REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université YAHIA FARES de MEDEA



Faculté de la Technologie

Département de Génie mécanique

Filière : électromécanique
Spécialité : mécatronique

Mémoire de Fin d'Études

Thème

CONCEPTION D'UNE CANNE INTELLIGENTE

Présenté par :
- MECHTI BILLAL

Proposé et encadré par -
- Ms. SOFI NAIMA
- Pr. ABUDURA SALAM

Année Universitaire 2022/2023

Remerciements

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات

Avant tout, Je voudrais remercier Dieu , qui m'a donné la santé, la volonté, la force et le courage de faire cette humble œuvre. Et d'atteindre le but désiré .

Je remercier mon encadrant, Mr. ABUDURA SALAM et Ms . SOFI NAIMA, Docteur à l'Université de medea, 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.

Je remercie également sincèrement les membres du jury de l'intérêt qu'ils portent à mon recherche en acceptant d'examiner ce travail et de l'enrichir de leurs propositions.

Je tiens à remercier ma famille pour son inspiration, son aide et le temps qu'elle a passé à m'aider et à ne pas vivre ce moment. Mes amis en particulier Mr. ***.****BOURIAH SOFIANE pour son aide précieus*

Dédicace

Je tiens à dédier ce mémoire à Mes très chères

parents qui ont soutenu et encouragé.

A mes chères Soeurs et mes frères et a toute la famille mechti.

A mes Chères amis : islam et a tout mes amis.

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.

ملخص:

يجد المكفوفون صعوبة في ألتجول في الشوارع والقيام بأنشطتهم أليومية. واستجابة لاحتياجات الأشخاص ذوي ألعاقات ألبصرية، قمنا بتصميم و تحقيق مشروع العصا ألذكية الذي يسمح لهم بقضاء أنشطتهم أليومية خارج المنزل بكل أريحية وذلك باستخدام بطاقة أردوينو نانو تتحكم في نظام مسح عن طريق أجهزة استشعار مختلفة (الموجات فوق ألصوتية ولأشعة تحت الحمراء) تسمح هذه المستشعرات لمستخدم العصا بتحديد مختلف العقبات ألممكنة من خلال الموجات ألصوتية ألمختلفة ألصادرة عن الجرس اعتمادا على الاتجاه.

الكلمات المفتاحية: العصا ألذكية، أردوينو نانو، الموجات فوق ألصوتية، أشعة تحت الحمراء

Résumé:

Les aveugles ont du mal à marcher dans les rues et à faire leurs activités quotidiennes. En réponse aux besoins des personnes ayant une déficience esthétique, nous avons conçu et réalisé un projet de bâton intelligent qui leur permet de passer leurs activités quotidiennes à l'extérieur de la maison dans tous les conforts en utilisant un nano-carte arduino qui contrôle un système de numérisation à travers divers capteurs. Ondes ultrasoniques et infrarouges (ces capteurs permettent à l'utilisateur de bâton d'identifier divers obstacles de douleur permettant différents dysfonctionnement d'onde sonore émis par la cloche selon la direction.

Mots clés : la canne intelligent, capteurs, ultrason, infrarouge, Arduino Nano

Abstract:

Blind people find it difficult to walk around the streets and do their daily activities. In response to the needs of people with aesthetic disabilities, we designed and realized an intelligent stick project that allows them to spend their daily activities outside the home in every comfort by using a nano-Arduino card that controls a scanning system through various sensors. Ultrasonic and infrared waves (these sensors allow the stick user to identify various pain obstacles enabling different sound wave dysfunction issued by the bell depending on direction.

Key Word: Smart Stick, sensors, Ultrasound, infrared, Arduino nano

Table des matières

Introduction générale : **13**

Chapitre I: : généralités sur le système visuel humaine **15**

1-Introduction : **16**

2- visibilité humaine:: ** **16

3- La visibilité est importante. : ** **16

4- La Composants et structure de l'œil humain: **17**

5- les activités de l'œil humaine: ** **19

6-Champ visuel : **19**

7- L'acuité visuelle. : ** **20

8- Souffrance des aveugles et malvoyants : **21**

9- Etude d'environnement pour aider les personnes non-voyants : **21**

10- Outils et moyens de rémunération : ** **22

11-La canne blanche ou la bâton blanche: ** **24

11-1- Définition de la canne blanche : ** **24

11-2- Description de la canne blanche : [6] **25**

11-3- Historique de la canne : ** **25

12- La canne intelligente : **29**

12-1- Description de la canne électronique **30**

Table des matières

12-2- Les avantages de la canne intelligente : 30

Conclusion : 31

Chapiter II :Presentation conception materiel et logciel 32

1-Introduction 33

2- Système embarquée : 33

2-2. L'importance d'un système embarqué 34

2-3. Les cartes programmables 35

3- Arduino : c'est quoi ? 36

3-1. Les cartes arduino : 37

3-2. Les gammes de la carte Arduino 37

3-3. Comment sélectionner la bonne carte Arduino?: 40

3-3. La carte arduino Nano 40

3-4. Caractéristiques techniques de la carte Arduino Nano 41

3-5. Description de la carte Arduino Nano : 43

5- Présentation Structure d'un programme (EDI) Arduino : 45

6- servo moteur : 54

6-1. Principe de fonctionnement servomoteur Arduino : 55

6-2. Caractéristiques techniques de servomoteur : 56

6-3. Montage de servomoeur avec arduino : 56

Table des matières

7. Le capteur de distance Ultrason 57

7-1. Caractéristiques techniques de HC-SR04 : 58

7-2. Principe de fonctionnement de ultrason : 58

7-3. Montage l' ultrason avec arduino : 60

8- Le Buzzer: 60

8-1. Caractéristiques techniques de buzzer : 61

8-2. principe de fonctionnement de buzzer (élément piézo): 61

8-3. Montage le buzzer avec l'Arduino : 61

8-4. La différence entre Buzzer passif et actif : 62

9- Capteur de proximité Infrarouge FC-51 : 62

9-1. Caractéristiques technique de proximité Infrarouge FC-51 : 63

Conclusion : 65

Chapiter III :Conception et application 1

I- Introduction : 67

2- Cahier de charges : 67

3- Circuit de commande : 68

4- test des capteurs : 68

5-Réalisation de la canne intelligente : 71

5-1. Position des capteurs sur la canne : 71

5-2. Montage de la canne : 72

6- Conclusion 75

Conclusion génirale : 76

Bibliographie : 76

Table des Figures

Figure 1:Anatomie de l'œil humain.....8

Figure 2:Schéma de Champ visuel humain..... 9

Figure 3:photo d'Aides humaines.....13

Figure 4: photo d'Aides animalière.....14

Figure 5: la canne blanche traditionnelle.....15

Figure 6: photo de la canne intelligente 21

Figure 7:Différents types de carte Arduino..... 27

Figure 8: Schéma d'une platine Arduino Nano.....27

Figure 9: quelques types d'Arduino..... 30

Figure 10: Arduino nano..... 32

Figure 11: port Arduino Nano.....33

Figure 12: présentation des éléments de l'arduino software.....37

Figure 13: module terminal serie.....38

Figure 14: fenêtre graphique de l'EDI..... 39

Figure 15: servomoteur.....46

Figure 16: Fonctionnement servo (conception du servomoteur).[22].....47

Figure 17: Montage un servomoteur avec Arduino..... 47

Figure 18: Le capteur HC SR-04..... 48

Figure 19: principe de mesure de la distance par un capteur ultrason.[24].....49

Figure 20: Montage l' ultrason avec arduino.....51

Figure 21: Le Buzzer.....52

Figure 22: Buzzer avec Arduino..... 53

Figure 23:Capteur de proximité Infrarouge FC-51.....54

Table des Figures

Figure 24:Capteur de proximité Infrarouge FC-51.....54

Figure 25:Montage l' proximité Infrarouge FC-51 avec arduino.....55

Figure 26:Schéma fonctioneh du la canne intelligent.....59

Figure 27 :montage de test arduino avec ultrason.....60

Figure 28:Test le capteur ultrason.....61

Figure 29: montage de test arduino avec ultrason.....61

Figure 30:Teste le capteur infrarouge fc-51.....62

Figure 31:Position des capteurs sur la canne.....63

Figure 32:Servomotor conecter avec l'arduino nano.....64

Figure 33:.le branchement de servomoteur.....64

Figure 34:l'installation du capteur à ultrasons sur.....65

Figure 35:Le schéma d'installation de circuit Haut de la canne.....65

Figure 36:l'installation du capteur à infrarouge Sur la canne.....66

Figure 37:Le schéma d'installation de circuit bas de la canne..... 66

Table des Figures

Liste des tableaus :

Tableau 1: la classification des déficiences visuelles selon l'OMS.....10

Tableau 2: Historique de la canne blanche.....19

Tableau 3:Tableau comparatif de quelques cartes Arduino.....31

Tableau 4:Quelques types données différentes d'informatiques.....40

Introduction générale :

La vision est le sens le plus important que Dieu donne à l'homme et le plus sophistiqué, comme les cinq autres sens, ce seul sens nous permet d'atteindre 80% du handicap et des barrières qui nous entourent. Malheureusement, cette sensation peut être endommagée par des accidents et devenir un problème grave pour les blessés. L'un des problèmes courants dans notre société est la cécité Visuelle.

Les malvoyants sont ceux qui ne peuvent pas identifier les moindres détails avec des yeux sains. Ceux qui ont une acuité visuelle de 6/60 ou l'étendue horizontale du champ visuel avec les deux yeux ouverts à moins de 20 degrés, ces personnes sont considérées comme aveugles [1].

Selon l'Organisation mondiale de la santé, environ 1,3 milliard de personnes souffrent d'une déficience visuelle. 188, 5 millions de personnes souffrent d'une déficience visuelle légère, 217 millions ont une déficience visuelle modérée à grave, tandis que 36 millions de personnes souffrent de cécité en 2015, avec 173000 aveugles vivant en Algérie selon le Bureau de la statistique nationale en 2013, ce chiffre évolue de plus en plus au fil des ans pour devenir une catégorie importante de la société. [2]

De nos jours, il est très difficile pour les aveugles de vivre une vie normale et d'interagir avec l'environnement social. Ces personnes sont souvent négligées et interagissent uniquement dans des environnements spéciaux connus créés pour elles comme les écoles privées(

Aujourd'hui, malgré toutes les avancées technologiques dans la détection des erreurs de cartographie 3D, les aveugles comptent principalement sur un bâton blanc, un chien ou un guide errant. Dans ce contexte, notre objectif est de contribuer à la conception et à la fabrication d'un bâton électronique intelligent qui permet aux aveugles de profiter pleinement de la vie et de ne pas se sentir inférieurs ou marginalisés. Cette thèse vise à accroître l'autonomie des aveugles en rétablissant leur capacité à localiser les objets visuels.

Le but de ce projet est de permettre aux aveugles de se passer de l'aide des autres et de vivre avec la maladie en lui donnant un peu de liberté et de l'indépendance, améliorer la qualité de vie des malvoyants et établir un lien à distance entre les personnes souffrant d'un déficit visuel et leurs familles. Par conséquence les familles auront un soulagement envers le malvoyant.

Notre travail est subdivisé en 3 chapitres :

- Le premier chapitre présente les généralités du système visuel humaine
- Le deuxième est consacré pour la technologie de contrôle projet et définition

des éléments(carte Arduino, ultrason… etc.)

