

”Yeux” ultrasoniques pour les aveugles

-Projet SM-

Neculae Alexandra-Valeria

FILS 2019 – Groupe 1241F

I. Introduction

Les personnes malvoyantes peuvent naître avec une perte de vision ou développer une déficience visuelle plus tard dans la vie à la suite d'un accident ou d'une maladie des yeux. De nombreux termes différents sont utilisés pour décrire les différents degrés de perte de vision qu'un individu peut avoir. Les termes « déficience visuelle » et « déficience visuelle » sont utilisés pour inclure toutes les personnes ayant une vision réduite, quelle que soit la gravité de la perte de vision ou de la cécité.

Cependant, les termes et les descriptions de cécité suivants fournissent une meilleure explication de la vision fonctionnelle d'un individu :

- Déficience visuelle : une personne malvoyante a une capacité réduite de voir, même avec des verres correcteurs, ce qui nuit à son accès visuel ou interfère avec le traitement des informations visuelles. Les problèmes visuels que peut rencontrer une personne peuvent aller de l'incapacité de voir l'imprimé d'un journal à l'incapacité de le lire. Ne pas être capable de reconnaître un ami dans une pièce tant qu'elle n'est pas à portée de main ou jusqu'à ce qu'elle s'identifie, peut être un autre défi.
- Cécité : le terme "cécité" est généralement utilisé pour décrire des personnes sans vision utilisable ou seulement capables de percevoir la lumière.
- Légalement aveugle : Le terme « aveugle de droit » est une définition utilisée pour déterminer si une personne est admissible à des avantages gouvernementaux ou autres, tels que déterminés par la classification de la cécité légale. Les personnes classées comme légalement aveugles ont une acuité visuelle centrale de 20/200 ou moins dans le meilleur des yeux avec la meilleure correction possible et / ou un champ visuel de 20 degrés ou moins. Par exemple, une personne avec une acuité de 20/200 peut voir quelque chose à 20 pieds de la même chose que ce qu'une personne ayant une vision normale peut voir à 200 pieds.

- Basse vision : Une personne ayant une vision normale a généralement une acuité visuelle de 20/20 dans les deux yeux et un champ visuel d'environ 160 à 180 degrés. Une personne malvoyante peut avoir une acuité visuelle de 20/70 ou moins et un champ visuel de 20 à 40 degrés ou moins. Les personnes malvoyantes peuvent souvent utiliser des appareils optiques, des appareils non optiques et des modifications de l'environnement pour améliorer leur fonctionnement visuel.

Grâce à la technologie moderne, les personnes malvoyantes peuvent faire de nombreuses choses, comme écrire des documents, naviguer sur Internet, envoyer et recevoir des courriels. Les logiciels de lecture d'écran et les appareils spéciaux de conversation et en braille permettent aux non-voyants d'utiliser des ordinateurs, des téléphones cellulaires et d'autres appareils électroniques de manière indépendante. De même, les personnes malvoyantes peuvent utiliser un logiciel d'agrandissement de l'écran et des appareils leur permettant de voir des lettres, des images et d'autres objets sans devoir lutter ni gêner leur vision restante. Cette technologie - communément appelée technologie d'assistance ou adaptative - évolue continuellement et a éliminé de nombreux obstacles à l'accès pour les personnes malvoyantes.

Avec l'aide d'Arduino et de capteurs, la technologie peut s'impliquer encore plus dans l'aide des malvoyants grâce à des dispositifs qui peuvent les aider à marcher sans l'aide d'une personne ou d'un chien-guide.

II. Les exigences fonctionnelles pour le projet proposé

Pour aider les aveugles et les malvoyants, nous proposons de créer un système intégré avec les fonctionnalités suivantes :

- Aider les personnes aveugles et malvoyantes à naviguer (marcher) sans l'aide quelqu'un à côté d'eux en utilisant "les yeux" du capteur à ultrasons qui détecte la distance d'un objet devant la personne (ex. : 2 cm à 3.5 m)
- Le microcontrôleur lit la distance, normalise et filtre le résultat.
- Le résultat est transmis au moteur de vibration qui en avertit l'utilisateur.
- Le moteur de vibration est capable d'augmenter ou de diminuer l'intensité de la vibration en fonction de la distance de l'objet.

III. Les exigences techniques

Afin d'établir les spécifications techniques, nous devons faire une comparaison avec les projets Arduino ou les appareils existants sur le marché.

