



“Implementación de un dispositivo de interpretación de lenguaje de señas utilizando elementos electrónicos de código abierto para mejorar la comunicación de personas con discapacidad del lenguaje”

Figueroa Triviño, Alexis Mateo y Navarrete Campaña, Romina Fiorella

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en
Electromecánica

Ing. Murillo Mantilla, Luis Alejandro

25 de noviembre del 2022

Latacunga



1 FIGUEROA_NAVARRETE_TESIS_DISPOSITIVO_SEÑAS (3) (...)

Scanned on: 17:57 November 22, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	117
Words with Minor Changes	71
Paraphrased Words	236
Omitted Words	1202



LUIS ALEJANDRO MURILLO MANTILLA

Ing. Murillo Mantilla, Luis Alejandro

C.C.: 180419672-1



Departamento de Eléctrica y Electrónica
Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular, **“Implementación de un dispositivo de interpretación de lenguaje de señas utilizando elementos electrónicos de código abierto para mejorar la comunicación de personas con discapacidad del lenguaje”** fue realizado por el señor **Figuroa Triviño, Alexis Mateo** y la señorita **Navarrete Campaña, Romina Fiorella** la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, 25 de noviembre del 2022

Ing. Murillo Mantilla, Luis Alejandro

C.C.: 180419672-1



Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Figuroa Triviño, Alexis Mateo** con cédula de ciudadanía N° 1726647868 y **Navarrete Campaña, Romina Fiorella** con cédula de ciudadanía N° 1725491714, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Implementación de un dispositivo de interpretación de lenguaje de señas utilizando elementos electrónicos de código abierto para mejorar la comunicación de personas con discapacidad del lenguaje**, es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 25 de noviembre del 2022

.....
Figuroa Triviño, Alexis Mateo

C.C.: 172664786-8

.....
Navarrete Campaña, Romina Fiorella

C.C.: 172549171-4



Departamento de Eléctrica y Electrónica
Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Autorización de Publicación

Nosotros, **Figueroa Triviño, Alexis Mateo** con cédula de ciudadanía N° 1726647868 y **Navarrete Campaña, Romina Fiorella** con cédula de ciudadanía N° 1725491714, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Implementación de un dispositivo de interpretación de lenguaje de señas utilizando elementos electrónicos de código abierto para mejorar la comunicación de personas con discapacidad del lenguaje** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 25 de noviembre del 2022

Figueroa Triviño, Alexis Mateo

C.C.: 172664786-8

Navarrete Campaña, Romina Fiorella

C.C.: 172549171-4

Dedicatoria

Dedico en primer lugar a Dios, por poner dentro de sus planes la terminación de esta etapa importante de mi vida, por regalarme los mejores padres del mundo y por rodearme de personas que han sabido apoyarme en mi crecimiento académico y como persona.

Gracias al sacrificio, confianza y esfuerzo de mi madre, hermana y amigos cuyo valor es infinito e incondicional.

A mi Tutor, Ingeniero Luis Alejandro Murillo Mantilla por ser excelente guía en el desarrollo y culminación del presente trabajo.

FIGUEROA TRIVIÑO, ALEXIS MATEO

Dedicatoria

El presente proyecto va dedicado a mis padres Mauricio y Mariela quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más.

A mi hermano Joseph por su apoyo incondicional, a lo largo de esta travesía. A mi familia especialmente a mi abuelita Eulalia que con sus oraciones y palabras de aliento me ayudaron a mejorar como persona y las tengo presente en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar este trabajo a mis amigas y amigos, por apoyarme cuando más los necesito y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre los llevo en mi corazón.

NAVARRETE CAMPAÑA, ROMINA FIORELLA

Agradecimiento

Agradecemos a todos los que conforman la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE", a los profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que podamos crecer día a día como profesionales, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Agradecemos de manera muy especial a nuestro tutor el Ing. Luis Murillo, por todo el soporte y ayuda brindada.

Gracias de todo corazón.

FIGUEROA TRIVIÑO, ALEXIS MATEO

NAVARRETE CAMPAÑA, ROMINA FIORELLA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria.....	6
Dedicatoria.....	7
Agradecimiento.....	8
Índice de contenidos	9
Índice de tablas	13
Resumen	16
Abstract.....	17
Capítulo I: El problema.....	18
Tema de Investigación.....	18
Antecedentes	18
Planteamiento Del Problema	19
Justificación	20
Objetivos	21
<i>Objetivo General</i>	21
<i>Objetivos Específicos</i>	21
Alcance.....	21
Capítulo II: Estado del arte	23

Bienestar de las personas con discapacidad del lenguaje	23
Calidad de vida	24
Problemas ocasionados por la discapacidad auditiva.....	24
Lenguaje de señas	25
Tipos de dispositivos intérpretes de señas.....	26
<i>Primer prototipo</i>	26
<i>Segundo prototipo</i>	27
<i>Tercer prototipo</i>	28
Tipos de sistemas de control a lazo abierto y cerrado	29
<i>Lenguaje de alto nivel</i>	29
<i>Lenguaje de bajo nivel</i>	30
<i>Software libre</i>	30
Arduino.	30
Notepad++.....	30
Vim.....	31
Sensores	31
Capítulo III: Desarrollo del tema.....	32
Diseño del prototipo	32
<i>Selección de la fabricación de la carcasa</i>	34
<i>Selección del material para la fabricación de la carcasa</i>	34
Implementación del prototipo.....	35
<i>Implementación del sistema electrónico</i>	35
Tipos de tarjetas.	36
<i>Arduino uno</i>	36
<i>ESP32</i>	37

Selección de la tarjeta a utilizar.....	37
Acoplamiento tarjeta ESP32.....	37
Tipos de sensores.....	38
<i>Flexión</i>	38
<i>Sensor Lineal de Posición (LVDT)</i>	38
<i>Sensor Flexo Resistivo</i>	38
<i>Galgas Extensiométricas</i>	39
<i>Movimiento – Posicionamiento</i>	40
<i>Acelerómetro</i>	40
<i>Giroscopio</i>	41
Selección del sensor a utilizar.....	42
Acoplamiento de los sensores flexibles.....	42
Acoplamiento del módulo.....	43
Acoplamiento de la pantalla OLED.....	43
Acoplamiento de los pulsadores.....	44
<i>Desarrollo de la programación</i>	44
Codificación de las librerías a utilizar.....	45
Desarrollo de la programación para el menú.....	46
Desarrollo de la programación para los flex sensors.....	46
Desarrollo de la programación para el módulo bluetooth.....	47
Desarrollo de la programación para la aplicación móvil.....	48
Pruebas de funcionamiento.....	48
Análisis económico del proyecto.....	50
Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones.....	51
Conclusiones.....	51
Recomendaciones.....	52

Bibliografía53

Anexos57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Guía sobre dimensionamiento de pines en Arduino</i>	28
Tabla 2 <i>Lista de materiales</i>	35
Tabla 3 <i>Lista general</i>	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Diccionario oficial del lenguaje de señas ecuatoriano.</i>	25
Figura 2 <i>Prototipo guía para realización de guante lector de señas.</i>	26
Figura 3 <i>Prototipo con arduino mega 2560.</i>	27
Figura 4 <i>Prototipo 3.</i>	29
Figura 5 <i>Diseño carcasa.</i>	32
Figura 6 <i>Diseño tapa.</i>	33
Figura 7 <i>Caja 3d.</i>	34
Figura 8 <i>Esquematación del circuito electrónico.</i>	35
Figura 9 <i>Esp32.</i>	37
Figura 10 <i>Sensor lineal de posición.</i>	38
Figura 11 <i>Comportamiento interno del sensor flexible.</i>	39
Figura 12 <i>Galgas extensiométricas.</i>	39
Figura 13 <i>Acelerómetro piezorresistivo.</i>	40
Figura 14 <i>Acelerómetro capacitivo.</i>	41
Figura 15 <i>Giroscopio.</i>	41
Figura 16 <i>Sensores flexibles.</i>	42
Figura 17 <i>Módulo bluetooth.</i>	43
Figura 18 <i>Pantalla oled.</i>	43
Figura 19 <i>Pulsadores.</i>	44
Figura 20 <i>Pantalla arduino.</i>	45
Figura 21 <i>Instalación de librerías.</i>	45

Figura 22 <i>Programación menú.</i>	46
Figura 23 <i>Programación sensores flexibles.</i>	47
Figura 24 <i>Programación módulo bluetooth.</i>	47
Figura 25 <i>Programación aplicación móvil.</i>	48
Figura 26 <i>Visualización pantalla de menú.</i>	49
Figura 27 <i>Visualización de datos en la aplicación móvil.</i>	49

Resumen

El proyecto de investigación e integración curricular propuesto, tiene como objetivo el desarrollo e implementación de un dispositivo capaz de interpretar el abecedario dactilográfico del lenguaje de señas en caracteres que son visualizados en una pantalla de cristal líquido, además, de su presentación y reproducción audible mediante una aplicación móvil. Utilizando para ello sensores resistivos que permiten determinar el ángulo de flexión de cada dedo, que se responsabiliza de dar origen a la señal de comunicación para las personas con discapacidad del lenguaje mejorando su calidad de vida, disminuyendo sus limitaciones de comunicación con el entorno social y su inclusión en la vida laboral. Por lo tanto, está diseñado e implementado de manera uniforme y de fácil colocación de tal manera que el usuario no tenga dificultades al momento de utilizarlo. Mediante un análisis ergonómico se muestra la utilidad, ventajas, cualidades y características que hacen de este un producto seguro y confiable para los usuarios. Por último, el sistema electrónico desarrollado cuenta con un sistema de reconocimiento de las señas del abecedario del Lenguaje de Señas Ecuatoriano, permitiendo elevar la eficiencia del proceso de comunicación de una persona con discapacidad de habla. Como resultado las personas con discapacidad auditiva van a contar con una herramienta portable, ergonómica y eficaz que les permite comunicarse de manera fluida mejorando su desenvolvimiento dentro de la sociedad.