- Le dernier chapitre détail la partie réalisation et simulation de circuit du system

Par les programmez

Chapitre I: **généralités sur le système visuel humaine**

1-Introduction :

La vue est l'élément le plus important de la vie d'une personne, elle lui permet de percevoir en permanence le monde extérieur et de s'y déplacer librement. C'est le moyen préféré et fondamental de connaissance, d'éducation et de développement des capacités, car les quatre cinquièmes de ce que nous mémorisons dépendent de ce que nous voyons.

L'œil est un instrument d'une grande précision, sa fonction est d'enregistrer les sensations et de les transmettre au cerveau qui les interprète avec des images et des couleurs.

Cet élément présente un inconvénient important. Il est donc nécessaire d'introduire certains concepts dans relation avec la déficience visuelle. Causes et types de déficiences visuelles, impact sur le mouvement et l'orientation des personnes handicapées, et certaines aides telles que la canne blanche, son développement et son intégration avec la technologie.

2- visibilité humaine:

La visibilité humaine est la perception humaine des objets lointains et proches par la sensationRayonnement lumineux émis ou réfléchi par un environnement.

La visibilité couvre tous les processus psychologiques physiologiques et cognitifs dans le milieu environnant à travers la lumière émise ou éfléchie qui définit les détails Les représentations sensorielles des choses, telles que les formes, les couleurs, les textures et le mouvement, distance et relief. Tous ces processus cognitifs complexes impliquent l'œil, l'organe qui est la source de la vue, et des régions de traitement spécialisées dans le cerveau appelées cortex visuel.

3- La visibilité est importante. :

La vision joue un rôle très important dans de nombreux domaines :

– L'information : la vision nous apporte la majorité de nos informations ; elle nous sert à
connaître le monde qui nous entoure : reconnaissance des objets, des visages, interprétation correcte des scènes visuelles, etc.
– La communication: la vision est le support primordial à la communication. A la fois
émetteur (je regarde) et récepteur (je capte le regard de l'autre), la vision nous permet de
décoder les relations humaines, ce qui explique l'importance de son rôle social.
– Les gestes de la vie quotidienne: en effet, la précision de nos gestes, comme se servir à boire par exemple, relève d'un travail de coordination entre l'œil et la main ce qui explique que les personnes malvoyantes sont souvent maladroites.
– Les déplacements: l'altération de la vision joue à la fois sur la difficulté à analyser correctement notre environnement, sur la détection des obstacles mais aussi sur notre équilibre.
Enfin, la vision joue aussi un rôle dans :
– La régulation de la durée et de la qualité de nos phases de vigilance (jour) et de sommeil (nuit).
– La voie du bien-être et de l'estime de soi, influant sur notre humeur et notre état psychologique. [3].

4-La Composants et structure de l'œil humain:

L'œil est un organe vital sphérique responsable des tâches visuelles et tombe en orbite. Il a une longueur moyenne de 24 mm et un poids de 7 g et une taille de 6,5 cm3. Équipé de muscles qui aident à guider l'œil optiquement et L'œil est entouré de plusieurs couches de l'extérieur à l'intérieur :

- Couche solide : Il s'agit d'une couche blanche opaque qui remplit la fonction de protéger l'œil, couvrant la plupart des yeux, sauf l'avant de celui-ci :
- Placenta : une couche qui transporte les vaisseaux sanguins chargés d'assurer la nourriture et l'oxygène pour l'œil.
- Rétine : La couche interne qui recouvre les deux tiers de la boule oculaire contient les récepteurs neuronaux et sensoriels de la lumière. L'œil de face peut être divisé en :
- Cornée : la partie transparente de l'œil qui reçoit la lumière
- (L'uvée, ou tunique moyenne : C'est la zone derrière la cornée directement et porte liquide qui aide à nourrir la cornée.
- Iris : La couche colorée qui donne à l'œil sa couleur apparente
- Lentille : C'est un objet circulaire qui aide à focaliser la lumière et à la faire tomber sur la rétine, et il y a les muscles de guidage responsables de la désorientation et de la déviation de la lentille.
- Nerf optique : Il est responsable du transfert d'informations vers et depuis le cerveau. :

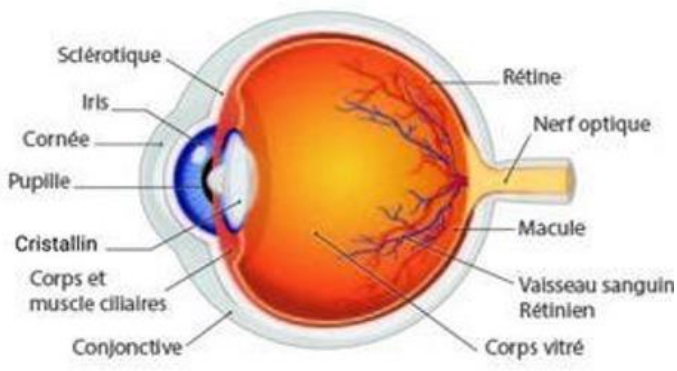


Figure 1: Anatomy des yeux humains:

5- les activités de l'œil humaine:

L'oeil est l'organe de la vision. Il capte la lumière et les images, les transformant en signaux électriques vers le nerf optique.
Ces signaux sont ensuite « enregistrés » par notre cerveau qui traduit les informations et nous renvoie les images traitées, nous permettant ainsi d'interpréter notre environnement.

La vue chez l'être humain représente la principale source d'information du cerveau sur le monde extérieur : environ 70% des informations passent par la vision.
L'oeil fonctionne de la même façon qu'un appareil photo [4].

6-Champ visuel :

Le champ visuel est l'espace qui peut être vu par un œil immobile. Il est mesuré à l'aide de la coupole de Goldmann présentée ci-dessous. Chez un sujet sain le champ visuelmonoculaire recouvre 90° en temporal, 60° en nasal, 70° en inferieur et 60° en supérieur.

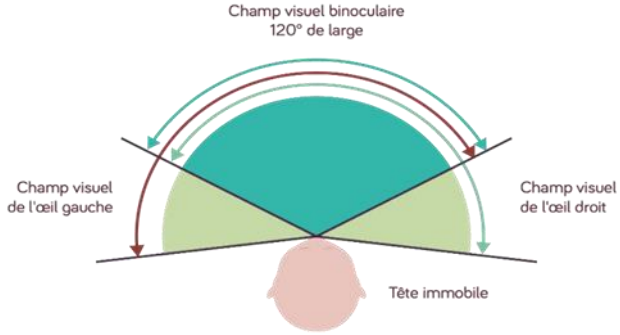


Figure 2:Schéma de Champ visuel humain

7- L'acuité visuelle. :

L'acuité visuelle commune est la distance minimale pour discerner deux points distincts de contraste maximum. Il s'agit en général d'une fraction dont le numérateur est la distance d'observation et le dénominateur la distance minimum des points discernables multipliée par une constanet.

La classification statistique internationale des maladies et des problèmes connexes, publiée par l'OMS donne une définition de la malvoyance selon l'acuité visuelle

- **Catégorie 0** : Déficience visuelle légère ou inexistante. L'acuité visuelle est supérieure ou égale à trois dixièmes.
- **Catégorie 1 :** Déficience visuelle modérée. L'acuité visuelle est comprise entre un dixième et trois dixième.
- **Catégorie 2 :** Déficience visuelle sévère. L'acuité visuelle est comprise entre un vingtième et un dixième.
- **Catégorie 3 :** Cécité. L'acuité visuelle est comprise entre un cinquantième et un vingtième. La personne peut compter les doigts d'une main à un mètre.
- **Catégorie 4 :** Cécité. L'acuité visuelle est inférieure à un cinquantième, la personne peut percevoir de la lumière mais ne peut pas compter les doigts d'une main à un mètre.
- **Catégorie 5 :** Cécité. Absence de perception de lumière

Catégories OMS	Conditions sur l'acuité visuelle du meilleur œil	Type d'atteinte visuelle (CIM)	Type de déficience visuelle (CIH*)
Catégorie I	Acuité visuelle corrigée inférieure à 3/10 et supérieure ou égale à 1/10 avec un champ visuel d'au moins 20 degrés	Baisse de vision	Déficience moyenne
Catégorie II	Acuité visuelle corrigée inférieure à 1/10 et supérieure ou égale à 1/20		Déficience sévère
Catégorie III	Acuité visuelle inférieure à 1/20 et supérieure ou égale à 1/50 ou champ visuel inférieur ou égal à 10 degrés mais supérieur à 5 degrés	Cécité	Déficience profonde
Catégorie IV	Acuité visuelle inférieure à 1/50 mais perception lumineuse préservée ou champ visuel inférieur à 5 degrés		Déficience presque totale
Catégorie V	Cécité absolue, absence de perception lumineuse		Déficience totale

Table 1: la classification des déficiences visuelles selon l'OMS

8- Souffrance des aveugles et des non-voyants. :

Les aveugle et malvoyants ont des difficultés à se déplacer en ville pour les transports en commun et repérage préalable du parcoursEn plus, ils ont des difficultés au quotidien : la lecture des textes, reconnaissance d'objets…etc . La chose la plus importante est les interactions sociales car ils ne peuvent pas reconnaître les personnes ce qui leurs faisant se sentir inférieurs et marginalisés.

9- Etude d'environnement pour aider les personnes non-voyants :

La connaissance de l'environnement est très importante pour arriver aux solutions les meilleures et efficaces pour aider les personnes handicapées à mener à bien leurs activités quotidiennes, pour cela nous allons procéder à une analyse détaillée de l'entourage des aveugles, ce qui nous permet de distinguer trois types des Obstacles :

9-1- Les obstacles en hauteur :

Les obstacles en hauteur sont très dangereux parce qu'ils sont plus difficiles à repérer. La canne longue, ou canne de locomotion qu'utilisent les personnes aveugles ou très malvoyantes, permet de détecter les obstacles situés en dessous de la hauteur du nombril.

Mais quand la canne passe sous l'obstacle, c'est le haut du corps qui reçoit le choc. Les personnes qui se déplacent avec un chien guide sont un peu mieux protégé puisque ce dernier est dressé pour éviter aussi les obstacles en hauteur. Mais comme ses yeux se situent à environ un mètre en dessous de ceux de son maître, le chien guide peut commettre des erreurs d'évaluation.

9-2- Les obstacles en bas :

Ce type des obstacles et le plus trouvé dans l'environnement des personnes non-voyant, en peut distinguer deux types des obstacles en bas :

1(. Obstacle sous-terrain comme les faussé et la fin des territoires,les escaliers de descendre, etc.

2(. Obstacles sur sol comme les coffres de la poste, les escaliers de monte, les assemble d'eau, etc

9-3- Les obstacles dynamiques :

Quand le non-voyant déplacer d'un une rue, le mouvement

Des personnes, peut provoquer un dérangement, pour cela, il faut signaler les mouvements à proximité.

10- Outils et moyens de rémunération :

Les moyens de compensation pallient en partie certaines difficultés mais ne répondent pas à toutes les situations de handicap. Le fait qu'une personne soit aveugle de naissance, que la cécité soit survenue en cours de vie, que la malvoyance soit progressive ou brutale, aura des conséquences très individualisées sur l'acceptation du handicap et sur la capacité à construire son autonomie.

a) Aide humaine :

Pour traverser une grande place, un dangereux parc de carrefour doit aveugler ou aider les gens à surmonter ces obstacles



Figure 3:photo d'Aides humaines

b)Aide animalière :

Le chien guide, formé par des éducateurs diplômés, favorise l'autonomie, le confort et la sécurité du déplacement de la personne déficiente visuelle, Auterme d'une période d'éducation, variant de 6 à 9 mois a la chien



Figure 4: photo d'Aides animalière.

c)Aide par un accessoire :

Historiquement, les personnes aveugles ou malvoyantes ont souvent utilisé une canne ou un bâton pour se déplacer, Par exemple, la canne blanche ou la canne intelligent à l'ère de la technologie .

