

## 1.-¿Qué problema tratamos de resolver? ¿Por qué elegimos este problema?

Actualmente en España hay cerca de un millón de personas sordas de las cuales un 15% se corresponden a chicos y chicas de edades hasta los 18 años. A nivel mundial afecta a más del 5% de la población, es decir, 360 millones de personas en todo el mundo. Las personas sordas son aquellas con una pérdida auditiva y que en su vida cotidiana encuentran barreras de comunicación (un entorno limitante) que a menudo le dificultan o impiden desarrollar sus capacidades y participar en la sociedad en igualdad de condiciones. Una persona sorda es mucho más que un oído enfermo; es alguien que, con mayor o menor pérdida auditiva, cuenta con las mismas capacidades y con los mismos derechos que las demás personas ciudadanas, pero ha de enfrentarse a diario a multitud de barreras de comunicación que le impiden ejercer su plena ciudadanía.

Estos últimos años hemos conocido a niños y niñas con limitaciones auditivas apasionados como nosotras por la gimnasia rítmica. Sin embargo, debido a sus limitaciones, no pueden practicar este maravilloso deporte ya que el hilo conductor del mismo es la música.

Hemos elegido abordar este problema ya que cada vez más chicos y chicas con limitaciones auditivas quieren practicar este deporte según datos de la Federación Española de Gimnasia, pero debido a sus limitaciones no tienen la opción de practicarlo.

## 2.- Descripción detallada de la solución: ¿Cuál es la solución y cómo funciona?

VibroMesh es un sistema wearable formado por una malla compuesta de un 80% de poliamida y un 20% de elastano a la que dotamos de un microcontrolador cortex M4 que se encarga de analizar la música y transformarla en vibraciones mediante el uso de micromotores vibradores con el fin de que las personas con limitaciones auditivas puedan sentirla. La hemos dotado de un sistema de comunicación por bluetooth con el fin de conectarse a otros dispositivos como teléfonos, implantes cocleares, etc.

Con el fin de mejorar la respuesta a los estímulos de las vibraciones hemos estudiado a fondo nuestro sistema somatosensorial y nos hemos centrado en la estimulación de los corpúsculos de Pacini que son los receptores sensoriales de la piel que responden a las vibraciones rápidas y la presión mecánica. Debido a la forma de las mallas que se utilizan en rítmica nos hemos tenido que centrar en la colocación de los motores en la espalda y abdomen. En la espalda nos hemos encontrado con la dificultad de que los tenemos que separar un mínimo de 70mm, sin embargo en el abdomen sólo los tenemos que separar 25mm. Hemos distribuido dieciocho por la espalda y el abdomen. El peso de cada uno de ellos es de 1,5 gramos.

El microcontrolador es de forma circular de diámetro 50mm y pesa sólo 8 gramos, irá colocado en la zona baja de la espalda con el fin de no entorpecer los movimientos del gimnasta. Para la alimentación utilizamos una batería LIPO de 3,7 voltios y 480mAh con unas medidas de 25 X 25 X 6 mm y un peso de 10 gramos.

Todos los componentes van conectados mediante hilo conductor cosido por la malla. Después de comparar distintos tipos y calcular las caídas de potencial, hemos elegido uno de poliamida con recubrimiento de plata en un 99% y una resistencia óhmica de 17 ohmios cada 20 cm. Para el diseño de la malla hemos tenido en cuenta las reglamentaciones nacionales que tienen que cumplir las prendas textiles.

En la memoria del microcontrolador se encuentran las músicas con la que el gimnasta va a realizar los distintos ejercicios, de esta manera eliminamos tener que filtrar el ruido ambiente del público y la necesidad de costosos filtros de audio. Mediante una aplicación móvil el entrenador controla que todo funcione perfectamente, ajusta la intensidad de las vibraciones, elige la música, además de poder comunicarse con el gimnasta para que se detenga o reinicie el ejercicio.

Las gimnastas durante una competición llevan dos mallas, una interior color carne que es la que sustituiremos por nuestra vibroMesh y exteriormente llevan la malla visible al público. Nuestro dispositivo no altera la actividad del gimnasta ya que va integrado en la malla interior, realiza su actividad directamente sobre su cuerpo y el gimnasta tiene el control sobre el dispositivo.

