », pour programmer Arduino , Le circuit de commande de notre système est basé complètement sur un circuit programmable dit « Arduino », l'avantage de ce dernier est de minimiser la surface des cartes électroniques et par conséquent minimiser la quantité de composants électroniques utilisés.

2-Pourquoi les cartes Arduino? :

La carte Arduino a été utilisée pour réalisation de différents projets d'ingénierie et différentes applications. Le logiciel Arduino est très simple à utiliser pour les débutants, mais suffisamment flexible pour les utilisateurs avancés. Il exécute Windows, Linux et Mac. Les enseignants et les élèves des écoles l'utilisent pour concevoir des instruments scientifiques à faible coût, Arduino simplifie également le processus de travail du microcontrôleur, mais il offre certains avantages par rapport aux autres systèmes pour les enseignants, les étudiants et les débutants.

Peu coûteux

Multiplateforme

L'environnement de programmation simple et clair

Logiciel open source et extensible

Matériel open source et extensible

3-La fonction de la carte Arduino :

La flexibilité de la carte Arduino est énorme pour que l'on puisse faire tout ce qu'il imagine. Cette carte peut être connectée très facilement à différents modules tels que des capteurs d'obstacles, des détecteurs de présence, des capteurs d'incendie, des modules GSM, des modules GPS, etc. La fonction principale de la carte Arduino est de contrôler l'électronique en lisant les entrées et de la changer en sorties car cette carte fonctionne comme un outil. Cette carte est également utilisée pour réaliser différents projets électroniques dans le domaine de l'électronique, de l'électrique, de la robotique, etc.[7]

4-carte Arduino :

Arduino est la marque d'une plateforme de prototypage open-source qui permet aux utilisateurs de créer des objets électroniques interactifs à partir de cartes électroniques matériellement libres sur lesquelles se trouve un microcontrôleur

[7] https://fr.jf-parede.pt/what-are-different-types-arduino-boards , date 12/05/2022

(d'architecture Atmel AVR comme l'Atmega328p, et d'architecture ARM comme le Cortex-M3 pour l'ArduinoDue)[8].

Figure 11: quelques types d'Arduino



Source : http://npoulain.fr/intro-arduino , date:11/05/2022

4-.1 Présentation générale de Arduino :

Le système Arduino est une carte électronique basée autour d'un microcontrôleur et de composants minimum pour réaliser des fonctions plus ou moins évoluées à bas coût. Elle possède une interface usb pour la programmer. C'est une plateforme open-source qui est basée sur une simple carte à microcontrôleur (de la famille AVR), et un logiciel, véritable environnement de développement intégré, pour écrire, compiler et transférer le programme vers la carte à microcontrôleur.

Arduino peut être utilisé pour développer des applications matérielles industrielles légères ou des objets interactifs (création artistiques par exemple), et peut recevoir en entrées une très grande variété de capteurs. Arduino peut aussi controler une grande variété d'actionneurs (lumières, moteurs ou toutes autres sorties matériels). Les projets Arduino peuvent être autonomes, ou communiquer avec des logiciels sur un ordinateur (Flash, Processing ou MaxMSP)[9]

[8] https://fr.wikipedia.org/wiki/Arduino,date: 15/04/2022
[9] https://www.electronique-mixte.fr/formation-pdf/formation-pdf-microcontroleurs-microprocesseurs/cours-2-la-carte-arduino-uno/, Cours-Microcontrôleur-microprocesseur-2, date: 15/04/2022

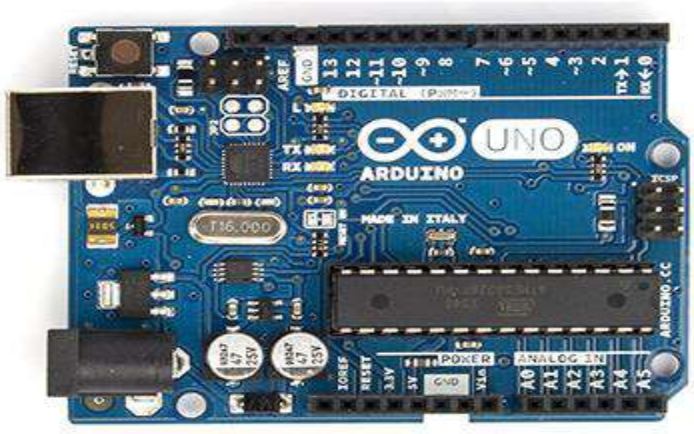
4-2- les différents quelques types de cartes Arduino :

La carte Arduino a été conçue dans l'Ivrea Interaction Design Institute destinée aux étudiants sans connaissances en électronique et en programmation. Cette carte a commencé à évoluer pour s'adapter aux nouvelles exigences et défis, Toutes les cartes sont entièrement open-source, permettant aux utilisateurs de les construire séparément et enfin de les adapter à leurs besoins exacts. Au fil des ans, les différents types de Arduino des planches ont été utilisées pour construire des milliers de projets, des objets quotidiens aux instruments scientifiques composés. Une communauté internationale de designers, d'artistes, d'étudiants, de programmeurs, d'amateurs et d'experts s'est réunie autour de cette étape open-source, leurs dons se sont ajoutés à une quantité incroyable de connaissances disponibles qui peuvent être d'une immense aide pour les débutants et les spécialistes. Cet article présente un aperçu de différents types de cartes Arduino et leur comparaison.

4-2- 1-Arduino Uno :

L'Uno est une énorme option pour votre Arduino initial. Cette carte Arduino dépend d'un microcontrôleur basé sur ATmega328P. Par rapport aux autres types de cartes Arduino, elle est très simple à utiliser comme la carte de type Arduino Mega. .Il se compose de 14 broches d'E / S numériques, où 6 broches peuvent être utilisées comme PWM (modulation de largeur d'impulsion sorties), 6 entrées analogiques, un bouton de réinitialisation, une prise d'alimentation, une connexion USB, un en-tête de programmation série en circuit (ICSP), etc. Il comprend tout ce qui est nécessaire pour maintenir le microcontrôleur, il suffit de le connecter à un PC avec le l'aide d'un câble USB.

Figure 12: Arduino Uno



Source :https://www.editions-eni.fr/open/mediabook.aspx?idR=8457f073dc836b48a324c65a97bdc71b. date: 15/04/2022

4-2- 2-Arduino Nano :

Il s'agit d'une petite carte basée sur les microcontrôleurs comme ATmega328P sinon ATmega628 mais la connexion de cette carte est la même que celle de la carte Arduino UNO. Ce type de carte microcontrôleur est de très petite taille, durable, flexible et fiable.

Par rapport à la carte Arduino Uno, elle est de petite taille. Les appareils tels que mini USB et Arduino IDE sont nécessaires pour construire les projets. Cette carte comprend principalement les broches analogiques 8, les broches numériques 14 avec l'ensemble d'une broche E / S, les broches d'alimentation 6 et les broches RST (réinitialisation)-2.

Figure 13: Arduino nano



Source :https://boutique.semageek.com/fr/1427-clone-arduino-nano-3009526789281.html, date: 15/04/2022

4-2- 3-Arduino Micro

La carte Arduino Micro dépend principalement du microcontrôleur basé sur ATmega32U4 qui comprend 20 jeux de broches où les 7 broches sont des broches PWM, 12 broches d'entrée analogiques. Cette carte comprend différents composants comme un en-tête ICSP, un bouton RST, une petite connexion USB, un oscillateur à cristal de 16 MHz. La connexion USB est intégrée et cette carte est la version réduite de la carte Leonardo.

Figure 14: Arduino Micro

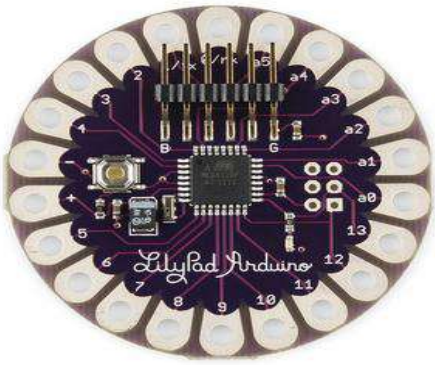


Source : https://www.electronicaembajadores.com/fr/Productos/Detalle/LCA1016/modules-electroniques/arduino/arduino-micro-5-v-16-mhz-a000053, date: 15/04/2022

4-2- 4-Carte LilyPad Arduino :

La carte Lily Pad Arduino est une technologie e-textile portable développée par Leah «Buechley» et soigneusement conçue par «Leah et SparkFun». Chaque planche a été conçue de manière imaginative avec d'énormes coussinets de connexion et un dos lisse pour leur permettre d'être cousus dans des vêtements à l'aide d'un fil conducteur. Cet Arduino comprend également des cartes d'E / S, d'alimentation et de capteurs spécialement conçues pour les textiles électroniques. Ceux-ci sont même lavables!

Figure 15: Carte LilyPad Arduino

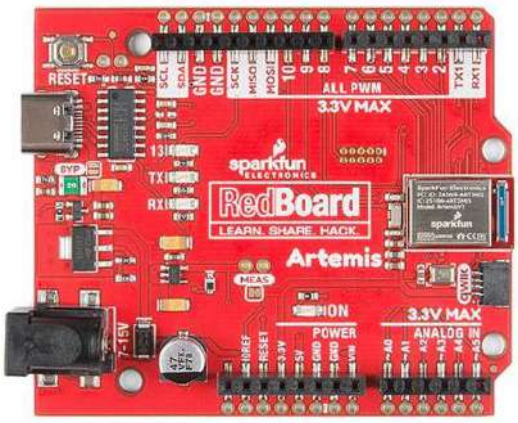


Source : https://www.editions-eni.fr/open/mediabook.aspx?idR=5a40e2d83baf49abf69446e273433dc9, date: 15/04/2022

4-2- 5-Carte Arduino RedBoard

La carte RedBoard Arduino peut être programmée à l'aide d'un câble USB Mini-B à l'aide de l'IDE Arduino. Il fonctionnera sous Windows 8 sans avoir à modifier vos paramètres de sécurité. Il est plus constant en raison de la puce USB ou FTDI que nous avons utilisée et il est également entièrement plat à l'arrière. Le créer est très simple à utiliser dans la conception du projet. Branchez simplement la carte, sélectionnez l'option de menu pour choisir un Arduino UNO et vous êtes prêt à télécharger le programme. Vous pouvez contrôler le RedBoard via un câble USB en utilisant la prise jack cylindrique.

Figure 16: Carte redboard Arduino

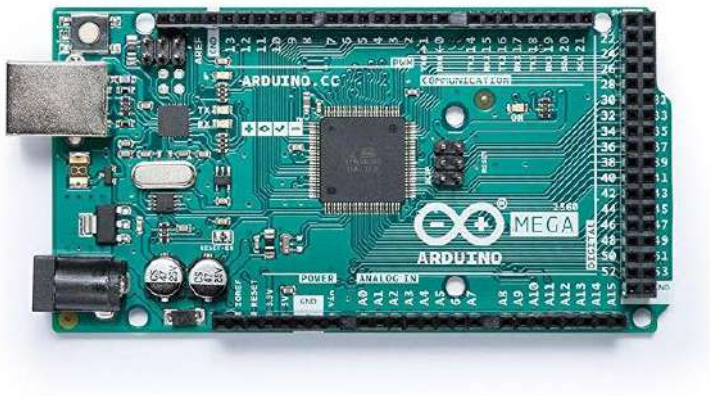


Source : https://www.newegg.com/sparkfun-dev-15444/p/285-000C-00014, date: 15/04/2022

4-2- 6-Carte Arduino Mega :

L'Arduino Mega est similaire au grand frère de l'UNO. Il comprend de nombreuses broches d'E / S numériques (à partir de là, 14 broches peuvent être utilisées comme PWM o / ps), 6 entrées analogiques, un bouton de réinitialisation, une prise d'alimentation, une connexion USB et un bouton de réinitialisation. Il comprend tout ce qui est nécessaire pour maintenir le microcontrôleur, il suffit de le connecter à un PC à l'aide d'un câble USB . Le grand nombre de broches rend cette carte Arduino très utile pour la conception de projets qui nécessitent un tas d'i / ps ou o / ps numériques comme de nombreux boutons.

