

Diseño de un guante electrónico para la interpretación y traducción del lenguaje de señas en personas con discapacidad auditiva mediante tecnología arduino e interfaz de visualización por medio de una aplicación en Android.

VERSIÓN: 01



TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO

**DISEÑO DE UN GUANTE ELECTRÓNICO PARA LA INTERPRETACIÓN Y
TRADUCCIÓN DEL LENGUAJE DE SEÑAS EN PERSONAS CON
DISCAPACIDAD AUDITIVA MEDIANTE TECNOLOGÍA ARDUINO E INTERFAZ
DE VISUALIZACIÓN POR MEDIO DE UNA APLICACIÓN EN ANDROID.**

AUTORES

**JHONNY ALEXANDER MERIÑO GUZMAN
DANIELA GARIZABALO PEDROZO**

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
PROGRAMA TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
ELECTROMECAÁNICO**

Fecha de Presentación: (04-06-2020)



TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO

**DISEÑO DE UN GUANTE ELECTRÓNICO PARA LA INTERPRETACIÓN Y
TRADUCCIÓN DEL LENGUAJE DE SEÑAS EN PERSONAS CON
DISCAPACIDAD AUDITIVA MEDIANTE TECNOLOGÍA ARDUINO E INTERFAZ
DE VISUALIZACIÓN POR MEDIO DE UNA APLICACIÓN EN ANDROID.**

AUTORES

**JHONNY ALEXANDER MERIÑO GUZMAN
DANIELA GARIZABALO PEDROZO**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Tecnólogo en operación y mantenimiento electromecánico**

DIRECTOR

FREDY ALBERTO ROJAS ESPINOZA

CODIRECTOR

LUIS OMAR SARMIENTO ÁLVAREZ

Proyecto de investigación- DIANOIA

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
PROGRAMA TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
ELECTROMECAÁNICO**

Fecha de Presentación: (04-06-2020)

Nota de Aceptación

APROBADO



Firma del jurado



Firma del Jurado

DEDICATORIA

Dedico este trabajo investigativo primeramente a Dios padre todo poderoso mayor exponente de la sabiduría y el conocimiento por este logro que me ha permitido alcanzar, a mis familiares, en especial a mis padres por el apoyo y la motivación que me han brindado a lo largo del proceso, y a todas aquellas personas que con sus aportes hicieron posible el alcance de esta meta.

JHONNY ALEXANDER MERIÑO GUZMAN

Este proyecto está dirigido primordialmente a Dios el cual fue mi guía y respaldo durante el transcurso de este camino, quien a través de su amor infinito me capacito y me formo para alcanzar este logro que hoy veo culminado, a mi familia, amigos y compañeros que no cesaron de expresarme sus voces de aliento cuando sentía desfallecer, y aquellos que formaron parte fundamental durante este recorrido que hoy puedo ver concluido en victoria.

DANIELA GARIZABALO PEDROZO

AGRADECIMIENTOS

El más sincero agradecimiento a nuestra familia amigos y compañeros que con su permanente aliento y comprensión nos ayudaron a alcanzar esta meta tan deseada. Y por último agradecemos a todos los profesionales que trabajan en las Unidades Tecnológica de Santander por su colaboración y la confianza brindada para poder culminar con nuestro trabajo final y ver cumplida esta etapa de nuestra vida que nos abrirá paso a experiencias futuras en nuestro campo profesional.

Al finalizar este trabajo de investigación queremos expresar nuestro agradecimiento al ingeniero **FREDY ALBERTO ROJAS ESPINOZA** por habernos acompañado en nuestra última etapa de la carrera, la cual nos permitió adquirir conocimientos básicos de investigación que nos serán útil para nuestra vida profesional. Al igual nuestra gratitud a los docentes quienes estuvieron presentes en la realización de esta meta, de este sueño que es tan importante para nosotros, agradecer la ayuda, las palabras motivadoras, conocimientos, sus consejos y su dedicación.

TABLA DE CONTENIDO

| | pág. |
|---|------|
| RESUMEN EJECUTIVO | 12 |
| INTRODUCCIÓN | 13 |
| 1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN | 14 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 14 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN | 15 |
| 1.3. OBJETIVOS | 16 |
| 1.3.1. Objetivo general | 16 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 16 |
| 1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES | 17 |
| 2. MARCOS REFERENCIALES | 24 |
| 2.1. MARCO TEORICO | 24 |
| 2.2. MARCO HISTÓRICO | 35 |
| 2.3. MARCO CONCEPTUAL | 37 |
| 2.4. MARCO LEGAL | 44 |
| 3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO | 47 |
| 3.1. MODELO Y DISEÑO DEL PROTOTIPO DE RECONOCIMIENTO POR GUANTES INTÉRPRETES DEL LENGUAJE DE SEÑAS. | 47 |
| 3.2. IMPLEMENTACIÓN DEL GUANTE ELECTRÓNICO PARA EL PROCESAMIENTO DE LAS SEÑAS. | 56 |
| 3.2.2. Selección de materiales | 57 |
| 3.2.3. Proceso de construcción sistema de guante electrónico | 60 |
| 3.3. PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR ARDUINO PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS CAPTADOS POR EL SISTEMA DE GUANTES. | 68 |

| | |
|--|----|
| 3.4. DISEÑO DE INTERFAZ USUARIO / DISPOSITIVO MEDIANTE APLICACIÓN MÓVIL ANDROID..... | 78 |
| 4. RESULTADOS..... | 81 |
| 5. CONCLUSIONES..... | 82 |
| 6. RECOMENDACIONES..... | 83 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA..... | 84 |
| ANEXOS..... | 86 |

LISTA DE FIGURAS

| | pág. |
|--|------|
| Figura 1. Anatomía de la mano humana | 24 |
| Figura 2. Estructura del oído humano | 26 |
| Figura 3. Alfabeto dactilológico. | 28 |
| Figura 4. Referencias de las dimensiones de un guante..... | 32 |
| Figura 5. Vista superior del guante electrónico | 33 |
| Figura 6. Vista Inferior del guante electrónico | 33 |
| Figura 7. Flex sensor..... | 38 |
| Figura 8. Acelerómetro | 40 |
| Figura 9. Hardware del guante interprete | 43 |
| Figura 10. Tipos de Flex sensor | 44 |
| Figura 11. Prototipo guante de señas | 50 |
| Figura 12. Circuito guante de señas..... | 51 |
| Figura 13. Dispositivo móvil..... | 52 |
| Figura 14. Guante de señas | 53 |
| Figura 15. Dimensión de base para sistema arduino | 54 |
| Figura 16. Dimensiones guante..... | 55 |
| Figura 17. Movimientos de la mano | 57 |
| Figura 18. Caracterización sensor de flexión | 60 |
| Figura 19. Caracterización MPU6050..... | 61 |
| Figura 20. Montaje completo | 62 |
| Figura 21. Adecuación de baquela | 63 |
| Figura 22. Prueba de conexión. | 64 |
| Figura 23. Adecuación de integrados | 65 |
| Figura 24. Sensores flex..... | 66 |
| Figura 25. Circuito | 66 |

| | |
|--|----|
| Figura 26. Proceso de identificación gestual por una máquina | 68 |
| Figura 27. Diagrama de flujo descripción de proceso..... | 69 |
| Figura 28. Programación arduino | 77 |
| Figura 29. Aplicación móvil..... | 78 |
| Figura 30. Registro fotográfico | 80 |

LISTA DE TABLAS

| | pág. |
|--|------|
| Tabla 1. Posibilidades de audición y lenguaje de acuerdo al grado de pérdida auditiva..... | 27 |
| Tabla 2. Análisis de antecedentes..... | 48 |
| Tabla 3. Descripción de materiales y equipos..... | 58 |
| Tabla 4. Descripción de código | 70 |



R-DC-95

DOCENCIA

Diseño de un guante electrónico para la interpretación y traducción del lenguaje de señas en personas con discapacidad auditiva mediante tecnología arduino e interfaz de visualización por medio de una aplicación en Android.

PÁGINA 11

DE 86

VERSIÓN: 01

LISTA DE ANEXOS

| | pág. |
|--|------|
| Anexo 1. Guante y dispositivo móvil..... | 86 |

ELABORADO POR:
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación
FECHA APROBACION:

RESUMEN EJECUTIVO

Las personas con discapacidad auditiva tienen su propio lenguaje de comunicación, el lenguaje de señas, que consiste en realizar movimientos con las manos y dedos en conjunto para palabras elementales, además del uso de 2 expresiones faciales en palabras de contenido complejo, el cual se aprende mediante la práctica constante.

La realización de este proyecto estuvo orientada por una metodología de tipo descriptiva la cual permitió la recolección de información para el diseño de un guante electrónico que interpreta y traduce el lenguaje de señas para discapacidad auditiva mediante tecnología arduino e interfaz de visualización por medio de una aplicación Android para personas con discapacidad auditiva. Los resultados del proyecto abarcaron el desarrollo de una herramienta de software mediante el reconocimiento del alfabeto de la lengua de señas usando imágenes obtenidas en un dispositivo móvil para brindar una opción que ayude a mermar la brecha de comunicación con otras personas.

Palabras claves: señas, Android, aplicación, investigación, tecnología.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a investigaciones realizadas se identificó que la población general en Colombia es de 41.468.384 personas, de las cuales 2.624.898 presentan alguna discapacidad permanente, dicho valor representa el 6,3% de la población total (Organización mundial de salud, 2011). Adicional a lo mencionado anteriormente se concluye que actualmente 439.412 personas presentan algún déficit de audición, lo cual significa que la tasa es de 1,1%, por lo que en el país 1 de cada 100 habitantes presentaban dificultades para oír.

Es por esto, que la necesidad de implementar sistemas y herramientas tecnológicas que permitan facilitar la interacción y comunicación entre las personas sordomudas, es un factor elemental. Sin embargo, según investigaciones realizadas proyectos con igual magnitud al presentado se han realizado muy poco en Colombia. Es precisamente este uno de los factores que impulsaron al desarrollo del presente proyecto orientado al diseño e implementación de un guante electrónico para la interpretación y traducción del lenguaje de señas en personas con discapacidad auditiva mediante el uso de tecnología arduino e interfaz de visualización a través de una aplicación Android.

Para la solución del problema se utilizaron los métodos de tipo experimental, teórico y computacional, ya que estos permitieron la adquisición de fundamentos conceptuales, los cuales actúan como guía para los autores para la construcción del sistema, programación y elaboración de pruebas de funcionalidad. El prototipo presentado estuvo basado en un guante de señas producidas a través de movimientos de la mano a partir de cinco sensores flexibles, que varían su valor óhmico al ser doblados, por lo que estos son los encargados de adquirir y transmitir el lenguaje, para de esta forma comunicarse con el dispositivo móvil.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente proyecto muestra el diseño de un guante electrónico que interpreta y traduce el lenguaje de señas para personas con discapacidad auditiva, Según la Organización Mundial de Salud se estima que 360 millones de personas padecen pérdida de audición incapacitante, en todo el mundo, de los cuales, alrededor de 70 millones poseen discapacidad auditiva profunda, lo que significa que su percepción de sonido es nula y se comunican mediante el lenguaje de señas (Organización mundial de salud, 2011). Debido a que las personas que padecen de esta discapacidad, tienen problemas para entablar una comunicación vía oral con otros individuos y por lo tanto se dificulta la forma en que se relacionan con su entorno obstaculizando su inclusión educativa, social y laboral.

Un gran problema que se presenta en la adquisición de datos es uno de las grandes dificultades que se presentan en la institución es el no crear herramientas Para los problemas de discapacidad el no crear herramientas o aportes que ayudan a suplir las necesidades de la sociedad como es el caso la implementación de una alternativa que permita la interpretación de señas a personas con discapacidad auditiva.

De conformidad con lo presentado se concluye la siguiente pregunta problema ¿Cómo diseñar un guante electrónico para la interpretación y traducción del lenguaje de señas en personas con discapacidad auditiva?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de este proyecto esta direccionado aportar al conocimiento de lenguaje de señas por medio de un diseño de un guante electrónico que interprete y traduzca para facilitar la comunicación a personas con discapacidad auditiva mediante tecnología Arduino e interfaz de visualización por medio de una aplicación android.

En el presente proyecto de grado, está enfocado en el diseño de un guante electrónico que interpreta y traduce el lenguaje de señales con el fin de brindar una herramienta de fácil uso y al alcance de la mano de las personas para mejorar la comunicación en personas con discapacidad auditiva, como igualmente esta investigación también ayudará al país con el cumplimiento de lo establecido en la ley para personas con discapacidad, que legisla en cuanto a la atención integral de salud para las personas discapacitadas y la constitución la que se plasma como derecho de todos los colombianos al acceso de servicios de salud.

Con base a esto se diseña un guante electrónico que interprete y traduzca el lenguaje de señales para discapacidad auditiva mediante tecnología arduino e interfaz de visualización por medio de una aplicación de Android y contribuya con el aprendizaje práctico de los procesos de nuevas investigaciones para los estudiantes del ciclo profesional del programa ingeniería electromecánica de las Unidades Tecnológicas de Santander cede Barrancabermeja. La implementación de un software que permita la realizar un interfaz (usuario – dispositivo) mediante una aplicación móvil Android, la cual permita visualizar las señales emitidas una vez ejecutado el código y cargado el programa de control del sistema de guantes.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Implementar un guante electrónico para la interpretación y traducción del lenguaje de señas en personas con discapacidad auditiva mediante tecnología arduino e interfaz de visualización por medio de una aplicación en Android.

1.3.2. Objetivos específicos

- Modelar y diseñar mediante la herramienta de software SolidWorks el sistema de reconocimiento por guantes intérpretes del lenguaje de señas para discapacidad auditiva teniendo en cuenta el acondicionamiento de sensores y circuitos electrónicos correspondiendo a cada letra o carácter.
- Implementar el guante electrónico para el procesamiento de señas, mediante el acondicionamiento de sensores, microcontrolador arduino y demás elementos semiconductores requeridos para captar la señal, convertir y extraer la información.
- Programar a través de la plataforma arduino un código que permita el procesamiento de datos captados por el sistema de guantes con el propósito de obtener una señal equivalente a la interpretación del lenguaje de señas.
- Realizar una interfaz (usuario – dispositivo) mediante la programación de una aplicación móvil Android, con la finalidad de visualizar las señales emitidas una vez ejecutado el código y cargado el programa de control del sistema de guantes.

1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES

Luna y Carbajal(2015) menciona que debido a los problemas de comunicación que sufren las personas con hipoacusia, actualmente son marginadas y por ello se dificulta su desenvolvimiento en las actividades en sociedad. Con la evolución de la tecnología se han desarrollado propuestas y herramientas para propiciar la integración de este grupo social sin haber resuelto el problema completamente; algunos logros son los sistemas de reconocimiento de la lengua de señas.

En este proyecto se propone el desarrollo de una herramienta de software mediante el reconocimiento del alfabeto de la lengua de seña. Mexicana (LSM) usando imágenes obtenidas de la cámara de un dispositivo móvil pan brindar una opción que ayude a mermar la brecha de comunicación con otras personas. Actualmente se conocen diversos desarrollos relacionados con el reconocimiento de lenguas deseñas. En varios países, pero no se han encontrado estos trabajos aplicados en dispositivos móviles, solamente se han encontrado visualizadores de algunas señas(Luna & Carbajal, 2015).

Durante la realización de este proyecto, fue primordial hacer el procesamiento de las imágenes, esto, debido a que es la base para materializar el proyecto. Por ende, las primeras pruebas de factibilidad de enfocaron a la captación de imágenes, ya que el procesador de la mayoría de dispositivos móviles no cuenta con el nivel de procesamiento de un equipo de cómputo(Luna & Carbajal, 2015). Establecen que es importante mencionar que se llevaron a cabo una serie pruebas de los diversos algoritmos existentes mencionados en el estado del arte como, por ejemplo: la conversión a escala de grises, la adecuación y binarización de imágenes, además determinaron los mejores en base a tiempos de procesamiento y a calidad de la imagen.

Actualmente, la tecnología e innovación han permitido la vinculación de personas con discapacidad en la sociedad. Además, gracias al desarrollo de sistemas de asistencia, se ha facilitado el cumplimiento de sus actividades y tareas básicas, generando así políticas de inclusión social para quienes tienen deficiencia motora, visual, o como en el caso de este proyecto, deficiencia auditiva o de lenguaje. El presente trabajo tiene como objetivo diseñar un sistema sensorial que permita la interpretación de los movimientos de la mano y de cada uno de los dedos de una persona, basándose en un guante con sensores (Jimenez, 2016).

Se presenta el diseño de cada uno de los circuitos de acondicionamiento de los sensores utilizados, así como la colocación de los mismos en el guante sensorizado y las diferentes etapas de construcción del prototipo. En el capítulo 3, se describe el funcionamiento del programa en la tarjeta de adquisición y envío de datos hacia una PC. Además, se describen técnicas de aprendizaje e identificación de patrones. Se seleccionan las más adecuadas y se implementan en el programa en la PC. También se realiza una interfaz gráfica interactiva para el usuario. Finalmente, se muestran los diagramas de flujo de todos los procedimientos y subrutinas involucrados en la implementación del software del prototipo.(Jimenez, 2016, pág. 12)

Jimenez(2016) concluye que los sensores de flexión, así como el MPU-6050, a pesar de ser herramientas de bajo costo, permiten una adecuada adquisición de los parámetros de ubicación de la mano en el espacio, obteniendo los ángulos de Euler del dorso y la flexión de las falanges de los dedos. El algoritmo de los k-vecinos más cercanos, junto con el alineamiento temporal dinámico (DTW), ofrecen gran efectividad en el reconocimiento de patrones del lenguaje de señas. Se puede comprobar esto dado que los resultados del reconocimiento tuvieron entre un 80% y 90% de aciertos entre los sujetos de prueba. Señores flexibles,

que varían su valor óhmico al ser doblados. Uno en Aguilar & Leon(2013) señala que el prototipo que se presenta está basado en un traductor de movimientos de la mano a través de un guante, el mismo que permite traducir el lenguaje dactilológico usado por las personas privadas del habla (todo el abecedario en símbolos) para de esta forma comunicarse con el resto de personas. El guante consta de ocho el maque, uno en el pulgar y dos en los dedos restantes (índice, medio y anular).

