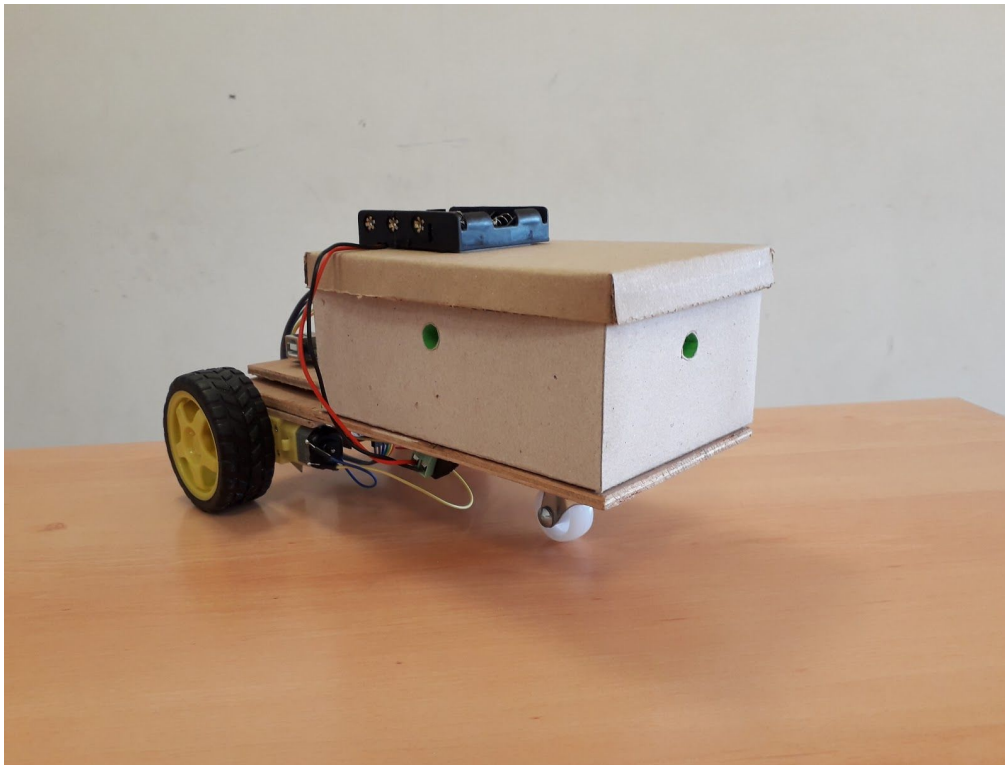


PROJET ARDUINO

Le Robot-curieux



Étudiants: VERDILLE Alexandre
LOSCIALE Vivian

Encadrant : MASSON Pascal

Année scolaire 2018-2019

Sommaire

Introduction.....	3
Le cahier des charges.....	4
Chapitre I : Contenu du projet	
Modules indépendants.....	5
Vision globale.....	7
Les algorithmes.....	8
Chapitre II : Mise en oeuvre du projet	
Les problèmes rencontrés.....	10
Les solutions proposés.....	11
Analyse.....	12
Conclusion.....	13
Bibliographie.....	14

Introduction

Nous avons choisi de faire un projet sous Arduino sur un robot se déplaçant par rapport au bruit ambiant. Nous avons voulu réaliser ce projet car nous le trouvions original et qu'il contenait un challenge technique tel que la maîtrise de la mesure sonore.

La manipulation et le traitement du son étant de nos jours en forte progression, comme la reconnaissance vocale ou bien les vidéoconférences. Notre projet se rapproche donc de cette tendance.

L'intérêt de ce robot est de pouvoir être autonome et de se déplacer vers la source de bruit courante et ainsi de la suivre. On pourrait voir à ce projet plusieurs applications telles que l'assistance et la surveillance médicale, notamment avec les personnes âgées. Lorsque la personne âgée se sent mal, elle peut appeler les secours via le robot. Ou bien utiliser ce projet comme un remplaçant de chien de garde afin de surveiller la maison et rapporter tout bruit étrange durant l'absence du propriétaire.