Figure 17: Carte Arduino Mega

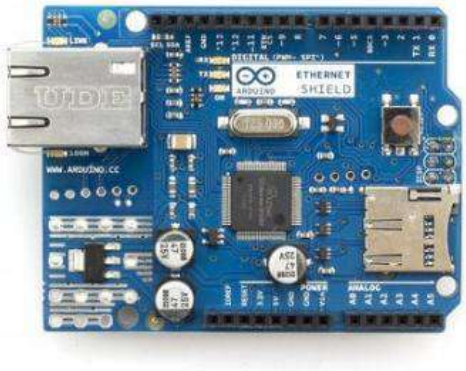


Source :http://monter-son-pc.info/faire-son-premier-projet-avec-une-carte-arduino-mega/, date: 15/04/2022

4-2- 7-Ethernet Arduino

La carte Ethernet Arduino dépend du microcontrôleur comme ATmega328. Ce type de carte microcontrôleur comprend des broches analogiques-5, des broches E / S numériques-14, un bouton RST, une connexion RJ45, un oscillateur à cristal, une prise d'alimentation, un en-tête ICSP, etc. La connexion de la carte Arduino peut être effectuée via Ethernet bouclier à Internet.

Figure 18: Carte Ethernet Arduino



Source : https://www.indiamart.com/proddetail/arduino-ethernet-shield-rev3-without-poe-module-8572378255.html, date: 15/04/2022

4-3- Comment sélectionner la bonne carte Arduino?:

Il existe aujourd'hui sur le marché différents types de cartes Arduino, telles que FreeDuino et NetDuino. La meilleure façon de sélectionner la carte Arduino est de vérifier et de différencier les noms commerciaux sur les cartes d'origine. Il est donc facile d'obtenir des cartes Arduino à bas prix via des sites en ligne ainsi que des magasins électroniques. Ces cartes sont disponibles avec différentes versions ainsi que des spécifications.

La programmation de toutes les cartes peut être effectuée avec le logiciel Arduino IDE qui permet à quiconque d'écrire et de télécharger le code, mais chaque carte varie en fonction des entrées, des sorties, de la vitesse, du facteur de forme, de la tension, etc. faire fonctionner ces cartes vont de 3,7V à 5V.[10]

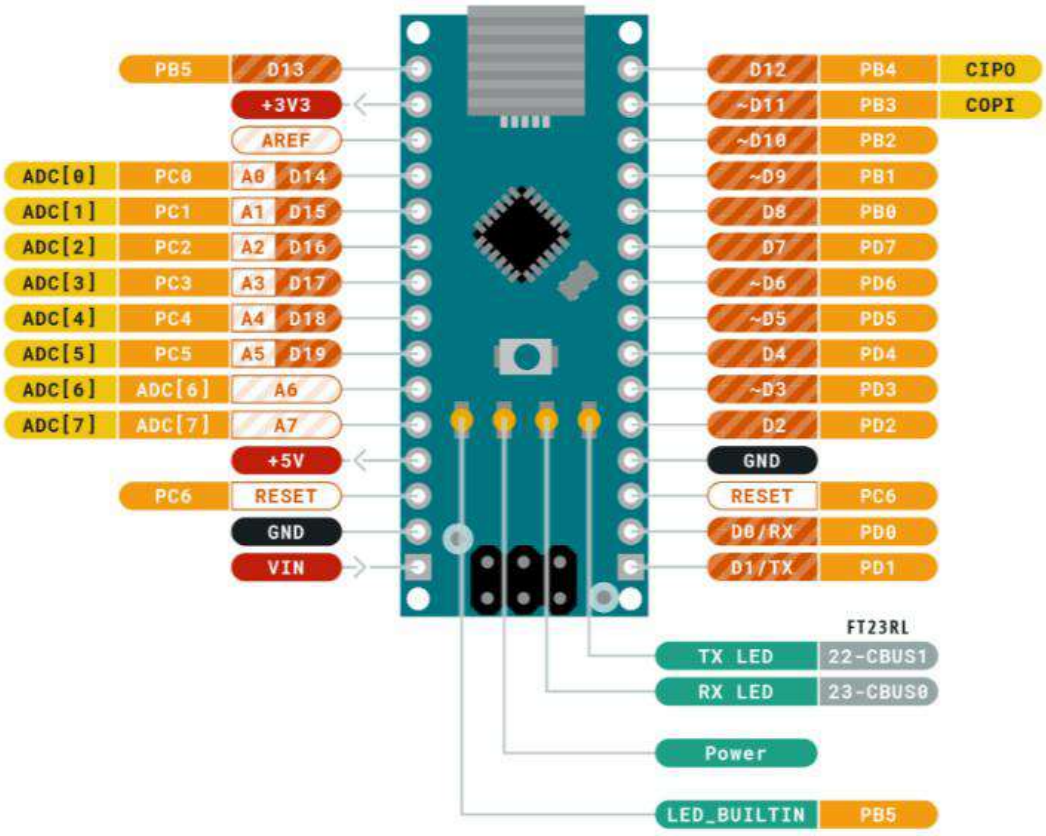
4-4- Arduino nano :

La carte Arduino Nano est tout comme l'Arduino Uno, basée sur un ATMega328 couplé à un quartz de 16 MHz. C'est en fait exactement l'équivalent d'une Arduino Uno mais dans un format réduit compatible au format standard DIL30. De ce fait l'Arduino Nano peut être directement et facilement insérée sur une breadboard ou soudée sur vos propres cartes électroniques, ce qui facilite grandement son utilisation. Sa taille réduite (45 x 18 x 18 mm) et son poids très faible (environ 5g) en fait un élément idéal pour les petits robots et autre systèmes électroniques embarqués.[11]

L'Arduino Nano contient toute l'électronique nécessaire pour facilement programmer et utiliser le microcontrôleur intégré[12].

[10] https://fr.jf-parede.pt/what-are-different-types-arduino-boards, date : 11/05/2022 .
[11] https://fr.jf-parede.pt/what-are-different-types-arduino-boards, date : 11/05/2022 .
[12] https://www.robot-maker.com/shop/arduino-officielles/107-arduino-nano-officiel-107.html ,date 15/04 /2022

Figure 19: porte arduino nano



Source :https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-nano/ ,date 22/04/2022

4-4 -1-Caractéristiques techniques :

- Port USB
- 5V régulé sur broche indiquée 5V
- 6 à 20 V max, recommandé 7 à 12V, sur la broche Vin
- Microprocesseur: ATMega328
- Mémoire flash: 32 ko
- Mémoire SRAM: 2 ko
- Mémoire EEPROM: 1 ko
- 20 broches d'entrées sorties
- dont 6 broches PWM
- dont 6 broches entrées analogiques 10 bits
- 2 broches uniquement entrée analogique 10 bits supplémentaires
- Courant par entrées-sorties: 40 mA
- Fréquence d'horloge: 16 MHz
- Bus série, I2C et SPI
- Gestion des interruptions
- Prise USB: mini-USB B

- Boîtier DIL30
- Dimensions: 45 x 18 x 18 m
- Poids: 5g[13]

4-4 -2-Description de la carte :

La carte Arduino Nano 3.0 est basée sur un ATMega328. Sa mémoire de 32 kB et ses E/S font de ce circuit un élément idéal pour les systèmes embarqués ou pour des applications nécessitant du multitâches

La Nano 3.0 peut se programmer avec le logiciel Arduino. Le contrôleur ATMega328 contient un bootloader qui permet de modifier le programme sans passer par un programmateur. Le logiciel est téléchargeable gratuitement[14].

a-Alimentation :

L'Arduino Nano peut être alimenté via la connexion USB Mini-B, ou par une alimentation externe non régulée 6-20 V (broche 30) ou une alimentation externe régulée 5 V (broche 27). La source d'alimentation est automatiquement sélectionnée pour la source de tension la plus élevée[15].

b-Les broches Entrées / sorties :

Il y a au total 14 broches numériques et 8 broches analogiques sur une carte Nano.Les broches numériques peuvent être utilisées pour interfacer les capteurs en les utilisant comme broches d'entrée ou pour piloter des charges en les utilisant comme broches de sortie.

Une fonction simple comme pinMode () et digitalWrite () peut être utilisée pour contrôler leur fonctionnement.

La tension de fonctionnement est 0V et 5V pour les broches numériques.

Les broches analogiques peuvent mesurer une tension analogique de 0V à 5V en utilisant l'une des 8 broches analogiques à l'aide d'une fonction simple, comme analogRead ().

En plus de servir leur objectif, ces broches peuvent également être utilisées à des fins spéciales

b-1Les broches de liaison série 0 (Rx) et 1 (Tx):

Les broches Rx et Tx sont utilisées pour recevoir et transmettre des données série TTL.Ils sont connectés à la puce série ATmega328P USB à TTL correspondante.

b-2Les broches d'interruption externes 2 et 3:

Ces broches peuvent être configurées pour déclencher une interruption sur une valeur faible, un front montant ou descendant ou un changement de valeur.

[13] [13] https://www.robot-maker.com/shop/arduino-officielles/107-arduino-nano-officiel-107.html ,date 15/04 /2022

[14] https://www.redohm.fr/2018/02/arduino-module-arduino-nano/#Description%C2%A0de%20la%20carte%20Arduino%20Nano date 15/04 /2022

[15] https://www.redohm.fr/2018/02/arduino-module-arduino-nano/#Documentation%20sur%20les%20sp%C3%A9cifications%20techniques

b-3Les broches PWM 3, 5, 6, 9 et 11:

Ces broches fournissent une sortie PWM 8 bits en utilisant la fonction analogWrite ().

b-4Les broches SPI 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) et 13 (SCK):

Ces broches sont utilisées pour la communication SPI.

b-5La broche 13 LED intégrée :

Cette broche est connectée à une LED intégrée.Lorsque la broche 13 est HIGH, la LED est allumée et lorsque la broche 13 est BAS, elle est éteinte.

b-6L'I2C A4 (SDA) et A5 (SCA):

Utilisés pour la communication I2C à l'aide de la librairie Wire.

b-7AREF:

Utilisé pour fournir une tension de référence aux entrées analogiques dotées de la fonction analogReference ().

b-8La broche reset:

Si cette broche est au niveaux bas, le microcontrôleur est réinitialisé.[16]

4-4-3-Spécifications techniques de l'Arduino Nano:

Microcontrôleur	ATmega328P – microcontrôleur de la famille AVR 8 bits
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'entrée recommandée pour la broche Vin	7-12V
Broches d'entrées analogiques	6 (A0 – A5)
Broches d'E/S numériques	14 (Dont 6 fournissent une sortie PWM)
Courant CC sur les broches d'E/S	40 mA
Courant continu sur la broche de 3,3 V	50 mA
Mémoire flash	32 KB (2 KB est utilisé pour Bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Fréquence (vitesse d'horloge)	16 MHz
Communication	I2C, SPI, USART

[17]

[16] https://www.microdomotique.fr/larduino-nano/#Alimentation_de_lrsquoArduino_Nano, date 15/04/2022
[17] https://www.microdomotique.fr/larduino-nano/#Les_applications , date 15/04/2022.