11-La canne blanche ou la bâton blanche:

À travers l'histoire, les personnes aveugles ou ayant une déficience visuelle ont toujours eu recours à une canne ou un bâton pour se déplacer. Ainsi elles pouvaient éviter plus facilement les obstacles du chemin.

Mais la canne peinte en blanc qui sert, à la fois, d'aide à la mobilité et de signe distinctif des personnes aveugles et malvoyantes n'a vu le jour qu'au vingtième siècle

La canne blanche permet la détection d'obstacles en face de l'utilisateur dans un rayon d'un mètre. Les utilisateurs tapotent habituellement la canne dans un arc de cercle de la gauche vers la droite aussi loin que le permet la longueur de la canne. Ce tapotement fournit des informations importantes à propos de la surface et de l'inclinaison du sol de l'environnement de l'utilisateur [5].

11-1- Définition de la canne blanche :

La canne blanche est une canne de couleur traditionnellement blanche, qu'utilisent certains déficients visuels)aveugles et malvoyants(, non seulement comme un moyen de se repérer dans leur environnement spatial et de faciliter leur locomotion en évitant les obstacles, mais aussi, cet objet étant largement reconnu comme un symbole de la cécité, afin d'indiquer leur handicap aux autres personnes, pour qu'ils soient plus vigilants à leur égard, et éventuellement pour faciliter la communication.[6]



Figure 5: la canne blanche traditionnelle

11-2- Description de la canne blanche : [6]

La longueur de la canne dépend non seulement de la taille de son utilisateur)en principe, elle lui arrive au niveau de la poitrine(, mais aussi de l'importance donnée à l'une ou l'autre de ses fonctions : ainsi il existe des cannes plus petites, qui son davantage conçues pour s'identifier auprès des autres , que comme un

outil facilitant les déplacements.

Les cannes blanches sont généralement faites de matériaux légers comme de l'aluminium ou du plastique enrichi en fibres, par exemple de carbone ou de verre. Elles sont souvent pliantes ou télescopiques.

11-3- Historique de la canne :

Les grandes idées prennent du temps à prendre forme avant de prendre racine. Tel a été le cas de la canne blanche, l'aide aux aveugles désormais universelle et indispensable. Elle a été largement popularisée dans les années 30 alors que deux personnes ayant à cœur de résoudre des problèmes se tenaient à des coins de rue

éloignés de milliers de kilomètres, l'une à Paris en France et l'autre à Peoria dans l'Illinois aux États-Unis.

Depuis toujours, les personnes souffrant de troubles de la vue ont utilisé des cannes et des bâtons de marche pour contourner les obstacles. Cependant, les défis posés par le 20e siècle sont devenus terrifiants lorsque les voitures ont remplacé les chariots dans les rues des villes, ces rues n'étant souvent pas équipées de feux de circulation et de passages pour piétons. Les simples bâtons de marche fonctionnaient toujours pour se frayer un chemin mais devenaient inutiles pour se signaler auprès des véhicules motorisés. Un anglais nommé James Biggs dit avoir trouvé une réponse en 1921 en peignant sa canne en blanc. Son invention toute simple a gagné du terrain une décennie plus tard.

La canne blanche a traversé l'Europe continentale grâce à une campagne publicitaire orchestrée par une femme. De sa maison située sur le très animé Boulevard de Courcelles, Mme. Guilly d'Herbemont, une parisienne fortunée, regardait avec appréhension les étudiants malvoyants se rendre à une école du quartier pour aveugles. En novembre 1930, elle écrivit une lettre à un journal réputé de Paris pour encourager l'utilisation des bâtons blancs qui retenaient l'attention, semblables à ceux utilisés par les agents de police. Quelques mois plus tard, Mme. d'Herbemon À travers l'histoire, les personnes aveugles ou ayant une déficience visuelle ont toujours eu recours à une canne ou un bâton pour se déplacer. Ainsi elles pouvaient éviter plus facilement les obstacles du chemin.

Mais la canne peinte en blanc qui sert, à la fois, d'aide à la mobilité et de signe distinctif des personnes aveugles et malvoyantes n'a vu le jour qu'au vingtième siècle

La canne blanche permet la détection d'obstacles en face de l'utilisateur dans un rayon d'un mètre. Les utilisateurs tapotent habituellement la canne dans

À travers l'histoire, les personnes aveugles ou ayant un déficience visuelle ont toujours eu recours à une canne ou un bâton pour se déplacer. Ainsi elles pouvaient éviter plus facilement les obstacles du chemin.

Mais la canne peinte en blanc qui sert, à la fois, d'aide à la mobilité et de signe distinctif des personnes aveugles et malvoyantes n'a vu le jour qu'au vingtième siècle .

La canne blanche permet la détection d'obstacles en face de l'utilisateur dans un rayon d'un mètre. Les utilisateurs tapotent habituellement la canne dans a cérémonieusement remis une canne blanche à un ancien combattant aveugle et à un civil aveugle. Elle a ensuite fait cadeau, sur ses deniers personnels, de plus de 5 000 cannes blanches aux habitants aveugles de la ville. Pendant ce temps, George A. Bonham, président du club Lions de Peoria, a fait appel à des milliers de partenaires lorsqu'il introduisit la canne blanche en Amérique du Nord. Les Lions s'étaient empressés de répondre à l'appel d'Helen Keller en faveur des aveugles lancé à la convention du Lions Clubs International cinq années auparavant. Ils étaient maintenant prêts à mettre en œuvre la nouvelle idée de service audacieuse d'un autre Lion.[7]

Tout comme comme son homologue parisien, alors qu'il se trouvait dans le centre-ville de Peoria, Bonham a été un jour ému lorsqu'il a vu un homme aveugle s'efforcer en vain de taper sa canne dans le tourbillon d'un trafic routier intense. Personne ne semblait s'apercevoir du problème de cet homme, ce qui a fait réfléchir Bonham. La canne blanche a encore une fois été la réponse apportée, cette fois-ci avec une bande rouge pour offrir encore plus de visibilité. Bonham a partagé son idée avec les membres du club qui immédiatement ont apporté leur appui. Les membres ont embrassé la cause en peignant en blanc les cannes pour aveugles et en écrivant des lettres aux représentants de la ville.

En décembre 1930, le conseil municipal de Peoria a voté la première loi relative à la protection de Canne blanche, accordant la priorité aux citoyens aveugles ains que d'autres mesures de protection lorsqu'ils font usage d'une canne blanche.

À la convention internationale de Toronto de 1931, les Lions ont assisté à une présentation détaillée sur le programme de la canne blanche et ont reçu un exemplaire de l'ordonnance de Peoria. En 1956, grâce à une campagne de sensibilisation et de promotion à grande échelle, chaque État des États-Unis avait adopté des lois relatives à la protection de la canne blanche.

La canne blanche était devenue un symbole d'indépendance, de confiance et de compétence pour ceux qui en dépendaient pour être guidé dans la vie. Chaque 15 octobre, décrété Journée mondiale de la canne blanche, beaucoup de Lions portent l'insigne de la canne blanche, nous rappelant le long chemin parcouru ensemble.[7]

Date	Evénements
1921	La canne blanche a été inventée par **James Biggs** un photographe britannique qui a perdu la vue suite à un accident, pour indiquer aux passants qu'il était aveugle .
1930	La française **Guilly d'herbemont** lance une grande compagne en faveur de la reconnaissance de la canne blanche, elle a l'idée de proposer aux aveugles une canne de même couleur que les bâtons utilisés par les agents de police.
07/02/1931	-Au cercle de l'union interalliée, elle remet symboliquement deux cannes blanches (l'une au président des aveugles de guerre, l'autre à une aveugle civile). -la BBC suggère aux aveugles l'utilisation d'une canne blanche comme manière de s'identifier.
1938	**Guilly d'herbemont** remit à Lausanne une canne blanche à cent personnes aveugles ou malvoyants.
1947	Au Canada, une semaine de la canne blanche a lieu tous les ans lors de la première semaine de février
1964	Aux Etats –unis comme en Suisse, il s'agit d'une journée nationale de la canne blanche (15 octobre)
1969	Aux Etats –unis La canne blanche a été remplacée par une canne longue.
1991 à 2006	Dans plusieurs pays, l'usage de la canne blanche est réglementé

Tableau 2: Historique de la canne blanche

12- La canne intelligente :

La canne intelligente ou la canne électronique est calquée sur la canne blanche traditionnelle mais avec quelques différences importantes et de nouvelles mises à niveau.

La canne électronique est une aide au déplacement. Elle signale les obstacles présents sur le trajet de la personne déficiente visuelle par des vibrations. Elle anticipe ainsi la perception des obstacles grâce à un dispositif électronique, avant que la personnene touche l'objet avec le bout de sa canne.En fait, c'est à partir de la connaissance et la compréhension des chauves-vsouris que la canne a été développée.

Les êtres humains sont incapables d'émettre des ondes sonores de haute fréquence, comme le font les chauves-souris. La différence provient du fait que les cris des chauves-souris sont meilleurs pour produire des cartes auditives de l'espace. Comme les cris sont courts, les échos renvoyés sont plus aigus. Ces derniers possèdent aussi une structure de bande large, et contiennent à la fois des données de haute et basse fréquence. Les chauves-souris sont ainsi capables de déterminer un emplacement de manière plus efficace. De plus, lorsqu'elles s'approchent de leur cible, les chauves-souris changent les sons qu'elles émettent de manière dynamique, en utilisant des cris plus courts.

La chauve-souris émet une impulsion ultrasonique et calcule le temps nécessaire à l'écho de retour. Par sa connaissance implicite de la vitesse du son dans l'air, la chauve-souris est capable de calculer la distance qui la sépare de l'objet. Cette connaissance a été transférée à la canne intelligente, qui fonctionne de manière similaire.



Figure 6: photo de la canne intelligente .

12-1- Description de la canne électronique

C'est une canne blanche classique surmontée d'un boîtier qui mesure les distances grâce à un rayon laser. Les informations sont transmises à son utilisateur par des vibrations ou un signal sonore dont l'intensité s'accroît avec la proximité du danger. Elle nécessite une formation complémentaire avec l'instructeur en locomotion. Son intérêt est double : elle permet de se déplacer librement sans l'aide d'un tiers et d'être identifié par tout le monde comme une personne malvoyante ou non-voyante. Malheureusement, son utilisation demande beaucoup d'effort de concentration ce qui entraîne une grande fatigue surtout ment

12-2- Les avantages de la canne intelligente :

- Pouvoir éviter les chocs avec des obstacles en hauteur,
- Anticiper les obstacles distants,
- Acquérir une démarche plus sûre et plus fluide,
- Appréhender l'espace avec plus de précisio

Conclusion :

Dans ce premier chapitre, nous avons présenté brièvement quelques notions de la vision humaine, commençant par une définition succincte puis nous avons montré l'importance de la vision pour l'être humain ainsi que l'anatomie de l'œil et son fonctionnement. Ce chapitre aussi traite lesdifférentes techniques utilisées et dispositifs déjà réalisés pour but d'aider les personnes aveugles.