Nous allons donc expliquer nos objectifs dans un premier temps et les comparer aux travaux réalisés. Ensuite, nous listerons tout le matériel utilisé afin de reproduire le robot-curieux puis nous montrerons le déroulement de ce projet avec les problèmes rencontrés et les solutions proposées afin de résoudre ces problèmes.

Cahier des charges

1. Objectif

Prévision		Quand?							
Qui?	Quoi?	20-déc	10-janv	17-janv	04-févr	11-févr	25-févr	04-mars	11-mars
Vivian	Moteur								
Alex	Micro								
Vivian	Communication BT								
Vivian	Déplacement auto								
Alex	Ecran								
Alex	Détection son								
Commun	Intégration module son								

A l'origine, nous avions un planning assez homogène selon les différents modules, c'est-à-dire les moteurs, les microphones, la détection de son ... Dans nos plans, le robot devait être autonome dans un environnement inconnu et aussi interagir avec des personnes dans le cas où le son proviendrait d'êtres humains.

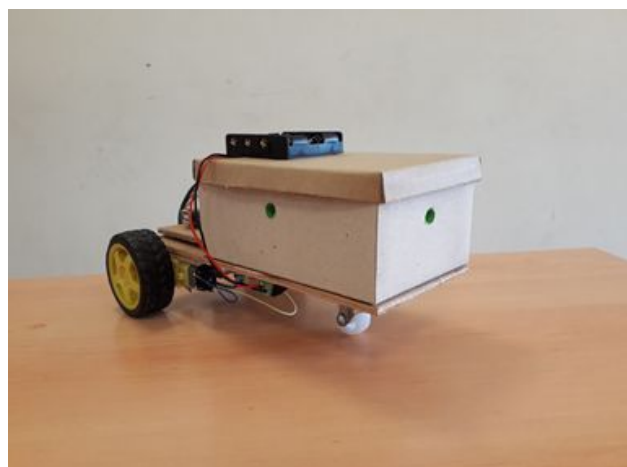
2. Réalisation finale

Suivi		Quand?							
Qui?	Quoi?	20-déc	10-janv	17-janv	04-févr	11-févr	25-févr	04-mars	11-mars
Vivian	Moteur								
Alex	Micro								
Vivian	Communication BT								
Vivian	Déplacement auto								
Alex	Ecran								
Alex	Détection son								
Commun	Intégration module son								
	Séance de vérification								

Mis à jour le 9/03/2019

Comme montré ci-dessus, les premières séances se sont déroulées sans encombre jusqu'à la semaine du 17 janvier. D'après le planning initial, nous devions faire la détection du son en 3 séances cependant cela nous a pris 6 séances. De plus durant le projet, nous avons dû abandonner l'écran et par conséquent l'aspect interactif de notre robot.

Voici ci-dessous l'idée de base que nous avons dès le début du projet et ce que nous avons réussi à faire.