### 3.- INNOVACIÓN

Nuestra solución es única, ya que la hemos comparado y mejorado al analizar otras soluciones existentes. No se trata de que las personas Sordas experimenten la música de la misma manera que las personas oyentes, sino utilizar otras formas de percibir la música, igualmente válidas y dignificantes. Nuestro sistema analiza la canción y la descompone en impulsos. Estos los enviamos a los diferentes motores vibradores que están repartidos estratégicamente en distintas zonas de la espalda y abdomen. De esta manera somos capaces de transmitir no sólo el ritmo, sino también la melodía. Esas vibraciones están sincronizadas con la canción con lo que podrán distinguir si se trata de música clásica o rock and roll.

Realmente nuestro sistema hace sentir la música ya que no sólo hacemos vibrar con mayor o menor intensidad los motores vibradores, sino que lo hacen de una forma distinta y sincronizada dependiendo del ritmo, melodía y armonía. Es decir, no nos quedamos sólo con el tono, intensidad y timbre (propiedades físicas del sonido) sino que vamos más allá, buscando la expresión artística y para ello tenemos que analizar el ritmo, la melodía y la armonía. Con el ritmo conseguimos la ordenación en el tiempo, es el elemento fundamental en la estructura de la melodía. La melodía es una serie de sonidos, generalmente de distinta altura y duración y la armonía nos vale para estudiar los acordes.

Como valor añadido hemos previsto la conexión mediante bluetooth con otros dispositivos que tenga el usuario, como por ejemplo un implante coclear. De esta manera multiplicaremos las sensaciones que percibe.

Los componentes del producto diseñado se resumen en materiales eléctricos como cableado, electro-vibradores metálicos y baterías de litio, para cuando el producto se haga obsoleto, se planteó indicar en las instrucciones, retornar el producto a la fábrica donde un equipo especializado en reciclaje, se encargará de hacer la separación de la parte eléctrica y textil, donde se hará el correcto procedimiento de la desviación de materiales en cuanto a las baterías al igual que los demás componentes eléctricos; que podrán ser reutilizados para otras funciones. Para motivar al consumidor final hacer esta labor, se le ofrecerá una bonificación para comprar un nuevo dispositivo.

Con lo anterior se pretende garantizar que la fabricación del dispositivo tendrá el mínimo impacto con el medio ambiente.

Otra de las ventajas de VibroMesh es que es configurable por cada usuario pudiéndolo adaptar a su nivel de percepción somatosensorial, ya que esté comprobado científicamente que cada persona siente de distinta forma.

El bajo peso de los componentes electrónicos 50 gramos repartidos por la malla hacen que pase desapercibido para el gimnasta, no teniendo sensación de carga.

Además VibroMesh se puede adaptar a otras disciplinas que necesiten la música como hilo conductor como por ejemplo el baile, la danza, etc.

Con VibroMesh rompemos las limitaciones auditivas en la gimnasia rítmica

### 4. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

Comenzamos a investigar los problemas que presenciábamos en distintos deportes, como las lesiones, problemas sociales, la integración de las personas con discapacidad, etc. Cuando estábamos analizando la integración de las personas con discapacidad en el deporte nos acordamos de unas niñas que cuando nos venían a ver en los campeonatos de gimnasia rítmica se colocaban tocando los altavoces a la vez que observaban la realización de los ejercicios. Más tarde nos enteramos que lo hacían para poder sentir la música y dar sentido a lo que veían con sus ojos debido a sus limitaciones auditivas. Su deporte favorito era y es la gimnasia rítmica y debido a su limitación auditiva hasta ahora no lo podían practicar. Este hecho nos dio la idea inicial de un problema que muchas veces pasa desapercibido en nuestra sociedad y es la integración de las personas con limitaciones auditivas en el deporte.

Posteriormente, hicimos algunas encuestas a organizaciones que ayudan con este tipo de limitaciones. Gracias a los resultados, nos dimos cuenta de que hay muchísimos chicos y chicas que no practican gimnasia rítmica debido a sus limitaciones auditivas.