Palabras clave: abecedario dactilográfico, sensores resistivos, ergonómico.

Abstract

The proposed research and curricular integration project aim to develop and implement a device capable of interpreting the alphabet of sign language in characters that are displayed on a liquid crystal display, in addition to its presentation and audible reproduction through a mobile application. Using resistive sensors that allow to determine the angle of flexion of each finger, which is responsible for generating a communication channel for people with language disabilities improving their quality of life, reducing their communication limitations with the social environment and their inclusion in working life. Therefore, it is designed and implemented in a uniform and easy to place way so that the user does not have difficulties when using it. An ergonomic analysis shows the usefulness, advantages, qualities and characteristics that make this product safe and reliable for users. Finally, the electronic system developed has a system of recognition of the signs of the Ecuadorian Sign Language alphabet, allowing to increase the efficiency of the communication process of a person with speech disability. As a result, people with hearing disabilities will have a portable, ergonomic and effective tool that allows them to communicate fluently, improving their performance in society.

Keywords: alphabet typing, resistive sensors, ergonomic.

Capítulo I

El problema

Tema de Investigación

Implementación de un dispositivo de interpretación de lenguaje de señas utilizando elementos electrónicos de código abierto para mejorar la comunicación de personas con discapacidad del lenguaje.

Antecedentes

Actualmente los idiomas de señas son el procedimiento efectivo para la comunicación verbal de los individuos sordos, con problemas auditivos y de los individuos que poseen problemas para dialogar. No existe un lenguaje de señas mundial, y casi cada territorio tiene su propia lengua de señas nacional. Todos los idiomas de señas utilizan signos visual-cinéticos para la comunicación humano-humano combinando gestos manuales con articulación de labios y mímicas faciales. Además, tienen una gramática específica y simplificada que es bastante distinta de la de las lenguas habladas acústicas. (Galindo, n.d.).

Las lenguas de signos son habladas (en silencio) por cien millones de individuos sordas internacionalmente. En general hay por lo menos 138 lenguajes de señas vigentes de consenso con el catálogo de Etnología, y varios de ellos son lenguas oficiales (nacionales) u oficiales de la comunicación humana en ciertos territorios como USA, Finlandia, la República Checa, Francia, la Federación de Rusia (desde 2013), etcétera. Según las estadísticas de las empresas médicas, en torno al 0,1% poblacional de cualquier territorio es definitivamente sorda y la mayor parte de aquellas personas se comunican sólo por lenguaje de señas. (Ballesta, 2015).

Bastantes personas que nacieron sordas inclusive no son capaces de leer. Además de los idiomas de las lenguas de plática, también hay alfabetos que se aplican para

deletrear letras (nombres, palabras raras, signos desconocidos, etcétera.), letra por letra. (CONADIS, 2016).

Planteamiento Del Problema

La discapacidad auditiva es un déficit de la percepción de sonidos que podría ser parcial, total, unilateral o bilateral. Los individuos que padecen esta discapacidad, poseen inconvenientes para establecer una comunicación vía oral con otros individuos y por consiguiente se dificulta la manera en que se entrelazan a su ámbito obstaculizando su integración educativa, social y gremial. (UnicAP, 2017).

La Organización Mundial de Salud cree que 360 millones de individuos sufren pérdida de audición internacionalmente, de los cuales, cerca de 70 millones tienen discapacidad auditiva intensa, lo cual supone que su percepción de sonidos es nula y se comunican por medio del lenguaje de señas. (Nota descriptiva N° 300, 2015).

En América Latina según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud se prevé que el número de discapacitados es del 10 y 15 por ciento de la población general. Los estudios hechos evidencian la complejidad que poseen estas personas para ser incluidas en varios entornos como el educativo, económico y social. (RIADIS, 2012).

En lo cual tiene relación con enseñanza, los chicos y chicas con discapacidad auditiva y de lenguaje acostumbran ser excluidos de los sistemas educativos gracias a la carencia de maestros que dispongan de conocimientos o herramientas que permitan comunicarse con los infantes. Además, hay un déficit en la entrada a escuelas secundarias por lo cual los chicos y jóvenes con esta discapacidad acostumbran asistir a instituciones especiales.

En el Ecuador, según datos del CONADIS, hay 50580 personas con discapacidad auditiva y 5562 con discapacidad de lenguaje, que representan el 13% y 1%

respectivamente del total de individuos con discapacidad del territorio. (Consejo Nacional para la igualdad de Discapacidades, 2021).

En el campo estudiantil, a los chicos con problemas auditivos y de lenguaje no detectados se les acusa de inconvenientes de conducta. Por otro lado, en escuelas especiales, la mayor parte de profesores tienen problemas para comunicarse con los alumnos ya que no dominan el lenguaje de señas o paralelamente no disponen de material didáctico para la enseñanza- aprendizaje de esta clase de lenguaje. (Cazar, 2001).

Pese a la aplicación del Proyecto Nacional del Buen Vivir para personas discapacitadas por parte del estado ecuatoriano, el cual da mayor integración para los individuos sordomudos, todavía hay varios casos de violencia gracias a la desinformación de colegas y la carencia de importancia de sus necesidades concretas.

Justificación

A lo largo de los últimos años se ha tratado mediante diferentes alternativas de contribuir a los individuos con discapacidad auditiva para lograr comunicarse con lo demás de la sociedad, es por esto que se han desarrollado diferentes tipos de herramientas, en medio de las cuales está una tecnología llamada como estimuladores vibro táctiles, los cuales son capaces de notar la vibraciones emitidas por los diversos tipos de sonidos sirviendo como apoyo a los discapacitados para hacer una lectura un poco más acertada de los labios de una persona hablante. Los amplificadores de señal acústica, que es una forma de contribuir a los individuos que no posee pérdida total de la audición para que logren continuar comunicándose con las otras personas; inclusive aplicaciones móviles que intentan alguna forma de beneficiar un poco a reducir esta problemática llevando a cabo una conversión del audio a escrito permitiendo a los discapacitados comprender de algún modo. Con el desarrollo e implementación de un sistema de interpretación y traducción del alfabeto dactilográfico del lenguaje de señas, se busca contribuir de manera significativa a

mejorar las relaciones interpersonales de las personas que padecen de discapacidades del oído y del habla (sordomudos) en todos los aspectos que para nosotros “personas del común” pueden resultar muy básicas. (Villa, 2018).

Objetivos

Objetivo General

Implementar un dispositivo de interpretación de lenguaje de señas para mejorar la comunicación de personas con discapacidad auditiva y/o del lenguaje.

Objetivos Específicos

- Analizar el diccionario de Lengua de Señas Ecuatoriano “Gabriel Román”, determinando el abecedario.
- Implementar un guante sensorizado que permita identificar las principales señas utilizadas por las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje.
- Verificar el correcto funcionamiento del dispositivo por medio de ensayos para asegurar el rendimiento de los sistemas.

Alcance

El presente proyecto tiene como alcance lograr transformar el abecedario dactilográfico en caracteres y reproducción audible, de esa forma mejorar las relaciones interpersonales de las personas sordomudas.

El dispositivo contará con diversas funcionalidades plasmadas en un guante y brazalete; este dispondrá de un micro controlador que será un ESP32. En el cual irán enlazados algunos sensores para asegurar el debido funcionamiento del mismo.

Toda la información que los sensores previamente mencionados puedan recoger, ingresando así a la base de datos donde se visualizara si cumple con todas las condiciones

determinadas. Esto con la finalidad de asegurar la correcta interpretación de la seña tanto en la pantalla del procesador como en la aplicación donde se podrá observar y escuchar la traducción de la seña.

Se aspira mejorar la productividad de las personas sordomudas porque la mayor parte de la población con discapacidad en el mundo se encuentra excluida del ámbito laboral, así como de otros aspectos de la sociedad, debido a los distintos obstáculos que enfrentan en su vida diaria. (Tommy, 2019).

Capítulo II

Estado del arte

A continuación, se señala la investigación realizada para el desarrollo del guante electrónico, para ello es necesaria la comprensión de los movimientos, partes y estructura anatómica de la mano, para que el prototipo a diseñarse se acople de tal manera que permita que su funcionamiento sea óptimo. De igual forma examinar los sensores que vamos a utilizar.

Bienestar de las personas con discapacidad del lenguaje

A diario es poco común encontramos con dos personas con discapacidad auditiva hablando, haciendo uso del lenguaje de señas. Al principio, se observa con curiosidad esa variación de los movimientos manuales y la forma en que la comunicación sucede entre ellos. Es por ello que las personas con discapacidad auditiva y de habla desean tener y desarrollar su propia cultura, identidad, para dialogar en su lenguaje y su cultura viva.

Hay una falta de reconocimiento de la cultura y la identidad colectiva, no viéndolo cómo inclusión, sino como una situación de convivencia, en el que la sociedad debe adaptarse a las necesidades de las personas con discapacidad auditiva y realmente ser capaces de hablar de inclusión para así lograr el bienestar necesario para estas personas que por su situación a veces atraviesan escenarios de discriminación cuando deben convivir con la sociedad sin ningún perjuicio. La sordera tiene consecuencias las cuáles se pueden enfocar desde muchas perspectivas, además de la puramente médica: desde la historia, la antropología, la sociología, la psicología, la lingüística, la educación, los derechos humanos y los derechos positivos. Lo que nos lleva a una misma conclusión, estas personas por su discapacidad no son incluidas en la sociedad. (Leme, 2018).