Pour cela, nous allons rechercher des projets plus simples, développés en tant que projets scientifiques ou des projets de recherche universitaires visant à aider les malvoyants.

III.a. Analyse d'autres appareils sur les systèmes d'aide

La recherche de "yeux pour les malvoyants" donne comme première suggestion une application créée comme une assistance mobile pour les aveugles, appelée bemyeyes.com.

Une suggestion plus intéressante pour les "yeux" pour les malvoyants était une paire de lunettes. Sur le marché, il y a 5 principaux verres électroniques pour aveugles et malvoyants.

Les lunettes électroniques [IrisVision](#) pour les aveugles et les malvoyants sont une solution de technologie d'assistance extrêmement innovante, enregistrée auprès de la FDA en tant que dispositif médical de classe 1 et qui redéfinit le concept des aides à la vision basse et portables. Les caractéristiques incluent : un grossissement personnalisable jusqu'à 14X, l'un des champs de vision les plus larges (FOV) à 70 degrés offrant une expérience plus réaliste, 'IrisVision Assistant', permet aux utilisateurs de profiter d'une expérience totalement « mains libres » en répondant à leurs commandes vocales pour exécuter les actions souhaitées; «Iris Reader» est également une fonctionnalité propriétaire introduite pour aider les aveugles à lire. Le prix pour eux est \$2,950.

[Acesight](#) est également l'une des dernières aides à la basse vision portables de Zoomax, conçue pour aider les personnes ayant une déficience visuelle. Basé sur la technologie de la « réalité augmentée », il offre un écran HD flottant sous vos yeux, grâce à une paire de lunettes de protection montées sur la tête, qui sont connectées à un contrôleur via un fil. Les caractéristiques incluent: Écran ouvert AR intégré (réalité augmentée), appareil photo 8 mégapixels pour capturer la vue, champ de vision de 45 degrés. Le prix pour eux est \$4,995.

[NuEyes Pro](#) est une paire de lunettes intelligentes légères et sans fil, portées à la tête, qui peuvent être contrôlées via un contrôleur portable sans fil ou un ensemble de commandes vocales. Il est conçu pour aider les malvoyants et les aveugles à mieux voir. Caractéristiques : grossissement réglable jusqu'à 12x, champ de vision de 30 degrés, options de lecture de codes à barres et de QR. Le prix pour eux est \$5,995.

[MyEye2](#), lunettes électroniques basse vision conçues pour faciliter la lecture, l'écriture, la reconnaissance des visages et diverses autres activités quotidiennes des personnes malvoyantes. Une caméra pouvant être fixée à la lumière le distingue d'une paire de lunettes ordinaire, qui est montée sur la monture des lunettes sur le côté. Caractéristiques : utilisées comme lunettes électroniques spécialisées dans l'assistance à la lecture sur n'importe quelle surface, capacités de lecture activées par le geste, nécessitant un simple pointer du doigt. Le prix pour eux est \$3,500.

Les lunettes électroniques [eSight](#) pour la basse vision sont conçues pour aider les personnes souffrant de différents types de problèmes de basse vision à mieux voir. eSight est une unité de tête spécialement conçue, qui est connectée à une batterie via un fil. Cela peut affecter

vosre mobilité dans une certaine mesure et vous devez également connaître le niveau de charge de la batterie de l'appareil. Caractéristiques : champ de vision de 35 degrés, équipé d'OCR (Reconnaissance Optique de Caractères). Le prix pour eux est \$5,950.

III.b.Analyse d'autres projets scientifiques sur les systèmes d'aide

[Third Eye for The Blind](#) - un projet arduino créé par Muhammed Azhar en 2017 qui aide les personnes aveugles à naviguer rapidement et en toute confiance en détectant les obstacles à proximité à l'aide d'ondes ultrasoniques et en les avertissant par un son de sonnerie ou des vibrations.

[Ultrasonic Glasses for the Blind](#) - à l'aide d'un microcontrôleur Arduino Pro Mini, d'un capteur à ultrasons et d'un avertisseur sonore, les lunettes détectent la distance d'un objet à l'avant et émettent un bip pour avertir la personne que quelque chose se trouve devant elles.