Chapitre 1 : Contenu du projet

1. Modules Indépendants

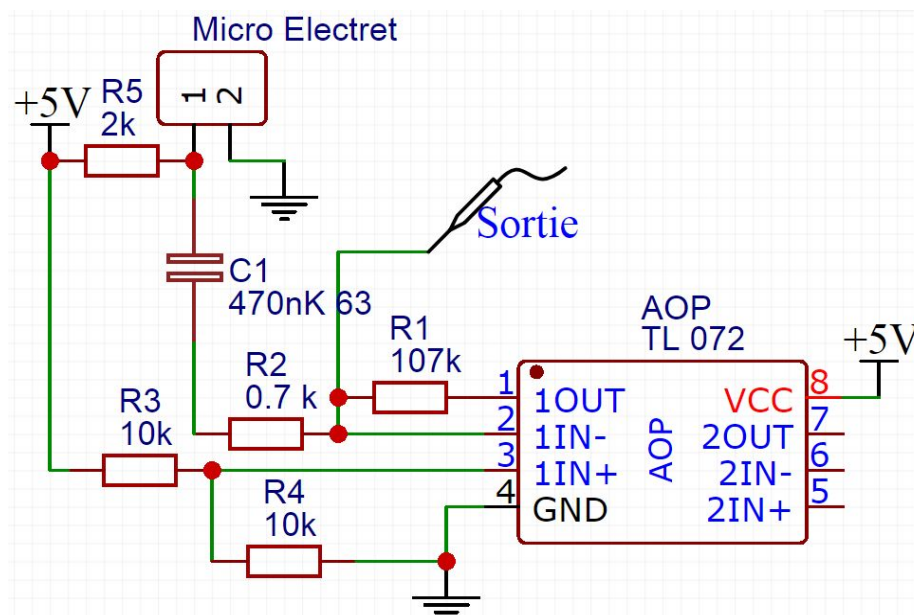
- **Micros et amplificateurs**

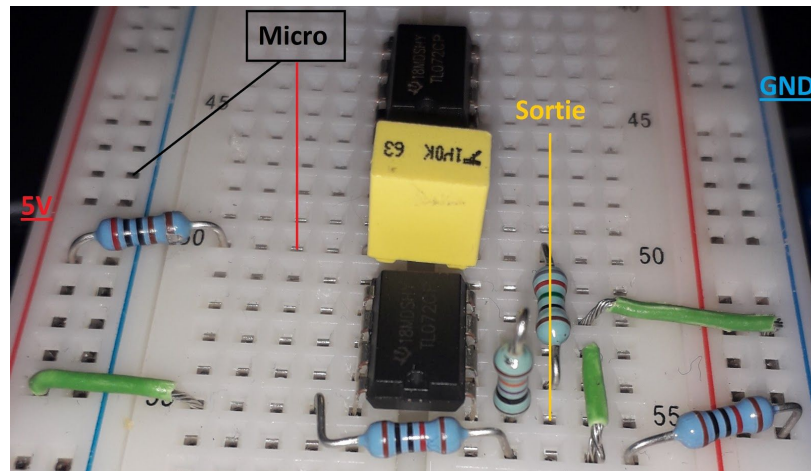
Le robot disposant de 4 micros orientés dans des directions différentes, cette partie a représenté une grande partie du travail réalisé sur ce projet.

Les micros convertissent les variations de pression de la propagation sonore en variation de tension. Plus le volume sonore est élevé à proximité d'un micro, plus le signal en sortie du micro sera ample. Donc, l'amplitude du signal de sortie du micro est proportionnel au volume sonore.

Nous avons utilisé des micros electret simple que nous avons associés à des amplificateurs réalisés par nos soins. En effet, avec les micros seuls, nous n'aurions obtenu que des signaux d'amplitude maximale de 20 mV environ, ce qui est trop peu au vu du quantum des cartes Arduino qui est de l'ordre de 5 mV et des comparaisons futures que nous souhaitons faire entre tous les micros.

Après les essais de différents circuits d'amplifications, nous avons retenu celui qui utilisait des amplificateurs opérationnels (que nous appellerons par la suite AOP). En voici le schéma :





- **Détection du son**

Une fois l'amplification des micros satisfaisante, notre réflexion s'est portée sur la manière de détecter un son et sa source.

L'idée de initiale était de simplement utiliser la voix. Au fil des essais, nous avons remarqué que la détection était plus précise en tapant des mains. Cette technique très efficace pour la détection avec un seul micro l'était moins lorsque nous avons souhaité détecter la direction de laquelle provenait le son avec 4 micros. En effet, le son généré en tapant des mains était certes bruyant mais trop "sec", produisant un son trop court en durée et donc la comparaison ne disposait pas de suffisamment de valeur pour être précise.

En effet, pour détecter la direction du son, nous comparons les 4 signaux des micros orientés dans 4 directions différentes. Pour réduire les erreurs, nous ne basons pas la détection sur une valeur mais sur des séries de mesures. Ces mesures sont déclenchées lorsqu'un certain volume sonore est atteint.

- **Déplacement auto avec capteur de distance**

Nous avons à l'origine voulu implémenter le déplacement automatique avec un système de capteur de distance, afin d'éviter que le robot ne se prenne les murs.