4-5-Présentation Structure d'un programme (EDI) Arduino :

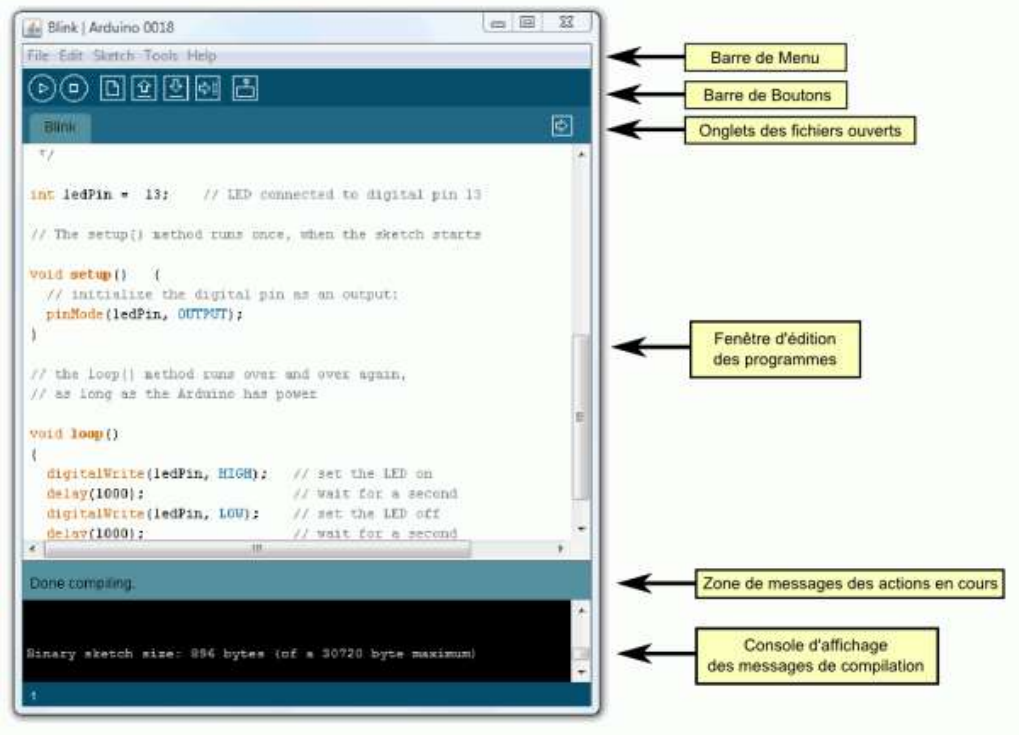
A- Description de l'interface :

Le logiciel Arduino a pour fonctions principales :

- de pouvoir écrire et compiler des programmes pour la carte Arduino
- de se connecter avec la carte Arduino pour y transférer les programmes
- de communiquer avec la carte Arduino
- Cet espace de développement intégré (EDI) dédié au langage Arduino et à la programmation des cartes Arduino comporte :
- une **BARRE DE MENUS** comme pour tout logiciel une interface graphique (GUI),
- une **BARRE DE BOUTONS** qui donne un accès direct aux fonctions essentielles du logiciel et fait
- un **EDITEUR** (à coloration syntaxique) pour écrire le code de vos programme, avec onglets de navigation,
- **une ZONE DE MESSAGES** qui affiche indique l'état des actions en cours,
- une **CONSOLE TEXTE** qui affiche les messages concernant le résultat de la compilation du programme
- un **TERMINAL SERIE** (fenêtre séparée) qui permet d'afficher des messages textes reçus de la carte Arduino et d'envoyer des caractères vers la carte Arduino. Cette fonctionnalité permet une mise au point facilitée des programmes, permettant d'afficher sur l'ordinateur l'état de variables, de résultats de calculs ou de conversions analogique-numérique : un élément essentiel pour améliorer, tester et corriger ses programmes.[18]

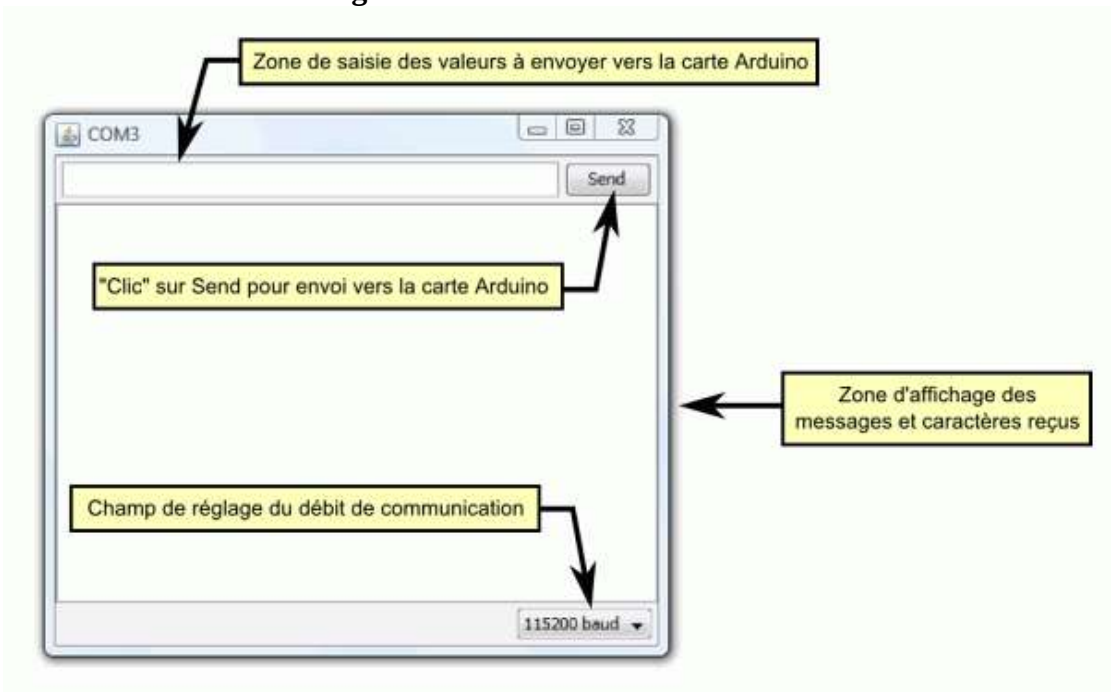
[18] https://www.electronique-mixte.fr/formation-pdf/formation-pdf-microcontroleurs-microprocesseurs/cours-2-la-carte-arduino-uno/, Cours-Microcontrôleur-microprocesseur-2, date: 15/04/2022

Figure 20 : présentation des éléments de l'arduino software



Source :https://www.electronique-mixte.fr/formation-pdf/formation-pdf-microcontroleurs-microprocesseurs/cours-2-la-carte-arduino-uno/, Cours-Microcontrôleur-microprocesseur-2, date: 15/04/2022

Figure 21 : module terminal serie



Source :https://www.electronique-mixte.fr/formation-pdf/formation-pdf-microcontroleurs-microprocesseurs/cours-2-la-carte-arduino-uno/,Cours-Microcontrôleur-microprocesseur-2, date: 15/04/2022

B-Description de la structure d'un programme :

Un programme utilisateur Arduino est une suite d'instructions élémentaires sous forme textuelle, ligne par ligne. La carte lit puis effectue les instructions les unes après les autres, dans l'ordre défini par les lignes de code, comme mors d'une programmation classique. Cette structure se décompose en trois parties :

- Description des constantes et variables du programme
- Fonction principale : configuration des entrées/sorties et éléments à configurer (cette partie ne sera exécutée qu'une seule fois) dans le partie VOID SETUP()
- Fonction boucle : description du fonctionnement général du programme (gestion des interactions entre les entrées/sorties) dans la partie VOID LOOP()

Figure 22 : fenêtre graphique de l'EDI



Source :https://www.electronique-mixte.fr/formation-pdf/formation-pdf-microcontroleurs-microprocesseurs/cours-2-la-carte-arduino-uno/,Cours-Microcontrôleur-microprocesseur-2, date: 15/04/2022

B -1- Définition des variables et constantes :

Dans cette partie, on déclare des éléments utilisés tout au long du programme : les constantes (statiques) et les variables (dynamiques). Ce sont des emplacements mémoire utilisés pour stocker des données (des valeurs) utilisables dans la suite du programme.

B -1-1-Variable :

Une variable peut aussi bien représenter envoyées tape de calcul numéro ‘physique’ de ces entrées ou sorties. Une “variable” n’est donc pas exclusivement un paramètre variant dans le programme. On la déclare de la façon suivante :

TYPE_DE_LA_DONNEE NOM_DE_LA_DONNEE

Exemple : int led

B -1-2-Constante :

Une constante est une variable dont la valeur est inchangeable lors de l'exécution d'un programme. On la déclare de la façon suivante :

CONST TYPE_DE_LA_DONNEE NOM_DE_LA_DONNEE

Exemple : const int led

B -1-3-Les différents types de données:

En programmation informatique, un type de donnée, ou simplement type, définit les valeurs que peut prendre une donnée, ainsi que les opérateurs qui peuvent lui être appliqués.

nom du type	**valeur min/max**	**taille en memoire**
VALEURS BINAIRES		
boolean	0/1	1 octet
VALEURS NUMERIQUES ENTIERES SIGNEES		
int	-32 768 / +32 767	2 octets
long	-2 147 483 648 / +2 147 483 647	4 octets
VALEURS NUMERIQUES ENTIERES NON SIGNEES		
byte	0 / +255	1 octet
unsigned int	0 / +65535	2 octets
word	0 / +65535	2 octets
unsigned long	0/ +4 294 967 295	4 octets
VALEURS NUMERIQUES A VIRGULE		
float	-3.4028235E+38 / +3.4028235E+38	4 octets
double	-3.4028235E+38 / +3.4028235E+38	4 octets
CARACTERES		
char	-128 / +127 (ASCII)	1 octet

B-2-Fonction principale : void setup() :

Cette fonction n’est exécutée qu’une seule fois au démarrage du programme. Elle permet la configuration des entrées et sorties de la carte. Les broches numériques de l’Arduino peuvent aussi bien être configurées en entrées qu’en sorties. Ici on a configuré LED_Pin_13 en sortie.

pinMode (nom, état) est une des quatre fonctions relatives aux entrées et sorties numériques

void setup()

{

ici se trouve la configuration des entrées et des sorties

}

B -3-Fonction boucle : void loop() :

Cette fonction loop() (boucle en anglais) fait exactement ce que son nom suggère et s'exécute en boucle sans fin, permettant à votre programme de s'exécuter. Dans cette boucle, on définit les opérations. La fonction loop() est obligatoire, même vide, dans tout programme.

void loop()

{

ici se trouve la description générale du programme en boucle }[19]

C-Les operateur :

C-1-Les opérations arithmétiques :

Les opérations d'arithmétique incluent les additions, les soustractions, les multiplications et les divisions. Elles retournent respectivement la somme, la différence, le produit et le quotient des 2 opérants. L'opération est réalisée en utilisant les types de données des opérants, de façon à ce que, par exemple, 9 / 4 donnera 2 plutôt que 2,25 car 9 et 4 sont des entiers (int), or le type « int » ne peut être un chiffre à virgule. Cela veut aussi dire que le résultat peut être trop grand pour le type de variable initiale.

```
y = y + 3;
x = x - 7;
r = r / 5;
i = j * 6;
```

C-2-Les opérations d'incrémentation :

Les opérateurs d'incrémentation permettent de réaliser une opération simple, ils sont communément utilisés dans la boucle for, voir plus bas. Il en existe 2 : l'incrémentation et la décrémentation.

```
x ++ //équivaut à x = x + 1 ou d'incrémenter x par 1
x -- //équivaut à x = x - 1 ou de décrémenter x par 1
```

[19] https://www.electronique-mixte.fr/formation-pdf/formation-pdf-microcontroleurs-microprocesseurs/cours-2-la-carte-arduino-uno/, Cours-Microcontrôleur-microprocesseur-2, date: 15/04/2022

C-3-Les opérations de comparaison:

La comparaison d'une variable ou d'une constante avec une autre est souvent utilisée afin de tester si une condition spécifique est vraie ou non. Dans les exemples suivants, l'opérateur est utilisé pour indiqué une condition :

```
x == y //x est égal à y
x != y //x n'est pas égal à y
x < y //x est plus petit que y
x > y //x est plus grand que y
x <= y //x est plus petit ou égal à y
x >= y //x est plus grand ou égal à y
```

C-4- Les opérateurs logiques :

Les opérateurs logiques sont utilisés pour comparer deux expressions/conditions. Ils renvoient TRUE (vrai) ou FALSE (faux) selon l'opération. Il y a trois opérateurs logiques : AND (et), OR (ou) et NOT (contraire), ils sont souvent utilisés dans les if (voir plus bas) :

```
if (x > 0 && x < 5) //vrai seulement si les deux conditions sont vraies
if (x > 0 || y > 0) //vrai si une des condition est vraie
if (!x > 0) //vrai seulement si la condition est fausse
```

D-Les entrées et sorties numériques

D-1-pinMode(pin, mode) :

Utilisée dans le void setup(), cette fonction permet de configurer une broche soit en entrée (INPUT) soit en sortie (OUTPUT).

```
pinMode(broche, OUTPUT); //fixe la broche en sortie
```

D-2-digitalRead(pin) :