Calidad de vida

Para una buena calidad de vida es necesario velar por el bienestar de las personas con discapacidad auditiva y, por tanto, estar a favor de cualquier avance técnico que lo facilite. Considerar imprescindible que aquellas personas que deseen acceder a un implante coclear reciban información rigurosa, para lo cual es necesario que se promuevan investigaciones independientes y objetivas que ofrecen resultados fiables. (Sociedad Española de Otorrinolaringología, 2005).

También toca tener muy en claro que una persona sorda vive satisfactoriamente su vida, conscientes de sus capacidades y también de sus necesidades.

Problemas ocasionados por la discapacidad auditiva

El Centro de Información y Recursos para padres define los trastornos del habla como las dificultades en la producción de los sonidos requeridos para los problemas con la calidad de la voz. Los trastornos del habla tienen la posibilidad de constituir inconvenientes con la formación de sonidos, los cuales se denominan trastornos de la articulación o fonológicos, o tienen la posibilidad de integrar problemas con el tono, volumen, o calidad de la voz. Los individuos con trastornos del habla tienen la posibilidad de tener inconvenientes para usar ciertos sonidos requeridos para dialogar, lo cual puede ser síntoma de un retraso. Los individuos con trastornos de la voz tienen la posibilidad de tener complejidad con el ruido de su voz. (Centro de información y recursos para padres, 2014).

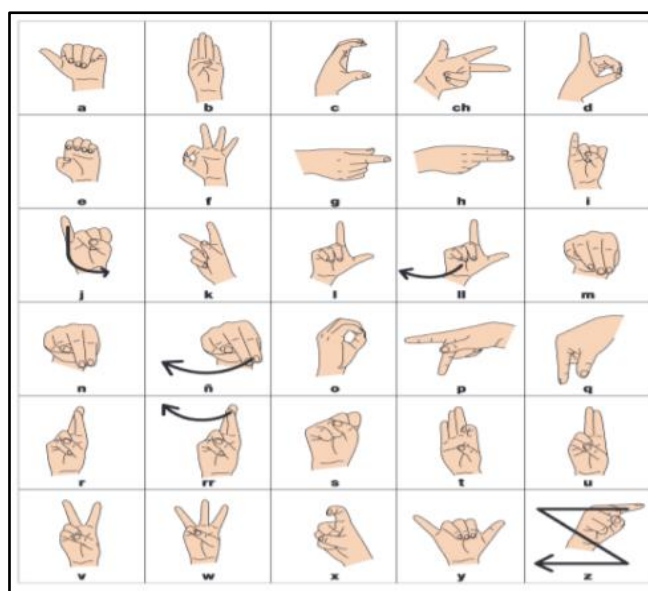
Según un artículo publicado por el Centro de información y recursos para padres, los problemas que enfrentan este tipo de personas son varios los inconvenientes del lenguaje integran la utilización ajena de palabras y sus significados, la inhabilidad de manifestar ideas, modelos gramaticales impropios, un vocabulario limitado y la inhabilidad de continuar indicaciones. (Centro de información y recursos para padres, 2014).

Lenguaje de señas

El Glosario Básico de Lengua de Señas Ecuatoriana nos indica que el planeta de la discapacidad es tan variado, que hay varias que son invisibles como lo es la auditiva y del lenguaje. Al manifestar con señas sus necesidades e inquietudes, nos damos cuenta de que tiene una discapacidad auditiva o del lenguaje. Parte importante de la cultura es el lenguaje ya que con él nos comunicamos con nuestro entorno. El lenguaje de una persona con discapacidad auditiva o del lenguaje no es uno que emita como existe una lengua castellana, inglesa o china, existe una Lengua de Señas, modismos locales. Ahora comprendemos, con respeto, que la Lengua de Señas es un sistema de comunicación muy importante y todos deberíamos saberlo como se observa en la figura 1 (FEDERACION NACIONAL DE PERSONAS SORDAS DEL ECUADOR, 2014).

Figura 1

Diccionario Oficial del Lenguaje de Señas Ecuatoriano.



Nota. La imagen muestra las señas usadas en el alfabeto dactilográfico del Ecuador. Tomado del diccionario de lengua de señas ecuatoriano “Gabriel Román” (2012).

Tipos de dispositivos intérpretes de señas

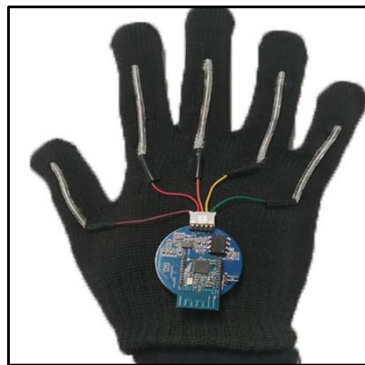
Los dispositivos de interpretación de señas han sido desarrollados en la actualidad mediante la utilización de electrónica de bajo costo y código abierto.

Primer prototipo

Este prototipo implementa los sensores, hechos de hilos conductores de electricidad, y situados en la parte dorsal de los guantes, recogen los movimientos de las manos y las colocaciones de los dedos que representan las letras, números, palabras y frases individuales. Por medio de esto se obtiene las posiciones de los dedos en señas de forma inalámbrica vía Bluetooth a un teléfono inteligente donde una 'app' las traduce a palabras habladas a una velocidad aproximada de una palabra por segundo, como se observa en la figura 2, con una tasa de reconocimiento de hasta el 98.63%, de acuerdo a la UCLA. (Staff, 2020).

Figura 2

Prototipo guía para realización de guante lector de señas.



Nota. Diseño de un dispositivo basado en un guante que puede traducir el lenguaje de señas americano al habla, en inglés y en tiempo real. Tomado de Forbes México (2020).

Para la implementación del prototipo se emplearon los siguientes elementos:

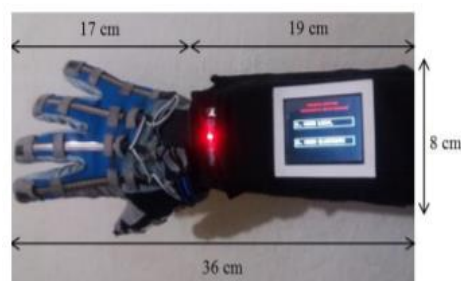
- Tarjeta electrónica Arduino Mega 2560.
- Sensores flexibles.
- Acelerómetro MMA7361.
- Módulo Bluetooth HC-05.
- Módulo Texto a Voz “EMIC2”
- Pantalla Shield TFT 2.8”
- Speaker

Segundo prototipo

El procesamiento de datos se realizó a través de la tarjeta electrónica Arduino Mega 2560 cuyas características se ajustan a los requerimientos del sistema como se observa en la figura 3, puesto que dispone de 16 entradas analógicas, 4 puertos seriales y la compatibilidad con los módulos EMIC2, HC-05 y la pantalla TFT. (Guzman, 2017).

Figura 3

Prototipo con Arduino Mega 2560.



Nota. Guante sensorizado para la traducción del lenguaje de señas empleando un Arduino como microcontrolador. Tomado de Repositorio UTA (2017).

Tabla 1.

Guía sobre dimensionamiento de pines en Arduino.

ASIGNACIÓN DE PINES		
ELEMENTO	ARDUINO MEGA 2560	
	TIPO DE PIN	N° DE PIN
Pantalla TFT	Digital	0-13
	Analógico	0-15
Sensores Flexibles	Analógico	8-13
Acelerómetro	Analógico	7,14,15
Pulsador	Digital	48
Led	Digital	49
Módulo Text To Spech EMIC2	Digital	50-51
Módulo Bluetooth	Serial	18-19

Nota. La tabla muestra la asignación de pin y numero del mismo de cada elemento electrónico. Tomado de Repositorio UTA (2017).

Tercer prototipo

Este dispositivo traduce los movimientos de la mano a través de un guante que consta de ocho sensores flexibles, que varían su valor óhmico al ser doblados donde cada dato obtenido por el mismo será interpretado por una tarjeta de adquisición de datos con comunicación USB, la misma que consta de un microcontrolador, en donde serán procesados los datos y enviados al computador para descifrarlos como un símbolo que representara una letra determinada, dicha letra será mostrada visualmente en un computador a través de una interfaz desarrollada en el software Matlab. (Espinosa, Pablo; Pogo, Hernan, 2013).

Figura 4

Prototipo 3.



Nota. Acondicionamiento final del guante traductor del lenguaje de señas al lenguaje de letras.

Tomado de Repositorio Universidad Politécnica Salesiana (2013).

Tipos de sistemas de control a lazo abierto y cerrado

Estos sistemas de control emplean elementos y materiales disponibles, infraestructura abierta, contenido no restringido y herramientas de diseño libres ofreciendo a los usuarios la posibilidad de desarrollar y compartir proyectos. El uso de ellos brinda diferentes ventajas a una sociedad y en particular a los sectores más innovadores.

(Guzman, 2017).

Lenguaje de alto nivel

Son aquellos que se encuentran más cercanos al lenguaje natural de las personas, que al lenguaje máquina. Están dirigidos a solucionar problemas mediante el uso de EDD's son las abreviaturas de Estructuras Dinámicas de Datos, algo muy utilizado en todos los lenguajes de programación. (desarrolloweb.com, 2022).

Ejemplos:

- Lenguaje C
- Python
- C++
- Java
- Sql
- PHP

Lenguaje de bajo nivel

son totalmente dependientes de la máquina, es decir, dependen directamente del hardware donde van a ejecutarse. Por ello, los programas que se realizan con este tipo de lenguajes no se pueden migrar o utilizar en otras máquinas, con otros tipos de procesadores. (desarrolloweb.com, 2022).

Ejemplos:

- Lenguaje máquina
- Lenguaje ensamblador

Software libre

Arduino. Es una plataforma de hardware libre que nos ofrece placas con un microcontrolador y un entorno de desarrollo que nos permite fácilmente interactuar con ella. (Bermudez, 2020).