Viendo la necesidad de que las personas sordomudas puedan comunicarse con más. facilidad con el resto de la sociedad (personas que no planteado diseñar y construir un guante electrónica para las personas sordomudas capaz de traducir el lenguaje de señas sordomudo al lenguaje de letras del alfabeto castellano(Aguilar & Leon, 2013). refiere que es por este motivo que se ha optado por desarrollar un sistema traductor que permita a una persona con discapacidad auditiva interactuar sin problemas con la sociedad, esto podría resolver el problema de la pobreza extrema en la comunidad de 4iscapacitados sordomudos, así como también asegurar una mejor comunicación con las personas que no sufren de esta discapacidad mejorando su nivel de vida.

Lo que nos hace más humanos, más serviciales, y sentir mejor, es el poder aplicar los conocimientos adquiridos en la universidad al servicio de la comunidad, buscando que por medio de la tecnología se pueda eliminar estas diferencias debido a las capacidades diferentes de otras personas y hacemos uno solo, trabajando por un bien común consiguiendo que estos detalles de comunicación sean desapercibidos y todos problemas. nos podamos comunicar sin El prototipo es muy fácil de usar, proporciona una gran ayuda para la enseñanza y aprendizaje en el instituto ecuatoriano de invidentes y sordos del diseño es practico fácil de conectar y manipular (Aguilar & Leon, 2013).

Martinez y Aimara(2017) indica que se realizó el diseño e implementación de un dispositivo electrónico mediante sistemas embebidos para la traducción del lenguaje de señas a palabras. Mediante la implementación de este dispositivo electrónico las personas con discapacidad audible se pueden comunicar de una manera adecuada con el resto de personas. Se utilizó sensores flexo resistivos que miden la deformación, provocada al flexionar los dedos de la mano al realizar una seña, la lectura de los sensores se realizó mediante un microcontrolador ATmega que por medio de sus entradas analógicas recepta señales del dispositivo, por los puertos de salida envían estas señales convertidas en voltajes para que a través de la programación en Bascom esta se convierta en una palabra o sonido.

En el presente trabajo de titulación se realizó el diseño e implementación de un dispositivo electrónico que mediante sistemas embebidos permita la traducción del lenguaje de señas a palabras, con la finalidad de ayudar a personas con discapacidad audible a comunicarse con el resto de personas de una forma escrita y audible (Aimara & Martinez, 2017). Comunica que el dispositivo cuenta con dos guantes, uno para la mano derecha, el cual consta de cinco sensores flexo resistivos, que son los encargados de detectar los valores de deflexión que se produce al realizar una seña. El guante de la mano izquierda consta de dos sensores flexo resistivos, uno en el dedo pulgar para recibir la letra o la seña formada por la mano derecha y otro sensor en el dedo medio para enviar la señal a la etapa de visualización.

El dispositivo implementado es un sistema inalámbrico compuesto por tres etapas que en conjunto nos permite traducir señas a palabras. Al desarrollar el software de control del dispositivo electrónico DTS ALPHABET se optó por utilizar microcontroladores ATMEGA, son microcontroladores versátiles y cumple con los requerimientos necesarios para esta aplicación. Los sensores flexo resistivos con

mayor longitud son de mejor prestación para la adquisición de datos debido a que abarca todo el dedo y tiene mayor ángulo de deflexión(Aimara & Martinez, 2017).

Villa, Valencia, & Berrio(2018) menciona que el lengua de Señas Colombiana o L.S.C. es el lenguaje de señas autóctono utilizado por las personas sordas para comunicarse en Colombia. Se compone de movimientos y expresiones realizadas con diferentes partes del cuerpo, especialmente las manos. En Colombia, hoy en día, hay una gran ausencia de tecnologías encaminadas al aprendizaje e interpretación de éste; por ende, es un compromiso social, llevar a cabo iniciativas que promuevan la mejora de la calidad de vida de la población sordomuda del país. En este artículo se muestra el proceso de diseño e implementación de un sistema de reconocimiento de gestos no móviles usando como principal herramienta de desarrollo el entorno de Matlab.

Muchas personas que nacieron sordas incluso no son capaces de leer. Además de los lenguajes de las lenguas de conversación, también hay alfabetos que se utilizan para deletrear letras (nombres, palabras raras, signos desconocidos, etc.), letra por letra. En este artículo se presenta el desarrollo de un sistema de reconocimiento de gestos no móviles del lenguaje de señas colombiano, mediante el procesamiento digital de imágenes. El Sistema se divide principalmente en cuatro fases: adquisición de imagen, procesamiento de la imagen, reconocimiento de la imagen y muestra de resultado(Villa, Valencia, & Berrio, 2018).

Actualmente, la implementación de aplicaciones utilizando el procesamiento digital de imágenes es de gran auge, debido al sin número de análisis que se pueden realizar por medio de la captura de imágenes o videos, para solventar distintas necesidades. El algoritmo de reconocimiento se encarga de extraer características intrínsecas de las imágenes de entrada y base de datos, que resulten ser claves al momento de realizar la comparación que permita

determinar la señal correspondiente al Lenguaje de Señas Colombiano. Además, se encarga de recibir una imagen de una señal del Lenguaje de Señas Colombiano dada por el usuario, y hallar con el mejor grado de certeza posible, en una base de datos.(Villa, Valencia, & Berrio, 2018, pág. 24)

Pozo & Villacis(2016)comunican que en el presente proyecto se diseñó e implementó un par de guantes intérpretes del lenguaje de señas elementales a lenguaje escrito que constó de las siguientes etapas. En primer lugar, se realizó el diseño del hardware que se basa en la flexibilidad, durabilidad y comodidad del material que ayuda al buen funcionamiento y fácil adaptación para el usuario. En la segunda etapa se utilizó sensores flex sensor y acelerómetros para la adquisición de datos y para el procesamiento una tarjeta electrónica Arduino Nano Atmega328, la batería es recargable y su comunicación inalámbrica es por Bluetooth que permite la interacción con un dispositivo móvil para la visualización de las señas elementales.

Existen diferentes tipos de capacidades especiales en las personas, algunas casi invisibles como la auditiva. Por este motivo sólo cuando vemos que una persona utiliza sus manos para expresar con señas sus necesidades e inquietudes, nos percatamos que tiene una discapacidad auditiva(Pozo & Villacis, 2016). Indican que, debido a la falta de un número adecuado de docentes en el área de enseñanza del lenguaje de señas en la Unidad Educativa Especializada Cotopaxi, lo cual conlleva una baja enseñanza personalizada para los alumnos con discapacidad auditiva, se ha visto la necesidad de diseñar e implementar un par de guantes intérpretes del lenguaje de señas elementales al lenguaje escrito para el aumento de la práctica.

Se diseñó e implementó un par guantes intérpretes del lenguaje de señas elementales a lenguaje escrito, el procesamiento de datos se realizó mediante una

tarjeta electrónica Arduino Nano Atmega328 que tiene como fuente una batería recargable y su comunicación es inalámbrica por bluetooth, permite la interacción con un dispositivo móvil para la visualización de la seña elemental. La información recopilada en el estado del arte fue de vital importancia para conocer las ventajas, requerimientos y limitaciones en el desarrollo del proyecto(Pozo & Villacis, 2016).

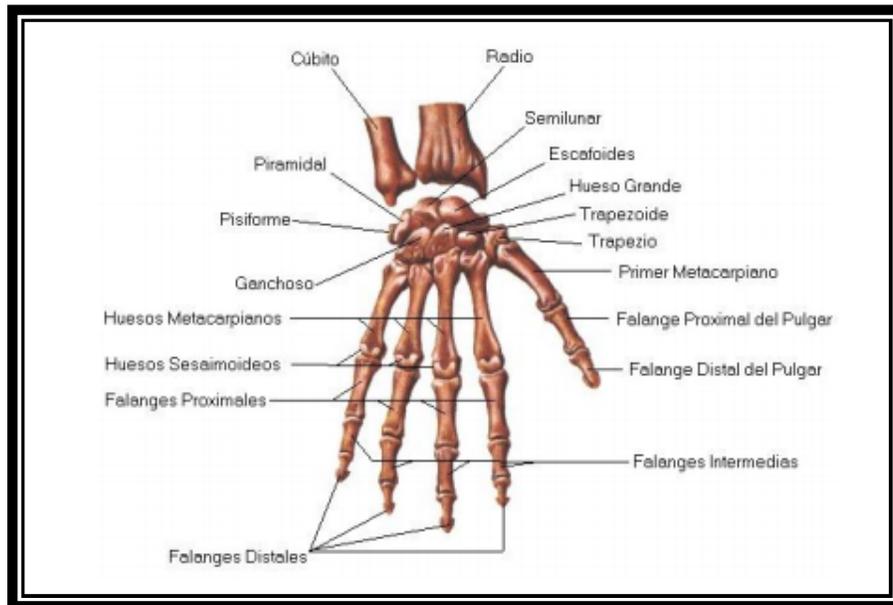
2. MARCOS REFERENCIALES

2.1. MARCO TEORICO

2.1.1. Anatomía de la Mano Humana

Es importante la comprensión de los movimientos de la mano al desarrollar un prototipo que se adapte a la misma, el análisis anatómico permitirá definir ángulos a los cuales cada dedo tiende a ubicarse al presentarse movimiento en la mano. La mano se conforma de 27 huesos que se agrupan en tres áreas distintas: huesos del carpo, huesos del metacarpo y huesos de los dedos(Aguilar & Leon, 2013).

Figura 1.Anatomía de la mano humana



Fuente: AGUILAR, Pablo., & León, Hernán. Diseño y construcción de un guante prototipo electrónico capaz de traducir el lenguaje de señas de una persona sordomuda al lenguaje de letras. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. 2013.p.14.

2.1.2. El sentido del oído

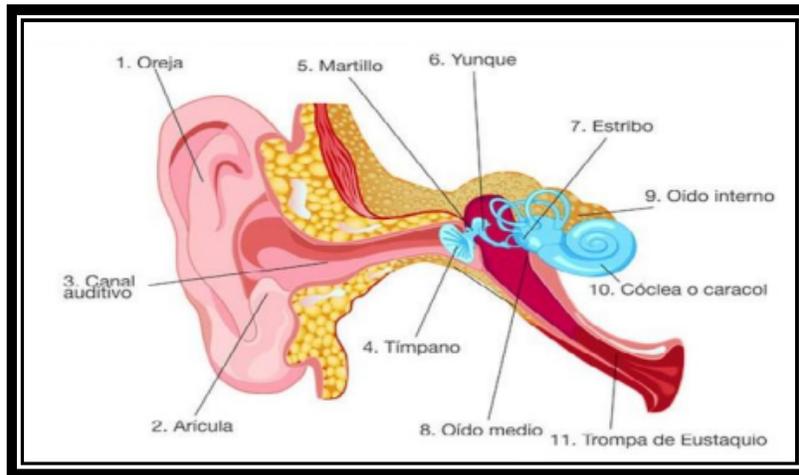
Aguilar & Leon(2013) señala que la audición significa oír y comprender los sonidos que se generan en el alrededor y resulta indispensable para la comunicación oral. El órgano de la audición es el oído, el cual se encarga de recoger las ondas sonoras y transformarlas en un impulso nervioso. Además, en su interior se encuentra el mecanismo de control del equilibrio.

El oído humano tiene la capacidad de percibir las frecuencias ubicadas entre 20 y 20.000 ciclos por segundo (Hz), sin embargo, en la práctica esta capacidad se reduce hasta los 16000 Hz aproximadamente(Aguilar & Leon, 2013).

2.1.3. El oído se integra por tres partes:

1. **Oído externo:** recoge las ondas sonoras y las conduce al interior. Está constituido por el pabellón auditivo, conducto auditivo y tímpano.
2. **Oído medio:** se denomina también cavidad timpánica. En ella, la vibración del tímpano se transmite a tres pequeños huesos enlazados, el martillo, el yunque y el estribo, los cuales conducen la vibración mecánica desde el tímpano hasta el oído interno.
3. **Oído interno:** En él se encuentra el sistema coclear que transforma las ondas mecánicas en energía eléctrica que es conducida por el nervio auditivo hasta el cerebro, donde se reconoce el sonido.

Figura 2. Estructura del oído humano



Fuente: AGUILAR, Pablo., & León, Hernán. Diseño y construcción de un guante prototipo electrónico capaz de traducir el lenguaje de señas de una persona sordomuda al lenguaje de letras. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. 2013.p.16.

2.1.4. Discapacidad auditiva

La discapacidad auditiva se refiere a la falta o disminución en la capacidad para oír debido a un problema en algún lugar del aparato auditivo. La pérdida de la audición puede fluctuar desde la más superficial hasta la más profunda, a la cual comúnmente se le llama sordera, cuya severidad, no permite a la persona percibir los sonidos y el lenguaje hablado, incluso usando audífonos(Aguilar & Leon, 2013).

La pérdida de audición representa dificultad para percibir los sonidos del ambiente, el lenguaje oral y las barreras presentes en el contexto en el que la persona se desenvuelve(Aguilar & Leon, 2013). Indica que al respecto de las barreras, estas son de distinto tipo, entre las más frecuentes se pueden encontrar:

1. La interferencia de sonidos de distinto tipo: cuando los lugares presentan mucho ruido ambiental se tiene dificultad para captar los mensajes.

2. Las dificultades asociadas al lenguaje oral o escrito: si una persona posee una pérdida auditiva severa o profunda y sólo se usa el lenguaje oral como forma de comunicación y/o no se la mira al hablar se dificulta la comprensión de lo que ocurre en el contexto

Tabla 1. Posibilidades de audición y lenguaje de acuerdo al grado de pérdida auditiva

| Nivel | Intensidad de pérdida | Audición | Desarrollo del lenguaje |
|-------------|-----------------------|---|--|
| 0 – 25 dB | No significativa | Perciben el habla y los sonidos sin grandes dificultades. | El lenguaje oral se desarrolla en forma natural. |
| 24 – 50 Db | Leve | La comprensión del lenguaje oral se apoya sustantivamente en la vía visual y en la lectura labio facial (LLF). Identifica y discrimina sonidos a corta distancia y siempre que la contaminación acústica no sea muy alta. | La conservación se emite en forma natural, por lo tanto, con ayuda de audífonos es probable que el lenguaje oral se desarrolló por vía auditiva. Sin embargo es posible que exista dificultad con la discriminación de algunas palabras. |
| 40 – 60 dB | Moderada | La comprensión del lenguaje oral se apoya sustantivamente en la lectura labio facial (LLF). Identifica y discrimina sonidos a corta distancia y siempre que la contaminación acústica no sea muy alta. | La conversación se emite en forma natural, por lo tanto, con ayuda de audífonos es probable que el lenguaje oral se desarrolló por vía auditiva. Sin embargo es posible que exista dificultad con la discriminación de algunas palabras. |
| 60 – 90 Db | Severa | La voz prácticamente no se oye sin embargo, es posible escuchar sonidos de relativa intensidad. | Existe dificultad en la producción y comprensión del lenguaje oral, su desarrollo se logra mediante apoyo específico (visuales, táctiles y kinésicos). Se emplea lenguaje de señas. |
| 90 o más dB | Profunda | Escucha sólo sonidos de alta intensidad o volumen. La voz no se oye. | Pueden ser conscientes de altos sonidos y vibraciones, pero no pueden comprender cada palabra amplificadas. La producción de lenguaje oral se logra solo a través de apoyos específicos. Se emplea el lenguaje de señas. |

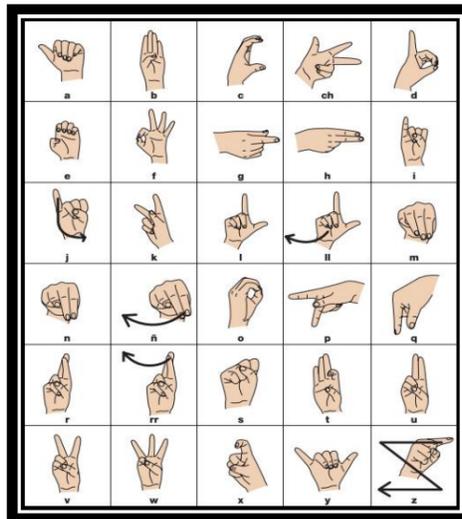
Fuente: AGUILAR, Pablo., & León, Hernán. Diseño y construcción de un guante prototipo electrónico capaz de traducir el lenguaje de señas de una persona sordomuda al lenguaje de letras. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. 2013.p.16.

2.1.5. Lenguaje de señas

El lenguaje de señas es una lengua natural que se basa en expresiones gestospaciales, movimientos corporales y de percepción visual mediante la cual las personas con discapacidad auditiva o de lenguaje pueden establecer un canal de comunicación y de esta forma logran relacionarse con su entorno (Arellano, 2017). Señala que al igual que los demás sistemas de lenguaje, el de señas tiene códigos propios y variaciones dependiendo de los alfabetos o sistemas de escritura de cada país o comunidad.