Chapiter II :Presentation conception materiel et logciel

1-Introduction

Dans ce chapitre nous étudierons, les différents éléments de la chaine de mesure et de commande constituant notre projet de conception et de réalisation d'une canne intelligente pour les non et les malvoyants. Commençant par les avantages et les spécifications des systèmes embarquées, puis la stratégie de programmation des cartes électroniques, puis nous présentant les caractéristiques techniques des capteurs utilisées ainsi que leur principe de fonctionnement. A la fin de ce chapitre, nous présenteront les actionneurs utilisés pour la bonne communication canne-être humain.

2- Système embarquée :

Un système embarqué est un système informatique et électronique autonome qui exécute une tâche précise au sein de l'appareil auquel il est intégré. La plupart du temps, cette tâche est réalisée en temps réel. Le terme de « système embarqué » recouvre à la fois le matériel et le logiciel utilisés.

Le logiciel est exécuté sur un microcontrôleur, un microprocesseur ou, plus rarement, sur un FPGA. Le choix de la plateforme dépend de la puissance de calcul nécessaire mais aussi des interfaces requises : bus de communication, écran, mesures analogiques…

L'espace mémoire du système embarqué est généralement limité, de même que sa taille. Aussi, le système embarqué doit pouvoir effectuer sa tâche avec précision, dans des délais imposés, avec le meilleur ratio

encombrement/mémoire/consommation d'énergie/coût [**8**].

2-2. L'importance d'un système embarqué

Les nouvelles technologies ne cessent d'évoluer permettant à l'être humain de vivre confortablement dans son environnement naturel. Ici, on parle des systèmes embarqués qui sont employés dans presque tous les secteurs d'activités, notamment dans l'industrie. Les particuliers les utilisent dans leur quotidien sans qu'ils le sachent, le téléphone, une carte à puce, les électroménagers, une voiture et tant d'autres. [**9**].

Les systèmes embarqués sont omniprésent dans presque tous les appareils électroniques intégrant une puce ou une carte mémoire. C'est pourquoi on le trouve dans l'informatique industrielle dont ils occupent une place importante pour le bon fonctionnement des machines. Quoi qu'il en soit, les chercheurs en systèmes embarqués les en conçus pour être opérationnels dans les équipements bureautiques et mobiles, tels que les répondeurs, Smartphones, imprimeurs, copieurs. Mais ils les ont aussi intégrés dans les bâtiments comme les ascenseurs, escalators, contrôle d'accès, système de surveillance et d'éclairage. D'autre part, les systèmes embarqués jouent un rôle décisif sur la croissance des secteurs clés comme l'aéronautique, l'automobile, le spatial, mais surtout la télécommunication.

2-3. Les cartes programmables

Une carte programmable c'est quoi ?

Une carte programmable est une carte sur laquelle est intégré des composants électroniques dont un ou plusieurs microcontrôleurs. Un microcontrôleur permet de contrôler la carte avec un programme informatique Une carte programmable est une carte sur laquelle est intégré des. Ce programme peut être écris en divers language de programmation.

Sans programme la carte programmable ne peut pas fonctionner. Vous devez donc relier carte à un ordinateur pour y injecter un programme.

Une fois le programme dans la carte, vous pouvez l'utiliser en toute autonomie sans ordinateur. [**10**]

Les constructeurs de cartes programmables proposent plusieurs types de cartes. En fonction de besoin souhaité, il faut faire le bon choix en étudiant les caractéristiques de chaque carte , comme pour un ordinateur.

- Arduino
- Raspberry PI
- Node MCU…

L’Arduino est l'une des plus populaire marque de cartes programmables.



Figure 7:Différents types de carte Arduino

3- Arduino : c'est quoi ?

Arduino est le nom d'une gamme de cartes à microcontrôleur, c'est à dire de cartes électroniques programmables. Elles utilisent toutes un même logiciel de programmation appelé logiciel Arduino également.[**11**]

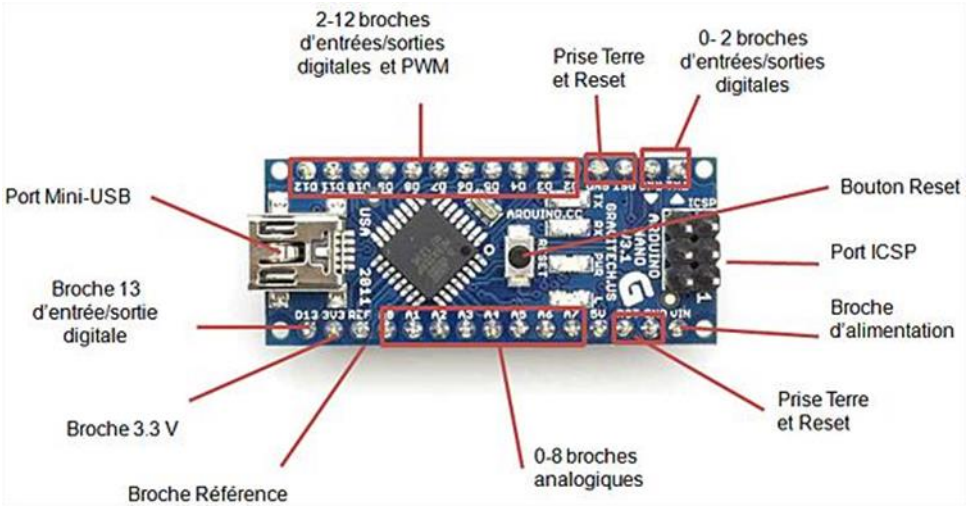


Figure 8: Schéma d'une platine Arduino Nano

3-1. Les cartes 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,Processingou MaxMSP(. Les cartes électroniques peuvent être fabriquées manuellement ou bien être achetées. [**12**]

3-2. Les gammes de la carte Arduino

Actuellement, il existe plus de 20 versions de module Arduino, nous citons quelque unes afin d'éclaircir l'évaluation de ce produit scientifique et académique .

- Le NG d'Arduino, avec une interface d'USB pour programmer et usage d'un ATmega8.
- L'extrémité d'Arduino, avec une interface d'USB pour programmer et

usage d'un Microcontrôleur ATmega8.

- L'Arduino Mini, une version miniature de l'Arduino en utilisant un

microcontrôleur ATmega168.

- L'Arduino Nano, une petite carte programmable à l'aide du port USB cette version utilisant un microcontrôleur ATmega168)ATmega328 pour une plus nouvelle version(.
- Le LilyPad Arduino, une conception de minimaliste pour l'application

wearable en utilisant un microcontrôleur ATmega168.

- Le NG d'Arduino plus, avec une interface d'USB pour programmer et

usage d'un ATmega168.

- L'Arduino Bluetooth, avec une interface de Bluetooth pour programmer

en utilisant un microcontrôleur ATmega168.

- L'Arduino Diecimila, avec une interface d'USB et utilise un

microcontrôleur ATmega168.

- L'Arduino Duemilanove)"2009"(, en utilisant un microcontrôleur l'ATmega168)ATmega328 pour une plus nouvelle version(et actionné par l'intermédiaire de la puissance d'USB/DC.
- L'Arduino Mega, en utilisant un microcontrôleur ATmega1280 pour I/O

additionnel et mémoire.

- L'Arduino UNO, utilisations microcontrôleur ATmega328.
- L'Arduino Mega2560, utilisations un microcontrôleur ATmega2560, et possède toute la mémoire à 256 KBS. Elle incorpore également le nouvel ATmega8U2)ATmega16U2 dans le jeu de puces d'USB de révision 3(.
- L'Arduino Leonardo, avec un morceau ATmega3Ù4 qui élimine le

besoin de raccordement d'USB et peut être employé comme clavier.

- L'Arduino Esplora : ressemblant à un contrôleur visuel de jeu, avec un manche et des sondes intégrées pour le bruit, la lumière, la température, et

l'accélération. [**13**]

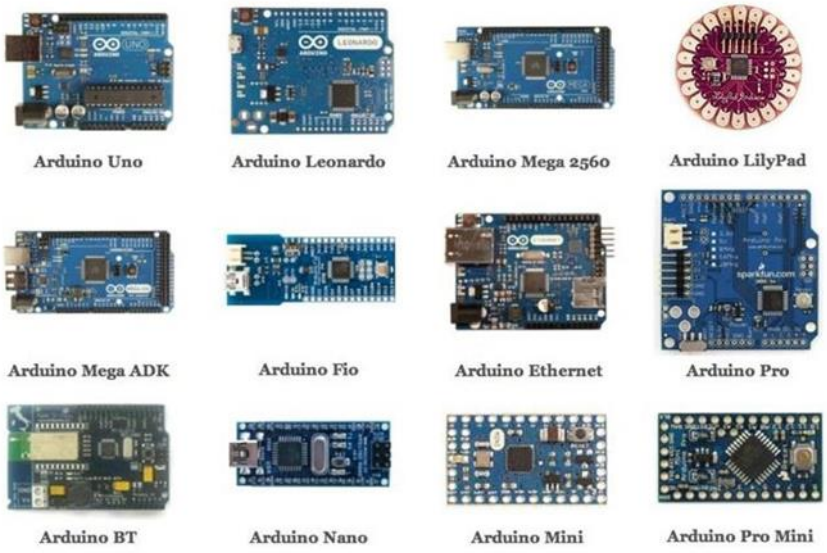


Figure 9: quelques types d'Arduino

3-3. 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 [14]

	Arduino Uno ver R3	Arduino Mega 2560	Arduino Nano
Microcontrôleur	ATmega328	ATmega2560	ATmega168/ATmega328
Dimension	69mm*54mm	101mm*53mm	45mm*18mm
Tension de fonctionnement	5V	5V	5V
Tension d'alimentation	7-12V	7-12V	7-12V
Tension d'alimentation	6-20V	6-20V	5V
Broches E/S numériques	14/6 PWM	54/14 PWM	14 /6 PWM
Broches E/S analogiques	6	16	8
Intensité des broches E/S (5V)	40 mA	40 mA	40 mA
Mémoire Programme Flash	32 KB	256 KB	16KB/32 KB
Mémoire SRAM	2 KB (ATmega328)	8 KB	1KB/2 KB (ATmega328)
Mémoire EEPROM	1 KB (ATmega328)	4 KB	512 bytes/KB
Vitesse d'horloge	16 MHz	16 MHz	16 MHz
SPI/I2C	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE

Tableau 3:Tableau comparatif de quelques cartes Arduino

3-3. La carte 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.[15]

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

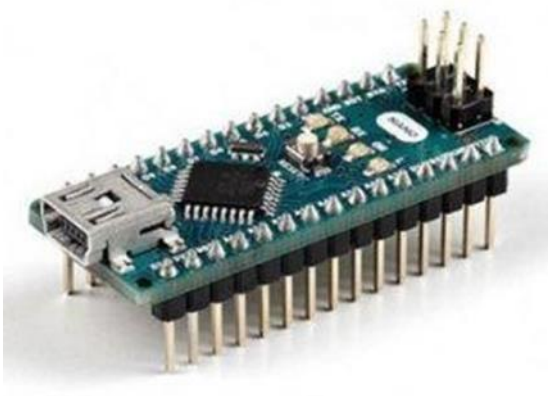


Figure 10: Arduino nano

3-4. Caractéristiques techniques de la carte Arduino Nano

- Port mini 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

- Boîtier DIL30

- Dimensions: 45 x 18 x 18 m

- Poids: 5g [16]

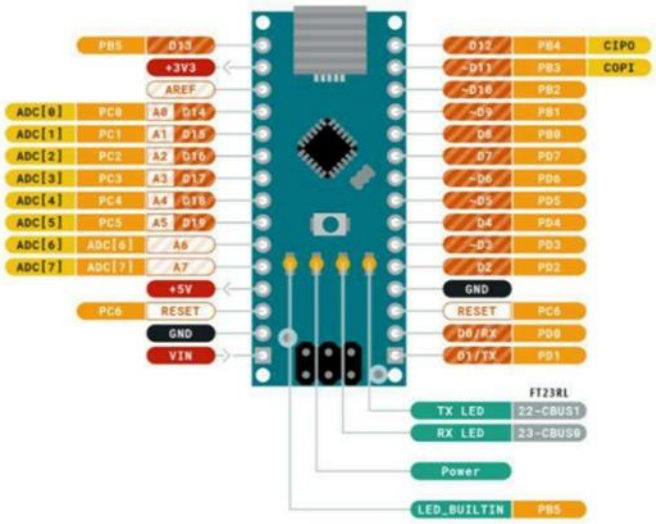


Figure 11: port Arduino Nano

3-5. Description de la carte Arduino Nano :

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 [17] .

a-Alimentation :

Il existe trois méthodes pour alimenter votre Nano.