Notepad++. Es un editor de textos y de código fuente independiente, que es capaz de tolerar diversos idiomas de programación. (STARTEQ.NET, 2019).

Vim. Entre sus propiedades se hallan el auto completado de palabras y sentencias, un corrector ortográfico incluido, múltiple navegación, comprensión de hasta 200 sintaxis diferentes, entre otras funciones. (STARTEQ.NET, 2019).

Sensores

Este dispositivo está netamente cualificado para identificar actividades o estímulos externos que paralelamente permiten contestar de una forma consecuyente, o sea, captan de una forma inmediata la información del medio físico que nos circunda.

En la actualidad los sensores de flexión se comercializan en limitadas dimensiones y encapsulados en un plástico rígido, lo que delimita su máxima flexión. Esta diseñado en una sola capa eliminando así los problemas asociados con los sensores convencionales, como el polvo, la suciedad, los líquidos, el calor y la presión. Además de que su tensión de alimentación depende del circuito para leer el sensor, en algunos diseños ya realizados se ha utilizado 12, 5 y 3V. La variación de resistencia es una función del radio de curvatura y la desviación angular donde también cambiaría si se estira linealmente.

Por otro lado, es un sensor que tiene varias aplicaciones hoy en día como lo anuncian los fabricantes de automóviles europeos dado que gracias a los sensores flexo resistivos se puede detectar la presencia de un ocupante del asiento aparte del tamaño y la posición del ocupante para adaptar la velocidad del despliegue del airbag. Así mismo existe un sistema de detección de impacto peatonal (PIDS) que es capaz de detectar el impacto en cuestión de segundos y puede distinguir entre un pierna humana y objetos inanimados. Finalmente, también se encuentran en el área médica tales aplicaciones pueden incluirse en bombas de infusión, equipo de terapia respiratoria, equipo obstétrico, equipo de rehabilitación y terapia física, equipo de estabilización pélvica, dispositivos de monitoreo de presión, entre otros. (Reimondo, 2020).

Capítulo III

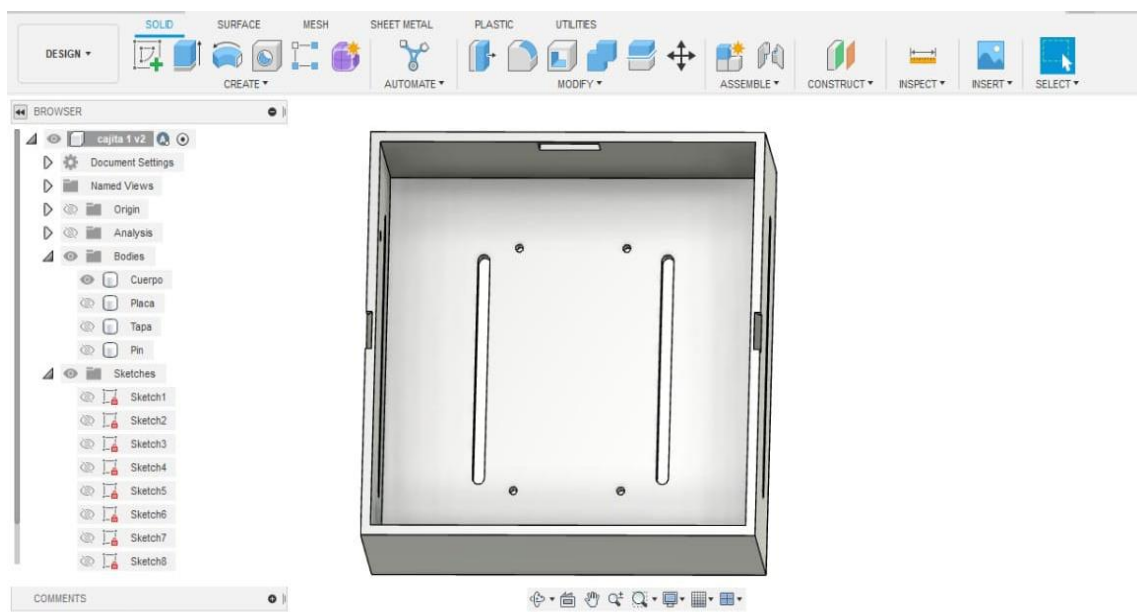
Desarrollo del tema

Diseño del prototipo

Para el desarrollo del presente proyecto se realizó el diseño de una carcasa que nos va ayudar como representación del resultado final aparte de que podemos corroborar si las medidas y las características son las específicas. Para lo que se necesitó de un software asistido por computador para poder desarrollar nuestro producto. Por lo tanto, se procedió al diseño de la carcasa como se puede observar en la figura 5 y la tapa en la figura 6, la mismo que nos ayudara como soporte para la placa.

Figura 5

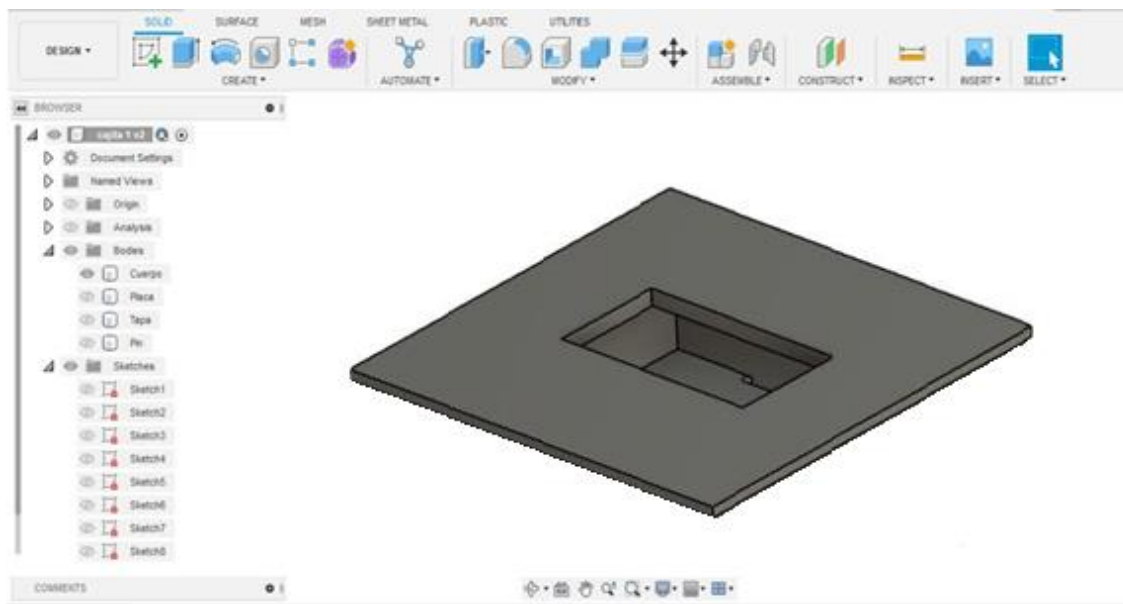
Diseño carcasa.



Nota. En la presente figura se puede apreciar el diseño de la carcasa para el prototipo.

Figura 6

Diseño tapa.



Nota. En la presente figura se puede apreciar el diseño final de la tapa superior.

Para la obtención de la caja se tomó en cuenta las distintas formas de fabricación y el material adecuado para la impresión de la carcasa.

Tenemos la fabricación aditiva con este método no se elimina material durante la creación. Aplicada a la producción en serie, la cual puede disminuir costes, eliminar errores y producir con mayor agilidad y precisión. (MECALUX, 2020).

Por otro lado, tenemos la fabricación por sustracción que en si son procesos controlados de mecanizado y supresión de materiales que empiezan con bloques rígidos, barras de plástico, metal u otros materiales que son moldeados por la supresión de materiales. (3DZ, 2019).

Selección de la fabricación de la carcasa

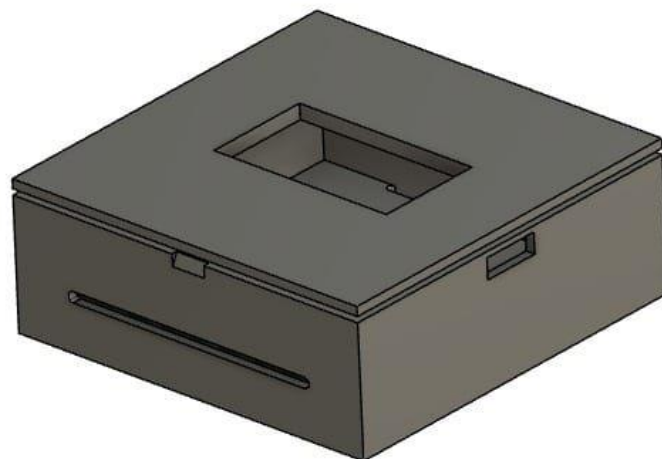
Tomando en cuenta las características que deseamos para la fabricación de la caja se optó por la impresión 3D ya que se basa en la creación de un objeto mediante la superposición de capas sucesivas con un determinado material, es un proceso por el cual se crean objetos mediante un archivo digital.

Selección del material para la fabricación de la carcasa

Las estructuras mecánicas de tipo carcasa de estos dispositivos generalmente se fabrican de polímeros termoplásticos como el ABS, policarbonato, PET, polipropileno, polímeros de alto rendimiento, policarbonato, nylon, entre otros. Por lo tanto, debido a la selección del tipo de proceso para la fabricación de la carcasa que fue por medio de impresión 3D se optó por elegir el material nylon ya que tiene varias características químicas y mecánicas que ofrecen buena estabilidad, rigidez, flexibilidad y resistencia a los golpes. Estas ventajas significan que el material tiene muchas aplicaciones en todos los sectores y ofrece un alto nivel de detalle.

Figura 7

Caja 3D.



Nota. Impresión 3D del diseño de la caja.