El lenguaje de señas tiene una estructura propia conformada por seis parámetros como son: configuración, localización, movimiento, orientación, dirección y expresión facial. Mediante estos parámetros una persona se puede comunicar fácilmente, siempre y cuando se empleen correctamente (Arellano, 2017).

Figura 3. Alfabeto dactilológico.



Fuente: Arellano, Diego. Guante Electrónico para Traducir de Lenguaje de Señas a Caracteres con Voz Artificial y Conexión Inalámbrica a Dispositivos Móviles para Personas con Discapacidad Auditiva y de Lenguaje en la Universidad Técnica de Ambato. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. 2017.p.15.

2.1.6. Parámetros formacionales del lenguaje de señas

Al igual que en el lenguaje oral en donde existen los fonemas que permiten formar las palabras, en el lenguaje de señas los queremas son las diferentes partes que forman un signo, es decir, los parámetros formacionales. En la estructura del signo gestual distinguimos seis parámetros articulatorios (Arellano, 2017).

1. **Forma o configuración de la mano (Queirema):** mano abierta, cerrada, con los dedos replegados o no; índice o pulgar levantados, etc.
2. **Lugar de articulación (Toponema):** ante el cuerpo o espacio neutro, ante la frente, las cejas, los labios, etc.
3. **Movimiento de la mano (Kinema):** recto, circular, en arco, quebrado, etc., con sus componentes quinestésicos: movimiento simple o repetido, rotación del puño o del antebrazo, etc.
4. **Dirección del movimiento de la mano (Kineprosema):** Se aprecian 6 direcciones principales del movimiento: hacia arriba, hacia abajo, hacia la derecha, hacia la izquierda.
5. **Orientación de la mano (Queirotropema):** Orientación de la palma de la mano. Independientemente de qué configuración adquiera la mano, la palma siempre señalará una dirección u otra.
6. **Expresión de la cara (Prosoponema):** Son todos los componentes que acompañan al signo y en los que no se utilizan las manos, es decir los movimientos del cuerpo, de la boca, etc. Por ejemplo, la expresión facial nos ayuda a saber si nos quieren hacer una pregunta o es una afirmación. Esta parte es muy importante pues si se cambia el prosoponema de un signo, se puede interpretar otro totalmente diferente(Arellano, 2017).

2.1.7. Plataformas electrónicas de código abierto

Las plataformas electrónicas permiten desarrollar proyectos de ingeniería de diferentes índoles como domótica, automatización, sistemas embebidos, robótica, entre otros. Se basan en el concepto de Hardware Libre (HL) que se define como “aquel hardware cuyo diseño se hace disponible públicamente para que cualquier persona lo pueda estudiar, modificar, distribuir, materializar y vender, tanto el original como otros objetos basados en ese diseño”(Arellano, 2017).

Estas plataformas 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(Arellano, 2017). Comunica que el uso de Hardware Libre brinda diferentes ventajas a una sociedad y en particular a los sectores más innovadores. Entre ellas destaca la mejora de la sostenibilidad y soberanía tecnológicas, así como la adopción de las libertades al igual que el software libre.

- **Arduino**

Es una plataforma de código abierto basada en una placa electrónica que consta principalmente de un microcontrolador y diferentes entradas para adquisición de señales, así como salidas para activar cualquier tipo de actuador. La programación de la placa se realiza mediante el envío de un conjunto de instrucciones para el microcontrolador, el cual se programa empleando el “Arduino ProgrammingLanguage” (basado en Wiring) y el “Arduino DevelopmentEnvironment” (basado en Processing). (Arellano, 2017, pág. 19)

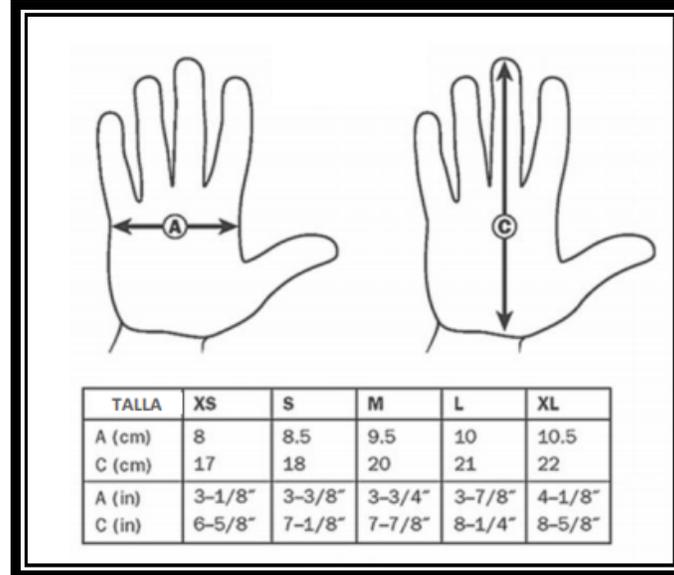
Arduino simplifica el proceso de trabajo con microcontroladores, ofreciendo algunas ventajas para estudiantes y profesionales como son:

- 1. Costo:** Las placas Arduino son relativamente baratas comparadas con otras plataformas microcontroladoras.
- 2. Multiplataforma:** El software de Arduino se ejecuta en sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y GNU/Linux.
- 3. Entorno de programación simple y claro:** El entorno de programación de Arduino es fácil de usar, pero es suficientemente flexible para el desarrollo de proyectos avanzados.
- 4. Código abierto y software extensible:** El software Arduino está publicado como herramientas de código abierto, disponible para extensión por programadores experimentados y el lenguaje puede ser expandido mediante librerías C++.
- 5. Código abierto y hardware extensible:** Arduino está basado en microcontroladores ATMEGA8 y ATMEGA168 de Atmel, por lo que diseñadores experimentados de circuitos pueden hacer su propia versión del módulo, extendiéndolo y mejorándolo.

2.1.8. Dimensiones del guante electrónico

Mediante la investigación realizada y considerando las necesidades de las personas con discapacidad auditiva, el sistema se dimensionó de manera que sea ergonómico, portable y de fácil manejo. Las dimensiones del guante electrónico son de 18cm x 8.5cm correspondiente a la talla S, adicionalmente posee una especie de brazaletes situado en la muñeca, el cual tiene una longitud de 11 cm, en donde se encuentra la tarjeta electrónica y la pantalla TFT(Arellano, 2017).

Figura 4.Referencias de las dimensiones de un guante

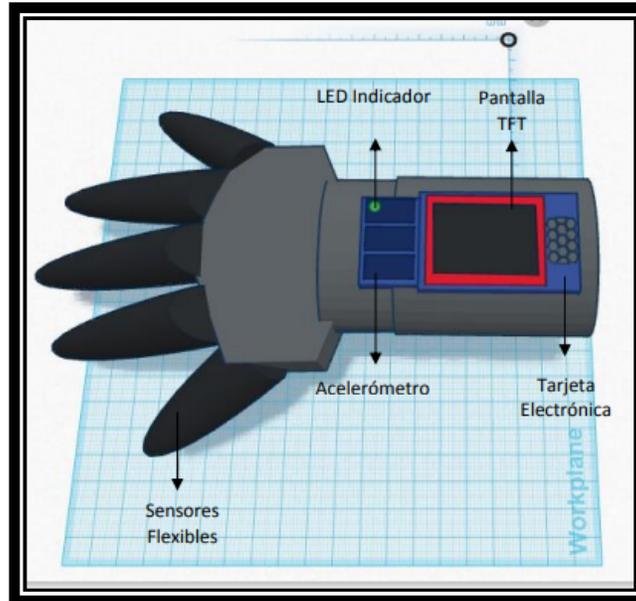


Fuente:Arellano, Diego. Guante Electrónico para Traducir de Lenguaje de Señas a Caracteres con Voz Artificial y Conexión Inalámbrica a Dispositivos Móviles para Personas con Discapacidad Auditiva y de Lenguaje en la Universidad Técnica de Ambato. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. 2017.p.55.

2.1.9. Estructura del guante electrónico

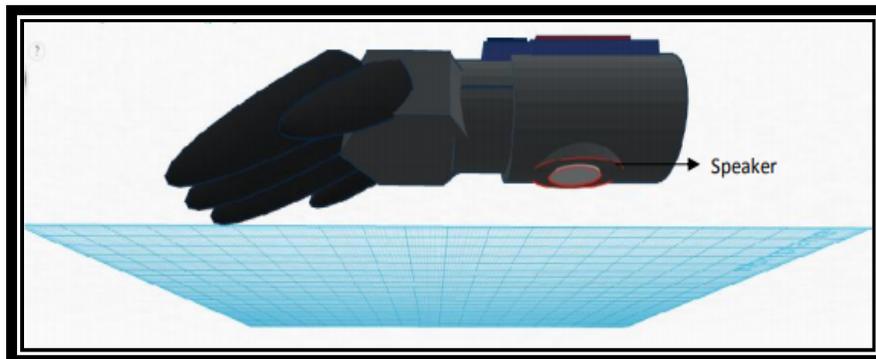
El prototipo está dividido en dos partes; la primera es el guante en donde se encuentran los sensores flexibles que permiten detectar la posición de los dedos al formar las letras del alfabeto dactilológico y la segunda un brazalete el cual se coloca alrededor de la muñeca en donde se encuentra la pantalla TFT, un acelerómetro y la tarjeta electrónica con los respectivos módulos que permiten realizar el procesamiento y presentación de los datos.(Arellano, 2017, pág. 56)

Figura 5.Vista superior del guante electrónico



Fuente:Arellano, Diego. Guante Electrónico para Traducir de Lenguaje de Señas a Caracteres con Voz Artificial y Conexión Inalámbrica a Dispositivos Móviles para Personas con Discapacidad Auditiva y de Lenguaje en la Universidad Técnica de Ambato. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. 2017.p.58.

Figura 6.Vista Inferior del guante electrónico



Fuente:Arellano, Diego. Guante Electrónico para Traducir de Lenguaje de Señas a Caracteres con Voz Artificial y Conexión Inalámbrica a Dispositivos Móviles para Personas con Discapacidad Auditiva y de Lenguaje en la Universidad Técnica de Ambato. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. 2017.p.58.

2.1.10. Adquisición de señales

Arellano(2017) menciona que el proceso de adquisición de señales intervienen los sensores que permiten determinar la posición de los dedos y un acelerómetro para medir la inclinación del brazo.

2.1.11. Procesamiento de datos

En esta etapa la tarjeta electrónica adquiere las señales provenientes de los sensores y del acelerómetro para determinar la configuración manual realizada por el usuario. En el proceso intervienen las 6 señales de los sensores y del acelerómetro correspondientes a los XY. De esta forma se obtiene un código para cada configuración incluido los grados de inclinación del brazo. Se establece la comunicación con módulos Text to Speech y el módulo Bluetooth para reproducir y enviar los datos respectivamente (Arellano, 2017).

2.1.12. Salida de información

La presentación de los datos del sistema embebido se basa en tres elementos detallados a continuación(Arellano, 2017).

1. Pantalla: este dispositivo de salida permite al usuario visualizar el menú del sistema y dependiendo del modo seleccionado se visualiza la traducción y los mensajes recibidos desde el dispositivo móvil.
2. Speaker: en el modo de traducción local el mensaje se reproduce mediante un speaker conectado al módulo EMIC2.
3. Dispositivo móvil: en el modo de traducción vía bluetooth, el mensaje puede ser enviado a cualquier Smartphone de gama media y/o alta que disponga del Sistema Operativo Android y cuente con la aplicación desarrollada para este fin(Arellano, 2017).

2.2. MARCO HISTÓRICO

En la sociedad de finales de siglo, Llamada sociedad de la entonación por el papel predominante que esta ha tornado como bien de consumo, el use de ordenadores es cada vez más generalizado, convirtiéndose en uno de los campos de trabajo fundamentales en esta área. En este sentido, dentro de las tecnologías de ayuda, destacan por su importancia, las tecnologías de acceso al medio físico. donde se encuadra, entre otros. el acceso al ordenador(Marin & Perez, 2002).

Este, en su formato estándar, presenta una serie de elementos físicos que pueden llegar a suponer una barrera para ser utilizados por personas con alguna discapacidad, ya sea por alteraciones relacionadas con el manejo de los dispositivos de entrada mediante los cuales le suministramos información (teclado, mouse), por problemas en las posibilidades de inter-proar los resultados de sus operaciones debido a dificultades en la modalidad sensorial implicada en cada periférico de salida (monitor, impresora, altavoz) o por la incapacidad pan manejar determinadas unidades de almacenamiento de información (unidad de discos flexibles, unidad de CD-ROM...). (Marin & Perez, 2002, pág. 27)

Marin & Perez(2002) menciona que al margen de estas unidades básicas, ya es habitual queel ordenador disponga de otros medios auxiliares que pueden o no implicar componentes físicos; nos referimos al escáner, modem, programas de reconocimiento de vox, etc. que, en ocasiones, pueden suponer barreras de acceso y, por el contrario, como ocurre con el propio ordenador, pueden llegar a constituirse como medios alternativos para el acceso a la información, erigiéndose en tecnologías de ayuda, como podremos comprobar más adelante.

Todas las modificaciones o sustituciones de los elementos estándar del ordenador con fines de hacerlo accesible a personas con discapacidad, ya afecten a sus componentes físicos (hardware) o impliquen el desarrollo de determinados programas (software), son consideradas como ayudas técnicas para el acceso al ordenador o Tecnologías de Acceso y Adaptación (Access and Adaptive Technology) según Cunningham & Coombs (1997) (Marin & Perez, 2002).

2.2.1. Clasificación de las Tecnologías de Ayuda

Marin & Perez(2002) señala que existe un gran número de tecnologías diferentes dentro del conjunto de tecnologías de ayuda. ¡Así, por ejemplo, según las áreas de ejecución, Cook y Hussey (o.c.) describen! por lo menos las siguientes:

1. Sistemas aumentativos y alternativos de comunicación
2. Tecnologías para la movilidad personal
3. Tecnologías para la manipulación y el control del entorno
4. Ayudas sensoriales para personas con discapacidad visual, auditiva o táctil

Las tecnologías de ayuda en los siguientes apartados:

1. Comunicación aumentativa
2. Movilidad Tecnología para personas con problemas sensoriales
3. Aplicaciones y estrategias para el aprendizaje escolar
4. Adaptaciones del puesto de trabajo
5. Ocio. Deporte y Tiempo libre.

En 1999 se clasifican las tecnologías de ayuda como: Comunicación aumentativa y alternativa

1. Sistemas de acceso al ordenador

2. Sistemas de ayuda a la escucha y la visión
3. Control de ambiente

4. Juegos adaptados y ocio
5. Ayudas para la sedestación y la posición
6. Movilidad y movilidad asistida
7. Prótesis
8. Robots para la rehabilitación
9. Integración de la tecnología en el hogar la escuela, la comunidad y el lugar de trabajo

Existen otras clasificaciones como la de Scherer en el 2002 que mejoro y organizo el área. Si bien los vertiginosos cambios que se producen de modo imparable en la tecnología de la información y de la comunicación, pilar en que se sustenta el desarrollo de las tecnologías de ayuda, hacen que los intentos de clasificación queden pronto en inutilidad (Marín & Pérez, 2002).

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. Guantes sensorizados

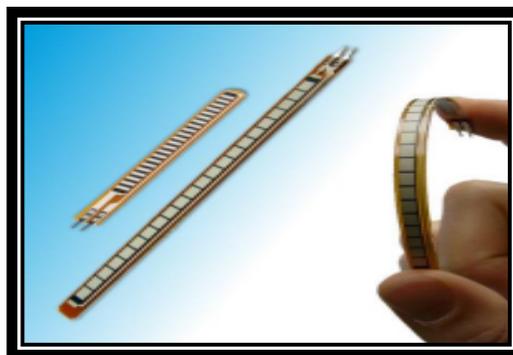
Pozo & Villacis (2016) establecen que son guantes, a los cuales se le colocaron una serie de sensores para poder captar la posición de los dedos de la mano al estirar y comprimir los mismos, además del movimiento y orientación la muñeca, de esta manera captar magnitudes físicas y transformarlos en variables eléctricas. Los guantes sensorizados se pueden utilizar en diferentes aplicaciones, como para la tele operación, control de prototipos de brazos robóticos.

2.3.2. Guantes sensorizados en la interpretación del lenguaje señas

En nuestro medio no existen empresas dedicadas al desarrollo de guantes sensorizados en la interpretación del lenguaje señas, pero por otro lado algunas de las instituciones de educación superior privadas y públicas de nuestro país han desarrollado proyectos en este campo, de igual forma que en otros países, los cuales van a ser resumidos a continuación(Pozo & Villacis, 2016).

Sensores Los sensores son dispositivos capaces de percibir las magnitudes física o químicas del entorno y transformarlas en señales eléctricas cuantificables mediante un acondicionador de señal. Flex sensor los flex sensor, son sensores flexo resistivo que cambian su resistencia dependiendo de la cantidad de doblez que presenten. Convierten el cambio de flexión en valor de resistencia, es decir que a más doblez 17 la variación de la resistencia es mayor (Khwaja, 2013). Normalmente su forma es de una tira delgada de 1 a 5 pulgadas de longitud. Puede ser usado de manera unidireccional donde aumenta la resistencia y bidireccional donde aumenta y disminuye la resistencia. En el mercado un flex sensor puede ser adquirido en los valores de 1kΩ a 20kΩ, 20kΩ a 50kΩ y de 50kΩ a 100kΩ.(Pozo & Villacis, 2016, pág. 37)

Figura 7.Flex sensor



Fuente: Pozo,Cristóbal.&Villacis, Paul. Diseño e implementación de un par de guantes intérpretes del lenguaje de señas elementales al lenguaje escrito mediante un software libre para facilitar el aprendizaje en la unidad educativa especializada Cotopaxi. Latacunga: Universidad de las fuerzas armadas ESPE. 2016.p.38.

