INDICE

1.- Introducción 2

1.1.- Justificación 3

1.2.- Objetivo 4

1.2.1.- Objetivos específicos 4

1.3.- Planteamiento del problema 5

1.4.- Caracterización del área de trabajo 5

1.5.- Problemas a resolver 9

1.6.- Alcances y limitaciones 9

2.- Fundamento teórico 11

2.1.- Lenguaje De Señas 11

2.1.1.- Diferencias básicas entre el idioma Español y el LSM 11

2.1.2.- Abecedario en Lenguaje de señas mexicanas 12

2.2.- Sensor de Estado Lógico 12

2.2.1.- Fotorresistencia 13

2.2.2.- Características De La LDR 13

2.2.3.- Valores en uso de LDR 14

2.3.- Sensor acelerómetro 14

2.3.1.- Tecnologías de funcionamiento del acelerómetro y tipos 15

2.3.2.- Aplicaciones 16

2.3.3.- Datos de acelerómetro de un celular 17

2.3.4.- Acelerómetro LSM303 18

2.4.- Sensor de velocidad angular (Giroscopio) 19

2.4.1.- LPR550AL 19

2.5.- Android 20

2.6.- App Inventor 21

2.7.- Arduino 22

2.7.1.- ¿Por qué Arduino? 22

2.7.2.- La placa Arduino Mega 2560 22

3.- Metodología 26

3.1.- Hardware (Guantes) 26

3.1.1 Acoplamiento del sensor fotoresistivo 26

3.1.2.- Acondicionamiento de la señal 28
3.1.3.- Diagrama de conexión de los componentes 30
3.2.- Software (programación) 32
3.2.1- Ejemplo de obtención de letra. 33
3.2.2 - Ejemplo de creación de palabra o frase. 35
3.3.- Interfaz de usuario (Aplicación) 38
3.3.1 Modulo bluetooth 38
3.3.2 Desarrollo de la aplicación Android (Interfaz gráfica) 39
3.3.3.- Instalación de la App (Aplicación) 42
3.3.4.- Vinculación modulo bluetooth con Dispositivo 42
4.- Pruebas 44
5.- Resultado 46
6.- Conclusión 49
7.- Bibliografía 50
8.- Anexos 51

1.- Introducción

La persona con discapacidad auditiva, ha descubierto y desarrollado otras formas de expresión del lenguaje en su vida cotidiana, como lo es el caso particular del lenguaje de señas propio para cada nación. “Lenguaje” es un concepto más amplio que la palabra hablada; abarca distintos canales para comunicarnos (los sentidos, el cuerpo, los gestos, el movimiento, la mirada, las expresiones artísticas, la escritura, las señales, los signos, etc.). La persona oyente, reduce estas otras posibilidades de lenguaje y no utiliza en todo su potencial estos canales, a excepción de ambientes particulares como en el deporte, uso militar, navegación, etc.

El lenguaje de signos es una respuesta creativa de los sordos ante la experiencia de una sordera profunda (hipoacusia profunda), es independiente de cualquier lenguaje oral (lengua hispana). Brinda a las personas sordas la oportunidad de expresarse o comunicarse, desarrollando totalmente su potencial en una forma en que el lenguaje oral no se lo permite.

Retomando lo anterior, se pretende entender mejor el lenguaje de señas mexicano (LSM) y facilitar la comunicación entre personas de habla oral y lenguaje de señas.

Se obtendrán datos necesarios de la posición y movimiento del lenguaje de señas (Abecedario y palabras), para censar cada movimiento que se hace, mediante de los guantes determinar su posición y se logre identificar que palabra o letra se está formando y se pueda enviar esta información a un medio receptor (Celular Android) y en este mostrar la letra o palabra que se forme.

1.1.- Justificación

En la actualidad aún hay grandes barreras de comunicación entre personas que se comunican mediante el habla y las de LSM, debido al momento en el cual se da el caso en que una persona que no tiene ningún conocimiento en LSM y tiene a comunicarse con una persona que tiene dicha discapacidad de comunicación, tienden hacer muy complicada o en casos extremos a no entenderse en nada y esto hace que se genere un tipo de discriminación al no poder completar el canal de comunicación. Para hacer más pequeñas estas brechas se trabaja en escuelas y empresas nuevas técnicas que ayuden con el uso de la tecnológica y ciencia a diseñar nuevos prototipos que permitan ser el medio por el cual se pueda llevar a cabo una comunicación que les ayude en ámbito social y laboral.

Teniendo estas necesidades se pretende hacer guantes didácticos que permitan la traducción de LSM y lo envíen a un equipo Android, esto cuidando que no sea un proyecto muy caro, que no esté dañando al ecosistema y que principalmente tengo un uso de beneficio para la sociedad.

1.2.- Objetivo

Diseñar e implementar un guante didáctico para la interpretación de lenguaje de señas para personas sordomudas con la finalidad de facilitar su comunicación con cualquier persona, utilizando los movimientos de la mano y articulaciones para poder determinar cada palabra o letra.

1.2.1.- Objetivos específicos

- Diseño y construcción del guante que permitirá la recepción de movimientos de la mano y enviará los datos obtenidos hacia la interfaz
- Diseño y construcción de las placas del acelerómetro y giroscopio.
- Desarrollo de la aplicación de Android que será la interfaz gráfica entre el hardware y usuario.

1.3.- Planteamiento del problema

Los métodos de enseñanza actuales no contribuyen al buen aprendizaje debido a que la forma de aprender no es autodidacta ya que en todos los métodos actuales se depende directamente de una persona que funja como guía o tutor ya sea dentro de un curso o bien en la ayuda de la compresión de un libro.

La principal causa de que los métodos actuales no sean tan efectivos y que no haya desarrollo o evolución de ellos es la falta de investigación para desarrollar prototipos directamente orientados a la enseñanza de lenguaje de señas autodidactas, por eso mismo las personas tienen que experimentar cual es el método adecuado para su aprendizaje, y el aprendizaje es tardío.

Otra causa importante de este problema es que existen muy pocas instituciones y por lo mismo pocos profesores enfocados a la enseñanza del lenguaje de señas además de que de esta forma la enseñanza requiere de mucha paciencia tanto del profesor como de la persona aprendiz, lo cual acarrea que las personas en muchas ocasiones tengan que viajar para poder llegar a un centro de ayuda o bien los profesores tengan que viajar hasta el lugar de origen de las personas sordomudas para impartir un curso.

1.4.- Caracterización del área de trabajo

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez:

El Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez Chiapas es una institución de 40 años con un compromiso social con la comunidad. Los logros de la Institución son producto del aprovechamiento de la capacidad instalada en aulas, talleres, laboratorios, centro de información y de cómputo, pero sobre todo de las capacidades del personal que atiende y hace posible la realización de los servicios institucionales.

Valores:

- el ser humano.
- el espíritu de servicio.
- el trabajo en equipo.
- el liderazgo.
- la calidad.
- el alto desempeño.
- respeto al medio ambiente.

Misión:

La misión del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez es formar de manera integral profesionales de excelencia en el campo de la ciencia y la tecnología con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores éticos.

Visión:

Ser una institución de excelencia en la educación superior tecnológica del sureste, comprometida con el desarrollo socioeconómico sustentable de la región.

Departamento de electrónica y eléctrica.

Departamento de Electrónica

Objetivo

Formar profesionistas con competencias profesionales para diseñar, modelar, implementar, operar, integrar, mantener, instalar, administrar, innovar y transferir tecnología electrónica existente y emergente en proyectos interdisciplinarios, a nivel nacional e internacional, para resolver problemas y atender las necesidades de su entorno con ética, actitud emprendedora, creativa, analítica y comprometidos con el desarrollo sustentable.

Perfil

- Diseñar, analizar y construir equipos y/o sistemas electrónicos para la solución de problemas en el entorno profesional, aplicando normas técnicas y estándares nacionales e internacionales.
- Crear, innovar y transferir tecnología aplicando métodos y procedimientos en proyectos de ingeniería electrónica, tomando en cuenta el desarrollo sustentable del entorno.
- Promover y participar en programas de mejora continua aplicando normas de calidad en toda empresa.
- Planear, organizar, dirigir y controlar actividades de instalación, actualización, operación y mantenimiento de equipos y/o sistemas electrónicos.
- Aplicar las nuevas Tecnologías de la información y de la comunicación, para la adquisición y procesamiento de datos.
- Desarrollar y administrar proyectos de investigación y/o desarrollo tecnológico.
- Ejercer la profesión de manera responsable, ética y dentro del marco legal.
- Asumir las implicaciones de su desempeño profesional en el entorno político, social, económico y cultural.
- Comunicarse con efectividad en forma oral y escrita en el ámbito profesional tanto en su idioma como en un idioma extranjero.
- Ejercer actitudes emprendedoras, de liderazgo y desarrollar habilidades para la toma de decisiones en su ámbito profesional.
- Comprometer su formación integral permanente y de actualización profesional continua, de manera autónoma.
- Dirigir y participar en equipos de trabajo interdisciplinario y multidisciplinario en contextos nacionales e internacionales.
- Capacitar y actualizar en las diversas áreas de aplicación de ingeniería electrónica.

- Simular modelos que permitan predecir el comportamiento de sistemas electrónicos empleando plataformas computacionales.
- Seleccionar y operar equipo de medición y prueba.
- Utilizar lenguaje de descripción de hardware y programación de microcontroladores en el diseño de sistemas digitales para su aplicación en la resolución de problemas.
- Resolver problemas en el sector productivo mediante la automatización, instrumentación y control.
- Desarrollar aplicaciones en un lenguaje de programación de alto nivel para la solución de problemas relacionados con las diferentes disciplinas en el área.
- Diseñar e implementar interfaces gráficas de usuario para facilitar la interacción entre el ser humano, los equipos y sistemas electrónicos.

Departamento de eléctrica.

Objetivo

Formar profesionales competentes en Ingeniería Eléctrica con capacidad creativa, emprendedora, de análisis, liderazgo y capacidad de trabajo en equipo, que realicen actividades de diseño, innovación, adaptación y transferencia de tecnologías para resolver problemas del área de su competencia en forma competitiva atendiendo las necesidades del entorno globalizado, con una conciencia ética y social, asumiendo un compromiso con el desarrollo tecnológico y sustentable.

Perfil

- Planear, diseñar, instalar y operar sistemas eléctricos de potencia, conforme a la normatividad nacional e internacional vigente.
- Planear, diseñar, instalar y operar sistemas de utilización de la energía eléctrica, con base en las normas de eficiencia energética.
- Planear, diseñar, instalar y operar sistemas de control y automatización, utilizando tecnología de punta.
- Analizar, diagnosticar y presentar soluciones a problemas relacionados con la calidad de la energía eléctrica.
- Participar en la administración y toma de decisiones de los recursos humanos, económicos y materiales en la ejecución de obras eléctricas.
- Promover y aplicar las acciones necesarias relacionadas con el desarrollo sustentable de manera responsable, legal y ética.
- Promover y realizar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico.
- Adaptar nuevas tecnologías en la mejora de los procesos industriales, equipos y obras eléctricas.
- Probar, interpretar, diagnosticar y realizar mantenimiento de equipos e instalaciones eléctricas.
- Utilizar las nuevas tecnologías de la información y comunicación.
- Poseer una visión emprendedora realizando actividades de consultoría estableciendo su propia empresa para coadyuvar en el desarrollo de su entorno.

- Participar en equipos interdisciplinarios y multidisciplinarios.
- Fortalecer los valores individuales y colectivos a través de la comunicación.
- Fomentar el desarrollo de habilidades para una correcta y eficaz comunicación oral y escrita.
- Desarrollar habilidades gerenciales para impulsar el éxito de la empresa.
- Comprender su entorno político, económico, social y cultural.
- Crecer personalmente en todas sus dimensiones, adquiriendo conciencia de su propia identidad, sus aspiraciones y su propia identidad, sus aspiraciones y sus potencialidades.

LABORATORIO DE ELECTRÓNICA.

- Elaboración de proyectos de residencia de los alumnos de 9no semestre
- Guantes didácticos para la interpretación de lenguajes de señas para personas sordomudas.
- Fuente estabilizada de corriente.
- Sintetizador de voz.
- Plataforma de medición y corrección.
- Detector de oscilaciones en líneas de transmisión de energía eléctrica.
- Sistema de regularización y monitores de luz y ruido en un área de naneotología soportado en Android.
- Propuesta de análisis al sistema y control electromecánico de la unidad 1 de la central hidroeléctrica Manuel Moreno Torres.

CLUB DE ROBÓTICA (ROBOTEC).

En esta área se realizan propuestas y proyectos de las carreras de ingeniería en electrónica eléctrica y sistemas bajo la supervisión del ingeniero Álvaro Hernández Sol, además de participar en la competencia de VEX Robotics en la que se han obtenido prestigiados reconocimientos por las categorías de diseño y de mecánica, primeros lugares en las competencias, y diversas competencias de robótica dentro del estado.

Primer lugar en el 3er torneo regional universitario de robótica, efectuado el 23 de octubre del 2013 en Cintalapa, Chiapas donde se obtuvo el premio a la excelencia con el 1er lugar en diseño, 1er lugar en construcción, 1er lugar en programación y 1er lugar en el ranking, lo que los coloca a la cabeza ante las diferentes universidades del estado de Chiapas

Se imparten cursos a alumnos que lo deseen de distintos software como Arduino, Proteus, PLC, Autodesk, Mikro-C, entre otros, además de asesorías de asignaturas como matemáticas, física, circuitos eléctricos, electrónica digital etc.

En este club de robótica se desarrollo el proyecto de residencia de guante didáctico para la interpretación del lenguaje de señas para personas sordomudas mediante el uso de sensores fotoresistivos en conjunto con un acelerómetro y un giroscopio para los movimientos que genera la mano para la representación de palabras o letras.

1.5.- Problemas a resolver

La ubicación de los sensores en el guante fue el primer problema que se tuvo al desarrollar el proyecto y se solucionó colocando los sensores resistivos en los nudillos, el acelerómetro y el giroscopio en el metacarpiano de la mano.

La representación de las señas fue el segundo problema ya que debido a la cantidad de sensores en las manos era complicado manipular con facilidad el guante, así que se opto por enviar únicamente letras con el guante izquierdo mediante el uso de 10 sensores fotoresistivos; para el guante derecho únicamente se usaron 5 sensores fotorresistivos además de actuar en conjunto con el acelerómetro y el giroscopio para enviar únicamente palabras.

Para el uso del acelerómetro y giroscopio nos encontramos con uno de los mayores problemas debido a su dificultad para poder obtener su señal, ya que el acelerómetro cambiaban sus valores con respecto a la posición que se tenía, esto se solucionó mediante una función llamada calibración en la cual nos ayudamos en un led que enciende cuando nos encontramos en el rango establecido para así poder saber que nos encontramos en la posición optima para comenzar a interpretar el Leguaje de Señas Mexicano (LSM).

El último problema que se tuvo fue el acomodamiento de los cables ya que eran demasiados cables y daba mal aspecto a los guantes, la solución se obtuvo mediante el uso de thermofit de ½ pulgada colocando dentro de este todo el cableado que iba hacia el Arduino mega haciéndolo ver más estético.

1.6.- Alcances y limitaciones

Alcances:

El proyecto tendrá un alto impacto ya que es innovador y tendrá la facilidad de poder usarlo cualquier persona que sepa el lenguaje de señas mexicano, pretendiendo que sea utilizado en aulas donde den capacitación a personas que padecen la discapacidad de sordera. Este proyecto tiene como propósito facilitar la comunicación de personas sordomudas con personas que no saben el LSM, además de facilitar la enseñanza del lenguaje a cualquier persona con esta discapacidad.

Se desarrolló una aplicación para el S.O Android para la comunicación vía inalámbrica con cualquier dispositivo con el mismo S.O la cual es muy útil y facilita a todos ya que la mayoría posee Smartphone compatibles con la App.