Cependant cette fonctionnalité concernant le capteur de distance à été abandonnée en cours de projet suite à une décision commune. Nous avons donc fait uniquement le déplacement automatique en fonction de la sonorité ambiante.

- **Moteurs / Déplacement**

Afin de permettre au robot de se déplacer, nous lui avons installé deux moteurs à courant continu reliés chacun à des roues. A l'avant du robot,

nous avons mis une roue libre afin de permettre le déplacement vers la gauche ou la droite et de stabiliser le robot avec un troisième appui. Par la même occasion, pour contrôler les moteurs, nous utilisons une carte de contrôle de moteur. Pour l'alimentation, nous avons utilisé un boîtier de piles fournissant une tension de 6V. Ce boîtier alimente également la carte Arduino Uno.

Il est important de préciser que les moteurs ne sont pas forcément de même puissance, il faudra donc faire des tests afin de les calibrer pour permettre aux moteurs d'avancer à la même vitesse.

- **Bluetooth**

Pour communiquer avec le robot, nous avons choisi d'utiliser un module Bluetooth HC-06. Nous communiquons vers le robot à l'aide de l'application pour smartphone "Bluetooth Electronics".

Les fonctions de cette communication sont :

- Permettre de manoeuvrer le robot manuellement sans fil
- Interrupteur : on peut choisir de mettre le robot en mode automatique (détection sonore) ou en mode manuel (télécommande). Si aucune touche est utilisée en mode manuel, le robot s'arrête. C'est donc également un dispositif de sécurité suite à l'abandon du développement du capteur de distance.

Matériel utilisé :

- 4 microphones à électret
- 2 amplificateurs opérationnels TL072
- 1 carte de contrôle des moteurs (Quadruple demi pont en H - L298)
- 2 moteurs à courant continu
- 2 roues reliées aux moteurs
- 1 roue libre
- 1 carte Arduino Uno
- 1 module Bluetooth HC-06
- 1 boîtier de piles (4 x 1,5V = 6V)
- Condensateurs et résistances

2. Vision globale

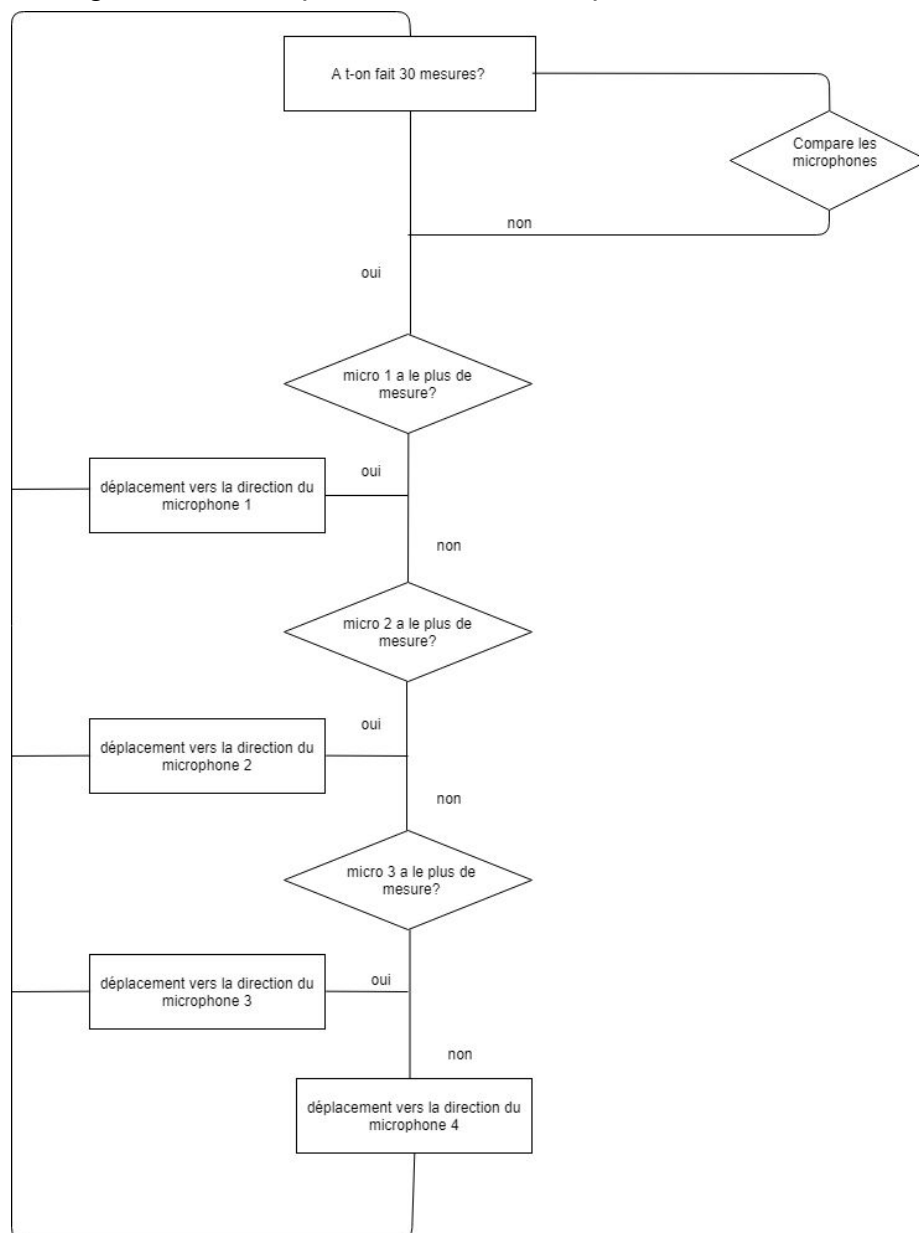
Le robot complet n'est rien d'autre que la superposition et la mise en communication de tous les modules. En effet, les micros amplifiés ont été mis en relation entre eux par le module de détection du son. Le module de détection du son envoie ses instructions au module de déplacement qui, à l'aide des moteurs, convertit ces