2.3.3. Aplicaciones

En robótica los flex sensor pueden ser utilizados para determinar el movimiento desplazamiento de articulaciones. En los gripper como interruptores de presión. En biomédica, el sensor puede ser colocado en la articulación de movimiento y así controlar un funcionamiento correcto (Pozo & Villacis, 2016). Comunican que en los guantes sensorizados, para el uso en realidad virtual, entre otras. Este sensor tiene un sin número de aplicaciones como en control automático, productos deportivos, tecnología de asistencia, instrumentos musicales, etc.

2.3.4. Sensor inercial

El sensor inercial capta los movimientos físicos de un objeto que están relacionados con la aceleración, y se lo utiliza en análisis y captura del movimiento. Los sensores inerciales son los acelerómetros y giroscopios. Un acelerómetro mide la fuerza específica a lo largo de un eje sensible. El giroscopio mide la velocidad angular alrededor de un solo eje. a. Acelerómetro Los acelerómetros son dispositivos electromecánicos que detectan las fuerzas de aceleración, estática o dinámica (Pozo & Villacis, 2016).

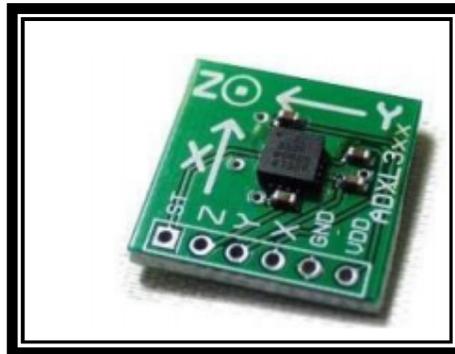
Pozo & Villacis(2016) indican que las fuerzas estáticas incluyen la gravedad, mientras que las fuerzas dinámicas son las vibraciones y el movimiento. Pueden medir la aceleración en uno, dos o tres ejes. Un acelerómetro está conformado internamente por placas capacitivas, fijas o unidas a resortes minúsculos que se mueven conforme las fuerzas de aceleración actúan sobre el sensor, al moverse las placas generan capacitancia, y estos cambios permiten determinar la aceleración.

2.3.5. Acelerómetro

Pozo & Villacis(2016) indica que los acelerómetros son dispositivos electromecánicos que detectan las fuerzas de aceleración, estática o dinámica.

Las fuerzas estáticas incluyen la gravedad, mientras que las fuerzas dinámicas son las vibraciones y el movimiento. Pueden medir la aceleración en uno, dos o tres ejes. Un acelerómetro está conformado internamente por placas capacitivas, fijas o unidas a resortes minúsculos que se mueven conforme las fuerzas de aceleración actúan sobre el sensor, al moverse las placas generan capacitancia, y estos cambios permiten determinar la aceleración.

Figura 8. Acelerómetro



Fuente:Pozo, Cristóbal.&Villacis, Paul. Diseño e implementación de un par de guantes intérpretes del lenguaje de señas elementales al lenguaje escrito mediante un software libre para facilitar el aprendizaje en la unidad educativa especializada Cotopaxi. Latacunga: Universidad de las fuerzas armadas ESPE. 2016.p.40.

2.3.6. Transmisión de datos

Es la transferencia física de datos (flujo digital de bits) por un canal de comunicación punto a punto o punto a multipunto. Los canales pueden ser cables de par trenzado, fibra óptica, canales de comunicación inalámbrica y medios de almacenamiento.

La transmisión de datos puede ser analógica o digital. La transmisión analógica se caracteriza por el continuo cambio de amplitud de la señal. La transmisión digital se caracteriza porque las señales no cambian de forma continua ya que se transmite mediante paquete de datos discretos, los cuales no son interpretados de manera inmediata ya que deben ser decodificada por el

receptor. A continuación, se describirá los canales de comunicación inalámbricos como son Bluetooth y ZigBee.

2.3.7. Bluetooth

Es una tecnología de red de área personal inalámbrica, una tecnología de red inalámbrica de corto alcance, se utiliza para conectar dispositivos entre sí sin una conexión por cable. El objetivo del Bluetooth es transmitir voz o datos entre equipos con circuitos de radio de bajo costo, su topología es punto a punto a través de un rango aproximado de entre diez y cien metros, utilizando poca energía. La tecnología Bluetooth se diseñó principalmente para conectar dispositivos (como impresoras, teléfonos móviles, artículos para el hogar, auriculares inalámbricos, ratón, teclados, etc.), sin utilizar una conexión por cable. La tecnología inalámbrica Bluetooth está orientada a aplicaciones de voz y datos. el Bluetooth. El Bluetooth tiene las siguientes características: (Pozo & Villacis, 2016, pág. 43)

1. Funciona en la banda de frecuencia de 2.4 GHz, que no precisa de ninguna licencia.
2. Tiene un radio de acción de 10 o 100 metros dependiendo de la clase del dispositivo Bluetooth. La máxima velocidad de transmisión es de 3 Mbps.
3. Los objetos sólidos no suponen ningún obstáculo para la tecnología inalámbrica Bluetooth.
4. Tampoco es necesario que los dispositivos estén situados en la misma línea de visión, es decir, orientados uno frente a otro, ya que se transmite en todas direcciones.

5. Brinda una seguridad confiable en el manejo de datos, ya que siempre ha sido una de las prioridades en el desarrollo de la tecnología Bluetooth.

2.3.8. Aplicaciones Android

Android es un sistema operativo que se basa en el núcleo de Linux. Se lo utiliza principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil, como son los teléfonos inteligentes, tablets, relojes inteligentes, televisores y automóviles. Las aplicaciones Android se desarrollan en el lenguaje Java con Android Software Development kit (Android SDK), Google App Inventor con entorno visual. Android, al contrario que otros sistemas operativos para dispositivos móviles como iOS o Windows Phone, se desarrolla de forma abierta y se puede acceder tanto al código fuente como a la lista de incidencias donde se pueden ver problemas todavía no resueltos y reportar problemas nuevos.(Pozo & Villacis, 2016, pág. 40)

2.3.9. Dispositivo móvil con sistema operativo android

Son aparatos electrónicos de alta y baja calidad que son fáciles de conseguir y con un precio accesible, entre ellos están:

1. **Teléfono celular:** Son aparatos electrónicos que sirven para hacer llamadas inalámbricamente, pero también sirven para soportar aplicaciones que actúan como interface con el usuario(Pozo & Villacis, 2016). Señalan que se puede conectar a redes inalámbricas como wifi y Bluetooth.

2. Tablet: Son dispositivos electrónicos con pantalla táctil y de mayor tamaño que los teléfonos celulares, sirve para tomar fotos, escuchar música, soporta aplicaciones que usan interfaz de comunicación con el usuario. Se conectan a redes inalámbricas como wifi y Bluetooth(Pozo & Villacis, 2016).

2.3.10. Diseño de hardware

Se puede diseñar los guantes en diferentes tipos de materiales como tela, licra, lana, cuerina, cuero, pero se debe tomar en cuenta su duración, elasticidad, comodidad, deben ser estéticos y que la disposición de los sensores en los guantes sea la apropiada. Para el primer diseño se utilizó un par de guantes normalizados de electricista, con un material tipo licra, que se ajusta a la mano del usuario. Para la colocación de los sensores flex sensor se elaboraron portasensores de cuerina negra y se cocieron en la parte superior de cada uno de los dedos.

Figura 9. Hardware del guante interprete



Fuente:Pozo, Cristóbal. &Villacis, Paul. Diseño e implementación de un par de guantes intérpretes del lenguaje de señas elementales al lenguaje escrito mediante un software libre para facilitar el aprendizaje en la unidad educativa especializada Cotopaxi. Latacunga: Universidad de las fuerzas armadas ESPE. 2016.p.45.

2.3.11. Sensores

Los flex sensor pueden medir la flexibilidad mediante la variación de resistencia, al igual que otros proyectos mencionados en el capítulo uno se ocupará estos sensores. Los factores que se necesita para seleccionar un flex sensor adecuado son su tamaño y el valor de resistencia (Pozo & Villacis, 2016).

Figura 10. Tipos de Flex sensor

| Tipo de sensor | Tamaño [in] | Resistencia [K Ohms] |
|------------------|-------------|----------------------|
| Flex sensor 2.2" | 2.2 | De 45 hasta 125 |
| Flex sensor 4.5" | 4.5 | De 60 hasta 125 |

Fuente:Pozo, Cristóbal.&Villacis, Paul. Diseño e implementación de un par de guantes intérpretes del lenguaje de señas elementales al lenguaje escrito mediante un software libre para facilitar el aprendizaje en la unidad educativa especializada Cotopaxi. Latacunga: Universidad de las fuerzas armadas ESPE. 2016.p46.

La selección del flex sensor se basó en el tamaño de los dedos, los interpretes serán usados por niños y adolescentes, por lo cual se ha escogido el flex sensor de 2.2" que son los de menor dimensión como muestra la Figura 10, además trabajan con 5Vcc, esta tensión es la más común que proporciona las fuentes de energía(Pozo & Villacis, 2016).

2.4. MARCO LEGAL

Ley 1672(2013) indica que el ámbito de aplicación y comercio electrónico Aunque la Ley 527 de 1999 se ha conocido como Ley de Comercio Electrónico en Colombia, es necesario recalcar que la misma se ocupa principalmente de definir y reglamentar el acceso y uso de los mensajes de datos, del comercio electrónico, de las firmas digitales, y de las entidades de certificación, esto es, va mucho más allá del comercio electrónico, al validar jurídicamente la

utilización de mensaje de datos para celebrar actos jurídicos eficaces, sean mercantiles o no.

En efecto, conforme el ámbito de aplicación previsto en la Ley 527, la Ley no se limita a regular las transacciones comerciales realizadas a través de mensajes de datos, sino a cualquier tipo de información en forma de mensaje de datos, con dos excepciones, según lo dispone su tenor literal (Ley 1672, 2013).

Ley 1672(2013) menciona que ley 527 de 1999 Como se ha señalado, el legislador del año 1999 atendió la recomendación de la CNUDMI de incorporar la Ley Modelo al derecho interno en forma de norma unitaria de rango legal, fruto de lo cual es la Ley 527 de 1999. Dicha Ley presenta siete grandes componentes:

- Ámbito de Aplicación
- Definiciones
- Equivalentes Funcionales
- Firma Electrónica y Firma Digital
- Contratación Electrónica
- Entidades de Certificación

Como bien lo afirmó el Gobierno Nacional en la exposición de motivos del proyecto de Ley que se convertiría en la Ley 527 de 1999²²⁴, la ley modelo sobre Comercio Electrónico elaborada por la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI) constituye el antecedente que, en materia de comercio electrónico, inspiró la expedición de una Ley de comercio electrónico para Colombia(Ley 1672, 2013).

2.4.1. Artículo 2°. Alcance

Las disposiciones de la presente ley se aplican en todo el territorio nacional, a las personas naturales o jurídicas que importen, produzcan, comercialicen, consumen aparatos eléctricos y electrónicos y gestionen sus respectivos residuos (Ley 1341, 2009).

2.4.2. Artículo 1

La presente Ley determina el marco general para la formulación de las políticas públicas que regirán el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, su ordenamiento general, el régimen de competencia, la protección al usuario, así como lo concerniente a la cobertura, la calidad del servicio. Ley 1342(2009) Menciona que la promoción de la inversión en el sector y el desarrollo de estas tecnologías, el uso eficiente de las redes y del espectro radioeléctrico, así como las potestades del Estado en relación con la planeación, la gestión, la administración adecuada y eficiente de los recursos, regulación, control y vigilancia del mismo y facilitando el libre acceso y sin discriminación de los habitantes del territorio nacional a la Sociedad de la Información.

Parágrafo. El servicio de televisión y el servicio postal continuarán rigiéndose por las normas especiales pertinentes, con las excepciones específicas que contenga la presente ley. Sin perjuicio de la aplicación de los principios generales del derecho (Ley 1341, 2009).

2.4.3. Artículo 2.- Principios orientadores

No°1341(2009) señala que la investigación, el fomento, la promoción y el desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones son una política de Estado que involucra a todos los sectores y niveles de la administración pública y de la sociedad, para contribuir al desarrollo educativo, cultural, económico, social y político e incrementar la productividad, la

competitividad, el respeto a los derechos humanos inherentes y la inclusión social.

3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

3.1. MODELO Y DISEÑO DEL PROTOTIPO DE RECONOCIMIENTO POR GUANTES INTÉRPRETES DEL LENGUAJE DE SEÑAS.

El objetivo abarco inicialmente la identificación de otras investigaciones, con el fin de obtener los datos más relevantes que fueran de la mano con el tipo de proyecto a realizar, también las tecnologías, aportes, logros e información técnica de los accesorios requeridos para la construcción del circuito electrónico y acondicionamiento del guante electrónico.

A partir del modelo seleccionado, dentro de esta fase se presentan los planos estructurales del circuito y se plasma visualmente a través de un software de diseño como va a estar constituido el sistema.

Tabla 2. Análisis de antecedentes

| PROYECTO | COMPONENTES | MODELO |
|--|--|--|
| Desarrollo de un sistema para el reconocimiento automático del lenguaje de signos | <ul style="list-style-type: none"> • Sensores flex • Acelerómetro • Sensor de inclinación • Multiplexor • Pic • Transmisor • Receptor |  |
| Diseño e implementación de un prototipo para la traducción de lenguaje de señas mediante la utilización de un guante sensorizado | <ul style="list-style-type: none"> • Sensores flex • Módulo de comunicación USB • PIC 18F4550 |  |
| Guante con sensores para reproducir el sonido de las letras por medio del lenguaje sordomudo con soporte de tecnología Java | <ul style="list-style-type: none"> • Sensores fotoeléctricos, • Una pantalla lcd de 20x4 • Microcontrolador pic 16f877a • Módulo bluetooth rn41 |  |

Fuente: Autor

La Tabla 2 permite observar la recopilación de tres antecedentes quienes realizaron la implementación de un guante electrónico bajo el mismo enfoque de traducir el lenguaje de señas en personas con discapacidad auditiva. Se obtuvo información técnica con relación a los componentes requeridos para la

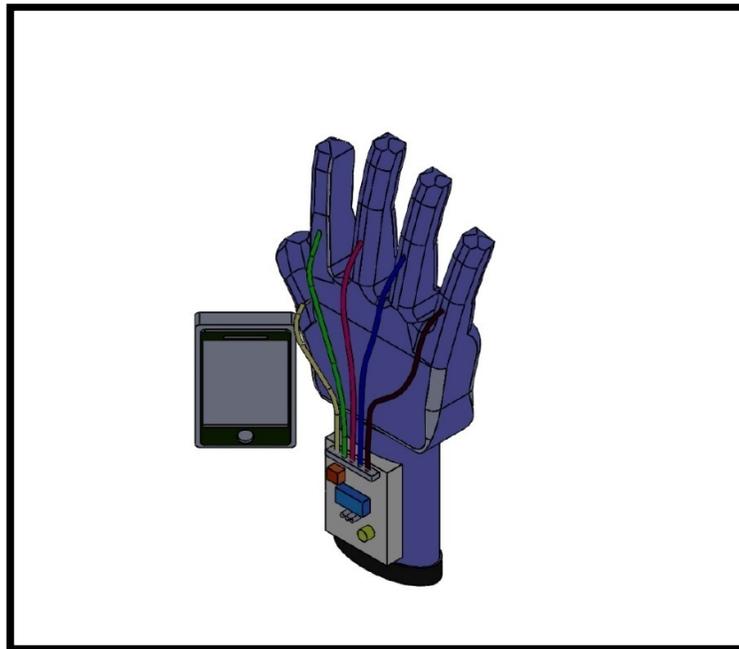
construcción del circuito electrónico, y como comunicarlo con una interfaz gráfica en un dispositivo Android.

3.1.1. Diseño del guante electrónico

En la modelación y diseño de un guante intérpretes del lenguaje de señas para discapacidad auditiva teniendo en cuenta el acondicionamiento de sensores y circuitos electrónicos, se hace uso del recurso de diseño, por medio del software solidworks, el cual es una herramienta apropiada para esta necesidad de modelación, mediante este software se diseña el prototipo teniendo en cuenta los parámetros reales del guante a utilizar, en segunda instancia, dentro del mismo diseño se modela la tarjeta y el conjunto de circuito, cableado electrónico que este va a tener instalado este prototipo para que ejecute su acción y posteriormente también se muestra la adecuación que se tiene con el dispositivo móvil, dando un ideal de lo que este guante puede llegar a hacer dentro de su campo de acción.

Con el software solidworks, se emplearon técnicas de diseño, que ayudaron a dilucidar cuál es la realidad de la visualización que este prototipo de guante nos puede brindar, ilustrando la forma física de cada componente y características propias del mismo.