[Talking Smart Glass for the Blind](#) - ce projet utilise quelques capteurs de distance à ultrasons, un Arduino Pro Mini, un module de lecteur MP3 et certains moteurs de vibration. Le circuit imprimé utilisé dans le cadre de ce projet est conçu sous la forme d'un spectacle pouvant être porté par une personne malvoyante. Un Arduino monté sur la lunette détectera l'obstacle à l'aide des capteurs et avertira l'utilisateur à l'aide de casques et de moteurs de vibration.

Il existe de nombreux autres exemples de projets similaires à ceux ci-dessus. Généralement, tous les projets ont la même chose en commun: ils avertissent la déficience visuelle en utilisant un vibreur sonore ou des vibrations - les deux seuls moyens appropriés pour envoyer tout type d'informations à une personne aveugle.

Pour la même raison, nous allons développer un projet dont les spécifications sont très similaires à celles présentées ci-dessus, avec des différences notables dans l'emplacement des capteurs, du moteur de vibration et de l'appareil lui-même.

III.c.Spécifications détaillées du système

Sur la base de l'analyse ci-dessus, et considérant que ce projet a avant tout une valeur éducative, nous pouvons rédiger les spécifications détaillées de notre système comme suit:

- L'utilisation de capteurs à ultrasons pour une mesure de distance facile. Le capteur doit pouvoir fournir des mesures précises sans aucun contact avec l'objet et avoir une portée utile dans la pratique pour que les aveugles puissent plus facilement éviter les obstacles.

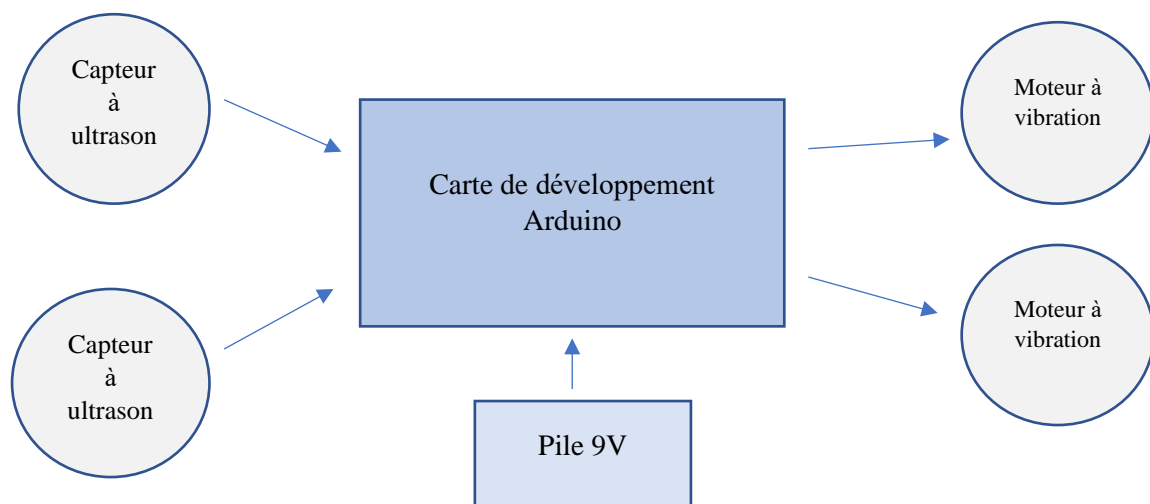
- Il y a des contraintes de temps réel ; Les capteurs doivent lire la distance avec un minimum de retard afin de fournir l'efficacité nécessaire aux malvoyants. Par exemple, pour le capteur à ultrasons Parallax PING : Déclencheur d'entrée - impulsion TTL positive, 5 μ s; Echo impulsion - impulsion TTL positive, 115 μ s à 18,5 ms; Echo Hold-off - 750 μ s après la chute de l'impulsion de déclenchement; Fréquence de rafales - 40 kHz pour 200 μ s; Délai avant la prochaine mesure - 200 μ s;
- Il n'y a pas d'exigences concernant la puissance de calcul; une carte Arduino avec microcontrôleur ATmega32u4 ou ATmega328P devrait être suffisant.
- Il existe des exigences concernant les dimensions des composants; Il existe des exigences concernant les dimensions des composants; Les composants assemblés doivent pouvoir tenir dans la taille d'une main (tout comme un gant), nous devons donc utiliser une carte Arduino Pro Micro ou Pro Mini ainsi que de petits moteurs à vibration.
- Comme source d'alimentation, nous utiliserons une pile 9V.
- Il existe des contraintes concernant l'intensité du moteur vibrant, principalement parce qu'il est porté par une personne malvoyante; leurs sens sont améliorés en raison du manque de vision donc l'intensité maximale de la vibration doit être supportable.