Limitaciones:

Como primer limitación se tuvo que el guante es únicamente para personas con manos medianas y grandes, ya que en manos demasiadas pequeñas no se contaba con el espacio suficiente para manipular el guante con los sensores.

Los gastos para hacer un mejor diseño del guante fue otra limitación ya que no contamos con ningún apoyo económico para la elaboración del proyecto; el tiempo para la elaboración del guante fue poco para poder resolver todos los problemas que se presentaron ya que se requería de mas tiempo para un funcionamiento optimo del 100%.

El giroscopio utilizado no fue el más conveniente para usar en el proyecto debido a su funcionamiento ya que era complicado establecer funciones de acuerdo a los valores que este envía.

2.- Fundamento teórico

2.1.- Lenguaje De Señas

Como seres sociables por naturaleza, normalmente buscamos la manera de interactuar y comunicarnos con nuestro semejante. Sin embargo, a diferencia del lenguaje oral, que aprendemos a hablar por medio de repetir lo que escuchamos, y que posteriormente aprendemos a escribir y leer, el lenguaje del sordo se basa en signos o señas, por medio del cual puede expresar sus ideas y sentimientos. Se puede calificar este lenguaje como gesto-visual ya que está basado en el uso de las manos, expresiones faciales y el cuerpo en general y como espacio-visual al ubicar lo que se dice en un "espacio".

Aunque la comunicación por medio de señas constituye un lenguaje natural para las personas sordas, en México no todas las escuelas dedicadas a la enseñanza de los sordos promueven su uso. Algunos sordos aprenden a pronunciar, leer los labios e incluso leer y escribir español, en un esfuerzo por "integrarlos" a la sociedad de oyentes. En el mejor de los casos, además de aprender lo anterior, también aprenderán a comunicarse entre sordos por el uso del *Lenguaje de signos mexicano* (LSM), el lenguaje usado por la población de sordos en México. Sin embargo, otros sordos han sido marginados. Nunca han ido a la escuela y no conocen el LSM, sino que se comunican sólo con su familia y allegados por medio del uso de "señas familiares" (creadas por ellos o sus parientes), mímica o dibujos.

Aún otra manera de comunicarse con los sordos consiste en el "español de señas exactas" o "españolización", el cual consiste "transliterar" palabra por palabra el idioma Español usando las señas del LSM, y "deletreando" con el *abecedario en LSM* los términos que en este último no se utilizan, (como los artículos y muchos de los pronombres). Esto sin embargo, puede resultar confuso para los sordos, pues en realidad el LSM es muy diferente del español. De hecho no existe una seña para cada palabra en español. Por otro lado, el que exista en nuestro país un lenguaje "oficial" no quiere decir que éste sea completamente uniforme. Muchas veces varía según la ciudad o región, y se diferencia particularmente en lo relativo a terminología religiosa. Si esto aplica al LSM, podemos imaginarnos la gran variedad de lenguajes de señas que existen alrededor del mundo, en donde prácticamente cada país, aunque comparta el mismo idioma hablado, tendrá un conjunto de signos diferenciados para la comunicación entre sordos, los cuales parecen muy poco entre sí. Por ejemplo en México, aunque el LSM se deriva del sistema de signos francés (traído a finales del siglo XIX), se diferencia del lenguaje de señas francés y americano (ASL) pues utiliza muchas de las señas que ya se utilizaban antes de esto en el país. Asimismo, una característica del LSM es la "inicialización", es decir, tomar del alfabeto del lenguaje de signos la seña que corresponde a la primera letra de la palabra en español que se está explicando.

2.1.1.- Diferencias básicas entre el idioma Español y el LSM

- **Cantidad de palabras:** Si se le compara con el español, el LSM utiliza un léxico más básico. No existe una seña para cada palabra en español.

Muchas veces se puede utilizar una misma seña para las diferentes grados o niveles de una palabra en Español, en donde la intensidad de dicho nivel lo da la manera en que se signa (velocidad, fuerza y sobre todo la expresión facial).

- **Uso de verbos:** En LSM el verbo aparece sin conjugarse, en infinitivo. Para indicar el tiempo en que ocurre la acción, se utiliza una seña aparte (véase el apartado "Tiempo" de la sección Reglas gramaticales del LSM). Asimismo, para aplicarle la acción a alguien se ubica previamente a este en un espacio para después hacer la seña cerca de dicho espacio.
    - En LSM rara vez se utilizan los verbos ser o estar.
- En LSM el número generalmente va después del sustantivo. Ejemplo: Hijo 2 (LSM) en lugar de 2 hijos (Español).
- Se omiten los artículos (el, la, los, etc.) y la mayoría de los pronombres en LSM. La manera de aplicar una idea o acción a alguien es mediante la ubicación de este en un espacio, para posteriormente señalarlo, o bien, hacer la seña cerca del espacio donde se posicionó.

2.1.2.- Abecedario en Lenguaje de señas mexicanas

Se representan la mayoría de las letras desde el punto de vista del *observador,* con excepción de las letras G, H, K, Q, X y Y, las cuales se aparecen como las vería quien las está configurando.

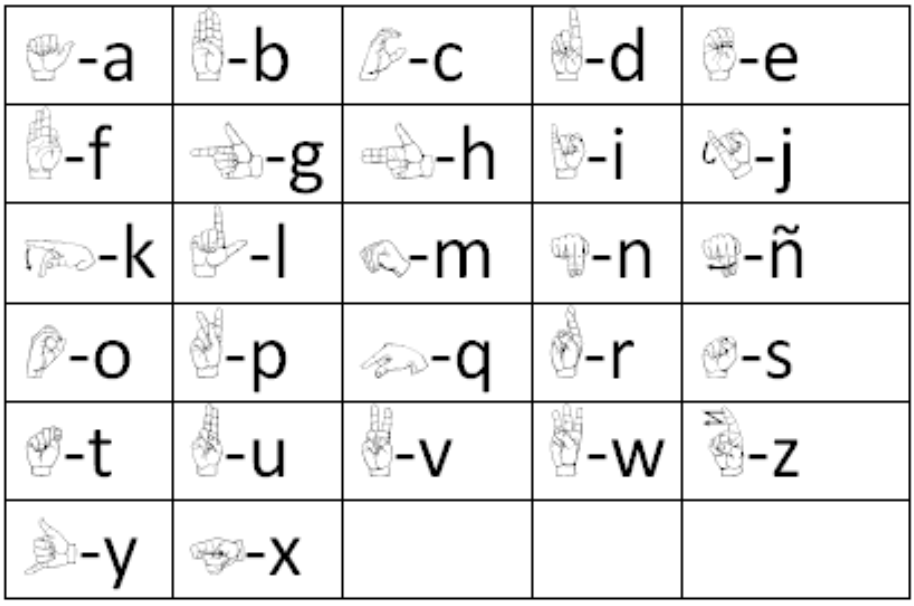


Figura 1- Abecedario LSM

2.2.- Sensor de Estado Lógico

En los circuitos digitales es muy común referirse a las entradas y salidas digitales como estados altos*(H)* y bajo*(L) figura 2*, (niveles lógicos altos o bajos), a la entrada alta se le asocia un "1" (5v) y a la entrada baja un "0" (Gnd) y lo mismo sucede con las salidas.

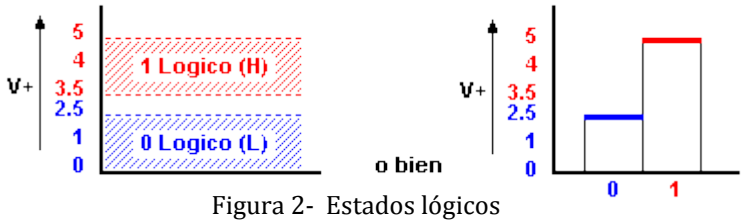


Figura 2- Estados lógicos

2.2.1.- Fotorresistencia

Fotocelda o fotorresistencia cambia su valor resistivo conforme la intensidad de luz que incide en su superficie sensitiva.

Una fotorresistencia es un componente electrónico cuya resistencia disminuye con el aumento de intensidad de luz incidente. Puede también ser llamado fotorresistor, fotoconductor, célula fotoeléctrica o resistor dependiente de la luz, cuyas siglas, LDR, se originan de su nombre en inglés *light-dependent resistor*. Su cuerpo está formado por una célula o celda y dos patillas. En la *figura 3* se muestra su símbolo eléctrico.

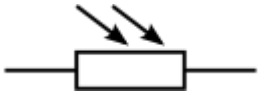


Figura 3.- Abecedario LSM

El valor de resistencia eléctrica de un LDR es bajo cuando hay luz incidiendo en él (puede descender hasta 50 ohms) y muy alto cuando está a oscuras (varios megaohmios).

2.2.2.- Características De La LDR

Su funcionamiento se basa en el efecto fotoeléctrico. Un fotorresistor está hecho de un semiconductor de alta resistencia como el sulfuro de cadmio, CdS. Si la luz que incide en el dispositivo es de alta frecuencia, los fotones son absorbidos por las elasticidades del semiconductor dando a los electrones la suficiente energía para saltar la banda de conducción. El electrón libre que resulta, y su hueco asociado, conducen la electricidad, de tal modo que disminuye la resistencia. Los valores típicos varían entre 1 MΩ, o más, en la oscuridad y 100 Ω con luz brillante.

Las células de sulfuro del cadmio se basan en la capacidad del cadmio de variar su resistencia según la cantidad de luz que incide la célula. Cuanta más luz incide, más baja es la resistencia. Las células son también capaces de reaccionar a una amplia gama de frecuencias, incluyendo infrarrojo (IR), luz visible, y ultravioleta (UV).

La variación del valor de la resistencia tiene cierto retardo, diferente si se pasa de oscuro a iluminado o de iluminado a oscuro. Esto limita a no usar los LDR en aplicaciones en las que la señal luminosa varía con rapidez. El tiempo de respuesta típico de un LDR está en el orden de una décima de segundo. Esta lentitud da ventaja en algunas aplicaciones, ya que se filtran variaciones rápidas de iluminación que podrían hacer inestable un sensor (ej. tubo fluorescente alimentado por corriente alterna). En otras aplicaciones (saber si es de día o es de noche) la lentitud de la detección no es importante. Se fabrican en diversos tipos y

pueden encontrarse en muchos artículos de consumo, como por ejemplo en cámaras, medidores de luz, relojes con radio, alarmas de seguridad o sistemas de encendido y apagado del alumbrado de calles.

2.2.3.- Valores en uso de LDR

Los valores de una fotoresistencia cuando está totalmente iluminada y cuando está totalmente a oscuras varía. Puede medir de 50 ohmios a 1000 ohmios (1K) en iluminación total y puede ser de 50K (50,000 Ohms) a varios megaohmios cuando está a oscuras.

El valor de la fotorresistencia (en Ohmios) no varía de forma instantánea cuando se pasa de luz a oscuridad o al contrario, y el tiempo que se dura en este proceso no siempre es igual si se pasa de oscuro a iluminado o si se pasa de iluminado a oscuro. Esto hace que el LDR no se pueda utilizar en muchas aplicaciones, especialmente aquellas que necesitan de mucha exactitud en cuanto a tiempo para cambiar de estado (oscuridad a iluminación o iluminación a oscuridad) y a exactitud de los valores de la fotorresistencia al estar en los mismos estados anteriores. Su tiempo de respuesta típico es de aproximadamente 0.1 segundos.

2.3.- Sensor acelerómetro

El movimiento mecánico lo podemos definir en término de varios parámetros que son listados en la *tabla 1* algunos de los valores pudieran ser constantes, variar periódicamente o cambiar de manera compleja. De manera muy general, si el desplazamiento es de forma continua respecto al tiempo o es repetitiva, se pensara que es una vibración. De otra manera, si la acción es un solo evento simple, donde el movimiento decae o se amortigua después de que un evento dinámico adicional toma lugar, un shock. Obviamente, la acción repetitiva de esto en cada desplazamiento tiene características vibratorias, aunque estas propiedades sean discontinuas. En cada evento, el choque mecánico y la vibración mecánica envuelven parámetros de frecuencia, amplitud y comportamiento de onda. La medición consiste en la aplicación de la instrumentación necesaria para obtener el tiempo de desplazamiento, velocidad y/o aceleración. Subsecuentemente el análisis nos provee de información adicional como las frecuencias y amplitudes sobre los componentes armónicos y las relaciones desplazamiento-tiempo que no son directamente medidas. Las pruebas y métodos de medición son muy diferentes.

Tabla 1.- Parámetros del movimiento

Parámetros	Movimiento lineal	Movimiento Angular
Desplazamiento	$\boldsymbol{s = f(t)}$	$\boldsymbol{\theta = g(t)}$
Velocidad	$\boldsymbol{v = \frac{ds}{dt}}$	$\Omega = \boldsymbol{\frac{d\theta}{dt}}$
Aceleración	$\boldsymbol{a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 s}{d^2 t}}$	$\boldsymbol{a = \frac{d\Omega}{dt} = \frac{d^2 \theta}{d^2 t}}$
Sobre aceleración/Tirón	$\boldsymbol{\frac{da}{dt}}$	$\boldsymbol{\frac{d \propto}{dt}}$

El término acelerómetro es aplicado en la recepción cuyas salidas de datos están en función de la aceleración. Al hablarse de vibración en los párrafos anteriores, podemos considerar también un instrumento llamado vibrómetro o recolector de vibraciones, el cual no es de nuestro interés en este trabajo pero el diseño y la aplicación de un vibrómetro y un acelerómetro son diferentes, ya que la información de salida en el vibrómetro está en función de la velocidad.

Ahora bien, un acelerómetro mide la aceleración de un objeto al que va unido y lo hace respecto de una masa inercial interna.

Existen varios tipos de tecnologías y diseños que pueden ser muy distintos entre sí según la aplicación a la cual van destinados y las condiciones en las serán utilizados. La forma de seleccionar un acelerómetro adecuado hay que tomar en cuenta los rangos de temperatura y frecuencia, tamaño, gravedad, resistencia al maltrato y el precio.

Este tipo de instrumentación recolecta información relacionada con las vibraciones y oscilaciones, lo cual era usado casi siempre de manera industrial, pero en los últimos años su uso ha sido diversificado**.**

2.3.1.- Tecnologías de funcionamiento del acelerómetro y tipos

- Acelerómetro de Alta Impedancia

Provee una señal de salida de fácil obtención, para después emplear métodos para convertirla a una de baja impedancia antes de ser enviada al sistema que registrará los datos. Esta se mide en pC/g (pico coloumbs por g). Cuenta con algunas ventajas como el poder operar a temperaturas arriba de los 120 ºC.

- Acelerómetro de Baja Impedancia

Se emplean sistemas microelectrónicos, cosa que el de alta impedancia no es capaz, los cuales detectan la carga generada por el sensor, de esta manera se obtiene directamente la señal en baja impedancia y solamente se transmite la señal. Sus unidades son los mv/g (milivoltios por unidad g). Sus ventajas es que no requiere la transformación de alta a baja impedancia y se utilizan cuando se requiere cubrir grandes distancias.

- Tecnología capacitiva.

Estos dispositivos se encargan de variar la posición relativa de las placas de un micro condensador cuando este se encuentra bajo la influencia de aceleraciones. De otra manera, este tipo de acelerómetros se encargan de variar la capacidad entre varios conductores, dos o más, entre los cuales esta un material dieléctrico. Los sensores que son construidos con esta tecnología miden la aceleración cuando se encuentren integrados en un chip de silicio, este tipo de chips reduce los problemas relacionados con la humedad, temperatura, número total de terminales, etc.

Los sensores son formados internamente por un conjunto de capacidades ancladas al circuito, por otro lado existe un conjunto de placas centrales que se encuentran unidas a anillos que permiten que se muevan estas placas. Como ejemplo, en el siguiente sensor las zonas más oscuras son las capacidades ancladas al circuito integrado (como Cao y Cbo), mientras que las placas centrales son las que se encuentran en el centro de dos capacidades fijas.