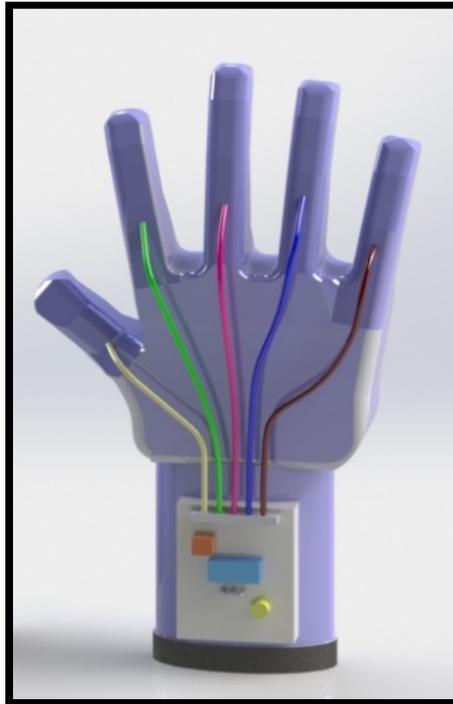
Figura 11. Prototipo guante de señas



Fuente: Autor

Mediante la herramienta de diseño, software SolidWorks, se realiza el modelado de un prototipo de guante electrónico para la interpretación y traducción del lenguaje de señas en personas con discapacidad auditiva, este diseño se realiza teniendo en cuenta los parámetros constructivos, los cuales consisten en la integración de tecnología arduino e interfaz de visualización por medio de una aplicación enAndroid, para esto se toman en cuenta dimensiones reales de un guante, modelando cada paso, como lo es, la estructura visual del guante y la forma adaptable a la mano humana, se refleja el sistema de conexionado de señal transmitida del movimiento de los dedos a la tarjeta Arduino, por medio de los cables, que para este modelo se da con los colores empleados diferenciando la independencia de movimiento de cada dedo, por último se muestra un modelos de dispositivo móvil el cual va a ser utilizado para visualizar la seña empleada.

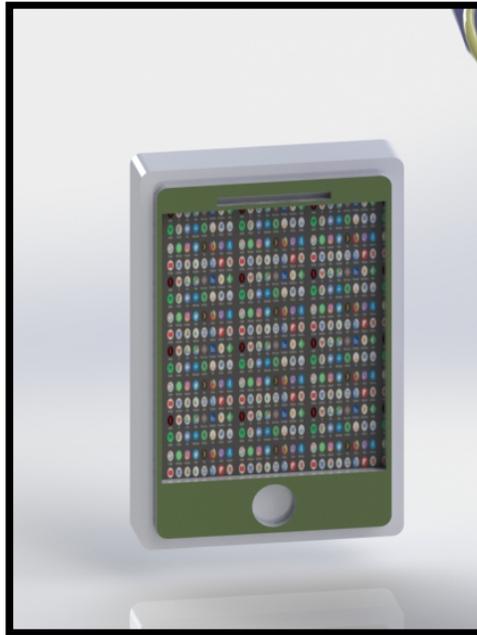
Figura 12. Circuito guante de señas.



Fuente: Autor

En el diseño del guante electrónico para la interpretación y traducción del lenguaje de señas en personas con discapacidad auditiva, se modela mediante la herramienta de diseño, software SolidWorks, el cual, cumple la función de ejecutar un modelo llevado a la realidad del producto que se desea, en este contenido las dimensiones proporcionadas al software mediante el dibujo se ajustan a la de un guante real con una longitud de 22,7 cm, un ancho de 12 cm y un grosor de 3 cm aproximadamente, en este modelo se emplea también la tarjeta Arduino, quien es la encargada de recibir la señal de los sensores acoplados a los dedos de los guantes, en la Arduino, recopila esas señales para posteriormente transformarla en una gráfica visual, con el modelo descrito anteriormente se puede hacer una muy buena representación del aspecto que tendrá nuestro prototipo.

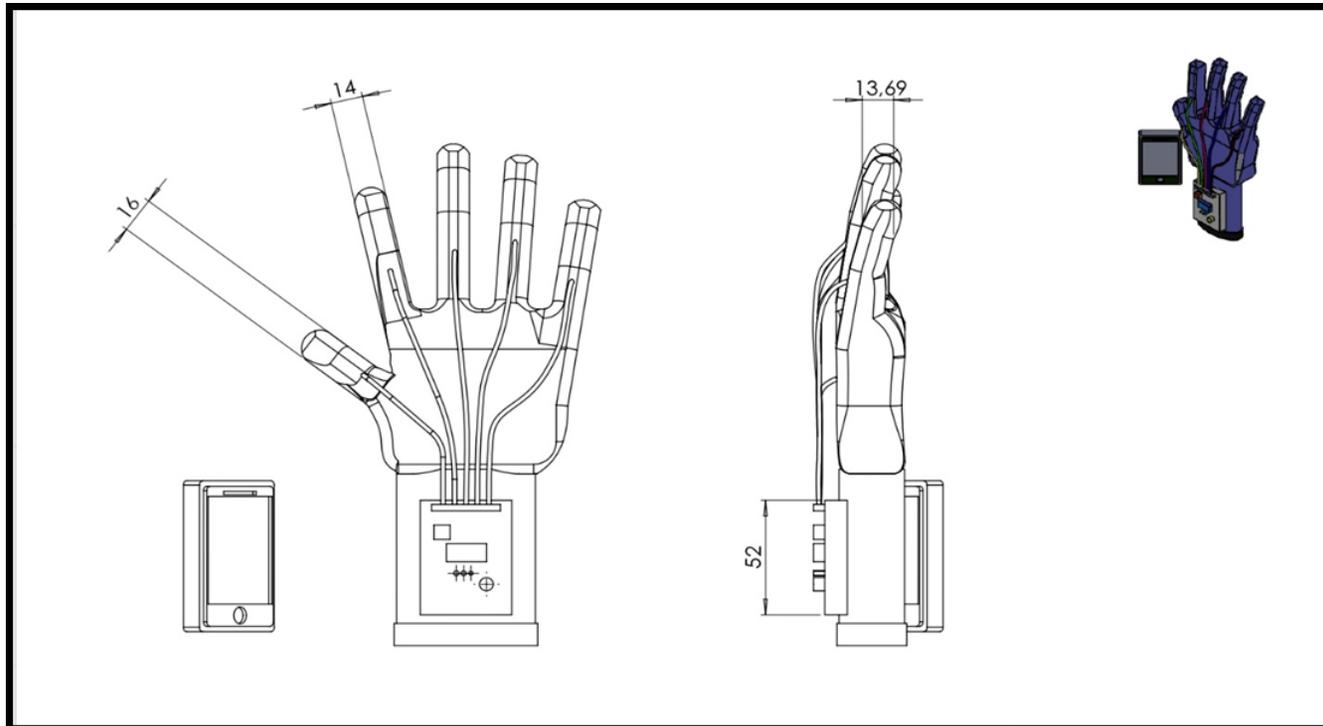
Figura 13. Dispositivo móvil



Fuente: Autor

En la modelación del prototipo completo de guante electrónico para la interpretación y traducción del lenguaje de señas en personas con discapacidad auditiva, se emplea un punto de vital importancia que es la integración de tecnología Arduino e interfaz de visualización por medio de una aplicación en Android, para esto se hace fundamental la implementación de un dispositivo móvil con este sistema operativo (Android), en el cual, se hará el desarrollo de esta aplicación, donde se visualizara las señas implementadas por la persona con discapacidad auditiva, estas son identificadas por los sensores y enviadas a la tarjeta Arduino, quien decodifica y envía a la aplicación previamente desarrollada donde finalmente se ve el resultado del prototipo, que es el enfoque visual de las señas recibidas.

Figura 14. Guante de señas



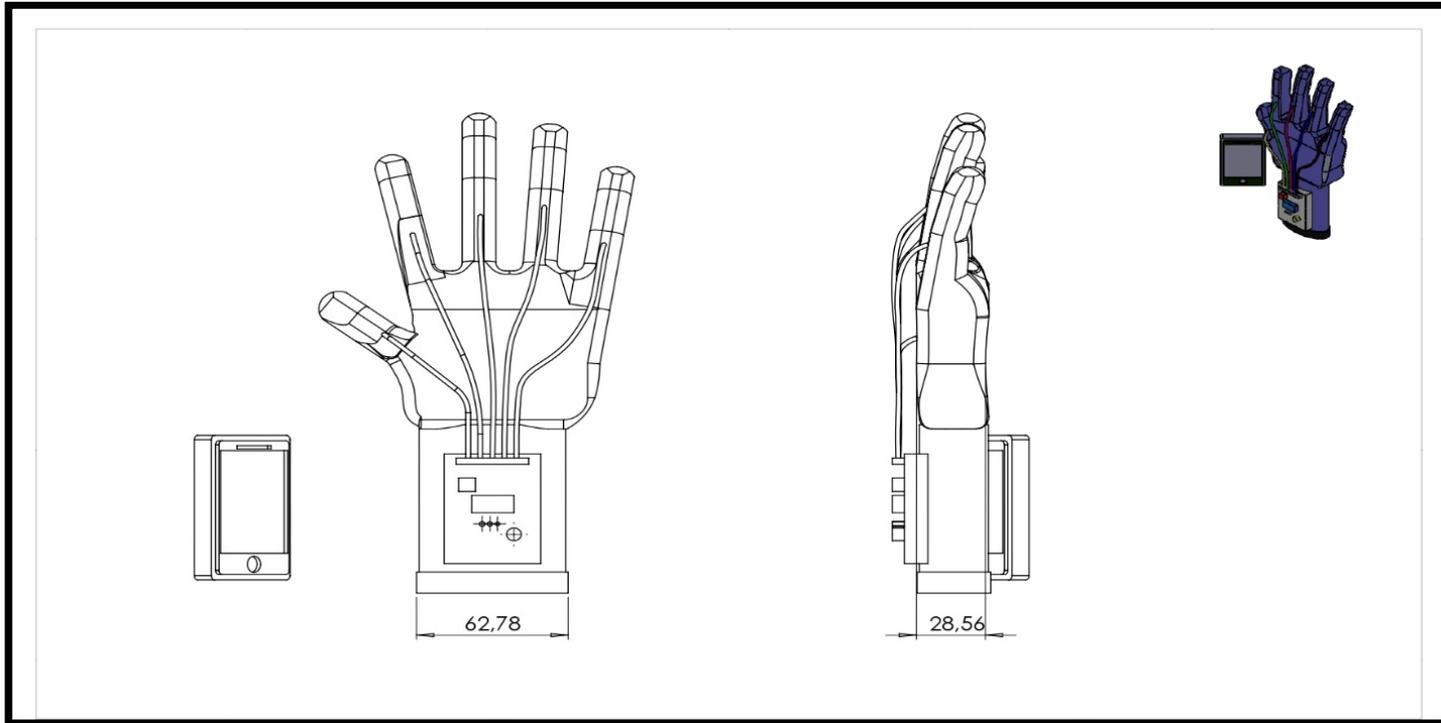
Fuente: Autor

ELABORADO POR:
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación
FECHA APROBACION:

Figura 15. Dimensión de base para sistema arduino



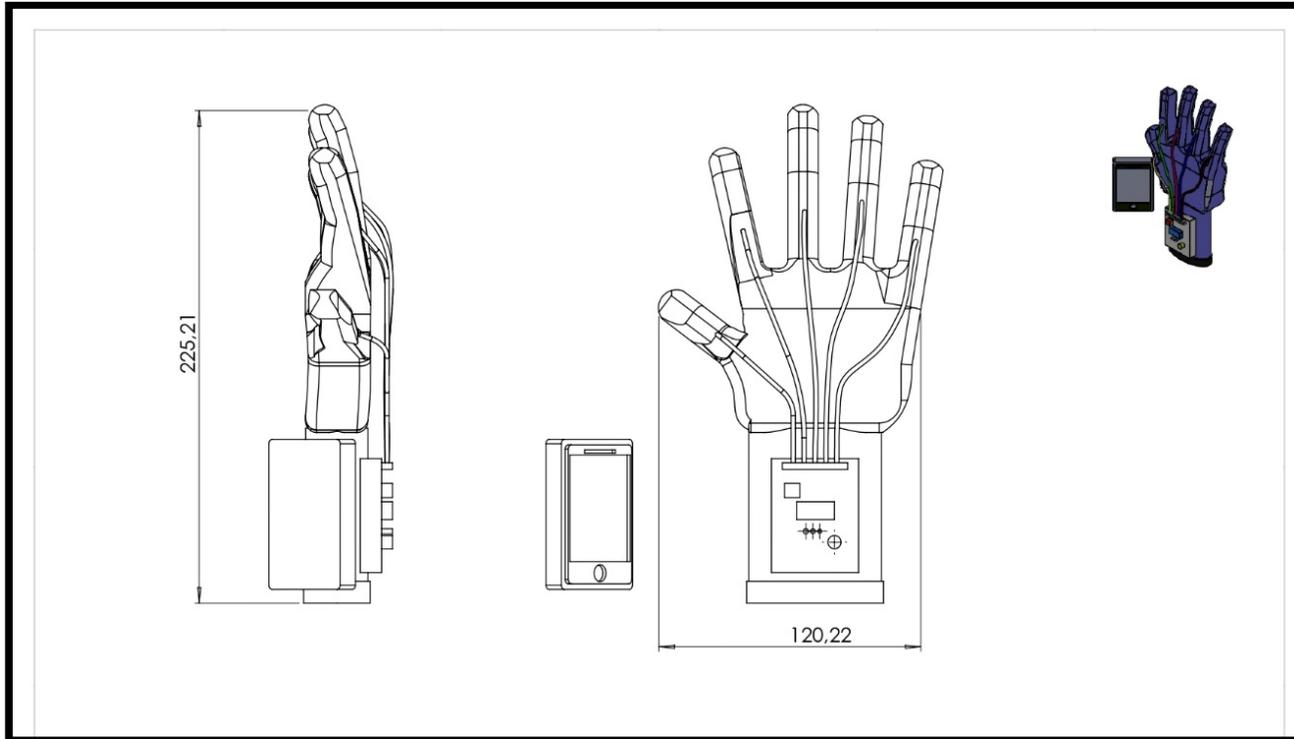
Fuente: Autor

ELABORADO POR:
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación
FECHA APROBACION:

Figura 16. Dimensiones guante



Fuente: Autor

ELABORADO POR:
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación
FECHA APROBACION:

3.2. IMPLEMENTACIÓN DEL GUANTE ELECTRÓNICO PARA EL PROCESAMIENTO DE LAS SEÑAS.

En la implementación de un guante electrónico para el procesamiento de señas, mediante el acondicionamiento de sensores, microcontrolador Arduino, se debe tener en cuenta distintos materiales y herramientas electrónicas indispensables para la ejecución de los circuitos funcionales, encargados de ejecutar la acción deseada de llevar las señales y estas sean convertida en imágenes con el fin de dar una mejor comunicación a este tipo de población discapacitada.

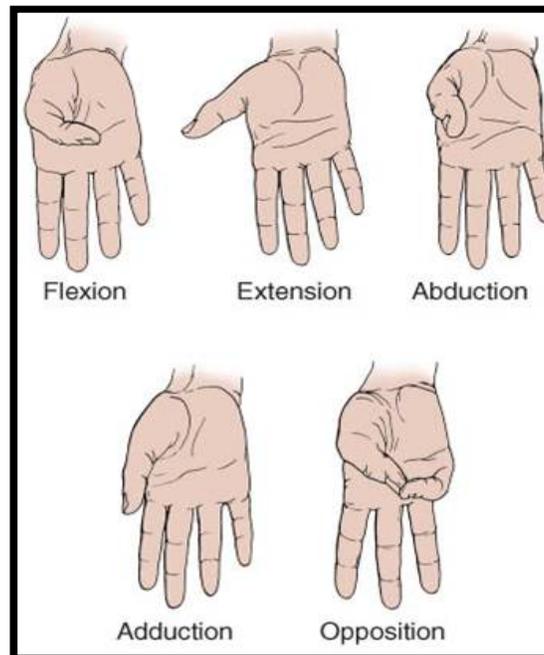
El material electrónico dispuesto para este prototipo, cumple con unas técnicas de programación que deben ser configuradas hacia el requerimiento especificado que para este caso es recensionar las señales enviadas por los sensores y de acuerdo a esa programación realizada en los integrados, es capaz de convertir estas, en imágenes visualizadas en el dispositivo móvil.

3.2.1.1 Información técnica para la interpretación de señas

- **Movimiento de las manos**

Es importante resaltar que un grado de libertad corresponde a los movimientos de aducción y abducción, movimientos laterales que permiten abrir los dedos, y el otro grado de libertad corresponde a los movimientos de flexión y extensión de los dedos.

Figura 17. Movimientos de la mano



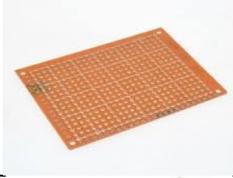
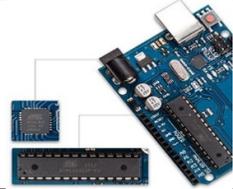
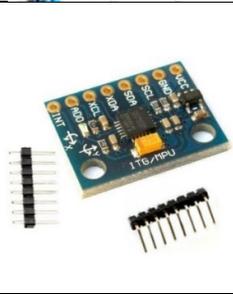
Para la interpretación del lenguaje de señas en personas con discapacidad auditiva mediante tecnología arduino, se plantea la implementación de un guante electrónico conformado por sensores que permiten determinar la posición de cada dedo al formar las letras del alfabeto dactilológico (Ver Figura 17).

El circuito implementado convierte las configuraciones manuales en caracteres y de esta forma se pueden crear letras facilitando la interpretación de la idea brindada por la persona discapacitada.