III.d.Le schéma de principe du système proposé

Le schéma de principe n'est pas un schéma électrique; c'est une représentation simplifiée destinée à clarifier les concepts généraux, sans détails de bas niveau.

Pour ce projet, on doit connecter les composants suivants:

- la carte de développement Arduino
- les capteurs (à ultrasons)
- la pile 9V
- les moteurs à vibration.



IV. Le développement matériel (hardware)

IV.a. Le choix des composants

IV.a.a.Capteurs à ultrason

Les capteurs à ultrasons émettent des ondes sonores d'une fréquence trop élevée pour l'être humain. Ces ondes sonores voyagent dans les airs à une vitesse du son d'environ 343 m / s. S'il y a un objet devant le capteur, les ondes sonores sont renvoyées et le récepteur du capteur à ultrasons les détecte. En mesurant le temps qui s'est écoulé entre l'envoi et la réception des ondes sonores, il est possible de calculer la distance entre le capteur et l'objet.

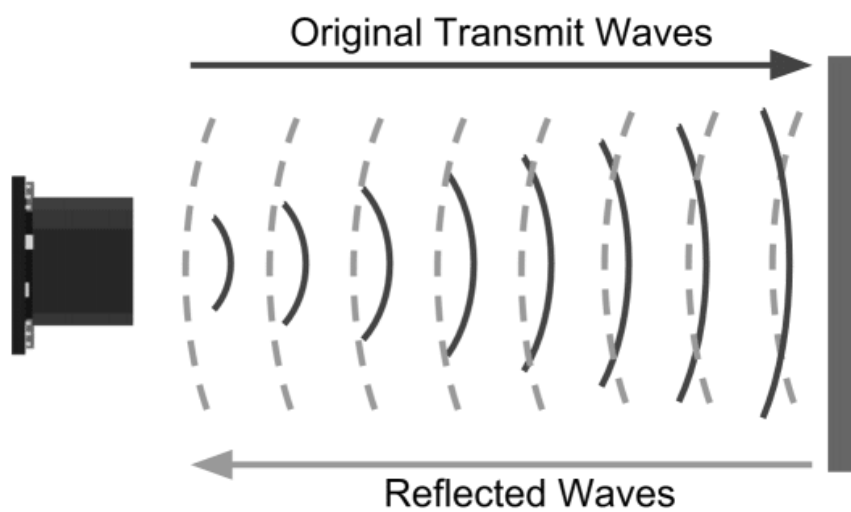


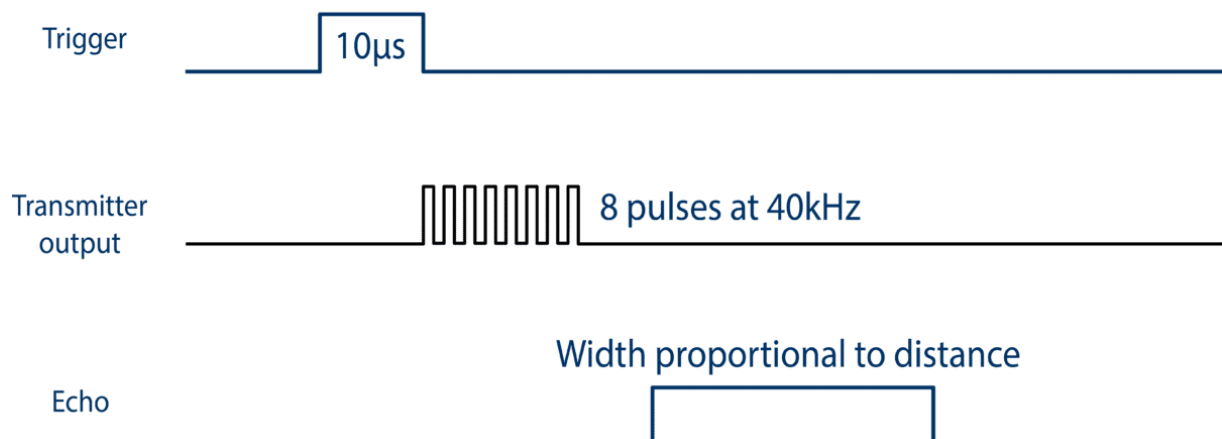
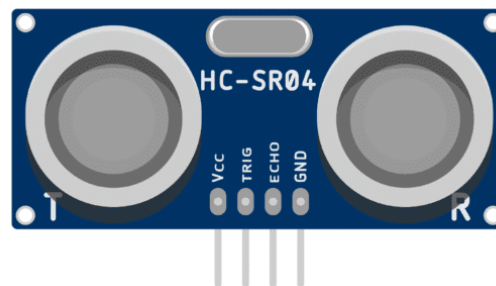
Fig1.[Principe de fonctionnement](#) des capteurs de distance à ultrasons.