instructions en mouvement. Finalement, le module Bluetooth est à la fois une télécommande et une clef de contact pour neutraliser le robot.

3. Algorithmes

Nous allons maintenant parler du code et expliquer le fonctionnement du robot. Le robot contient 2 fonctions principales. La première est le déplacement manuel, l'utilisateur peut diriger le robot et un mode où le robot se déplace seul en se dirigeant vers une source de bruit.

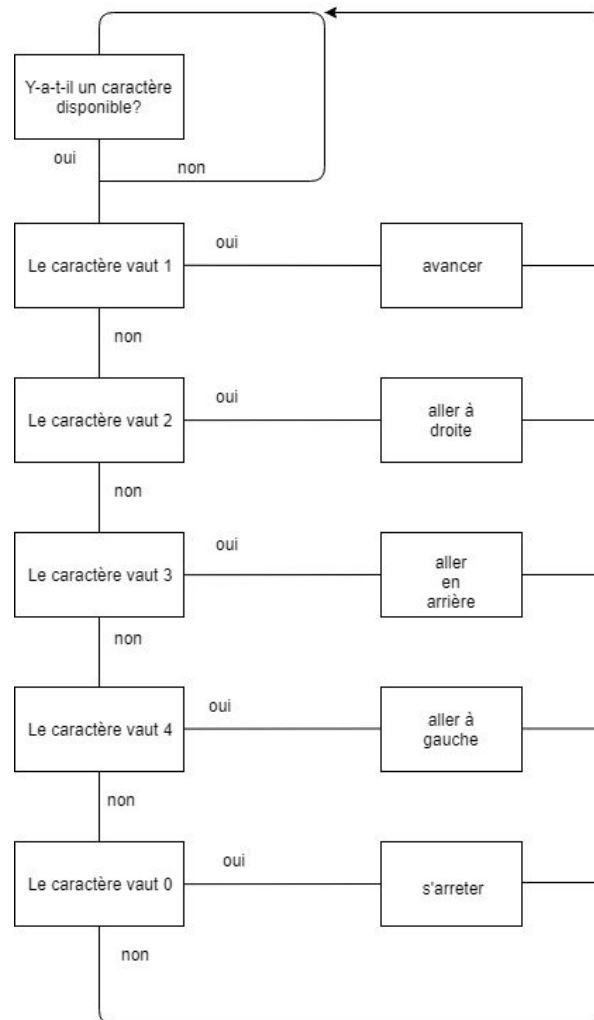
Algorithme du déplacement automatique du robot