Cette fonction permet de lire la valeur à la broche digitale indiquée. La valeur lue étant soit HIGH soit La broche ciblée ne peut être qu'une variable ou une constante comprise entre 0 et 13 (pour les Arduino Uno).

```
valeur = digitalRead(broche); //assigne à "valeur" la valeur lue à la broche
```

D-3- digitalWrite(pin, value) :

Il s'agit du contraire de digitalRead() : cette fonction permet de fixer une sortie digitale soit au niveau HIGH soit au niveau LOW. Cette sortie est comprise entre 0 et 13 sur Arduino Uno et doit être spécifiée soit par une variable soit par une constante.

```
digitalWrite(broche, HIGH) //fixe la sortie "broche" à HIGH
```

E-Les entrées et sorties analogiques :

E-1-analogRead(pin) :

Cette fonction permet d'aller lire la valeur sur une sortie analogique avec 10 bits de résolution. Elle ne fonctionne que sur les broches analogiques (0-5) et renvoie un résultat compris entre 0 et 1023.

```
valeur = analogRead(broche); //assigne à "valeur" ce qui est lue sur la broche
```

E-2-analogWrite(pin, value) :

analogWrite permet d'envoyer un pseudo-signal analogique en utilisant le matériel via les broches possédant un « pulse width modulation » (PWM ou modulation de largeur d'impulsions). Sur les Arduino les plus récents (équipé du contrôleur ATmega168), cette fonctionnalité se trouve sur les broches 3, 5, 6, 9, 10 et 11. Sur les plus anciennes (ATmega8), seules les broches 9, 10 et 11 étaient équipées. Ce signal est envoyé sous forme de valeur, comprise entre 0 et 255.

```
analogWrite(broche, valeur); //envoie "valeur" sur la "broche" analogique
```

F- delay(ms) :

delay permet de marquer une pause dans le programme, le temps est en millisecondes

G- millis() :

Cette fonction renvoie le nombre de millisecondes écoulé depuis que l'Arduino a commencé à exécuté le programme actuel sous l'état d'un unsigned long.

H-La bibliothèque :

Une bibliothèque est un ensemble de fonctions qui s'ajoutent aux fonctions de base du logiciel de l'Arduino et qui adressent plus particulièrement un domaine spécifique de la programmation comme, par exemple :

- EEPROM – lire et écrire dans cette zone de mémoire permanente du micro-contrôleur

-LiquidCrystal – utiliser un écran LCD

-SD – lire et écrire une carte SD de technologie flash et formatée en FAT16 ou FAT32, sauf reformatage de votre part, toutes les cartes SD le sont

-Servo – piloter des servomécanismes[20]

5-analogique digitale convertir (adc) sur arduino :

Lorsque nous connectons des capteurs au microcontrôleur, la sortie du capteur est souvent de nature analogique. Mais le microcontrôleur traite les signaux numériques. Par conséquent, nous utilisons ADC entre le capteur et le microcontrôleur. Il convertit un signal analogique en numérique et le transmet au microcontrôleur. Il existe de nombreuses applications de l'ADC comme dans une application biométrique, la surveillance de l'environnement, la détection des fuites de gaz, etc.

Arduino NANO dispose de 6 canaux ADC 0n-board qui peuvent être utilisés pour lire le signal analogique dans la plage 0-5V.Il a 10 bits ADC signifie qu'il donnera une valeur numérique dans la plage de 0 à 1023 (2 ^ 10). C'est ce qu'on appelle la résolution qui indique le nombre de valeurs discrètes qu'il peut produire sur la plage de valeurs analogiques.

Calcul de la valeur de sortie numérique

Résolution ADC = Vref / ((2^n) - 1)

Sortie numérique = Vin / Résolution

Vref - La tension de référence est la valeur maximale que l'ADC peut convertir.

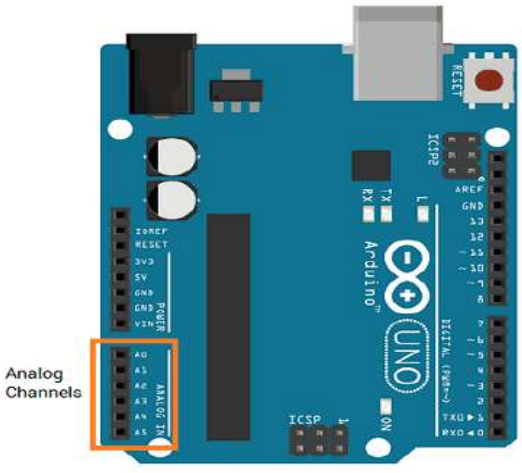
Pour faire simple, considérons que Vref vaut 5V,

Pour 0 Vin, valeur o/p numérique = 0

Pour 5 Vin, valeur o/p numérique = 1023 (10 bits)

Pour 2,5 Vin, valeur o/p numérique = 512 (10 bits)

Figure 23: Broches adc d'Arduino Uno



Source : https://www.electronicwings.com/arduino/adc-in-arduino, date :15/05/2022

[20] https://www.electronique-mixte.fr/arduino/, date :16/04/2022

5-1-Fonctions pour Arduino adc :

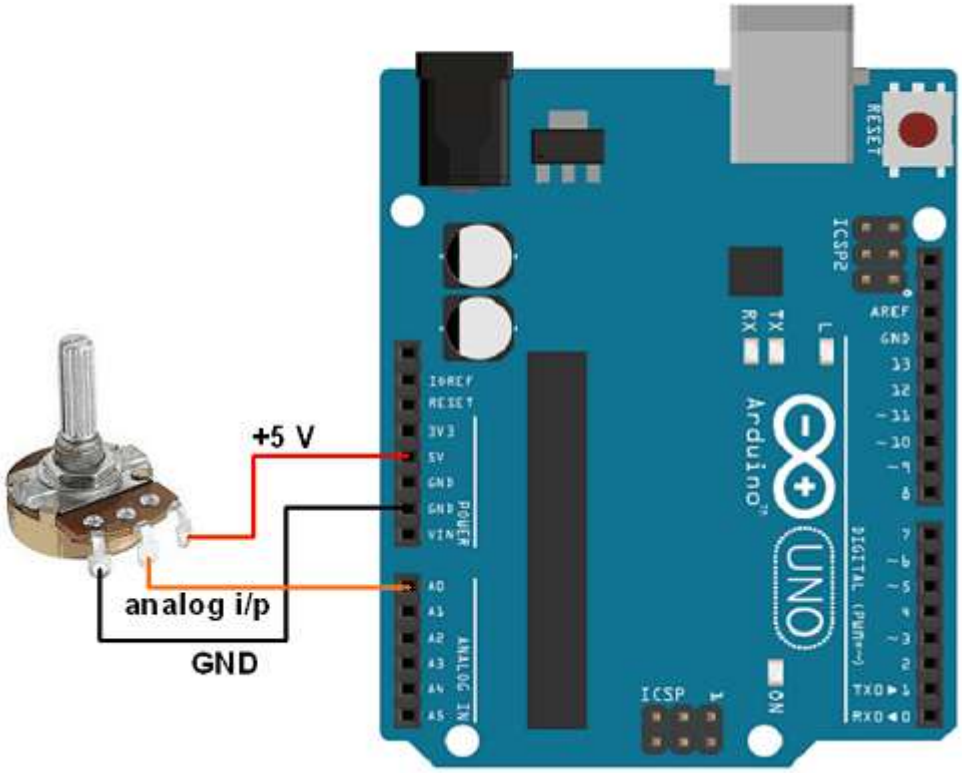
analogRead (pin) :Cette fonction est utilisée pour lire la valeur analogique à partir de la broche analogique spécifiée , par exemple. analogRead(A0) //lire la valeur analogique sur le canal A0

5-2-Lire la valeur analogique à l'aide d'Arduino :

Écrivons un programme pour lire une valeur analogique variable générée à l'aide d'un potentiomètre connecté au canal analogique A0. Affichez la valeur numérique sur le moniteur série que nous avons obtenu de l'ADC Arduino.

5-3-Schéma d'interfaçage :

Figure 24:Canal adc Arduino connecté au potentiomètre



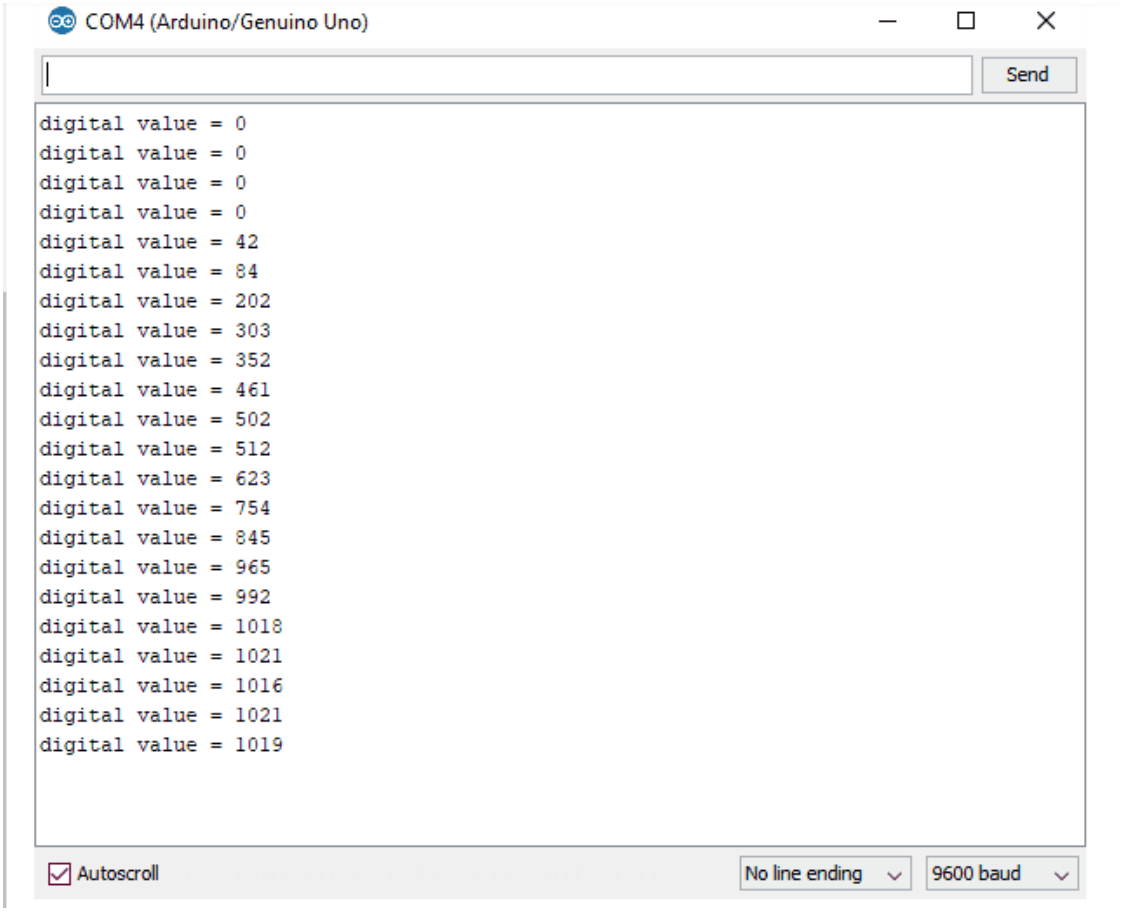
Source : https://www.electronicwings.com/arduino/adc-in-arduino,date: 15/05/2022

5-4-Esquisse pour la lecture de la valeur analogique:

```
int sensorPin = A0;  // broche d'entrée pour le potentiomètre
int digitalValue = 0;// variable pour stocker la valeur provenant du capteur
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  digitalValue = analogRead(sensorPin);// lire la valeur de la voie analogique
```

```
  Serial.print("digital value = ");
  Serial.println(digitalValue); // imprimer la valeur numérique sur le moniteur série
  delay(1000
}
```

Figure 25:Sortie sur moniteur série

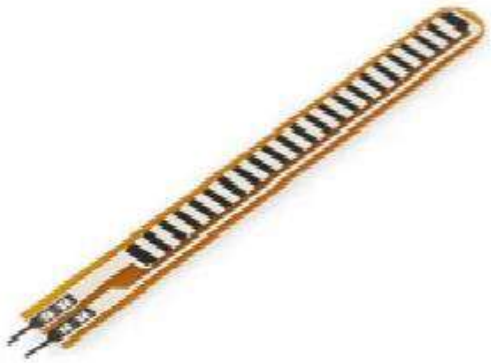


Source : https://www.electronicwings.com/arduino/adc-in-arduino,date: 15/05/2022

6-Capteur de flexion:

Une capteur de flexion (en anglais : flex sensor ou bend sensor) est un capteur électronique mesurant le taux de flexion, courbure ou torsion d'un élément. Il agit pour cela comme une potentiomètre, par une résistance variable, plus la flexion est importante, plus sa résistance augmente.