3.2.2. Selección de materiales

A partir de los datos obtenidos se seleccionaron los siguientes materiales:

Tabla 3. Descripción de materiales y equipos

| Tabla de materiales | |
|---|--|
| Baquela |  |
| Arduino uno R3 con un Breakboar |  |
| Resistencias |  |
| Acelerómetro y giroscopio de 6 grados de libertad MPU6050 |  |
| Cable electrónico |  |
| Sensores flex de 2.2" |  |

Fuente: Autor

En el prototipo guante electrónico para el procesamiento de señas, mediante el acondicionamiento de sensores, microcontrolador Arduino, se hacen necesarios los materiales anteriormente descritos, para la correcta adecuación de las funciones a realizar mediante este guante, estos materiales por ser electrónicos suelen ser de mucha delicadeza a la hora de su manipulación, es necesario el conocimiento de sus componentes las partes y modo de uso para emplearlo adecuadamente dentro del circuito y evitar malas instalaciones.

Cada uno de estos materiales cumple una función muy especial de acuerdo a la conexión y su ubicación dentro del circuito, todo con el fin de que los sensores envíen la señal adecuada a los componentes y está a su vez decodificarlo y seguir con él envió al dispositivo móvil.

3.2.2.1 Selección del sensor

La selección del sensor estuvo basada en una alta flexibilidad que da cabida a que los movimientos de la mano sean normales, disminuyendo la dificultad al momento de mover los dedos. Adicionalmente, estos recuperan su forma rápidamente después de ser flexionados. Por otra parte, los rangos de voltaje varían de 5 a 12 V y tiene un amplio margen de variación de resistencia entre su máximo y mínimo (Duque & Ibarra, 2014).

3.2.2.2 Selección del guante

El guante fue elaborado en tela elástica y sus dimensiones estuvieron basadas de forma que este sea ergonómico, portable y de fácil manejo. Adicionalmente, posee una especie de recubrimiento situado en la parte superior de la muñeca, el cual tiene una longitud de 5 cm de largo, en donde se encuentra ubicada la tarjeta electrónica.

3.2.2.3 Acelerómetro y giroscopio de 6 grados de libertad MPU6050

La implementación del acelerómetro permite que el dispositivo detecte la orientación y hará el accionamiento rotacional de la interfaz. El módulo MPU6050 cuenta con un giroscopio de tres ejes con el que se puede medir velocidad angular y un acelerómetro de tres ejes con el que se logra medir los componentes X, Y, y Z de la aceleración.

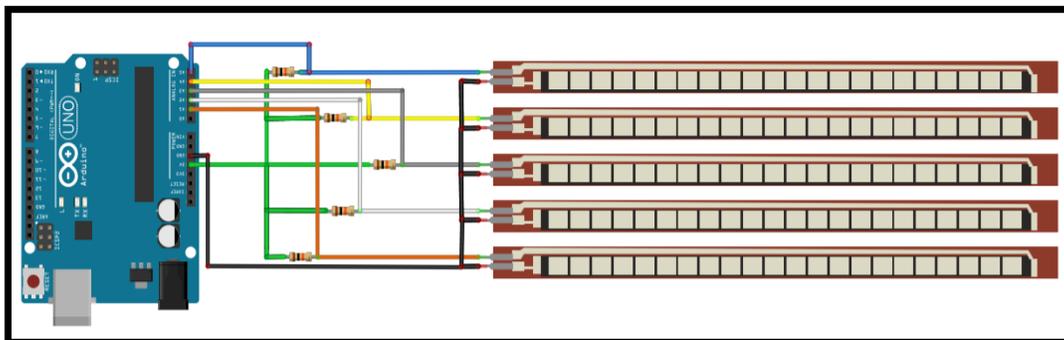
3.2.2.4 Accesorios y microcontrolador

Para conformar el sistema electrónico se emplea una PCV, un microcontrolador arduino, cinco resistencias de 10 K Ω y un módulo bluetooth. Dichos elementos permiten la configuración de los parámetros de funcionamiento, como por ejemplo el modulo bluetooth con un rango de cobertura de 10 metros, el cua se encarga de enviar los datos a un dispositivo móvil Android y mediante un aplicativo se logra visualizar la traducción.

3.2.3. Proceso de construcción sistema de guante electrónico

A continuación, se ilustra brevemente los procedimientos que se tuvieron para la adecuación del circuito instalado.

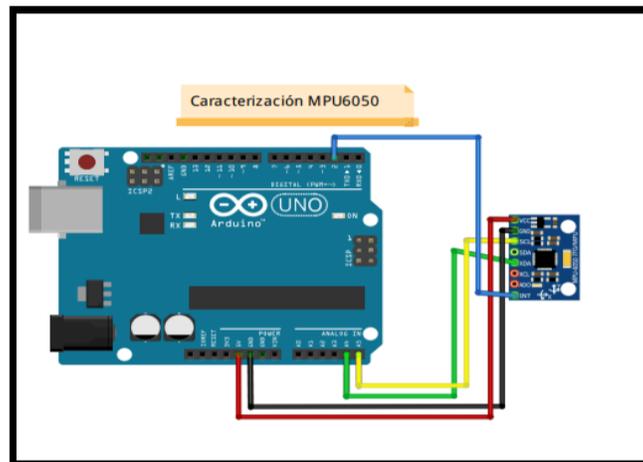
Figura 18. Caracterización sensor de flexión



Fuente: Autor

Se realizó el diseño del circuito basado en la Figura 18, tanto para los sensores flexibles como para el microcontrolador. En esta figura se encuentra la animación del circuito de entrada, donde se evidencia los sensores Flex, resistencias, los cables conductores de señales y la tarjeta Arduino con cada uno de sus integrados, cumpliendo las funciones para las que se ha dispuesto.

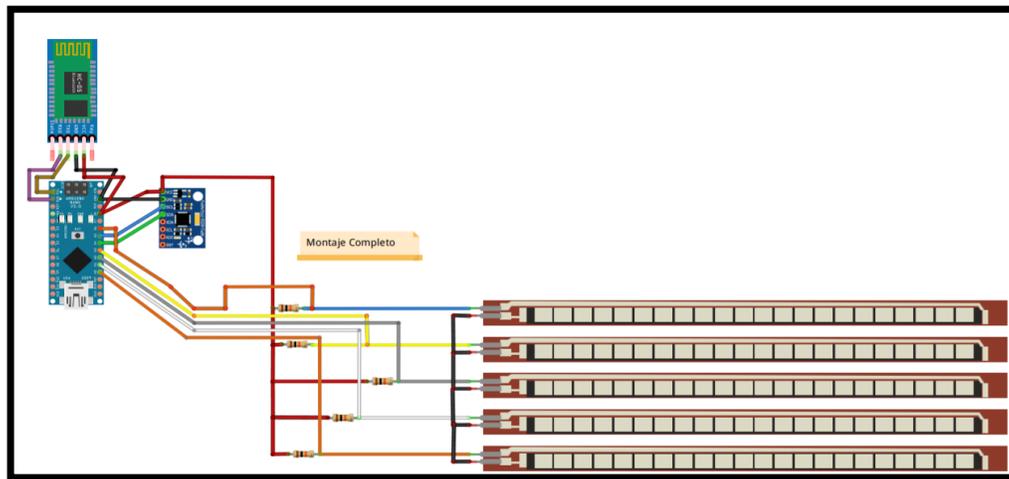
Figura 19. Caracterización MPU6050



Fuente: Autor

EL MPU6050 es una unidad de medición inercial o IMU (Inertial Measurement Units) de 6 grados de libertad (DoF) pues combina un acelerómetro de 3 ejes y un giroscopio de 3 ejes, es por medio de este, quien identifica el movimiento, en este caso de la mano, recibiendo la señal de la posición de esta, reconoce si la mano se encuentra en forma vertical u horizontal y envía la señal, para ser traducida por los códigos de programación.

Figura 20. Montaje completo



Fuente: Autor

En la instalación del circuito completo en el cual se ejecutara cada uno de los comandos registrados para la adecuación de su proceso dentro del sistema, se muestra el esquema del circuito desarrollado, en este esquema vemos las derivaciones de los cableados con su distribución en cada resistencia y la conexión de ellas a los puntos estratégicos de la baquela, en donde se encuentra la tarjeta Arduino, allí también se muestran los demás elementos conectados a ellos que cumplen la función de complementar este proceso para hacerlo más eficiente a lo que se quiere desarrollar, como lo son los sensores, acelerómetros, conexión de bluetooth y demás.

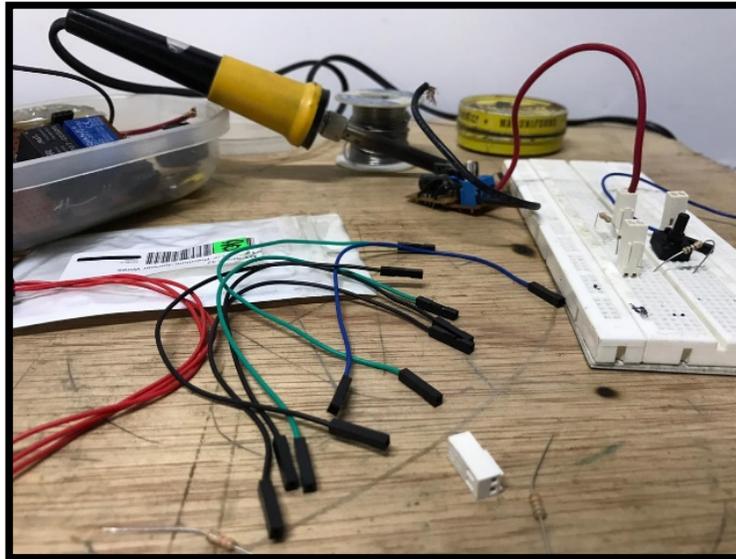
Figura 21. Adecuación de baquela



Fuente: Autor

En la figura anterior, se puede evidenciar como se va adecuando cada material en su posición, para este se observa la baquela, la cual, es donde se posicionan los integrados previamente programados y se ajustan a ellos utilizando soldadura de estaño con el fin de ajustar y asegurar la continuidad entre los puntos de conexión que así lo disponga el circuito.

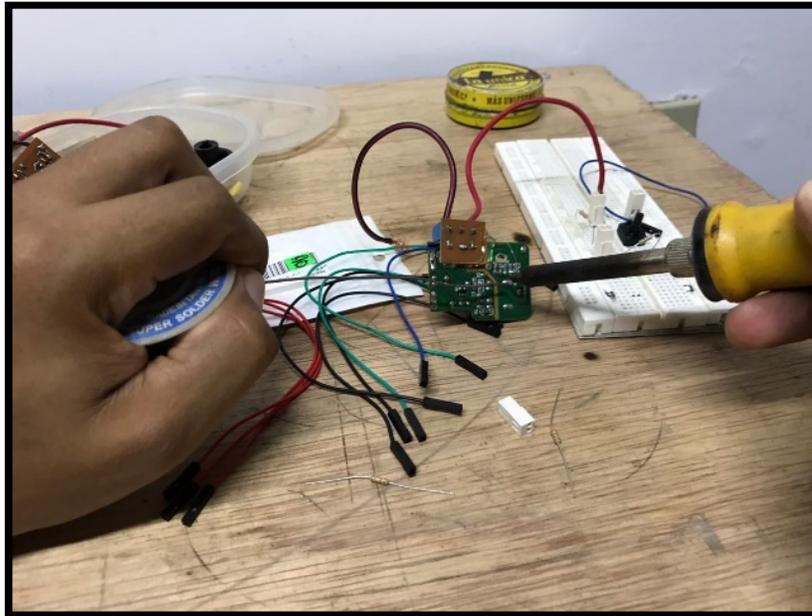
Figura 22. Prueba de conexión.



Fuente: Autor

Una vez de haber soldado los integrados y los diferentes materiales en la baquela, se realiza una prueba de conexionado por medio de una protoboard verificando así, su correcta conductibilidad entre los contactos. Como se puede ver en la imagen también, sirve como ensayo utilizar la protoboard y darle la utilidad necesaria para minimizar los riesgos de averiar algún componente dentro de los dispuestos en la baquela.

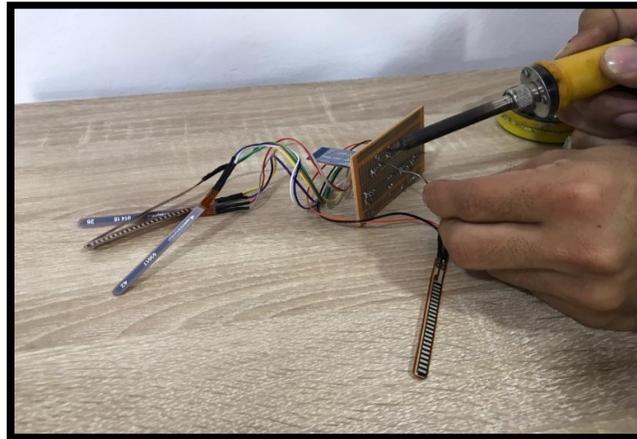
Figura 23. Adecuación de integrados.



Fuente: Autor

En este paso se realiza la instalación del elemento donde irán conectados los sensores, este dispositivo se encargará de recibir la información proveniente de esos, para procesarla y por medio de la programación realizada enviar la señal adecuada, para esto se utiliza el caudín y soldadura de estaño para asegurar y garantizar la conductividad del mismo.

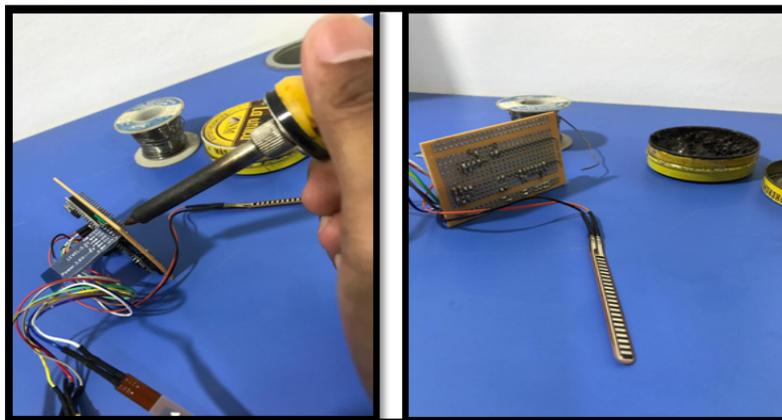
Figura 24. Sensores flex



Fuente: Autor

La figura anterior, ilustra el momento de la instalación de los sensores flex, quienes son los encargados de recensionar el movimiento realizado por la mano y los dedos de la persona discapacitada que en ese instante tenga el guante a su disposición, este sensor envía estas señales a los distintos integrados encargados de procesar esta información, esto teniendo en cuenta la programación realizada en estos, quienes son los que transforman esas señales en imágenes.

Figura 25. Circuito



Fuente: Autor

Finalmente se obtiene el circuito completo por medio de cada uno de los elementos dispuestos en el cuadro inicial, estos están dispuestos de manera ordenada, para que lo insertado en los códigos de programación se ejecuten de manera correcta y de esta forma darle vida a este prototipo, cumpliendo con su objetivo de convertir la señal de una persona discapacitada en una imagen, facilitando su comunicación ante la comunidad que lo rodea, integrando el mundo tecnológico como actor significativo en el bien de la sociedad.

3.2.3.1 Descripción del proceso

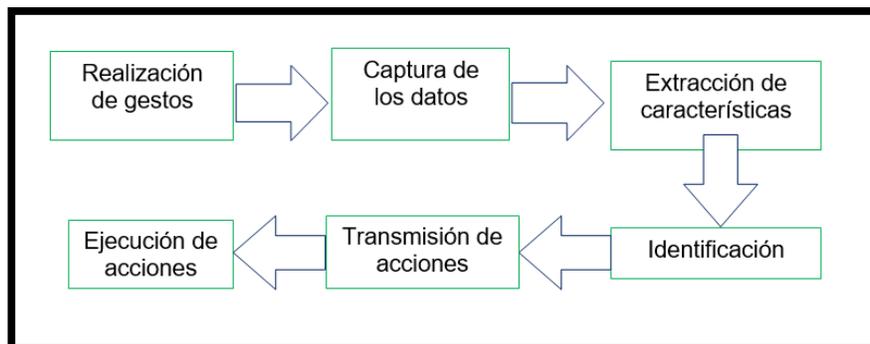
Para concluir lo anterior, el desarrollo de este prototipo de guante electrónico para el procesamiento de señas, mediante el acondicionamiento de sensores, microcontrolador arduino y demás elementos semiconductores requeridos para captar la señal, se ve reflejado dependiendo la posición de la mano, así mismo el lector arduino recibe la señal, ya que, la mano puede estar en distintas posiciones, lo que se hace es que dentro del código de Arduino, por medio de las cinco resistencias variables, el cual es liberada por el microcontrolador, quien vendrían siendo divisores de tensión que liberan señales de voltaje.

Por otra parte integran el acelerómetro o giroscopio quien recopilara la señal de movimiento de la mano en el sensor diferenciando de que dedo es el que se encuentra accionado, dependiendo el dedo accionado, se activa la resistencia, dentro de la programación se le asigna un valor a cada resistencia, el cual, en el momento de accionarse la resistencia junto con el giroscopio, este lo procesa y lo convierte en una letra del alfabeto, quien ya está decodificado los valores para cada letra; se le integra también la interfaz de bluetooth, quien es la encargada de comunicarme con el dispositivo móvil donde se encuentre instalada la APP y me visualiza la letra que se quiere mostrar de acuerdo a la señal enviada y lo codificado por la programación.