Ici, nous attendons que le robot fasse une trentaine de mesure afin d'avoir un échantillon de mesure et d'avoir une meilleure précision au niveau de la direction du

son. Tant que le nombre de mesures souhaitées n'est pas atteint, le robot ne bouge pas. A la fin de ces mesures, on compare quel micro a été le plus sollicité entre les 4 micros et le robot se dirige vers la direction où le microphone a le plus de mesures. C'est-à-dire que si le microphone gauche est plus sollicité que les autres, le robot va se diriger vers la gauche.

Algorithme du déplacement manuel du robot



Afin de contrôler le robot manuellement, on utilise l'application "Bluetooth Electronics" pour diriger le robot à distance. Ici, on envoie une lettre via le Bluetooth au robot et selon la lettre reçue, le robot se déplace dans la direction demandée.

Chapitre 2 : Mise en oeuvre du projet

1. Les problèmes rencontrés

Durant notre projet, nous avons été confrontés à de nombreux problèmes. Les premiers problèmes ont commencé à apparaître durant la 3ème séance de la production de notre projet.

A. Distance de détection des micros :

Équipés du circuit amplificateur et branchés à l'arduino, les micros ne pouvaient détecter clairement un son qu'à moins d'une dizaine de centimètres.

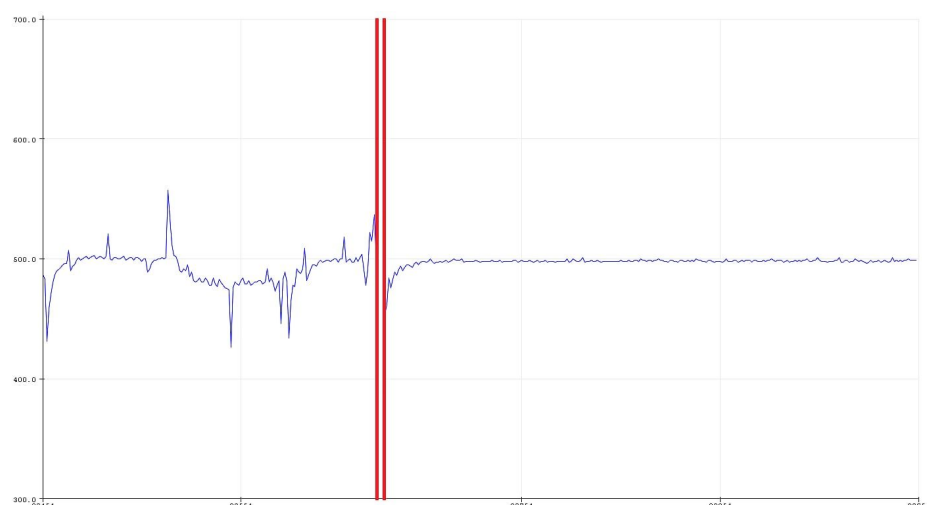
B. Directivité des micros :

Le directivité d'un micro est l'angle du champ d'écoute d'un micro, c'est-à-dire la zone où un micro est capable de détecter assez distinctement un son. On dit que plus cet angle est faible, plus le micro est directif.

Les micros électret possède une directivité faible et sont donc assez sensibles au bruit ambiant. Or, idéalement, nos micros aurait dû avoir un champ d'écoute de 90° maximum pour que la détection du son soit optimale.

C. Perturbations liées au module Bluetooth :

Lorsque le robot faisait des mesures, le module Bluetooth faussait les résultats car il déstabilisait le 5V. Comme le module était sollicité de temps en temps et que l'alimentation des circuits amplificateurs était commune au Bluetooth, un pic de tension apparaissait ce qui compromettait les mesures.