2.3.2.- Aplicaciones

La medición de la vibración tiene grandes aplicaciones, últimamente la más solicitada por mucho es los teléfonos celulares, actualmente todos los teléfonos de última generación incluyen este dispositivo el cual es de mucha ayuda para gran variedad de aplicaciones, pero no es la única aplicación de los acelerómetros. Entre sus aplicaciones que más rápidamente nos vienen a la mente son el automoviles, tan solo en 1890 se patentó un acelerómetro de péndulo, para registrar la aceleración y el frenado de vehículos de carretera y ferrocarril por parte de la marca de autos Lanchester. A continuación se enlistan otras tantas más aplicaciones.

- *Industria:* en general se utilizan para medir las vibraciones de las máquinas, usualmente trabajan en cierto rango de vibraciones, pero si es excedido dicho rango envía una señal notificando que la máquina está funcionando anormalmente, lo cual indicaría un fallo en el sistema u operación en condiciones no adecuadas.

- *Industria militar:* se incorporan acelerómetros al momento de la fabricación de misiles y otro tipo de armamento. Esto se debe a que una vez lanzado el objeto éste irá reportando cual es su aceleración, velocidad y en que dirección. Así se establece el momento preciso en el que se detonará la carga para un mayor daño al objetivo.

- *Sistema de navegación inercial:* basado en acelerómetros y sensores de rotación conectados a una computadora. Este sistema ocupa la aplicación del acelerómetro para determinar posición, aceleración, velocidad y rapidez. Esta navegación aunque estimada es muy útil ya que no se necesita referencia externa para su uso. Este sistema es usado en barcos, submarinos, naves espaciales y aeronaves.

Existe una variación de este sistema que es usado para helicópteros, ya que a diferencia de las aeronaves con ala fija, utilizado una ala rotatoria. El rotor proporciona los datos de desplazamiento como elevación.

- *Robots:* en operación, un brazo mecánico que sirva para mover objetos de un lugar a otro tiene que establecer cierta fuerza para agarrar el objeto, esta fuerza se debe medir debido a que si la excede puede dañar el objeto, o si es muy poca podría deslizarse el objeto durante su trayectoria.

- *Teléfonos celulares:* Se utilizan para saber la rotación de los dispositivos, su inclinación, aceleración. Algunas aplicaciones ocupan el acelerómetro para determinar la orientación de la pantalla del dispositivo y rotarla de acuerdo a su posición. Existen juegos que ocupan la aceleración en los ejes para funcionar (girar el celular para conducir un auto de carreras, mover una esfera, etc.). De la misma manera un sistema de GPS ocupa la aceleración del celular para obtener una ubicación más detallada en navegación.

De ésta última aplicación en el SO móvil Android se pueden instalar aplicaciones para determinar el movimiento en cada eje y registrarlo.

2.3.3.- Datos de acelerómetro de un celular

En la *figura 4* se puede apreciar el movimiento que se capta mediante el acelerómetro en el celular, se trata de un acelerómetro multi-eje que capta el movimiento en cada eje y se obtiene la rapidez. La mayoría de las aplicaciones desarrolladas actualmente utilizan las funciones del acelerómetro para una mayor interacción y obtener más funciones.

Un ejemplo es la aplicación “AccSim” para iOS 6 donde nos señala igualmente los valores en cada eje que se obtienen con el acelerómetro en cierta posición que tiene el dispositivo, en este caso un iPod.

En general los acelerómetros son de gran utilidad en muchos aspectos de la vida cotidiana, gran cantidad de dispositivos incluyen esta tecnología. Hay aparatos que dependen de la presencia de un sensor de aceleración o desplazamiento para obtener coordenadas, posicionarse, o decidir que acción tomar en base a los datos registrados por un acelerómetro.

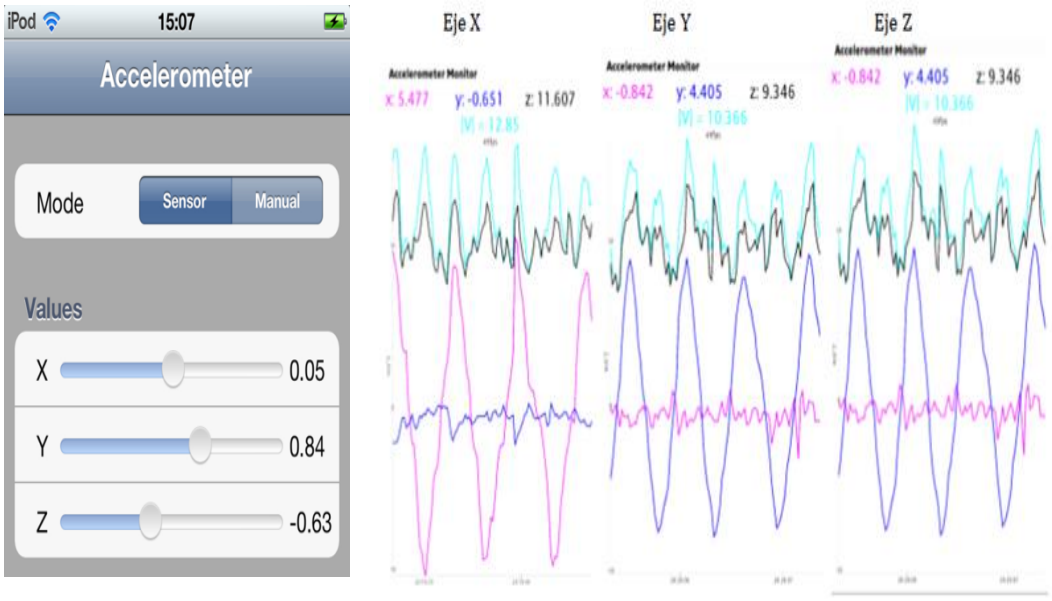


Figura 4- Aplicación “AccSim” y datos obtenidos de los ejes x,y,z

2.3.4.- Acelerómetro LSM303

El LSM303 tiene muchas opciones configurables, incluyendo sensibilidades dinámicamente seleccionables para el acelerómetro y magnetómetro, una selección de tipos de datos de salida, y dos patillas de interrupción inercial externos independientemente programables. El magnetómetro y acelerómetro pueden activarse de forma individual y se apagan para ahorrar energía, con una función especial de sueño para despertar permite el acelerómetro para dormir hasta que se active una alarma inercial. Las seis lecturas magnéticas y de aceleración independientes (a veces llamados 6DOF) están disponibles a través de una interfaz de I ² C / TWI y pueden utilizarse para muchas aplicaciones, incluida la formulación de una brújula con compensación de inclinación que se puede utilizar para determinar las partidas independientemente de cómo se inclina la placa.
El panel de soporte incluye dos reguladores de tensión que proporcionan el $1{,}8v$ y $3v$ requerida por la LSM303, que permite que el sensor se alimente desde 2.6 a $5.5\,v$ de alimentación. Las salidas del regulador están disponibles en pines de $1.8v$ y $3v$ y pueden suministrar casi $150\,mA$ y $300\,mA$, respectivamente, a los dispositivos externos. La placa incluye un circuito que configura el reloj I_2C y líneas de datos con el mismo nivel de tensión de la lógica, como el VIN, por lo que es fácil de interconectar con $3{,}3v$ o $5v$, lo que lo hace fácil de usar con varias placas o circuitos que utilicen este voltaje para su alimentación

Especificaciones

- Dimensiones: 0.5 "× 0.9" × 0.1 "(13 × 23 × 3 mm)
- Peso sin conector macho: 0,84 g (0,03 oz)
- Voltaje de funcionamiento: 2.6-5.5 V
- Corriente de alimentación: 10 mA
- Formato de salida ($I2C$):
  - Acelerómetro: una lectura de 12-bit (justificado a la izquierda) por eje
  - Magnetómetro: una lectura de 12-bit (justificado a la derecha) por eje
- Rango de sensibilidad (configurable):
  - Acelerómetro: ± 2, ± 4, o ± 8 g
  - Magnetómetro: ± 1.3, ± 1.9, ± 2.5, ± 4.0, ± 4.7, ± 5,6 o ± 8,1 gauss

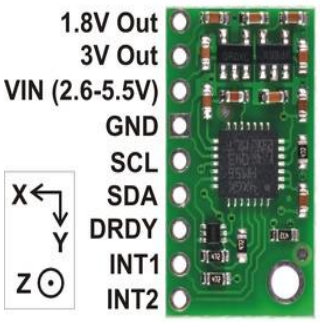


Figura 5- Acelerómetro LSM303DLH

2.4.- Sensor de velocidad angular (Giroscopio)

El giróscopo o giroscopio es un dispositivo mecánico que sirve para medir, mantener o cambiar la orientación en el espacio de algún aparato o vehículo. Está formado esencialmente por un cuerpo con simetría de rotación que gira alrededor del eje de dicha simetría. Cuando el giróscopo se somete a un momento de fuerza que tiende a cambiar la orientación de su eje de rotación, tiene un comportamiento aparentemente paradójico, ya que cambia de orientación (o experimenta un momento angular en todo caso, si está restringido) girando respecto de un tercer eje, perpendicular tanto a aquel respecto del cual se lo ha empujado a girar, como a su eje de rotación inicial. Si está montado sobre un soporte de Cardano que minimiza cualquier momento angular externo, o si simplemente gira libre en el espacio.

Presenta, por tanto, dos propiedades fundamentales: la inercia giroscópica o "rigidez en el espacio" y la precesión, que es la inclinación del eje en ángulo recto ante cualquier fuerza que tienda a cambiar el plano de rotación. Estas propiedades se manifiestan a todos los cuerpos en rotación, incluida la Tierra. El término giróscopo se aplica generalmente a objetos esféricos o en forma de disco montados sobre un eje, de forma que puedan girar libremente en cualquier dirección; estos instrumentos se emplean para demostrar las propiedades anteriores, para indicar movimientos en el espacio, o para producirlos.

2.4.1.- LPR550AL

Esta placa giroscopio es un soporte básico / tablero de conexiones para el ST LPR550AL de doble eje de giro, que mide las velocidades angulares de rotación sobre el terreno de juego (x) y ejes de los rodillos (y). Dos salidas analógicas de tensión independientes para cada eje proporcionar rangos de velocidad angular de ± 500 ° / s ± 2000 º / s. Esta placa tiene un regulador de 3,3 V para una fácil integración con 5 partes V, incluye un filtro de paso bajo en cada salida para la reducción del ruido, y es más pequeño que los productos competidores, todos a un precio inferior.

Características

- Integrado regulador de 3.3V.
- Power-down salida opcional que puede provocar un cortocircuito si se requiere cuando está en uso.
- Integrado opcional de autodiagnóstico de entrada, lo que está conectado a una resistencia de pull-down en la placa para desactivarlo por defecto.
- Dos etapas de paso bajo de la salida de filtrado para reducir el ruido de alta frecuencia.

Figura 6.- Giroscopio LPR550al

2.5.- Android

Android es un sistema operativo basado en Linux diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil, como teléfonos inteligentes o tabletas, inicialmente desarrollado por Android, Inc. Google respaldó económicamente y más tarde compró esta empresa en 2005. Android fue presentado en 2007 junto la fundación del Open Handset Alliance: un consorcio de compañías de hardware, software y telecomunicaciones para avanzar en los estándares abiertos de los dispositivos móviles. El primer móvil con el sistema operativo Android fue el HTC Dream y se vendió en octubre de 2008.

Figura 7.- Logo Android

Fue desarrollado inicialmente por Android Inc., una firma comprada por Google en 2005. Es el principal producto de la Open Handset Alliance, un conglomerado de fabricantes y desarrolladores de hardware, software y operadores de servicio. Las unidades vendidas de teléfonos inteligentes con Android se ubican en el primer puesto en los Estados Unidos, en el segundo y tercer trimestres de 2010, con una cuota de mercado de 43,6% en el tercer trimestre. A nivel mundial alcanzó una cuota de mercado del 50,9% durante el cuarto trimestre de 2011, más del doble que el segundo sistema operativo (iOS de Apple, Inc.) con más cuota.

Tiene una gran comunidad de desarrolladores escribiendo aplicaciones para extender la funcionalidad de los dispositivos. A la fecha, se ha llegado ya al 1.000.000 de aplicaciones (de las cuales, dos tercios son gratuitas y en comparación con la App Store más baratas) disponibles para la tienda de aplicaciones oficial de Android: Google Play, sin tener en cuenta aplicaciones de otras tiendas no oficiales para Android como la tienda de aplicaciones Samsung Apps de Samsung. Google Play es la tienda de aplicaciones en línea administrada por Google, aunque existe la posibilidad de obtener software externamente. Los programas están escritos en el lenguaje de programación Java. No obstante, no es un sistema operativo libre de malware, aunque la mayoría de ello es descargado de sitios de terceros.

El anuncio del sistema Android se realizó el 5 de noviembre de 2007 junto con la creación de la Open Handset Alliance, un consorcio de 78 compañías de hardware, software y telecomunicaciones dedicadas al desarrollo de estándares abiertos para dispositivos móviles. Google liberó la mayoría del código de Android bajo la licencia Apache, una licencia libre y de código abierto.

La estructura del sistema operativo Android se compone de aplicaciones que se ejecutan en un framework Java de aplicaciones orientadas a objetos sobre el núcleo de las bibliotecas de Java en una máquina virtual Dalvik con compilación

en tiempo de ejecución. Las bibliotecas escritas en lenguaje C incluyen un administrador de interfaz gráfica (surface manager), un framework OpenCore, una base de datos relacional SQLite, una Interfaz de programación de API gráfica OpenGL ES 2.0 3D, un motor de renderizado WebKit, un motor gráfico SGL, SSL y una biblioteca estándar de C Bionic. El sistema operativo está compuesto por 12 millones de líneas de código, incluyendo 3 millones de líneas de XML, 2,8 millones de líneas de lenguaje C, 2,1 millones de líneas de Java y 1,75 millones de líneas de C++.

2.6.- App Inventor

Google App Inventor es una aplicación de Google Labs para crear aplicaciones de software para el sistema operativo Android. De forma visual y a partir de un conjunto de herramientas básicas, el usuario puede ir enlazando una serie de bloques para crear la aplicación. El sistema es gratuito y se puede descargar fácilmente de la web. Las aplicaciones fruto de App Inventor están limitadas por su simplicidad, aunque permiten cubrir un gran número de necesidades básicas en un dispositivo móvil.

Con Google App Inventor, se espera un incremento importante en el número de aplicaciones para Android debido a dos grandes factores: la simplicidad de uso, que facilitará la aparición de un gran número de nuevas aplicaciones; y el Android Market , el centro de distribución de aplicaciones para Android donde cualquier usuario puede distribuir sus creaciones libremente.

Historia

Google App Inventor es una aplicación de Google Labs para crear aplicaciones de software para el sistema operativo Android. De forma visual y a partir de un conjunto de herramientas básicas, el usuario puede ir enlazando una serie de bloques para crear la aplicación. El sistema es gratuito y se puede descargar fácilmente de la web. Las aplicaciones fruto de App Inventor están limitadas por su simplicidad, aunque permiten cubrir un gran número de necesidades básicas en un dispositivo móvil.

Con Google App Inventor, se espera un incremento importante en el número de aplicaciones para Android debido a dos grandes factores: la simplicidad de uso, que facilitará la aparición de un gran número de nuevas aplicaciones; y el Android Market , el centro de distribución de aplicaciones para Android donde cualquier usuario puede distribuir sus creaciones libremente.

Características

El editor de bloques de la aplicación utiliza la librería Open Blocks de Java para crear un lenguaje visual a partir de bloques. Estas librerías están distribuidas por Massachusetts Institute of Technology (MIT) bajo su licencia libre (MIT License). El compilador que traduce el lenguaje visual de los bloques para la aplicación en

Android utiliza Kawa como lenguaje de programación, distribuido como parte del sistema operativo GNU de la Free Software Foundation.