Capteurs à ultrasons	Fréquence de réponse	Température de fonctionnement	Plage de mesure	Supply Voltage	Courant de travail	Prix
GY-US42	15HZ	-20 - +65 degré Celsius	20cm - 720cm (VCC = 5V)	3 - 5V	9mA (VCC = 5V)	US \$5.89
JSN-SR04T	40khz	-20 °C - +70 °C	20cm - 600cm	3 - 5.5V	< 8mA	US \$6.90
US-100	-	-	2cm - 450cm	2.4V - 5V	2 mA	US \$1.90
HC-SR04	40 kHz	-20 °C - +80 °C	5V: 2cm - 450cm 3.3V: 2cm - 400cm	3V-5.5V	15 mA	US \$0.99

Pour ce projet, un capteur HC-SR04 va être utilisé.

Comment fonctionne le capteur de distance à ultrasons HC-SR04

À l'avant du capteur HC-SR04, vous pouvez trouver deux cylindres d'argent (transducteurs à ultrasons), l'un est l'émetteur des ondes sonores et l'autre, le récepteur. Pour que le capteur génère une rafale sonore, vous devez régler la broche Trig sur une valeur minimale de 10 μ s. Le capteur crée alors une rafale d'ultrasons sur 8 cycles à 40 kHz. Cette rafale sonore se déplace à la vitesse du son, rebondit et est reçue par le récepteur du capteur. La broche Echo indique ensuite le temps que les ondes sonores ont parcouru en microsecondes.