Comme montré ci-dessus, vous pouvez apercevoir à gauche de la ligne que les valeurs ne sont pas stables car le module Bluetooth est branché. À droite de la ligne, il s'agit de la mesure sans le module Bluetooth. Les mesures sont

donc plus précise lorsque le module Bluetooth est déconnecté du 5V commun.

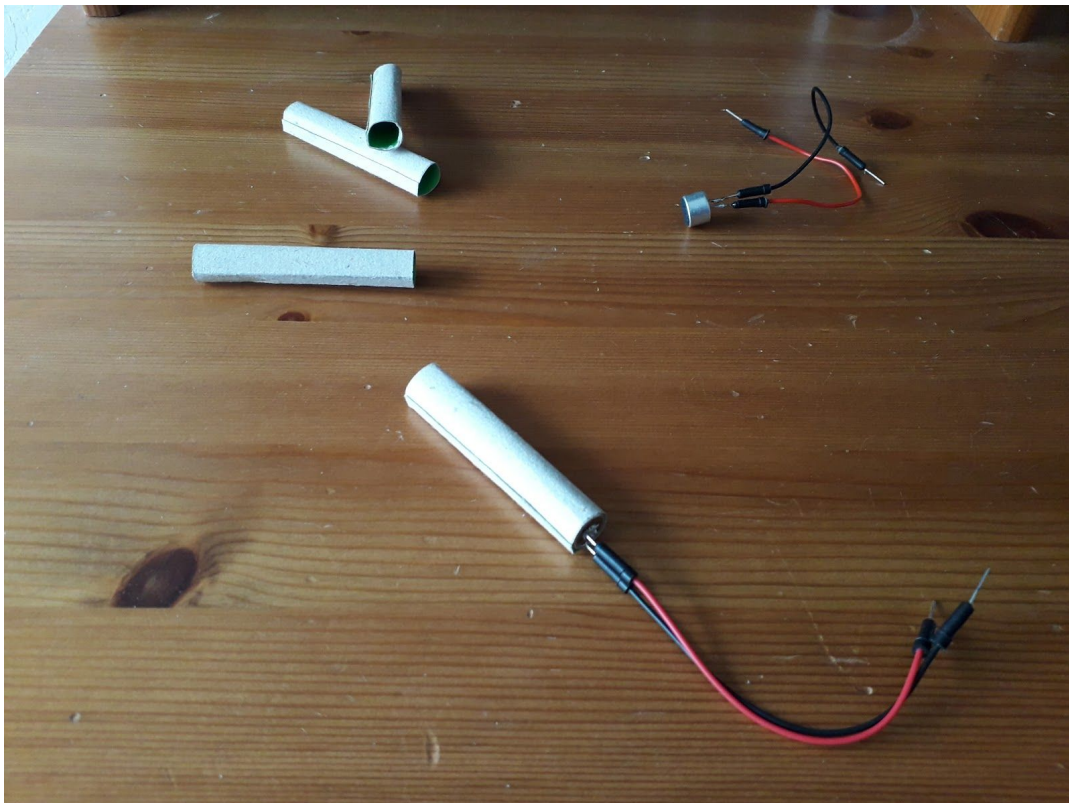
D. Différences de mesures :

Étant donné que les micros sont différents car plus ou moins neufs, nous n'avons pas la même sensibilité concernant tous les micros ce qui se répercute sur la valeur moyenne renvoyée par les différents microphones.

2. Les solutions proposées

A. Distance de détection des micros :

Nous avons fabriqué des tubes en papier cartonné du diamètre des micros électret. Cela a sensiblement augmenté la portée des micros : un peu moins d'un mètre pour la voix, environ 3 mètres lorsqu'on tape dans les mains.



B. Directivité des micros :

La solution apportée au problème précédent a en partie résolu le problème de la directivité. Néanmoins, nous avons essayé d'utiliser une demi-sphère en plastique pour créer un effet parabole. Ce système n'ayant pas du tout fonctionné, nous avons gardé les tubes.

C. Perturbations liées au module Bluetooth :

Nous avons cherché à stabiliser le 5V avec des condensateurs et en essayant de séparer l'alimentation du module Bluetooth du reste du robot.

