



# Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

**Clave del proyecto:**

1201-19

**Título del proyecto:**

Sistema de comunicación de niños hipoacúsicos por medio de dispositivos móviles.

INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

**Línea de Investigación:**

Computación Educativa.

**Integrantes:**

09270793 / Aguilar Grajales, Víctor Hugo / 9° Semestre.

09270803 / Candelaria Velázquez, Sergio / 9° Semestre.

**Asesor:**

M.C. José Alberto Morales Mancilla

**Asesor externo:**

Lic. Norma Elena Chang Ruiz

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 17 de diciembre de 2013

**PROYECTO:**

SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE NIÑOS HIPOACÚSICOS POR  
MEDIO DE DISPOSITIVOS MÓVILES.

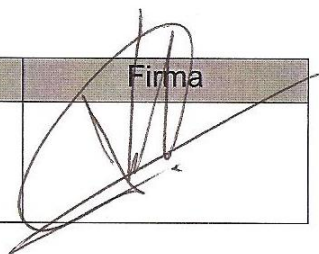
**ACTIVIDAD:**

REPORTE DE RESIDENCIA

**ALUMNOS:**

- VICTOR HUGO AGUILAR GRAJALES
- SERGIO CANDELARIA VELAZQUEZ

**ASESOR:**

Nombre	Firma
M.C. José Alberto Morales Mancilla	

**REVISOR:**

Nombre	Firma
DR. German Ríos Toledo	

**REVISOR:**

Nombre	Firma
Lic. José Manuel Santiago Calvo	

## Resumen

Es un sistema alternativo de comunicación que ayuda a niños con déficit de audición a comunicarlos con las personas de su entorno que no tiene esta discapacidad (Normoyentes<sup>1</sup>).

El sistema se apoya de un guante interprete de la lengua de señas mexicana, que con la ayuda de flex sensores, un módulo bluetooth (HC-05) y un nano arduino se vincula con una Tablet (Samsung Galaxy Tab 2 con Android 4.1), la cual cuenta con un aplicación, encargada de ser el mediador de la comunicación, al tener dos secciones las cuales están basadas en un sistema de comunicación común un receptor y un emisor, y que cuenta con apoyos visuales de imágenes que estimulan el aprendizaje de la lengua de señas y concreta una comunicación entre las personas antes mencionadas.

El sistema logra la comunicación de un niño con déficit de audición con los normoyentes, aunque tuvo que pasar varios prototipos por la dificultad de los sensores correctos para resolver este problema pasando por switches, sensores foto-electrónicos, hasta llegar a los flex sensores, teniendo un éxito claramente expuesto en este documento.

El proyecto fue realizado con la colaboración entre el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez y el U.O.P (Unidad de Orientación al Público), con el propósito de implementar una herramienta alterna para la comunicación apoyada en la lengua de señas mexicana.

<sup>1</sup>Referido a una persona que oye con normalidad y que no sufre ningún tipo de discapacidad auditiva.

## Tabla de contenido

Resumen.....	iii
1. Introducción.....	1
2. Planteamiento del problema.....	2
3. Justificación.....	3
4. Objetivos.....	4
4.1. Objetivo General .....	4
4.2. Objetivo Especifico .....	4
5. Caracterización del área en que se participo .....	4
5.1. Descripción General del área en que se elaboró .....	4
5.2. Misión .....	5
5.3. Visión .....	5
5.4. Organización .....	5
5.5. Vinculación.....	7
5.6. Ubicación de la dependencia.....	9
6. Problema a resolver, priorizándolos.....	10
7. Alcances y limitaciones .....	12
7.1. Alcances.....	12
7.2. Limites .....	12
8. Estado del Arte .....	13
Diseño de un traductor de gestos basado en un guante electrónico sensitivo al movimiento. .....	13
Lenguaje de señas por celular .....	14
Sistema eficiente de reconocimiento de gestos de la mano. ....	15
Diseño e implementación de un sistema traductor de lenguaje de señas de manos a un lenguaje de texto mediante visión artificial en un ambiente controlado.....	16
Transcriptor de lenguaje de señas a texto. ....	17
Guante con sensores para reproducir el sonido de las letras por medio del lenguaje sordo mudo con soporte de tecnología java. ....	18
9. Fundamento teórico.....	21
9.1. Fundamento teórico conceptual .....	21
9.1.1 Arduino Nano .....	21

9.1.2. HC-05 .....	26
9.1.3. Flex Sensor 2.2” .....	28
9.1.4. LM358 .....	29
9.1.5. Pulsador (Pushbutton) .....	31
9.1.6. Resistencias .....	31
9.1.7. Acelerómetro ADXL345.....	33
9.1.8. Arduino Software .....	35
9.1.9. Android.....	36
9.1.10. Eclipse (IDE Android) .....	37
9.1.11. Isis Proteus.....	39
9.1.12 PCB wizard.....	40
9.1.11. Samsung Galaxy Tab 2 (10.1) .....	41
9.1.12. Modelo de prototipos .....	44
9.2 Fundamento teórico específico.....	47
9.2.1. Déficit de audición .....	47
9.2.2. Lengua de señas mexicana.....	51
9.2.3. Comunicación .....	57
10. Procedimientos y descripción de las actividades realizadas .....	59
10.1. Recolección y refinamiento de requisitos .....	59
10.2. Modelado, diseño rápido .....	59
10.3. Construcción del Prototipo .....	60
10.4. Desarrollo, evaluación del prototipo por el cliente (pruebas) .....	63
10.5. Refinamiento del prototipo .....	63
10.6. Documentación y mantenimiento.....	64
10.7. Producto de ingeniería.....	64
11.1. Diagrama de bloques del sistema.....	66
11.2. Diagrama de casos de uso .....	68
11.3. Diagrama de actividades.....	70
11.5. Diagrama de estados.....	71
11.6. Diagrama de secuencias.....	72
11.7. Diseño de la interfaz .....	73
11.7.1 Guante interprete LSM .....	73

11.7.2. Interfaz de la aplicación.....	74
12. Conclusiones y recomendaciones .....	78
13. Fuentes de información .....	79
Bibliografía.....	79
Páginas Web.....	80
14. Anexos.....	82
14.1. Formato de seguimiento para el proyecto .....	82
14.2. Vocabulario básico del proyecto .....	82
14.3 Manual de la aplicación .....	85
14.4 Datasheet ADXL345 .....	97
14.5 Datasheet flex sensor .....	108
14.6 Datasheet del LM358.....	110
14.7 Hoja de seguimiento de Víctor Hugo Aguilar .....	118
14.8 Hoja de seguimiento de Sergio Candelaria Velazquez .....	119
14.9 Liberación de Víctor Hugo Aguilar Grajales .....	120
14.10 Liberación de Sergio Candelaria Velazquez .....	121

## Índice de Figuras

Figura 5.1 UOP.....	5
Figura 5.2 Ubicación del UOP .....	9
Figura 8.1 Guante con sensores fotoelectrónicos.....	14
Figura 8.2 Aplicación LSM para celular .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 8.3 Organización de proyecto sistema de reconocimiento de manos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 8.4 Escenario con iluminación necesario .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 8.5 Esquema de proyecto.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 8.6 Guante con sensores para reproducir el sonido de las letras.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9.1 Arduino Nano vista superior .....	<b>¡Error! Marcador no definido.2</b>
Figura 9.2 Arduino Nano vista inferior .....	<b>¡Error! Marcador no definido.2</b>
Figura 9.3 Arduino Nano características 1 .....	<b>¡Error! Marcador no definido.3</b>
Figura 9.4 Arduino Nano características 2 .....	<b>¡Error! Marcador no definido.3</b>
Figura 9.5 HC-05.....	<b>¡Error! Marcador no definido.8</b>
Figura 9.6 Dimensiones del Flex Sensor .....	30
Figura 9.7 Curvaturas del Flex sensor .....	30
Figura 9.8 LM 358.....	<b>3¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9.9 Push-Button.....	33

Figura 9.10 Resistencia.....	33
Figura 9.11 Código de colores de las resistencias.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 5
Figura 9.12 Acelerometro ADXL345.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 6
Figura 9.13 Interfaz Arduino 1.0.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 7
Figura 9.14 Logo Android.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 8
Figura 9.15 IDE Eclipse.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 9
Figura 9.16 Isis Proteus.....	41
Figura 9.17 PCB Wizard.....	<b>4¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9.18 Tablet Samsung Galaxy Tab 2.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9.19 Etapas del Modelo de prototipos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9.20 Ciclo de vida del modelo de prototipos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9.21 Lengua de señas.....	51
Figura 9.22 Ideograma.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9.23 M, N y T.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 6
Figura 9.24 Manzana, Nuera y tarde.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 6
Figura 9.25 Dactilología (a).....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 7
Figura 9.26 Dactilología (b).....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 8
Figura 9.27 Dactilología (c).....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 9
Figura 9.28 Comunicación.....	61
Figura 10.1 Diagrama del sistema en general.....	63
Figura 10.2 Prototipo 1.....	<b>6¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 10.3 Prototipo 2.....	<b>6¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 10.4 Prototipo 3.....	65
Figura 10.5 Aplicación Menú.....	66
Figura 10.6 Diagrama de la placa del guante.....	67
Figura 10.7 Recepción y concatenación de las letras.....	69
Figura 11.1 Diagrama de bloques general del sistema.....	70
Figura 11.2 Diagrama de casos de uso.....	71
Figura 11.3 Diagrama de actividades.....	73
Figura 11.4 Diagrama de estados.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 11.5 Diagrama de secuencias.....	76
Figura 11.6 Circuito Artwork.....	76
Figura 11.7 Circuito Real world.....	77
Figura 11.8 Simulación flex sensor y LM357.....	78
Figura 11.9 Guante LSM.....	78
Figura 11.10 Menú principal de la aplicación.....	79
Figura 11.11 Me dices (modo recepción).....	80
Figura 11.12 Te digo (modo emisor).....	81

## Índice de Tablas

Tabla 8.1 Comparación de proyectos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	1
Tabla 9.1 Esquema Arduino Nano.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	4
Tabla 9.2 Especificaciones del HC-05 .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	8
Tabla 9.3 Información de la Tablet.....		47
Tabla 9.4 Grado de pérdida auditiva.....		51
Tabla 9.5 Sintomalogía .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 10.1 Costos del proyecto .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 11.1 Actor niño .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 11.2 Actor usuario .....		70
Tabla 11.3 Caso de uso interpretar señas .....		71
Tabla 11.4 Activar ayuda .....		72
Tabla 11.5 Vincular BT.....		72
Tabla 11.6 Responder por señas .....		73
Tabla 11.7 Desvincular BT .....		73



# 1. Introducción

El déficit de audición es una discapacidad que afecta mucho a las personas en la actualidad; puede ser de pérdida total o parcial, existen diferentes niveles de audición, la que se trata es la profunda, ya que su gravedad hace más difícil la comunicación y hace que no se puede tratar con aparatos receptores que amplían el sonido.

Este proyecto logrará la comunicación entre las personas con déficit de audición con las demás personas a su alrededor (normoyentes), este es un claro problema que existe en las personas con déficit de audición.

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 normoyente, reduce estas otras posibilidades de lenguaje y no utiliza en todo su potencial estos canales.

Las personas con déficit de audición, no pueden expresarse o entender el lenguaje cotidiano de la misma manera que una persona común o bien no se haría entender de una manera apropiada. Para esta situación se ha creado una lengua especial para ellos: la lengua de signos o señas.

En la actualidad las personas privadas de hablar y escuchar aprenden la comunicación manual (mímica dactilológica) y/o la lectura labio facial como medio de comunicación con otras personas, sin embargo la gran mayoría de personas con la capacidad de hablar no entienden su mímica dactilológica.

La lengua de señas mexicana es un medio de comunicación eficaz, y que puede ser muy claro para las personas que conozcan la lengua, y sus posiciones de mano pueden ser interpretadas.

## 2. Planteamiento del problema

Para una persona con problemas de déficit de audición es difícil realizar actividades cotidianas que fácilmente harían otras personas. Existen diferentes actividades que no pueden realizar estas personas pero la más importante que se puede resaltar es la de comunicación.

Durante el proceso de la educación de un niño es vital la comunicación con las personas que están a su alrededor y los niños sordos no pueden realizar dicha actividad, afectando directamente su aprendizaje y su desarrollo como ser humano.

Esta discapacidad se da en cualquier nivel social; este problema puede generarse por varias causas y factores de la naturaleza que no se pueden prevenir, pero que si se puede resolver dependiendo el nivel de la discapacidad que se presente.

La dificultad que tienen los niños con déficit de audición, es el desenvolvimiento de este en áreas sociales como lo sería una escuela primaria pública donde enfrenta una falta de atención por parte de maestros y demás supervisores por la gran cantidad de personas que asisten, y en donde son grupos de 35 a 40 alumnos.

La falta de atención obliga al niño a estar en un lugar sin una supervisión y sin una forma segura de comunicación con los demás a su alrededor, donde podría ocurrir problemas derivados como el bullying o que el mismo se aíse porque los niños no lo entienden, pudiendo surgir problemas de depresión y demás cosas ligadas.

El niño Antony Toala Champo de 10 años quien actualmente se encuentra cursando el 5° año de primaria en la escuela Miguel Hidalgo del municipio de Suchiapa, Chiapas, sufre de una sordera profunda de nacimiento el cual tiene un problema de comunicación con personas a su alrededor por la falta de cultura de la lengua de señas mexicanas, la cual es su única forma de comunicación hacia su mundo exterior, en su escuela necesita de personas que le ayuden a interpretarlo pero al ser una escuela pública no le pueden dar toda la atención, lo que también le genera

dependencia a estas personas, ya que solo no puede desenvolverse plenamente en su vida cotidiana.

En Chiapas existe hasta la fecha 12 de mayo de 2011, según INEGI el porcentaje de discapacitados en de 3.53% de toda la población del estado, estamos hablando de más de 169,000 personas con alguna discapacidad, además de que la discapacidad auditiva es el tercer tipo de discapacidad con más personas en el país, es un gran número de personas que se beneficiarían con una forma alternativa de comunicación.

Se utilizará un guante con sensores y una Tablet para resolver el problema.

### **3. Justificación**

Este proyecto crea un sistema de comunicación alterna para el beneficio de los niños con déficit de audición ayudándoles en ahorro del tiempo, claridad de la comunicación, y socializar con las personas a su alrededor.

El ahorro del tiempo es algo que siempre se busca, una comunicación fluida siempre ha sido algo que independiente de una discapacidad auditiva es lo más conveniente en cualquiera comunicación y en este proyecto no es la excepción.

La claridad es importante, se debe de evitar malinterpretaciones y confusiones que puedan cambiar el sentido de la comunicación, por eso se deletrea todo lo que se quiere comunicar para evitar conflictos de reglas sintácticas.

Socializar con todas las personas a su alrededor le dará acceso a expresar todas sus necesidades, que pueden ser muy importantes como las fisiológicas, además de poder ayudarles en el aprendizaje de nuevas cosas, ya que le ayudará a leer y escribir en el futuro.

La calidad de vida en los niños con déficit cambiaría, más en el aspecto laboral dándole una herramienta útil para su comunicación, además de mejorar en sus

relaciones personales, con sus compañeros de su escuela y en un futuro con las personas de su trabajo.

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo General**

Crear un sistema alternativo de comunicación que ayude a las personas con déficit de audición.

### **4.2. Objetivo Especifico**

- ✓ Utilizar un guante con múltiples sensores para captar las flexiones en las falanges de la mano de un niño con déficit de audición.
- ✓ Utilizar tecnología bluetooth como medio de transmisión entre los sensores y la Tablet.
- ✓ Utilizar una Tablet como receptor de la comunicación de los sensores del guante.
- ✓ Utilizar una Tablet como emisor de la comunicación a través de la reproducción de imágenes.
- ✓ Realizar la comunicación entre un niño con déficit de audición con una persona que no sepa la lengua de señas mexicano.
- ✓ Realizar la comunicación entre una persona ajena a la lengua de señas mexicano con un niño con déficit de audición.

## **5. Caracterización del área en que se participo**

### **5.1. Descripción General del área en que se elaboró**

La Unidad de Orientación al Público (UOP) da un servicio escolarizado que da atención a niños y jóvenes en los niveles de educación inicial, educación básica

(preescolar y primaria) y talleres de formación para el trabajo que brinda apoyos específicos a los alumnos con discapacidad, discapacidad múltiple y trastornos generalizados del desarrollo que por diversas razones no logran integrarse al sistema educativo regular. La finalidad es fortalecer el desarrollo de aprendizajes funcionales para lograr una mejor calidad de vida.



Figura 5.1 UOP

## 5.2. Misión

El personal de la unidad de orientación al público tenemos el compromiso de dar información, asesoría y capacitación al personal de educación, a las familias y al público en general, sobre las opciones educativas y estrategias de atención para las personas que presentan necesidades educativas especiales, prioritariamente asociadas con discapacidad y/o aptitudes sobresaliente para favorecer su integración escolar, social y laboral.

## 5.3. Visión

Como servicio de orientación, el personal de esta unidad tenemos el compromiso de desarrollar nuestras funciones, con ética y profesionalismo, para coadyuvar en una cultura de inclusión, que propicie el desarrollo de todas las personas en lo educativo, social y laboral.

## 5.4. Organización

Los servicios de orientación se ubican en edificios y espacios educativos, con el fin de aprovechar los recursos disponibles del Sistema Educativo y contribuir a la articulación entre los servicios de educación regular y especial. Cuando esto no es posible, se ubican en locales y edificios que cuentan con la infraestructura necesaria, con el apoyo de organizaciones gubernamentales o de la sociedad civil.

La plantilla de personal que requieren los servicios de orientación para brindar una atención adecuada a las necesidades de la comunidad debe estar conformada por Director/a, especialistas en las distintas áreas, discapacidades, trastornos generalizados del desarrollo, aptitudes sobresalientes y/o talentos específicos, así como personal administrativo (secretaria e intendente).

Las áreas de atención son las siguientes:

- Aptitudes sobresalientes
- Déficit de la atención con hiperactividad
- Discapacidad auditiva.
- Discapacidad intelectual.
- Discapacidad motriz.
- Discapacidad visual.
- Problemas de aprendizaje.
- Problemas de comunicación
- Problemas de conducta
- Trastorno del espectro autista.

#### *Criterios Generales de Organización.*

Los servicios de orientación se ubican en diferentes regiones del estado; los criterios para determinar su establecimiento y creación son:

- Municipios o localidades con alta demanda de población prioritariamente con discapacidad, aptitudes sobresalientes y/o talentos específicos.
- Municipios o localidades que no cuentan con servicio de educación especial.
- Municipios o localidades cuya zona de influencia puede beneficiar a usuarios de toda la región urbano-marginada, rural o indígena.

Los servicios de orientación no ofrecen atención directa al alumnado. Sus funciones se agrupan en tres ejes: información, asesoría y capacitación; recursos materiales específicos, y estudios indagatorios.

a) Información, asesoría y capacitación

En este eje, los servicios de orientación ofrecen información, asesoría y capacitación a los profesionales del Sistema Educativo Nacional, a las familias y a la comunidad en general, relacionada con el diseño e implementación de ajustes razonables para prevenir, disminuir y eliminar las barreras para el aprendizaje y la participación del alumnado.

b) Recursos materiales específicos

En este eje se brinda el servicio de préstamo, orientación y asesoría sobre el uso de materiales específicos para la atención del alumnado.

c) Estudios indagatorios

En este eje se fomenta el desarrollo de proyectos innovadores que permitan brindar mayores apoyos educativos para la prevención, reducción y eliminación de barreras en los contextos familiar, escolar, comunitario y laboral.

## **5.5. Vinculación**

Las acciones realizadas por los servicios de orientación, además de estar comprendidas en los tres ejes, deberán ser fortalecidas a través de la vinculación interna y externa asegurando la pertinencia e impacto de la respuesta que se brinda a cada usuario.

### ***Vinculación Interna***

- Con otros Servicios de Orientación. Para compartir e intercambiar experiencias de trabajo, bibliografía, materiales y resultados de estudios indagatorios; establecer acuerdos que permitan mejorar la calidad y cobertura del servicio para unificar y enriquecer criterios y procesos de atención.

- Con Servicios Escolarizados (CAM). Para conocer su funcionamiento y organización y contar con los elementos e información necesarios al momento de sugerir la atención en estos servicios; de la misma manera, la vinculación permitirá brindar información, asesoría y capacitación pertinente cuando el personal lo requiera. Los hallazgos encontrados en estudios indagatorios representan un apoyo fundamental a los CAM para elevar la atención y respuesta educativa.
- Con Servicios de Apoyo. La vinculación con estos servicios, permite conocer su funcionamiento y organización, así mismo, el establecimiento de acuerdos para el intercambio, asesoría y capacitación, fortaleciendo los servicios que ambos brindan.
- Con el Centro de Maestros. Para favorecer las acciones de capacitación y asesoría en temas relacionados con el diseño e implementación de ajustes razonables, para la eliminación de barreras para el aprendizaje y la participación del alumnado en los diversos contextos; así como para optimizar la utilización de los recursos con que cuenta el Centro de Maestros (aulas, Red Edusat, reproductores de videos, material bibliográfico, video gráfico y de proyección, entre otros).
- Con educación regular. Para dar a conocer los apoyos que se ofrecen a los diferentes niveles y modalidades educativas, así como establecer una estrecha vinculación con docentes, directivos y supervisores.

### ***Vinculación Externa.***

Se debe establecer una vinculación permanente con diferentes sectores e instancias de la comunidad con la finalidad de acrecentar las opciones de apoyo a los usuarios, así como para el enriquecimiento mutuo a través del intercambio de experiencias de trabajo, bibliografía y materiales. El servicio de orientación se vincula con: instancias gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil, especialistas en diversas áreas y otros sectores e instancias.

La vinculación con estas instancias posibilita la realización conjunta de actividades de asesoría y capacitación sobre temas específicos en la atención de las personas



con discapacidad, trastornos generalizados del desarrollo, aptitudes sobresalientes y talentos específicos; así como, conocer los servicios de rehabilitación, atención médica, apoyos asistenciales, etc. que brindan en favor de las familias para la prevención, disminución o eliminación de barreras para el aprendizaje y la participación.

Esta vinculación brinda la posibilidad de ampliar el campo de acción del servicio de orientación a través del apoyo y compromiso de diversos profesionales, organizaciones de la sociedad civil e instancias gubernamentales.

La elaboración de directorios y el establecimiento de redes de enlace con las diferentes instituciones, son acciones que permiten dar solución adecuada y oportuna a las necesidades de los usuarios.

### 5.6. Ubicación de la dependencia

La Institución está ubicada en Prolongación. Norte Av. Rosa Del Poniente Tuxtla Gutiérrez Chiapas



Figura 5.2 Ubicación del UOP

## 6. Problema a resolver, priorizándolos

- Identificación del niño con sordera Profunda.

Se conoció al niño con sordera profunda y se tuvo el primer contacto, así mismo se empezó a conocer las características que este niño tiene para la realización del proyecto.

Se conoció la lengua de señas mexicano que el niño maneja y si existía una deficiencia en el manejo de este, además se valoró las flexiones que realiza.

- Identificación de los sensores que identificaran las señas de la lengua de señas mexicano.

Se realizó una investigación de que tipos de sensores podrían simular las articulaciones y el movimiento, después de esta investigación concluimos que la mejor opción era utilizar Sensores Flex, Pulsadores y un Acelerómetro para capturar los valores de movimiento.

Se conoció la lengua de señas mexicano que el niño maneja y si existía una deficiencia en el manejo de este, además se valoró las flexiones que realiza.

- Toma de medidas del guante

Se realizó la toma de medidas para el tamaño correcto de la mano del beneficiario, y ver su equivalente de tallas para niño, tomando en cuenta las medidas del contorno de la mano.

- Realización del guante que interpretara el LSM.

Ya que se tuvo el contacto con el beneficiario analizando cuáles son sus características y se identificaron los sensores a utilizar. A continuación se

empezó a construir el guante que interpretara el LSM, este proceso resulta muy complejo ya que el adaptar los sensores para que estos obtengan los valores es muy difícil.

- Análisis y procesamiento de los datos obtenidos de los sensores.

Ya que se construyó el guante se procedió a hacer una obtención y tratado de datos formando así tramas lista para transmitir las median el protocolo rs-232 bluetooth.

- Realización de la aplicación de la Tablet.

Ya que se realizó el análisis y procesamiento de los datos y los datos ya están listos para ser transmitidos se procedió a realizar la aplicación de la Tablet implementado métodos de recepción, tratamientos de los datos, identificación las señas, formación de palabras, asociación con un vocabulario básico de la lengua de señas mexicano y reproducción de sonido para personas que desconocen la lengua de señas y no saben leer.

Este proceso llevo mucho tiempo ya que tiene que ser muy novedoso y llamativo ya que cabe recalcar que es un sistema auxiliar para la comunicación para un niño hipoacúsico.

- Vinculación del guante con la aplicación.

Después que ya se realizaron los módulos correspondientes para la recepción de los datos de los sensores, se realiza la vinculación configurando la velocidad de transmisión, el tiempo que recibiremos cada trama de datos. Este proceso es importante ya que es primordial para que los datos puedan ser tratados por la Tablet.

➤ Realización de Pruebas.

Ya que se realizó la vinculación se empezó a realizar una calibración para las señas puedan ser identificadas perfectamente y las partes del sistema queden funcionando perfectamente y se empezó a realizar pruebas tras pruebas hasta que se pudieron identificar todas las letras y después se procedió a la formación de palabras para darle un significado a todas las señas.

-Cronograma Anexo 14.1

## **7. Alcances y limitaciones**

### **7.1. Alcances**

- ✓ El sistema que se construyó mejora la comunicación de los niños con déficit de audición y una persona que desconoce la lengua de señas mexicana más no erradica este problema, sirviendo como una alternativa para la comunicación.
- ✓ El sistema está diseñado para un dispositivo Android.
- ✓ El Sistema está diseñado en lenguaje java para android y programado para placas programables ARDUINO lo cual lo hace innovador además asegura que el software fluya con facilidad.
- ✓ El sistema contiene las líneas de comunicación Emisor-Receptor y Receptor-Emisor.
- ✓ El sistema es inalámbrico lo cual lo hace portable.

### **7.2. Limites**

- ✓ Si no se realiza de la forma correcta la seña y no se le da el movimiento correcto a la mano los sensores no podrán asociar esa seña con la seña original.

- ✓ Ya que es un sistema inalámbrico tiene limitado el espacio para la conexión de este.
- ✓ El software está diseñado con la lengua de señas mexicano y por lo tanto agrupado con señas parecidas a las cuales solo se pueden diferenciar por el movimiento y si estas señas cambiaran se tendría que realizar de nuevo el análisis y reagrupar las señas.
- ✓ Ya que el sistema es inalámbrico se estará utilizando baterías y este a la larga generara un costo mayor.
- ✓ La Tablet debe de contar con un bluetooth para poder realizar la vinculación con la interfaz de los sensores.