2.7.- Arduino

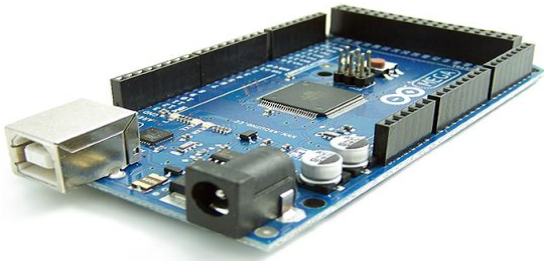


Figura 8.- Placa Arduino Mega

Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado para artistas, diseñadores, como hobby y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos. Arduino puede sentir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos. El microcontrolador de la placa se programa usando el Arduino Programming Language (basado en Wiring) y el ArduinoevelopmentEnvironment (basado en Processing). Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o se pueden comunicar con software en ejecución en un ordenador (Por ejemplo con Flash, Processing, MaxMSP, C++ Builder, etc). Las placas se pueden ensamblar a mano o encargarlas preensambladas; el software se puede descargar gratuitamente. Los diseños de referencia del hardware (archivos CAD) están disponibles bajo licencia open-source, por lo que eres libre de adaptarlas a tus necesidades.

2.7.1.- ¿Por qué Arduino?

Hay muchos otros microcontroladores y plataformas microcontroladores disponibles para computación física. Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Phidgets, y muchas otras ofertas de funcionalidad similar. Todas estas herramientas toman los desordenados detalles de la programación de microcontrolador y la encierran en un paquete fácil de usar. Arduino también simplifica el proceso de trabajo con microcontroladores, pero ofrece algunas ventajas para profesores, estudiantes interesados sobre otros sistemas.

2.7.2.- La placa Arduino Mega 2560

El Arduino Mega puede ser alimentado a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa. La alimentación externa (no USB) de potencia puede venir con un adaptador de AC-DC o una batería. El adaptador se puede conectar a un centro positivo de 2,1 mm para el conector de alimentación de la placa. Una pila se puede conectar en los pines GND y Vin del conector de

alimentación. La tarjeta puede funcionar con un suministro externo de 6 a 20 voltios. Si puede proporcionan menos de 7V, no obstante, el pin de 5V puede suministrar menos de cinco voltios. Si se utiliza más de 12V, el regulador de voltaje se puede sobrecalentar y dañar la placa. El rango recomendado es de 7 a 12 voltios.

Los pines de alimentación son como sigue:

VIN. La tensión de entrada a la placa Arduino cuando se trata de utilizar una fuente de alimentación externa (en contraposición a 5 voltios de la conexión USB o de otra fuente de alimentación regulada). Usted puede suministrar tensión a través de este pin, o, si el suministro de tensión a través de la toma de poder, acceder a ella a través de este pin.

5V. Este pin como salida una 5V regulado por el regulador en el tablero. El tablero puede ser alimentado ya sea desde el conector de alimentación de CC (7 - 12), el conector USB (5V) o el pasador de VIN del tablero (7-12V). El suministro de tensión a través de los 5V o 3.3V pins no pasa por el regulador, y puede dañar su tablero. No aconsejamos ella.

3V3. Un suministro de 3,3 voltios generados por el regulador a bordo. El drenaje actual máximo es de 50 mA.

GND. Patillas de tierra.

IOREF. Este pin de la placa Arduino proporciona la referencia de tensión con la que opera el microcontrolador. Un escudo configurado puede leer el voltaje pin IOREF y seleccione la fuente de alimentación adecuada o habilitar traductores tensión en las salidas para trabajar con los 5V o 3.3V.

a) b)

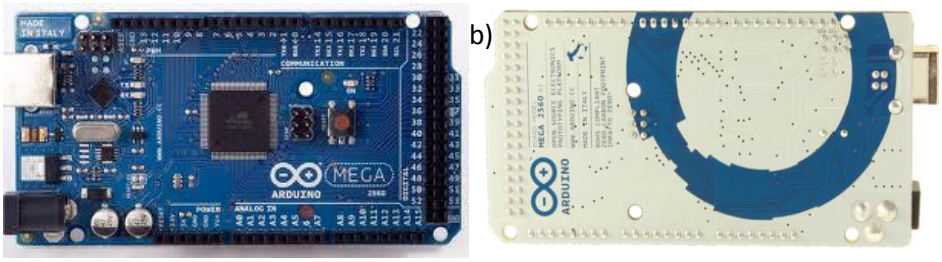


Figura 9.- Arduino mega vista a) frente, b) trasera

Entradas y salidas

Cada uno de los 54 pines digitales en el Mega se puede utilizar como una entrada o salida, utilizando pinMode () , digitalWrite () , y () digitalRead funciones. Operan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia de pull-up (desconectado por defecto) de 20-50 kOhms. Además, han especializado funciones:

Serie**:* 0 (RX) y 1 (TX); ***serie 1: 19 (RX) y 18 (TX); **serie 2:** 17 (RX) y 16 (TX); ***serie 3:*** 15 (RX) y 14 (TX). Se utiliza para recibir (RX) y transmisión (TX) TTL datos en serie. Pines 0 y 1 están también conectados a los pines correspondientes del ATmega16U2 USB-to-TTL de chips de serie.

Interrupciones externas: 2 (interrupción 0), 3 (alarma 1), 18 (interrumpir 5), 19 (4) interrumpir, 20 (interrumpir 3), y 21 (interrumpir 2) Estos pines pueden ser configurados para activar una interrupción en un valor bajo, un flanco ascendente o descendente, o un cambio en el valor. Ver el attachInterrupt () función para más detalles.

PWM: 2 a 13 y 44 a 46 para salidas PWM de 8 bits con el () analogWrite función.

SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS) Estos pines soportan comunicación SPI utilizando la biblioteca de SPI . Los pines SPI también se desglosan en la cabecera ICSP, que es físicamente compatible con el Uno, Duemilanove y Diecimila.

LED: 13 Hay un built-in LED conectado al pin digital 13. Cuando el pin es de alto valor, el LED está encendido, cuando el pasador es bajo, es apagado.

I2C: 20 (SDA) y 21 (SCL) Apoyar la comunicación serial utilizando la librería Wire. Tenga en cuenta que estos pines de entrada no están en la misma ubicación que los pines de entrada que en el Duemilanove o Diecimila.

El Mega2560 tiene 16 entradas analógicas, cada una de las cuales proporcionan 10 bits de resolución (es decir, 1.024 valores diferentes). Por defecto se miden desde 0 voltios a 5 voltios, aunque es posible cambiar el extremo superior de su rango utilizando el pin AREF y función analogReference ().

Comunicación

El Arduino Mega2560 tiene una serie de instalaciones para la comunicación con un ordenador, otro Arduino, u otros microcontroladores. El ATmega2560 proporciona cuatro hardware UART para TTL (5V) de comunicación en serie. Un ATmega permite a través de USB hacer una comunicación serial que proporciona un puerto “com” virtual para software en el equipo (máquinas de Windows tendrá un archivo inf., pero las máquinas OSX y Linux reconocen el puerto COM automáticamente). El software de Arduino incluye un monitor de serie que permite que los datos simples textuales, para ser enviados a la placa y también poder recibir. Las RX y TX LED en la placa parpadearán cuando se están transmitiendo datos a través del microcontrolador ATmega atravez del USB al ordenador. Agregar la biblioteca SoftwareSerial, para que permita la comunicación en serie en cualquiera de los pines digitales del Mega2560.
El ATmega2560 también soporta TWI y la comunicación SPI. El software de Arduino incluye una librería Wire para simplificar el uso del bus $I2C$, más detalles. Para la comunicación SPI, utilice la biblioteca de SPI .

Alimentación

- Puerto USB
- Regulador de Tensión: 5 a 15V

La placa Arduino – E/S

- 54 (hasta 70) pines de E/S digitales
- 16 entradas analógicas
- 14 salidas analógicas (PWM)

La placa Arduino - Comunicaciones

- Puerto serie: RX/TX
- Puerto USB (FTDI)
- ICSP

La placa Arduino – Otros

- Botón de reset
- Reloj a 16/20 Mhz
- ATmega2560 microcontrolador
- Bootloader
- Software

3.- Metodología

Para que se efectué una mejor comunicación entre personas sordomudas con las personas normoyentes, se desarrolló un dispositivo a partir del uso de fotosensores, acelerómetros y giroscopios ubicados en la mano, en el caso de los LDR en las articulaciones de los dedos, los acelerómetros y giroscopio en la carpo de la mano, todos ellos acoplados a guantes para el sensado de los movimientos que hace la mano. Para una mejor explicación se desarrollara en 3 partes, que es Hardware, software e interfaz gráfica.

3.1.- Hardware (Guantes)

Figura 10.- Diagrama bloques del proceso del Hardware

Los sensores que están montados en el guante son el fotoresistivo (Ldr con led), giroscopio y acelerómetro, estos están cambiando constantemente sus valor y es enviado a estos valores a la placa de Arduino, cada uno en su respectiva entrada, recordando que los resistivos entran en señales digitales, el giroscopio señal analógica y por último el acelerómetro que va en la entrada de I2C, dispositivo maestro o esclavo las datos enviado son procesados por la placa Arduino.

3.1.1 Acoplamiento del sensor fotoresistivo

Se buscó un guante que se adaptara bien para el armado del proyecto, y desarrollar el dispositivo, para ello se necesita guantes con las siguientes características:

- Precio accesible
- Que cubriera en su totalidad la mano hasta la muñeca
- Tamaño adecuado
- Tela flexible para poder manipularse fácilmente con los movimientos

Se optó por guantes de banda de guerra, ya que cumplió con los requisitos necesarios para que al usarlo la mano no se vea afectada en los movimientos que desea hacer en el uso de LSM. Se tomaron medidas de referencia en la posición de los nudillos donde nos interesaba poner los sensores para poder identificar la letra que deseamos enviar.

Para los sensores de cada guante usamos:

- 10 LDRs
- 10 LEDs de 5mm de color blanco
- 10 metros de cables
- 1 metro de thermofit de 5mm
- 1 metro de thermofit de 3mm
- 1 resistencia de 220 ohms

Se le cortaron las patas a las LDRs y a los LEDs procurado dejar aproximadamente 5 mm de largo para soldar los cables que alimentaran a dichos elementos. Se utilizó cable de hilos por su flexibilidad (varios hilos), lo que se usó fueron 3 colores distintos para facilitar la identificación de conexión de los pines; como se puede observar en la *figura 11* se demuestra cómo fue la conexión, en el caso del Led va conectado a tierra (cable negro) al cátodo y el ánodo para alimentarse mediante una resistencia a 5v (cable rojo) y las ldr un pin se conecta a tierra(cable negro) y el otro se conecta en un divisor de tensión (cable morado). La explicación de cada color se puede observar en la tabla 2.

Tabla 2.- Identificación de colores de cables

Color	**Uso**	**Representación**	**Valor**	**Pin**
Negro	Led y Ldr	Tierra	0v	Cátodo(LED)
Rojo	Led	Alimentación	5v(con resistencia)	
Morado	Ldr	Señal	Señal salida	

Figura 11.- Conexión Led y Ldr

Una vez que los elementos estaban soldados con sus propios cables continuamos con el corte del thermofit de 5mm en pedazos de 3 o 6 cm aproximadamente de acuerdo a la ubicación en los nudillos, se colocó un LED y una LDR a los extremos de cada uno de los cortes de thermofit y aprovechando la cualidad de contraerse cuando se calienta el silicón provocó su contracción en los elementos (LED y LDR) dejándolos asegurados e inmóviles en el guante. *Ver figura 12.*

Figura 12.- Estructura completa del sensor

Hecho lo anterior pasamos a colocar cada uno de los sensores en sus posiciones correspondientes en los guantes. Después se procedió a soldar todos los cables negros en un punto común y este punto común al pin de tierra. (El mismo proceso se repite con los cables de color rojo y morado).

Figura 13.- Guante con los sensores fotoresistivo

3.1.2.- Acondicionamiento de la señal

Para el acondicionamiento de la señal se utilizara un divisor de tensión, para poder tener los dos estados lógicos alto (1) y bajo (0) para que se conecte a las entradas digitales de la placa Arduino.

En las entradas digitales que tiene la placa Arduino solo reconoce dos estados, por lo tanto para poder conectar correctamente se necesita un divisor de voltaje que brinde dichos estados lógicos para obtener adecuadamente la señal que se utilizara, existe dos maneras de conseguir que es un divisor de señal alta o baja, ambas configuraciones se adaptan perfectamente a lo que se necesita, constando cada uno con los mismos elementos (*figura 14*) y solo una diferencia entre cada una, en la señal alta la LDR al saturar su resistencia su voltaje de salida será un estado bajo (0) y cuando no está recibiendo luz su estado será alto (5), en la configuración de señal bajo es todo lo contrario. Partiendo de esto se optó por utilizar la configuración de señal alta por que se adapta mejor a lo que se está utilizando.

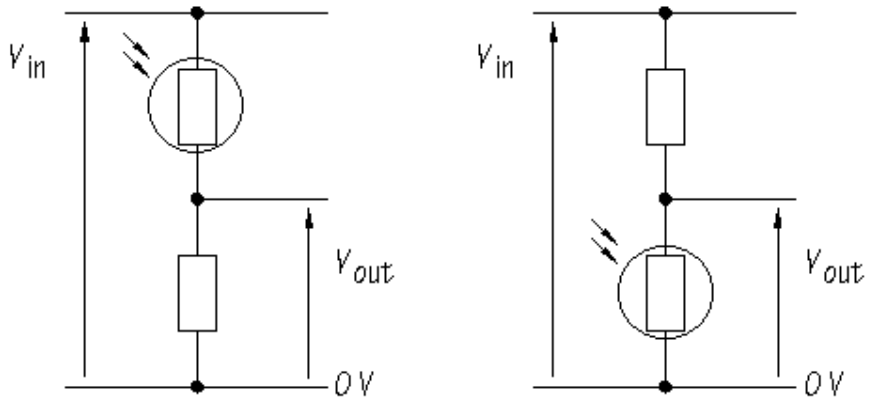


Figura 14.- Señal tensión alta y

Para el guante de la mano izquierda se dio uso de 10 Ldr's y 10 led's, cada elemento conformado por un led, ldr y el termofhit se le denomino como un sensor fotoresistivo (*figura 12*), se ubicaron en los nudillos de la mano para poder obtener las señales distintas de cada nudillo como se muestra en la *figura 15* en la que se puede observar la incorporación de la placa con el acondicionamiento de señal.

Figura 15.- Guante izquierdo con sensores y placa

Para la mano derecha se realizaron ajustes que son los siguientes, en vez de colocar 10 sensores fotoresistivo, se utilizó únicamente 6 para reducir el espacio que ocupa en el guante y manipular con más facilidad, debido que la placa que se desarrollo tiene dimensiones más grandes con respecto a la del guante izquierdo, ya que en esta se encuentra ubicado el acelerómetro y el giroscopio sobre la parte de metacarpianos y obtener una señal más exacta y que no se limitara los movimientos por tensión de los cables ver *figura 16*.

Figura 16.- Guante derecho con sensores y placa.

3.1.3.- Diagrama de conexión de los componentes

En la información anterior se ha explicado de manera teórica las conexión que se ha utilizado para la construcción del prototipo (software Fritzing), de la misma manera se procede a explicar cómo se pretende conectar de manera práctica; para ello se divida cada sección de la siguiente manera, sensor fotoresistivo, botón de selección, giroscopio, acelerómetro y bluetooth.

Sensor fotoresistivo

En el circuito que se muestra en la *figura 17*, se observa una batería de 9v, protoboard y Arduino mega, las líneas de color rojo representa el voltaje de alimentación (5v) el negro la tierra (0v); en el protoboard se encuentra ubicado una resistencia y una ldr, un pin de la resistencia va conectado a alimentación (línea roja), un pin de la ldr va conectado a tierra (cable negro) y los pines restantes de la ldr y resistencia van al mismo punto (divisor de voltaje) que es la señal de salida (digital) que se enviara directamente al Arduino (línea de color verde y amarilla).