Implementación del prototipo

Para la implementación del prototipo, se consideró primordial la utilización de sensores resistivos, los cuales nos van a contribuir a obtener un rango de datos según el movimiento de cada uno de los dedos conforme corresponda a la seña del lenguaje dactilográfico.

Tabla 2

Lista de materiales.

Cantidad	Material
1	Pantalla OLED 0,96"
2	Flex Sensor 4,5"
6	Flex Sensor 2.2"
3	Pulsadores
1	ESP32
1	Bateria Lipo (1 A)
1	Placa Baquelita
1	Alambre de red flexible

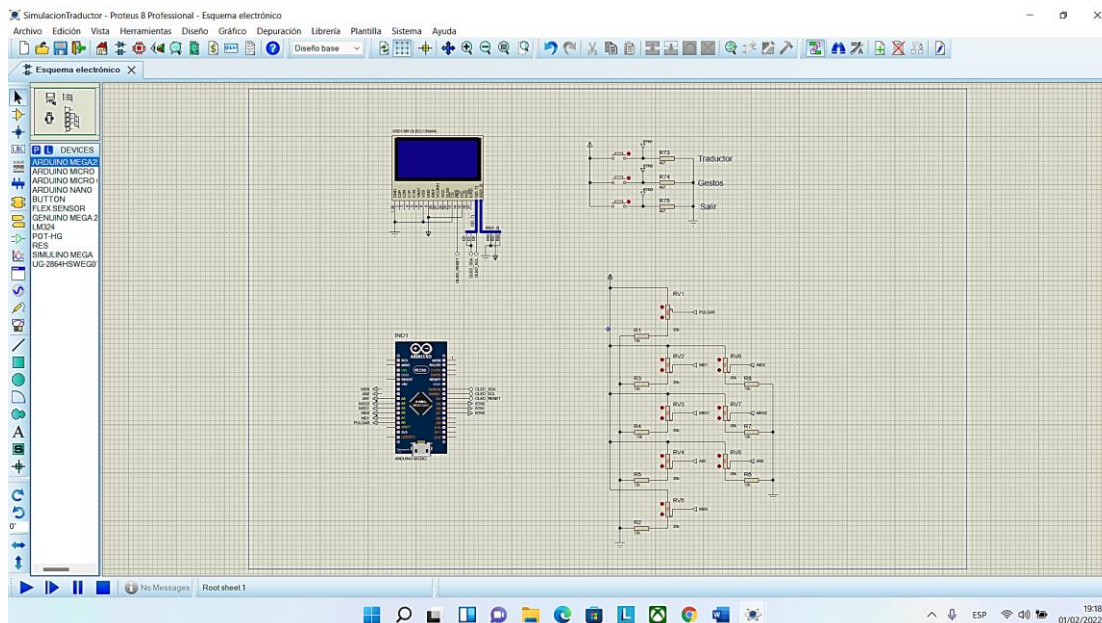
Nota. En la tabla se observa la lista de materiales que van a ser utilizados en la implementación del prototipo.

Implementación del sistema electrónico

Para poner en marcha el sistema electrónico se lo hizo con ayuda de cableado, por las dimensiones y tamaños de los dispositivos a ser usados. Se dio paso a la identificación de los pines a usar tanto del microcontrolador, como de los sensores y pantalla OLED.

Figura 8

Esquematación del circuito electrónico.



Nota. En la figura se puede observar la simulación del funcionamiento del circuito que debe llevar nuestro prototipo.

Tipos de tarjetas. Son un circuito electrónico que consta de un microcontrolador o dispositivo lógico y otros elementos como puertos, conectores y reguladores que permiten a los usuarios acceder de manera fácil y rápidamente para realizar pruebas. (Palma & Rodríguez, 2018).

Arduino uno. Es un microcontrolador que tiene 14 pines de entrada/salida digital, 6 entradas análogas, un resonador cerámico de 16 MHz, un conector para USB tipo hembra, un jack para fuente de poder y un botón reset. (Guerrero, 2014).

Arduino nano. Se caracteriza por ser una placa 100% compatible con todo tipo de componentes electrónicos que funciona con un cable USB Mini-B en lugar de un cable estándar y, por naturaleza, no cuenta con un conector para alimentación externa. Posee un puerto mini USB el cual es usado para la monitorización en serie, al igual que para la programación. (InternetPasoPaso, s.f.).

ESP32. Cuenta con un microprocesador procesador dual que es de mucha ayuda, debido a que una vez que un procesador maneja la comunicación, el otro está a cargo del control. Además, ESP32 ha incluido WIFI, Bluetooth, DAC, diversos ADC, sensores táctiles capacitivos. (HeTPro, s.f.).

Selección de la tarjeta a utilizar. Las características que motivaron a la selección de la tarjeta ESP32 son:

- Procesador dual core.
- Es compatible con Arduino.
- Wifi integrado: Acces point & Station.
- Bluetooth 4.2 2.4.
- 16 x Analog to Digital Converter (ADC) de 12 bits de resolución y se pueden programar con límite de entrada a 1V, 2 V y 4V.

(Tienda y Tutoriales Arduino, 2022).

Acoplamiento tarjeta ESP32. La tarjeta ESP32 contiene todo lo necesario para poder soportar el microcontrolador. Posee 20 entradas y salidas digitales de las cuales 7 son PWM y 12 son analógicas, de ahí partimos para poder conectar todos los elementos electrónicos que se van a utilizar.

Figura 9

ESP32.



Nota. Acople del microcontrolador ESP32 en la placa del circuito.

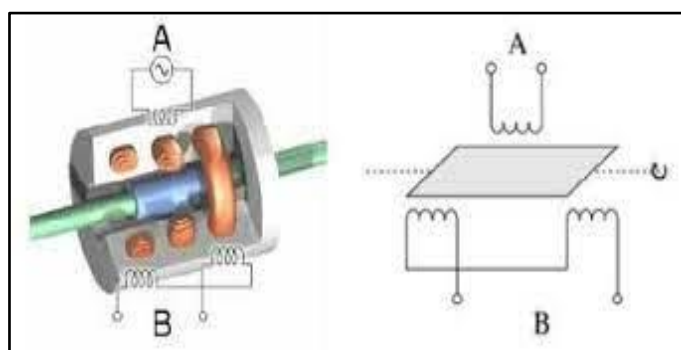
Tipos de sensores.

Flexión.

Sensor Lineal de Posición (LVDT). Es un dispositivo electromecánico usado para cambiar vibraciones o desplazamiento mecánico, especialmente desplazamiento rectilíneo, en corriente eléctrica, tensión o señales eléctricas cambiantes, y a la inversa como se observa en la figura 6. (Espinosa, Pablo; Pogo, Hernan, 2013).

Figura 10

Sensor lineal de Posición.

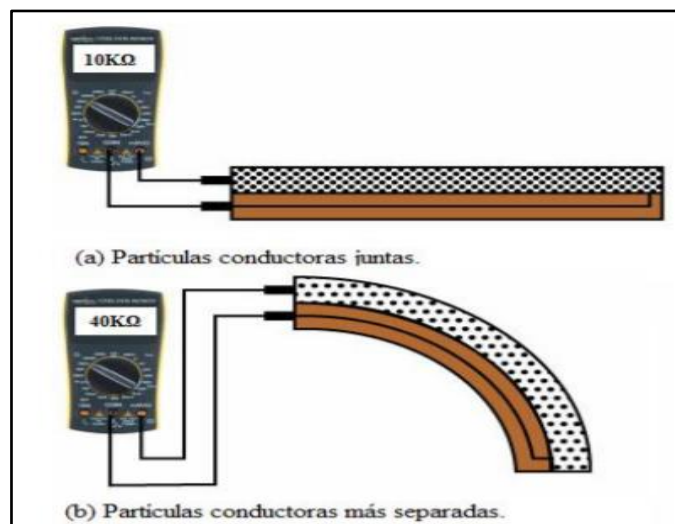


Nota. Dispositivo de censado de posición que provee un voltaje de salida proporcional al desplazamiento de su núcleo que pasa por sus enrollamientos. Tomado de Repositorio UPS Sede Cuenca (2013).

Sensor Flexo Resistivo. Posee partículas conductoras en un lado del sensor donde se imprimen con una tinta de polímero. Una vez que el sensor está recto, las partículas de la tinta otorgan una resistencia de alrededor de 10 kilo ohm. Cuando el sensor está doblado lejos de la tinta, las partículas conductoras se hallan más separadas, incrementando la resistencia a cerca de 40 kilo ohm con un ángulo de 90°. (Espinosa, Pablo; Pogo, Hernan, 2013).

Figura 11

Comportamiento interno del sensor flexible.

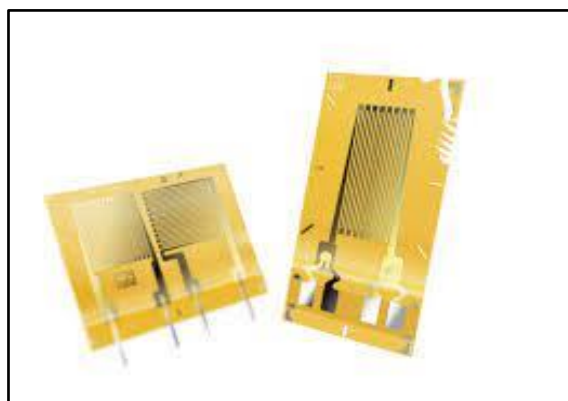


Nota. Comportamiento de las partículas conductoras juntas y de las partículas conductoras separadas. Tomado de Repositorio UPS Sede Cuenca (2013).

Galgas Extensiométricas. Se fundamenta en el impacto piezorresistivo, que es la propiedad que poseen los materiales de modificar el costo nominal de su resistencia una vez que se les somete a esfuerzos y se deforman en dirección de los ejes mecánicos. Un esfuerzo que deforma la galga extensiométrica generará una alteración en su resistencia eléctrica. (Galga extensiométrica, 2017).