## **8. Estado del Arte**

### **Diseño de un traductor de gestos basado en un guante electrónico sensitivo al movimiento.**

Autores: David Caicedo Fernández<sup>1</sup>, Enrique Solórzano García<sup>2</sup>.

1. Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones.

2. Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones.

Escuela Superior Politécnica del Litoral: Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación.

Lugar: Guayaquil, Ecuador.

Año: 2006.

El presente trabajo desarrolla el Diseño de un Traductor de Gestos basado en un Guante Electrónico Sensitivo al Movimiento, tratando de interpretar las señas más importantes empleadas por las personas privadas de hablar. Este proyecto está enfocado a establecer un mecanismo de comunicación entre estas personas y el resto de la sociedad (Caicedo & Solórzano, 2006).

Debido a que este traductor de gestos está basado en un guante electrónico sensible al movimiento, la primera parte de este trabajo se centrará en la adquisición de datos sobre la posición de los dedos.

Estos datos serán enviados a un microprocesador para que las señales sean comparadas, y decodificadas en lenguaje escrito o hablado.

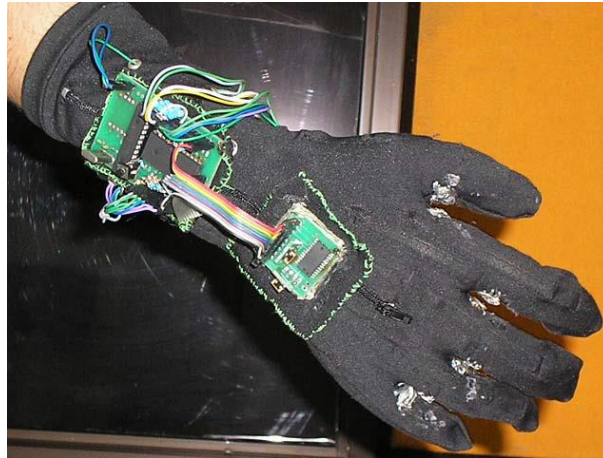


Figura 8.1 Guante con sensores fotoelectrónicos

## Lenguaje de señas por celular

Autores: Gerardo Acevedo, Rosendo Flores, Sergio Lima, Baruch Alducin.

Lugares: Academia de Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico de Milpa Alta, Academia de Ciencias Básicas, Instituto Tecnológico de Cuautla.

Año: 2008.

La intención de la aplicación es facilitar la comunicación entre personas sordomudas y también entre sordomudos y personas sin esta discapacidad. La aplicación de desarrollo para la Lengua de Señas Mexicana (LSM). El principio de funcionamiento es simple la aplicación traduce palabras de la LSM a texto y viceversa a través de un diccionario construido para tal fin (Acevedo & Flores, 2008).

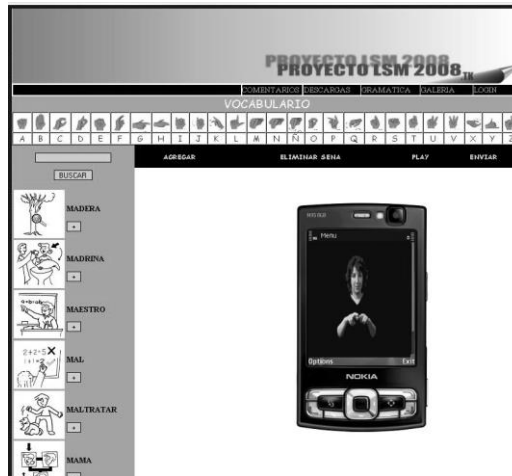


Figura 8.2 Aplicación LSM para celular

## Sistema eficiente de reconocimiento de gestos de la mano.

Autor: Jaime Silvela Maestre.

Universidad Politécnica De Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación.

Lugar: Madrid.

Año: 2000.

Este Proyecto se ha centrado dos primeras etapas, en el procesado de las imágenes, y en la obtención de sus características. Propone varias características medibles sobre las imágenes de entrada, y estudia su poder discriminador sobre el grupo de imágenes que nos interesa. Si las características estudiadas toman valores claramente distintos para posturas de la mano distintas, servirán como base para el desarrollo de un sistema clasificador. El objetivo de este Proyecto es, entonces, encontrar un conjunto de características medibles sobre imágenes de manos, que sirvan para distinguir unas manos de otras, con vistas a formar parte de un sistema clasificador (Silvera, 2000).

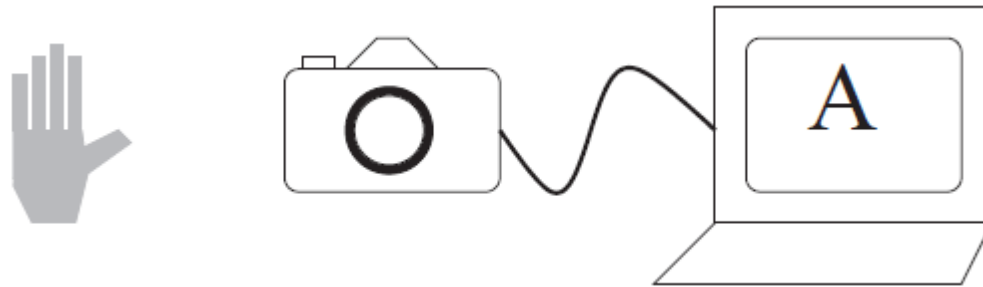


Figura 8.3 Organización de proyecto sistema de reconocimiento de manos

**Diseño e implementación de un sistema traductor de lenguaje de señas de manos a un lenguaje de texto mediante visión artificial en un ambiente controlado.**

Autores: Edwin Fabián Chiguano Rodríguez, Nathaly Verónica Moreno Díaz.

Escuela Politécnica Nacional: Facultad De Ingeniería Eléctrica Y Electrónica.

Lugar: Quito, Ecuador.

Año: 2011.

En este proyecto se implementa un sistema de traducción de señales de manos a texto mediante visión artificial.

Este sistema interpreta las señales de manos que el usuario realiza y las convierte a texto y a voz, el sistema también tiene un módulo entrenador, que permite a las personas que no conocen el lenguaje de señas aprenderlo. De esta forma se logra comunicar a las personas que usan este lenguaje con el mundo exterior y viceversa (Chiguano & Moreno, 2011).





Figura 8.4 Escenario con iluminación necesario

## **Transcriptor de lenguaje de señas a texto.**

Autor: Perla Artemisa Escalante Crespo.

Universidad de las Américas Puebla.

Escuela de Ingeniería y Ciencias Departamento: de Computación, Electrónica, Física e Innovación.

Lugar: Puebla, México.

Año: 2006.

Este proyecto es un transcriptor del lenguaje español signado a español. Se captura en video digital la seña de la que se desea saber su significado y una vez analizado, despliega el resultado en una pantalla (Escalante, 2006).

El tipo de patrones que reconoce son simples letras del abecedario manual en español. Aunque no reconoce todas, ya que una limitante en este proyecto son las letras con movimiento, reconoce la mayoría de las letras y se realiza con un alto grado de asertividad.

Se utilizó una cámara Web para hacer la captura del video y para tomar los patrones de las señas de la mano.

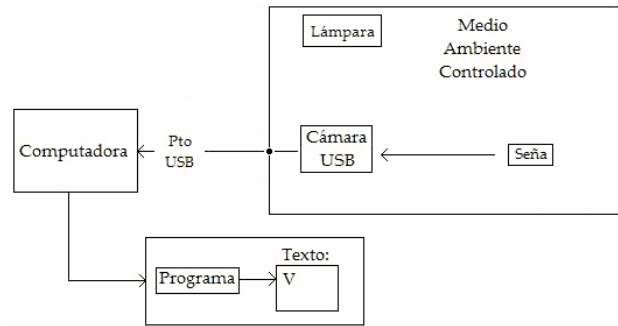


Figura 8.5 Esquema de proyecto

## **Guante con sensores para reproducir el sonido de las letras por medio del lenguaje sordo mudo con soporte de tecnología java.**

Autores: Fernando Arturo león Montoya, Xavier David merino Miño.

Universidad Politécnica Salesiana.

Lugar: Guayaquil, Ecuador.

Año: 2011.

El guante con sensores se implementará para crear una forma nueva de comunicación para con las personas de deficiencia auditiva.

“Teniendo en cuenta la biomecánica de la mano y la capacidad de contar con una amplia configuración por el movimiento de los dedos al comunicarse con la LSM (queirema)” (León & Merino, 2011).

El proyecto consiste en controlar los movimientos que se realicen en la mano (en cada articulación que se encuentra entre los huesos falange medial y falange proximal, y en las articulaciones falangio-metacarpianas, además en la muñeca), y se basa en la percepción de un haz de luz emitido por una fuente luminosa constante.

Esta luz se transmite dentro de un volumen de superficie cilíndrico elástico cerrado que responderá a los movimientos de flexión de los dedos; por lo que las variaciones en longitud, diámetro y posición del transmisor/receptor modularán la intensidad de la luz percibida en el elemento receptor.



Figura 8.6 Guante con sensores para reproducir el sonido de las letras

Proyectos	Innovación	Ventajas	Desventajas	Observaciones
Lenguaje de señas por celular.	Traducción de palabras de LSM (imágenes de señas) a textos a través de un diccionario.	-Es por reconocimiento de gestos.	-Traducción unitaria de las palabras.	El uso del diccionario solo se puede realizar en la computadora, Aunque sea en java los dispositivos móviles no soportan la aplicación.
Sistema eficiente de reconocimiento de gestos de la mano.	Incorpora el posicionamiento de las manos y las diferentes magnitudes de estos.	-Funciona para diferentes tamaños de manos.	-Antes de utilizarlo hay que calibrar la mano al sistema y lleva tiempo.	La calibración lleva tiempo y no siempre son buenos los resultados.
Diseño e implementación de un sistema traductor de lenguaje de señas de manos a un lenguaje de texto mediante visión artificial en un ambiente	Este sistema interpreta las señales de manos que el usuario realiza y las convierte a texto y a voz.	-Usa una iluminación controlada que evita las sombras. -Usa un fondo negro que logra aislar a la mano.	-No puede realizar diferentes símbolos con la mano. -Se necesita mucho espacio para colocar la caja donde se reconoce a la mano.	Tiene un módulo entrenador que permite a las personas que no conocen el lenguaje de señas aprenderlo.

controlado.				
Transcriptor de lenguaje de señas a texto.	Captura video digital para el procesamiento de señas.	-Tiene una traducción precisa de las señas.	-No reconoce señas de letras en movimiento.	La información es enviada a una computadora portátil.
Diseño de un traductor de gestos por medio de un guante electrónico sensitivo al movimiento.	Usa sensores de inclinación y acelerómetros.	-La interfaz gráfica ofrece la opción de sonido a la traducción.	-Necesita estar cerca del computador ya que es alámbrico la comunicación.	Los datos son comparados en una base de datos de posiciones donde se puede ver si es letra, palabra, número o frase. Usa una computadora para presentar la traducción.
Guante con sensores para reproducir el sonido de las letras por medio del lenguaje sordomudo con soporte de tecnología JAVA.	Reproduce el sonido de las letras.	-Se logra una comunicación con retroalimentación entre la persona hipoacúsica y la persona sin discapacidad.	-La persona necesita saber leer. -Solo se puede usar por 30 minutos por la duración de las baterías.	El uso de una LCD en la manga del guante asegura que el mensaje se formó de manera correcta.
Sistema de comunicación de niños hipoacúsicos por medio de dispositivos móviles	Usa flex sensores junto a un acelerómetro para identificar las señas de la mano, reproduce toda la frase e interpreta palabras a señas.	-Existe la comunicación bidireccional -Se apoya de muchas imágenes para interpretar la seña -Usa todas las letras del abecedario. -Usa una Tablet	-La persona que utiliza la Tablet debe saber leer -El niño solo puede usar la mano derecha y un guante de su talla.	Al ser inalámbrico se puede llevar a todos lados, la aplicación de la Tablet por si sola es de gran ayuda y puede llegarse aprender la dactilología de señas mexicanas con el tiempo.

		con Android lo cual lo hace innovador con una guante que interpreta las señas usando el bluetooth lo que lo hace inalámbrico.		
--	--	---	--	--

Tabla 8.1 Comparación de proyectos

## 9. Fundamento teórico

### 9.1. Fundamento teórico conceptual

#### 9.1.1 Arduino Nano



Figura 9.1 Arduino Nano vista superior

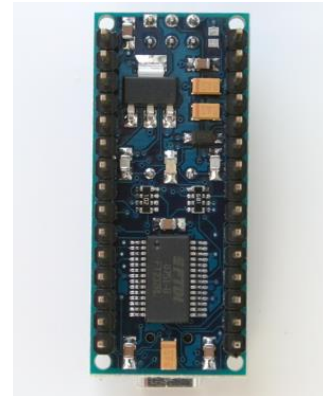


Figura 9.2 Arduino Nano vista inferior

##### 9.1.1.1. Descripción General

El Arduino Nano es una pequeña y completa placa basada en el ATmega328 (Arduino Nano 3.0) o ATmega168 (Arduino Nano 2.x) que se usa conectándola a una protoboard. Tiene más o menos la misma funcionalidad que el Arduino Duemilanove, pero con una presentación diferente. No posee conector para alimentación externa, y funciona con un cable USB Mini-B en vez del cable estándar. El nano fue diseñado y está siendo producido por Gravitech (Ruiz, 2011).

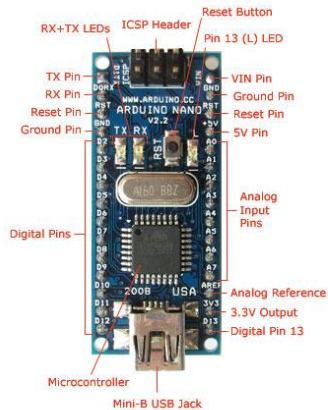


Figura 9.3 Arduino Nano características 1



Figura 9.4 Arduino Nano características 2

### 9.1.1.2. Esquemático y Diseño

Microcontrolador	Atmel ATmega168 o ATmega328
Tensión de Operación (nivel lógico)	5 V
Tensión de Entrada (recomendado)	7-12 V
Tensión de Entrada (límites)	6-20 V
Pines E/S Digitales	14 (de los cuales 6 proveen de salida PWM)
Entradas Analógicas	8
Corriente máx por cada PIN de E/S	40 mA
Memoria Flash	16 KB (ATmega168) o 32 KB (ATmega328) de los cuales 2KB son usados por el bootloader
SRAM	1 KB (ATmega168) o 2 KB (ATmega328)
EEPROM	512 bytes (ATmega168) o 1 KB (ATmega328)
Frecuencia de reloj	16 MHz
Dimensiones	18,5mm x 43.2mm

Tabla 9.1 Esquema Arduino Nano

### **9.1.1.3. Alimentación**

El Arduino Nano puede ser alimentado usando el cable USB Mini-B, con una fuente externa no regulada de 6-20V (pin 30), o con una fuente externa regulada de 5V (pin 27). La fuente de alimentación es seleccionada automáticamente a aquella con mayor tensión (Ruiz, 2011).

El chip FTDI FT232RL que posee el Nano solo es alimentado si la placa está siendo alimentada usando el cable USB. Como resultado, cuando se utiliza una fuente externa (no USB), la salida de 3.3V (la cual es proporcionada por el chip FTDI) no está disponible y los pines 1 y 0 parpadearán si los pines digitales 0 o 1 están a nivel alto (Ruiz, 2011).

### **9.1.1.4. Memoria**

El ATmega168 posee 16KB de memoria flash para almacenar el código (de los cuales 2KB son usados por el bootloader); el ATmega 328 posee 32KB, (también con 2 KB usados por el bootloader). El ATmega168 posee 1KB de SRAM y 512 bytes de EEPROM (la cual puede ser leída y escrita con la librería EEPROM); el ATmega328 posee 2 KB de SRAM y 1KB de EEPROM (Ruiz, 2011).

### **9.1.1.5. Entrada y Salida**

Cada uno de los 14 pines digitales del Nano puede ser usado como entrada o salida, usando las funciones `pinMode()`, `digitalWrite()`, y `digitalRead()`. Operan a 5 voltios. Cada pin puede proveer o recibir un máximo de 40mA y poseen una resistencia de pull-up (desconectada por defecto) de 20 a 50 kOhms. Además algunos pines poseen funciones especializadas:

- Serial: 0 (RX) y 1 (TX). (RX) usado para recibir y (TX) usado para transmitir datos TTL vía serie. Estos pines están conectados a los pines correspondientes del chip USB-a-TTL de FTDI.
- Interrupciones Externas: pines 2 y 3. Estos pines pueden ser configurados para activar una interrupción por paso a nivel bajo, por flanco de bajada o flanco de subida, o por un cambio de valor. Mira la función `attachInterrupt()` para más detalles.

- PWM: pines 3, 5, 6, 9, 10, y 11. Proveen de una salida PWM de 8-bits cuando se usa la función `analogWrite()`.
- SPI: pines 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Estos pines soportan la comunicación SPI, la cual, a pesar de poseer el hardware, no está actualmente soportada en el lenguaje Arduino.
- LED: Pin 13. Existe un LED conectado al pin digital 13. Cuando el pin se encuentra en nivel alto, el LED está encendido, cuando el pin está a nivel bajo, el LED estará apagado. El Nano posee 8 entradas analógicas, cada una de ellas provee de 10 bits de resolución (1024 valores diferentes). Por defecto miden entre 5 voltios y masa, sin embargo es posible cambiar el rango superior usando la función `analogReference()`. También, algunos de estos pines poseen funciones especiales:
- I2C: Pines 4 (SDA) y 5 (SCL). Soporta comunicación I2C (TWI) usando la librería `Wire` (documentación en la web `Wiring`).

Hay algunos otros pines en la placa:

- AREF. Tensión de referencia por las entradas analógicas. Se configura con la función `analogReference()`.
- Reset. Pon esta línea a nivel bajo para resetear el microcontrolador. Normalmente se usa para añadir un botón de reset que mantiene a nivel alto el pin reset mientras no es pulsado.

Mira también el cableado entre los pines Arduino y los puertos del ATmega168.

#### **9.1.1.6. Comunicación**

El Arduino Nao tiene algunos métodos para la comunicación con un PC, otro Arduino, u otros microcontroladores. El ATmega168 y el ATmega328 poseen un módulo UART que funciona con TTL (5V) el cual permite una comunicación vía serie, la cual está disponible usando los pines 0 (RX) y 1 (TX). El chip FTDI FT232RL en la placa hace de puente a través de USB para la comunicación serial y los controladores FTDI (incluidos con el software de Arduino) proveen al PC de un



puerto com virtual para el software en el PC. El software Arduino incluye un monitor serial que permite visualizar en forma de texto los datos enviados desde y hacia la placa Arduino. Los LEDs RX y TX en la placa parpadearán cuando los datos se estén enviando a través del chip FTDI y la conexión USB con el PC (Pero no para la comunicación directa a través de los pines 0 y 1) (Ruiz, 2011).

La librería Software Serial permite llevar a cabo una comunicación serie usando cualquiera de los pines digitales del Nano.

El ATmega168 y el ATmega328 también soportan comunicación I2C (TWI) y SPI. El software Arduino incluye la librería Wire para simplificar el uso del bus I2C; mira la documentación para más detalles. Para usar la comunicación SPI, por favor mira la hoja de datos del ATmega168 o el ATmega328.

#### Reset Automático (Software)

En vez de necesitar pulsar un botón físico de reset, el Arduino Nano ha sido diseñado de tal manera que permite ser reseteado por el software del PC al que está conectado. Una de las líneas de control de flujo por hardware (DTR) del chip FT232RL está conectada a la línea de reset del ATmega168 o ATmega328 a través de un condensador de 100 nano faradios. Cuando esta línea se pone a nivel bajo, la línea de reset se mantiene a nivel bajo el suficiente tiempo para causar el reset del chip. El software de Arduino usa esta capacidad para permitir cargar código en el Arduino pulsando simplemente el botón "upload" en el entorno software de Arduino. Esto significa que el tiempo de espera del bootloader es más pequeño, ya que el tiempo en el que se encuentra a nivel bajo el DTR puede ser coordinado bien con el inicio de la carga del código (Ruiz, 2011).

Esta configuración tiene otras implicaciones. Cuando el Nano se conecta a un PC que funciona con Mac OS X o Linux, se resetea cada vez que se hace la conexión con el software (a través del USB). Durante el siguiente medio segundo más o menos, el bootloader está corriendo en el Nano. Como el bootloader ha sido programado para ignorar cualquier dato erróneo (cualquier dato que no sea la carga de nuevo código), por lo tanto ignorará los primeros bytes que se reciban justo

después de hacer la conexión. Si un sketch cargado en la placa recibe algún tipo de configuración o algún otro tipo de dato importante nada más iniciarse, asegúrate de que el software con el que se comunique, espere al menos un segundo antes de enviar datos para que no sean ignorados por el bootloader (Ruiz, 2011).

## 9.1.2. HC-05

### 9.1.2.1. Características

1. Solución de la viruta del CSR Bluetooth
2. Espec. v2.0+EDR de Bluetooth obediente
3. Tarifa de datos realzada (EDR) obediente con V2.0.E.2 de la especificación para modos de la modulación 2Mbps y 3Mbps
4. Operación de Bluetooth de la velocidad completa con la ayuda completa de Piconet y la ayuda de Scatternet
5. Tamaño increíble del samll con la entrada 3.3V, y RoHS obediente
6. Interfaz del UART y con la función de la disposición del baudrate
7. Ayuda para a bordo de destello externo 8Mbit
8. Ayuda para 802.11Co-Existence



Figura 9.5 HC-05

### 9.1.2.2. Especificaciones

Item Name	Bluetooth UART RS232 serial converter Module
Operating Frequency Band	2.4GHz unlicensed ISM band
Bluetooth Specification	V2.0+EDR
Output Power Class	Class 2
Operating Voltage	3.3V
Host Interface	USB/UART
Audio Interface	None
Flash Memory Size	8Mbit
Dimensions	27.2mm x 12.8mm x 2.5mm
Net Weight	9.6 g / 0.3 oz

Tabla 9.2 Especificaciones del HC-05

- Sistemas de MCU, del BRAZO o de DSP.
- Sistemas del SOC.
- Ayudantes de Digitales personales (Pas).
- Accesorios de computadora.
- Otros sistemas sus quieren utilizar bajo funciones del bluetooth.

### 9.1.2.3. Hardware

- Solución del CSR, protocolo de Bluetooth V2.0
- ayuda EN el comandante.
- el modo del amo y del esclavo de la ayuda, se modifica cerca EN el comandante.
- baudrate de la ayuda 1200-115200.
- 3.3V escogen la fuente.
- Tamaño: módulo de la base: 28mm\*15mm\*2.35m m, módulo entero: 35.33mm\*19.6mm\*3.7m m
- corriente: 30mA MAX.
- puede ser utilizado con todo el MCU por el puerto del UART.
- 2 luces de indicador.

### **9.1.3. Flex Sensor 2.2''**

#### **9.1.3.1. Características**

- Ángulo Desplazamiento Medición
- Las curvas y Cordones físicamente con el dispositivo de movimiento
- Usos Posibles
- Robótica
  - Gaming (Motion Virtual)
  - Dispositivos Médicos
  - Periféricos Informáticos
  - Instrumentos musicales
  - Terapia Física
- Construcción simple
- Perfil bajo

#### **9.1.3.2. Especificaciones mecánicas**

- Ciclo de Vida:> 1 millón
- Altura: 0.43 mm (0.017 ")
- Rango de temperatura: -35 ° C a +80 ° C

#### **9.1.3.3. Especificaciones eléctricas**

- Flat Resistencia: 25K Ohms
- Resistance Tolerance:  $\pm 30\%$
- Bend Range Resistencia: 45K a 125K Ohms (Dependiendo del radio de curvatura)
- Potencia nominal: 0,50 watts continuos. 1 Watt Pico

#### 9.1.3.4. Dimensiones

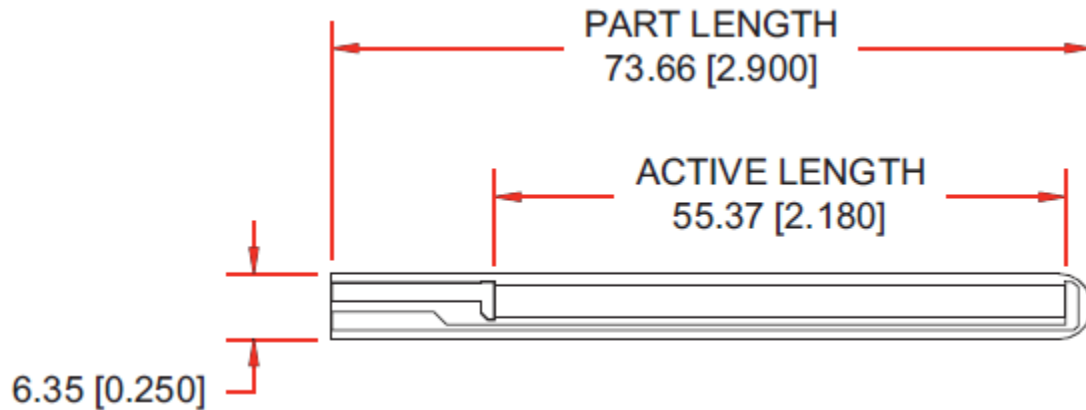


Figura 9.6 Dimensiones del Flex Sensor

#### 9.1.3.5. ¿Cómo funciona?

Piso (resistencia nominal)  
45 Bend (aumento de la resistencia)  
90 Bend (resistencia aumentada aún más)

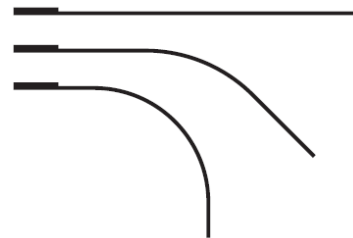


Figura 9.7 Curvaturas del Flex sensor

"La memoria intermedia de impedancia en el [Básico Flex Circuito del sensor] (arriba) es un amplificador operacional de una sola cara, que se utiliza con estos sensores ya que la corriente de baja polarización del amplificador operacional reduce error por impedancia de la fuente de la flexión del sensor como divisor de tensión. Amplificadores operacionales sugeridos son el LM358 o LM324".

#### 9.1.4. LM358

##### 9.1.4.1. Características

- Internamente Frecuencia compensada por ganancia unitaria
- Gran ganancia de voltaje de CC: 100 dB

- Amplia gama de potencia de la fuente: LM258/LM258A, LM358/LM358A: 3V32V (o 1.5V  $\pm$ 16V) LM2904: 3V26V (o  $\pm$  1.5V 13V)
- La entrada de modo común Rango de voltaje Incluye Ground
- Gran oscilación de voltaje de la salida: 0 V DC a Vcc-1.5V DC
- Drenaje de poder adecuado para el funcionamiento de la batería.