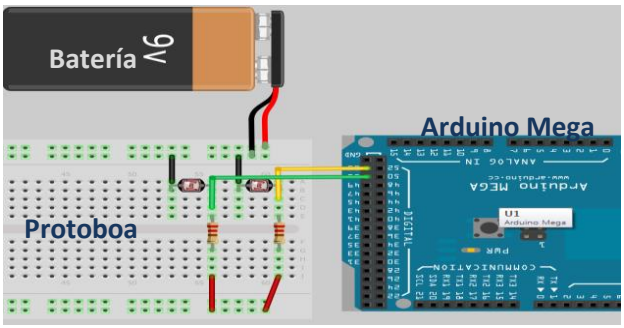


Figura 17.- Conexión de los componentes del sensor fotoresistivo

Bluetooth

En la *figura 18* se puede observar la conexión del bluetooth con el Arduino, y se demuestra que el bluetooth su alimentación corresponde directamente del voltaje suministrado del Arduino (cable rojo y negro) y el bluetooth tiene dos líneas (morado y naranja) la línea morada (tx) va conectado a la a una entrada del Arduino (rx) y la línea naranja (rx) va conectado en la entrada tx del Arduino.

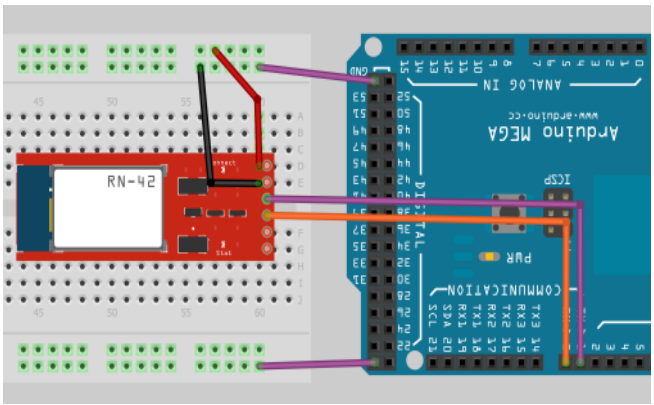


Figura 18.- Conexión del bluetooth

Botón de selección

Este botón permite seleccionar si se trabajara con letras o palabras, el botón uno de sus pines va conectado a tierra y el otro va conectado a alimentación con una resistencia y ese punto sale la señal digital que va a una entrada digital del Arduino (línea amarilla) y el led el ánodo va conectado a tierra y el cátodo lleva una resistencia en uno de sus pines y el otro se conecta el voltaje que envía la salida digital del Arduino (linea verde) *figura 19*.

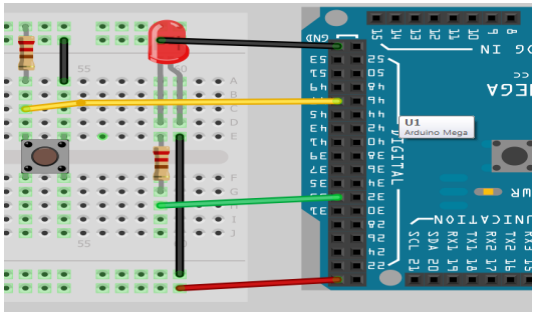


Figura 19.- Conexión del botón de selección

Acelerómetro

Se utilizara el sensor Lsm303, para sensar la respuesta que da es necesario del uso del i^2c (Inter-Integrated Circuit) en el Arduino Mega los pines de conexión de este están ubicados en los pines 20(SDA) y 21(SCL), por lo tanto en la placa del acelerómetro se ha puesto nombre a los pines para reconocerlo con facilidad, por lo tanto el pin de SDA de la placa va conectado al pin 20 del Arduino (línea naranja), pin SCL de la placa va conectado al pin 21 del Arduino (línea azul), ya conectados hace falta conectar su alimentación de la placa para su funcionamiento, el pin VIN va conectado a los 5v de la placa Arduino (línea roja) y el ultimo es conectar a tierra (gnd) del Arduino la tierra de la placa.

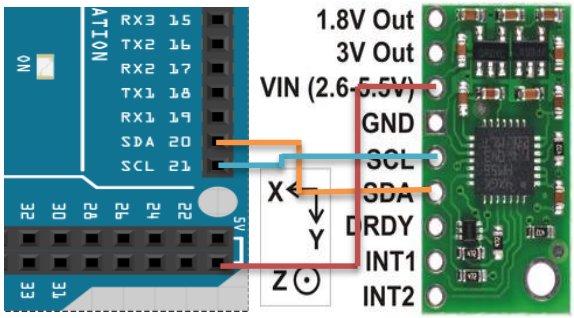


Figura 20.- Conexión del acelerómetro

Giroscopio

El sensor que se ha utiliza es de 2 ejes (“X” y “Y”), la placa por diseño tiene la funcionalidad de dos salidas (analógicas) para cada eje, una con el valor normal (X o Y) y otra amplificada 4 veces el valor que tiene (pines 4y o 4x) por ser salidas con variedad de voltaje son analógicas, por lo tanto irá conectados al Arduino en entrada analógicas, se uso las salidas amplificas de la placa, por lo tanto el pin 4x va conectado al pin A0 del Arduino (línea color) y el 4y al pin A1 del Arduino (línea color), como la mayoría de los circuito electrónicos se conectó a su

respectiva alimentación de 5v y tierra (línea color roja y negro respectivamente) y por ultimo esta placa para su funcionamiento necesita de un voltaje de referencia (Vref) que se conectado al pin 1.8v del aclerometro (línea verde).

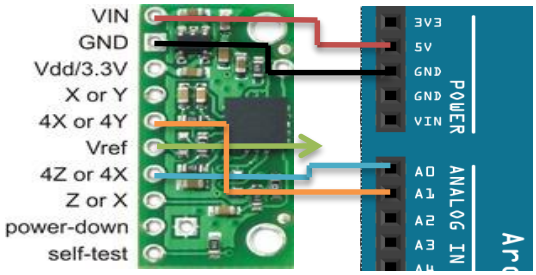


Figura 21.- Conexión del giroscopio

3.2.- Software (programación)

Se ha utilizado una placa de Arduino Mega para que sea nuestro cerebro en el hardware, debido a la facilidad de su programación lo cual nos está ahorrando tiempo y código en la programación, es rápido, aparte ya es un dispositivo interactivo.

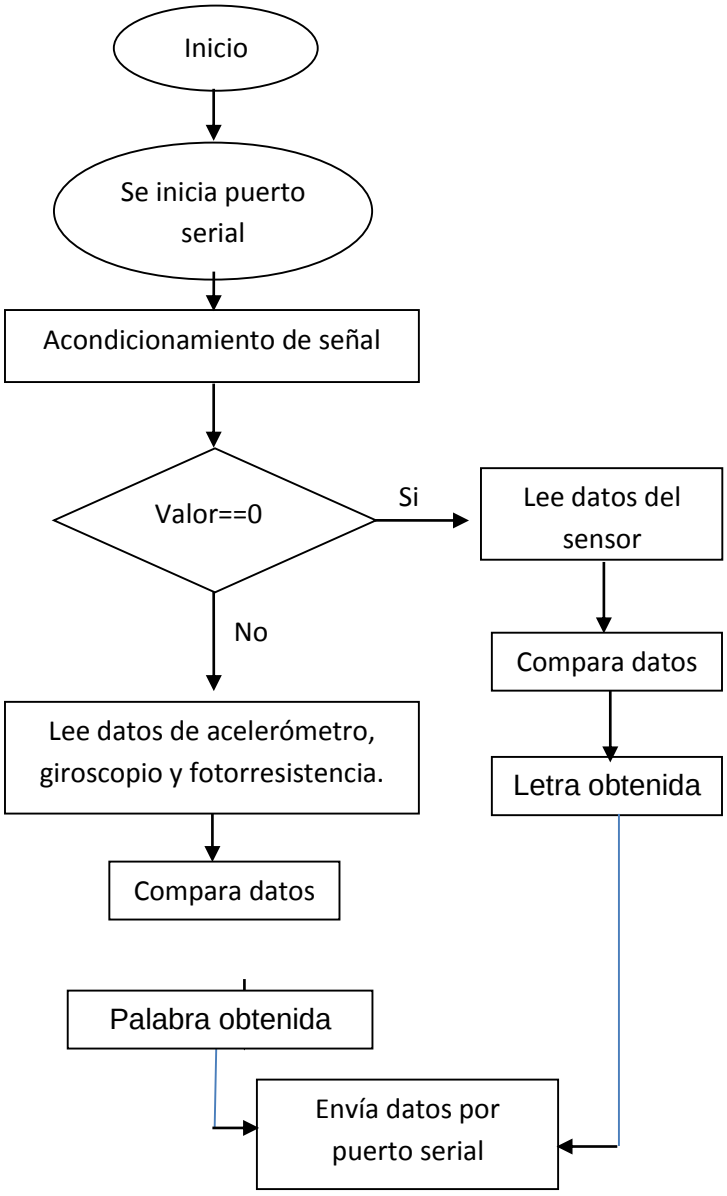


Figura 22.- Diagrama del proceso del software

La explicación del diagrama de flujo (*Figura 22*), es de la programación del cerebro, esto porque es el encargado de controlar todas las decisiones, ayudándose principalmente de los sensores para determinar una decisión. Lo primero que se realiza es iniciar el puerto serial, que es una de las partes principales para la comunicación mediante los pines tx y rx del Arduino, una vez ha sido inicializada se procede a leer las entradas digitales, como analógicas y la I^2C, para poder tomar la decisión si se va a estar enviando letras o palabras, para ello se tiene una variable que guarda el estado de un botón físico, que cuando está en "1" (estado alto) lee las entradas digitales del guante izquierdo, y con ello compara los valores con unos establecidos y se obtiene una letra, que es la que envía el dato mediante el puerto serial, de la contrario si su valor es de 0, se toma en cuenta las entradas digitales, acelerómetro (*I^2C*) y giroscopio (*entradas analógicas*) para que en conjunto de los tres pueda tomar más datos y tener una mejor precisión en la lectura de palabras; de la misma manera una vez que son obtenidos los datos se comparan y se obtiene una palabra resultante, que es enviada al puerto serial. Este procedimiento se repite constantemente.

3.2.1- Ejemplo de obtención de letra.

Dependiendo del valor en que se encuentre la variable tipo entera "valor", se define si es letras o palabras, esto se debe a que algunas letras son muy parecidas al momento de armar palabras, por lo mismo se dividió el código en dos partes, una que es la que está leyendo las condiciones para formar palabras y la otra en la cual, las condiciones determinaran que letra es la que se va enviar.

Para formar palabras se lee las 16 señales de sensores fotoresistivo (10 del guante izquierdo y 6 del guante derecho), la señal del acelerómetro y giroscopio. Con esta combinación se condiciona en el programa para que al momento en el cual la mano este en posición determinada para formar una palabra la cual será un valor que está almacenado para comparar con nuevo valor y si está coincide el dato, en ese momento se va a generar una palabra.

Para formar las letras se lee las 10 entradas que están en uso del Arduino y se obtiene un valor con los estados de las entradas el cual se crea de una suma de multiplicaciones por cada bit y se guarda en una variable. A continuación la ecuación para obtener el valor:

$$result = (a * 1) + (b * 2) + (c * 4) + (d * 6) + (e * 8) + (f * 10) + (g * 12) + (h * 14) + (i * 16) + (j * 8);$$

Ese valor se compara con uno preestablecido para la posición de la mano y los bits que esta posición entrega al Arduino, si el valor resulta igual que el de la condición el Arduino escribe en el puerto serial la letra que será enviada por el puerto, cada bit está ubicado en el nudillo de los dedos y en la programación cada bit se guarda en una variable entera como se ve en la *figura 23*.

El valor que se obtiene para cada condición se basa en los datos obtenidos por cada bit de los sensores en la mano del portador del guante, tomando como bit 1 el pulgar, bit2 el nudillo superior del dedo índice y el bit 3 el nudillo inferior del dedo índice y así de la misma forma hasta llegar al dedo menique (*figura 23*) para lo cual se realizó una tabla para capturar los valores, Tabla 3.

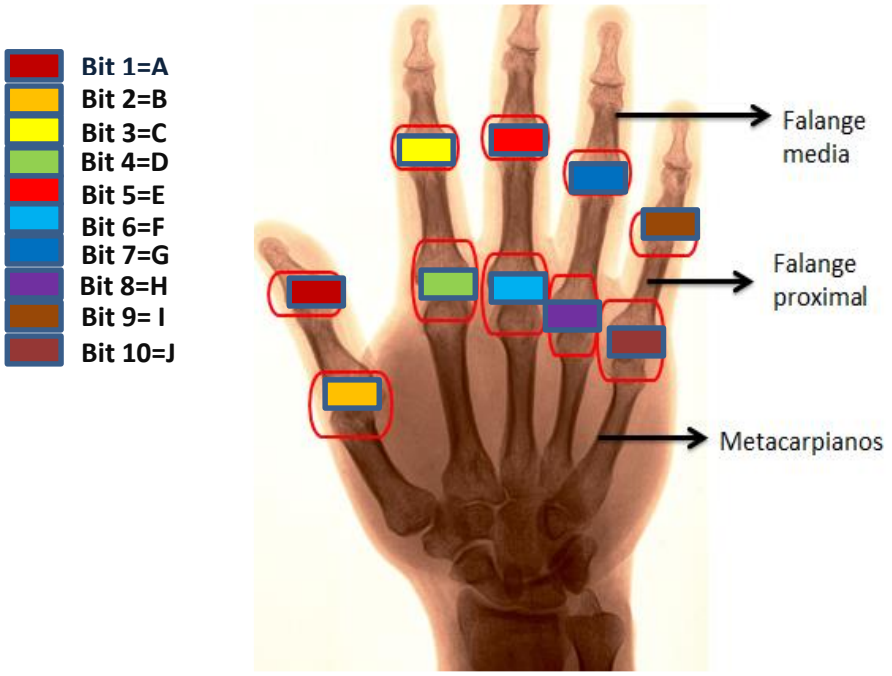


Figura 23.- Posición de cada bit y variable que ocupa

Tabla 3.- Valores de cada letra a comparar

						A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	1	1	A	1		0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1			0	1	0	1
2	2	2	B	1		0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	3	C	0		1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0
6	0	4	D	0		1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
8	8	5	E	1		1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1
10	10	6	F	1		1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
12	12	7	G	1		1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
14	14	8	H	1		1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
16	16	9	I	1		1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
18	18	10	J	1		1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
total	81				TOTAL	88	2	40	79	43	11	78	52	56	57	71	78	37	62	63	89	70	84	76	90	91	53	53	36	83	54	81

Numero a mutiplicar
Valor de cada bit
Numero de bit

Representacion de cada bits
Valor que toma cada bit, dependiendo la letra que sea correspondiendo a la tabla de del abecedario.