- La prise USB : Connectez la prise mini USB à un chargeur de téléphone ou à un ordinateur via un câble pour que la carte reçoive l'énergie nécessaire au fonctionnement
- La broche Pin : La broche Pin peut être branché avec un 6-12V non régulé pour alimenter la carte.
- Le régulateur de tension intégré le régulera à + 5V

La broche + 5V : Si vous avez une alimentation régulée + 5V, vous pouvez directement alimenter l'Arduino à la broche + 5V. [18].

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-1 Les 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-2 . Les 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.

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

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

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

Ces broches sont utilisées pour la communication SPI.

b-5. La 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-6. L'I2C A4 (SDA) et A5 (SCA):

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

b-7. AREF:

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

b-8 . La broche reset:

Si cette broche est au niveaux bas, le microcontrôleur est réinitialisé.[18]

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.[19]

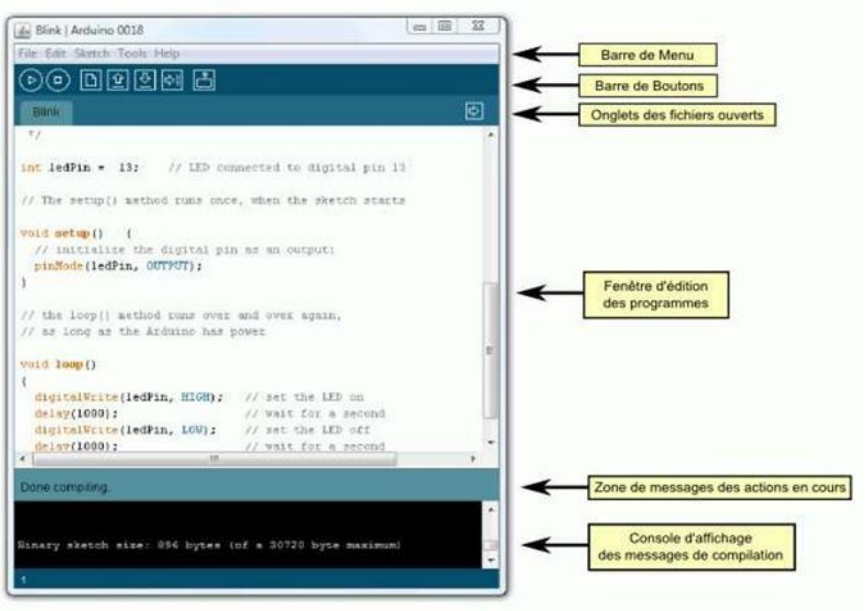


Figure 12: présentation des éléments de l'arduino software

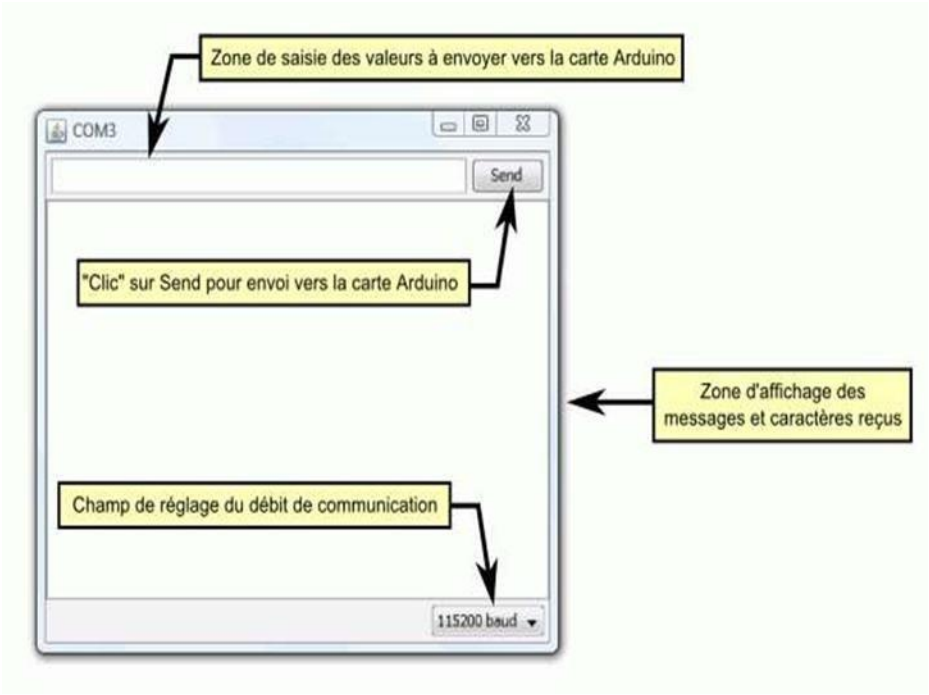


Figure 13: module terminal serie

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 14: fenêtre graphique de l'EDI

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

Tableau 4:Quelques types données différentes d'informatiques

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 que nous verrons plus bas :

```
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.[20]

```
void loop()
{
        ici se trouve la description générale du programme en boucle
}
```

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
```

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 indique 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. [21]

6- 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.

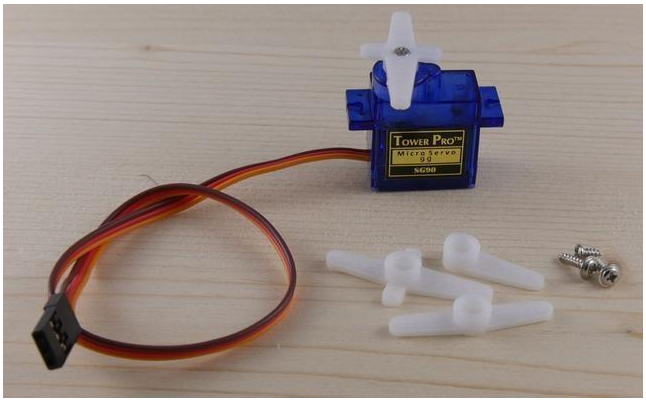


Figure 15: servomoteur

6-1. Principe de fonctionnement servomoteur Arduino :

Les servomoteurs sont largement utilisés pour simuler les mouvements mécaniques des robots. Un servomoteur se compose d'un capteur)vitesse, position, etc.(, d'une unité de commande d'entraînement provenant d'un système mécanique et de circuits électroniques. Les boîtes de vitesses du dispositif sont en métal, en carbone ou en plastique. Les engrenages en plastique du servomoteur ne peuvent pas résister aux charges lourdes et aux chocs.[22]

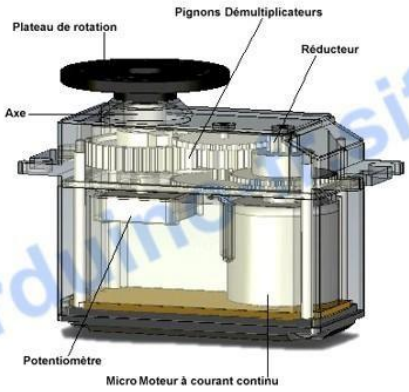


Figure 16: Fonctionnement servo (conception du servomoteur).[22]

6-2. Caractéristiques techniques de servomoteur :

- Alimentation: 4,5 V à 6 V
- Couple: 1,2 kg/cm sous 4,5 V – 1,4 kg/cm sous 6 V
- Vitesse: 0,12 sec/60° sous 4,5 V – 0,10 sec/60° sous 6 V
- Rotation: 180°. [22]

6-3. Montage de servomoeur avec arduino :

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
- 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.

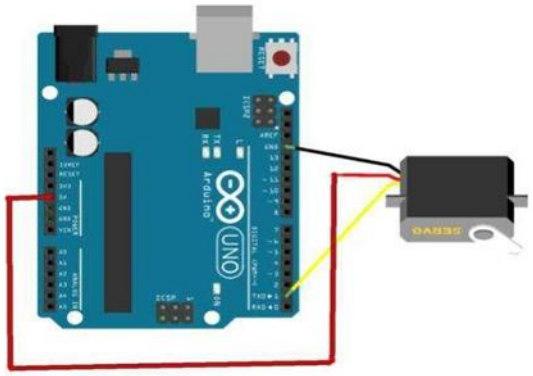


Figure 17: Montage un servomoteur avec Arduino

7. Le capteur de distance Ultrason

Le capteur HC-SR04 est un capteur de distance à ultrasons qui utilise l'écho de son pour mesurer la distance jusqu'à un objet. Il est constitué d'un émetteur d'ultrasons et d'un récepteur qui sont séparés par une certaine distance. Lorsque le capteur est activé, l'émetteur envoie un signal sonore à haute fréquence qui se propage dans l'air et qui est réfléchi par les objets environnants. Le signal réfléchi est ensuite capté par le récepteur, qui calcule la distance jusqu'à l'objet en utilisant le temps qui s'est écoulé entre l'envoi du signal et la réception de l'écho. Le capteur HC-SR04 est souvent utilisé. [23]

Parmi les capteurs d'obstacles on trouve l'infrarouge, laser et ultrason, nous avons choisi d'utiliser un capteur de type ultrasonics)HC-SR04(pour sa disponibilité et son faible cout.



Figure 18: Le capteur HC SR-04.

7-1. Caractéristiques techniques de HC-SR04 :

- Alimentation: 3,3 ou 5 Vcc
- Consommation: 15 mA
- Fréquence: 40 kHz
- Portée: de 2 cm à 4 m
- Déclenchement: impulsion TTL positive de 10µs
- Signal écho: impulsion positive TTL proportionnelle à la distance.
- Calcul: distance)cm(= impulsion)µs(/ 58
- Trous de fixation: 1,8 mm
- Dimensions: 45 x 20 x 18 mm .[24]

7-2. Principe de fonctionnement de ultrason :

Les capteurs de distance à ultrasons utilisent le principe de l'écho pour déterminer la distance à laquelle se trouve un objet :

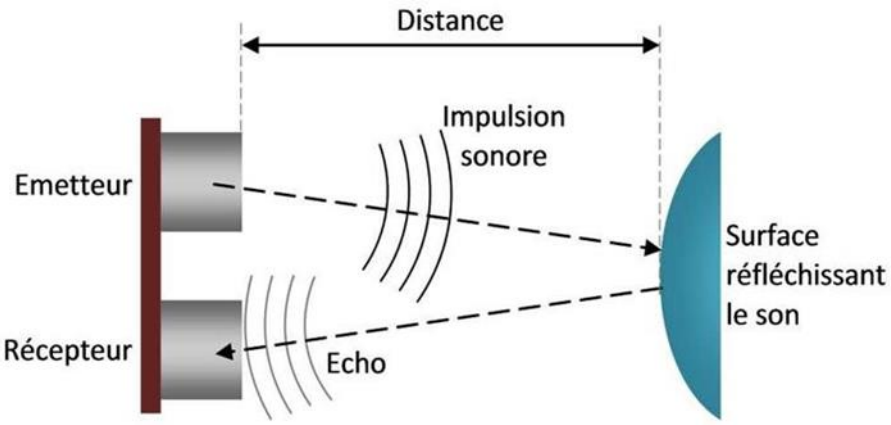


Figure 19: principe de mesure de la distance par un capteur ultrason.[24]

- Un court signal sonore est envoyé)inaudible car dans le domaine des ultrasons – environ 40kHz(;
- Le son est réfléchi par une surface et repart en direction du capteur ;
- Ce dernier le détecte, une fois revenu à son point de départ.