#### 9.1.4.2. Descripción

El LM2904, LM358/LM358A, LM258/LM258A consiste dos, de alta ganancia, frecuencia internamente independiente amplificadores operacionales compensados que fueron diseñados específicamente para operar a partir de una sola fuente de alimentación a través de una amplia gama de voltaje. Funcionamiento de las fuentes de alimentación de división (Couglin & Driscoll, 1999).

También es posible, y la fuente de alimentación de bajo consumo de corriente es independiente de la magnitud de la tensión de fuente de alimentación.

Las áreas de aplicación incluyen amplificador transductor, aumento de la CC bloques y todos los circuitos op-amp convencionales que ahora se puede implementar fácilmente en los sistemas de suministro de energía individuales (Couglin & Driscoll, 1999).

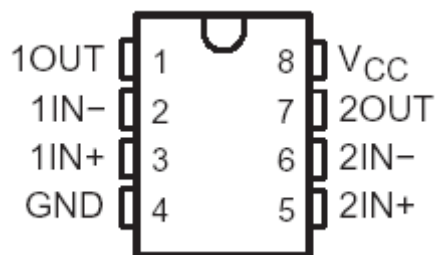


Figura 9.8 LM 358

### 9.1.5. Pulsador (Pushbutton)

Un pulsador o, simplemente, el botón es un sencillo interruptor mecanismo para controlar algunos aspectos de una máquina o un proceso. Los botones están típicamente hechos de material duro, por lo general de plástico o de metal. La superficie es por lo general plana o en forma para acomodar el dedo o la mano humana, de manera que sea fácilmente deprimido o empujado. Los botones son lo más a menudo sesgadas switches , aunque incluso muchos botones no sesgada (debido a su naturaleza física) requieren una primavera para volver a su estado no presionado. Diferentes personas utilizan diferentes términos para el "empuje" del botón, como prensa, deprimir, puré, y ponche (Carretero, 2011).

Los pulsadores son un gran toque a su lugar de trabajo y realmente puede ayudar a que un área en conjunto. Le da un estilo moderno y una mayor accesibilidad a los que no pueden moverse, así, una funcionalidad simple en caso de emergencia, o una función necesaria a cualquier lugar (Carretero, 2011).



Figura 9.9 Push-Button

### 9.1.6. Resistencias

Resistencia es el componente electrónico, el elemento o cualidad que tienen algunos materiales, sustancias o componentes de ofrecer cierta dificultad al paso de la corriente eléctrica. Normalmente, en electrónica se destinan a producir discretas caídas de tensión o para disipar pequeñas potencias, desde mili vatios hasta algunas decenas de vatios (Carretero, 2011).



Figura 9.10 Resistencia

Es la propiedad de oponerse al paso de la corriente. La poseen todos los materiales en mayor o menor grado. El valor de las resistencias eléctricas, viene determinada por tres factores:

- El tipo de material (resistividad ' $\rho$ ')
- La sección transversal ' $s$ ', y
- La longitud ' $l$ '.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{s}$$

Ecuación 9.1 Resistencia electrica

1.- Las resistencias fijas son aquellas en las que el valor en ohmios que posee es fijo y se define al fabricarlas. Las resistencias fijas se pueden clasificar en resistencias de usos generales, y en resistencias de alta estabilidad (Carretero, 2011).

2.- Resistencias variables son resistencias sobre las que se desliza un contacto móvil, variándose así el valor, sencillamente, desplazando dicho contacto. Las hay de grafito y bobinadas, y a su vez se dividen en dos grupos según su utilización que son las denominadas resistencias ajustables, que se utilizan para ajustar un valor y no se modifican hasta otro ajuste, y los potenciómetros donde el uso es corriente (Carretero, 2011).

3.- Las Resistencias no lineales son aquellas en las que el valor óhmico varía en función de una magnitud física (Carretero, 2011).



### 9.1.6.1. Código de Colores

Consiste en unas bandas que se imprimen en el componente y que nos sirven para saber el valor de éste. Hay resistencias de 4, 5 y 6 anillos de color. En la figura, se da la tabla de los colores normalizados.


Color	Color	Value	Multiplier	Tolerance
	Black	0	X 1	N/A
	Brown	1	X 10	N/A
	Red	2	X 100	2%
	Orange	3	X 1000	N/A
	Yellow	4	X 10000	N/A
	Green	5	X 100000	N/A
	Blue	6	X 1000000	N/A
	Violet	7	X 10000000	N/A
	Gray	8	X 100000000	N/A
	White	9	X 1000000000	N/A
	Gold	N/A	X 0.1	5%
	Silver	N/A	X 0.01	10%

Figura 9.11 Código de colores de las resistencias

### 9.1.7. Acelerómetro ADXL345

El ADXL345 es un acelerómetro pequeño, delgado, de bajo consumo de energía de 3 ejes con medidas de alta resolución (13 bits) hasta  $\pm 16g$ . Los datos de salida digitales se configuran en 16 bits de complemento a dos y es accesible a través de SPI (3-cable o 4-cable) o a través de la interface digital I2C (Mendez, Junio, 2013).

El ADXL345 está completamente capacitado para medir la aceleración estática de la gravedad en aplicaciones de mediciones de inclinación, así como también en aceleraciones dinámicas resultantes de movimiento o de choques. Su alta resolución (4 mg/LSB) permite la medición de cambios en la inclinación de objetos de menos de  $1.0^\circ$  (Mendez, Junio, 2013).

Se incluyen muchas funciones de mediciones especiales. La medición de actividad e inactividad detecta la presencia o falta de movimiento y si la aceleración en cualquier eje excede el nivel configurado por el usuario. Mediciones de pequeños golpes detecta golpes simples o dobles. La medición de caída libre detecta si el dispositivo está cayendo. Estas funciones pueden ser mapeadas hacia uno de los dos pines interruptores de salida. Un buffer integrado de 32 niveles primero en entrar, primero en salir (first in first out) puede ser utilizado para guardar datos y así minimizar las intervenciones del procesador host. Los modos de bajo consumo de energía permiten el manejo inteligente de la energía basado en movimiento, para mediciones de umbrales y aceleración activa con una disipación de energía extremadamente baja (Mendez, Junio, 2013).

Características:

- Suministro de voltaje de 2.0-3.6VDC.
- Energía ultra baja: 40uA en modo de medición, 0.1uA en modo de espera @ 2.5V.
- Detección de pequeños golpes simples o dobles.
- Detección de caída libre.
- Interfaces SPI e I2C.



Figura 9.12 Acelometro ADXL345

### 9.1.8. Arduino Software

El Arduino Nano puede ser programado con el software de Arduino. Selecciona "Arduino Diecimila, Duemilanove, o Nano w/ ATmega168" o "Arduino Duemilanove o Nano w/ ATmega328" del menú Tools > Board (seleccionando el modelo del microcontrolador en tu placa). Para más detalles, mira la referencia y los tutoriales.

El ATmega168 o ATmega328 del Arduino Nano vienen pre-programados con un bootloader que te permite subir tu código al Arduino sin la necesidad de un programador externo. Se comunica usando el protocolo STK500 original (Ruiz, 2011).

También puedes programar el microcontrolador usando un programador ICSP (In-Circuit Serial Programming).

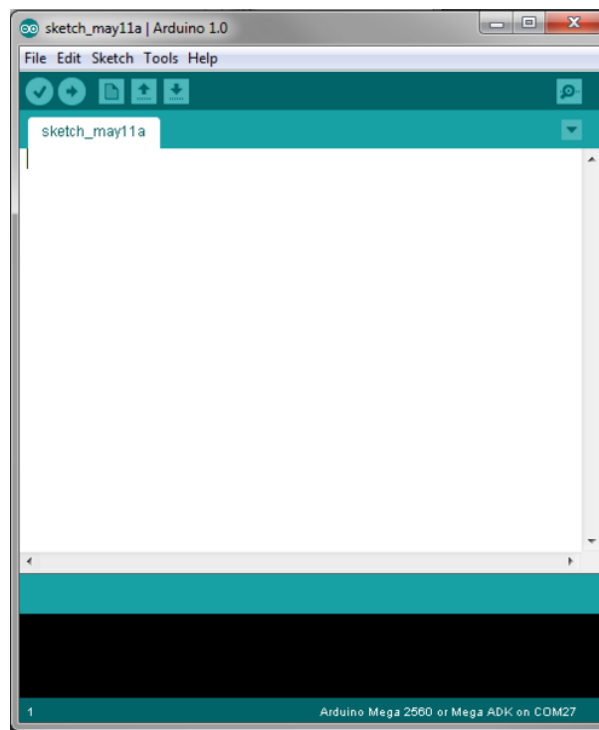


Figura 9.13 Interfaz Arduino 1.0

### 9.1.9. Android

Android es un sistema operativo basado en Linux, diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil como teléfonos inteligentes o tabletas inicialmente desarrollados por Android, Inc., que Google respaldó económicamente y más tarde compró 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 (Amaro, 2012).



Figura 9.14 Logo Android

No hay otro software que se le parezca Android. Google diseñó Android, y las propias aplicaciones de Google correr mejor en él. Y con millones de aplicaciones, juegos, canciones y videos en Google Play, Android es ideal para la diversión y para hacer las cosas (Amaro, 2012).

Dispositivos Android vienen en todo tipo de tamaños, con todo tipo de características y en todo tipo de precios. Cada versión de Android es el nombre de un postre, y la versión más reciente de Android es Jelly Bean. Con Android, usted está en control de su experiencia móvil (Amaro, 2012).

Millones de personas utilizan Android, porque es tan poderosa y aun así tan fácil. La pantalla de inicio, aplicaciones y widgets son simples de usar nada más sacarlo de la caja, pero completamente personalizable. Con Android, puede crear una experiencia móvil única que es la correcta para usted (Amaro, 2012).

Poderes dispositivos Android de algunos de los mejores fabricantes de teléfonos y tabletas en el mundo, como Samsung, HTC, LG, Motorola, Sony, Asus, y mucho más. Dispositivos Android vienen en todas formas y tamaños, con pantallas y cámaras de alta resolución vibrantes, que le da la flexibilidad de elegir el que sea adecuado para usted. Con los teléfonos inteligentes y las tabletas a cada punto del precio posible, y el apoyo a los teclados físicos y virtuales, hay un dispositivo Android para todos. Android le permite elegir lo que es correcto para usted a través de una red de asociación global de más de 300 compañías en más de 169 países (Amaro, 2012).

### 9.1.10. Eclipse (IDE Android)

Eclipse es una plataforma de desarrollo de código abierto basada en Java. Por si misma, es simplemente un marco de trabajo y un conjunto de servicios para la construcción del entorno de desarrollo de los componentes de entrada. Afortunadamente, Eclipse tiene un conjunto de complementos, incluidas las Herramientas de Desarrollo de Java (JDT) (Gallardo, 2012).



Figura 9.15 IDE Eclipse

El software de código abierto es un software lanzado con una licencia que pretende asegurarse de que se les otorguen ciertos derechos a los usuarios. Por supuesto, el derecho más obvio es que el código fuente debe estar disponible, entonces los usuarios tienen la libertad de modificar y de re distribuir el software. Esta protección de los derechos de los usuarios se alcanza con un dispositivo denominado copyleft: la licencia del software solicita la protección del derecho de autor y prohíbe la distribución, a menos que el usuario tenga esos derechos. El copyleft también requiere que cualquier software redistribuido sea cubierto por la misma licencia. De hecho, por este motivo, el propósito del derecho de autor se sostiene en su título — al utilizar el derecho de autor para otorgar derechos al usuario, en lugar de reservarlos para el desarrollador de software — copyleft a menudo se describe como "todos los derechos revocados" (Gallardo, 2012).

#### **9.1.10.1. ADT**

Android Development Tools (ADT) es un plugin para el IDE Eclipse que está diseñado para darle un poderoso entorno integrado en el que la construcción de aplicaciones de Android.

ADT amplía las capacidades de Eclipse para permitirle configurar rápidamente nuevos proyectos para Android, crear una interfaz de usuario de la aplicación, agregue los paquetes basados en la API de Android Framework, depurar sus aplicaciones utilizando las herramientas del SDK de Android, e incluso exportar firmado (o signo). Apk archivos con el fin de distribuir la aplicación (Gallardo, 2012).

El desarrollo en Eclipse con ADT es muy recomendable y es la manera más rápida de comenzar. Con la configuración del proyecto guiada que ofrece, así como la integración de herramientas, editores de XML personalizados, y el panel de resultados de la depuración, ADT le da un impulso increíble en el desarrollo de aplicaciones Android (Gallardo, 2012).

Este documento proporciona instrucciones paso a paso sobre cómo descargar el plugin ADT e instalarlo en su entorno de desarrollo Eclipse. Tenga en cuenta que

para poder instalar o utilizar ADT, debe tener las versiones compatibles, tanto de la IDE de Eclipse y el SDK de Android instalado. Para obtener más información, asegúrese de leer Instalación del Eclipse Plugin (Gallardo, 2012).

Si ya está utilizando ADT, este documento también se proporcionan instrucciones sobre cómo actualizar ADT a la última versión o cómo desinstalar, de ser necesario.

Para obtener información acerca de las características que proporciona el plugin ADT, tales como las características del editor de código, integración de herramientas de SDK, y el editor de diseño gráfico (para la edición de diseño de arrastrar y soltar), consulte el Android Developer Tools documento (Gallardo, 2012).

### 9.1.11. Isis Proteus

Proteus es una compilación de programas de diseño y simulación electrónica, desarrollado por Labcenter Electronics que consta de los dos programas principales: Ares e Isis, y los módulos VSM y Electra.

El Programa ISIS, Intelligent Schematic Input System (Sistema de Enrutado de Esquemas Inteligente) permite diseñar el plano eléctrico del circuito que se desea realizar con componentes muy variados, desde simples resistencias, hasta alguno que otro microprocesador o microcontrolador, incluyendo fuentes de alimentación, generadores de señales y muchos otros componentes con prestaciones diferentes. Los diseños realizados en Isis pueden ser simulados en tiempo real, mediante el módulo VSM, asociado directamente con ISIS.



Figura 9.16 Isis Proteus

### 9.1.12 PCB wizard

PCB Wizard es un potente software para el diseño de circuitos impresos, sea ya, simple o doble capa.

El mismo provee una buena cantidad de herramientas que permiten cubrir todas las necesidades al momento de diseñar un PCB estándar, incluye dibujo esquemático, conversión de esquemático a circuito, posicionamiento de componentes, autorroteado de pistas y reportes de listas de materiales.

Perspectiva general del flujo de diseño.

Esta sección muestra el procedimiento básico para generar un esquemático en Capture y convertirlo en un diseño de placa en Layout.

Los procedimientos básicos son los siguientes:

- Arrancar Capture y configurar un proyecto PCB usando PC Board wizard.
- Dibujar un esquema de circuito usando OrCAD Capture.
- Usar Capture para generar un netlist Layout y salvarlo en un fichero. MNL para Layout.
- Arrancar Layout y seleccionar una plantilla de tecnología PCB (fichero .TCH).
- Guardar el proyecto Layout en un fichero de proyecto.
- Usar Layout para importar el netlist .MNL en el fichero.
- Fijar los bordes (límites) de la placa.
- Posicionar los componentes en la placa.
- Autorutar la placa.
- Correr el postprocesador para generar los ficheros usados para la construcción del PCB.



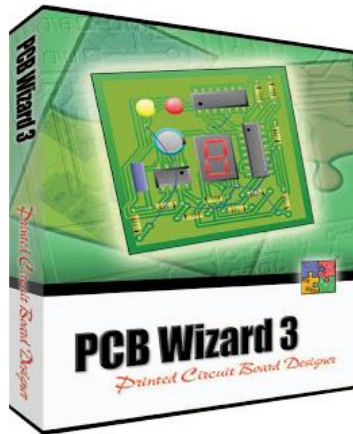


Figura 9.17 PCB Wizard

### 9.1.11. Samsung Galaxy Tab 2 (10.1)

El Samsung Galaxy Tab 2 (10.1) es el último tablet de la línea Galaxy Tab de Samsung, sucesor del Galaxy Tab 10.1, aunque con un espesor mayor de 9.7mm. Posee una pantalla PLS, cámaras frontal y trasera, Android 4.0 Ice Cream Sandwich, y procesador dual-core a 1GHz (Samsung, 2013).



Figura 9.18 Tablet Samsung Galaxy Tab 2

## Plataforma

**Sistema Operativo** Android 4.0 (Ice Cream Sandwich)

**Navegador** Navegador Android

## Pantalla

**Interna** **Tecnología** PLS TFT LCD

**Resolución** 1280 x 800

**Tamaño** 10.1"

## Diseño

**Método de entrada** Tablet

## Memoria

**Usuario** 16GB

**Agenda de contactos** Hasta completar memoria

**Externa** hasta 32GB (microSD)

## Cámara

**Resolución cámara trasera** 3 megapíxeles

**Zoom digital/óptico** Zoom Digital x4

**Modo disparo** Normal / Autodisparo

**Efectos fotográficos** Gris, Negativo, Sepia

**Balance de blancos** Auto / Luz de día/ Incandescente / Fluorescente / Nuboso

**ISO** Auto

## Especificaciones físicas

**Dimensiones (AIXAnXProf)** 256.6 x 175.3 x 9.7 mm

<b>Peso</b>	581 g
<b>Batería</b>	
<b>Estándar</b>	<b>Capacidad</b> 7.000 mAh
<b>Vídeo</b>	
<b>Mensajes de vídeo</b>	H.264
<b>Video Streaming</b>	Sí
<b>Teclado</b>	Táctil
<b>Música y sonido</b>	
<b>Reproductor de música</b>	3GP / AAC / AMR / ASF / MPEG4 / MP3 / WAV / WMA / 3GA / AWB / FLAC / MID / XMF
<b>DRM</b>	OMA 1.0, WMDRM, Playready
<b>Tecnología de sonido 3D</b>	Solo auriculares
<b>Discoteca Personalizada</b>	DNSe 1.0
<b>Trabajo y oficina</b>	
<b>Visor / Editor de Documentos</b>	Sí
<b>Impresión móvil</b>	Sí (BPP / Pictbridge)
<b>Memoria por voz &amp; Correo de voz</b>	Voice Memo
<b>Mensajes</b>	
<b>SMS/EMS/MMS</b>	N/A
<b>Entrada predictiva de texto T9</b>	N/A
<b>vCard/vCalendar</b>	Sí
<b>Mensajería</b>	Chaton

instantánea

### *Conexiones*

**Bluetooth** Bluetooth 3.0

**USB** 2.0 High Speed

**USB Mass Storage** Sí

**Wi-Fi** Sí

### *Gestión de información personal*

**Calendario** Anual / Mensual / Semanal / Diario / Tarea

**Agenda** Hasta completar memoria

**Lista de tareas** Hasta completar memoria

**Reloj** reloj, reloj Dual , Reloj mundial

**Hora mundial** Sí

**Alarma** Sí

**Calculadora** Sí

**Bloc de notas** Sí

### *Información adicional*

**Pantalla táctil** Tipo C

Tabla 9.3 Información de la Tablet

## 9.1.12. Modelo de prototipos

El modelo de prototipos permite que todo el sistema, o algunos de sus partes, se construyan rápidamente para comprender con facilidad y aclarar ciertos aspectos en los que se aseguren que el desarrollador, el usuario, el cliente estén de acuerdo en lo que se necesita así como también la solución que se propone para dicha necesidad y de esta forma minimizar el riesgo y la incertidumbre en el desarrollo, este modelo se encarga del desarrollo de diseños para que estos sean analizados y prescindir de

ellos a medida que se adhieran nuevas especificaciones, es ideal para medir el alcance del producto, pero no se asegura su uso real (Laurence & Elvira, 2002).

Este modelo principalmente se lo aplica cuando un cliente define un conjunto de objetivos generales para el software a desarrollarse sin delimitar detalladamente los requisitos de entrada procesamiento y salida, es decir cuando el responsable no está seguro de la eficacia de un algoritmo, de la adaptabilidad del sistema o de la forma en que interactúa el hombre y la máquina. Este modelo se encarga principalmente de ayudar al ingeniero de sistemas y al cliente a entender de mejor manera cuál será el resultado de la construcción cuando los requisitos estén satisfechos (Laurence & Elvira, 2002).

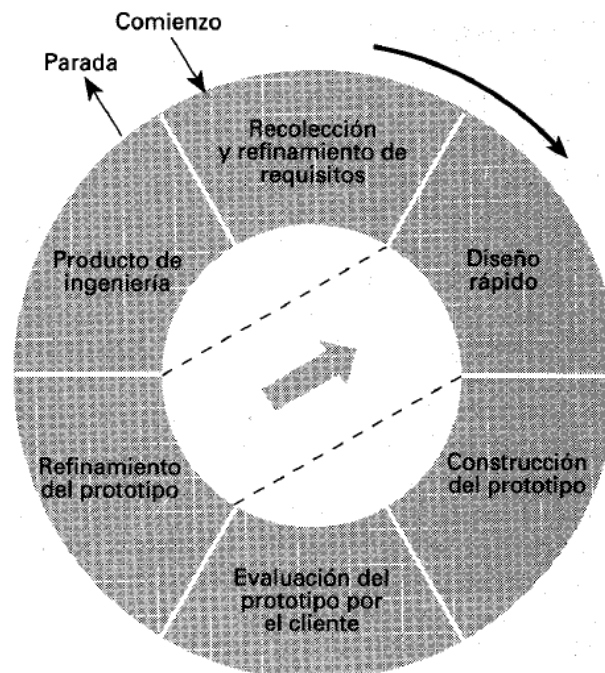


Figura 9.19 Etapas del Modelo de prototipos

#### 9.1.12.1 Ciclo de Vida de un Sistema basado en Prototipo.

Una maqueta o prototipo de pantallas muestra la interfaz de la aplicación, su cara externa, pero dicha interfaz está fija, estática, no procesa datos. El prototipo no tiene desarrollada una lógica interna, sólo muestra las pantallas por las que irá pasando la futura aplicación.

Por su parte, el prototipo funcional evolutivo desarrolla un comportamiento que satisface los requisitos y necesidades que se han entendido claramente. Realiza, por tanto, un proceso real de datos, para contrastarlo con el usuario. Se va modificando y desarrollando sobre la marcha, según las apreciaciones del cliente. Esto ralentiza el proceso de desarrollo y disminuye la fiabilidad, puesto que el software está constantemente variando, pero, a la larga, genera un producto más seguro, en cuanto a la satisfacción de las necesidades del cliente.

Cuando un prototipo se desarrolla con el sólo propósito de precisar mejor las necesidades del cliente y después no se va a aprovechar ni total ni parcialmente en la implementación del sistema final se habla de un prototipo desechable.

Para que la construcción de prototipos sea posible se debe contar con la participación activa del cliente.

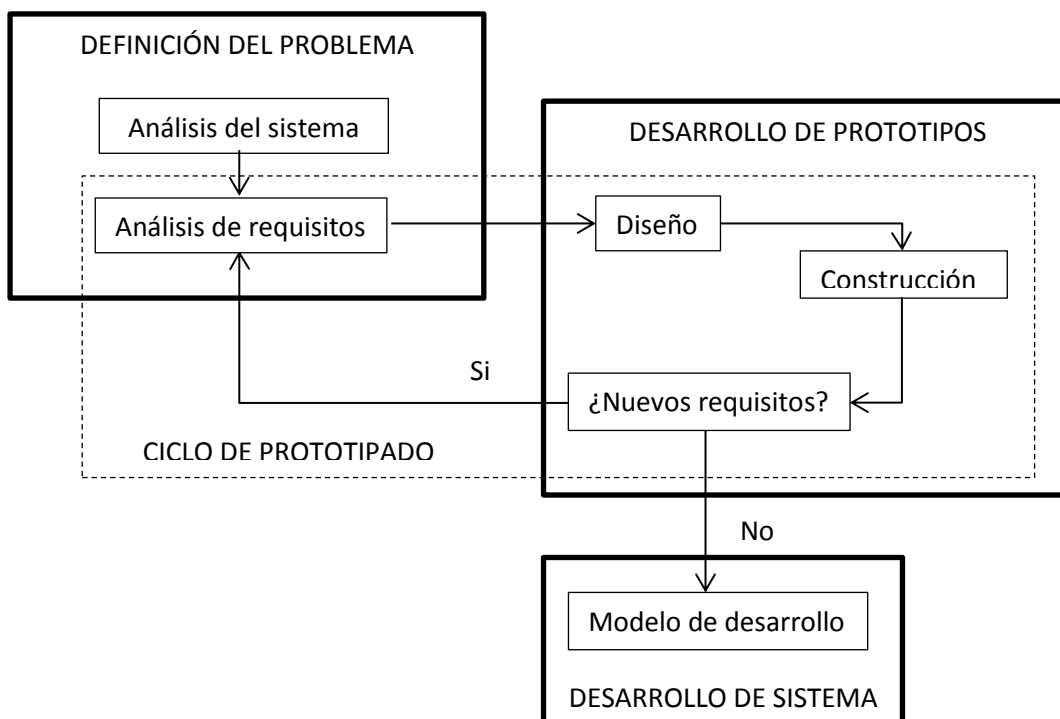


Figura 9.20 Ciclo de vida del modelo de prototipos

## 9.2 Fundamento teórico específico

### 9.2.1. Déficit de audición

#### 9.2.1.1. *Conceptualización*

Desde un punto de vista general, las deficiencias auditivas se pueden considerar como aquellas alteraciones de carácter cuantitativo con respecto a una correcta percepción de la audición (Melero, Cortés, & Turo, 2006).

Su conceptualización, conlleva necesariamente el conocimiento de algunos términos, tales como:

- **Hipoacusia:** disminución de la capacidad auditiva que permite adquirir el lenguaje oral por la vía auditiva
- **Cofosis o sordera:** pérdida total de la audición y el lenguaje se adquiere por la vía visual.

#### 9.2.1.2. *Tipos de sordera según la localización de la lesión*

- Sordera conductiva o de transmisión

La zona lesionada se sitúa en el oído externo o en el oído medio. Impide o dificulta la transmisión de las ondas hacia el oído interno. Suele ser debido a otitis, a malformaciones o a ausencia del pabellón auditivo. No son normalmente graves ni duraderas, y pueden ser tratadas médica o quirúrgicamente. Produce alteración de la cantidad de audición pero no de su calidad.

- Sordera neurosensorial o de percepción:

El área dañada se sitúa en el oído interno o en la vía auditiva hacia el cerebro. Su origen puede ser genético, producido por intoxicación, infección (meningitis) alteraciones vasculares y de los líquidos linfáticos del oído interno. Afecta a la cantidad y a la calidad de la audición. Estas sorderas suelen ser permanentes pero actualmente se puede remediar con el implante coclear.

- Sordera mixta

Se produce cuando las áreas dañadas son tanto el oído interno o la vía auditiva como el canal auditivo externo o medio. Su origen puede ser debido a una de las causas propias de la sordera neurosensorial o a una confluencia de causas propias de cada tipo de sordera. El tratamiento de la sordera mixta se deriva de cada uno de los dos tipos que engloba: La sordera conductiva puede abordarse de forma médica para intentar recuperar el funcionamiento del oído externo o medio, sin embargo la presencia de la sordera neurosensoriales limitará las posibilidades de recuperación y exigirá un enfoque más educativo.