Figura 12

Galgas Extensiométricas.



Nota. La forma depende de factores como rangos de fuerza, límites dimensionales e incluso costo de producción. Tomado de Repositorio UPS Sede Cuenca (2013).

Movimiento – Posicionamiento.

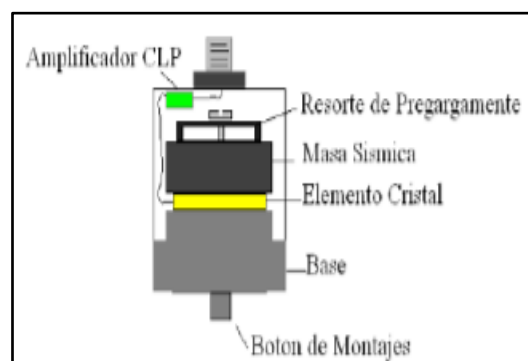
Acelerómetro. Es ampliamente utilizado para determinar tanto la inclinación de un objeto como su vibración o para determinar la aceleración traslacional. Existen 2 tipos:

- Piezoeléctricos

Se utilizan en maquinaria pesada con el fin de determinar la vibración de la misma. Los cuales generan un voltaje dependiendo si son comprimidos o viceversa por la masa móvil debido a su vibración. (Ayala, 2020).

Figura 13

Acelerómetro piezorresistivo.



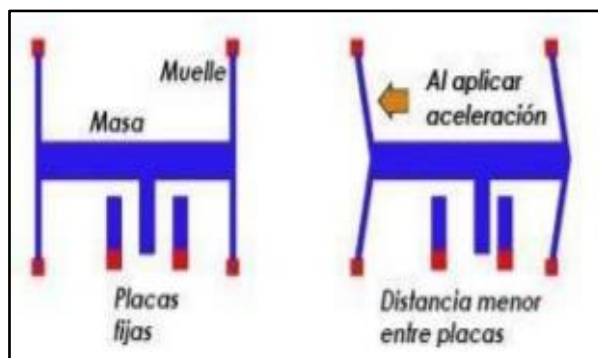
Nota. Descripción grafica de las partes del acelerómetro piezorresistivo. Tomada de “GUANTE TRADUCTOR DE SEÑAS PARA SORDO MUDOS” (2018).

- Capacitivos

Tienen la característica de poder medir aceleración desde 0 Hz hasta varios cientos de Hz, por lo que se suelen emplear para aplicaciones de baja o muy baja frecuencia, aunque cuentan con muy buena resistencia a posibles picos de aceleración. (Ayala, 2020).

Figura 14

Acelerómetro Capacitivo.

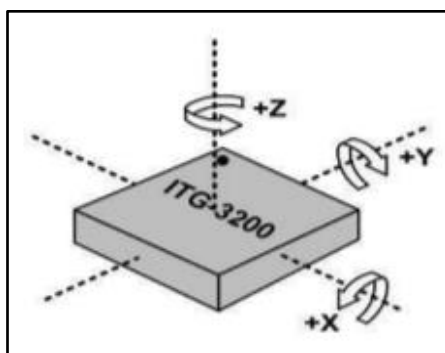


Nota. Consiste en el desplazamiento de una estructura con respecto a una fija, midiendo la inclinación. Tomada de “GUANTE TRADUCTOR DE SEÑAS PARA SORDO MUDOS” (2018).

Giroscopio. Sensor inercial que permite relacionar la rotación relativa con un voltaje, los cuales aprovechan la fuerza de Coriolis presentes en un movimiento rotacional. (Ayala, 2020).

Figura 15

Giroscopio.



Nota. Su funcionamiento es por medio de masas que dependiendo su desplazamiento logran variar la capacitancia para ser proporcional a la velocidad angular. Tomado de “GUANTE TRADUCTOR DE SEÑAS PARA SORDO MUDOS” (2018).

Selección del sensor a utilizar. Una vez investigado y analizado las características de los distintos sensores existentes en el mercado y verificando que sean los adecuados con el fin de conservar la estética del dispositivo y el fácil manejo se opta por utilizar el sensor flexible (flex sensor). (Espinosa, Pablo; Pogo, Hernan, 2013).

Es un sensor bastante estable con un funcionamiento perfecto de acuerdo a las características importante del diseño. Teniendo en cuenta los parámetros que motiva a la selección del mismo:

- Rangos óhmicos máximos y mínimos.
- Flexibilidad.
- Precio del sensor.
- Rangos de voltaje.
- Usos.

(Espinosa, Pablo; Pogo, Hernan, 2013).

Acoplamiento de los sensores flexibles. Para el acoplamiento de los sensores flexibles se utilizó cables de red flexible, el mismo que nos ayudará a la correcta conexión de cada uno de estos a su respectiva entrada del Arduino.

Figura 16

Sensores flexibles.



Nota. Colocación de los sensores flexibles en el guante.

Acoplamiento del módulo. Es un protocolo que sirve para la transmisión inalámbrica de datos y también de voz entre distintos dispositivos que se encuentran a una distancia determinada.

Figura 17

Módulo bluetooth.

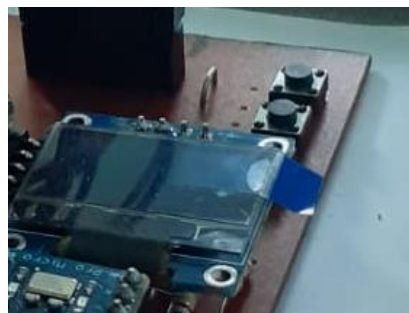


Nota. Acoplamiento del módulo bluetooth para la conexión con el celular.

Acoplamiento de la pantalla OLED. Para el acoplamiento de la pantalla OLED se utilizó un cable de red flexible, el mismo que ayudará a la conexión hacia las entradas GND, VCC e I2C del Arduino. En este dispositivo se desplegará un menú, donde se seleccionará el parámetro que se desee utilizar, siendo éstos: abecedario, gestos y salir.

Figura 18

Pantalla OLED.

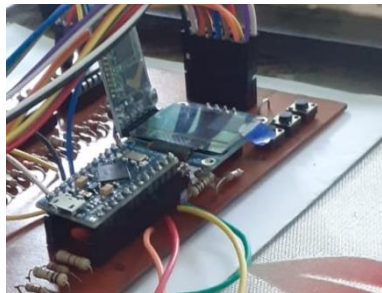


Nota. Acoplamiento de la pantalla oled en el circuito.

Acoplamiento de los pulsadores. Para el acoplamiento de los pulsadores se utilizó un cable de red flexible, el mismo que ayudará a la conexión hacia las entradas del Arduino. Se utilizó 3 pulsadores, el primero realiza la función de selección a la acción de abecedario, el segundo servirá para seleccionar la acción de gestos y el tercero que permitirá regresar al menú principal.

Figura 19

Pulsadores.



Nota. Adaptación de los pulsadores en el circuito.

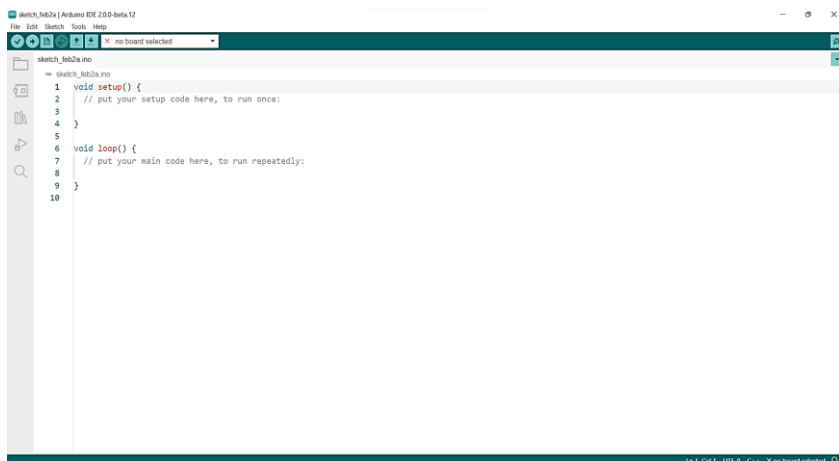
Desarrollo de la programación

Para el desarrollo del programa se utilizó la interfaz de programación de Arduino. Se utilizó este software, ya que es flexible y fácil de usar permitiendo realizar cualquier tipo de aplicación.

La programación fue realizada considerando las condiciones de desempeño requeridas para el guante traductor de señas. Dicha programación en la parte inicial consta de la declaración de librerías, así como las variables a ser utilizadas.

Figura 20

Pantalla Arduino.

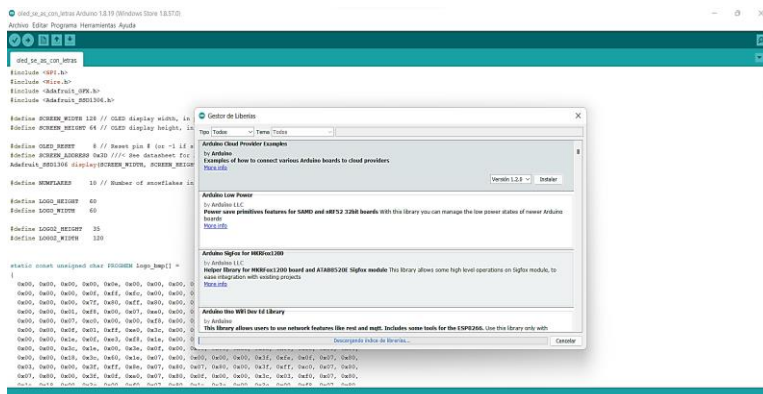


Nota. Pantalla de inicio del software Arduino.