La durée entre l'instant de l'émission et l'instant de la réception peut être mesurée. Le signal ayant parcouru 2 fois la distance entre le capteur et la surface)un aller-retour(, on peut la calculer ainsi : [24]

$$\mathbf{Dist} = \frac{\mathbf{Dt}ds}{\square} \times \text{urée}$$

La formule :

$$Dit't = \frac{(te'eD \times 3/)}{}$$

7-3. Montage l’ ultrason avec arduino :

Dans cet exemple la broche +VCC est branchée au +5V de l'arduino. La broche GND est branchée au GND de l'Arduino. La broche Echo est branchée à la broche 2 de l'arduino et la broche Trig est branchée à la broche 3 de l'arduino)Broche PWM(.

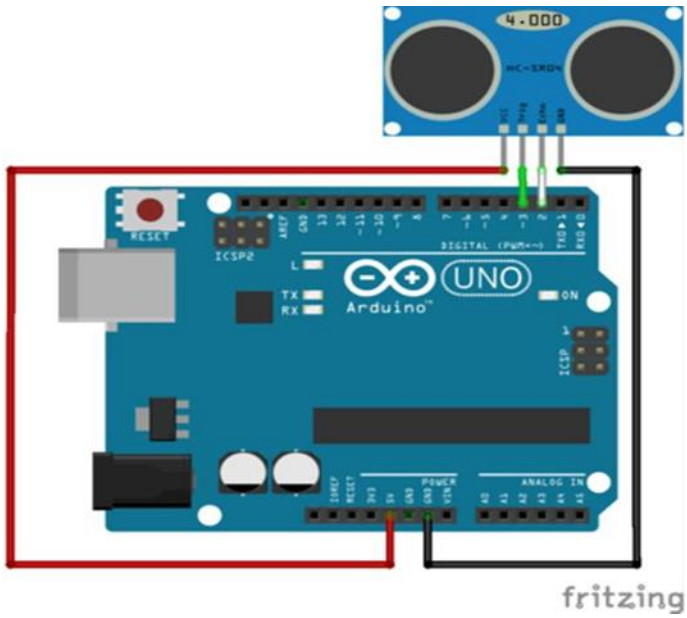


Figure 20: Montage l’ ultrason avec arduino

8- Le Buzzer:

Un **buzzer** est un dispositif qui produit un son ou un bruit de bourdonnement. Il est souvent utilisé comme dispositif de signalisation, par exemple pour indiquer la fin d’une période de temps dans un jeu télévisé, pour alerter quelqu’un de la présence d’un intrus, ou comme alarme .

Les **buzzers** peuvent également être utilisés dans les instruments de musique ou comme moyen de communication avec d’autres personnes. Certains **buzzers** sont activés en appuyant sur un bouton ou un interrupteur, tandis que

d'autres sont déclenchés par un signal provenant d'un autre dispositif ou d'un système.[25]

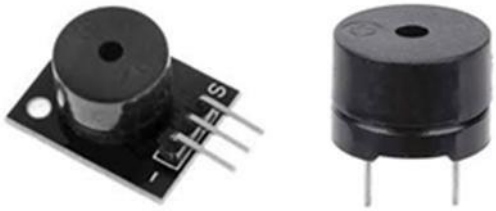


Figure 21: Le Buzzer

8-1. Caractéristiques techniques de buzzer :

- Tension de fonctionnement: 3.3 - 5 V
- Signal I/O: Numérique TTL)0 ou 1(
- Dimensions: 33 x 13 mm

8-2. principe de fonctionnement de buzzer (élément piézo):

Le principe de fonctionnement des émetteurs est basé sur l'effet découvert par les frères Curie en 1880. Dans les piézocristaux, des charges électriques sont générées sous l'action de forces mécaniques de cisaillement, de flexion ou de torsion. Outre l'effet « direct », il existe également l'effet inverse : si l'on applique de l'électricité au cristal, celui-ci commence à se déformer. Les oscillations fréquentes du cristal créent une onde sonore d'une fréquence donnée.

8-3. Montage le buzzer avec l'Arduino :

Le montage consiste à relier la borne)+(du buzzer à la borne numérique N°0 et la borne)-(à la GND de l'Arduino.[26]

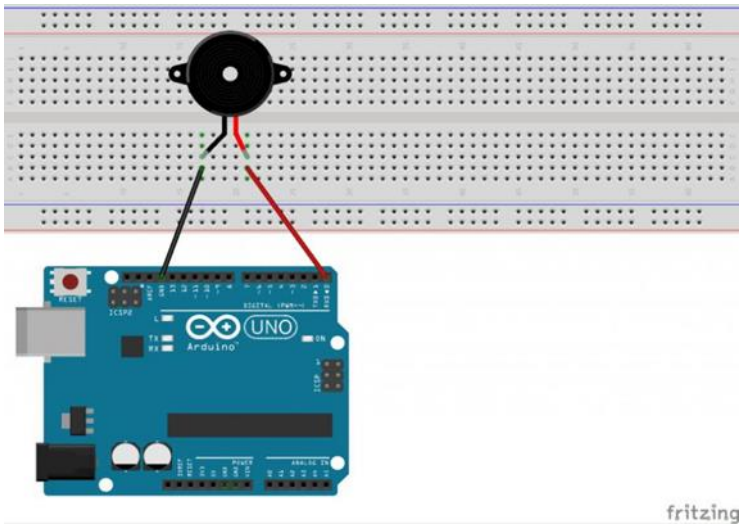


Figure 22: Buzzer avec Arduino

8-4. La différence entre Buzzer passif et actif :

Beaucoup sont intéressés par la différence entre le buzzer actif et le buzzer passif. Un buzzer actif génère du son tout seul à l'aide de son générateur et nécessite une tension continue. Le buzzer passif nécessite un signal PWM pour générer du son. Pour identifier un buzzer actif, appliquez-lui une tension constante, si le buzzer émet un bip, il est actif.

9- Capteur de proximité Infrarouge FC-51 :

Le capteur de proximité FC-51 est composé d'une diode infrarouge)émetteur(et d'une photodiode)récepteur(.

Suivant la distance à laquelle se trouve l'obstacle, le récepteur recevra plus

ou moins de lumière infra-rouge réfléchie

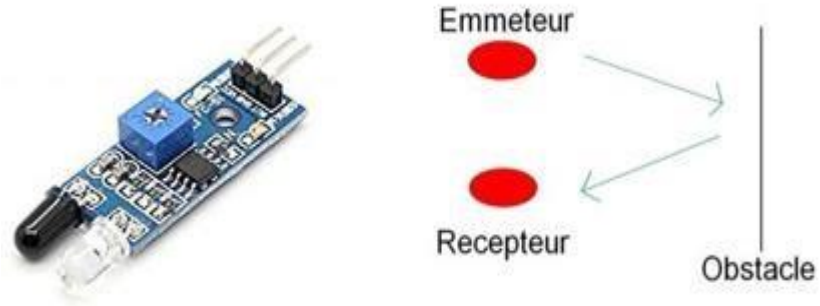


Figure 23:Capteur de proximité Infrarouge FC-51

Suivant la distance à laquelle se trouve l'obstacle, le récepteur recevra plus ou moins de lumière infra-rouge réfléchie.[27]

9-1. Caractéristiques technique de proximité Infrarouge FC-51 :

- Distance de détection : de 2 à 30 cm
- Dimensions : 3.1 cm * 1.5 cm
- Alimentation : 3.3 – 5 V.
- OUT : interface de sortie numérique de la carte)0 si détection, et 1 si aucune détection(



Figure 24:Capteur de proximité Infrarouge FC-51

Il est à noter que lors du branchement, une LED verte s'allume sur le capteur si un obstacle est détecté. Celle-ci permet de savoir si votre capteur est en état de fonctionnement ou non. La distance de détection peut-être ajustée à l'aide d'un potentiomètre disponible sur le capteur.[27]

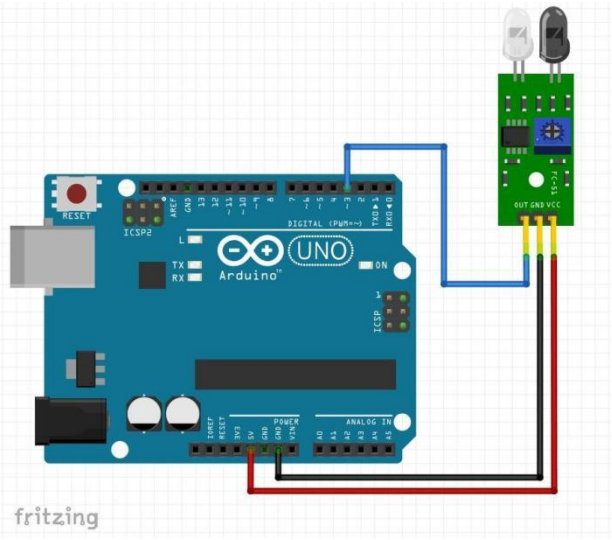


Figure 25:Montage l' proximité Infrarouge FC-51 avec arduino

Conclusion :

Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté la conception et les différents composants de notre projet. Commençant par la définition des systèmes embarqués et son importance notre vie quotidienne ; Puis, nous avons présenté les différentes cartes électroniques programmables dont nous avons choisi la carte Arduino Nano **.**

Avant d'aborder la description des différents éléments de notre projet, nous avons présenté les parties essentielles d'une chaine de mesure et de commande, éventuellement les capteurs et les actionneurs utilisés pour la réalisation d'une canne intelligente.

Chapiter III :Conception et application

I- Introduction :

Pour notre projet d'étude final, nous avons eu l'idée de développer d'une canne blanc pour les aveugle ‹Les difficultés d'accès aux différents transports publics ou aux rues débordées sont des exemples des obstacles auxquels ils font face chaque jour. Aider les aveugles était la principale motivation et la solution que nous avons trouvée était la conception et la réalisation d'un bâton électronique, qui expliquait comment l'atteindre et les différentes étapes de réalisation. Ce bâton peut les avertir des obstacles qui les gênent et existent à distance d'eux.

2- Cahier de charges :

La canne blanche est une assistance technique fournie aux malvoyants qui les aide dans leur vie quotidienne.

Notre projet doit reposer sur la conception et la réalisation d'un bâton intelligent qui doit répondre aux exigences suivantes

- Utiliser d'une canne standard solide
- Détection des obstacles, stable ou mobile, plus ou moins éloignés et à différentes hauteurs grâce à des capteurs d'ondes ultrasonores ou infrarouges et de donner des informations bien étudié .
- Proposer des différents moyens d'avertissements)buzzer(adaptables aux préférences de l'utilisateu
- Proposer une alimentation électrique avec une durée de vie maximale, ainsi qu'une source d'énergie facilement rechargeable via un câble standard USB. • Avoir une masse et des dimensions les plus proches possibles à celles d'une canne blanche traditionnelle.
- Prise en charge de critère qualité/prix.