### **9.2.1.3. Grado de pérdida auditiva**

La pérdida auditiva se evalúa por la intensidad en cada uno de sus oídos en función de diversas frecuencias. La intensidad del sonido se mide en decibelios. La escala en la que se expresan estas diferencias es logarítmica por lo que los intervalos no son homogéneos. Esto quiere decir que entre 30 y 40 Decibelios hay, por ejemplo, una diferencia menor que la que puede existir entre 80 y 90 Decibelios (Melero, Cortés, & Turo, 2006).

<b>Pérdida ligera</b>	<b>De 20 a 40 dB</b>
<b>Pérdida media</b>	<b>De 40 a 70 dB</b>
<b>Pérdida severa</b>	<b>De 70 a 90 dB</b>
<b>Pérdida profunda</b>	<b>Superior a 90 dB</b>

Tabla 9.4 Grado de pérdida auditiva

### **9.2.1.4. Edad de comienzo de la sordera**

La edad del niño cuando se produce la pérdida auditiva tiene una gran repercusión en su desarrollo posterior. Se diferencian dos tiempos: antes de los tres años y después de esta edad. En el primer caso se denomina sordera prelocutiva, es decir,



antes de que el niño haya consolidado el habla. En el segundo caso existe una sordera postlocutiva, posterior a la adquisición del habla.

Los programas educativos deben tener en cuenta estos datos. Los niños sordos prelocutivos tienen que aprender un lenguaje totalmente nuevo para ellos sin apenas experiencia con el sonido. Los niños cuyas sorderas se han producido en un segundo y tercer año han podido alcanzar una mayor competencia lingüística, pero su estructuración es todavía débil, por lo que el objetivo principal continúa siendo la adquisición de un sistema lingüístico organizado cuando el niño pierde el oído. Después de los tres años el objetivo es, en cambio, mantener el lenguaje adquirido, enriquecerlo y complementarlo (Meleró, Cortés, & Turo, 2006).

### **9.2.1.5. Etiología**

#### 9.2.1.5.1. Hereditarias genéticas

Recesivas: Los padres son portadores de la enfermedad pero no son hipoacúsicos.

Dominantes: Constituye el 10% de las hipoacusias; uno de los padres es portador del gen afecto y es hipoacúsico.

#### 9.2.1.5.2. Adquiridas

Prenatales: Enfermedades de la madre durante el embarazo pueden ser causa de Hipoacusia en el niño, sobre todo si se dan entre la 7 y la 10ª semana. Entre las más graves nos encontramos con la rubeola, sarampión, varicela, alcoholismo, etc.

Neonatales: Traumatismo durante el parto, anoxia neonatal (falta de oxígeno), prematuridad, ictericia (aumento de a bilirrubina en la sangre por incompatibilidad Rh)

Postnatales: Otitis y sus secuelas, fracturas del oído, afecciones del oído interno y nervio auditivo, intoxicaciones por antibiótico, meningitis y encefalitis, tumores, etc.

#### 9.2.1.5.3. Según el momento de aparición

Prelocutivas: Se adquieren antes que el lenguaje.

Postlocutivas: Se adquieren después del lenguaje y son de mejor pronóstico.

#### 9.2.1.5.4. Según su intensidad

Leve: Pérdida inferior a 40 decibelios.

Moderada o media: Pérdida entre 40 a 70 decibelios.

Severa: Pérdida entre 70 y 90 decibelios.

Profunda: Pérdida superior a 90 decibelios.

#### **9.2.1.6. Sintomatología**

Un aspecto importante consiste en la determinación de su sintomatología como medio para atender a una detección temprana. Para ello resulta imprescindible realizar exploraciones completas para la detección temprana de un problema de audición. El desarrollo motor temprano, las primeras adquisiciones psicosociales e incluso el lenguaje expresivo hasta los 8 meses pueden ser normales en niños hipoacúsicos, por lo que es muy difícil la valoración. Pero, nuevas evidencias demuestran que la sordera durante los seis primeros meses de vida puede interferir en el desarrollo normal del habla y el lenguaje oral, por lo que lo ideal sería identificar a estos niños antes de los tres meses de edad y la intervención comenzarla antes de los seis meses, para prevenir las secuelas del déficit auditivo (Melero, Cortés, & Turo, 2006).

Algunas pautas evolutivas que conviene tener presentes y que pueden incidir en la posibilidad de aparición del déficit son las siguientes:

0 a 3 meses	Ante un sonido no hay respuesta refleja del tipo parpadeo, despertar, etc. Emite sonidos monocordes.
3 a 6 meses	Se mantiene indiferente a los ruidos familiares. No se orienta hacia la voz de sus padres. No responde con emisiones a la voz humana. No emite sonidos para llamar la atención. Debe intentar localizar ruidos
6 a 9 meses	No emite sílabas. No atiende a su nombre. No se orienta a sonidos familiares.
9 a 12 meses	No reconoce cuando le nombran a sus padres. No entiende una negación. No responde a “dame” si no va acompañado del gesto con la mano.
12 a 18 meses	No señala objetos y personas familiares cuando se le nombran. No responde de forma distinta a sonidos diferentes. No nombra algunos objetos familiares.
18 a 24 meses	No presta atención a los cuentos. No identifica las partes del cuerpo. No construye frases de dos sílabas.
A los 3 años	No se les entiende las palabras que dice. No contesta a preguntas sencillas.
A los 4 años	No sabe contar lo que pasa. No es capaz de mantener una conversación sencilla.

Tabla 9.5 Sintomatología

### 9.2.2. Lengua de señas mexicana

La lengua de señas mexicana está compuesta de la dactilología y los ideogramas. Se conoce como dactilología a lo que bien podría ser el deletreo en la lengua oral, y está representada en este diccionario sobre todo con el abecedario. Cada palabra se

puede representar con la articulación de mano correspondiente de cada letra que la conforma (Serafín & González, 2011).



Figura 9.21 Lengua de señas

Los ideogramas representan una palabra con una o varias configuraciones de mano. En este caso entra casi todo el resto de los temas del diccionario; de acuerdo con esta realización, mamá se articula con la letra m de ideograma sobre los labios, con la que se golpean varias veces los labios (Serafín & González, 2011).



MAMÁ

Figura 9.22 Ideograma

En la ejecución de tres letras se presentan algunas variantes al pasar de la dactilología a los ideogramas; mientras que en la primera se articulan como se muestra en la sección abecedario, en los ideogramas, varía la realización de las letras m, n y t (Serafín & González, 2011).



Figura 9.23 M, N y T

De este modo, tenemos que la m pasa de la posición de dactilología a la de manzana, la n de dactilología a la de nuera y la t cambia de la dactilología al ideograma, por ejemplo, en tarde (Serafín & González, 2011).



Figura 9.24 Manzana, Nuera y Tarde

Manzana. Se ejecuta con la m de ideograma: se estiran los dedos como en la foto.

Nuera. Se ejecuta con la n de ideograma: se extienden los dedos como en la foto.

Tarde. Se ejecuta con la t de ideograma: se extienden los dedos medio, anular y meñique, mientras se coloca el pulgar entre el índice doblado y el dedo medio.

La enseñanza de la lengua de señas a personas que sufren de sordera siempre ha sido muy polémica debido a que algunas personas consideran que la comunicación por ese medio hace perezoso a individuos que podrían aprender a leer los labios y también a hablar, a pesar de su problema, haciendo un esfuerzo adicional (Serafín & González, 2011).

El deletreo manual visualiza palabras y frases, letra por letra, por medio de las manos utilizando el alfabeto manual, que consta de 27 configuraciones manuales distintas (más la "LL" y "RR") para representar cada letra del alfabeto castellano (Moro & Almenar, 1999).

Combinando las letras en una sucesión continua, se puede expresar y recibir ideas. El deletreo manual se usa en frases de lenguaje de señas como suplemento para expresar ideas para las cuales no hay señas formales, tales como nombres propios y términos técnicos. El deletreo se suele hacer con las manos en una posición cómoda cerca de la zona del hombro y el mentón. Este lenguaje por signos es reconocido con

facilidad por una persona sorda, en especial -como dijimos- cuando se acompaña de gestos que significan palabras o ideas específicas, lo que le permite entablar una conversación con otras personas (Moro & Almenar, 1999).

A continuación se muestra los queiremas para hacer la dactilología de letras del abecedario:



**A**  
Con la mano cerrada, se muestran las uñas y se estira el dedo pulgar hacia un lado. La palma mira al frente.



**B**  
Los dedos índice, medio, anular y meñique se estiran bien unidos y el pulgar se dobla hacia la palma, la cual mira al frente.



**C**  
Los dedos índice, medio, anular y meñique se mantienen bien unidos y en posición cóncava; el pulgar también se pone en esa posición. La palma mira a un lado.



**D**  
Los dedos medio, anular, meñique y pulgar se unen por las puntas y el dedo índice se estira. La palma mira al frente.



**E**  
Se doblan los dedos completamente, y se muestran las uñas. La palma mira al frente.



**F**  
Con la mano abierta y los dedos bien unidos, se dobla el índice hasta que su parte lateral toque la yema del pulgar. La palma mira a un lado.

Figura 9.25 Dactilología (a)



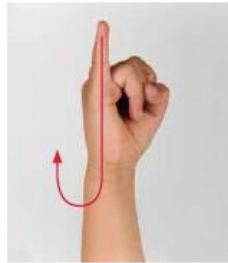
**G**  
Se cierra la mano y los dedos índice y pulgar se estiran. La palma mira hacia usted.



**H**  
Con la mano cerrada y los dedos índice y medio bien estirados y unidos, se extiende el dedo pulgar señalando hacia arriba. La palma mira hacia usted.



**I**  
Con la mano cerrada, el dedo meñique se estira señalando hacia arriba. La palma se pone de lado.



**J**  
Con la mano cerrada, el dedo meñique bien estirado señalando hacia arriba y la palma a un lado dibuja una j en el aire.



**K**  
Se cierra la mano con los dedos índice, medio y pulgar estirados. La yema del pulgar se pone entre el índice y el medio. Se mueve la muñeca hacia arriba.



**L**  
Con la mano cerrada y los dedos índice y pulgar estirados, se forma una l. La palma mira al frente.



**M**  
Con la mano cerrada, se ponen los dedos índice, medio y anular sobre el pulgar.



**N**  
Con la mano cerrada, se ponen los dedos índice y medio sobre el pulgar.



**Ñ**  
Con la mano cerrada, se ponen los dedos índice y medio sobre el pulgar. Se mueve la muñeca a los lados.



**O**  
Con la mano se forma una letra o. Todos los dedos se tocan por las puntas.



**P**  
Con la mano cerrada y los dedos índice, medio y pulgar estirados, se pone la yema del pulgar entre el índice y el medio.



**Q**  
Con la mano cerrada, se ponen los dedos índice y pulgar en posición de garra. La palma mira hacia abajo, y se mueve la muñeca hacia los lados.

Figura 9.26 Dactilología (b)



**R**  
Con la mano cerrada, se estiran y entrelazan los dedos índice y medio. La palma mira al frente.



**S**  
Con la mano cerrada, se pone el pulgar sobre los otros dedos. La palma mira al frente.



**T**  
Con la mano cerrada, el pulgar se pone entre el índice y el medio. La palma mira al frente.



**U**  
Con la mano cerrada, se estiran los dedos índice y medio unidos. La palma mira al frente.



**V**  
Con la mano cerrada, se estiran los dedos índice y medio separados. La palma mira al frente.



**W**  
Con la mano cerrada, se estiran los dedos índice, medio y anular separados. La palma mira al frente.



**X**  
Con la mano cerrada, el índice y el pulgar en posición de garra y la palma dirigida a un lado, se realiza un movimiento al frente y de regreso.



**Y**  
Con la mano cerrada, se estira el meñique y el pulgar. La palma mira hacia usted.



**Z**  
Con la mano cerrada, el dedo índice estirado y la palma al frente, se dibuja una letra z en el aire.

Figura 9.27 Dactilología (c)



### **9.2.2.1. Universalidad de las señas**

Es importante aclarar que, a pesar de la creencia de que la lengua de señas es universal, es específica de cada país; incluso en el mismo país hay regionalismos, como en cualquier idioma (Serafín & González, 2011). La persona que aprende lengua de señas debe considerarse bilingüe, aunque haya aprendido las señas de la lengua oral de su región.

Hay que señalar algunas especificaciones de la lengua de señas. En el caso del género femenino, la ejecución de las señas ha cambiado por inconformidad de las mujeres sordas. Durante mucho tiempo el femenino se ejecutaba moviendo la mano abierta en línea recta hacia abajo; de hecho, muchas personas siguen marcándolo así.

Hoy en día es preferible marcar este género con la palabra mujer, de modo que, para añadir el género femenino a las palabras en la lengua de señas, éstas se realizan primero y luego se hace la seña para femenino. Esta marca se agrega a las señas cuando en la forma escrita se cambia la o por la a para marcar el femenino; por ejemplo, esposo(a), hijo(a), hermano(a), niño(a), señor(a), maestro(a), tío(a), primo(a), sobrino(a), suegro(a), cuñado(a), divorciado(a), viudo(a), y así en los demás casos (Serafín & González, 2011).

### **9.2.3. Comunicación**

Comunicarse es hacer conocer a otras personas nuestros conocimientos o pensamientos.

Para que exista comunicación debe existir un emisor, un receptor, un mensaje y un canal a través del cual se enviará el mensaje. Si alguno de estos elementos falla, se dice que se ha producido una interferencia y no podrá establecerse la comunicación.

Para enviar un mensaje se debe utilizar un código común al emisor y al receptor. El código puede ser:

- Lingüístico: es el código más completo, ya que la lengua oral o escrita puede ser comprendida por un número mayor de personas que otros tipos de códigos.
- No lingüístico: los gestos, sonidos y señales constituyen este tipo de código, el cual es menos preciso que el anterior.

De acuerdo a la intención del emisor, los mensajes pueden clasificarse en: expresivos, informativos y apelativos.

Hay distintas metodologías para la comunicación con las personas sordas. La más básica y sencilla es seguir el orden sintáctico del español hablado al realizar las señas de las palabras para formar las expresiones que se deseen comunicar (Serafín & González, 2011). Otra metodología para la comunicación es el lenguaje natural de las personas sordas, que sigue su propia gramática.



Figura 9.29 Comunicación

## **10. Procedimientos y descripción de las actividades realizadas**

En esta parte se explicarán y detallarán cada una de las actividades realizadas para llevar a cabo el proyecto. Como marco de referencia tomamos el modelo de desarrollo de prototipos ya que es el que se acopla en mayor medida con las actividades que se programaron.

### **10.1. Recolección y refinamiento de requisitos**

Lo primero fue ir al UOP (Unidad de Orientación al Público) donde se nos asignó un área y una asesora externa encargada del área de audición la Lic. Norma Elena Chang Ruiz, asignada por su experiencia y especialidad, la persona encargada de asignarla a este proyecto fue la directora de la institución la Dra. Ma. Marvila Komukai Puga, después de una extensa plática se nos asignó un niño que cumplía con el perfil y las características de nuestro proyecto. Se hizo un análisis de la persona, así como sus necesidades y deficiencias en la comunicación, además de datos específicos como la talla de guante y su habilidad en dactilología de la lengua de señas mexicana.

### **10.2. Modelado, diseño rápido**

Se hizo un esquema del sistema completo así como sus diferentes componentes necesarios, para saber cuál era la mejor opción para resolver el problema, la funcionalidad de cada uno de ellos (circuitos integrados, configuración del nano arduino, acelerómetro, flex sensores, bluetooth, Tablet, pulsadores, etc.), se hicieron diferentes diseños (circuitos y gráficos); así como también la búsqueda de los diversos precios de los componentes para hacer el sistema.

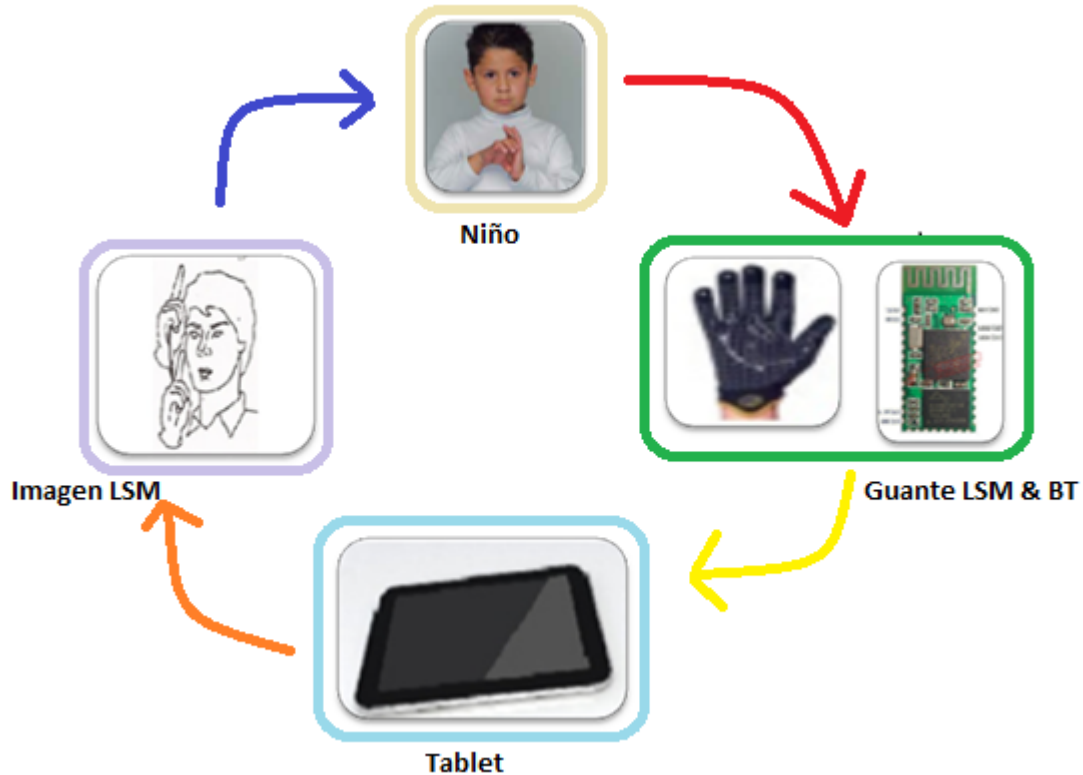


Figura 10.1 Diagrama del sistema en general

El sistema como se muestra en la figura 10.1, muestra el ciclo de funcionamiento del sistema; el sistema comienza con el niño cuando realiza su seña en LSM (Lengua de Señas Mexicana), usando un guante que interpreta esta seña y se vincula por medio de bluetooth con la Tablet que recibe estos datos.

La Tablet puede solo recibir los datos para leer lo que interpretó del guante o también dar respuesta a este mensaje escribiendo su respuesta y con apoyo visual usar imágenes LSM que muestran al usuario el mensaje de respuesta.

### 10.3. Construcción del Prototipo

La construcción constó de dos módulos la del hardware (Guante LSM) y el del software (Tablet).

El primero consta de un guante de tela de algodón de la talla del niño beneficiado, y sobre él varios sensores en los dedos, que están puestos es los falanges medios y

proximales, en lugares estratégicos para detectar las señales que se producen al flexionar los dedos y los pulsadores en algunas yemas para ayudar a los sensores en las diferentes señales, además de un acelerómetro que detecta el movimiento de la mano al realizar las señas, en la placa se sitúa el nano arduino que detecta las señales de los sensores que pasan por un amplificador operacional para cambiar la señal analógica a una señal digital, y un conjunto de resistencias como función de divisor del voltaje, la placa incluye un bluetooth para la transmisión de datos que van hacia la Tablet.

<b>Componente</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Subtotal</b>
<b>Flex Sensor</b>	\$160.00	\$800.00
<b>LM358</b>	\$5.00	\$15.00
<b>Guante</b>	\$25.00	\$50.00
<b>Tela</b>	\$15.00	\$15.00
<b>Relleno</b>	\$5.00	\$5.00
<b>Cable Hembra-macho</b>	\$2.00	\$40.00
<b>Arduino nano</b>	\$230.00	\$230.00
<b>Acrilico</b>	\$50.00	\$50.00
<b>Tiras de pines hembra</b>	\$15.00	\$45.00
<b>HC-05</b>	\$350.00	\$350.00
<b>Placa de cobre</b>	\$15.00	\$15.00
<b>Acido férrico</b>	\$30.00	\$30.00
<b>Estaño</b>	\$20.00	\$20.00
<b>Resistencias 1MΩ</b>	\$0.50	\$2.50
<b>Tablet Galaxy Tab 2</b>	\$5500.00	\$5500.00
<b>Acelerometro ADXL345</b>	\$220.00	\$220.00
<b>Total</b>		\$7387.50

Tabla 10.1 Costos del proyecto

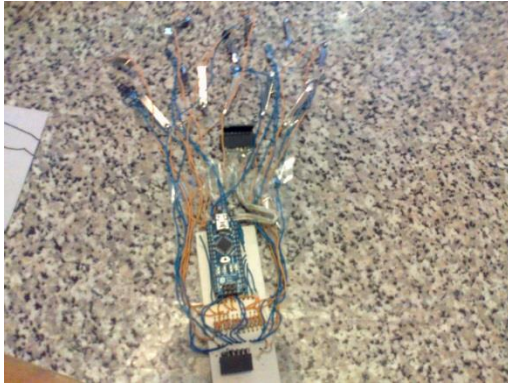


Figura 10.2 Prototipo 1



Figura 10.3 Prototipo 3



Figura 10.4 Prototipo 2

La aplicación de la Tablet hecho para el sistema operativo android, y desarrollado bajo el IDE Eclipse, consta de dos vistas principales con las funciones de recepción bajo el nombre de Me dices y el de emisión bajo el nombre de Te digo que hace que exista una fluente comunicación entre el niño usuario del guante y el normaoyente, la aplicación tiene un submenú con las opciones de calibración, vinculación, manual y los créditos.



Figura 10.5 Aplicación Menú

#### **10.4. Desarrollo, evaluación del prototipo por el cliente (pruebas)**

Esta parte es fundamental ya que aquí se ve si los resultados del análisis, diseño y construcción del primer prototipo fue la correcta, en nuestro caso el primer prototipo no fue el correcto, ya que los sensores no captaban bien las señales (sensores fotoeléctricos), tampoco el segundo prototipo funcionó problemas con switches que se tuvieron que retirar en los dedos, hasta que llegamos al tercer prototipo con flex sensores que satisficieron con resultados más precisos de las diferentes señas, por parte de la aplicación se tuvo pequeños inconvenientes en velocidad de transmisión y se le agrego la opción de sonido mediante un speech.

#### **10.5. Refinamiento del prototipo**

Con los resultados obtenidos en el tercer prototipo se decide optimizar la placa, la posición de los flex sensores, se le agrega un caja de acrílico que protege a la placa, y el guante recubre de otro guante sobre puesto con acolchonamiento para proteger los flex sensores de posibles golpes futuros. También se adaptó los diferentes diseños para Tablets de diferentes tamaños las pruebas se hicieron en una Tablet Acer Iconia B1-A71 de 7 pulgadas, y se hizo los cambios para la Tablet final una

Samsung galaxy de 10.1 pulgadas, o alguna otra con la que se quisiera instalar la aplicación.

## 10.6. Documentación y mantenimiento

Por último se documenta todo el sistema, y se realiza el manual de la aplicación para que cualquier usuario pueda usarlo correctamente, y sin ninguna complicación que se pueda tener al usar esta herramienta.

## 10.7. Producto de ingeniería

Por último se termina con un producto funcional que realiza la comunicación entre un niño con déficit de audición y un normoyente de su entorno que es una buena alternativa de comunicación para resolver sus problemas de comunicación.

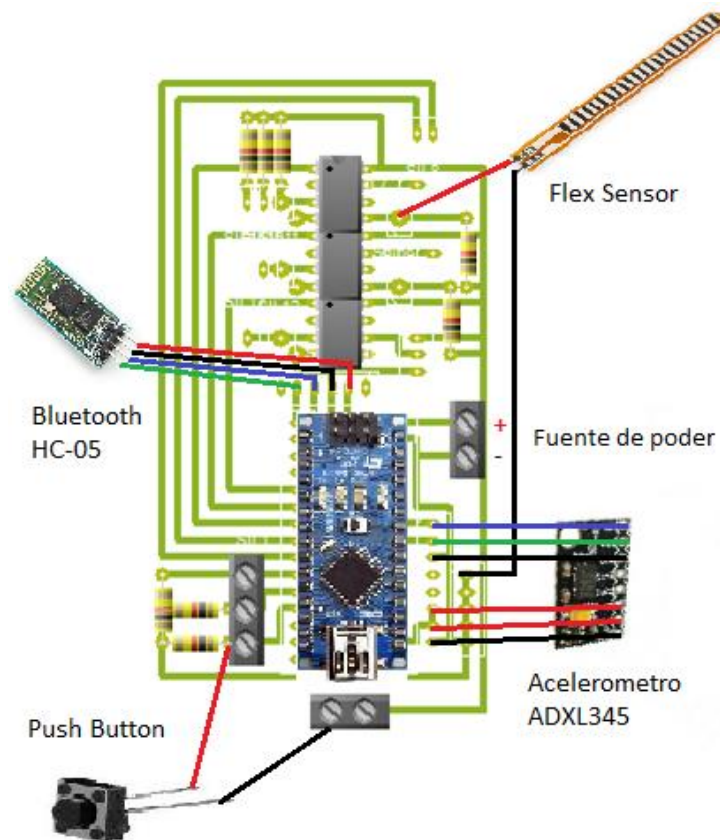


Figura 10.6 Diagrama de la placa del guante



El sistema contiene varios componentes que se conectan a la placa, el guante logra interpretar las señas con la ayuda de los flex sensores, la cantidad de sensores es igual al número de dedos de la mano que se encuentran en los falanges, en el meñique y el anular los sensores se encuentran en los falanges proximales, el dedo medio y el índice en el falange medio, y un sensor completo sobre el pulgar.

Los flex sensores se conectan como se muestra en la figura 10.6 y sus señales son analógicas, ya que dependen de la curvatura de la flexión que se le aplique al sensor, es por eso que pasa por un amplificador operacional LM358 para convertir la señal en una señal digital, además de los sensores, se apoya de pulsadores para diferenciar señales parecidas, el uso del acelerómetro es para señas con movimiento, ya que la cantidad de señas dactilológicas que se realizan se pueden agrupar y con el movimiento se puede dar solución a cual se seña se realizó; todas las señas antes mencionadas están conectadas a los puertos digitales del arduino nano a excepción del acelerómetro que utiliza dos puertos analógicos el 4 y el 5.