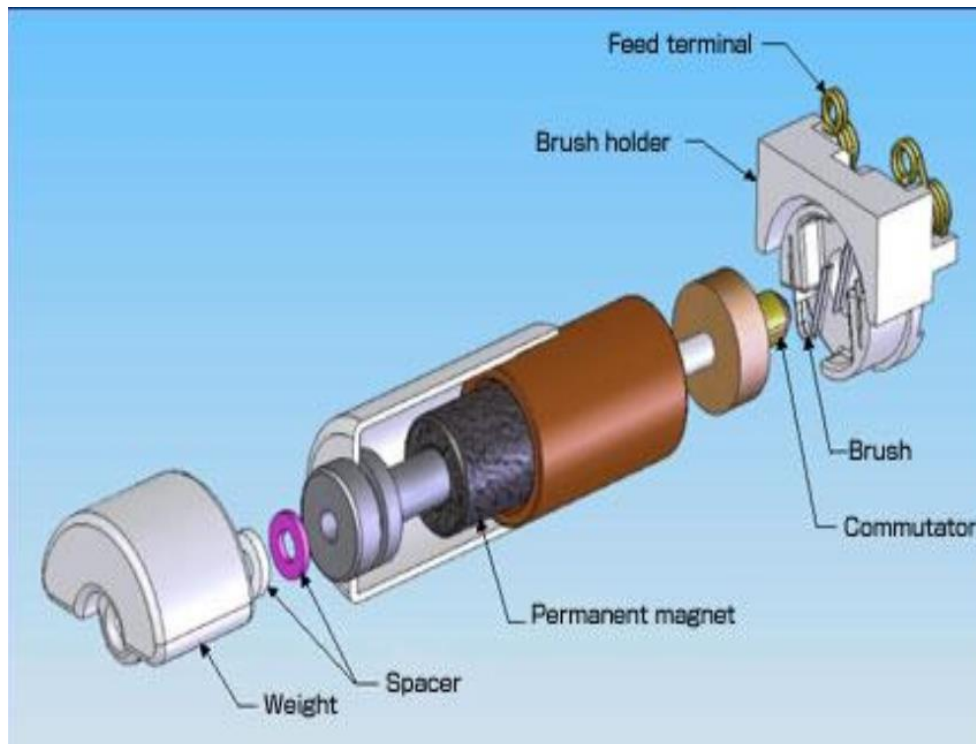


IV.a.b.Moteurs à vibration

Le moteur à vibration est un moteur à courant continu sans noyau de taille compacte, utilisé pour informer les utilisateurs de la réception du signal par vibration, sans aucun son. Les moteurs à vibration sont largement utilisés dans diverses applications, notamment les téléphones portables, les combinés téléphoniques, les pagers, etc. Les principales caractéristiques du moteur à vibration sont que le moteur à courant continu sans aimant est permanent, ce qui signifie qu'il aura toujours ses propriétés magnétiques (contrairement à un électro-aimant qui ne se comporte comme un aimant que lorsqu'un courant électrique le traverse); une autre caractéristique principale est la taille du moteur lui-même, qui est petit et donc léger. De plus, le bruit et la consommation électrique que le moteur produit lors de

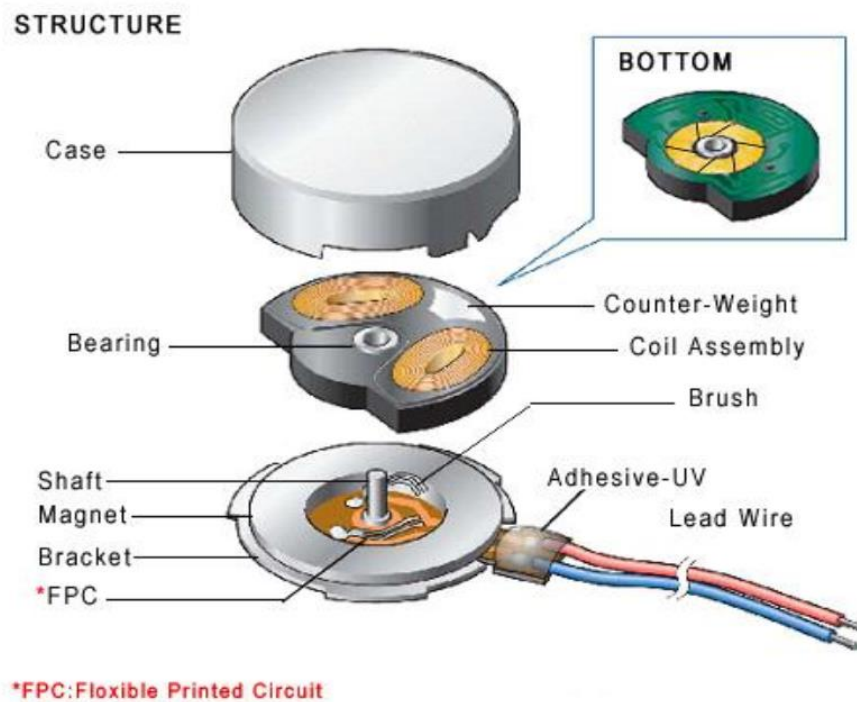
son utilisation sont faibles. Sur la base de ces caractéristiques, les performances du moteur sont extrêmement fiables. Les moteurs de vibration sont configurés en deux variétés de base: pièce (ou plat) et cylindre (ou barre). Il existe certains composants dans leurs deux constructions internes.

Moteur de vibration de type barre



La forme du cylindre est aussi appelée moteur de vibration de type barre. Ce moteur vibrant est essentiellement un moteur mal équilibré. En d'autres termes, un poids excentré fixé à l'arbre de rotation du moteur produit une force centrifuge pendant la rotation. Cette force non équilibrée déplace le moteur. Son déplacement à grande vitesse fait vaciller le moteur, ce qui est appelé le "vibreur". L'oscillation peut être modifiée en fonction de la masse de poids que vous attachez, de la distance du poids par rapport à l'arbre et de la vitesse à laquelle le moteur tourne. De plus, la force centrifuge générée par la rotation d'un poids déséquilibré fait vibrer le moteur selon 2 axes (axe Z et Xaxis).