Figure 26 : capteur flex simple



Source :https://microcontrollerslab.com/flex-sensor-introduction-working/, date :23/04/2022

6-1-Utilisation :

Ce type de capteur est notamment utilisé dans les domaines de la robotique, du jeu virtuel, et du domaine médical[21]

6-2-Principe de fonctionnement du capteur flex:

Ce dispositif de capteur fonctionne sur le principe du moyen de bande de flexion lorsque sa bande est pliée, puis sa résistance est modifiée, laquelle est mesurée avec n'importe quel contrôleur. En d'autres termes, ce capteur fonctionne comme une résistance variable dont la résistance est modifiée lorsqu'il est plié. Ce changement de résistance dépend de la linéarité de la surface, ce qui signifie que la résistance de ce capteur serait différente à un angle différent, comme la résistance serait différente lorsqu'il est plat

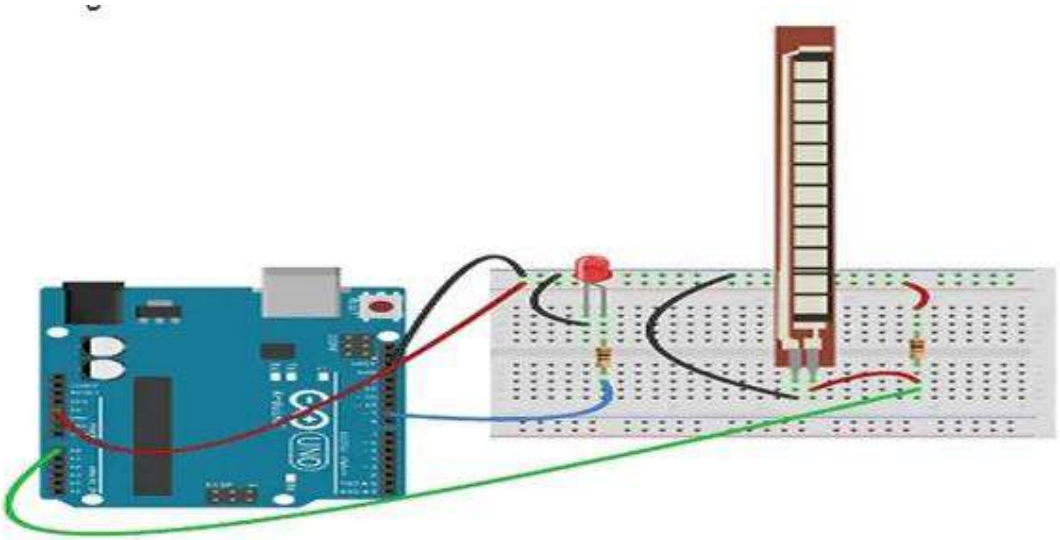
6-3-Comment interfacer le capteur Flex avec la carte Arduino :

Pour mesurer la courbure, l'angle de courbure de n'importe quel instrument, le capteur flexible est utilisé avec un type de contrôleur tel qu'un microcontrôleur ou Arduino, etc. Ici, nous expliquons à l'utilisateur comment l'interfacer avec la carte Arduino. Pour l'interfaçage avec la carte Arduino, ce capteur est alimenté avec la carte Arduino. Lorsqu'il est connecté à la carte Arduino, sa broche 1 est connectée à la broche + 5V de la carte Arduino via une résistance de 100K ohms et la broche 2 est directement connectée à la broche de terre Arduino. De même, un fil est connecté entre le point central de la résistance de 100K ohms et le capteur flexible à la broche A0 de la carte Arduino. Pour le contrôle proposé, une led est connectée au PWM sur la carte Arduino illustrée sur la figure22

[21]https://fr.wikipedia.org/wiki/Capteur_de_flexion, date :23/04/2022

[22] https://microcontrollerslab.com/flex-sensor-introduction-working/, date :23/04/2022

Figure 27: Interfaçage du capteur avec la carte Arduino

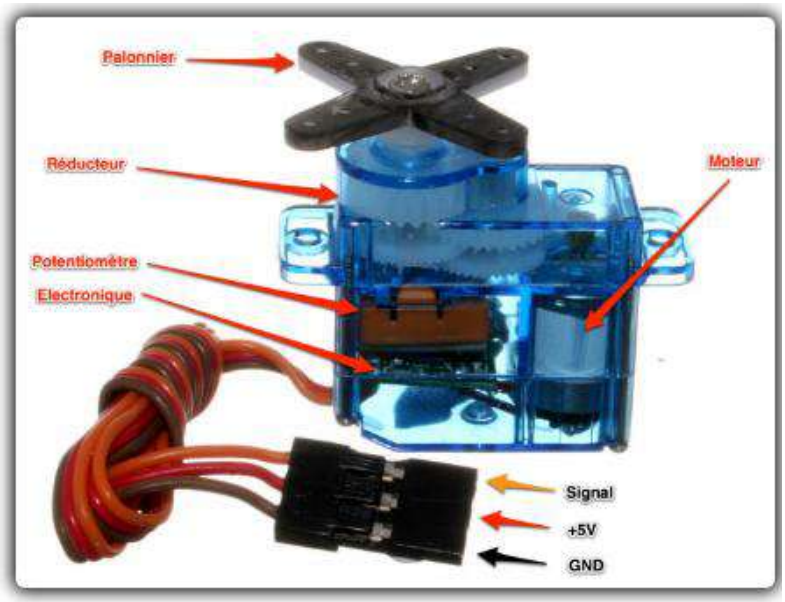


Source :https://microcontrollerslab.com/flex-sensor-introduction-working/, date :23/04/2022

7-servo moteur :

Le servomoteur appartient au groupe des moteurs électriques et se caractérise essentiellement par sa très grande capacité de régulation et par les possibilités de commande qui en découlent. Dans ce contexte, il permet un réglage exact de la position de l'angle, de l'accélération et de la vitesse. Afin de pouvoir offrir cette caractéristique, l'architecture essentielle du servomoteur se compose, en plus du moteur lui-même, d'un capteur de position du rotor compatible. Celui-ci, aussi appelé capteur de position, capteur de rotation ou feedback moteur, est capable d'enregistrer avec précision la position de l'arbre moteur à un moment précis**.**

Figure 28: servomoteur



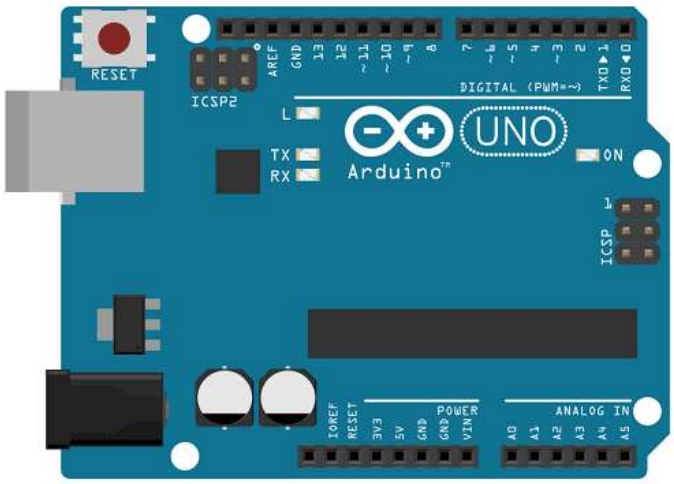
Source :https://arduino.developpez.com/tutoriels/arduino-a-l-ecole/?page=projet-12-utiliser-un-servomoteur ,date :11/05/2022

7-1-Les domaines et formes d'application :

Les servomoteurs sont d'abord utilisés dans des secteurs qui requièrent une précision et un dynamisme extrêmes. Ainsi, on les retrouve dans des installations industrielles et des fabrications automatisées, mais aussi dans diverses applications de conditionnement et des machines-outils. Ces dernières bénéficient particulièrement de technologies de commande et de régulation modernes, car elles permettent de façonner des pièces usinées, de formes mêmes complexes et fastidieuses à produire.

Un autre champ d'application des servomoteurs est le génie militaire. Les systèmes terrestres militaires, qui exigent essentiellement des temps de réaction courts et une grande fiabilité de tir, misent sur des servomoteurs dotés d'une électronique de régulation et de puissance hautement dynamiques et robustes. Ceux-ci sont souvent implémentés dans des dispositifs d'affichage. Le spectre d'utilisation du servomoteur s'étend toutefois bien au-delà des secteurs militaires et industriels. À l'échelle humaine, les servoactionneurs accomplissent des exploits dans le cadre des exosquelettes. Pour venir en aide aux personnes ayant des problèmes de santé – comme des handicaps ou des maladies telles que la fonte musculaire ou Parkinson – dans les mouvements quotidiens, plusieurs servomoteurs sont placés sur la structure porteuse. L'exosquelette est placé le long du corps et les servomoteurs qui le composent aident à l'enchaînement exact des mouvements déterminés et permettent le cas échéant au patient de se tenir debout ou de marcher[23].

Figure 29 :Contrôler un servomoteur avec Arduino



Carte Arduino UNO



Servomoteur

Source :https://www.robotique.tech/tutoriel/controler-un-servomoteur-avec-arduino/, date :11/05/2022

7-2-Montage

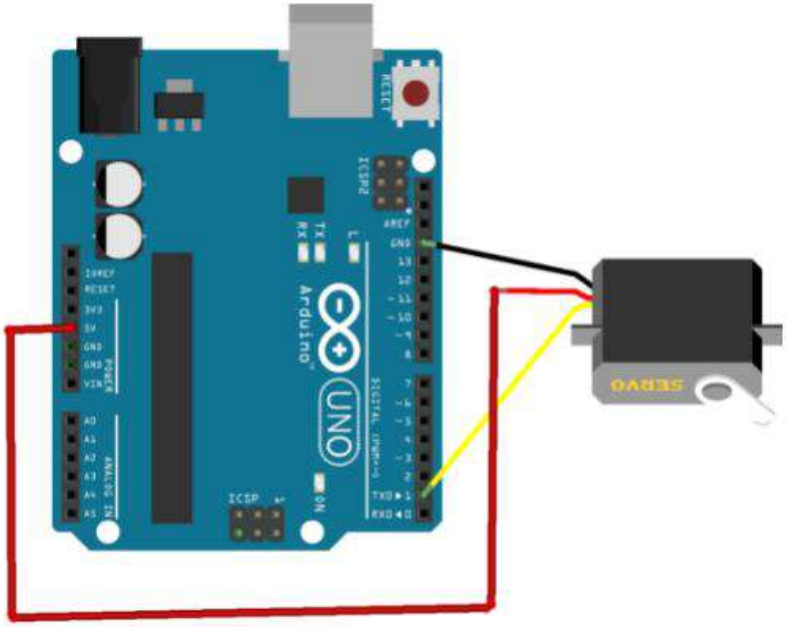
Le branchement est presque toujours le même et se fera à l'aide de 3 fils dont voici les principales couleurs que vous pourrez rencontrer :

- Rouge : fil de l'alimentation à relier à la broche 5V de l'Arduino

[23] https://harmonicdrive.de/fr/glossaire/servomoteur , date :26/04/2022

- Marron : fil à relier à la broche GND de l'Arduino
- Jaune : fil de signal de positionnement branché à la borne numérique N°1 de l'Arduino.