El arduino nano procesa las señales y lo convierte en un numero decimal representativo que después lo une con los parámetros x, y, z del acelerómetro para pasarlos como una una cadena conjunta que servirá como trama de transferencia de datos que se enviara por el bluetooth HC-05, este está conectado a los puertos de transmisión del arduino nano RX y TX, que cuando recibe una señal de la Tablet empieza a mandar las tramas con la información actual de la seña que interpreta el guante.

En la Tablet una vez que recibe la trama enviada por el guante los mete en un arreglo y analiza la seña para que no exista alteraciones la seña debe de enviar más de 7 veces en un segundo para que la aplicación determine que es la seña que se quiere enviar, el valor que más se repite es la que aparecerá como hecho por el guante, después se va una tabla comparativa interna para determinar la letra que concuerda con el valor determinado anteriormente, y por ultimo aparece en la Tablet, con el tiempo las letras se concatenan y crean una palabra como se muestra en la figura 10.7.



Figura 10.7 Recepción y concatenación de las letras

Lo anterior es para el modo de recepción, en la de emisión el usuario debe escribir su mensaje en un cuadro de texto y al dar iniciar la aplicación lee la cadena del mensaje y busca las imágenes que representen las palabras escritas si está no se encontrará, la aplicación busca las imágenes por cada letra, es un modo de deletreo por imagen de seña como se muestra en la figura 10.8.

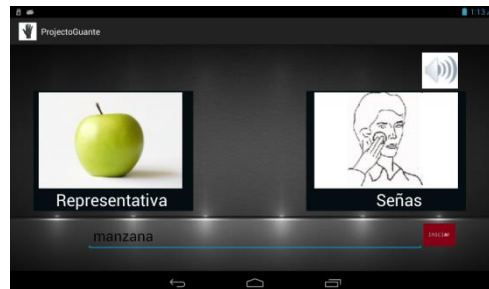


Figura 10.8. Emisión y respuesta con imágenes

En ambas vistas tanto emisión como recepción existe la opción de sonido la cual funciona leyendo la cadena del cuadro de texto y lo envía al speech de la Tablet para reproducir las palabras. Para más información del uso de la aplicación se encuentra el manual en el anexo 14.3. y la hoja de datos de los componentes en el 14.4-14.6.

## 11. Resultados, planos, gráficos, prototipos y programas

### 11.1. Diagrama de bloques del sistema

A continuación se muestra el diagrama de bloques del sistema en el que se muestra el funcionamiento de todo el sistema y las posibles rutas de funciones que puede tomar el usuario desde la Tablet.

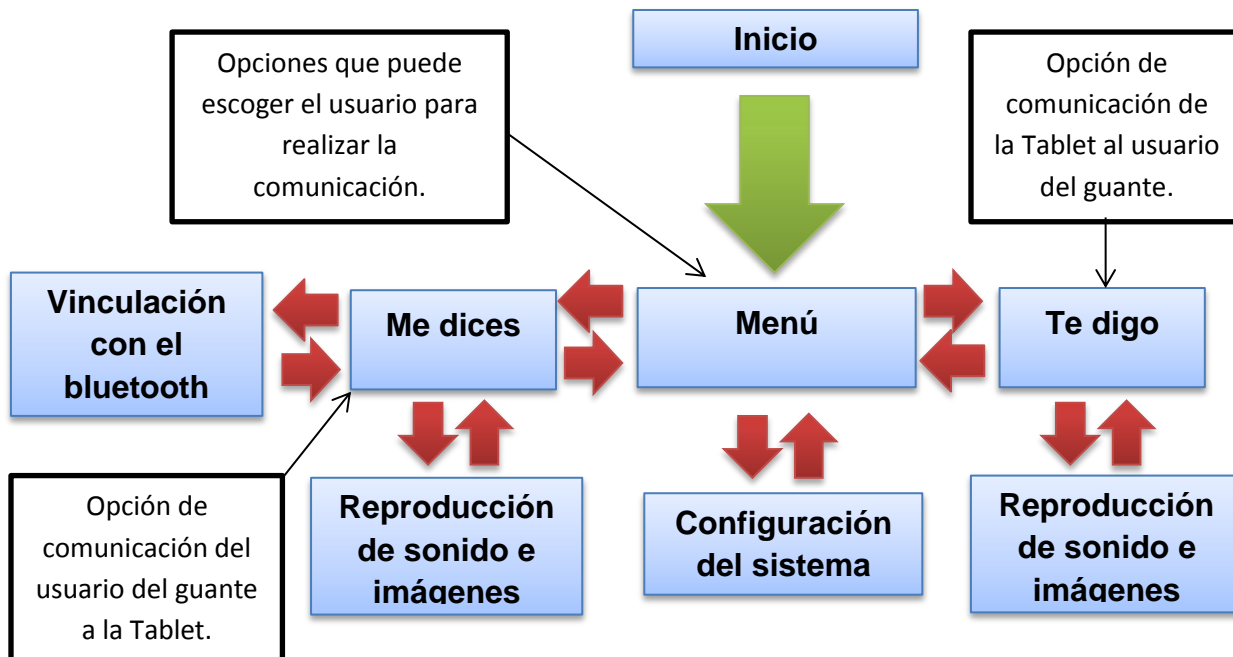


Figura 11.1 Diagrama de bloques general del sistema

<b>Actor</b>	<b>Niño</b>
<b>Casos de uso</b>	Interpretar por señas, Activar ayuda.
<b>Tipo</b>	Primario
<b>Descripción</b>	Es un niño con déficit de audición que lo usará como medio de comunicación que interpretará la dactilología que realice con las manos basadas en la lengua de señas mexicano.

Tabla 11.1 Actor Niño

<b>Actor</b>	<b>Usuario</b>
<b>Casos de uso</b>	Vincular BT, Responder por señas, Activar ayuda, Desvincular BT.
<b>Tipo</b>	Primario
<b>Descripción</b>	Lo usará para comunicarse con un niño con déficit de audición, recibirá la interpretación de la lengua de señas mexicano y también podrá responder escribiendo su respuesta.

Tabla 11.2 Actor Usuario

## 11.2. Diagrama de casos de uso

El diagrama de casos de uso muestra la interacción de los casos de uso con los usuarios como se muestra en la figura 11.2 sobre el diagrama de casos de uso del proyecto.

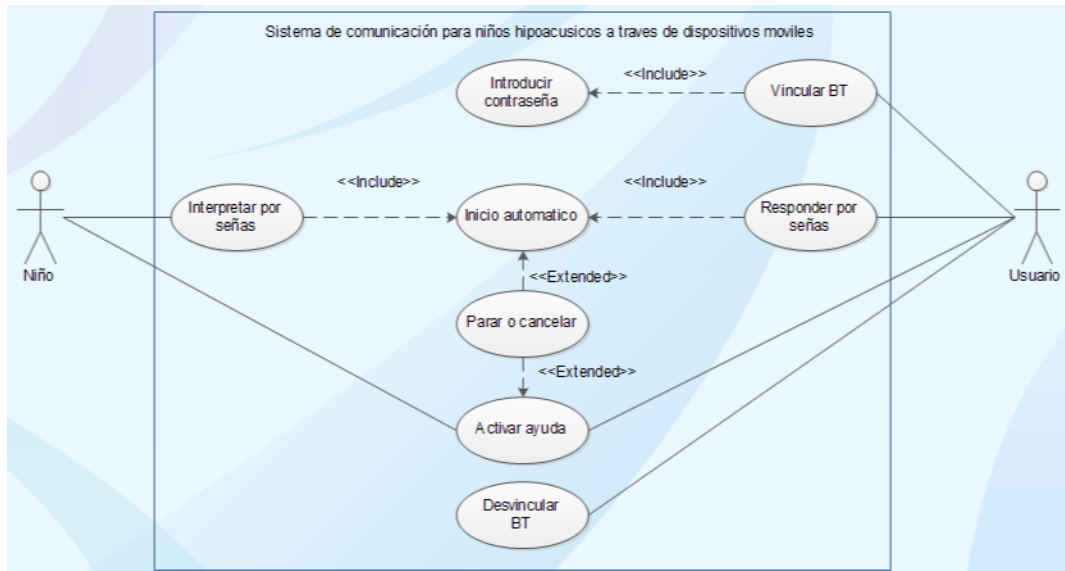


Figura 11.2 Diagrama de casos de uso

<b>Caso de uso</b>	<b>Interpretar por señas</b>	
<b>Actores</b>	Niño	
<b>Tipo</b>	Básico	
<b>Propósito</b>	Interpretar las señas de la mano del niño para poder usar esos datos	
<b>Precondiciones</b>	El niño debe de encender el guante	
<b>Flujo Principal</b>	Actor	Sistema
		Inicio automático del sistema
	Realiza señas con el guante.	
		Recibe los datos que envía el guante.
<b>Condición de salida</b>	Aparecen las letras en forma de palabras en la Tablet.	

Tabla 11.3 Caso de uso Interpretar por señas

<b>Caso de uso</b>	<b>Activar ayuda</b>								
<b>Actores</b>	Niño, Usuario								
<b>Tipo</b>	Básico								
<b>Propósito</b>	Dudas sobre la aplicación, ayuda para su uso.								
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe tener encendida y en la vista del menú principal								
<b>Flujo Principal</b>	<table border="0"> <tr> <td>Actores</td> <td>Sistema</td> </tr> <tr> <td>Click en submenú</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Muestra el submenú de la aplicación</td> </tr> <tr> <td>Dar click en ayuda</td> <td></td> </tr> </table>	Actores	Sistema	Click en submenú			Muestra el submenú de la aplicación	Dar click en ayuda	
Actores	Sistema								
Click en submenú									
	Muestra el submenú de la aplicación								
Dar click en ayuda									
<b>Condición de salida</b>	Muestra el manual con todas las vistas y opciones (te digo, me dices y calibración).								

Tabla 11.4 Caso de uso activar ayuda

<b>Caso de uso</b>	<b>Vincular BT</b>																					
<b>Actores</b>	Usuario																					
<b>Tipo</b>	Básico																					
<b>Propósito</b>	Vincula el bluetooth de la Tablet con el bluetooth del guante.																					
<b>Precondiciones</b>	Ambos dispositivos deben estar encendidos																					
<b>Flujo Principal</b>	<table border="0"> <tr> <td></td> <td>Actor</td> <td>Sistema</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Inicio automático del sistema</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Click en submenú</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Despliega las opciones del submenú</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Elige la opción vincular</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Muestra los dispositivos de bluetooth posibles a vincular</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Elige el bluetooth del guante</td> <td></td> </tr> </table>		Actor	Sistema			Inicio automático del sistema		Click en submenú				Despliega las opciones del submenú		Elige la opción vincular				Muestra los dispositivos de bluetooth posibles a vincular		Elige el bluetooth del guante	
	Actor	Sistema																				
		Inicio automático del sistema																				
	Click en submenú																					
		Despliega las opciones del submenú																				
	Elige la opción vincular																					
		Muestra los dispositivos de bluetooth posibles a vincular																				
	Elige el bluetooth del guante																					
<b>Condición de salida</b>	Muestra un mensaje de que se vinculó con el bluetooth																					

Tabla 11.5 Caso de uso Vincular BT

<b>Caso de uso</b>	<b>Responder por señas</b>
<b>Actores</b>	Usuario
<b>Tipo</b>	Básico
<b>Propósito</b>	Envía un mensaje con imágenes de señas LSM al niño
<b>Precondiciones</b>	Debe estar encendida la Tablet

Flujo Principal	Actor	Sistema
		Inicio automático del sistema
	Elige la opción Te digo	
		Muestra una vista con un cuadro de texto.
	Escribe en el cuadro de texto	
		Muestra las letras que escribe el usuario
	Le da click al botón iniciar	
<b>Condición de salida</b>	La aplicación muestra una secuencia de imágenes LSM	

Tabla 11.6 Caso de uso Responder por señas

Caso de uso	Desvincular BT	
<b>Actores</b>	Usuario	
<b>Tipo</b>	Básico	
<b>Propósito</b>	Desvincula el bluetooth para terminar la comunicación	
<b>Precondiciones</b>	Debe estar vinculado el bluetooth	
Flujo Principal	Actor	Sistema
		Inicio automático del sistema
	Dar click en desvincular	
<b>Condición de salida</b>	Se muestra un mensaje de desvinculación	

Tabla 11.7 Caso de uso desvincular BT

### 11.3. Diagrama de actividades

El diagrama de actividades o de flujo refleja las rutas que puede tomar un usuario para realizar las actividades como se muestra en la figura 11.3.

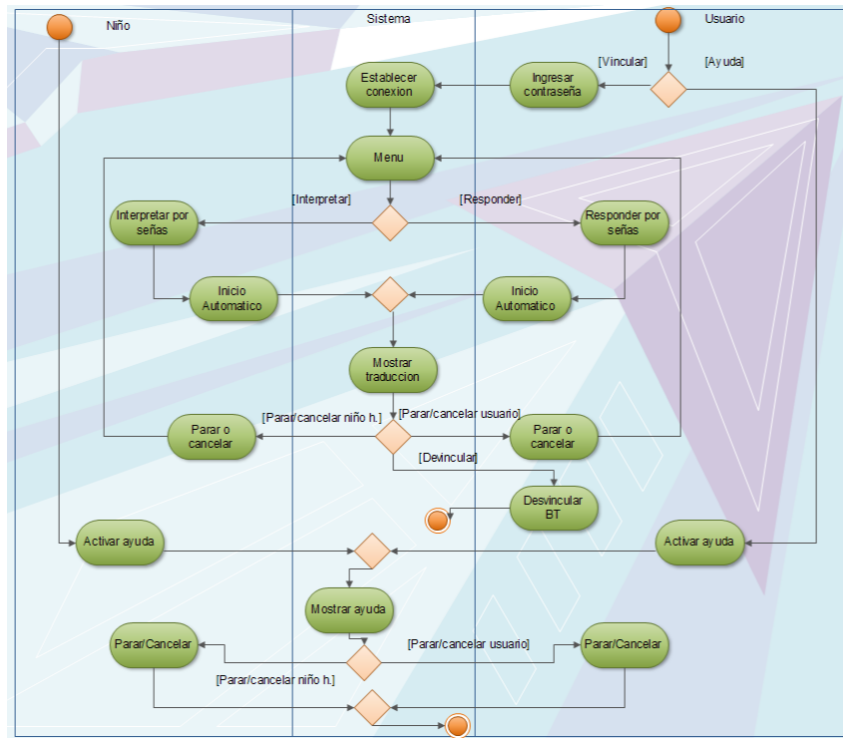


Figura 33 Diagrama de actividades

## 11.5. Diagrama de estados

El diagrama de estados que se muestra a continuación del proyecto, se mira los diferentes estados que pasa un objeto durante su vida en la aplicación en respuesta a los diferentes eventos que pueden surgir.

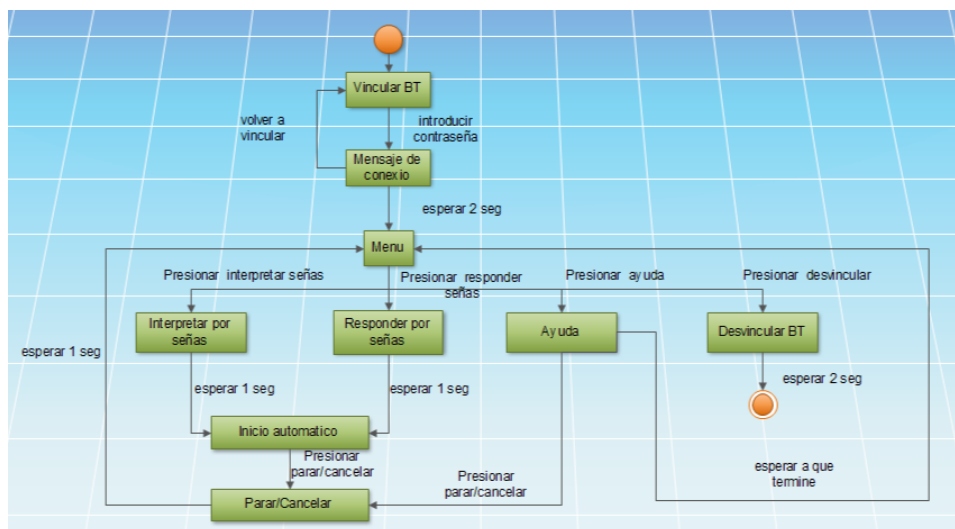


Figura 11.4 Diagrama de estados

## 11.6. Diagrama de secuencias

Los diagramas de secuencia sirven para modelar la interacción entre objetos en un sistema, en el siguiente diagrama se demuestra esta interacción para el sistema que se hizo en este proyecto.

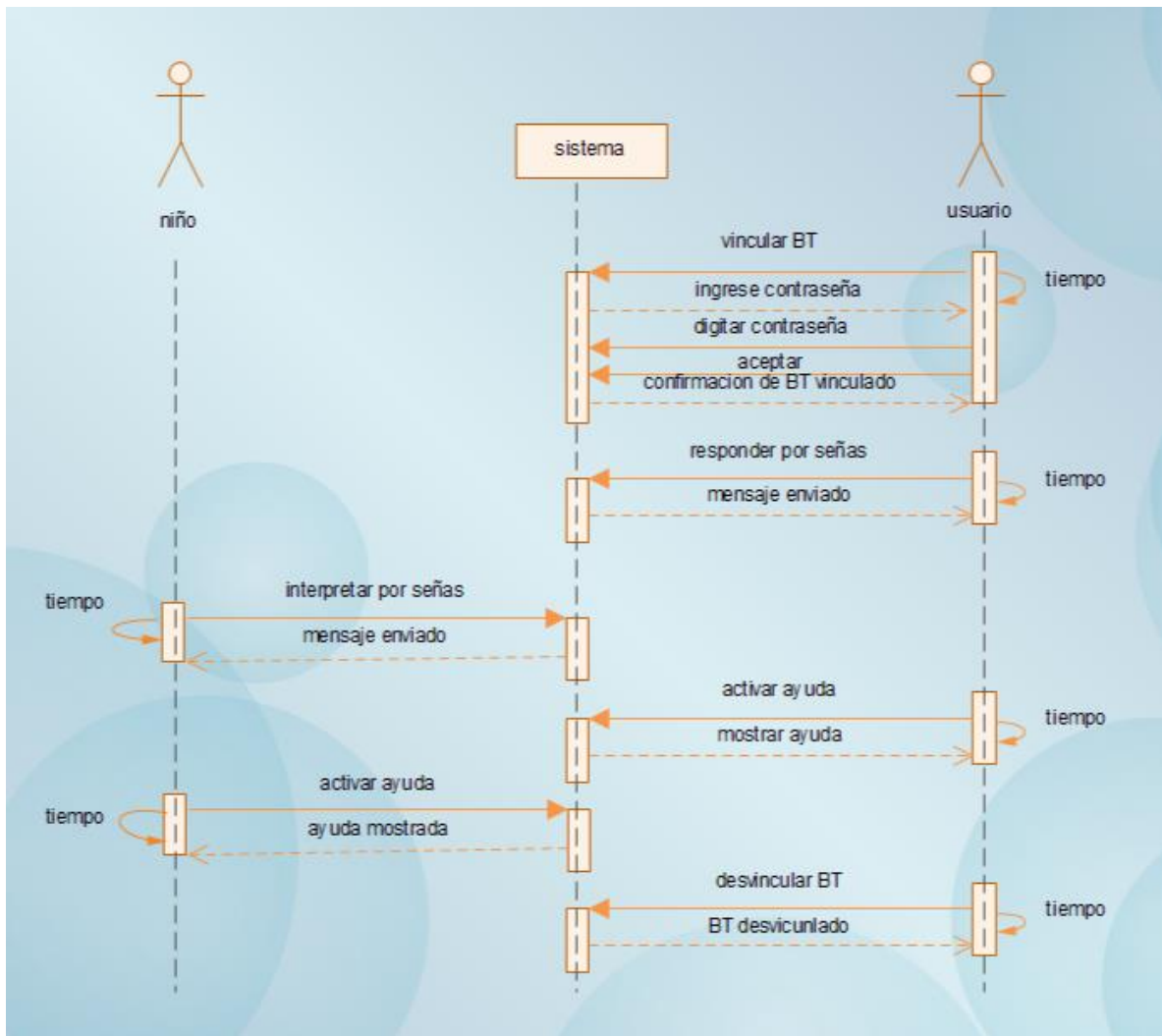


Figura 11.5 Diagrama de secuencias



## 11.7. Diseño de la interfaz

### 11.7.1 Guante interprete LSM

Los siguientes diseños son dos vistas hechos en PCB wizard, un programa para la creación de circuitos electrónicos, en las siguientes imágenes se muestra el diseño final del proyecto, para hacer la placa que se encuentra en el guante.

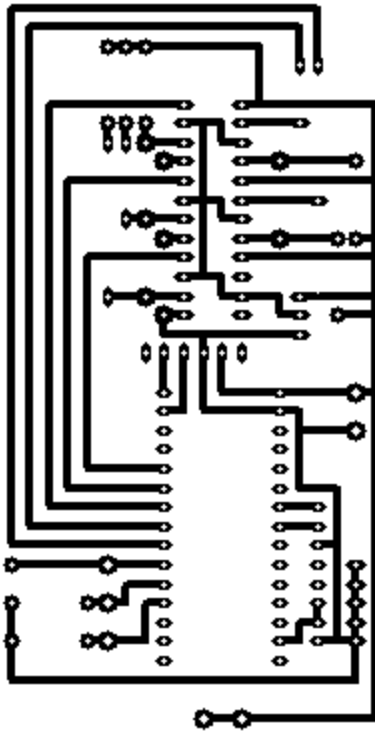


Figura 11.6 Circuito Artwork

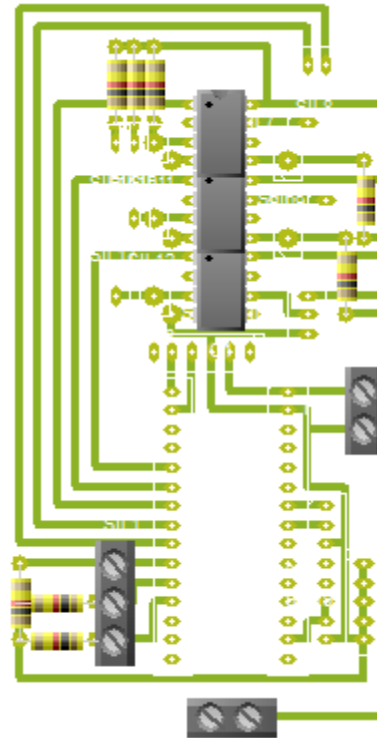


Figura 11.7 Circuito Real world

Se hizo un diseño en isis proteus para el análisis del funcionamiento de los flex sensores como se muestra en la figura 11.8.

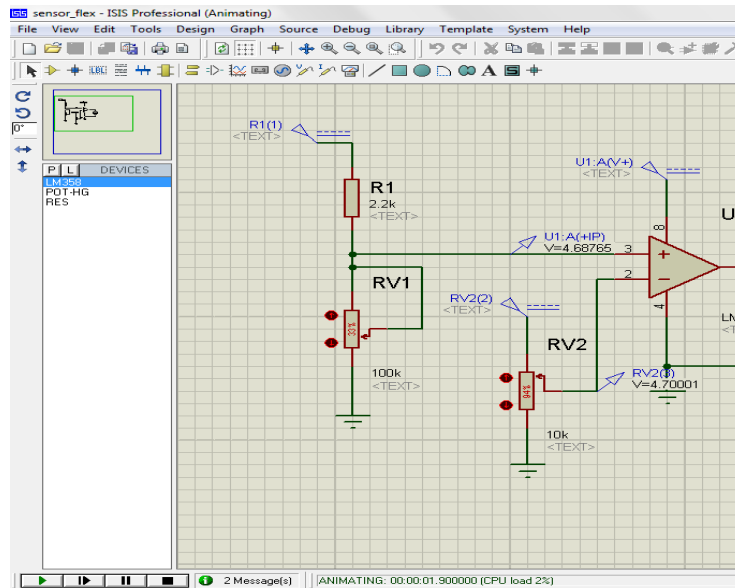


Figura 11.8 Simulación flex sensor y LM357

El guante LSM es un guante intérprete de la lengua de señas, en la figura se muestra construido con todas sus partes listo para enviar datos a la Tablet.



Figura 11.9 Guante LSM

### 11.7.2. Interfaz de la aplicación

En la siguiente figura (11.10), se puede observar la vista principal, en la que se puede ver el menú con las dos opciones principales “me dices” y “te digo”.

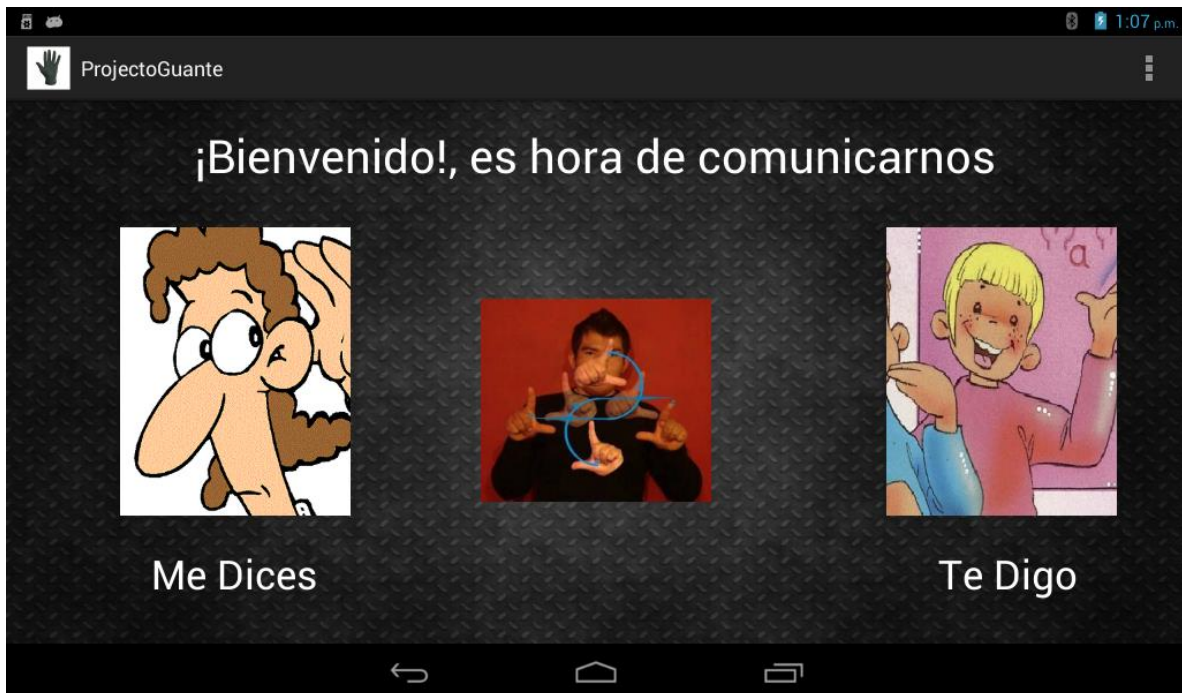


Figura 11.10 Menú principal de la aplicación

En esta imagen se muestra la parte de recepción de los datos y conversión a letras en la opción “Me dices”, donde existen funciones de representación de imágenes de señas e imagen real, además de la función de sonido.