3- Circuit de commande :

Le circuit de commande est composé de :

- Arduino NANO.
- un capteurs ultrasons,
- Un capteur de infraruege Infrarouge FC-51 .
- Servomotor Buzzer.
- Une source d'énergie rechargeable.

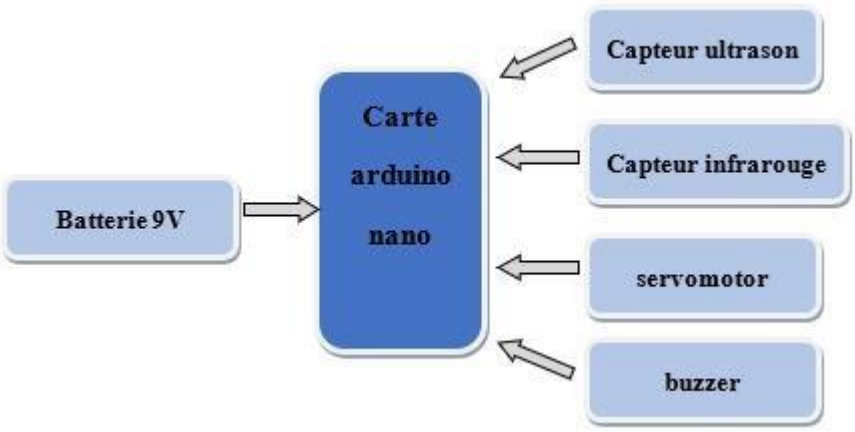


Figure 26:Schéma fonctioneh du la canne intelligent

4- test des capteurs :

En premier lieu nous avons testé un seul capteur ultrason en suite testé le capteurs infrarouge et en fin les deux capteurs à la fois sur un lab d'essais. Ils

sont alimenté avec les 5v de Arduino nano, leurs sorties)vcc,gnd,trig,echo(sont banchés directement sur les entrées numérique de la carte arduino nano les résultats sont observé grâce au moniteur série de arduino uno sur l'ordinateur.

-pour notre premier test on a :

- Branché trig de notre capteur vers l'entrée numérique D9 de la carte Arduino NANO.
- Et Echo est branché vers l'entrée numérique D8 d'Arduino NANO.
- VCC vers 5 volts d'Arduino NANO.

GND vers GND d'Arduino NANAO.

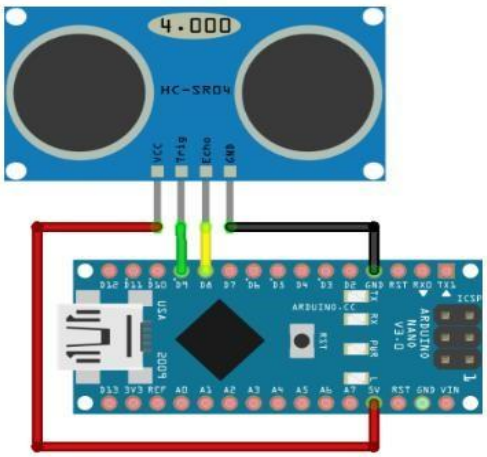


Figure 27 :montage de test arduino avec ultrason

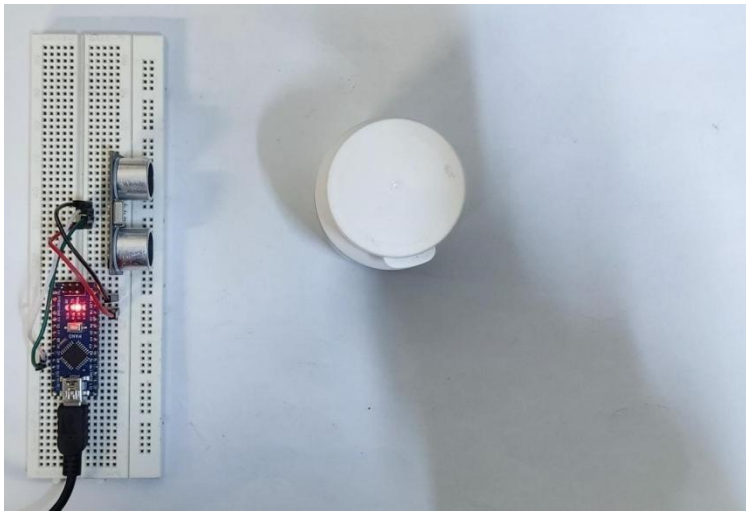


Figure 28:Test le capteur ultrason

-pour notre deuxième test on a :

- Branché out de notre capteur vers l'entrée numérique

D7 de la carte Arduino

- Et Vcc vers 5v d'Arduino .
- GND vers GND d'Arduino .

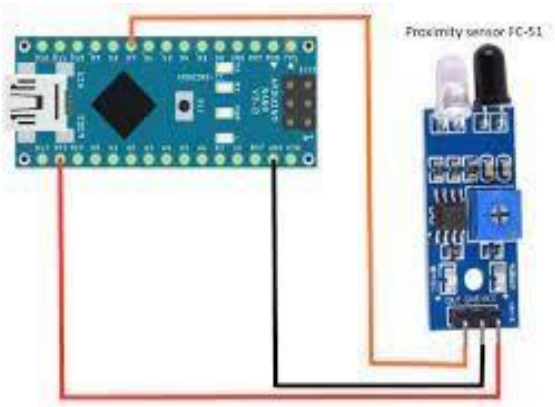


Figure 29: montage de test arduino avec ultrason

Il est à noter que lors du branchement, une LED verte s'allume sur le capteur si un obstacle est détecté. Celle-ci permet de savoir si votre capteur est en état de fonctionnement ou non. La distance de détection peut-être ajustée à l'aide d'un potentiomètre disponible sur le capteur.

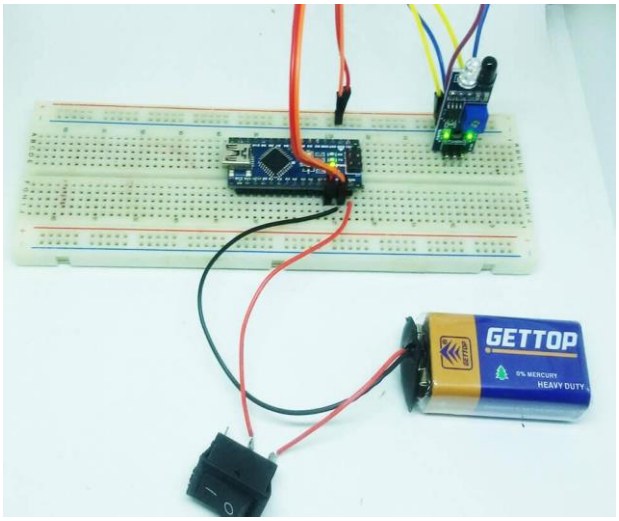


Figure 30:Teste le capteur infrarouge fc-51

5-Réalisation de la canne intelligente :

Nous connectons les éléments de circuit, soudons les filets et les attachons à la source d'alimentation

5-1. Position des capteurs sur la canne :

La canne intelligent devrait permettre aux personnes aveugles ou ayant une déficience visuelle d'éviter les obstacles très visibles au niveau du sol, fixes ou mobiles, avec des capteurs ultrasoniques à haute direction agissant comme un radar, et un capteur infrarouge à bas de la canne, la canne sera donc équipée de deux capteurs : un premier dirigé vers le sol et un autre à l'horizontal

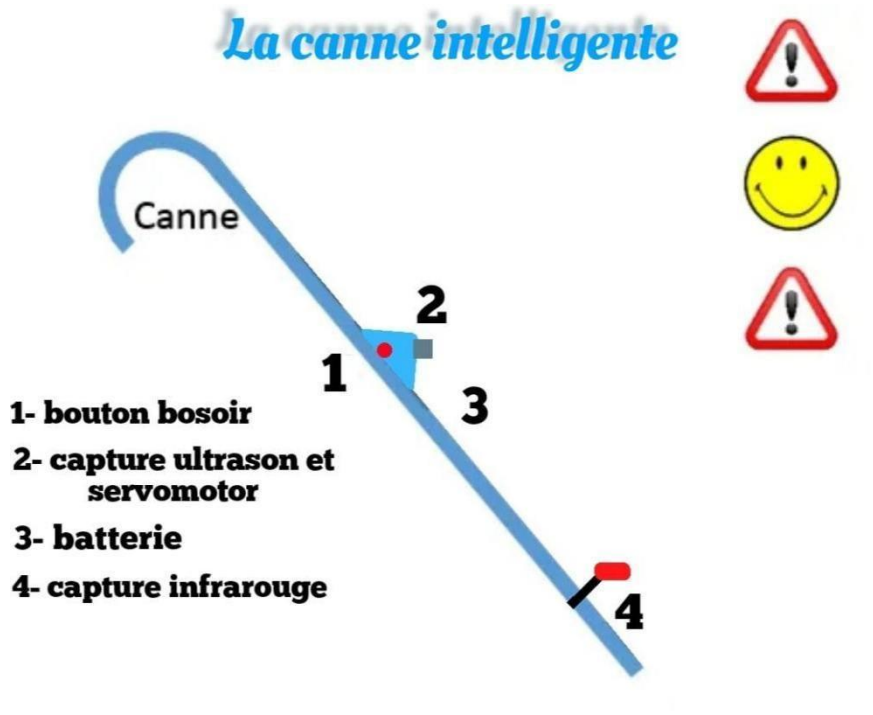


Figure 31:Position des capteurs sur la canne

5-2. Montage de la canne :

Dans cette partie, on a suivi ces étapes suivantes :

- Placer le capteur ultrason qui est en haut de la canne traditionnelle sur un servomoteur
- Régler l'angle du servomoteur sur 180 degrés pendant environ millisecondes)voir(et bronchement comme suivant :
- noir est branché vers la masse)Gnd(d'Arduino.
- rouge est ver +5v)Vcc(d'Arduino.
- blanc est branché vers la commande 9 d'Arduino.