En la *tabla 3* se puede observar la primera parte tienen números del 1 al 18 (Color amarillo), que son múltiplos de 2, en la parte derecha del mismo tiene una fórmula

que multiplica el valor de la fila color amarillo por la cantidad que están en la columna que con color verde, donde solo se observan valores de 1 y 0, de esta manera se comprueba que letra corresponde, debido que cada nudillo que este en uno da el valor de los múltiplos y luego se suma:

Ejemplo para la letra A=001111111

Como se puede notar A, tiene de izquierda a derecha 8 “1” y 2 “0”, estos se acomodan de derecha a izquierda, donde el 0 va a ir en lugar del Bit 1(Variable A) y así sucesivamente, en lo que el único dato que no tiene valor seria la bit 1 y 2, por lo tanto la suma seria de los números del 4 al 18 en múltiplos (4+6+8+10+12+14+16+18= 88) y este número 88 es el representativo de la letra A, y el que se compara para luego enviar.

$$result = (a(\mathbf{0}) * 1) + (b(\mathbf{0}) * 2) + (c(\mathbf{1}) * 4) + (d(\mathbf{1}) * 6) + (e(\mathbf{1}) * 8) + (f(\mathbf{1}) * 10) + (g(\mathbf{1}) * 12) + (h(\mathbf{1}) * 14) + (i(\mathbf{1}) * 16) + (j(\mathbf{1}) * 18);$$

$$result = (0) + (0) + (4) + (6) + (8) + (10) + (12) + (14) + (16) + (18) = 88$$

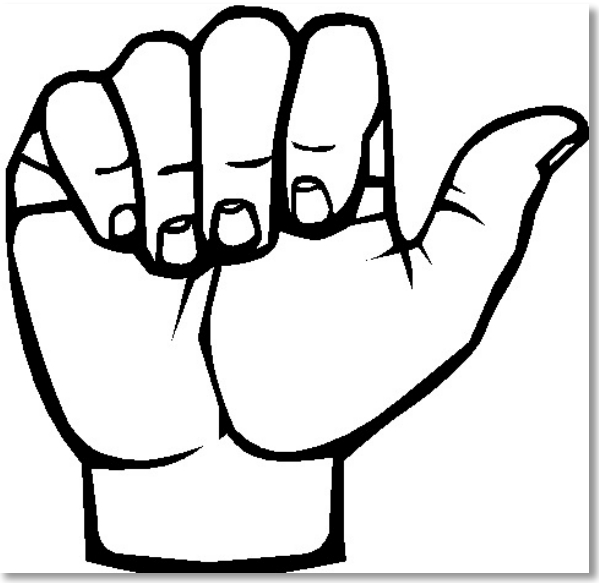


Figura 24.- Forma que toma la mano para interpretación de la letra A

En la *figura 24* se muestra la posición que toma la mano y los nudillos, tomando valor de uno cuando el nudillo se ve contraído, por lo tanto en el pulgar que lleva dos sensores fotoresistivo y ninguno se ve obstruido su recepción de luz en la ldr, toma el valor de 0 en cada nudillo y de esta manera se obtienen los valores que se ven representado en la fórmula anterior.

3.2.2 - Ejemplo de creación de palabra o frase.

Para la obtención de las frases o palabras se optó en usar la mano derecha, ya que la zurda se usó en el abecedario de LSM, a diferencia de la zurda que se dio uso solamente de 10 sensores fotoresistivo, en la derecha se tomó la idea pero se

tuvo que hacer ajustes de 10 sensores se redujo a 6 sensores fotoresistivo para que de esta manera quedara espacio de colocar la placa en la que van los él giroscopio y acelerómetro. *Ver figura 25* para la ubicación de cada sensor y ver la *figura 16* de manera real. El bit número "1" está ubicado en el dedo pulgar en el nudillo superior (recuadro rojo), el nudillo inferior es el bit número "2", el bit número "3" es el dedo índice y de izquierda a derecha hasta llegar al bit número "6".

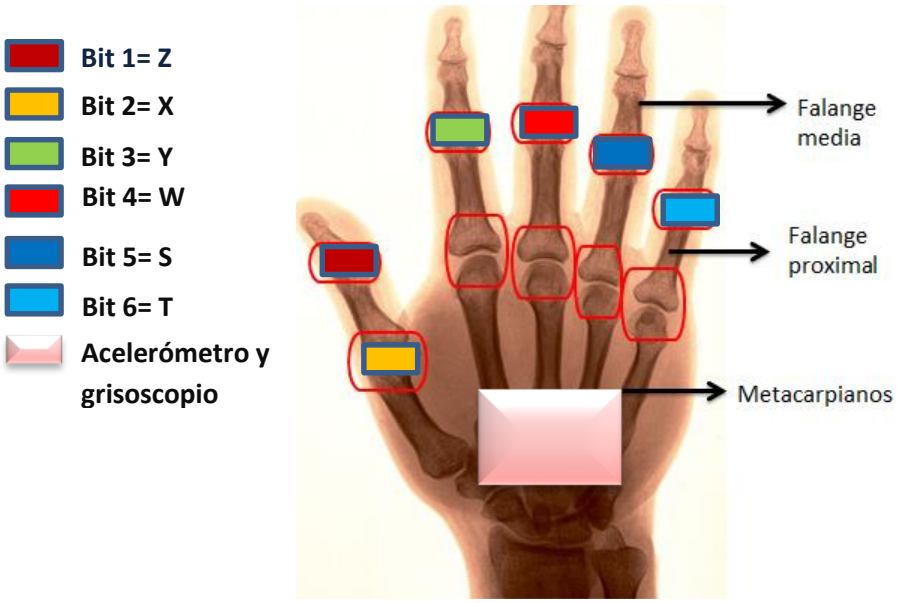


Figura 25.- Posición donde están los sensores, cada bit, variables y placa.

El proceso para la obtención de palabras es estar sensando constantemente los sensores fotoresistivo, acelerómetro y giroscopio, de esa manera se puede crear las palabras, como se tiene 6 sensores foto resistivos, cada uno se le dio un valor de multiplicador para que en el momento que tuviera un valor alto, se pudiera distinguir cada uno.

Tabla 4.- Tabla con los valores de los sensores, acelerómetro y giroscopio.

BIT	Variable	Multi	New valor	Multiplicacion
1	Z	1	1	1
2	X	2	1	2
3	Y	4	1	4
4	W	6	1	6
5	S	8	1	8
6	T	10	0	0
			Total	21

	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Vienres	Hola	Como	Estas	Buenos	Dias
	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1
	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1
	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1
	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1
	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1
	31	27	24	18	13	21	21	18	3	31	0	27
Aceleracion	150 - 155	150 - 155	150 - 155	150 - 155	150 - 155	150 - 155	150 - 155	120-125	135 - 140	290 - 295	20 - 25	100-105
Valor gyro	128	128	128	128	128	128	128	192	68	145	115	35

Numero de Bit	Valor que toma cada bit en la obtencion de palabras
Variable que guarda el valor del bit	Cantidad de cada bit despues de multiplicar
Numero que multiplica el valor	

En la tabla 4 se puede observar los bits que se usan (cuadros amarillos), la variable para guardar el valor (cuadros color azul), el valor a multiplicar cada bit (color rosa), el valor cambia según la frase (color celeste), el valor que toma

después de multiplicar (color naranja), y en la otra imagen se ve los valores necesarios de cada palabra para poderse formar.

Formando la palabra Lunes

Como se puede ver en la figura 26, los bit 1,2,3, están en valor 0 y los bits 4,5 y 6 están en valor 1, quedando de la siguiente manera de izquierda a derecha.

Lunes = 000111

Figura 25.- Posición para formar Lunes, la flecha indica su movimiento

Con la formula siguiente se encuentra el valor a comparar, recordando que cada variable es el valor de cada bit, por ejemplo el carácter a pertenecer al primer cero de izquierda a derecha.

$$result = (a * 1) + (b * 2) + (c * 4) + (d * 6) + (e * 8) + (f * 10)$$

Sustituyendo las variables por sus verdaderos valores, nos queda de la siguiente manera:

$$result = (0 * 1) + (0 * 2) + (0 * 4) + (1 * 6) + (1 * 8) + (1 * 10)$$

$$result = (0) + (0) + (0) + (6) + (8) + (10)$$

$$result = 24$$

De esa manera se obtiene el valor 24 para la condición, pero aún hace falta el valor del giroscopio, que en la posición que se encuentra nos da el valor de 128 (ver tabla 5), ese valor es la velocidad angular pero tal como se recibe en la entrada analógica, solo se ajusto en valor mapeado para un mejor uso; el siguiente valor que se necesita para comprar es el valor del acelerómetro, el cual en la tabla indica que sufre un cambio en la aceleración de 150 – 155, su aceleración para detectar esta en este margen. De esta manera se condiciona que cuando se tenga, el valor *24,128 y (150-155)*, se mandara la palabra “Lunes”.

3.3.- Interfaz de usuario (Aplicación)

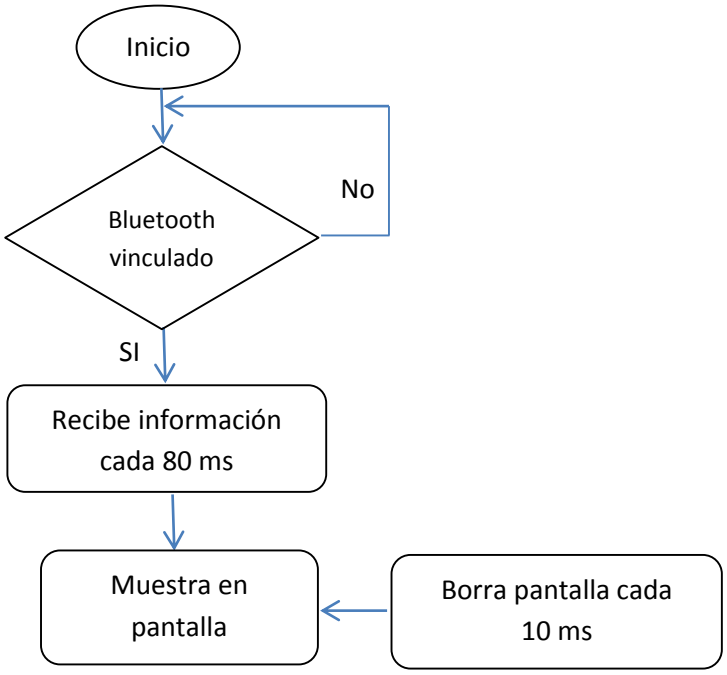


Figura 26.- Diagrama del Proceso de la interfaz grafica

La interfaz de usurario es la parte que permite como su nombre lo dice al usuario interactuar con la parte del hardware, siendo las partes de software tanto de la aplicación como del hardware las que logran hacer interactuar al usuario con la aplicación y ver las interacciones que se provoca en el hardware y ver reflejado en el interfaz el resultado. A continuación se explicara el proceso de la *figura 26.*

Lo primero debe de ser la vinculación del bluetooth esta activa, en dado caso no lo esté estará revisando el momento en el cual el puerto serial este activo, en el caso de que ya lo este, en ese momento podrá recibir datos por parte del puerto serial.

Una vez que la vinculación ha sido un éxito cada 80ms se lee lo que puerto serial está recibiendo (bluetooth), después procesa y muestra en la aplicación el dato recibido, pero como no se puede estar mandando constantemente letras o palabras es necesario borrar todo dato que entra y actualizar la pantalla para limpiarla, para ello lo que se hace es borrar cada 500ms lo que está recibiendo.

3.3.1 Modulo bluetooth

Las señales convertidas que se guardan dentro de la variable tipo char se colocan en la terminal Tx del micro controlador para ser enviadas mediante un protocolo RS232 al dispositivo bluetooth (*figura 27.-* a)). Este módulo tiene una configuración de fábrica de 9600 baudios de velocidad, cuenta con una código de vinculación “1234” necesaria para la comunicación con otro dispositivo bluetooth, una vez que

se ha logrado una conexión en ambos dispositivos para su perfecta comunicación se procede a enviar los datos al módulo y este las recibe por sus terminales TXD y RXD, conectada de la siguiente manera (*Figura 27.- b)*)

Figura 27.- a) Modulo Bluetooth b) Conexión bluetooth a dispositivo

La comunicación que existe entre la aplicación y el módulo bluetooth esta ayudada mediante un apareamiento entre dos dispositivos uno emisor y otro receptor como en todo proceso de comunicación. El celular (Dispositivo de prueba) para su prueba correcta el celular tiene que ser forzosamente un dispositivo Android, esto debido a que la aplicación que se ha desarrollado en App Inventor es exclusiva de Android, dicha App (forma abreviada de aplicación) lleva en ella la MAC del módulo bluetooth a conectar, por lo tanto esta App solo funcionara con este módulo, recordando que una MAC es única en cualquier dispositivo.

3.3.2 Desarrollo de la aplicación Android (Interfaz gráfica)

Para desarrollar la aplicación nos basamos completamente en el diseño de App inventor. Que es un software libre online para el desarrollo de app de Android, con un modo fácil en su utilización.

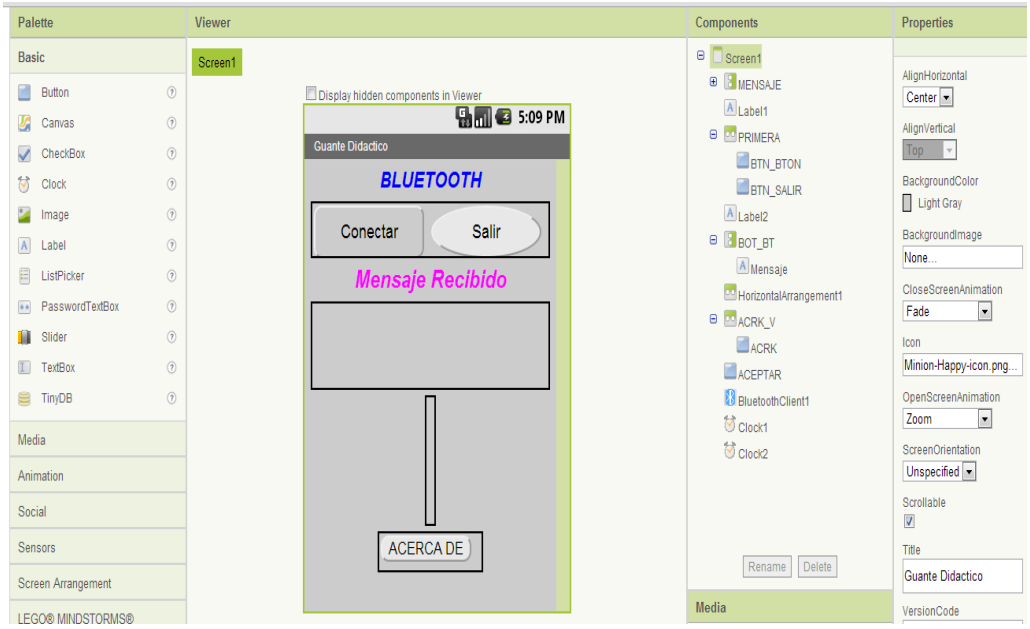


Figura 28.- Área de trabajo de app inventor (Online)

En la *figura 28*, se puede observar la interfaz online de app inventor, con la que se trabajó, y en donde se fue diseñando, desde el nombre de la aplicación, los botones y la configuración de bluetooth, y lo que se quiera modificar dentro de las opciones dadas, en la imagen lo que se ve es el entorno más grafico en el que es diseño externo, pero como toda aplicación requiere de programación, esta no es la excepción, de la misma manera que es fácil el uso del diseño, de una manera también es fácil su programación, la cual es un derivado de java, pero en diagramas de bloques, como se muestra en la *figura 29.*