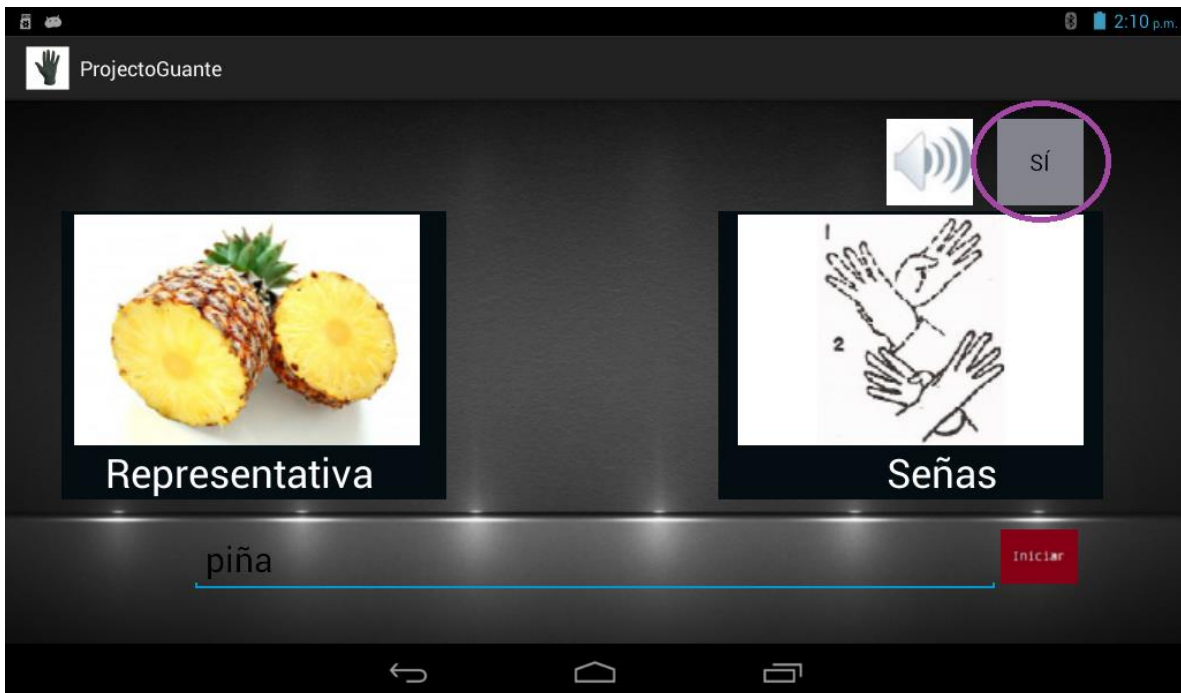


Figura 11.11 Me dices (modo recepción)

En esta imagen se muestra la parte de emisión en la opción "Te digo", donde existen funciones de representación de imágenes de señas e imagen real, además de la función de sonido.

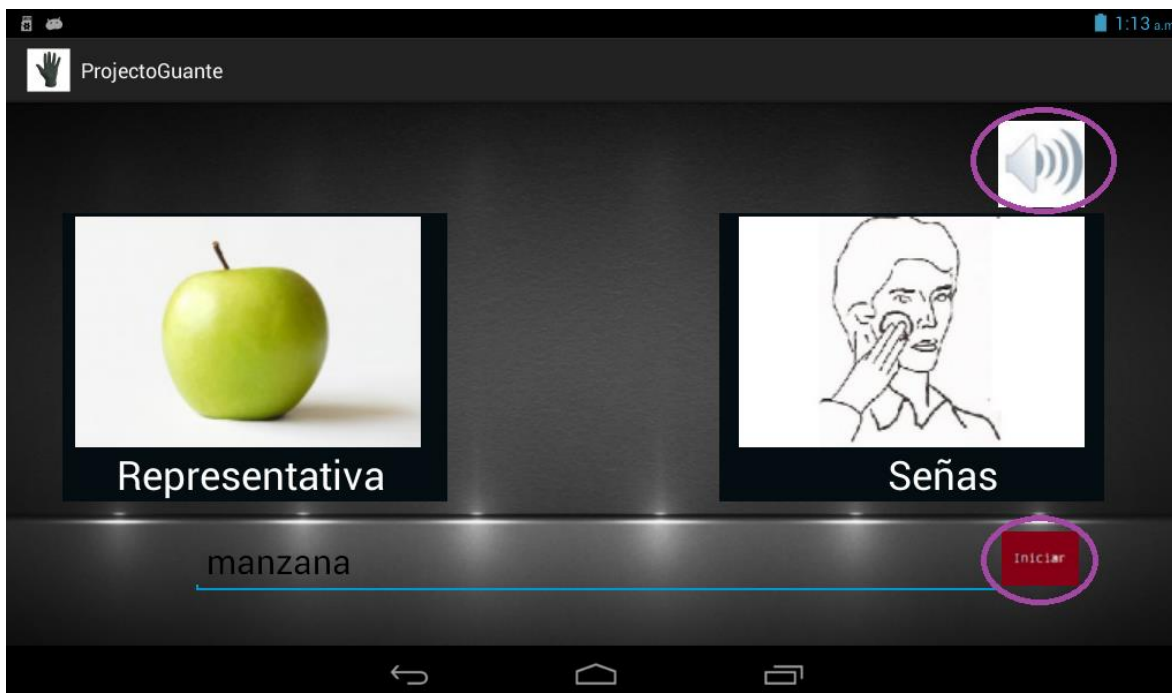


Figura 11.12 Te digo (modo emisor)

El producto final alcanzado, funciona al 100%, se obtuvo el guante interprete, la aplicación deseada y se logró hacer la comunicación entre un niño con déficit de audición y un normoyente, en una comunicación bidireccional, con gran éxito se llegó a la meta de tener un sistema de comunicación alternativos para estos niños que se les resulta difícil relacionarse con las personas ajenas a la lengua de señas.

Se tuvo dificultades con los sensores que detectarían las diferentes flexiones que se hace con la mano para lograr las 29 letras de la dactilología de la lengua de señas, pero se llegó a los sensores correctos (los flex sensores), también se tuvo problemas con el bluetooth ya que el módulo HC-05 no tiene compatibilidad con las nuevas generaciones de bluetooth que tienen las nuevas Tablets.

## 12. Conclusiones y recomendaciones

Basado en los resultados obtenidos, el proyecto resuelve la comunicación de una forma alterna basado en la lengua de señas entre niños con una discapacidad auditiva, con las personas a su alrededor normoyentes, que no tienen conocimiento de la lengua de señas, con el uso de dactilología, apoyándonos con las tecnologías de la actualidad; el sistema operativo Android que tiene una gran usabilidad, potencia y popularidad, además del arduino, la placa programable que tiene una gran recomendación en este momento que se usó en el proyecto.

Los objetivos de nuestro proyecto a logrado comunicar a Anthony con las personas de su alrededor, de una forma alternativa a la que acostumbra, esperando que se le sea muy útil en el futuro, además cumplimos nuestros objetivos de lograr un guante interprete que ayudado de una Tablet se logra este sistema de comunicación con una buena retroalimentación.

El sistema puede mejorarse en varios ámbitos, como por ejemplo el uso del wifi como medio de vinculación entre el guante y la Tablet, la mayoría de las Tablets poseen este medio de comunicación, y el bluetooth se está extinguiendo en estos dispositivos, también se podría hacer una aplicación de reconocimiento de imagen instalado en la Tablet en la que tome una imagen cada cierto tiempo e intérprete las señas de la mano de cualquier persona eliminando el guante y la delimitante que tiene al tener que ser de la talla del usuario que la usa.

## 13. Fuentes de información

### Bibliografía

- Acevedo, G., & Flores, R. (2008). *Lenguaje de señas por celular*. Academia de Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico de Milpa Alta, Academia de Ciencias Básicas & Instituto Tecnológico de Cuatla.
- Amaro, J. (2012). *Android programación de dispositivos móviles a través*. Alfaomega.
- Caicedo, D., & Solórzano, E. (2006). *Diseño de un traductor de gestos basado en un guante electrónico sensitivo al movimiento*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral: Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación.
- Carretero, A. (2011). *Electrónica*. Editex.
- Chiguano, E., & Moreno, N. (2011). *Diseño e Implementación de un sistema traductor de lenguaje de señas de manos a un lenguaje de texto mediante visión artificial en un ambiente controlado*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional: Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.
- Couglin, R., & Driscoll, F. (1999). *Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales*. México: Prentice Hall.
- Escalante, P. (2006). *Transcriptor de lenguaje de señas a texto*. Puebla, México: Escuela de Ingeniería y Ciencias Departamento: de Computación, Electrónica, Física e Innovación.
- Laurence, S., & Elvira, Q. (2002). *Ingeniería de software*. Prentice Hall.
- León, F., & Merino, X. (2011). *Guante con sensores para reproducir el sonido de las letras por medio del lenguaje sordo mudo con soporte de tecnología Java*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Melero, S., Cortés, F., & Turo, E. (2006). *Deficiencias sensoriales auditivas*. Bases pedagógicas de la educación especial.
- Moro, M., & Almenar, A. (1999). *Detección e intervención precoz de la hipoacusia en la infancia, ¿Es el momento del cambio?* España: Anales españoles de pediatría.
- Ruiz, J. (2011). *Entornos Gráficos para la Programación Plataforma Open Hardware Arduino*.
- Serafín, M., & González, R. (2011). *Manos con Voz*. México, DF: Diccionario de lengua de señas mexicana.

Silvera, J. (2000). *Sistema eficiente de reconocimiento de gestos de la mano*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación.

## **Páginas Web**

Acevedo, G., & Flores, R. (2008). *Lenguaje de señas por celular*. Academia de Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico de Milpa Alta, Academia de Ciencias Básicas & Instituto Tecnológico de Cuatla.

Amaro, J. (2012). *Android programación de dispositivos móviles a través*. Alfaomega.

Caicedo, D., & Solórzano, E. (2006). *Diseño de un traductor de gestos basado en un guante electrónico sensitivo al movimiento*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral: Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación.

Carretero, A. (2011). *Electrónica*. Editex.

Chiguano, E., & Moreno, N. (2011). *Diseño e Implementación de un sistema traductor de lenguaje de señas de manos a un lenguaje de texto mediante visión artificial en un ambiente controlado*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional: Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

Coughlin, R., & Driscoll, F. (1999). *Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales*. México: Prentice Hall.

Escalante, P. (2006). *Transcriptor de lenguaje de señas a texto*. Puebla, México: Escuela de Ingeniería y Ciencias Departamento: de Computación, Electrónica, Física e Innovación.

Gallardo, D. (2012). *Iniciándose en la plataforma Eclipse*. Consultado Noviembre, 2013: Recuperado.- <http://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/os-ecov/>.

Laurence, S., & Elvira, Q. (2002). *Ingeniería de software*. Prentice Hall.

León, F., & Merino, X. (2011). *Guante con sensores para reproducir el sonido de las letras por medio del lenguaje sordo mudo con soporte de tecnología Java*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.

Melero, S., Cortés, F., & Turo, E. (2006). *Deficiencias sensoriales auditivas*. Bases pedagógicas de la educación especial.

Mendez, K. (Junio, 2013). *Acelerómetro ADXL345*. Consultado Noviembre, 2013: Recuperado.- <http://sensoresyactuadores2013.blogspot.mx/2013/06/practica-2-acelerometro-adxl345.html>.



- Moro, M., & Almenar, A. (1999). *Detección e intervención precoz de la hipoacusia en la infancia, ¿Es el momento del cambio?* España: Anales españoles de pediatría.
- Ruiz, J. (2011). *Entornos Gráficos para la Programación Plataforma Open Hardware Arduino*.
- Samsung. (2013). *Samsung Galaxy Tab 2 (10.1)*. Consultado Noviembre 2013: Recupero.- <http://www.samsung.com/es/consumer/mobile-phone/tablets/tablets/GT-P5110TSEPHE>.
- Serafín, M., & González, R. (2011). *Manos con Voz*. México, DF: Diccionario de lengua de señas mexicana.
- Silvera, J. (2000). *Sistema eficiente de reconocimiento de gestos de la mano*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación.

## 14. Anexos

### 14.1. Formato de seguimiento para el proyecto



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA  
DEPARTAMENTO DE  
SEGUIMIENTO DE PROYECTO DE RESIDENCIAS PROFESIONALES

ALUMNO: VICTOR HUGO AGUILAR GRAJALES, SERGIO CANDELARIA VELAZQUEZ No. DE CONTROL: 09270793/09270803  
NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE NIÑOS HIPOACÚSICOS POR MEDIO DE DISPOSITIVOS MÓVILES. EMPRESA: UNIDAD DE ORIENTACIÓN AL PÚBLICO (UOP)  
ASESOR EXTERNO: NORMA ELENA CHANG RUIZ ASESOR INTERNO: JOSÉ ALBERTO MORALES MANCILLA  
PERIODO DE REALIZACIÓN: AGOSTO-DICIEMBRE 2013

ACTIVIDAD	SEMANAS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Identificación del niño con sordera Profunda.	P														
	R														
Identificación de los sensores que identificarán las señas del lenguaje de señas mexicano	P														
	R														
Toma de medidas del guante	P														
	R														
Realización del guante que interpretará el LSM	P														
	R														
Análisis y procesamiento de los datos obtenidos de los sensores.	P														
	R														
Realización de la app de la Tablet.	P														
	R														
Vinculación del guante con la aplicación.	P														
	R														
Realización de Pruebas	P														
	R														
OBSERVACIONES				Septiembre 23-24			Octubre 21-22			Noviembre 20-21					
ENTREGA DE REPORTES	Docente: JOSE ALBERTO MORALES MANCILLA VICTOR HUGO AGUILAR GRAJALES														
ITTG-AC-PO-007-05	Jefe Depto. AIDA GUILLERMINA COSSIO MARTINEZ														

### 14.2. Vocabulario básico del proyecto

Saludos:	Lunes	Marzo	
	Martes	Abril	Estados de ánimo
Hola	Miércoles	Mayo	y formulas sociales
Buenos días	Jueves	Junio	
Buenas tardes	Viernes	Julio	¿Cómo está?
Buenas noches		Agosto	Mal
	<b>Meses del Año</b>	Septiembre	De nada
Días de las		Octubre	Triste
semanas	Enero	Noviembre	Alegre
	Febrero	Diciembre	Feliz

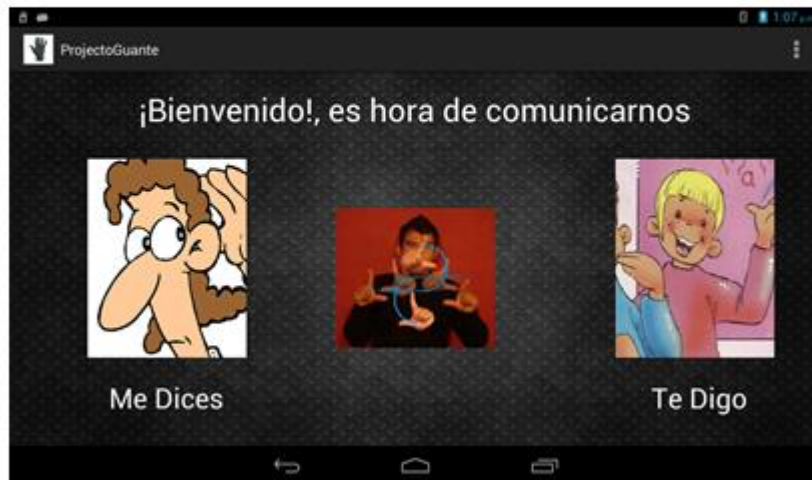
Bien		Bisabuela	<b>Comestible</b>
Gracias	1		
Por favor	2	<b>Ropa</b>	Arroz
Enojado	3		Puerco
Contento	4	Falda	Hamburguesa
Grosero	5	Pantalón	Huevo
	6	Vestido	Gelatina
<b>Pronombres</b>	7	Media	Queso
Yo	8	Calcetín	Jamón
Tu	9	Brassiere	Miel
El		Pantaleta	Mantequilla
Ella	<b>Familia</b>	Camisa	Azúcar
Ellos		Blusa	Sopa
Nosotros	Papa	Suéter	Chorizo
Ustedes	Mama	Chamarra	Sándwich
Usted	Hijo	Truza	Pan
	Hija		Dulce
<b>Palabras de pregunta</b>	Hermano	<b>Colores</b>	Carne
	Hermana		Salchicha
	Hombre	Verde	Torta
¿Qué?	Mujer	Rosa	Galleta
¿Cómo?	Amigo	Azul	Sal
¿Cuál?	Amiga	Negro	Pescado
¿Dónde?	Esposo	Gris	Quesadilla
¿Cuándo?	Esposa	Rojo	Tamal
¿Quién(es)?	Tío	Morado	Pastel
¿Por qué?	Tía	Café	Pimienta
¿Cuántos?	Señor	Blanco	Pollo
¿Para qué?	Señora	Amarillo	Taco
Cualquier(a)	Abuelo	Anaranjado	Ensalada
	Abuela	Oscuro	Helado
<b>Números</b>			Chocolate

	Elote	Grueso	Llorar
<b>Frutas</b>		Despacio	Colocar
	<b>Bebidas</b>	Rápido	Escribir
Manzana		Ignorante	Leer
Fresa	Agua	Travieso	Estudiar
Pera	Refresco	Sucio	Comprender
Lima	Atole	Limpio	Pensar
Higo	Leche		Pintar
Durazno	Café	<b>Verbos</b>	Pegar
Naranja	Chocolate		Buscar
Mango	Pepsi Cola	Bañar	Soñar
Papaya		Lavar	Jugar
Uva	<b>Adjetivos</b>	Desayunar	Mojar
Sandia		Comer	Limpiar
Melón	Alto	Cenar	Brincar
Piña	Bajo	Dormir	Correr
Plátano	Bueno	Cansar	Terminar
	Malo	Descansar	Tomar
<b>Verduras</b>	Bonito	Escuchar	Trabajar
	Feo	Oír	Caminar
Aguacate	Suave	Bailar	
Calabaza	Duro	Decir	<b>Animales</b>
Chayote	Grande	Hablar	
Betabel	Claro	Platicar	Perro
Zanahoria	Oscuro	Cantar	Gallo
Ajo	Correcto	Comunicar	Toro
Pepino	Fácil	Abrazar	Mariposa
Jitomate	Difícil	Cuidar	Tortuga
Lechuga	Igual	Educar	Sapo
Papa	Diferente	Enseñar	Gato
Cebolla	Inteligente	Aprender	Gallina
Chile	Pequeño	Reír	Vaca

Gusano	Caballo	Víbora	Paloma
Venado	Ratón	Pollo	Conejo
Hormiga	Mosca	Burro	Mono
Pato	Pescado	Pájaro	

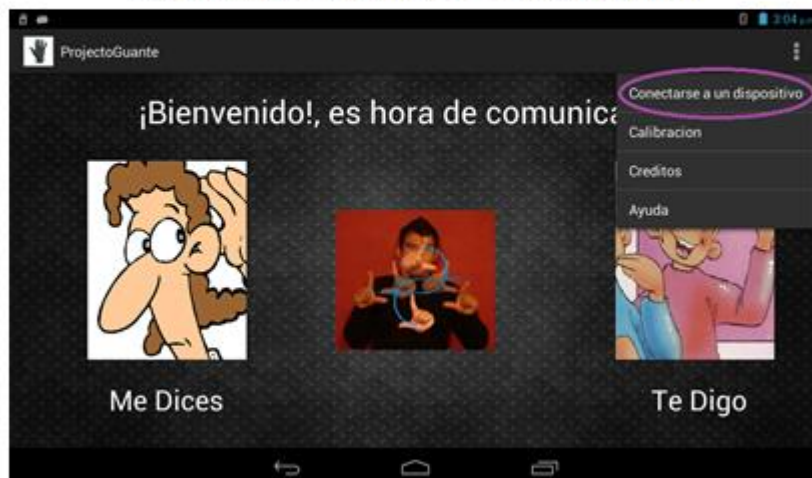
### 14.3 Manual de la aplicación

## Aplicación



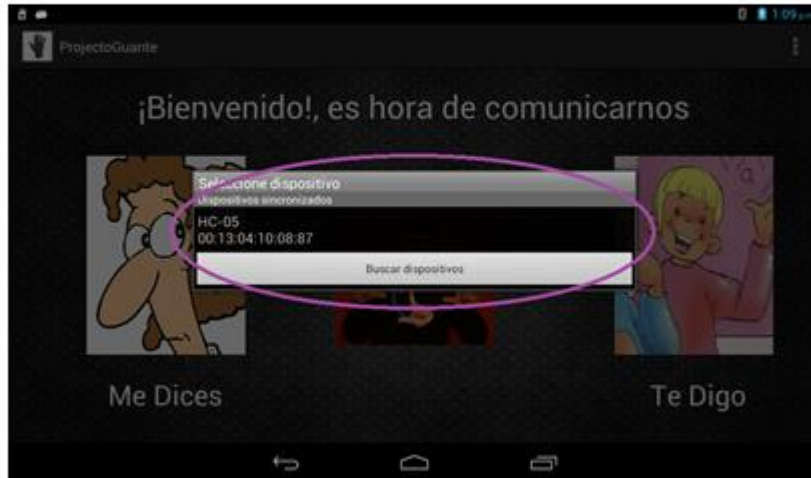
## Me dices

Dar click en conectar a un nuevo dispositivo del submenú



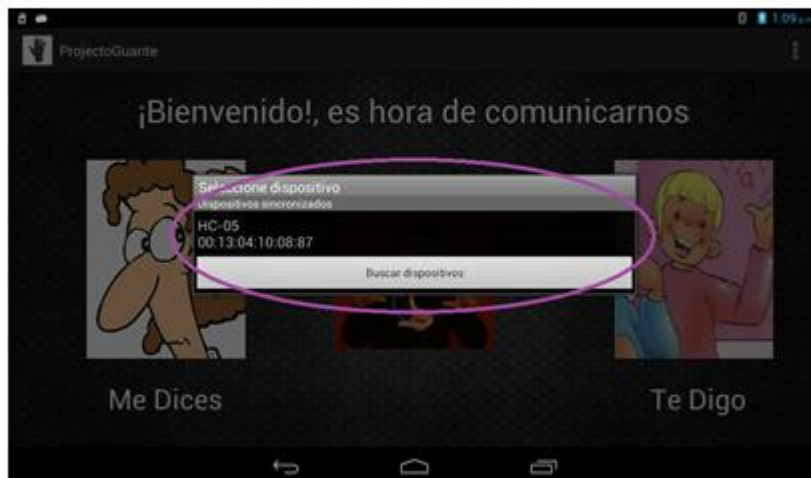
# Me dices

Seleccionar el bluetooth para conectar



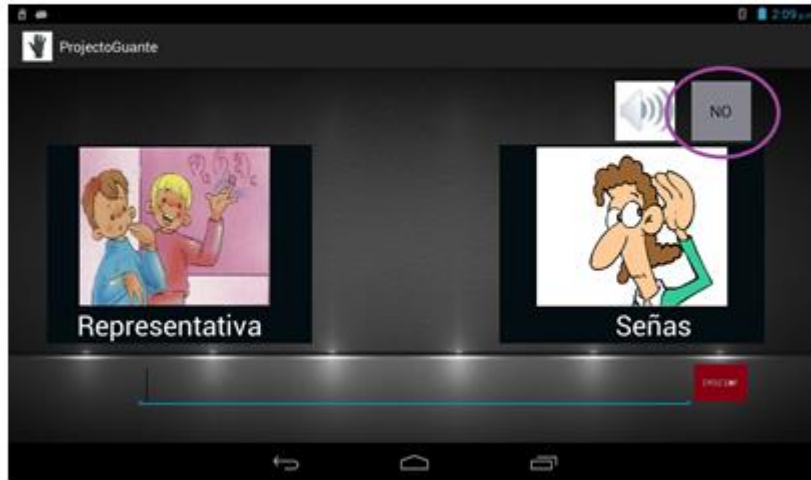
# Me dices

Dar click en boton Me dices



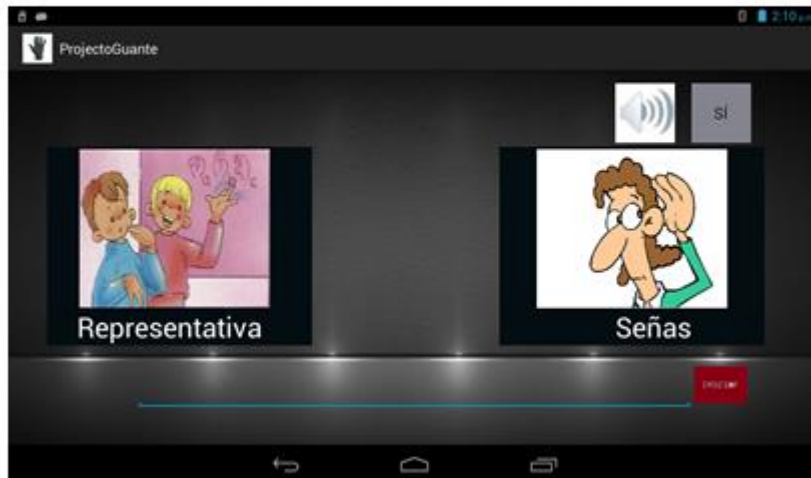
# Me dices

Para empezar la recepción de letras presiona el botón



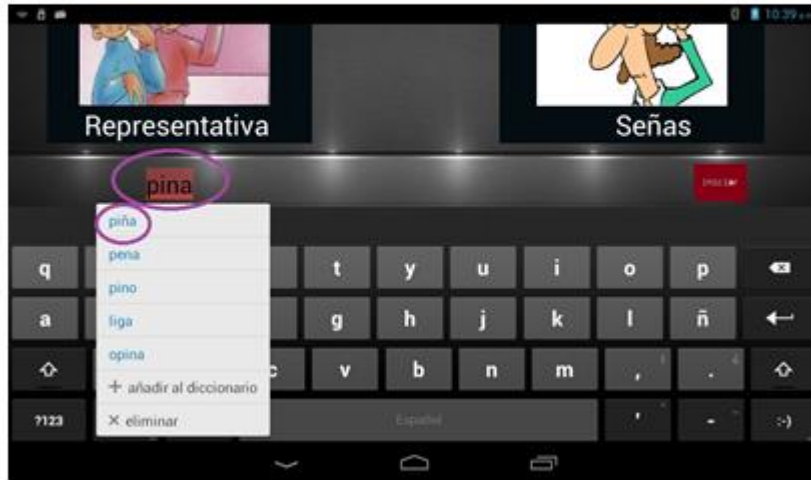
# Me dices

Nuestra aplicación esta lista para recibir las señas



# Me dices

Si hay un error en la palabra puedes corregirlo



# Me dices

Si hay un error en la palabra puedes corregirlo





# Me dices

Al presionar Iniciar se representan en imágenes el texto y al presionar la bocina se reproducirá el sonido