N'ayant plus de port 5V disponible sur la carte, nous avons configuré une sortie sur 5V et brancher le module du Bluetooth sur celle-ci, la masse du module restant sur la masse commune. Dans cette configuration, le module ne s'allumait que lorsque la carte était alimentée par l'adaptateur USB de la carte mais pas quand on alimentait la carte Arduino avec le boîtier de piles. Cependant, lorsque le module était allumé, le 5V était stable mais les parasites toujours présents sur les signaux sonores. Nous nous sommes aperçu que le Bluetooth perturbait également la masse. Nous avons manqué de temps pour corriger ce nouveau problème.

Finalement, nous avons dû remettre le module Bluetooth sur l'alimentation du reste du robot et diminuer la sensibilité des mesures des micros pour ne pas fausser la détection.

D. Différences de mesures :

Afin de palier à ce problème, nous avons récupéré la valeur moyenne de chaque micro puis dans le code, nous avons affecté à des variables la valeur moyenne de chaque micro. Avec cela, nous avons pu avoir une mesure homogène parmi les 4 micros. Étant donné que le robot détecte le son que lorsqu'une valeur dépasse la bande fixée autour d'une valeur, la valeur moyenne de chaque micro nous a permis de rendre les mesures homogènes entre tous les micros.

Analyse

Maintenant que nous avons de l'expérience, nous aurions refait la partie concernant la partie sonore. En effet, notre gros problème fut le fait que nous n'avions pas assez de connaissance concernant le sujet. Nous aurions approfondi nos connaissances dans la gestion du son.

De plus nous aurions isolé chaque micro des autres afin d'améliorer les résultats des mesures.

En dehors de cette partie concernant le son, nous n'aurions rien changé d'autre.

Malgré cela, nous sommes fiers d'avoir réussi à faire marcher ce robot avec nos connaissances limitées sur cette matière et les nouvelles que nous avons acquises tout au long du projet.

Conclusion

Nous avons donc réalisé le robot-curieux, qui se déplace par rapport au son. Le projet final ne ressemble pas exactement à ce que nous avons imaginé à la base mais nous avons réussi à faire les fonctionnalités principales de base. C'est-à-dire la détection de son et le déplacement vers la source de bruit.

Nous n'avons pas eu le temps d'intégrer la partie interactive du robot qui lui permettait de faire des expressions à travers l'écran. Nous avons dû enlever la détection de distance pour que le robot évite de se prendre des murs.

Dans le cas où on aurait eu plus de temps, nous aurions amélioré l'aspect esthétique du robot. Il persiste encore quelques dysfonctionnement mineurs au niveau de la directivité du son, de temps en temps, le robot se déplace dans la mauvaise direction. Nous aurions sûrement fait des recherches plus approfondies concernant le son. En effet, nous avons été vite dépassé par cela ce qui nous a causé de nombreux problèmes. Nous aurions aussi travaillé sur la partie interactive du robot qui n'a pas pu être faite.

Bibliographie

Sonelec Musique [En ligne]. *Alimentation Microphone à électret*, 2017. URL : https://www.sonelec-musique.com/electronique_bases_alim_micro_electret.html

Sono Solution [En ligne]. BUTZENLECHNER Florian, 2017. *La directivité d'un microphone*. URL : <http://www.sono-solution.com/directivite-dun-microphone/>

[En ligne] BOULANT Pierre-Olivier, 2006. *Dossier de Maîtrise Mention Audiovisuel - Spécialité Son*. Consultation de la section 4.1.3.5.. URL : http://puffskydd.free.fr/stereo/dossier_VAE.pdf

ScienceProg [En ligne]. *Long range directional microphones-myth and reality*, 2007. URL : <https://scienceprog.com/long-range-directional-microphones-myth-and-reality/>

Magazine Video [En ligne]. *Equiper son micro d'une parabole pour capter des sons lointains*, 2015. URL : <https://www.magazinevideo.com/test-en-ligne/equiper-son-micro-d-une-parabole-pour-capter-des-sons-lointains/24759.htm#anchor0>