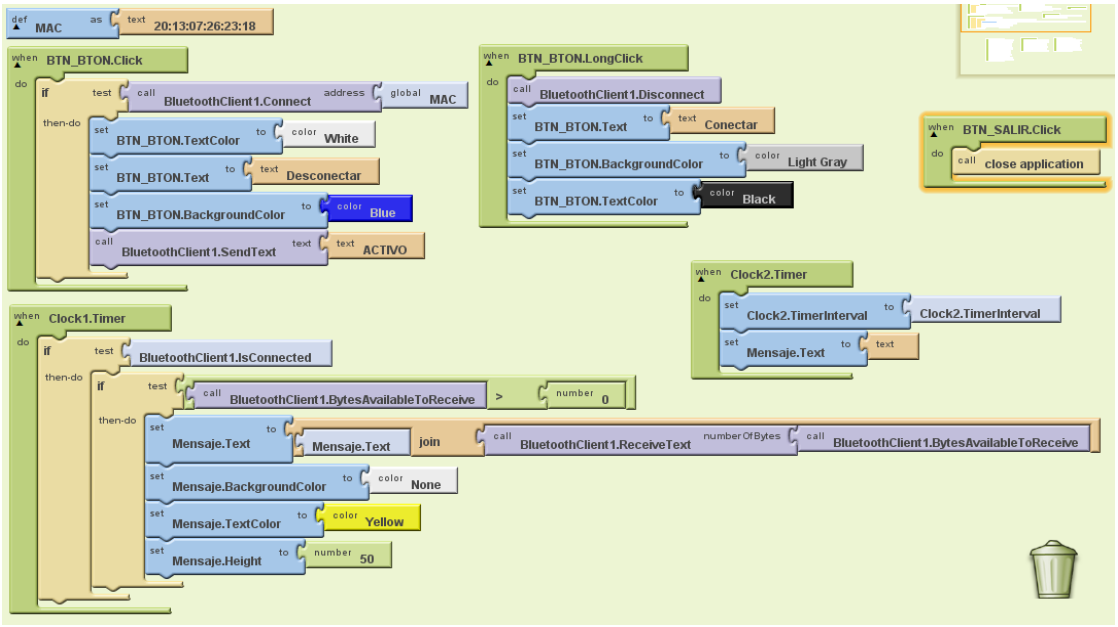
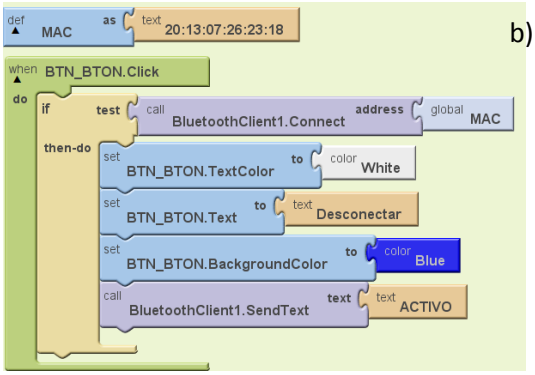


Figura 29.- Área de trabajo de App Inventor programación diagrama

En la *figura 30 a)* se explica cómo se programa en diagrama bloques, se tiene la parte de MAC, en la cual se guarda la dirección Mac del bluetooth, hace que sea exclusivo el bluetooth para la conexión, si no es el mismo no se podrá efectuar la comunicación; se procede a explicar lo qué es la parte de BTN_BTON.click (Botón conectar) , se condiciona a que cuando se presione el botón, tomara una decisión si está el bluetooth conectado en ese momento el botón cambiara sus propiedades, como es color, el texto que tiene, el fondo (son los que dices BTN_BTON color azul) y en ese momento el bluetooth puede recibir información o enviar, esta parte del código se relaciona con la activad que realizara el botón de conectar, *figura 30 b).*

a)



b)

Figura 30.- a) Programación del botón conectar b)Vista real del botón

El BTN_BTON.LONGCLIC (*figura 31 a)* se debe dar clic al botón y mantener presionado por lo menos 2 segundos para que realice la tarea que tiene dentro de su grupo que son las siguientes: cuando está activado, desconecta el bluetooth, vuelve a cambiar el texto del botón de Desconectar a Conectar, cambia el color del botón de azul a gris para regresar al estado inicial del botón *figura 31 b).*

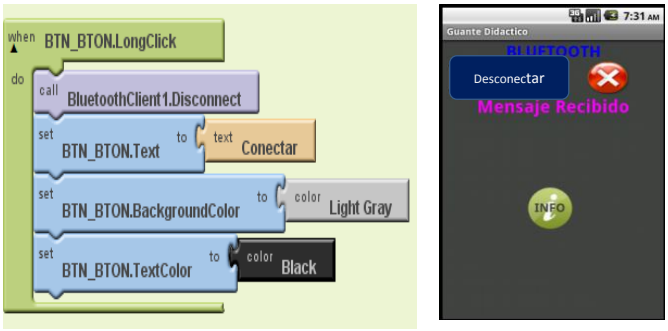


Figura 31.- a) Botón conectar presión larga b) Botón desconectar

BTN_SALIR *figura 32 a)* como su nombre lo dice es el botón que cuando se presiona el botón con icono de "x" con fondo rojo (*figura 32 b)*) ejecuta la tarea de cerrar toda la aplicación.

Figura 32.- a) Botón de salir b) Botón de cerrar

Clock1.Timer figura 33 elemento principal, ya que es el que comprueba si se está conectado a bluetooth, si es así, comprueba si se está recibiendo algún dato, si está recibiendo guarda el dato en una cadena "text", la cual se puede personalizar al gusto de cada persona, en el ejemplo se cambió el color del texto, tamaño y que no tuviera color de fondo. La cadena de texto se muestra en la pantalla de la App figura 34, el temporizador o timer se le da un tiempo en que este verificando constantemente si se recibe información, para la aplicación se le dio un tiempo de 80 milisegundos, que es el tiempo en el que comprueba si recibe datos el bluetooth por el puerto serial para después mostrar dichos datos.

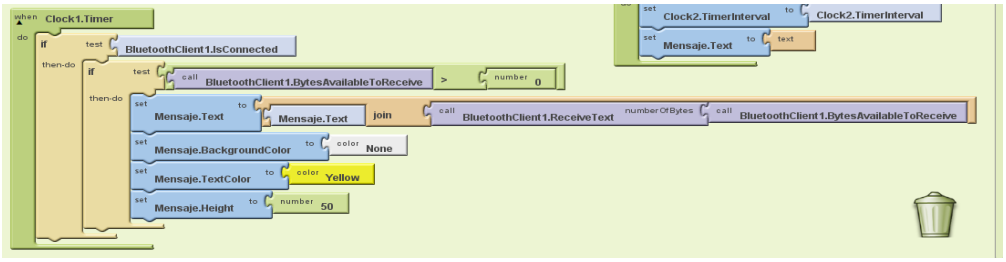


Figura 33.- Bloque del timer 1

Figura 34.- Muestra del mensaje en la aplicación

ClokTimer2 *Figura 35* su función es que para que no quede los mensajes siempre, porque esto ocasionaría que se trabe la aplicación , se agregó un temporizador para que cada 500 ms si no se recibe datos borre la pantalla y quede nuevamente limpia.

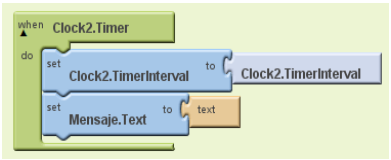


Figura 35.- Bloque del timer encargado de borrar pantalla

3.3.3.- Instalación de la App (Aplicación)

La conexión de la App con el modulo bluetooth, es algo sencilla, para ello lo elemental es contar con cualquier terminal con S.O Android (2.3 y 4.1.2) e instalar la aplicación creada, como se muestra en la imagen; a continuación se explicara la instalación que es mostrada en la *figura 36*, de izquierda a derecha: lo primero es ubicar el lugar donde se encuentra la aplicación (prueba.apk) guardada previamente al celular, después se seleciona "Instalador del paquete", damos aceptar al mensaje que nos aparece posteriormente, y por ultimo le damos en la pestaña de aceptar, para concluir con la instalación y lo último es ubicar en que parte quedo el icono de la aplicación (Minions).

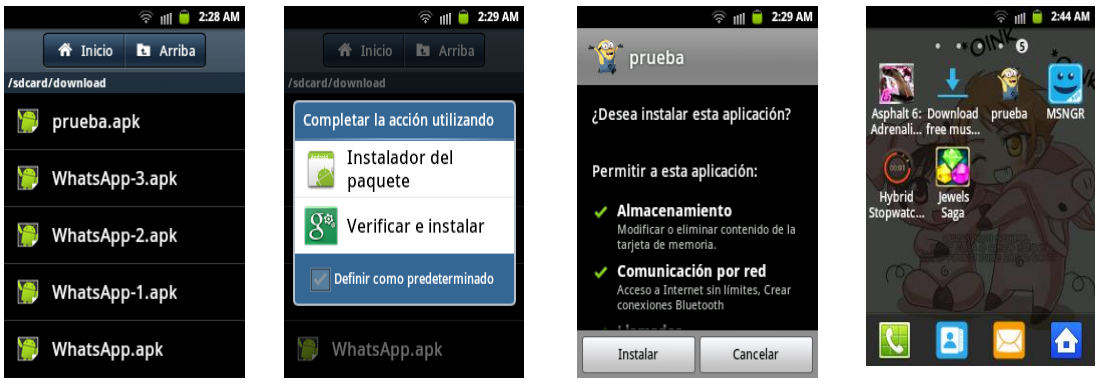


Figura 36.- Instalación de la App en celular

3.3.4.- Vinculación modulo bluetooth con Dispositivo

Una vez se ha instalado la aplicación, se procede a vincular el dispositivo con el modulo, lo que se realiza se muestra en la *Figura 37* y la explicación es de izquierda a derecha: Lo primero es ir ajustes de bluetooth y buscar dispositivo y cuando aparezca el modelo "HC-06" se selecciona y se oprime vincular, en la pantalla que aparece se debe de ingresar el código "1234" y esperar a que se cree la vinculación del dispositivo con el modulo.

Una vez que se ha vinculado, se abre la aplicación y se prueba la conexión con el modulo, lo que se realiza es darle clic en el botón que dice conectar y esperar que cambie de color el botón y diga conectado, una vez comprobada la conexión se puede a empezar a recibir información del bluetooth; otra manera de ver que se ha establecido bien la comunicación, es observar si el módulo bluetooth ha dejado

de parpadear el led que trae, debido a que cuando se crea una buena conexión este deja de hacerlo.

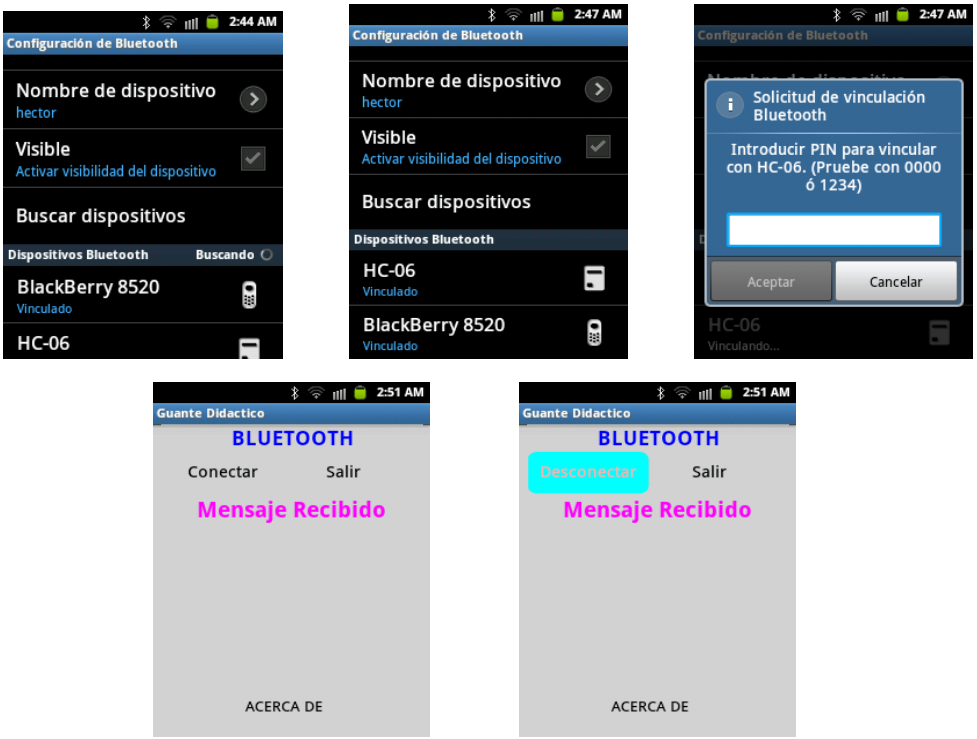


Figura 37.- Vinculación y conexión de la App con el dispositivo

4.- Pruebas

Para verificar el funcionamiento adecuado del dispositivo se realizaron distintas pruebas en las que se muestran la funcionalidad del guante con los sensores las primeras pruebas consistieron en verificar el funcionamiento del programa en la tarjeta Arduino, después se realizó una preliminar con el dispositivo desensamblado para observar su funcionabilidad y optimizar errores para la prueba final que consistía en agrupar todos los dispositivos que se usaron.

La primera prueba constaba en conectar el guante izquierdo y verificar el programa en la tarjeta Arduino y la comunicación con el mismo a través del puerto serial figura 38, en esta prueba verificamos que los sensores respondían a la forma de la mano y arrojaban los datos correspondientes según la letra, para cada letra se asignó una variable, en el caso de la “a” si estaban los dedos del guante en la posición correcta el programa mostraba la variable “A”, en el caso de la “b” mostraba la variable “B” y así sucesivamente para cada letra del abecedario.

Figura 38.- Guante izquierdo terminado y conectado

Para el guante derecho las pruebas cambiaron totalmente ya que en este guante se encuentran ubicados el acelerómetro y el giroscopio, además de que solo se utilizan seis sensores fotoresistivo para facilitar la manipulación de este para realizar palabras mediante el uso de condiciones de acuerdo a la posición del giroscopio y la aceleración que se obtenía de cada movimiento de las palabras.

Figura 39.- Guante derecho terminado y conectado

Para la última prueba se ensamblaron todos los dispositivos y la programación de ambos para observar el funcionamiento total de todo el proyecto de manera más real y obtener así valores y resultados más precisos para poder concluir el proyecto.

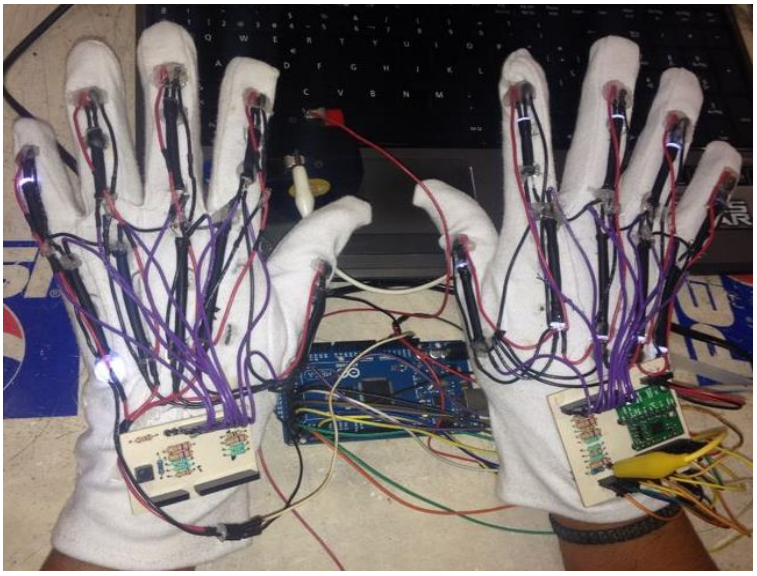


Figura 40.- Guantes terminado y conectado

Antes de enviar los datos a la aplicación se realizó la prueba con el hardware y software Arduino con su puerto serial, debido a que es la misma comunicación que se utiliza con el bluetooth, en la ventana de trabajo del puerto serial, permite observar los datos que serán enviados, como en la *figura 41*, se observa la demostración de datos de palabras y letras. Con esto se facilitó la parte de interfaz de usuario, el siguiente paso después de este es empezar a realizar pruebas con la aplicación desarrollada con el App inventor.