Figure 30 : Montage un servomoteur avec Arduino



Source :https://www.robotique.tech/tutoriel/controler-un-servomoteur-avec-arduino/, date :11/05/2022

7-3-Programme Arduino

```
*/
/* Inclut la lib Servo pour manipuler le servomoteur */
#include <Servo.h>
/* Créer un objet Servo pour contrôler le servomoteur */
Servo monServomoteur;

void setup() {
// Attache le servomoteur à la borne numérique PIN 1
monServomoteur.attach(1);
}

void loop() {
// Fait bouger le bras de 0° à 180°
for (int position = 0; position <= 180; position++) {
monServomoteur.write(position);
delay(15);
```

}}[24]

7-le transmetteur radio nrf24l01 :

Le transmetteur radio nRF24L01 est un module développé par Nordic Semiconductor, permettant d'émettre et de recevoir des données sur la gamme de fréquences de 2.4GHz (comme le WiFi ou le Bluetooth) en utilisant le protocole de communication propriétaire de Nordic nommé "ShockBurst". Ce protocole de communication permet à deux ou plusieurs transmetteurs d'échanger des données, avec adressage, gestion des erreurs de transmission et retransmission automatique en cas de non-réponse du destinataire25.

Figure 31: nrf24l01



Source : https://pecquery.wixsite.com/arduino-passion/le-transmetteur-radio-nrf24l01#:~:text=Le%20transmetteur%20radio%20nRF24L01%20est,de%20Nordic%20nomm%C3%A9%20%22ShockBurst%22., date :11/05/2022

7-1- connecter nrf24l01 avec arduino :

Le module nRF24L01 fonctionne a un niveau logique de 3,3 V, mais il supporte les signaux logiques de 5 V. Il peut donc être branché directement aux sorties numériques de l'Arduino sans qu'il soit nécessaire d'utiliser un convertisseur de niveau logique. Par contre, il est important de l'alimenter en 3,3 V et non en 5V.

C'est une bonne idée d'ajouter un condensateur d'environ 10 µF branché en parallèle avec l'alimentation,

7-2- Comment connecter nrf24l01 avec Arduino Uno:

GND du nRF24L01 : GND de l'Arduino

Vcc du nRF24L01 : 3V3 de l'Arduino

[24] https://www.robotique.tech/tutoriel/controler-un-servomoteur-avec-arduino/,date 26/04/2022

[25] https://pecquery.wixsite.com/arduino-passion/le-transmetteur-radio-nrf24l01#:~:text=Le%20transmetteur%20radio%20nRF24L01%20est,de%20Nordic%20nomm%C3%A9%20%22ShockBurst%22.,date :03/05/2022.

CE du nRF24L01 : pin 7 de l'Arduino

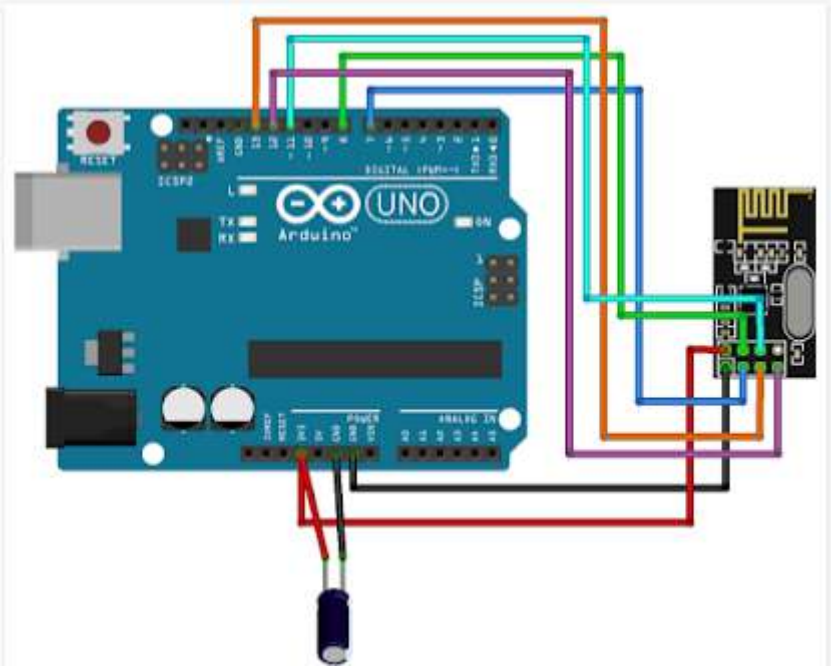
CSN du nRF24L01 : pin 8 de l'Arduino

SCK du nRF24L01 : pin 13 de l'Arduino

MOSI du nRF24L01: pin 11 de l'Arduino

MISO du nRF24L01: pin 12 de l'Arduino[26]

Figure 32: Montage un nrf24l01 avec Arduino



Source :http://electroniqueamateur.blogspot.com/2017/02/communication-par-nrf24l01-entre-deux.html

[26] http://electroniqueamateur.blogspot.com/2017/02/communication-par-nrf24l01-entre-deux.html ,date:03/05/2022

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons expliqué les deux grandes parties de notre projet, en En commençant par la partie matérielle, nous avons introduit la carte de contrôle qui est Arduino, Nous avons cité différentes familles et différents types de ces derniers. Nous avons donc Compte tenu des raisons de son choix. Après, la partie logicielle plus précisément c'est l'IDE Arduino pour la programmation et nous avons expliqué le moteur Sarvo, le nRF24L01 et le capteur Flex

Chapitre III :
Conception et application

1-Introduction :

La commande en mouvement des robots manipulateurs est essentiellement réalisée par des circuits numériques programmables tels que les microprocesseurs, les microcontrôleurs et les DSP où les lois de commande sont implémentées sous forme d′algorithmes. A noter que les principaux avantages de la commande numérique sont la rapidité de développement, flexibilité et faible espace d′occupation. Dans le présent chapitre, nous présentons la réalisation d′une carte de commande à base d′un microcontrôleur et une carte de puissance à base d′hacheurs et un interface graphique dans le but de créer la communication entre le PC et le bras robot ROB3.

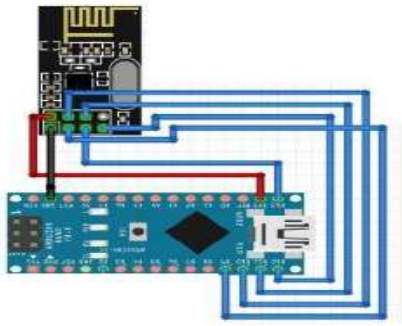
Le projet de robotique à main est l'un des meilleurs projets Arduino avec un principe simple qui repose sur l'Arduino et est facile à mettre en œuvre et d'une grande valeur s'il est développé en un bras qui capte les signaux cérébraux, prend les commandes et les traduit en mouvement, ce qui ouvre des perspectives pour se débarrasser des problèmes de handicap, être une lueur d'espoir pour éliminer la souffrance des personnes ayant des besoins spéciaux

Dans ce chapitre, nous présentons les étapes de réalisation de la carte de contrôle pour l'émetteur basé sur Arduino et un capteur flexible, ainsi qu'une deuxième carte de contrôle pour le récepteur également basée sur l'Arduino et le Sarvomotor, où la communication entre eux est effectuée par ondes radio en utilisant le modèle nrf24l01.

2-Schéma électronique de la carte de commande émetteur et récepteur :

Ce projet contient deux circuits, un émetteur et un récepteur, l'émetteur contient une carte Arduino nano, un nrf24l01 et une batterie 9v, et un capteur de résistance flexible qui se fixe à un gant que tout le monde peut porter, Le récepteur contient une carte Arduino, cinq moteurs, un NRF24L01 et une pile 9 volts, et est équipé d'une main en plastique pour contrôler cette dernière à distance par l'émetteur.

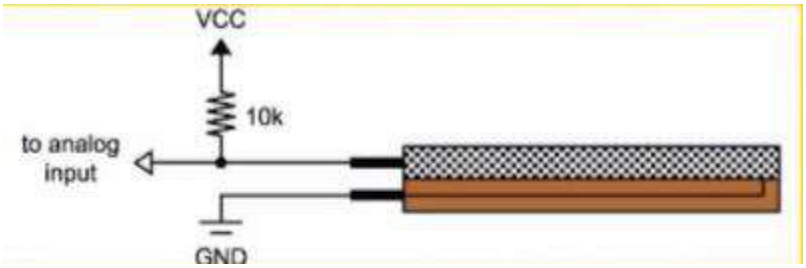
Figure 33: Schéma électronique connecter nrf24l01 avec arduino



3-connecter nrf24l01 avec arduino

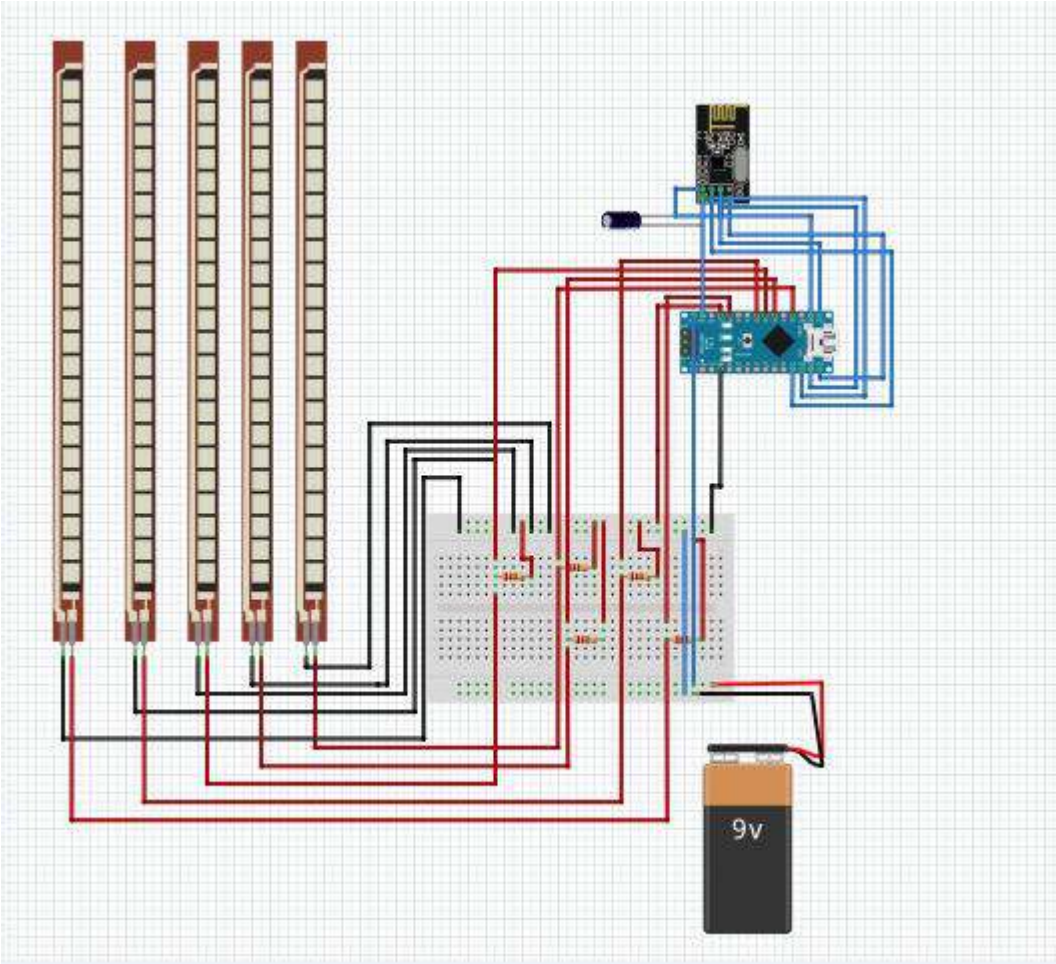
Pour le nrf24l01, nous l'avons attaché à l'émetteur et au récepteur avec les sorties du port 13, et les ports 9, 10, 11 et 12, et le port de l'alimentation de l'Arduino et le port de 3,3 volts car le nrf24l01 est alimenté avec la source d'alimentation moins de 5 volts et la sortie de GND

Figure 34: Méthode d'installation du flex capteur



Le capteur flex, d'une résistance d'une dizaine de kilos, est relié à sa gêne reliée au VCC pour éviter qu'il ne soit endommagé.

Figure 35: Schéma électronique de la carte de commande émetteur



4-Eléments constituant la carte de commande émetteur :

Nous avons configuré les broches A0, A2, A3, A4 et A7 du port en tant qu'entrées analogiques, chacune étant connectée au capteur FLEX, convertissant la valeur de résistance de ce capteur et mettant chacune des valeurs lues dans un tableau, nous avons cinq matrices à envoyer séquentiellement par nrf24l01 vers le récepteur.