Cuando nos decidimos por la idea principal, consultamos a muchos expertos y creamos varios prototipos. También investigamos otras soluciones existentes para mejorar las nuestras, mirando las

características que nos importaban, y gracias a ello pudimos asegurar la viabilidad de nuestro sistema al compararlas. A medida que avanzábamos, se nos ocurrieron más ideas. Así se formó nuestro VibroMesh, una idea que se convirtió en realidad y que seguimos mejorando día a día.

Nuestro primer prototipo fue utilizando un arduino one como microcontrolador, un módulo bluetooth, varios motores vibradores y una protoboard. Nuestro primer programa funcionó bien pero podía mejorar ya que sólo conseguíamos hacer vibrar los motores según la intensidad del sonido. Nuestro hardware era demasiado grande y pesado así que seguimos investigando otras posibilidades además el microcontrolador era bastante lento y tenía poca memoria para almacenar la música.

Para el segundo utilizamos la placa Circuit Playground Bluefruit - Bluetooth Low Energy, que contaba con un procesador Cortex M4 a 64 MHz, bluetooth 5 y una memoria de 2 Mb. Con lo que mejoramos la capacidad de procesamiento y empezamos a obtener unos resultados acordes a lo esperado. Para regular la vibración en los micro-motores añadimos un DRV2605L a cada motor vibrador y los conectamos mediante I2C, con lo que rediseñamos y optimizamos las conexiones en la malla. Los resultados ya eran lo previsto y con un poco de entrenamiento empezamos a interpretar y sentir la música de una nueva forma.

Actualmente estamos mejorando el sistema implementado un sistema de control por BT desde el móvil y comunicaciones por BT con implantes cocleares gracias a las sugerencias y preguntas que nos han hecho.

Debido a los costes de los componentes electrónicos tenemos un prototipo que cuesta 213 dólares. Es un precio bastante ajustado para la tecnología que incorpora.

Nuestro sistema se puede implementar en cualquier malla de gimnasia rítmica, pero recomendamos implementarlo en la malla obligatoria que tienen que ponerse para competir por debajo de la malla de competición. De esta manera, se colocarían primero VibroMesh y por encima se colocarían la malla de competición. Para entrenar utilizarían Vibromesh y por encima la ropa de entrenamiento. VibroMesh se puede comprar incorporado en una malla hecha a medida para cada gimnasta.

Una vez instalado VibroMesh no se degradará durante periodos largos de tiempo. Para las actualizaciones del firmware sólo deberán conectarlo por BT a una app móvil en donde las actualizaciones serán gratuitas.

VibroMesh, tal y como ocurre con todas las mallas de gimnasia rítmica no se podrá lavar en la lavadora. Deberá lavarse en seco por seguridad, desconectando y quitando antes la batería LIPO.

Actualmente estamos diseñando nuestro propio PCB (printed circuit board) y de esta manera enfocar y mejorar la velocidad de proceso de la música a vibraciones eliminando añadidos que actualmente tiene nuestra placa adafruit que no necesitamos y añadiendo funciones para mejorar su rendimiento.

Contamos con el apoyo para la fabricación de VibroMesh de una de las empresas más innovadoras de España en los premios European Business Awards (EBA): Marine Instruments Esperamos contar con el apoyo de GAIN (Agencia Gallega de Innovación) para patentar VibroMesh. Para el diseño de la malla hemos contado con la colaboración de Carolina Rodríguez, Doce veces campeona de España de Gimnasia rítmica además de participar en tres Juegos Olímpicos

Requisitos para VibroMesh:

- El dispositivo no debe de alterar la normal actividad deportiva del usuario.
- Integrarse en la prenda y sobre un sustrato, por ejemplo, un tejido textil.
- Realizar sus actividades directamente sobre el cuerpo humano.
- El usuario tiene el control sobre el dispositivo.
- Cumplir con las normativas textiles de cada país.

#### **CALCULOS**

Lithium Ion Polymer Battery 3,7V, 480 mAh: 7,95 \$  
Microcontroller: 24,95 \$  
Conductive Thread: 2,5 \$  
Vibrating Mini Motor Disc: 1,95 \$/u , total 18: 35,10\$  
Háptico motor controller: 7,95 \$/u , total 18: 143,10 \$  
Coste total material vibromesh: 213 \$