# Me dices

En cualquier momento puedes parar la recepción de letras



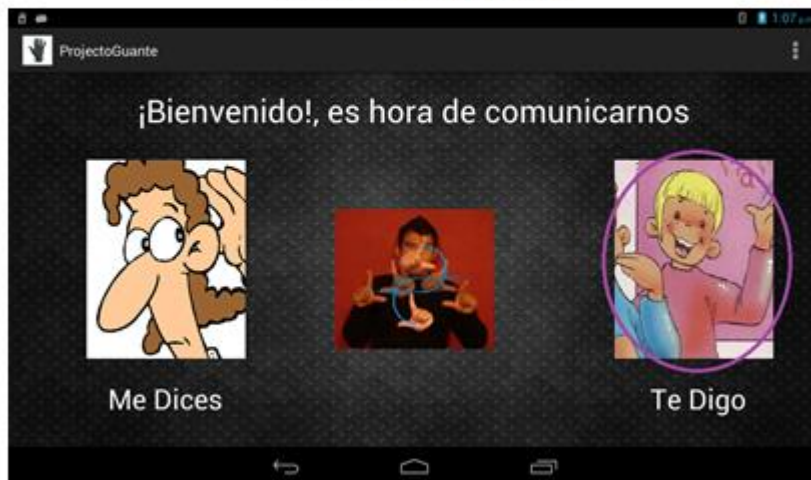
# Me dices

En cualquier momento puedes regresar al menú pulsando el botón



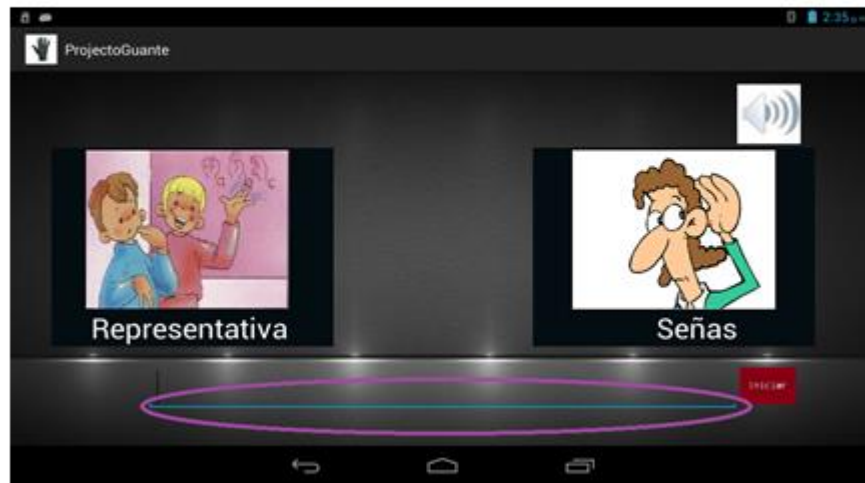
# Te digo

Dar click en el botón Te digo



# Te digo

Escribir en la caja de texto



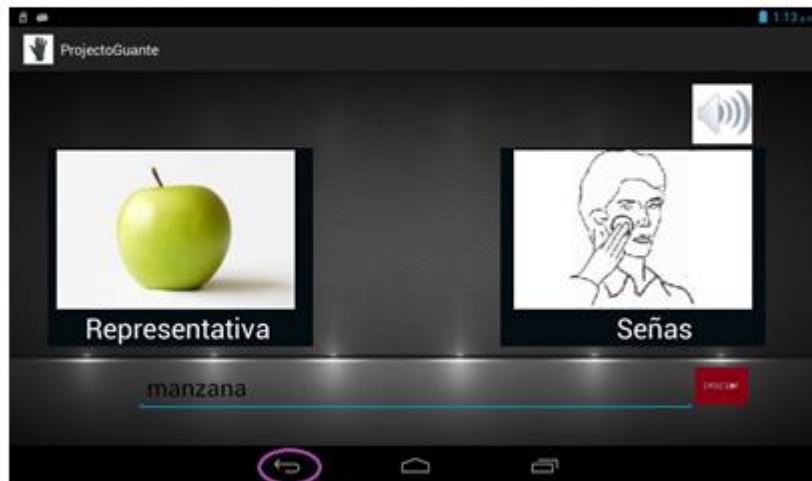
# Te digo

Al presionar Iniciar se Representan en imágenes el texto y al presionar la bocina se reproducirá el sonido



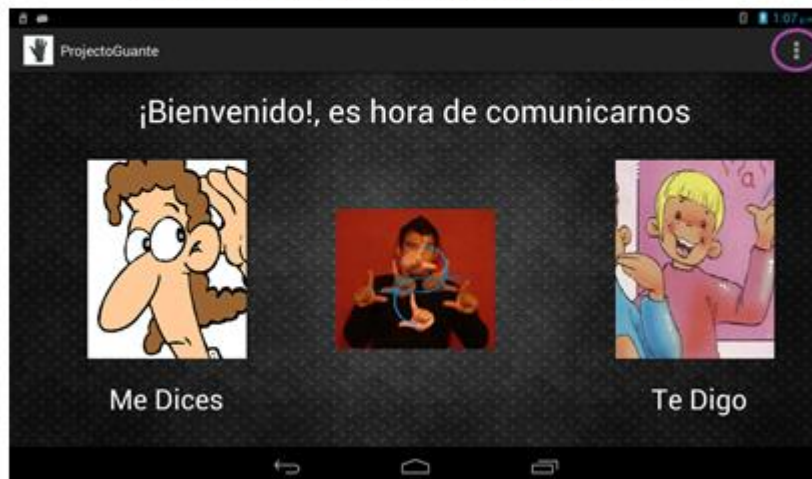
# Te digo

En cualquier momento puedes regresar al menú pulsando el botón



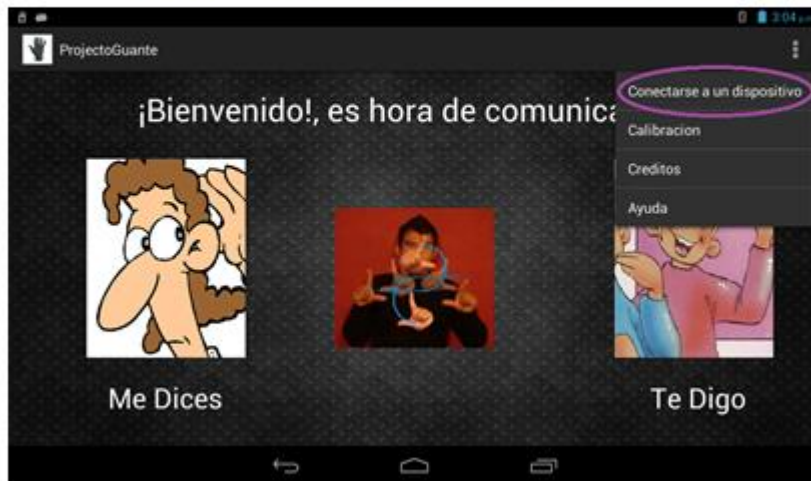
# Calibrar

Para empezar Me dices debes de dar click en el submenú



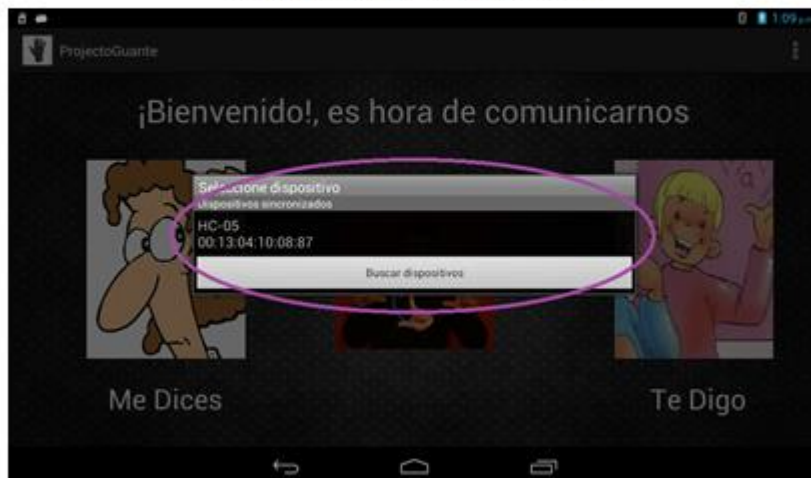
# Calibrar

Dar click en conectarse a un nuevo dispositivo del submenú



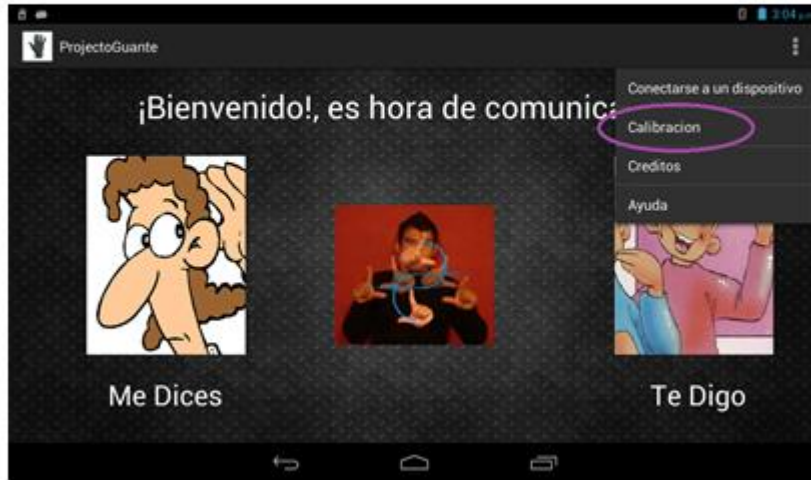
# Calibrar

Seleccionar el bluetooth para conectar



# Calibrar

Dar click en calibrar



# Calibrar

Para empezar la calibración da click en una letra



# Calibrar

Preparar la seña



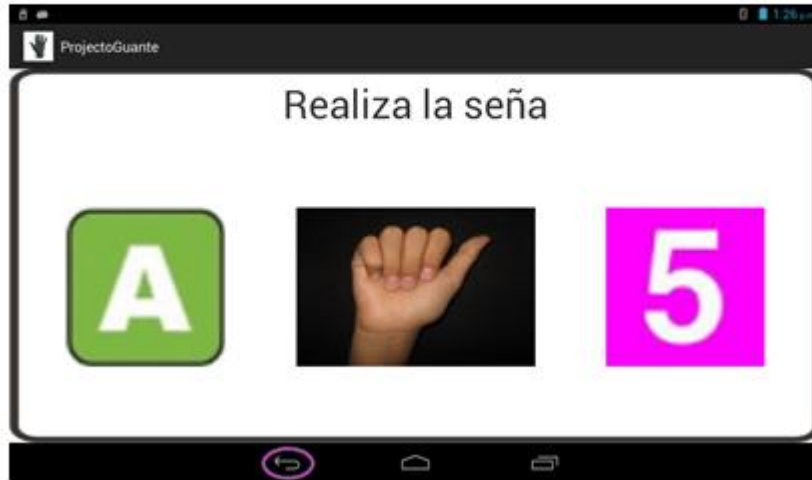
# Calibrar

Realizando y capturando el valor de la seña



# Calibrar

En cualquier momento puedes regresar al menú pulsando el botón





## 14.4 Datasheet ADXL345



### 3-Axis, $\pm 2 g/\pm 4 g/\pm 8 g/\pm 16 g$ Digital Accelerometer

#### ADXL345

#### FEATURES

- Ultralow power: as low as 40  $\mu\text{A}$  in measurement mode and 0.1  $\mu\text{A}$  in standby mode at  $V_S = 2.5\text{ V}$  (typical)
- Power consumption scales automatically with bandwidth
- User-selectable resolution
  - Fixed 10-bit resolution
  - Full resolution, where resolution increases with  $g$  range, up to 13-bit resolution at  $\pm 16 g$  (maintaining 4 mg/LSB scale factor in all  $g$  ranges)
- Embedded, patent pending FIFO technology minimizes host processor load
- Tap/double tap detection
- Activity/inactivity monitoring
- Free-fall detection
- Supply voltage range: 2.0 V to 3.6 V
- I/O voltage range: 1.7 V to  $V_S$
- SPI (3- and 4-wire) and I<sup>2</sup>C digital interfaces
- Flexible interrupt modes mappable to either interrupt pin
- Measurement ranges selectable via serial command
- Bandwidth selectable via serial command
- Wide temperature range ( $-40^\circ\text{C}$  to  $+85^\circ\text{C}$ )
- 10,000  $g$  shock survival
- Pb free/RoHS compliant
- Small and thin: 3 mm  $\times$  5 mm  $\times$  1 mm LGA package

#### APPLICATIONS

- Handsets
- Medical instrumentation
- Gaming and pointing devices
- Industrial instrumentation
- Personal navigation devices
- Hard disk drive (HDD) protection
- Fitness equipment

#### GENERAL DESCRIPTION

The ADXL345 is a small, thin, low power, 3-axis accelerometer with high resolution (13-bit) measurement at up to  $\pm 16 g$ . Digital output data is formatted as 16-bit twos complement and is accessible through either a SPI (3- or 4-wire) or I<sup>2</sup>C digital interface.

The ADXL345 is well suited for mobile device applications. It measures the static acceleration of gravity in tilt-sensing applications, as well as dynamic acceleration resulting from motion or shock. Its high resolution (4 mg/LSB) enables measurement of inclination changes less than  $1.0^\circ$ .

Several special sensing functions are provided. Activity and inactivity sensing detect the presence or lack of motion and if the acceleration on any axis exceeds a user-set level. Tap sensing detects single and double taps. Free-fall sensing detects if the device is falling. These functions can be mapped to one of two interrupt output pins. An integrated, patent pending 32-level first in, first out (FIFO) buffer can be used to store data to minimize host processor intervention.

Low power modes enable intelligent motion-based power management with threshold sensing and active acceleration measurement at extremely low power dissipation.

The ADXL345 is supplied in a small, thin, 3 mm  $\times$  5 mm  $\times$  1 mm, 14-lead, plastic package.

#### FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

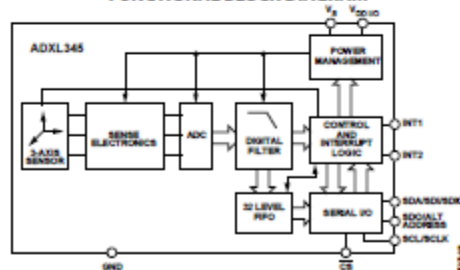


Figure 1.

Rev. 0  
Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners. See the last page for disclaimers.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.  
Tel: 781.329.4700 [www.analog.com](http://www.analog.com)  
Fax: 781.461.3113 ©2009 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

## SPECIFICATIONS

T<sub>A</sub> = 25°C, V<sub>S</sub> = 2.5 V, V<sub>DDIO</sub> = 1.8 V, acceleration = 0 g, C<sub>S</sub> = 1 μF tantalum, C<sub>D</sub> = 0.1 μF, unless otherwise noted.

Table 1. Specifications<sup>1</sup>

Parameter	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
<b>SENSOR INPUT</b>					
Measurement Range	Each axis User selectable		±2, ±4, ±8, ±16		g
Nonlinearity	Percentage of full scale		±0.5		%
Intra-Axis Alignment Error			±0.1		Degrees
Cross-Axis Sensitivity <sup>2</sup>			±1		%
<b>OUTPUT RESOLUTION</b>					
All g Ranges	Each axis 10-bit resolution		10		Bits
±2 g Range	Full resolution		10		Bits
±4 g Range	Full resolution		11		Bits
±8 g Range	Full resolution		12		Bits
±16 g Range	Full resolution		13		Bits
<b>SENSITIVITY</b>					
Sensitivity at X <sub>OUT</sub> , Y <sub>OUT</sub> , Z <sub>OUT</sub>	±2 g, 10-bit or full resolution	232	256	286	LSB/g
Scale Factor at X <sub>OUT</sub> , Y <sub>OUT</sub> , Z <sub>OUT</sub>	±2 g, 10-bit or full resolution	3.5	3.9	4.3	mg/LSB
Sensitivity at X <sub>OUT</sub> , Y <sub>OUT</sub> , Z <sub>OUT</sub>	±4 g, 10-bit resolution	116	128	143	LSB/g
Scale Factor at X <sub>OUT</sub> , Y <sub>OUT</sub> , Z <sub>OUT</sub>	±4 g, 10-bit resolution	7.0	7.8	8.6	mg/LSB
Sensitivity at X <sub>OUT</sub> , Y <sub>OUT</sub> , Z <sub>OUT</sub>	±8 g, 10-bit resolution	58	64	71	LSB/g
Scale Factor at X <sub>OUT</sub> , Y <sub>OUT</sub> , Z <sub>OUT</sub>	±8 g, 10-bit resolution	14.0	15.6	17.2	mg/LSB
Sensitivity at X <sub>OUT</sub> , Y <sub>OUT</sub> , Z <sub>OUT</sub>	±16 g, 10-bit resolution	29	32	36	LSB/g
Scale Factor at X <sub>OUT</sub> , Y <sub>OUT</sub> , Z <sub>OUT</sub>	±16 g, 10-bit resolution	28.1	31.2	34.3	mg/LSB
Sensitivity Change Due to Temperature			±0.01		%/°C
<b>0 g BIAS LEVEL</b>					
0 g Output for X <sub>OUT</sub> , Y <sub>OUT</sub>	Each axis	-150	±40	+150	mg
0 g Output for Z <sub>OUT</sub>		-250	±80	+250	mg
0 g Offset vs. Temperature for x-, y-Axis			±0.8		mg/°C
0 g Offset vs. Temperature for z-Axis			±4.5		mg/°C
<b>NOISE PERFORMANCE</b>					
Noise (x-, y-Axis)	Data rate = 100 Hz for ±2 g, 10-bit or full resolution		<1.0		LSB rms
Noise (z-Axis)	Data rate = 100 Hz for ±2 g, 10-bit or full resolution		<1.5		LSB rms
<b>OUTPUT DATA RATE AND BANDWIDTH</b>					
Measurement Rate <sup>3</sup>	User selectable	6.25		3200	Hz
<b>SELF-TEST<sup>4</sup></b>					
Output Change in x-Axis	Data rate ≥ 100 Hz, 2.0 V ≤ V <sub>S</sub> ≤ 3.6 V	0.20		2.10	g
Output Change in y-Axis		-2.10		-0.20	g
Output Change in z-Axis		0.30		3.40	g
<b>POWER SUPPLY</b>					
Operating Voltage Range (V <sub>I</sub> )		2.0	2.5	3.6	V
Interface Voltage Range (V <sub>DDIO</sub> )	V <sub>I</sub> ≤ 2.5 V	1.7	1.8	V <sub>I</sub>	V
	V <sub>I</sub> ≥ 2.5 V	2.0	2.5	V <sub>I</sub>	V
Supply Current	Data rate > 100 Hz		145		μA
	Data rate < 10 Hz		40		μA
Standby Mode Leakage Current			0.1	2	μA
Turn-On Time <sup>5</sup>	Data rate = 3200 Hz		1.4		ms
<b>TEMPERATURE</b>					
Operating Temperature Range		-40		+85	°C
<b>WEIGHT</b>					
Device Weight			20		mg

<sup>1</sup> All minimum and maximum specifications are guaranteed. Typical specifications are not guaranteed.

<sup>2</sup> Cross-axis sensitivity is defined as coupling between any two axes.

<sup>3</sup> Bandwidth is half the output data rate.

<sup>4</sup> Self-test change is defined as the output (g) when the SELF\_TEST bit = 1 (in the DATA\_FORMAT register) minus the output (g) when the SELF\_TEST bit = 0 (in the DATA\_FORMAT register). Due to device filtering, the output reaches its final value after 4 × τ when enabling or disabling self-test, where τ = 1/(data rate).

<sup>5</sup> Turn-on and wake-up times are determined by the user-defined bandwidth. At a 100 Hz data rate, the turn-on and wake-up times are each approximately 11.1 ms. For other data rates, the turn-on and wake-up times are each approximately τ + 1.1 in milliseconds, where τ = 1/(data rate).

# ADXL345

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Table 2.

Parameter	Rating
Acceleration	
Any Axis, Unpowered	10,000 g
Any Axis, Powered	10,000 g
V <sub>S</sub>	-0.3 V to +3.6 V
V <sub>DDIO</sub>	-0.3 V to +3.6 V
Digital Pins	-0.3 V to V <sub>DDIO</sub> + 0.3 V or 3.6 V, whichever is less
All Other Pins	-0.3 V to +3.6 V
Output Short-Circuit Duration (Any Pin to Ground)	Indefinite
Temperature Range	
Powered	-40°C to +105°C
Storage	-40°C to +105°C

Stresses above those listed under Absolute Maximum Ratings may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only; functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational section of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

### THERMAL RESISTANCE

Table 3. Package Characteristics

Package Type	$\theta_{JA}$	$\theta_{JC}$	Device Weight
14-Terminal LGA	150°C/W	85°C/W	20 mg

### ESD CAUTION



**ESD (electrostatic discharge) sensitive device.** Charged devices and circuit boards can discharge without detection. Although this product features patented or proprietary protection circuitry, damage may occur on devices subjected to high energy ESD. Therefore, proper ESD precautions should be taken to avoid performance degradation or loss of functionality.

## PIN CONFIGURATION AND FUNCTION DESCRIPTIONS



Figure 2. Pin Configuration

Table 4. Pin Function Descriptions

Pin No.	Mnemonic	Description
1	VDDIO	Digital Interface Supply Voltage.
2	GND	Must be connected to ground.
3	Reserved	Reserved. This pin must be connected to V <sub>S</sub> or left open.
4	GND	Must be connected to ground.
5	GND	Must be connected to ground.
6	V <sub>S</sub>	Supply Voltage.
7	CS	Chip Select.
8	INT1	Interrupt 1 Output.
9	INT2	Interrupt 2 Output.
10	NC	Not Internally Connected.
11	Reserved	Reserved. This pin must be connected to ground or left open.
12	SDO/ALT ADDRESS	Serial Data Output/Alternate PC Address Select.
13	SDA/SDI/SDIO	Serial Data (PC)/Serial Data Input (SPI 4-Wire)/Serial Data Input and Output (SPI 3-Wire).
14	SCL/SCLK	Serial Communications Clock.

## ADXL345

### THEORY OF OPERATION

The ADXL345 is a complete 3-axis acceleration measurement system with a selectable measurement range of  $\pm 2g$ ,  $\pm 4g$ ,  $\pm 8g$ , or  $\pm 16g$ . It measures both dynamic acceleration resulting from motion or shock and static acceleration, such as gravity, which allows the device to be used as a tilt sensor.

The sensor is a polysilicon surface-micromachined structure built on top of a silicon wafer. Polysilicon springs suspend the structure over the surface of the wafer and provide a resistance against acceleration forces.

Deflection of the structure is measured using differential capacitors that consist of independent fixed plates and plates attached to the moving mass. Acceleration deflects the beam and unbalances the differential capacitor, resulting in a sensor output whose amplitude is proportional to acceleration. Phase-sensitive demodulation is used to determine the magnitude and polarity of the acceleration.

### POWER SEQUENCING

Power can be applied to  $V_S$  or  $V_{DDIO}$  in any sequence without damaging the ADXL345. All possible power-on modes are summarized in Table 5. The interface voltage level is set with the interface supply voltage,  $V_{DDIO}$ , which must be present to ensure that the ADXL345 does not create a conflict on the communication bus. For single-supply operation,  $V_{DDIO}$  can be the same as the main supply,  $V_S$ . In a dual-supply application, however,  $V_{DDIO}$  can differ from  $V_S$  to accommodate the desired interface voltage, as long as  $V_S$  is greater than  $V_{DDIO}$ .

After  $V_S$  is applied, the device enters standby mode, where power consumption is minimized and the device waits for  $V_{DDIO}$  to be applied and for the command to enter measurement mode to be received. (This command can be initiated by setting the measure bit in the POWER\_CTL register (Address 0x2D).) In addition, any register can be written to or read from to configure the part while the device is in standby mode. It is recommended to configure the device in standby mode and then to enable measurement mode. Clearing the measure bit returns the device to the standby mode.

Table 5. Power Sequencing

Condition	$V_S$	$V_{DDIO}$	Description
Power Off	Off	Off	The device is completely off, but there is a potential for a communication bus conflict.
Bus Disabled	On	Off	The device is on in standby mode, but communication is unavailable and will create a conflict on the communication bus. The duration of this state should be minimized during power-up to prevent a conflict.
Bus Enabled	Off	On	No functions are available, but the device will not create a conflict on the communication bus.
Standby or Measurement	On	On	At power-up, the device is in standby mode, awaiting a command to enter measurement mode, and all sensor functions are off. After the device is instructed to enter measurement mode, all sensor functions are available.

### POWER SAVINGS

#### Power Modes

The ADXL345 automatically modulates its power consumption in proportion to its output data rate, as outlined in Table 6. If additional power savings is desired, a lower power mode is available. In this mode, the internal sampling rate is reduced, allowing for power savings in the 12.5 Hz to 400 Hz data rate range but at the expense of slightly greater noise. To enter lower power mode, set the LOW\_POWER bit (Bit 4) in the BW\_RATE register (Address 0x2C). The current consumption in low power mode is shown in Table 7 for cases where there is an advantage for using low power mode. The current consumption values shown in Table 6 and Table 7 are for a  $V_S$  of 2.5 V. Current scales linearly with  $V_S$ .

Table 6. Current Consumption vs. Data Rate  
( $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_S = 2.5\text{ V}$ ,  $V_{DDIO} = 1.8\text{ V}$ )

Output Data Rate (Hz)	Bandwidth (Hz)	Rate Code	$I_{DD}$ ( $\mu\text{A}$ )
3200	1600	1111	145
1600	800	1110	100
800	400	1101	145
400	200	1100	145
200	100	1011	145
100	50	1010	145
50	25	1001	100
25	12.5	1000	65
12.5	6.25	0111	55
6.25	3.125	0110	40

Table 7. Current Consumption vs. Data Rate, Low Power Mode  
( $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_S = 2.5\text{ V}$ ,  $V_{DDIO} = 1.8\text{ V}$ )

Output Data Rate (Hz)	Bandwidth (Hz)	Rate Code	$I_{DD}$ ( $\mu\text{A}$ )
400	200	1100	100
200	100	1011	65
100	50	1010	55
50	25	1001	50
25	12.5	1000	40
12.5	6.25	0111	40

**Auto Sleep Mode**

Additional power can be saved if the ADXL345 automatically switches to sleep mode during periods of inactivity. To enable this feature, set the THRESH\_INACT register (Address 0x25) and the TIME\_INACT register (Address 0x26) each to a value that signifies inactivity (the appropriate value depends on the application), and then set the AUTO\_SLEEP bit and the link bit in the POWER\_CTL register (Address 0x2D). Current consumption at the sub-8 Hz data rates used in this mode is typically 40  $\mu$ A for a  $V_s$  of 2.5 V.