Moteur de vibration de type pièce



Le besoin de conceptions plus petites et plus fines a conduit à l'adaptation de la technologie des moteurs à brosse au moteur à vibrations de type pièce. Ci-dessus est un schéma de construction interne du moteur à balais de type pièce. Semblable au moteur à vibration de type barre, le moteur de vibration de type pièce est composé d'un poids, d'un anneau magnétique, d'un rotor avec points de commutation fixés à l'avant et de bobines montées sur le dos, et les brosses alimentées attachées à l'anneau magnétique. Les points de commutation, qui sont la partie jaune sur la photo du bas, sont en contact avec le bout des brosses. Cela activera les bobines électriques dans le rotor. L'activation des bobines produit un champ magnétique suffisamment puissant pour interagir avec l'aimant annulaire intégré au stator, entraînant ainsi sa rotation. Une force est générée en raison du champ magnétique. Cette force provoque le déplacement du poids. Le déplacement répété du poids produit une force variable qui est ressentie comme une vibration. Les points de commutation sont utilisés pour changer les paires de polarité, de sorte que, lors du mouvement du rotateur, les bobines inversent constamment la polarité.

Moteurs à vibration	Tension d'alimentation	Courant	Puissance	Vitesse nominale	Prix
BestTong 1030	3V	85mA	-	12000rpm	\$1
1027	5V	0.75A	3W	11000 rpm	\$0.58
T36K	1.5-3V	0.13 A	-	-	\$0.375

IV.a.c.Choix de tableau arduino

Arduino Micro

- Horloge 16 MHz
- 32 Ko de mémoire flash
- 2,5 Ko SRAM
- 20 broches d'E / S numériques
- 12 broches d'entrée analogique, résolution 10 bits sur chaque broche.
- Tension d'entrée 7-12 V recommandée
- 20 mA maximum de courant par broche.

Directement comparé aux [Leonardo](#) et [Uno](#), l'Arduino Micro est plus petit et consomme moins d'énergie, la carte n'utilise que 29 mA. Une différence majeure dans l'alimentation de la carte réside dans le fait que Micro a supprimé la prise DC Barrel. Vous allez donc utiliser les broches Vin ou le connecteur USB micro-B pour un projet basé sur Micro. Globalement, le Micro est un excellent panneau compact pour les projets de fabricants.

Arduino Nano

- Horloge 16 MHz
- 32 Ko de mémoire flash

- 2 Ko de mémoire SRAM
- 14 broches d'E / S numériques
- 8 broches d'entrée analogique, résolution 10 bits sur chaque broche.

Étonnamment, le Nano a plus de RAM que le Micro. Cela est dû au chargeur de démarrage plus petit sur l'ATmega328. Dans l'ensemble, les cartes Micro et Nano très similaires avec des cerveaux différents.

Arduino Mini

- Horloge 16 MHz
- 32 Ko de mémoire flash
- 2 Ko de mémoire SRAM
- 22 broches d'E / S numériques
- 8 broches d'entrée analogiques

Cette carte est l'option idéale pour installer un projet dans un boîtier minuscule et avec des besoins en alimentation de 7 à 9 V CC, vous pouvez facilement ajouter de la mobilité à votre projet. La Mini supprime également l'en-tête ICSP. Il est donc nécessaire d'utiliser un adaptateur série USB à TTL sur celui-ci. Arduino avertit que si on utilise plus de 9V avec la Mini, il est probable que le tableau soit tué.

Boards	Microcontroller	Operating Voltage/s (V)	Digital I/O Pins	PWM Enabled Pins	Analog I/O Pins	DC per I/O (mA)	Flash Memory (KB)	SRAM (KB)	EEPROM (KB)	Clock (MHz)	Length (mm)	Width (mm)	Cable	Native Network Support
Uno	ATmega328	5	14	6	6	20	32	2	1	16	68.6	53.4	USB A-B	None
Leonardo	ATmega32u4	5	20	7	12	40	32	2.5	1	16	68.6	53.3	micro-USB	None
Micro	ATmega32u4	5	20	7	12	40	32	2.5	1	16	48	18	micro-USB	None
Nano	ATmega328	5	22	6	8	40	32	2	0.51	16	45	18	mini-B USB	None
Mini	ATmega328	5	14		6	20	32	2	1	16	30	18	USB-Serial	None

La carte Arduino Pro Micro est suffisante pour ce projet en termes de spécifications et de dimensions.

IV.b.Le schéma électrique

Après avoir choisi les composants principaux, on peut commencer à dessiner le schéma électrique. Pour cette tâche, nous utiliserons KiCad, un logiciel gratuit et à code source ouvert pour la conception de circuits imprimés. Ce logiciel est soutenu financièrement par CERN, et son format de fichier natif est accepté par de nombreux services de fabrication de PCB bien connus, comme OSHPark ou Aisler.