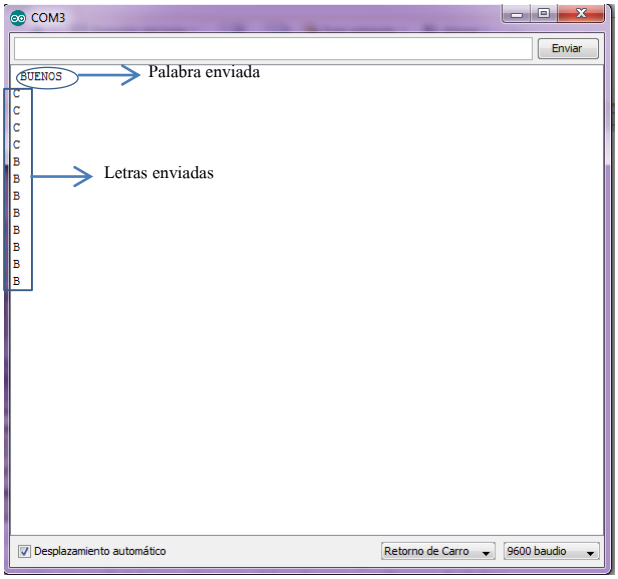


Figura 41.- Venta del puerto serial de Arduino

5.- Resultado

Los resultados obtenidos al finalizar el proyecto se lograron las metas que se plantearon al inicio que fue la aplicación (Android), programación, prototipo armado y se vio funcional.

Para la interfaz gráfica se utilizó el programa online App inventos, con el que se creó la aplicación que se instálalo en un dispositivo Android, en este se da una presentación del mismo *figura 42.*

Figura 42.- Pantalla presentación de la App.

El prototipo quedo de la siguiente manera (figura 43) en la que se ve que su diseño se pretendió dar una idea nueva, que su construcción tuviese algo de caracterización propia (reactor Iroman), por lo tanto quedo practico y muy llamativo.

Figura 43.- Prototipo finalizado.

Una vez finalizado se realizaron las demostraciones finales de todo lo que se realizó, y se conectó la aplicación vía bluetooth al proyecto para empezar a recibir

datos del prototipo directamente en la aplicación (Interfaz de usuario) la manera de comprobar la conexión se mira en la figura 44.

Figura 44.- Prototipo finalizado.

En la figura 45 se observa la aplicación en el lado izquierdo de la figura y en el lado derecho el guante izquierdo, con la forma de la letra E (LSM), en lo que es la demostración de su funcionamiento al mismo tiempo y de la manera definitiva.

Figura 45.- Aplicación recibiendo la letra E.

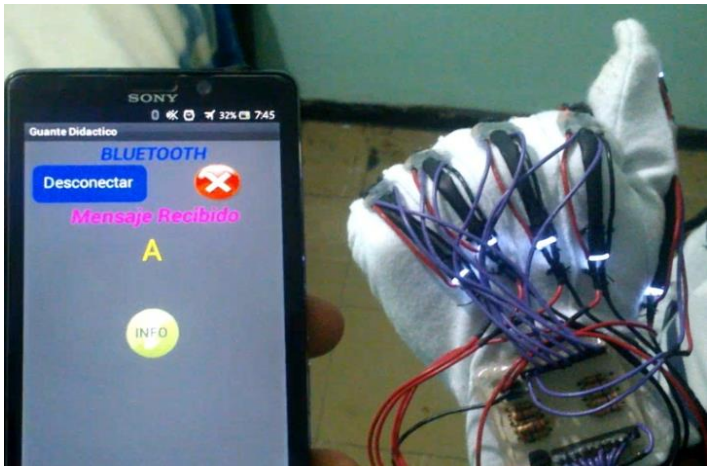


Figura 46.- Aplicación recibiendo la letra A.

Una vez que se realizó la demostración del abecedario (algunos ejemplos) en la aplicación conjunto con el prototipo, también demostramos algunas las palabras o frases(La palabra pueden ser Lunes, martes, miércoles, hola y las frases son las que formamos con dos movimientos consecutivos como “Buenos días” y “Como estas”.

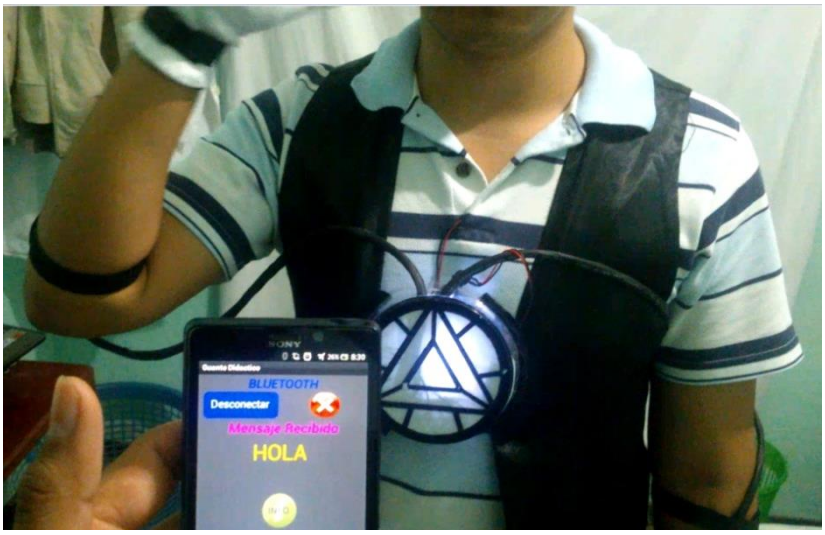


Figura 46.- Aplicación recibiendo la letra A.

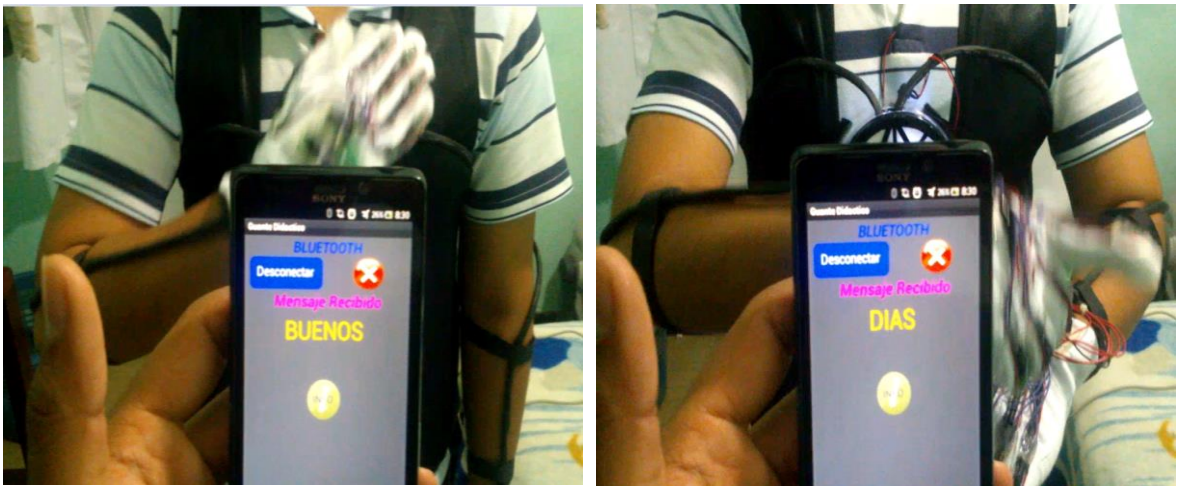


Figura 48.- Aplicación recibiendo la Frase Buenos dias.

6.- Conclusión

Con la implementación del software que se presenta en este estudio se logra calcular parámetros con una eficiencia aceptable. El comportamiento del circuito electrónico con el que se trabaja posee una velocidad de transmisión de 9600 baudios que la hace efectiva en el envío y recepción de datos. Se logro formar palabras, basando en los movimientos de la mano portadora, facilitando mucho la comunicación entre dos personas con distintos lenguaje.

Se realiza una interfaz cómoda de forma que el usuario pueda interactuar sin ninguna dificultad pero con muy buenos resultados, se logra crear el programa que permite calcular parámetros de interés importantes, que nos permitieron calcular la aceleración y posición del guante de la mano portadora (mano derecha),

Se obtuvieron nuevos conocimientos que en un futuro no muy lejano nos permitan ser un mejor ingeniero, en el desarrollo se fueron utilizando todas las herramientas que nos fueron dando en el curso de los semestres por cada maestro, ya que no es un proyecto multiplataforma, en el cual se involucró programación, electrónica, matemáticas y etc.

Se logró comprender la importancia que tiene el lenguaje de señas para la personas sordomudas para llevar acabo la comunican con otras personas con un medio de comunicación diferente.

7.- Bibliografía

http://www.neoteo.com/termometro-lm92-android/

http:/ /arduino-1.0.2-windows/arduino-1.0.2/reference/Serial.html

http://www.entradas.zonaingenieria.com/2012/06/ensayo-triaxial.html

http://perso.wanadoo.es/pictob/picrs232cpp.htm

http://www.conapred.org.mx/documentos_cedoc/DiccioSenas_ManosVoz_ACCSS.pdf

http://www.instructables.com/id/Accelerometer-Gyro-Tutorial/?lang=es

http://www.starlino.com/imu_guide.html

http://www.diferenciaentre.net/la-diferencia-entre-giroscopo-y-acelerometro/

http://www.electronica-basica.com/acelerometro.html

http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560

8.- Anexos

Parte de programación Arduino

```
#include <Wire.h>
#include <LSM303.h>

//////////////////////////////////////////  DECLARACION DE VARIABLES
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
/*************************************************************************************
************************************************************
*************************************************************************************
************************************************************/

LSM303 compass;
int A=0,B=0,C=0,D=0,E=0,F=0,G=0,H=0,I=0,J=0, letra=0;
int button=2, decision=6,ban=0,valor=0,ban2=0;
int Z=0,X=0,Y=0,W=0,S=0,T=0, equilibrio=7;

//////////////////////////////////////////  CONFIGURACION DE PINES
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
/*************************************************************************************
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Wire.begin();
  compass.init();
  compass.enableDefault();
  pinMode(button,INPUT);
  pinMode(decision,OUTPUT);
  pinMode(equilibrio,OUTPUT);

//////////////////////////////////////////////////////   VARIABLE DE LETRAS   ////////////////////////////
  pinMode(22,INPUT); pinMode(24,INPUT); pinMode(26,INPUT); pinMode(28,INPUT); pinMode(30,INPUT);
  pinMode(32,INPUT); pinMode(34,INPUT); pinMode(36,INPUT); pinMode(38,INPUT); pinMode(40,INPUT);

//////////////////////////////////////////////////////   VARIABLE DE PALABRAS  ////////////////////////////

  pinMode(53,INPUT); pinMode(51,INPUT); pinMode(49,INPUT); pinMode(47,INPUT); pinMode(45,INPUT);
pinMode(43,INPUT);

//////////////////////////////////////////////////////   VARIABLE DE ACELEROMETRO   //////////////////////
  compass.m_min = (LSM303::vector<int16_t>){-32767, -32767, -32767};
  compass.m_max = (LSM303::vector<int16_t>){+32767, +32767, +32767};
}

//////////////////////////////////////////////////////   PROGRAMA PRINCIPAL ////////////////////////
/*************************************************************************************/
void loop()
{
  compass.read();
  valor=digitalRead(button);

///*************************************************************************************
************************************************************
////////////////////////////////////////////////////// CONDICION ELEECION LETRA O PALABRA
//////////////////////////////////////////////////////
```

```
 if(valor==0 &&  ban==0)
 {   digitalWrite(decision,HIGH);  ban=1; ban2=1; delay(150); }
 else
   if(valor==0 &&  ban==1 ){  digitalWrite(decision,LOW);   ban=0;  ban2=0 ; delay(200);}

///*****************************************************************************************
**************************************************************
//////////////////////////////////////////////////// PALABRAS  ///////////////////////////////////
///*****************************************************************************************

 if(ban2==1)
 {
 compass.read();
 float heading = compass.heading();
 Z=digitalRead(53);  X=digitalRead(51); Y=digitalRead(49); W=digitalRead(47); S=digitalRead(45);
T=digitalRead(43);

 ////////////////////////////////  Equilibrio  ////////////////////////////////////////////////
 if(heading >147 && heading < 155 &&   Z==0 && X==0 && Y==0 && W==0 && S==0 &&  T==0)
 {digitalWrite(7,HIGH);}

 if (heading <145 || heading > 160 )
 {digitalWrite(7,LOW);}

 ////////////////////////////////  COMO  ////////////////////////////////////////////////
 if(heading >125 && heading < 135 &&   Z==0 && X==1 && Y==0 && W==0 && S==0 &&  T==0)
 {Serial.println(" COMO "); delay(150);}

 ////////////////////////////////  ESTAS  ////////////////////////////////////////////////
 if(heading >290 && heading < 350 &&   Z==1 && X==1 && Y==1 && W==1 && S==1 &&  T==1)
 {Serial.println(" ESTAS "); delay(150);}

 ////////////////////////////////  LUNES  ////////////////////////////////////////////////
 if(heading >150 && heading < 159 &&   Z==0 && X==0 && Y==0 && W==1 && S==1 &&  T==1)
 {Serial.println(" LUNES "); delay(150);}

 ////////////////////////////////  HOLA  ////////////////////////////////////////////////

if(heading >120 && heading < 128 &&   Z==0 && X==0 && Y==0 && W==0 && S==1 &&  T==1)
 {Serial.println(" HOLA "); delay(150);}

 ////////////////////////////////  MARTES  ////////////////////////////////////////////////

 if(heading >150 && heading < 159 &&   Z==0 && X==0 && Y==0 && W==0 && S==1 &&  T==1)
 {Serial.println(" MARTES "); delay(150);}

 ////////////////////////////////  MIERCOLES  ////////////////////////////////////////////////
 if(heading >150 && heading < 159 &&   Z==0 && X==1 && Y==0 && W==0 && S==0 &&  T==1)
 {Serial.println(" MIERCOLES "); delay(150);}

 ////////////////////////////////  JUEVES  ////////////////////////////////////////////////
 if(heading >142 && heading < 150 &&   Z==0 && X==1 && Y==1 && W==1 && S==1 &&  T==0)
 {Serial.println(" JUEVES "); delay(150);}

 ////////////////////////////////  VIERNES  ////////////////////////////////////////////////
 if(heading >142 && heading < 150 &&   Z==0 && X==1 && Y==0 && W==0 && S==1 &&  T==1)
```

Fotos de evidencia de trabajo

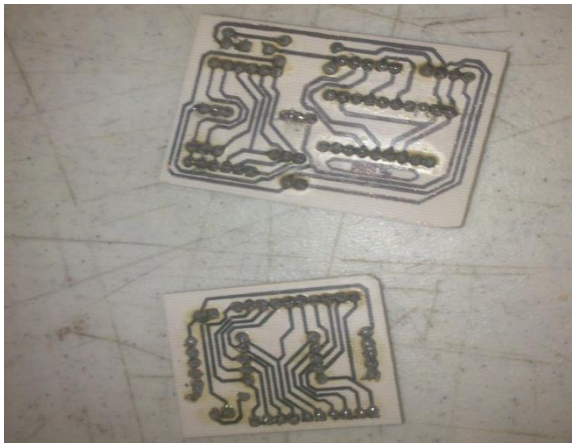


Figura 49.- Proceso del diseño de la placa.

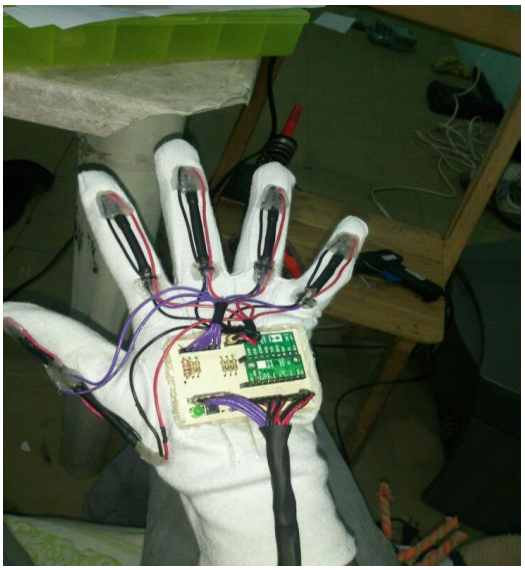


Figura 50.- Guantes izquierdo y derecho con las placas ya armadas.

Figura 51.- Proyecto finalizado.