3.3. PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR ARDUINO PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS CAPTADOS POR EL SISTEMA DE GUANTES.

Montanés y Holgado (2018) señalan que la elaboración de un gesto por parte de una persona inicia con el envío de una serie de impulsos implicados en la realización del gesto. Un sistema puede recoger los datos inerciales y de posición de las partes implicadas (mano, dedos) a través del uso de sensores. Esto, son tratados para extraer las características de los datos que identifican al gesto para que finalmente mediante un sistema de identificación/clasificación se pueda reconocer el gesto realizado y, consecuentemente, ejecutar la acción correspondiente en la máquina. La Figura 26 muestra las etapas por las que pasa el reconocimiento e identificación de un gesto.

Figura 26. Proceso de identificación gestual por una máquina

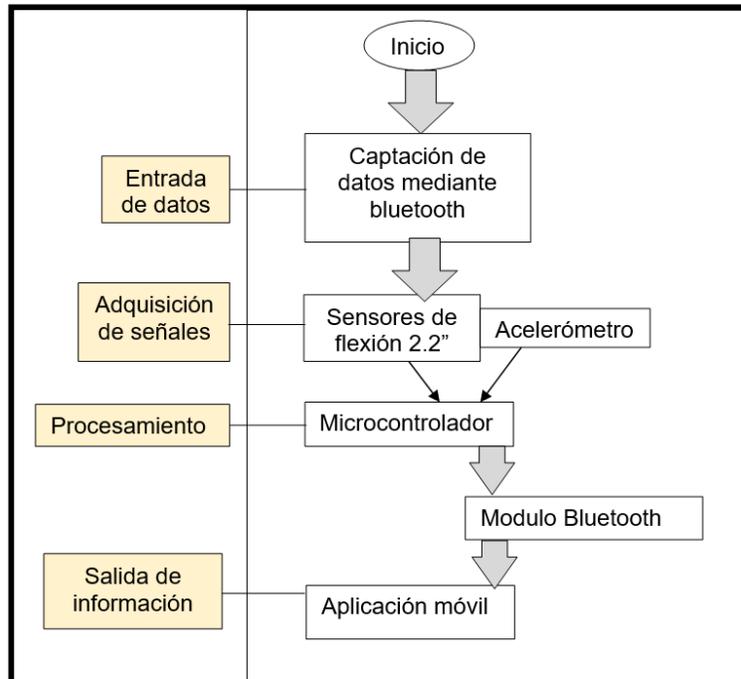


Fuente: Autor

En la ejecución del prototipo de guante para señas de personas con discapacidad, se hace necesario la inclusión de elementos electrónicos que por medio de señales ayuden a interpretar dichas señas, para esto es de vital importancia la programación de esta interfaz, que para este proyecto se realiza por medio de Arduino el cuales una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores.

Esta programación se realiza por medio de códigos, los cuales son los que interpretan valores y señales enviadas desde el circuito establecido, ejecutando la acción programada desde su codificación.

Figura 27.Diagrama de flujo descripción de proceso



Fuente: Autor

A continuación, se muestra la descripción del código dispuesto para la implementación del prototipo de guante electrónico para el procesamiento de señas, mediante el acondicionamiento de sensores, microcontrolador arduino y demás elementos semiconductores requeridos para captar la señal.

Tabla 4. Descripción de código

| CODIGO |
|---|
| <pre> #include "Wire.h" // This library allows you to communicate with I2C devices. const int MPU_ADDR = 0x68; // I2C address of the MPU-6050. If AD0 pin is set to HIGH, the I2C address will be 0x69. int16_t accelerometer_x, accelerometer_y, accelerometer_z; // variables for accelerometer raw data int16_t gyro_x, gyro_y, gyro_z; // variables for gyro raw data int16_t temperature; // variables for temperature data char tmp_str[7]; // temporary variable used in convert function char* convert_int16_to_str(int16_t i) { // converts int16 to string. Moreover, resulting strings will have the same length in the debug monitor. sprintf(tmp_str, "%6d", i); return tmp_str; } /* Sign Language Translator, Made with Arduino, Inspired by Jeremy Blum http://romanakozak.com/sign-language-translator/ Project by: Roman Kozak- Spring 2013 */ // These constants won't change: const int sensorPinTHUMB = A0; // pin that the THUMB flex sensor is attached to const int sensorPinINDEX = A1; // pin that the INDEX flex sensor is attached to const int sensorPinMIDDLE = A2; // pin that the MIDDLE flex sensor is attached to const int sensorPinRING = A3; // pin that the RING flex sensor is attached to const int sensorPinPINKEY = A6; // pin that the PINKEY flex sensor is attached to //const int xPin = 2; // X output of the accelerometer //const int yPin = 3; // y output of the accelerometer //const int ledPinBLUE = 4; // pin that the LED is attached to //const int ledPinGREEN = 5; // pin that the LED is attached to // variables: int sensorValueTHUMB = 0; // the sensor value int sensorValueINDEX = 0; // the sensor value int sensorValueMIDDLE = 0; // the sensor value int sensorValueRING = 0; // the sensor value int sensorValuePINKEY = 0; // the sensor value int sensorMinTHUMB = 1023; // minimum sensor value int sensorMinINDEX = 1023; // minimum sensor value int sensorMinMIDDLE = 1023; // minimum sensor value int sensorMinRING = 1023; // minimum sensor value int sensorMinPINKEY = 1023; // minimum sensor value void setup() { //--- Serial.begin(9600); Wire.begin(); Wire.beginTransmission(MPU_ADDR); // Begins a transmission to the I2C slave (GY-521 board) Wire.write(0x6B); // PWR_MGMT_1 register Wire.write(0); // set to zero (wakes up the MPU-6050) Wire.endTransmission(true); //--- // turn on LED to signal the start of the calibration period: //pinMode(6, OUTPUT); //pinMode(9, OUTPUT); //pinMode(18, OUTPUT); //pinMode(xPin, INPUT); //pinMode(yPin, INPUT); //digitalWrite(ledPinBLUE, HIGH); //Serial.begin (9600); </pre> |

```

Serial.print ("Calibracion inicio");
// calibrate during the first five seconds
while (millis() < 10000) {
  sensorValueTHUMB = analogRead(sensorPinTHUMB);
  sensorValueINDEX = analogRead(sensorPinINDEX);
  sensorValueMIDDLE = analogRead(sensorPinMIDDLE);
  sensorValueRING = analogRead(sensorPinRING);
  sensorValuePINKEY = analogRead(sensorPinPINKEY);
}
//-----
// record the maximum sensor value
if (sensorValueTHUMB > sensorMaxTHUMB) {
  sensorMaxTHUMB = sensorValueTHUMB;
}
// record the maximum sensor value
if (sensorValueINDEX > sensorMaxINDEX) {
  sensorMaxINDEX = sensorValueINDEX;
}
// record the maximum sensor value
if (sensorValueMIDDLE > sensorMaxMIDDLE) {
  sensorMaxMIDDLE = sensorValueMIDDLE;
}
// record the maximum sensor value
if (sensorValueRING > sensorMaxRING) {
  sensorMaxRING = sensorValueRING;
}
// record the minimum sensor value
if (sensorValueRING < sensorMinRING) {
  sensorMinRING = sensorValueRING;
}
// record the maximum sensor value
if (sensorValuePINKEY > sensorMaxPINKEY) {
  sensorMaxPINKEY = sensorValuePINKEY;
}
//-----
// record the minimum sensor value
if (sensorValueTHUMB < sensorMinTHUMB) {
  sensorMinTHUMB = sensorValueTHUMB;
}

// record the minimum sensor value
if (sensorValueINDEX < sensorMinINDEX) {
  sensorMinINDEX = sensorValueINDEX;
}
// record the minimum sensor value
if (sensorValueMIDDLE < sensorMinMIDDLE) {
  sensorMinMIDDLE = sensorValueMIDDLE;
}
// record the minimum sensor value
if (sensorValueRING < sensorMinRING) {
  sensorMinRING = sensorValueRING;
}
// record the minimum sensor value
if (sensorValuePINKEY < sensorMinPINKEY) {
  sensorMinPINKEY = sensorValuePINKEY;
}
}
/*
// signal the end of the calibration period
//digitalWrite(ledPinBLUE, LOW);
Serial.print ("Calibracion fin");

Serial.print ("LowTHUMB = ");
Serial.println (sensorMinTHUMB);
Serial.print ("HighTHUMB = ");
Serial.println (sensorMaxTHUMB);

Serial.print ("LowMIDDLE = ");
Serial.println (sensorMinMIDDLE);
Serial.print ("HighMIDDLE = ");
  
```

```

Serial.println (sensorMaxMIDDLE);
*/
}
void loop() {
  //---
  Wire.beginTransmission(MPU_ADDR);
  Wire.write(0x3B); // starting with register 0x3B (ACCEL_XOUT_H) [MPU-6000 and MPU-6050 Register Map and
  Descriptions Revision 4.2, p.40]
  Wire.endTransmission(false); // the parameter indicates that the Arduino will send a restart. As a result, the
  connection is kept active.
  Wire.requestFrom(MPU_ADDR, 7*2, true); // request a total of 7*2=14 registers

  // "Wire.read()<<8 | Wire.read();" means two registers are read and stored in the same variable
  accelerometer_x = Wire.read()<<8 | Wire.read(); // reading registers: 0x3B (ACCEL_XOUT_H) and 0x3C
  (ACCEL_XOUT_L)
  accelerometer_y = Wire.read()<<8 | Wire.read(); // reading registers: 0x3D (ACCEL_YOUT_H) and 0x3E
  (ACCEL_YOUT_L)
  accelerometer_z = Wire.read()<<8 | Wire.read(); // reading registers: 0x3F (ACCEL_ZOUT_H) and 0x40
  (ACCEL_ZOUT_L)
  temperature = Wire.read()<<8 | Wire.read(); // reading registers: 0x41
  //---
  // variables to read the pulse widths:
  //int pulseX, pulseY;
  // variables to contain the resulting accelerations
  //int accelerationX, accelerationY;
  // read pulse from x- and y-axes:
  //pulseX = pulseIn(xPin,HIGH);
  //pulseY = pulseIn(yPin,HIGH);
  // convert the pulse width into acceleration

  // read the sensor:
  sensorValueTHUMB = analogRead(sensorPinTHUMB);
  sensorValueINDEX = analogRead(sensorPinINDEX);
  sensorValueMIDDLE = analogRead(sensorPinMIDDLE);
  sensorValueRING = analogRead(sensorPinRING);
  sensorValuePINKEY = analogRead(sensorPinPINKEY);

  // apply the calibration to the sensor reading
  sensorValueTHUMB = map(sensorValueTHUMB, sensorMinTHUMB, sensorMaxTHUMB, 1, 255);
  sensorValueINDEX = map(sensorValueINDEX, sensorMinINDEX, sensorMaxINDEX, 1, 255);
  sensorValueMIDDLE = map(sensorValueMIDDLE, sensorMinMIDDLE, sensorMaxMIDDLE, 1, 255);
  sensorValueRING = map(sensorValueRING, sensorMinRING, sensorMaxRING, 1, 255);
  sensorValuePINKEY = map(sensorValuePINKEY, sensorMinPINKEY, sensorMaxPINKEY, 1, 255);

  //Serial.println (" ");
  //Serial.println (" ")
  /*
  //if the glove is tilted up turn on the green led
  if (accelerationX > 650) {
    digitalWrite (ledPinGREEN, HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite (ledPinGREEN, LOW);
  }
  //if the glove is tilted to the right turn on the blue led
  if (accelerationY > 500) {
    digitalWrite (ledPinBLUE, HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite (ledPinBLUE, LOW);
  }
  // if the glove is tilted to the left turn on the blue led
  if (accelerationY < -500) {
    digitalWrite (ledPinBLUE, HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite (ledPinBLUE, LOW);
  }
  */
}

```

```

//-----LetterA-----

if (sensorValueTHUMB < 70 && sensorValueINDEX > 150 && sensorValueMIDDLE > 150 && sensorValueRING >
150 && sensorValuePINKEY > 150) {

  //Serial.println ("\n");
  Serial.println ("A"); //Print letter A to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
//-----LetterB-----
if (sensorValueTHUMB > 100 && sensorValueINDEX < 150 && sensorValueMIDDLE < 150 && sensorValueRING
< 150 && sensorValuePINKEY < 150) {
  Serial.println ("B"); //Print letter B to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
//-----LetterC-----

if (sensorValueTHUMB < 80 && sensorValueTHUMB > 7 && sensorValueINDEX < 100 && sensorValueINDEX >
50 && sensorValueMIDDLE < 100 && sensorValueMIDDLE > 50 && sensorValueRING < 100 && sensorValueRING
> 50) {
  Serial.println ("C"); //Print letter C to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
//-----LetterD-----

if (sensorValueTHUMB <100 && sensorValueINDEX < 50 && sensorValueMIDDLE < 140 && sensorValueRING <
140 && sensorValuePINKEY < 150 && sensorValuePINKEY > 50 && accelerometer_x < 1000 && accelerometer_y >
8000) {
  Serial.println ("D"); //Print letter D to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
//-----LetterE-----

if (sensorValueTHUMB > 100 && sensorValueINDEX > 150 && sensorValueMIDDLE > 150 && sensorValueRING
> 150 && sensorValuePINKEY > 150) {
  Serial.println ("E"); //Print letter E to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
//-----LetterF-----

if (sensorValueTHUMB < 50 && sensorValueINDEX < 50 && sensorValueMIDDLE > 150 && sensorValueRING >
150 && sensorValuePINKEY > 150 && accelerometer_x < 1000 && accelerometer_y > 800) {

  Serial.println ("F"); //Print letter F to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
//-----LetterG-----

if (sensorValueTHUMB > 100 && sensorValueINDEX < 150 && sensorValueINDEX > 70 && sensorValueMIDDLE >

```

```

150 && sensorValueRING > 150 && accelerometer_x < -8000 && accelerometer_y > 1000 ) {

    Serial.println ("G"); //Print letter G to serial
    Serial.println ("      ");

}
else {
}
//-----LetterH-----

if (sensorValueTHUMB > 70 && sensorValueINDEX < 150 && sensorValueMIDDLE < 150 && sensorValueRING >
150 && sensorValuePINKEY > 150 && accelerometer_x < -8000 && accelerometer_y > 1000) {

    Serial.println ("H"); //Print letter H to serial
    Serial.println ("      ");
}
else {
}
//-----LetterI-----

if (sensorValueTHUMB > 90 && sensorValueINDEX > 90 && sensorValueMIDDLE > 90 && sensorValueRING > 90
&& sensorValuePINKEY < 20 && accelerometer_y > 10000 && accelerometer_x > 1000) {
    Serial.println ("I"); //Print letter I to serial
    Serial.println ("      ");
}
else {
}

//-----LetterJ-----

if (sensorValueTHUMB > 70 && sensorValueINDEX > 150 && sensorValueMIDDLE > 150 && sensorValueRING >
150 && sensorValuePINKEY < 50 && accelerometer_x < 1000 && accelerometer_y > 8000 ) {
    Serial.println ("J"); //Print letter J to serial
    Serial.println ("      ");
}
else {
}

//-----LetterK-----

if (sensorValueTHUMB < 50 && sensorValueINDEX < 50 && sensorValueMIDDLE < 50 && sensorValueRING >
150 && sensorValuePINKEY > 150 && accelerometer_x < -8000 && accelerometer_y > 1000) {

    Serial.println ("K"); //Print letter K to serial
    Serial.println ("      ");
}
else {
}
//-----LetterL-----

if (sensorValueTHUMB < 50 && sensorValueINDEX < 50 && sensorValueMIDDLE > 150 && sensorValueRING >
150 && sensorValuePINKEY > 150 && accelerometer_x > 1000) {

    Serial.println ("L"); //Print letter L to serial
    Serial.println ("      ");
}
else {
}
//-----LetterM-----

if (sensorValueTHUMB > 70 && sensorValueINDEX < 160 && sensorValueINDEX > 20 && sensorValueMIDDLE <
160 && sensorValueMIDDLE > 20 && sensorValueRING < 150 && sensorValueRING > 20 && sensorValuePINKEY
> 150 && accelerometer_y < 10000) {

    Serial.println ("M"); //Print letter M to serial
    Serial.println ("      ");
}
else {
}