Le premier tableau data[0] consiste à lire la valeur du premier capteur flex pour le port A0

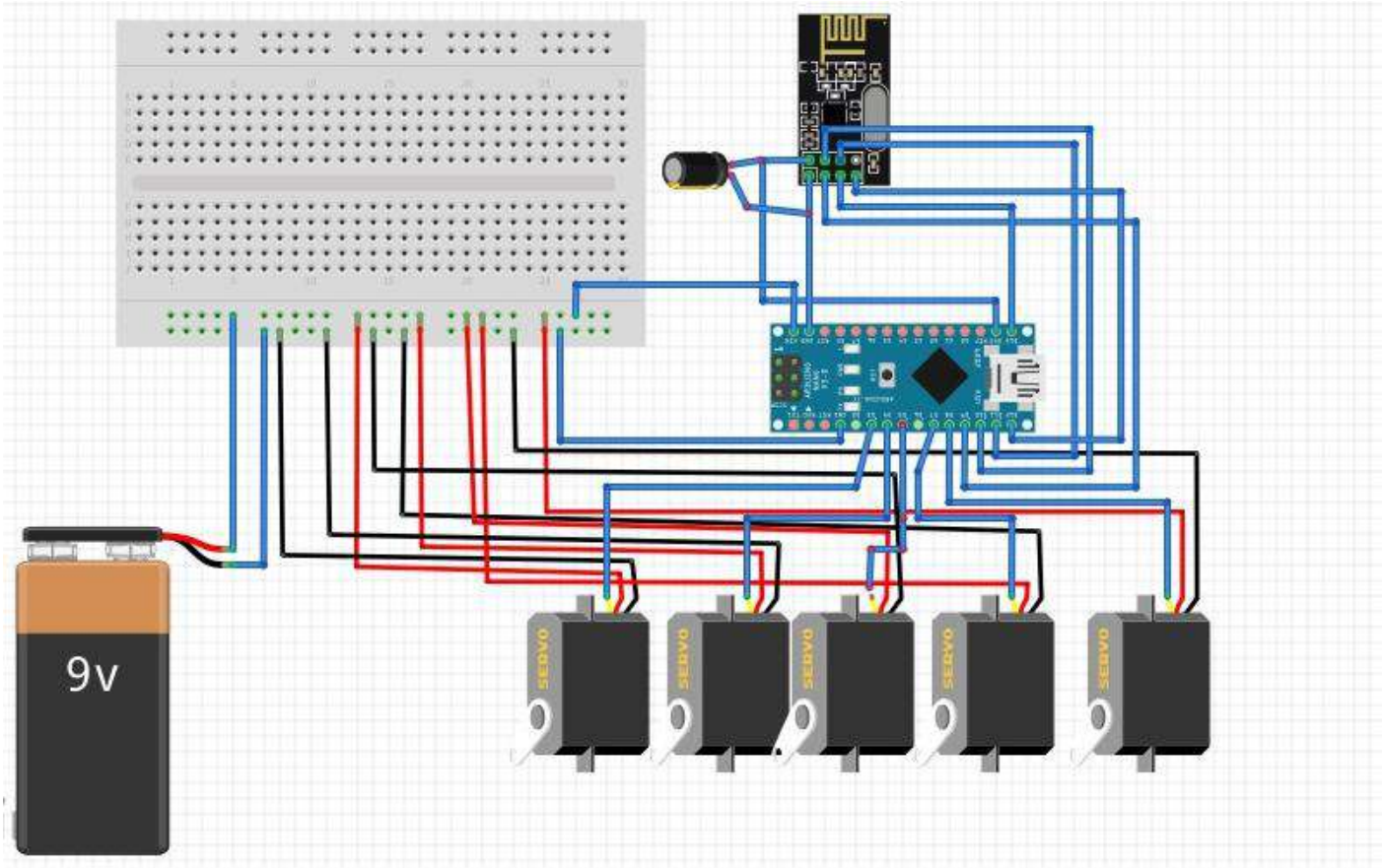
Le deuxième tableau data[0] sert à lire la valeur du premier capteur flex pour le port A2

Le troisième tableau data[0] consiste à lire la valeur du premier capteur flex pour le port A3

Le quatrième tableau data[0] consiste à lire la valeur du premier capteur flex pour le port A4

Le cinquième tableau data[0] consiste à lire la valeur du premier capteur flex pour le port A7

Figure 36: Schéma électronique de la carte de commande récepteur



5-Eléments constituant la carte de commande récepteur :

Concernant le récepteur, nous avons connecté 5 SERVOMOTR avec les ports Arduino 8,6,5,4,2, de sorte que lorsque le récepteur reçoit le signal portant le premier tableau data[0] nous le mettons pour contrôler le fonctionnement du premier SERVOMOTR connecté avec la sortie 2 de l'Arduino, et quand il reçoit les données du deuxième tableau[1] nous le mettons pour contrôler le fonctionnement du deuxième SERVOMOTR connecté à la sortie 8 et quand il reçoit les données du troisième tableau[2] nous le mettons pour contrôler le fonctionnement du troisième SERVOMOTR connecté à la sortie 4 et lorsqu'il reçoit les données du quatrième tableau [3] nous le mettons pour contrôler le fonctionnement du SERVOMOTR Le quatrième connecté à la sortie 5 et lorsqu'il reçoit les données du cinquième [4], nous mettons pour contrôler le fonctionnement du cinquième SERVOMOTR connecté à la sortie 6 , Chaque SERVOMOTR est connecté à l'un des doigts de la main et déplacé lors de la réception du signal

Remarque:

-La vitesse de transmission choisie est de 9600 Bps.

-Nous avons connecté à la fois l'émetteur et le récepteur avec une pile de 9 volts

6-Circuit émetteur et récepteur sur la plaque d'essais :

Dans la plaque d'essais, nous avons connecté l'Arduino avec le nrf24l01 et le potentiomètre et un condensateur pour réduire le bruit dans l'émetteur, tandis que nous avons également connecté l'Arduino avec le sarfumotor et le nrf24l01 dans le récepteur, et nous avons également utilisé un condensateur, son interface est indiqué sur la figure 37 et figure 38.

Figure 37 : la carte de commande émetteur sur la plaque d'essais avec potentiomètre.

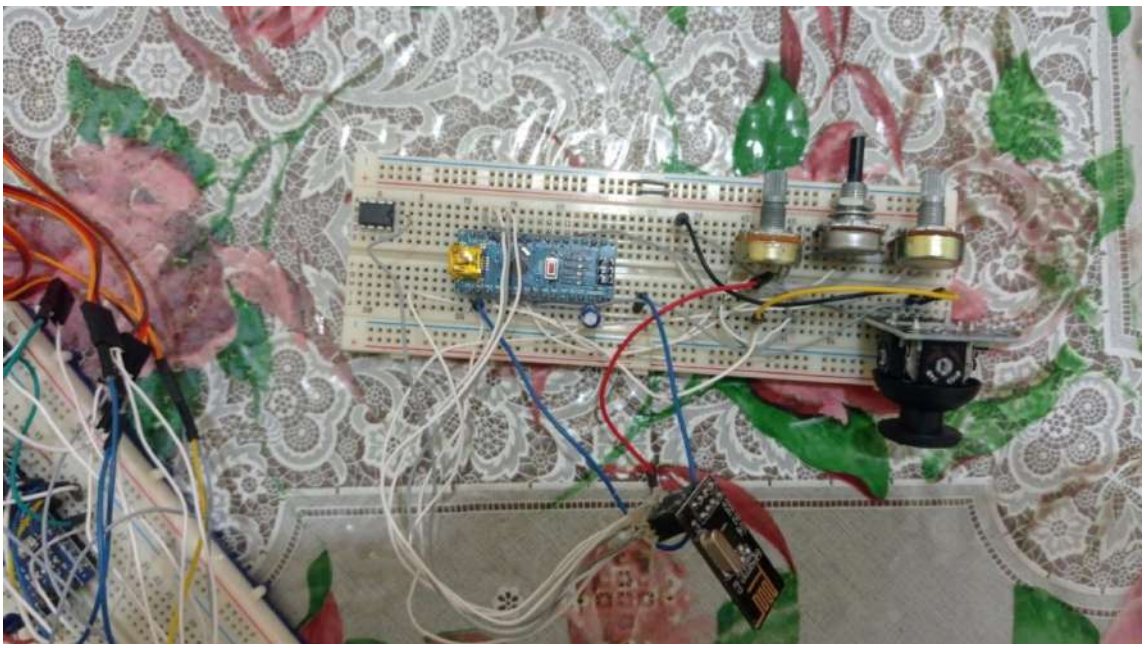
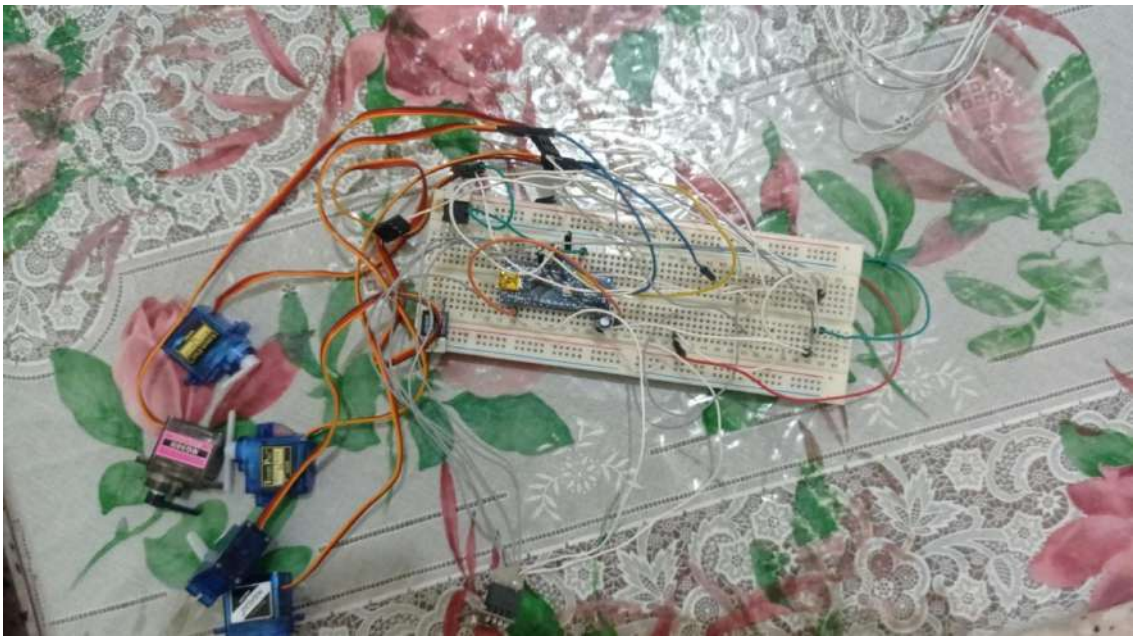


Figure 38 : la carte de commande récepteur sur la plaque d'essais.



7- Réalisation circuit de émetteur et récepteur :

7- 1 circuit imprimé avec Carte simple face :

Un circuit imprimé est un support, généralement une carte, qui permet de maintenir et Connecter électriquement un groupe de composants électroniques, par fabricer un circuit électronique complexe. Aussi appelée la carte électronique. Se compose d'un groupe d'une ou plusieurs couches minces de cuivre avec plusieurs trous séparés les uns des autres et pouvant être reliés les uns aux autres par fusion de l'étain.