Codificación de las librerías a utilizar. Las librerías a utilizar para el desarrollo de la programación son las siguientes: Adafruit_GFX.h y Adafruit_SSD1306.h, estas librerías son las que trabajan con los sensores, pantalla y pulsadores. En algunas ocasiones no es necesario la instalación de las mismas porque el programa ya viene con estas, si no será necesario instalarlas desde el mismo software.

Figura 21

Instalación de librerías.

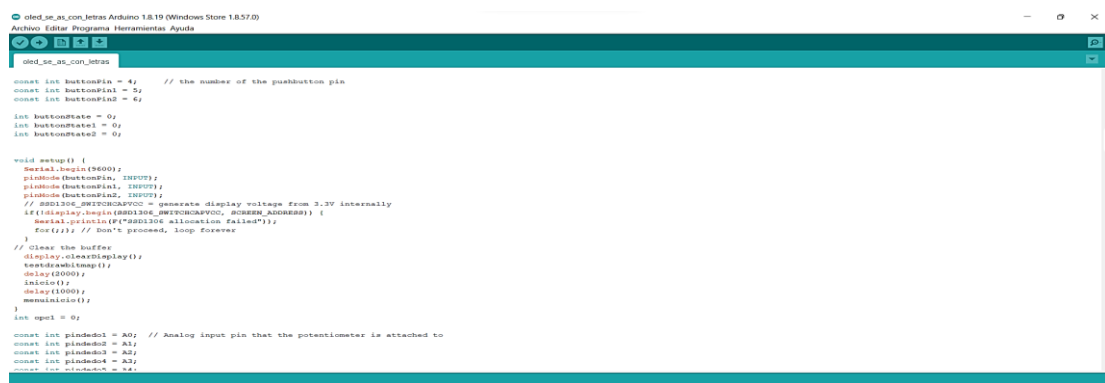


Nota. En la figura se puede observar la instalación y codificación de las librerías a ser utilizadas.

Desarrollo de la programación para el menú. En la figura 22, se muestra el código de programación empleado para el desarrollo del menú de selección de la actividad que se requiere realizar, ya sea esta de abecedario, gestos y salir. Para la programación se utilizó las condiciones `int`, `if` y `volatile boolean`, las mismas que servirán para declarar las variables, evaluar si cumple la condición y pueda continuar con su funcionamiento.

Figura 22

Programación menú.



```

oled_se_ar_con_letras Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Arduino Editor: Programa Herramientas Ayuda

oled_se_ar_con_letras

const int buttonPin = 4; // the number of the pushbutton pin
const int buttonPin1 = 5;
const int buttonPin2 = 6;

int buttonState = 0;
int buttonState1 = 0;
int buttonState2 = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(buttonPin, INPUT);
  pinMode(buttonPin1, INPUT);
  pinMode(buttonPin2, INPUT);
  // SSD1306_I2C_DISPLAY = generate display voltage from 3.3V internally
  if(!display.begin(SSD1306_I2C_DISPLAY, SCREEN_ADDRESS)) {
    Serial.println("FIRMWARE ALLOCATION FAILED");
    for(;;) // Don't proceed, loop forever
  }
  // Clear the buffer
  display.clearDisplay();
  Serial.println();
  delay(2000);
  init();
  delay(1000);
  menuInicio();
}

int opul = 0;

const int pinA1 = A0; // Analog input pin that the potentiometer is attached to
const int pinA2 = A1;
const int pinA3 = A2;
const int pinA4 = A3;
const int pinA5 = A4;

```

Nota. Se puede observar la programación a ser empleada para el menú.

Desarrollo de la programación para los flex sensors. En la figura 23, se observa el código de programación empleado para el funcionamiento de los sensores flexibles, cuando este elemento empiece a trabajar, enviará los datos obtenidos al dispositivo móvil mediante la aplicación.

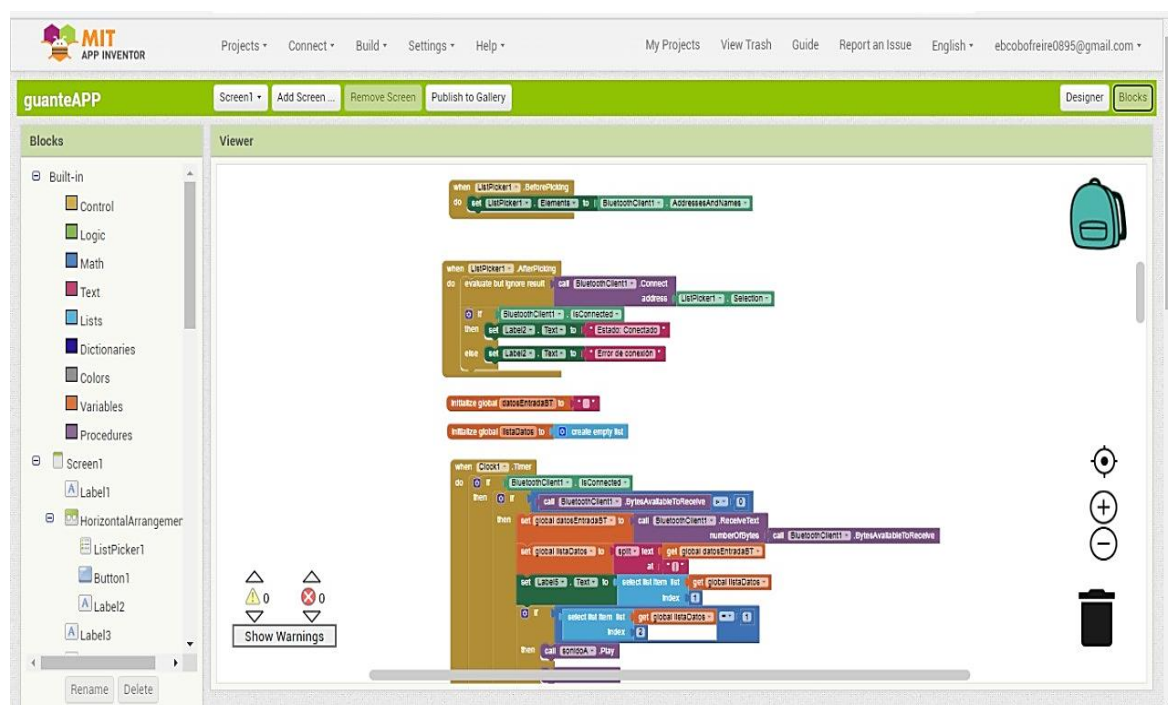
El sensor enviará un rango de datos según el movimiento que se realice dando paso a ver si cumplen con las condiciones de cada letra del abecedario dactilográfico que las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje lo usan.

Desarrollo de la programación para la aplicación móvil. Para el desarrollo de la aplicación móvil se utilizó la interfaz de la aplicación App Inventor, donde vamos a tener la inicialización de todas las variables iniciales incluyendo los archivos correspondientes a cada letra y gesto.

Después se configura la conexión bluetooth tanto para que se inicie el mismo como para la conexión, desconexión que se realiza con los botones en la interfaz y la recepción de datos enviados desde el Arduino.

Figura 25

Programación aplicación móvil.



Nota. En la figura se puede observar la codificación para la obtención de la aplicación móvil.

Pruebas de funcionamiento

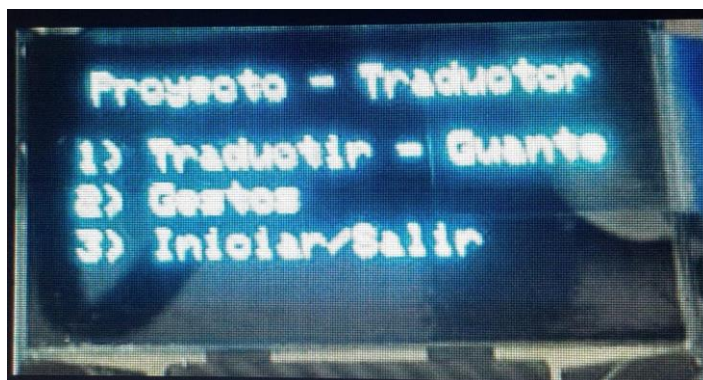
Las pruebas de funcionamiento se realizaron de manera independiente, esto quiere decir que se fue obteniendo los datos de manera que se iba realizando la programación para cada sensor.

Algo muy importante que hay que recalcar en esto es que los sensores son dispositivos análogos, por lo que sus valores se van a reflejar en datos altos. Esto varía de acuerdo al tipo de actividad que se vaya a realizar ya que en este tipo de dispositivos se podría decir que se omite el valor de los rangos estipulados para las mediciones físicas.

A continuación, en las presentes imágenes se observará el funcionamiento independiente de cada dispositivo electrónico:

Figura 26

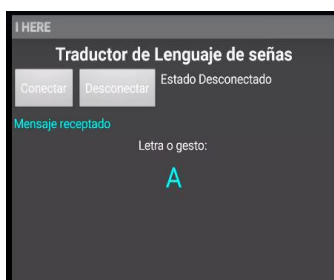
Visualización pantalla de menú.



Nota. En la figura se puede observar el menú programado en funcionamiento.

Figura 27

Visualización de datos en la aplicación móvil.



Nota. En la siguiente figura se puede visualizar la letra enviada por medio del dispositivo implementado.

Análisis económico del proyecto

Como se había dicho a partir de un inicio el precio del dispositivo no iba a ser bastante desmesurado, por lo cual el costo de la mayor parte de elementos no posee un costo de compra alto.

Tabla 3

Lista general.