```

```
//-----LetterN-----
if (sensorValueTHUMB > 70 && sensorValueINDEX < 160 && sensorValueINDEX > 20 && sensorValueMIDDLE < 160 && sensorValueMIDDLE > 20 && sensorValueRING > 150 && sensorValuePINKEY > 150 && accelerometer_y < 10000) {
  Serial.println ("N"); //Print letter N to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
//-----LetterÑ-----
if (sensorValueTHUMB > 70 && sensorValueINDEX < 160 && sensorValueINDEX > 20 && sensorValueMIDDLE < 160 && sensorValueMIDDLE > 20 && sensorValueRING > 150 && sensorValuePINKEY > 150 && (accelerometer_x < -8000 && accelerometer_y > 1000 || accelerometer_x > 8000 && accelerometer_y < 1000)) {
  Serial.println ("Ñ"); //Print letter Ñ to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
//-----LetterO-----
if (sensorValueTHUMB < 200 && sensorValueTHUMB > 70 && sensorValueINDEX < 200 && sensorValueINDEX > 100 && sensorValueMIDDLE < 200 && sensorValueMIDDLE > 70 && sensorValueRING < 200 && sensorValueRING > 100 && sensorValuePINKEY < 200 && sensorValuePINKEY > 100) {
  Serial.println ("O"); //Print letter O to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
//-----LetterP-----
if (sensorValueTHUMB < 50 && sensorValueINDEX < 50 && sensorValueMIDDLE > 100 && accelerometer_x < 1000 && accelerometer_y < -8000) {
  Serial.println ("P"); //Print letter P to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
//-----LetterQ-----
if (sensorValueTHUMB < 50 && sensorValueINDEX < 50 && sensorValueMIDDLE < 50 && sensorValueRING < 50 && sensorValuePINKEY < 50) {
  Serial.println ("Q"); //Print letter Q to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
//-----LetterR-----
if (sensorValueTHUMB < 70 && sensorValueINDEX < 50 && sensorValueMIDDLE < 50 && sensorValueRING > 90 && sensorValueRING < 150 && sensorValuePINKEY > 90 && sensorValuePINKEY < 150) {
  Serial.println ("R"); //Print letter R to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
//-----LetterS-----
if (sensorValueTHUMB > 100 && sensorValueINDEX < 50 && sensorValueMIDDLE > 100 && sensorValueRING > 100 && sensorValuePINKEY > 150 && accelerometer_x < 1000 && accelerometer_y > 8000) {
  Serial.println ("S"); //Print letter S to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
```

```
//-----LetterT-----
if (sensorValueTHUMB < 50 && sensorValueINDEX > 150 && sensorValueMIDDLE < 50 && sensorValueRING < 50 && sensorValuePINKEY < 50) {

  Serial.println ("T"); //Print letter T to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
//-----LetterU-----

if (sensorValueTHUMB > 120 && sensorValueINDEX < 50 && sensorValueMIDDLE > 150 && sensorValueRING > 150 && sensorValuePINKEY < 50) {
  Serial.println ("U"); //Print letter U to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}

//-----LetterV-----
if (sensorValueTHUMB > 100 && sensorValueINDEX < 50 && sensorValueMIDDLE < 50 && sensorValueRING > 100 && sensorValuePINKEY > 100 && accelerometer_x < 1000 && accelerometer_y > 8000) {

  Serial.println ("V"); //Print letter V to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
//-----LetterW-----

if (sensorValueTHUMB > 90 && sensorValueINDEX < 50 && sensorValueMIDDLE < 50 && sensorValueRING < 50 && sensorValuePINKEY > 140) {

  Serial.println ("W"); //Print letter W to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
//-----LetterX-----

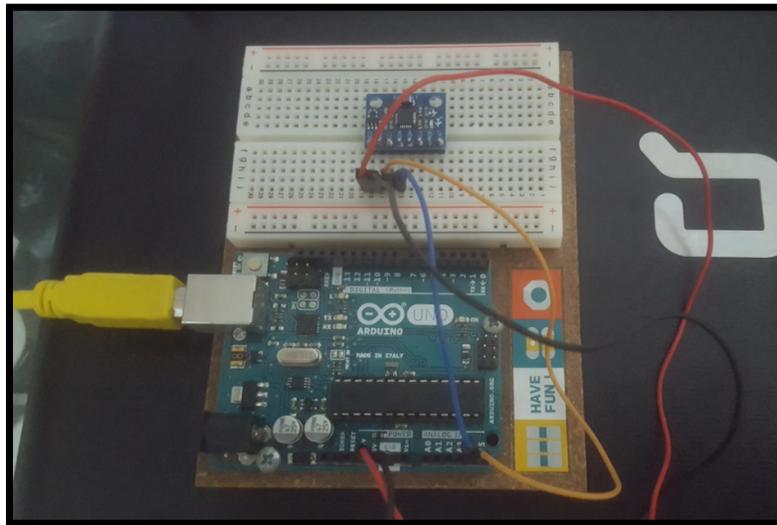
if (sensorValueTHUMB > 100 && sensorValueINDEX < 150 && sensorValueINDEX > 70 && sensorValueMIDDLE > 150 && sensorValueRING > 150 && accelerometer_y > 10000 && accelerometer_x > 4000) {

  Serial.println ("X"); //Print letter X to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
//-----LetterY-----
if (sensorValueTHUMB < 50 && sensorValueINDEX > 100 && sensorValueMIDDLE > 100 && sensorValueRING > 100 && sensorValuePINKEY < 50) {

  Serial.println ("Y"); //Print letter Y to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
//-----LetterZ-----
if (sensorValueTHUMB > 100 && sensorValueINDEX < 50 && sensorValueMIDDLE < 50 && sensorValueRING > 100 && sensorValuePINKEY > 100 && accelerometer_y > 10000 && accelerometer_x > 1000 ) {
  Serial.println ("Z"); //Print letter Z to serial
  Serial.println (" ");
}
else {
}
delay (1000);
}
```

Fuente: Autor

Figura 28. Programación arduino



Fuente: Autor

La programación de la tarjeta Arduino se da a través del software de programación en donde se introducen los códigos necesarios para la implementación de las imágenes por medio de las señas enviados utilizando el guante. Esta programación está determinada por un lenguaje en específico que descifra los valores y parámetros enviados por las señales emitidas en cada sensor y de allí cumplir a cabalidad su tarea.

3.4. DISEÑO DE INTERFAZ USUARIO / DISPOSITIVO MEDIANTE APLICACIÓN MÓVIL ANDROID

Pasos:

- **Caracterizar Sensores de Flexión**

Resultados: Gráfica Grados deflectados Vs Voltaje de salida y sensibilidad sensor de Flexión

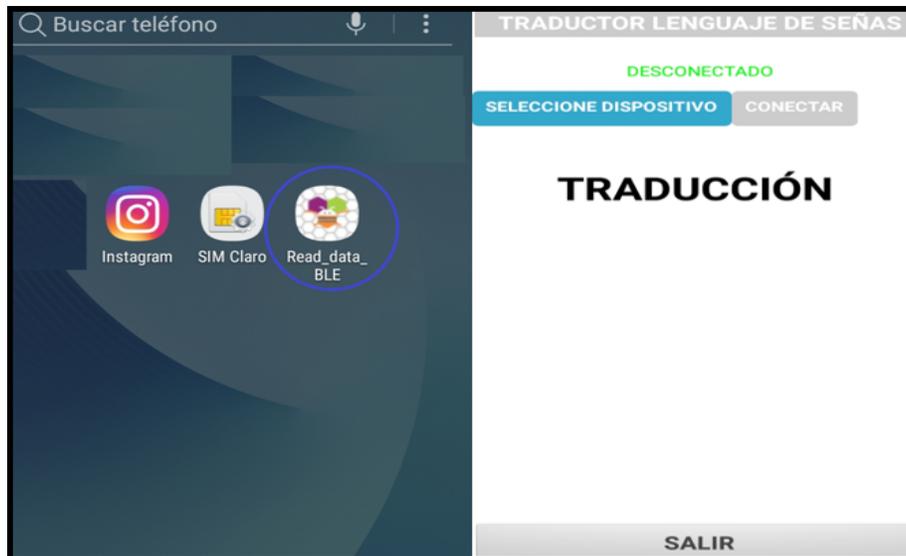
- **Caracterización y Calibración MPU6050**

Resultados: Offset de Calibración

- **Integración y Programación**

Resultados: Verificar datos caracterizados mediante el Monitor serial de la IDE de Arduino

Figura 29. Aplicación móvil



Fuente: Autor

La Figura 29 ilustra en la parte izquierda el icono de la aplicación móvil, se debe oprimir doble click y posteriormente aparecerá la pantalla de inicio de la aplicación. La conexión entre el dispositivo y el guante electrónico tarda aproximadamente 45 segundos, teniendo en cuenta que se deben realizar movimientos lentos con el guante para obtener el enlace.

La APK fue desarrollada en el entorno integrado Android Studios. La programación se compone de un display que ilustra la información que se va capturando. Eso quiere decir que a medida que se van obteniendo los datos en arduino, al realizar el movimiento de los dedos y las manos el sistema va traduciendo la señal en una letra. Dicha transcripción es mostrada en tiempo real.

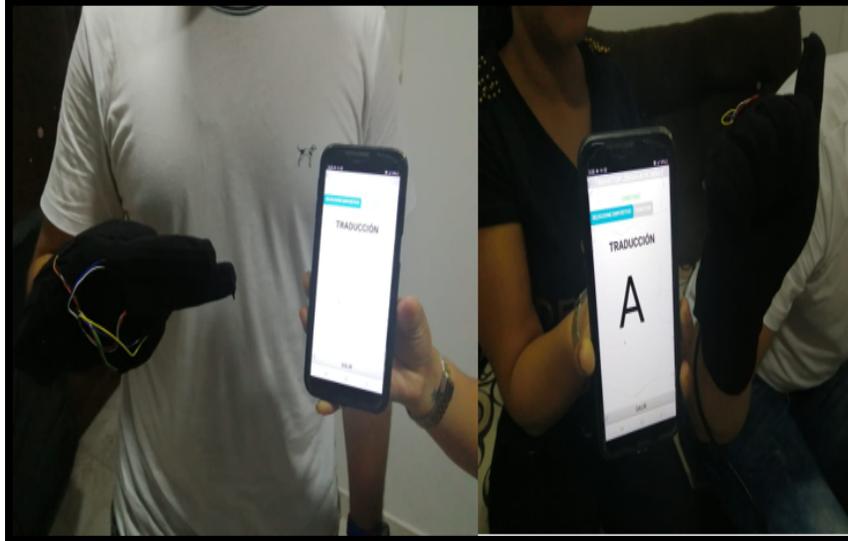
También, se crea una preconfiguración que al abrir la aplicación y el guante sea alimentado, se activa el Bluetooth y se oprime conectar para que sea emparejado el sistema. Una vez logrado el enlace con el guante se adquiere la capturar de la información percibida.

Nota: El nombre de la interfaz Bluetooth es HCO5

Una vez finalizada la aplicación móvil Android se realizaron las pruebas experimentales del dispositivo por parte de los autores del proyecto, teniendo en cuenta la simbología del lenguaje de señas.

A continuación, se presentan fotografías de los estudiantes de tecnología en operación y mantenimiento electromecánico realizando las pruebas con el guante electrónico.

Figura 30. Registro fotográfico



Fuente: Autor

Como resultado de las pruebas efectuadas se obtuvo una respuesta positiva por parte de los estudiantes quienes indican que el guante se ajusta a los factores como son tamaño, comodidad, precisión, peso y facilidad de uso, señalando que es una herramienta innovadora y un logro para la comunidad con discapacidad auditiva.

4. RESULTADOS

Como resultado del proyecto se obtuvo el desarrollo de un software para la simulación de procesos para la realización de un diseño de un guante electrónico que interpreta y traduce el lenguaje de señas para discapacidad auditiva. Además de la selección adecuada del software, se presentará un modelo en el software Solidworks el sistema de reconocimiento por guantes intérpretes del lenguaje de señas para discapacidad auditiva teniendo en cuenta el acondicionamiento de sensores y circuitos electrónicos correspondiendo a cada letra o carácter que encierran el proyecto otorgando así, la facilidad de dar un manejo optimo a la aplicación implementada.

La realización se ejecutó a través de la plataforma Arduino el cual facilitar el uso dela elaboración de un hardware libre que permite el correcto procedimiento de recolección de información que transmite el sistema de guantes generando así una reacción casi inmediata de la obtención de señal emitida que es equivalente a la interpretación del lenguaje de señas.

En el proyecto se utiliza una aplicación Android debido a que se espera que realice un interfaz (usuario – dispositivo) mediante una aplicación móvil Android, la cual permita visualizar las señas emitidas que transmite el guante y una vez ejecutado el código y cargado el programa de control del sistema de guantes y así traduzca el lenguaje de señas para discapacidad auditiva.

5. CONCLUSIONES

Se concluye el desarrollo de los objetivos planteados en la investigación los cuales abarcaron en primer lugar el modelo y diseño a través de SolidWorks del sistema de reconocimiento por guantes intérpretes del lenguaje de señas para discapacidad auditiva teniendo en cuenta el acondicionamiento de sensores y circuitos electrónicos correspondiendo a cada letra o carácter. Los sensores de flexión, así como el MPU-6050, a pesar de ser herramientas de bajo costo, permiten una adecuada adquisición de los parámetros de ubicación de la mano en el espacio, obteniendo los ángulos del dorso y la flexión de las falanges de los dedos.

Seguidamente, el desarrollo de los planos y diseño (Ver Anexo 1) se implementó el guante electrónico para el procesamiento de señas, el cual fue acondicionado con sensores, microcontrolador arduino y demás elementos semiconductores requeridos para captar la señal, convertir y extraer la información. El sistema implementado fue programado mediante la plataforma arduino mediante la configuración de un código que permite el procesamiento de los datos captados.

El prototipo es muy fácil conectar y manipular. El sistema no solo beneficia la problemática presentada actualmente con relación a la población discapacitada, sino que además brinda una herramienta de gran ayuda para la enseñanza-aprendizaje en las Unidades Tecnológicas de Santander sede Barrancabermeja. Se elaboró una interfaz (usuario – dispositivo) mediante la programación de una aplicación móvil Android, con la finalidad de visualizar las señales emitidas una vez ejecutado el código y cargado el programa de control del sistema de guantes.

6. RECOMENDACIONES

Se sugiere que antes de empezar a utilizar el sistema de traducción se recomienda que el usuario verifique las conexiones del circuito, y la ubicación correcta del puerto de comunicación. Además, se debe comprobar la instalación de los drivers del módulo Xbee y de la tarjeta Arduino. Los usuarios deben evitar realizar movimientos bruscos puesto que pueden producirse daños en las conexiones de los sensores o en los elementos electrónicos del sistema

Se recomienda a la institución fundamentar la investigación presentada por lo que para trabajos futuros se podría aumentar la cantidad de sensores en el guante para mejorar el sistema de traducción; sin embargo, debe tomarse en cuenta que esto aumentaría el tamaño de la placa de acondicionamiento, reduciendo así la comodidad y la correcta manipulación del prototipo. El uso de algoritmos de reconocimiento más complejos como redes neuronales, cadenas de Markov o clasificadores Bayesianos podría aumentar el porcentaje de efectividad del sistema (Montanés & Holgado, 2018).

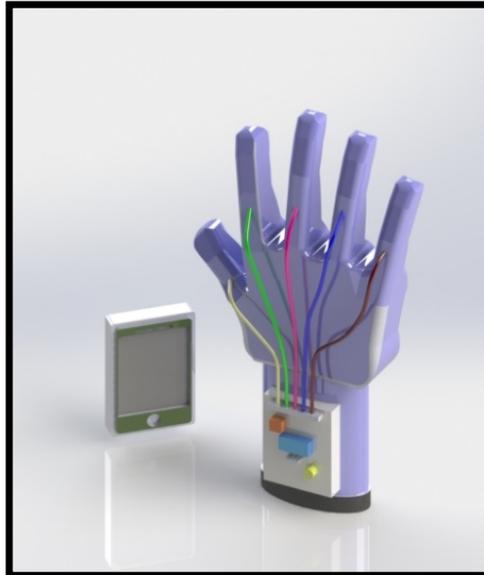
7. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, P. A., & Leon, H. A. (2013). Diseño y construcción de un guante prototipo electrónico capaz de traducir el lenguaje de señas de una persona sordomuda al lenguaje de letras. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Aimara, A., & Martínez, A. (2017). Diseño e implementación de un dispositivo electrónico mediante un sistema embebido para la traducción del lenguaje de señas a palabra. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Arellano, D. A. (2017). Guante Electrónico para Traducir de Lenguaje de Señas a Caracteres con Voz Artificial y Conexión Inalámbrica a Dispositivos Móviles para Personas con Discapacidad Auditiva y de Lenguaje en la Universidad Técnica de Ambato. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Duque, D., & Ibarra, M. (2014). Diseño e implementación de un guante electrónico que permite transformar el lenguaje de señas en caracteres y reproducción sonora de voz artificial. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- Jiménez, L. A. (2016). Diseño e implementación de un prototipo para la traducción del lenguaje de señas mediante la utilización de un guante sensorizado. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Ley 1341. (2009). Por lo cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las tecnologías de la información y las comunicaciones -TIC- se crea la gencia nacional de espectro y se dictan otras disposiciones. Colombia: Congreso de Colombia.
- Ley 1672. (2013). Congreso de la República. Colombia: República de Colombia.
- Luna, Y., & Carbajal, J. (2015). Sistema de reconocimiento de alfabeto del lenguaje de señas Mexicano usando dispositivos móviles. México: Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Computo.

- Marin, F. A., & Perez, F. J. (2002). Tecnologías de ayuda en personas con trastorno de comunicacion. España: NAU Libre Intervencion y Sistemas Aunmentativos de Comunicacion .
- Montanés, J., & Holgado, J. (2018). Diseño y construcción de un guante de datos para el reconocimiento gestual de lenguajes gestuales complejos. España: Centro de investigación en tecnologías de la información y comunicación.
- Organización mundial de salud. (2011). Perdida de audición en la niñez. sd: OMS.
- Pozo, L. C., & Villacis, P. A. (2016). Diseño e implementacion de un par de guantes interpretes del lenguaje de señas elementales al lenguaje escrito mediante un sotware libre para facilitar el aprendizaje en la unidad educativa especializada Cotopaxi. Latacunga: Universidad de las fuerzas armadas ESPE.
- Villa, B., Valencia, V., & Berrio, J. (2018). Diseño de un sistema de reconocimiento de gestos no moviles mediante el procasamiento digital de imagenes. Cali: Universidad Autonoma del Caribe.

ANEXOS

Anexo 1. Guante y dispositivo móvil



Fuente: Autor