Figure 39 : circuit imprimé simple face



7- 2 Etape réalisation Le circuit imprimé:

Nous avons soudé le support Arduino Nano en l'insérant dans les trous d'un circuit imprimé et en le soudant à l'étain dans l'émetteur et le récepteur et Nous avons utilisé des fils de petite taille pour connecter l'arduino avec le nRF24L01 et nous avons connecté l'arduino avec le capteur flexible dans l'émetteur et d'autre part nous avons connecté le servo moteur avec l'arduino à récepteur

Figure 40 :Etape réalisation Le circuit imprimé

Etape: 01



Etape: 02



Etape: 03



Etape: 04



Figure 41: circuit imprimé finale de émetteur

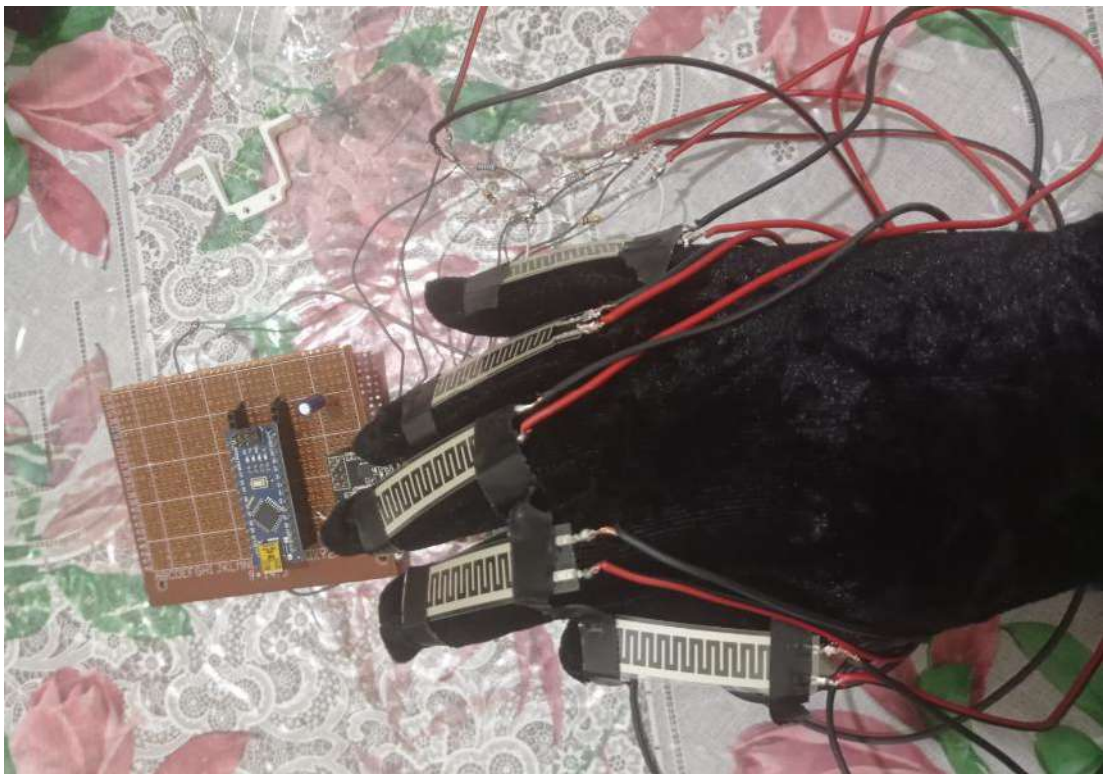
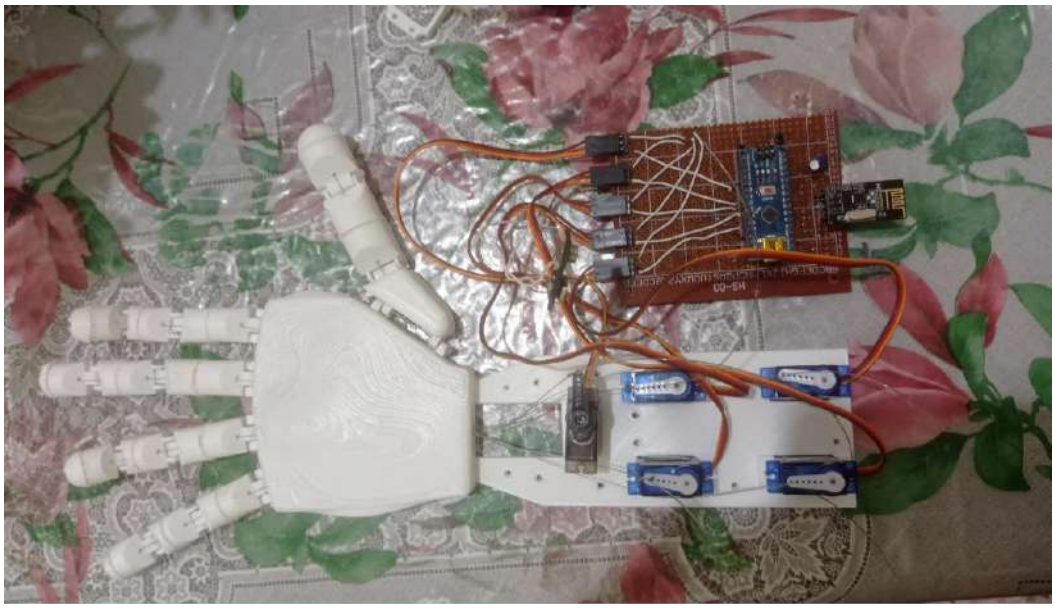


Figure 42: circuit imprimé finale de récepteur



-Le test du circuit imprimé :

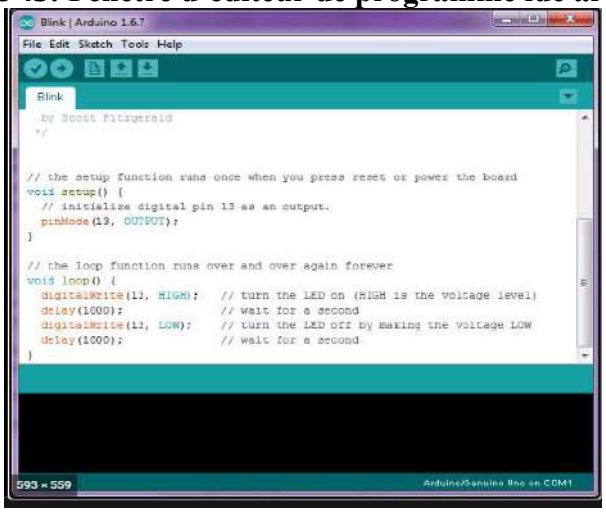
nous avons utilisé un multimètre pour tester et vérifier :

- La continuité des pistes.
- L'absence de court-circuit.

8- La programmation du arduino :

Une fois le projet établi, l'étape suivante consiste à développer le programme qui permet au main à travailler. Pour développer le programme source il faut un éditeur de texte, dans notre cas nous avons utilisé comme outil de programmation le « programme (EDI) Arduino ». C'est un programme de la société , Le fichier source est enregistré avec l'extension .hex. et l'envoyer de l'ordinateur à l'arduino La prochaine étape sera de compiler le programme, c'est-à-dire de convertir un fichier La source est un exécutable "binaire". L'extension de fichier sera alors .HEX (hexadécimal), sa fenetre d'editeur est presentee dans la figure ci-dessous.

Figure 43: Fenêtre d'éditeur de programme ide arduino



Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté les étapes de conception d'un panneau de contrôle Dans l'émetteur et le récepteur pour contrôler la main à distance ,Depuis sa conception sur le programme fritzing, les étapes de conception du circuit électrique (cartes électroniques) jusqu'à la partie programme.

nous avons abordé les différents aspects (hardware et software) relatifs àla réalisation de notre projet.On a étudié également les différents composants de notre bras ainsi que la commande du bras manip.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les robots ont été conçus à l'origine pour remplacer l'homme dans l'accomplissement des tâches fastidieuses, répétitives, dangereuses ou dépassant ses capacités physiques.Dans l'industrie, les robots manipulateurs sont très répondus. Dans ce mémoire nous avons réalisé la partie électronique (hardware) et informatique (software) d'un command main a distance,La carte de commande permet de faire une liaison entre le main himain et main de robot en utilisant les deux cartes command.une carte contient deux parties, la première est la emeteur, et la deuxième est la recepteur commande à base d'un arduino .

En effet, ce projet de réalisation nous a donné une expérience très fructueuse, bénéfique et enrichissante. Il nous a permis d'exploiter les différentes notions théoriques vues durant notre période de formation.

Il nous a permet également de mettre le premier pas dans le monde pratique de la robotique. Ce projet nous a effectivement permis de proposer des schémas de commande électrique du robot ainsi que la réalisation des cartes électroniques associées. Sur le plan software, ce projet nous a mis directement en contact avec des langages de programmation puissants tel que le langage 'ide arduino ', ainsi que différents logiciels spécialisés dans ce
domaine, à savoir, fritzing,

En fin nous espérons que notre travail va être amélioré en futur par d'autres étudiants.
Comme perspectives nous proposons :

- ajout d'autres capteurs.
- La commande du main à distance via Bluetooth ou internet.
-Développer le projet jusqu'à ce qu'il soit entièrement contrôlé à deux mains.

[1]Jean-LouisBoimond,courROBOTIQUE,ISTIA,UniversitéAngers
[2]https://www.lalanguefrancaise.com/dictionnaire/definition/robote
[3]https://www.robot-magazine.fr/robotique-evolution-robots-histoire/
[4]Introductionalarobotique,Licence1ereannee-2011/2012LaetitiaMatignonGREYC-CNRSUniversitedeCaen,France
[5]https://www.kuka.com/fr-ca/produits-et-prestations/syst%C3%A8mes-de-robots/articles-d-expert/article-robot-industriel
[6]https://www.lejdd.fr/Societe/Sciences/agriculture-les-robots-au-secours-du-bio-3908683
[7]https://usbeketrica.com/fr/article/robots-tueurs-course-armement-rapport
[8]https://www.gustaveroussy.fr/fr/chirurgie/chirurgie-robotique
[9]https://robotsmali.org/fr/univers-de-la-robotique-les-domaines-dapplication/
[10]https://fr.jf-parede.pt/what-are-different-types-arduino-boards
[11]https://fr.wikipedia.org/wiki/Arduino
[12]http://npoulain.fr/intro-arduino
[13]https://www.electronique-mixte.fr/formation-pdf/formation-pdf-microcontroleurs-microprocesseurs/cours-2-la-carte-arduino-uno/,Cours-Microcontrôleur-microprocesseur-2
[14]:https://www.editions-eni.fr/open/mediabook.aspx?idR=8457f073dc836b48a324c65a97bdc71b.
[15]https://boutique.semageek.com/fr/1427-clone-arduino-nano-3009526789281.html
[16]https://www.electronicaembajadores.com/fr/Productos/Detalle/LCA1016/modules-electroniques/arduino/arduino-micro-5-v-16-mhz-a000053
[17]https://www.editionseni.fr/open/mediabook.aspx?idR=5a40e2d83baf49abf69446e273433dc9
[18]https://www.newegg.com/sparkfun-dev-15444/p/285-000C-00014
[19]http://monter-son-pc.info/faire-son-premier-projet-avec-une-carte-arduino-mega/
[20]:https://www.indiamart.com/proddetail/arduino-ethernet-shield-rev3-without-poe-module-8572378255.html
[21]https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-nano/
[22]https://www.robot-maker.com/shop/arduino-officielles/107-arduino-nano-officiel-107.html
[23]https://www.redohm.fr/2018/02/arduino-module-arduino-nano/#Description%C2%A0de%20la%20carte%20Arduino%20Nano
[24]https://www.redohm.fr/2018/02/arduino-module-arduino-nano/#Documentation%20sur%20les%20sp%C3%A9cifications%20techniques
[25]https://www.microdomotique.fr/larduino-nano/#Les_applications
[26]https://www.electronique-mixte.fr/formation-pdf/formation-pdf-microcontroleurs-microprocesseurs/cours-2-la-carte-arduino-uno/,Cours-Microcontrôleur-microprocesseur-2
[27]https://www.electronique-mixte.fr/arduino/
[28]https://www.electronicwings.com/arduino/adc-in-arduino
[29]:https://microcontrollerslab.com/flex-sensor-introduction-working/
[30]https://arduino.developpez.com/tutoriels/arduino-a-l-ecole/?page=projet-12-utiliser-un-servomoteur
[31]https://harmonicdrive.de/fr/glossaire/servomoteur
[32]https://www.robotique.tech/tutoriel/controler-un-servomoteur-avec-arduino/
[33]https://pecquery.wixsite.com/arduino-passion/le-transmetteur-radio-nrf24l01#:~:text=Le%20transmetteur%20radio%20nRF24L01%20est,de%20Nordic%20nomm%C3%A9%20%22ShockBurst%22.
[34]http://electroniqueamateur.blogspot.com/2017/02/communication-par-nrf24l01-entre-deux.html