Lista de materiales			
Descripción	Cantidad	Valor Unitario	TOTAL
Sensores Flexibles 2.2"	6	\$ 16,00	\$ 96,00
Sensores Flexibles 4.5"	2	\$ 20,00	\$ 40,00
Pantalla OLED 0,96"	1	\$ 9,00	\$ 9,00
Pulsadores	3	\$ 1,00	\$ 3,00
Arduino Micro	1	\$ 12,00	\$ 12,00
Batería Lipo (1 A)	1	\$ 14,00	\$ 14,00
Placa Baquelita	1	\$ 1,50	\$ 1,50
Alambre splitter	4	\$ 2,50	\$ 10,00
Módulo Bluetooth	1	\$ 12,00	\$ 12,00
Impresión de carcasa	1	\$ 12,00	\$ 12,00
TOTAL			\$ 209,50

Nota. Costos de la implementación del proyecto.

Capítulo IV

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Se logró elaborar un guante robótico que gracias a sensores es capaz de replicar los movimientos que la mano realiza según el lenguaje dactilográfico y que por medio de la aplicación móvil que por sonido replica lo que se hace al realizar el movimiento de la mano, esta llega a entablar una comunicación entre las personas sordomudas y la sociedad.
- La investigación realizada acerca del lenguaje dactilográfico nos acercó más a la realidad que viven las personas sordomudas al momento de querer manifestarse con alguna necesidad, de igual forma la importancia de proyectos que faciliten al discapacitado entablar una comunicación con la sociedad o personas cercanas a ella.
- Se logró los mayores grados de libertad previstos en el guante dado que los movimientos que se realizarán sean fluidos y logren la posición necesaria según las letras del abecedario y de igual forma las frases más importantes para una persona sordomuda.
- Finalmente, en las pruebas de la interfaz con la aplicación móvil se reafirmó que es muy intuitiva y similar a otras aplicaciones de mensajería con la finalidad de que el usuario no tenga problemas al momento de recibir la señal del guante.
- Se tomó como referencia un guante sensorizado del tamaño de una persona adulta con el fin de poner a prueba la flexibilidad de los sensores al gesticular una letra o frase y que de forma efectiva sea convertido en señales que lleguen en forma de texto a la aplicación móvil y luego sea reproducida.

Recomendaciones

- Una vez concluido el dispositivo, se ofrece que si se quiere tener una mejor exactitud en el desempeño del guante se debería utilizar más sensores flex en los dedos representando cada falange, o paralelamente se puede integrar un módulo giroscopio.
- Se sugiere utilizar módulos wireless para entablar una mejor comunicación inalámbrica, puesto que dan superiores ventajas comparativamente a los módulos bluetooth como, por ejemplo: más grande alcance, rapidez y funcionamiento de datos.
- Al utilizar el guante se lo debe colocar sobre una superficie plana, ya que al hacer algún movimiento brusco puede caerse o sufrir algún accidente.

Bibliografía

- 3DZ. (21 de Junio de 2019). *print the future*. Obtenido de ¿Fabricación aditiva o sustractiva?: <https://3dz.es/fabricacion-aditiva-o-sustractiva/>
- Ayala. (20 de Febrero de 2020). *Guante traductor de señas para sordomudos*. Obtenido de Ingeniería Robótica: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/28152/Proyecto%20Final%20de%20Oguante%20Jose%20Guillermo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Ballesta. (03 de Diciembre de 2015). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE INTERPRETACIÓN Y TRADUCCIÓN DE GESTOS ASOCIADOS A PREGUNTAS, NECESIDADES*. Obtenido de <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/280/Traductor%20de%20Sordomudos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bermudez, M. (Julio de 2020). *slideshare*. Obtenido de Tecnología : <https://es.slideshare.net/michellbermudez3/tecnologia-2-236540754>
- Cazar. (2001). *Breve Análisis De La Situación De Las Discapacidades En El Ecuador*. Obtenido de http://icevi.org/latin_america/publications/quito_conference/analisis_de_la_situacion_de_las_.htm
- Centro de información y recursos para padres. (Mayo de 2014). *Centro de información y recursos para padres*. Obtenido de Trastornos del Habla y Lenguaje: <https://www.parentcenterhub.org/lenguaje/>
- CONADIS. (Octubre de 2016). *Tipo de Discapacidad- Personas con Discapacidad Registradas*. Recuperado el 02 de Noviembre de 2021, de <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadistica/index.html>
- Consejo Nacional para la igualdad de Discapacidades. (2021). *Estadística personas con discapacidad*. (E. Quito, Editor) Recuperado el 02 de Noviembre de 2021, de

http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/09/estadistica_conadis.pdf

Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades. (2 de Noviembre de 2021).

Estadística personas con discapacidad. Obtenido de

http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/09/estadistica_conadis.pdf

desarrolloweb.com. (25 de Octubre de 2022). *Desarrollo Web*. Obtenido de Tipos de

lenguajes de programación: <https://desarrolloweb.com/articulos/2358.php>

Espinosa, Pablo; Pogo, Hernan. (9 de Abril de 2013). *Ingeniería Electrónica*. Obtenido de

Diseño y construcción de un guante prototipo electrónico:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4211/1/UPS-CT002598.pdf>

FEDERACIÓN NACIONAL DE PERSONAS SORDAS DEL ECUADOR. (Febrero de 2014).

iSSUU. Obtenido de Glosario básico de Lengua de Señas Ecuatoriana:

https://issuu.com/setedisissuu/docs/glosario_ba__sico_de_lengua_de_sen_

Galga extensiométrica. (27 de Abril de 2017). *Ingeniería Mecafenix*. Recuperado el 18 de

Noviembre de 2021, de <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/galga-extensiometrica/>

Galindo. (n.d.). *Software que permite a los sordos comunicarse sin interprete*. Recuperado

el 02 de Noviembre de 2021, de <http://elcomercio.pe/tecnologia/inventos/software-permite-sordoscomunicarse-sin-interprete-noticia>

Guerrero, J. (21 de Septiembre de 2014). *PLUSELECTRIC*. Obtenido de Arduino Uno:

Especificaciones y características:

<https://pluselectric.wordpress.com/2014/09/21/arduino-uno-especificaciones-y-caracteristicas/>

Guzman, D. (Enero de 2017). *Repositorio Universidad Técnica de Ambato*. Obtenido de

Repositorio Universidad Técnica de Ambato :

https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25193/1/Tesis_t1222ec.pdf

HeTPro. (s.f.). Obtenido de ESP32: <https://hetpro-store.com/esp32/>

- InternetPaso a Paso. (s.f.). *InternetPaso a Paso*. Obtenido de Arduino Nano: ¿Qué es, para qué sirve y en qué se diferencia de otras placas de desarrollo libre?:
<https://internetpasoapaso.com/arduino-nano/#:~:text=Para%20cualquier%20caso%2C%20la%20placa,y%202%20pines%20de%20reinicio.>
- Leme, M. (03 de Julio de 2018). *Núcleo do Conhecimento*. Obtenido de ¿EL SORDO EN OYENTE DE LA SOCIEDAD: UN CASO DE INCLUSIÓN O EXCLUSIÓN?:
<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacion-es/personas-sordas-en-la-sociedad>
- MECALUX. (02 de Octubre de 2020). *MECALUX ESMENA*. Obtenido de Fabricación aditiva: la impresión 3D digitaliza la manufactura:
<https://www.mecalux.es/blog/fabricacion-aditiva>
- Moreno. (2013). *Área de Tecnología Electrónica*. (U. d. Burgos, Productor) Obtenido de <https://tableroalparque.weebly.com/uploads/5/1/6/9/51696511/2-sensoresresistivos.pdf>
- Nota descriptiva N° 300. (2015). “*Sordera y pérdida de la audición,*”. *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 02 de Noviembre de 2021, de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/es/>
- Palma, C., & Rodriguez, S. (06 de Agosto de 2018). Obtenido de Tarjetas de Desarrollo: Herramientas para el diseño : <file:///C:/Users/pc/Downloads/104-Texto%20del%20art%C3%ADculo-200-1-10-20180806.pdf>
- Reimondo, G. (28 de Enero de 2020). *Tecnología Humanizada*. Obtenido de Flexpoint, sensores de flexión.: <https://humanizationoftechnology.com/flexpoint-sensores-de-flexion/revista/sensorica/01/2020/>
- RIADIS. (2012). “*La situación de las personas con discapacidad en América Latina y El Caribe,*”. *RIADIS*. Recuperado el 02 de Noviembre de 2021, de <http://www.riadis.org/recursos/declaracoes-riadis/la-situacion-de-las-personas-con-discapacidad-en-america-latina-y-el-caribe/>

Román. (2016). *Lectura de las ilustraciones especificaciones de uso*.

Sociedad Española de Otorrinolaringología. (Enero de 2005). *EL PAIS*. Obtenido de Sordera y calidad de vida:

https://elpais.com/diario/2005/01/17/opinion/1105916405_850215.html

Staff, F. (22 de Agosto de 2020). *Forbes Mexico*. Obtenido de Forbes Mexico:

<https://www.forbes.com.mx/tecnologia-guantes-que-traducen-el-lenguaje-de-signos/>

STARTEQ.NET. (27 de 11 de 2019). *Los 6 Mejores Software de Programación*. Recuperado el 01 de 27 de 2022, de STARTEQ.NET: <https://starteq.net/los-6-mejores-software-de-programacion/>

Tienda y Tutoriales Arduino. (07 de Marzo de 2022). Obtenido de INSTALANDO EL ESP32:

<https://www.prometec.net/instalando-esp32/>

Tommy. (15 de 09 de 2019). *Situación mundial personas discapacitadas*. Obtenido de

<https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/280/Traductor%20de%20Sordomudos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

UnicAP. (2017). *UnicAP*. Obtenido de Discapacidad auditiva:

<https://www.fundacionunicap.org/discapacidad-auditiva/>

Villa. (04 de Diciembre de 2018). *Estudio lenguaje de señas*. Obtenido de

<http://www.scielo.org.co/pdf/prosp/v16n2/1692-8261-prosp-16-02-00041.pdf>

ANEXOS