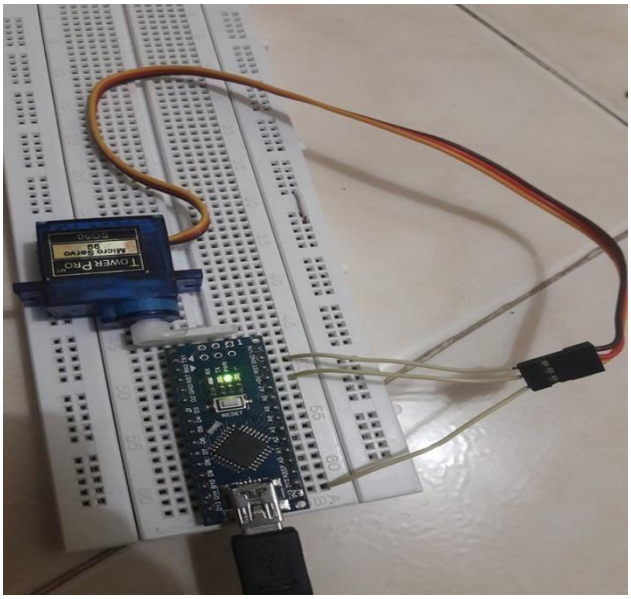


Figure 32:Servomotor conecter avec l'arduino nano

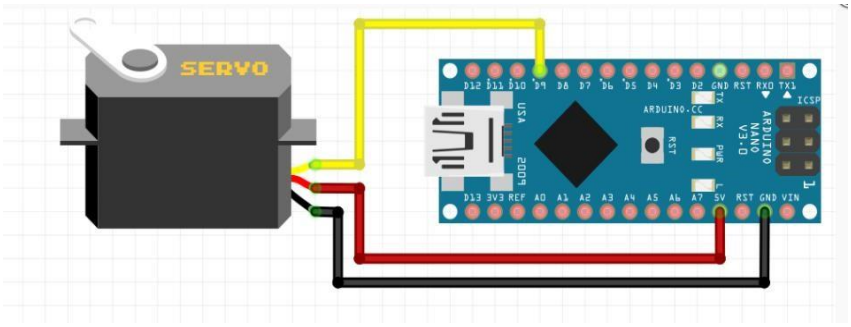


Figure 33:.le branchement de servomoteur

-Et pour le capteur ultrason :

Nous installons un capteur à ultrasons sur le servomoteur et connectons ses fils à l'arduino nano pour fonctionner le capteur comme un radar pour détecter les obstacles

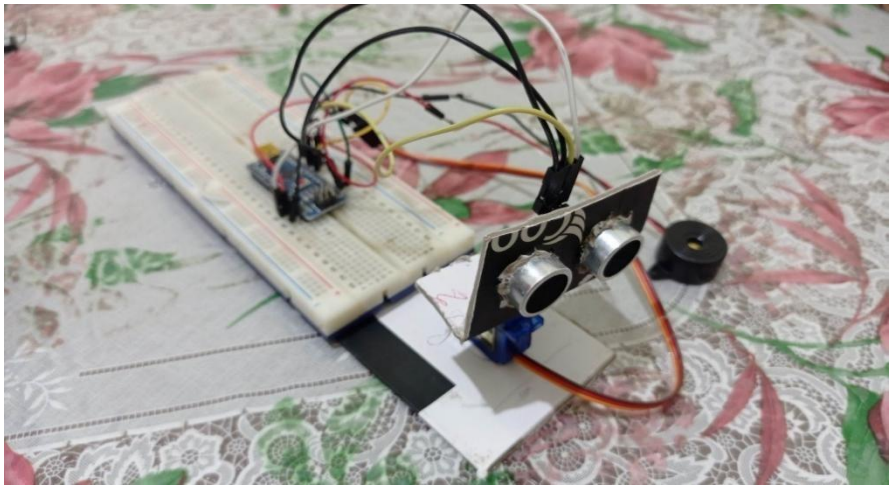


Figure 34:l'installation du capteur à ultrasons sur

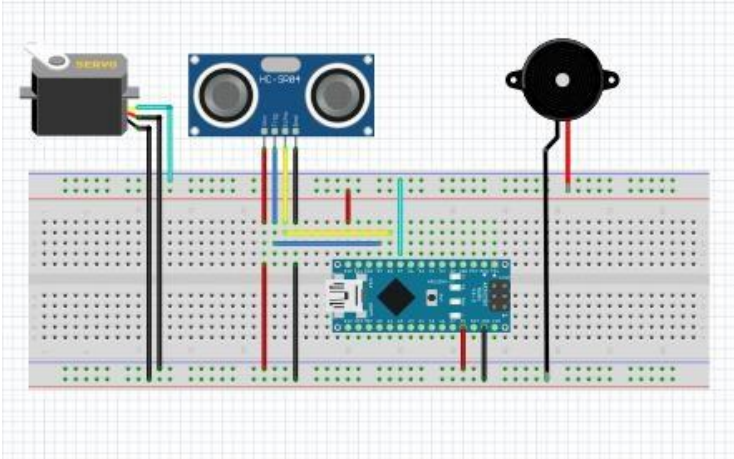


Figure 35:Le schéma d'installation de circuit Haut de la canne

-Et pour le capteur infrarouge :

Nous installons le capteur infrarouge en place sous le bâton électrique pour détecter les petits obstacles de faible hauteur au niveau du genou de la personne aveugle

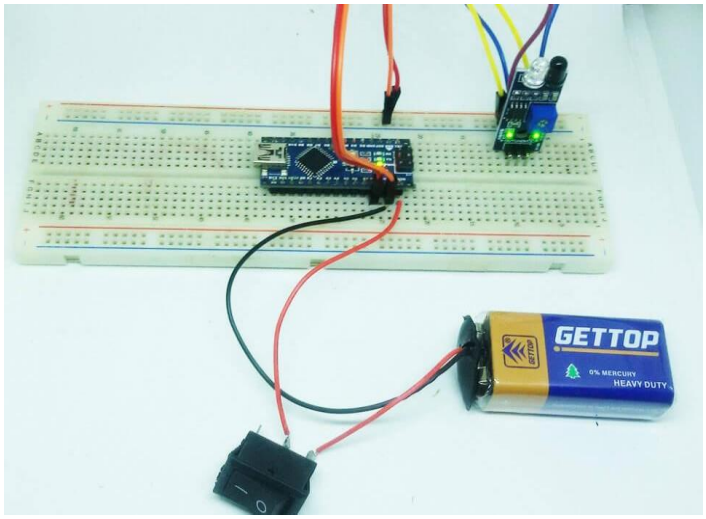


Figure 36:l'installation du capteur à infrarouge Sur la canne

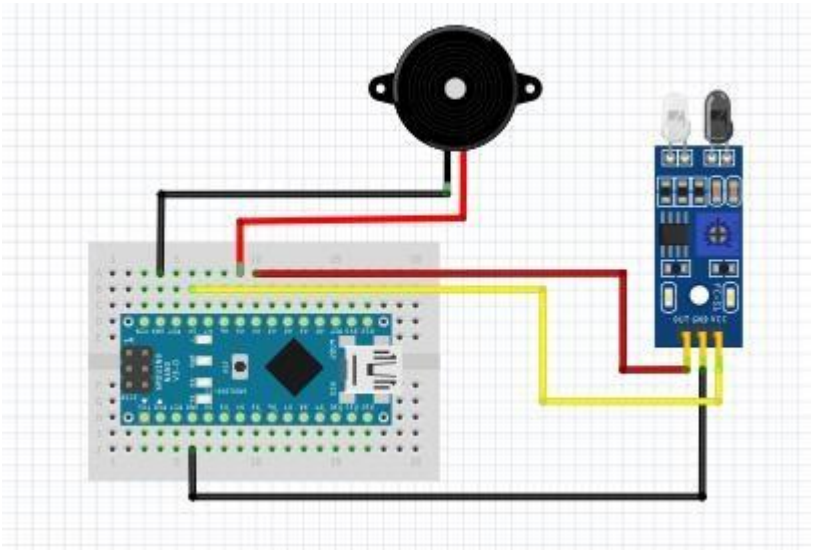


Figure 37:Le schéma d'installation de circuit bas de la canne

6- Conclusion

Dans ce chapitre, nous venons de voir les différentes étapes et les tests des capteurs et d'accomplir les connexions nécessaires pour construire notre système de bâton et d'étudier les composants que nous avons utilisés pour réaliser le projet.

Conclusion génirale :

Conclusion génirale :

La vie des aveugles est très difficile à cause des obstacles quotidiens auxquels ils font face pour faire valoir leurs arguments. Ils sont toujours exposés à des risques de sources différentes.

Le projet vise à fournir aux aveugles des outils techniques pour les aider dans leur vie quotidienne. Après avoir étudié l'environnement quotidien des personnes ayant une déficience visuelle et à travers des études menées par des organisations et associations intéressées par cette catégorie de société, à partir de ces informations, nous avons identifié des spécifications qui nous permettent de construire le la canne electrique.

La canne intelligente est un ensemble de capteurs qui fonctionnent constamment pour assurer un accès rapide à l'information appropriée en permettant à l'utilisateur de prendre la bonne décision et de vivre en toute sécurité et indépendamment des autres. La canne que nous avons réalisé dans le projet a un système de plusieurs cercles exploités par le programme Arduino. Dans ce travail, nous avons l'idée d'améliorer et de rationaliser

Exécutez canne intillegente dans des environnements compatibles avec les conditions de travail à l'étranger tout en respectant de respecter le cahier de chrge.

Bibliographie :

Bibliographie :

[1] Organisation mondiale de la santé, "Visual Impairment and Blindness," Fiche d'information N « 282 », oct 2014, consulté le 25 /02/ 2023.

[2].https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visualimpairment / consulté le 25 /02/ 2023.

[3]. Fourali, S. A. D. (2016). Conception et réalisation d'une canne intelligente. Mémoire de Master. Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Algérie. consulté le 25 /02/ 2023..

[4]. https://www.ibvision.fr/systeme_visuel , consulté le 25 /02/ 2023.

[5] Clark-Carter, D.)1985(. Factors affecting blind mobility)Doctoral Thesis(.

Nottinghamshire, UK: University of Nottingham.

[6].https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Canneblanche.html/consulté le 28 /02/ 2023..

[7].http://lions100.lionsclubs.org/print/FR/media/touchstone-stories/powerservice/07-white-cane.php/ consulté le 28 /02/ 2023.

[8]. http://www.catspowerdesign.fr/actualites/systeme-embarque consulté le

23/03/2023

[9]. https://www.ressources-du-web.com/role-systemes-embarques-levolutiontechnologique/ consulté le 23/03/2023

[10]. http://hack4.info/index.php?static1/cartes/ consulté le 23/03/2023

Chapiter III : Conception et application

[11]. https://blogpeda.ac-poitiers.fr/techno4e-jean-mace/2013/11/16/carteelectronique-programmable-arduino-pour-les-curieux/

[12] Christian Tavernier, *Arduino Maîtriser sa programmation et ses cartes d'interface (shields)*, Paris, 2011, DUNOD consulté le 23/03/2023

[13]. S.V.D.Reyvanth, G.Shirish, « PID controller using Arduino ».

[14]. https://fr.jf-parede.pt/what-are-different-types-arduino-boards

, consulté le 25/03/2023 .

[15]. https://fr.jf-parede.pt/what-are-different-types-arduino-boards consulté le 25/03/2023 .

[16]. https://www.robot-maker.com/shop/arduino-officielles/107-arduino-nanoofficiel-107.html, consulté le 25/03/2023

[17]. https://www.redohm.fr/2018/02/arduino-module-arduinonano/#Description%C2%A0de%20la%20carte%20Arduino%20Nano. consulté le 15/03/2023

[18].

https://www.microdomotique.fr/larduinonano/#Alimentation_de_lrsquoArduino_Nano consulté le 15/03/2023

[19].

https://www.microdomotique.fr/larduinonano/#Alimentation_de_lrsquoArduino_Nano,consulté le 01/04/2023

[20]. Christian Tavernier, Arduino Maîtriser sa programmation et ses cartes d'interface)shields(consulté le: 01/04/2023

[21]. https://www.electronique-mixte.fr/arduino/ consulté le: 01/04/2023

[22]. https://arduino-france.site/servo-arduino/#1 consulté le : 01/04/2023

[23]. https://www.robotique.tech/tutoriel/capteur-de-distance-ultrason-hcsr04/consulté le 26/03/2023

[24]. https://www.gotronic.fr/art-module-de-detection-us-hc-sr04-20912.htm consulté le 21/03/2023

[25]. http://colleges.acrouen.fr/navarre/techno/le_capteur__ultrasons.html consulté le 26/03/2023

[26]. https://www.robotique.tech/tutoriel/buzzer-avec-arduino/consulté le 29/03/2023

[27]. https://mataucarre.fr/index.php/2017/05/24/capteur-de-proximite-infrarouge-fc-51-arduino/ consulté le 12/04/2023