**Standby Mode**

For even lower power operation, standby mode can be used. In standby mode, current consumption is reduced to 0.1  $\mu$ A (typical). In this mode, no measurements are made. Standby mode is entered by clearing the measure bit (Bit 3) in the POWER\_CTL register (Address 0x2D). Placing the device into standby mode preserves the contents of FIFO.

# ADXL345

## SERIAL COMMUNICATIONS

PC and SPI digital communications are available. In both cases, the ADXL345 operates as a slave. PC mode is enabled if the  $\overline{CS}$  pin is tied high to  $V_{DDIO}$ . The  $\overline{CS}$  pin should always be tied high to  $V_{DDIO}$  or be driven by an external controller because there is no default mode if the  $\overline{CS}$  pin is left unconnected. Therefore, not taking these precautions may result in an inability to communicate with the part. In SPI mode, the  $\overline{CS}$  pin is controlled by the bus master. In both SPI and PC modes of operation, data transmitted from the ADXL345 to the master device should be ignored during writes to the ADXL345.

### SPI

For SPI, either 3- or 4-wire configuration is possible, as shown in the connection diagrams in Figure 3 and Figure 4. Clearing the SPI bit in the DATA\_FORMAT register (Address 0x31) selects 4-wire mode, whereas setting the SPI bit selects 3-wire mode. The maximum SPI clock speed is 5 MHz with 100 pF maximum loading, and the timing scheme follows clock polarity (CPOL) = 1 and clock phase (CPHA) = 1.

$\overline{CS}$  is the serial port enable line and is controlled by the SPI master. This line must go low at the start of a transmission and high at the end of a transmission, as shown in Figure 5. SCLK is the serial port clock and is supplied by the SPI master. It is stopped high when  $\overline{CS}$  is high during a period of no transmission. SDI and SDO are the serial data input and output, respectively. Data should be sampled at the rising edge of SCLK.



Figure 3. 3-Wire SPI Connection Diagram



Figure 4. 4-Wire SPI Connection Diagram

To read or write multiple bytes in a single transmission, the multiple-byte bit, located after the R/W bit in the first byte transfer (MB in Figure 5 to Figure 7), must be set. After the register addressing and the first byte of data, each subsequent set of clock pulses (eight clock pulses) causes the ADXL345 to point to the next register for a read or write. This shifting continues until the clock pulses cease and  $\overline{CS}$  is deasserted. To perform reads or writes on different, nonsequential registers,  $\overline{CS}$  must be deasserted between transmissions and the new register must be addressed separately.

The timing diagram for 3-wire SPI reads or writes is shown in Figure 7. The 4-wire equivalents for SPI writes and reads are shown in Figure 5 and Figure 6, respectively.

Table 8. SPI Digital Input/Output Voltage

Parameter	Limit <sup>1</sup>	Unit
Digital Input Voltage		
Low Level Input Voltage ( $V_{IL}$ )	$0.2 \times V_{DDIO}$	V max
High Level Input Voltage ( $V_{IH}$ )	$0.8 \times V_{DDIO}$	V min
Digital Output Voltage		
Low Level Output Voltage ( $V_{OL}$ )	$0.15 \times V_{DDIO}$	V max
High Level Output Voltage ( $V_{OH}$ )	$0.85 \times V_{DDIO}$	V min

<sup>1</sup> Limits based on characterization results, not production tested.

Table 9. SPI Timing ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_S = 2.5\text{ V}$ ,  $V_{DDIO} = 1.8\text{ V}$ )<sup>1</sup>

Parameter	Limit <sup>2,3</sup>		Unit	Description
	Min	Max		
$f_{SCLK}$		5	MHz	SPI clock frequency
$t_{SCLK}$	200		ns	1/(SPI clock frequency) mark-space ratio for the SCLK input is 40/60 to 60/40
$t_{CS\text{FALL}}$	10		ns	$\overline{CS}$ falling edge to SCLK falling edge
$t_{SCLK\text{RIS}}$	10		ns	SCLK rising edge to $\overline{CS}$ rising edge
$t_{CS}$		100	ns	$\overline{CS}$ rising edge to SDO disabled
$t_{CS\text{DE}}$	250		ns	$\overline{CS}$ deassertion between SPI communications
$t_1$	$0.4 \times t_{SCLK}$		ns	SCLK low pulse width (space)
$t_2$	$0.4 \times t_{SCLK}$		ns	SCLK high pulse width (mark)
$t_{SDO}$		95	ns	SCLK falling edge to SDO transition
$t_{SDI\text{SETUP}}$	10		ns	SDI valid before SCLK rising edge
$t_{SDO\text{HOLD}}$	10		ns	SDI valid after SCLK rising edge

<sup>1</sup> The  $\overline{CS}$ , SCLK, SDI, and SDO pins are not internally pulled up or down; they must be driven for proper operation.

<sup>2</sup> Limits based on characterization results, characterized with  $f_{SCLK} = 5\text{ MHz}$  and bus load capacitance of 100 pF; not production tested.

<sup>3</sup> The timing values are measured corresponding to the input thresholds ( $V_L$  and  $V_H$ ) given in Table 8.

## ADXL345

### INTERRUPTS

The ADXL345 provides two output pins for driving interrupts: INT1 and INT2. Each interrupt function is described in detail in this section. All functions can be used simultaneously, with the only limiting feature being that some functions may need to share interrupt pins. Interrupts are enabled by setting the appropriate bit in the INT\_ENABLE register (Address 0x2E) and are mapped to either the INT1 or INT2 pin based on the contents of the INT\_MAP register (Address 0x2F). It is recommended that interrupt bits be configured with the interrupts disabled, preventing interrupts from being accidentally triggered during configuration. This can be done by writing a value of 0x00 to the INT\_ENABLE register. Clearing interrupts is performed either by reading the data registers (Address 0x32 to Address 0x37) until the interrupt condition is no longer valid for the data-related interrupts or by reading the INT\_SOURCE register (Address 0x30) for the remaining interrupts. This section describes the interrupts that can be set in the INT\_ENABLE register and monitored in the INT\_SOURCE register.

#### DATA\_READY

The DATA\_READY bit is set when new data is available and is cleared when no new data is available.

#### SINGLE\_TAP

The SINGLE\_TAP bit is set when a single acceleration event that is greater than the value in the THRESH\_TAP register (Address 0x1D) occurs for less time than is specified in the DUR register (Address 0x21).

#### DOUBLE\_TAP

The DOUBLE\_TAP bit is set when two acceleration events that are greater than the value in the THRESH\_TAP register (Address 0x1D) occur for less time than is specified in the DUR register (Address 0x21), with the second tap starting after the time specified by the latent register (Address 0x22) but within the time specified in the window register (Address 0x23). See the Tap Detection section for more details.

#### Activity

The activity bit is set when acceleration greater than the value stored in the THRESH\_ACT register (Address 0x24) is experienced.

#### Inactivity

The inactivity bit is set when acceleration of less than the value stored in the THRESH\_INACT register (Address 0x25) is experienced for more time than is specified in the TIME\_INACT register (Address 0x26). The maximum value for TIME\_INACT is 255 sec.

#### FREE\_FALL

The FREE\_FALL bit is set when acceleration of less than the value stored in the THRESH\_FF register (Address 0x28) is experienced for more time than is specified in the TIME\_FF register (Address 0x29). The FREE\_FALL interrupt differs from

the inactivity interrupt as follows: all axes always participate, the timer period is much smaller (1.28 sec maximum), and the mode of operation is always dc-coupled.

#### Watermark

The watermark bit is set when the number of samples in FIFO equals the value stored in the samples bits (Register FIFO\_CTL, Address 0x38). The watermark bit is cleared automatically when FIFO is read, and the content returns to a value below the value stored in the samples bits.

#### Overrun

The overrun bit is set when new data replaces unread data. The precise operation of the overrun function depends on the FIFO mode. In bypass mode, the overrun bit is set when new data replaces unread data in the DATA\_X, DATA\_Y, and DATA\_Z registers (Address 0x32 to Address 0x37). In all other modes, the overrun bit is set when FIFO is filled. The overrun bit is automatically cleared when the contents of FIFO are read.

#### FIFO

The ADXL345 contains patent pending technology for an embedded 32-level FIFO that can be used to minimize host processor burden. This buffer has four modes: bypass, FIFO, stream, and trigger (see Table 19). Each mode is selected by the settings of the FIFO\_MODE bits in the FIFO\_CTL register (Address 0x38).

#### Bypass Mode

In bypass mode, FIFO is not operational and, therefore, remains empty.

#### FIFO Mode

In FIFO mode, data from measurements of the x-, y-, and z-axes are stored in FIFO. When the number of samples in FIFO equals the level specified in the samples bits of the FIFO\_CTL register (Address 0x38), the watermark interrupt is set. FIFO continues accumulating samples until it is full (32 samples from measurements of the x-, y-, and z-axes) and then stops collecting data. After FIFO stops collecting data, the device continues to operate; therefore, features such as tap detection can be used after FIFO is full. The watermark interrupt continues to occur until the number of samples in FIFO is less than the value stored in the samples bits of the FIFO\_CTL register.

#### Stream Mode

In stream mode, data from measurements of the x-, y-, and z-axes are stored in FIFO. When the number of samples in FIFO equals the level specified in the samples bits of the FIFO\_CTL register (Address 0x38), the watermark interrupt is set. FIFO continues accumulating samples and holds the latest 32 samples from measurements of the x-, y-, and z-axes, discarding older data as new data arrives. The watermark interrupt continues occurring until the number of samples in FIFO is less than the value stored in the samples bits of the FIFO\_CTL register.



# ADXL345

## AXES OF ACCELERATION SENSITIVITY

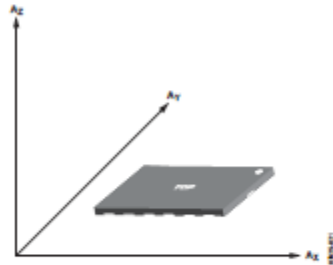


Figure 16. Axes of Acceleration Sensitivity (Corresponding Output Voltage Increases When Accelerated Along the Sensitive Axis)

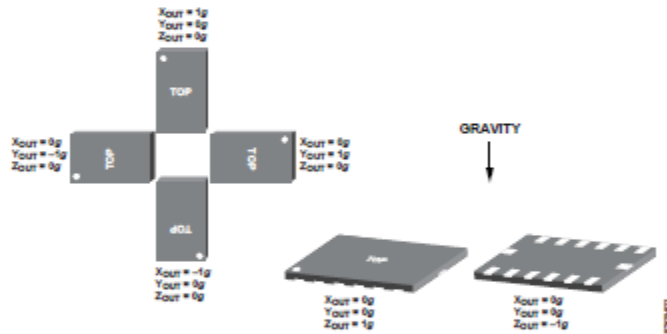


Figure 17. Output Response vs. Orientation to Gravity

**LAYOUT AND DESIGN RECOMMENDATIONS**

Figure 18 shows the recommended printed wiring board land pattern. Figure 19 and Table 21 provide details about the recommended soldering profile.

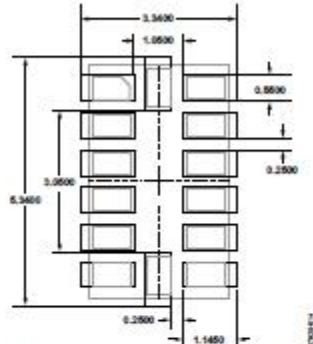


Figure 18. Recommended Printed Wiring Board Land Pattern (Dimensions shown in millimeters)

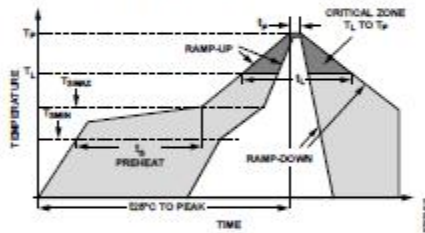


Figure 19. Recommended Soldering Profile

Table 21. Recommended Soldering Profile<sup>1,2</sup>

Profile Feature	Condition	
	Sn63/Pb37	Pb-Free
Average Ramp Rate from Liquid Temperature ( $T_L$ ) to Peak Temperature ( $T_P$ )	3°C/sec max	3°C/sec max
Preheat		
Minimum Temperature ( $T_{preheat}$ )	100°C	150°C
Maximum Temperature ( $T_{max}$ )	150°C	200°C
Time from $T_{preheat}$ to $T_{max}$ ( $t_p$ )	60 sec to 120 sec	60 sec to 180 sec
$T_{max}$ to $T_L$ Ramp-Up Rate	3°C/sec max	3°C/sec max
Liquid Temperature ( $T_L$ )	183°C	217°C
Time Maintained Above $T_L$ ( $t_L$ )	60 sec to 150 sec	60 sec to 150 sec
Peak Temperature ( $T_P$ )	240 + 0/-5°C	260 + 0/-5°C
Time of Actual $T_P$ - 5°C ( $t_P$ )	10 sec to 30 sec	20 sec to 40 sec
Ramp-Down Rate	6°C/sec max	6°C/sec max
Time 25°C to Peak Temperature	6 minutes max	8 minutes max

<sup>1</sup> Based on JEDEC Standard J-STD-020D.1.

<sup>2</sup> For best results, the soldering profile should be in accordance with the recommendations of the manufacturer of the solder paste used.

# ADXL345

## OUTLINE DIMENSIONS

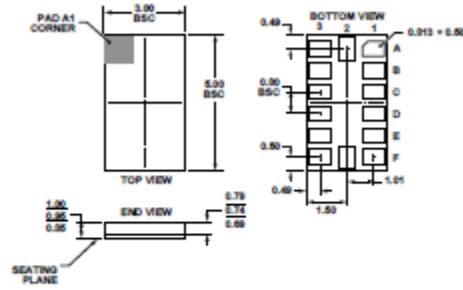


Figure 20. 14-Terminal Land Grid Array (LGA)  
(CC-14-1)  
Solder Terminations Finish Is Au over Ni  
(Dimensions shown in millimeters)

## ORDERING GUIDE

Model	Measurement Range (g)	Specified Voltage (V)	Temperature Range	Package Description	Package Option
ADXL345BCCZ <sup>1</sup>	±2, ±4, ±8, ±16	2.5	-40°C to +85°C	14-Terminal Land Grid Array (LGA)	CC-14-1
ADXL345BCCZ-RL <sup>1</sup>	±2, ±4, ±8, ±16	2.5	-40°C to +85°C	14-Terminal Land Grid Array (LGA)	CC-14-1
ADXL345BCCZ-RLZ <sup>1</sup>	±2, ±4, ±8, ±16	2.5	-40°C to +85°C	14-Terminal Land Grid Array (LGA)	CC-14-1
EVAL-ADXL345Z <sup>1</sup>				Evaluation Board	
EVAL-ADXL345Z-M <sup>1</sup>				Analog Devices Inertial Sensor Evaluation System, Includes ADXL345 Satellite	
EVAL-ADXL345Z-S <sup>1</sup>				ADXL345 Satellite, Standalone	

<sup>1</sup> Z – RoHS Compliant Part.

Analog Devices offers specific products designated for automotive applications; please consult your local Analog Devices sales representative for details. Standard products sold by Analog Devices are not designed, intended, or approved for use in life support, implantable medical devices, transportation, nuclear, safety, or other equipment where malfunction of the product can reasonably be expected to result in personal injury, death, severe property damage, or severe environmental harm. Buyer uses or sells standard products for use in the above critical applications at Buyer's own risk and Buyer agrees to defend, indemnify, and hold harmless Analog Devices from any and all damages, claims, suits, or expenses resulting from such unintended use.

©2009 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.  
067925-0-5/09(0)



www.analog.com

## 14.5 Datasheet flex sensor



### FLEX SENSOR FS

*Special Edition Length*

#### Features

- Angle Displacement Measurement
- Bends and Flexes physically with motion device
- Possible Uses
  - Robotics
  - Gaming (Virtual Motion)
  - Medical Devices
  - Computer Peripherals
  - Musical Instruments
  - Physical Therapy
- Simple Construction
- Low Profile

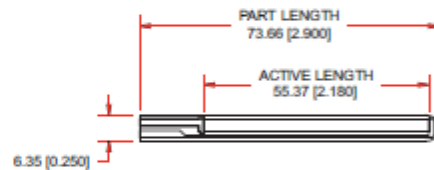
#### Mechanical Specifications

- Life Cycle: >1 million
- Height:  $\leq 0.43\text{mm}$  (0.017")
- Temperature Range:  $-35^{\circ}\text{C}$  to  $+80^{\circ}\text{C}$

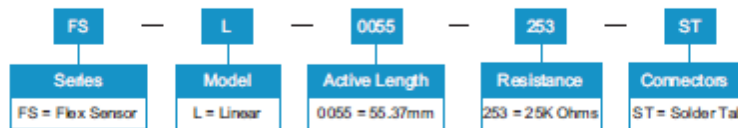
#### Electrical Specifications

- Flat Resistance: 25K Ohms
- Resistance Tolerance:  $\pm 30\%$
- Bend Resistance Range: 45K to 125K Ohms (depending on bend radius)
- Power Rating: 0.50 Watts continuous, 1 Watt Peak

#### Dimensional Diagram - Stock Flex Sensor



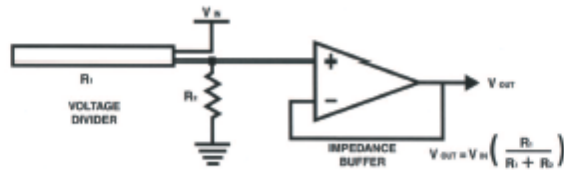
#### How to Order - Stock Flex Sensor



#### How It Works



## BASIC FLEX SENSOR CIRCUIT:

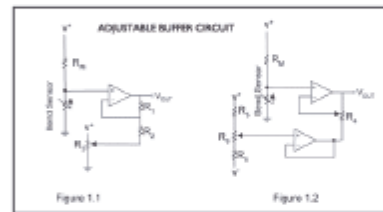


Following are notes from the ITP Flex Sensor Workshop

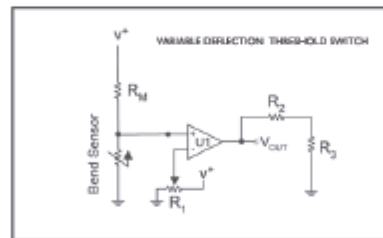
"The impedance buffer in the [Basic Flex Sensor Circuit] (above) is a single sided operational amplifier, used with these sensors because the low bias current of the op amp reduces error due to source impedance of the flex sensor as voltage divider. Suggested op amps are the LM358 or LM324."

"You can also test your flex sensor using the simplest circuit, and skip the op amp."

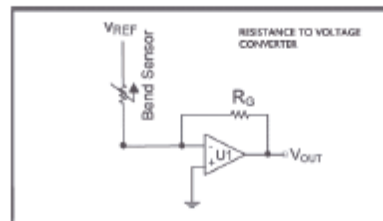
"Adjustable Buffer - a potentiometer can be added to the circuit to adjust the sensitivity range."



"Variable Deflection Threshold Switch - an op amp is used and outputs either high or low depending on the voltage of the inverting input. In this way you can use the flex sensor as a switch without going through a microcontroller."



"Resistance to Voltage Converter - use the sensor as the input of a resistance to voltage converter using a dual sided supply op-amp. A negative reference voltage will give a positive output. Should be used in situations when you want output at a low degree of bending."



## 14.6 Datasheet del LM358



www.fairchildsemi.com

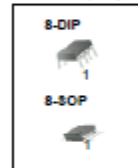
### LM2904,LM358/LM358A,LM258/ LM258A Dual Operational Amplifier

#### Features

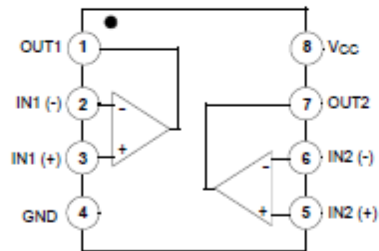
- Internally Frequency Compensated for Unity Gain
- Large DC Voltage Gain: 100dB
- Wide Power Supply Range:  
LM258/LM258A, LM358/LM358A: 3V-32V (or  $\pm 1.5V$  ~ 16V)  
LM2904: 3V-26V (or  $\pm 1.5V$  ~ 13V)
- Input Common Mode Voltage Range Includes Ground
- Large Output Voltage Swing: 0V DC to  $V_{CC} - 1.5V$  DC
- Power Drain Suitable for Battery Operation.

#### Description

The LM2904,LM358/LM358A, LM258/LM258A consist of two independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltage. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage. Application areas include transducer amplifier, DC gain blocks and all the conventional OP-AMP circuits which now can be easily implemented in single power supply systems.



#### Internal Block Diagram

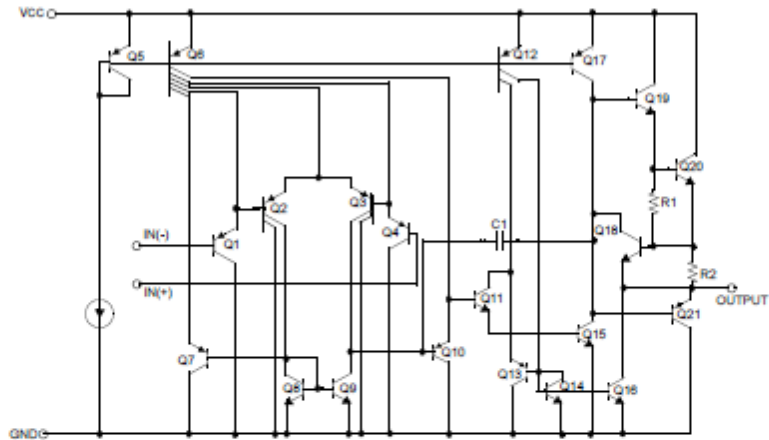


Rev. 1.0.2

©2002 Fairchild Semiconductor Corporation

## Schematic Diagram

(One section only)



## Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	LM258/LM258A	LM358/LM358A	LM2904	Unit
Supply Voltage	$V_{CC}$	$\pm 16$ or 32	$\pm 16$ or 32	$\pm 13$ or 26	V
Differential Input Voltage	$V_{I(DIFF)}$	32	32	26	V
Input Voltage	$V_I$	-0.3 to +32	-0.3 to +32	-0.3 to +26	V
Output Short Circuit to GND $V_{CC} \leq 15V$ , $T_A = 25^\circ C$ (One Amp)	-	Continuous	Continuous	Continuous	-
Operating Temperature Range	$T_{OPR}$	-25 ~ +85	0 ~ +70	-40 ~ +85	$^\circ C$
Storage Temperature Range	$T_{STG}$	-65 ~ +150	-65 ~ +150	-65 ~ +150	$^\circ C$

## Electrical Characteristics

(V<sub>CC</sub> = 5.0V, V<sub>EE</sub> = GND, T<sub>A</sub> = 25°C, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	LM258			LM358			LM2904			Unit	
			Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
Input Offset Voltage	V <sub>IO</sub>	V <sub>CM</sub> = 0V to V <sub>CC</sub> -1.5V V <sub>O(P)</sub> = 1.4V, R <sub>o</sub> = 0Ω	-	2.9	5.0	-	2.9	7.0	-	2.9	7.0	mV	
Input Offset Current	I <sub>IO</sub>	-	-	3	30	-	5	50	-	5	50	nA	
Input Bias Current	I <sub>BIAS</sub>	-	-	45	150	-	45	250	-	45	250	nA	
Input Voltage Range	V <sub>I(R)</sub>	V <sub>CC</sub> = 30V (LM2904, V <sub>CC</sub> =26V)	0	-	V <sub>CC</sub> -1.5	0	-	V <sub>CC</sub> -1.5	0	-	V <sub>CC</sub> -1.5	V	
Supply Current	I <sub>CC</sub>	R <sub>L</sub> = ∞, V <sub>CC</sub> = 30V (LM2904, V <sub>CC</sub> =26V)	-	0.8	2.0	-	0.8	2.0	-	0.8	2.0	mA	
		R <sub>L</sub> = ∞, V <sub>CC</sub> = 5V	-	0.5	1.2	-	0.5	1.2	-	0.5	1.2	mA	
Large Signal Voltage Gain	G <sub>v</sub>	V <sub>CC</sub> = 15V, R <sub>L</sub> = 2kΩ V <sub>O(P)</sub> = 1V to 11V	50	100	-	25	100	-	25	100	-	V/mV	
Output Voltage Swing	V <sub>O(H)</sub>	V <sub>CC</sub> =30V (V <sub>CC</sub> =26V for LM2904)	R <sub>L</sub> = 2kΩ	26	-	-	26	-	-	22	-	-	V
		R <sub>L</sub> = 10kΩ	27	28	-	27	28	-	23	24	-	V	
	V <sub>O(L)</sub>	V <sub>CC</sub> = 5V, R <sub>L</sub> = 10kΩ	-	5	20	-	5	20	-	5	20	mV	
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	-	70	85	-	65	80	-	50	80	-	dB	
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	-	65	100	-	65	100	-	50	100	-	dB	
Channel Separation	CS	f = 1kHz to 20kHz (Note1)	-	120	-	-	120	-	-	120	-	dB	
Short Circuit to GND	I <sub>SC</sub>	-	-	40	60	-	40	60	-	40	60	mA	
Output Current	I <sub>SOURCE</sub>	V <sub>I(+)</sub> = 1V, V <sub>I(-)</sub> = 0V V <sub>CC</sub> = 15V, V <sub>O(P)</sub> = 2V	20	30	-	20	30	-	20	30	-	mA	
			V <sub>I(+)</sub> = 0V, V <sub>I(-)</sub> = 1V, V <sub>CC</sub> = 15V, V <sub>O(P)</sub> = 2V	10	15	-	10	15	-	10	15	-	mA
	I <sub>SINK</sub>	V <sub>I(+)</sub> = 0V, V <sub>I(-)</sub> = 1V, V <sub>CC</sub> = 15V, V <sub>O(P)</sub> = 200mV	12	100	-	12	100	-	-	-	-	μA	
Differential Input Voltage	V <sub>I(DIFF)</sub>	-	-	-	V <sub>CC</sub>	-	-	V <sub>CC</sub>	-	-	V <sub>CC</sub>	V	

## Note:

1. This parameter, although guaranteed, is not 100% tested in production.



## Electrical Characteristics (Continued)

(V<sub>CC</sub> = 5.0V, V<sub>EE</sub> = GND, unless otherwise specified)The following specifications apply over the range of -25°C ≤ T<sub>A</sub> ≤ +85°C for the LM258; and the 0°C ≤ T<sub>A</sub> ≤ +70°C for the LM358; and the -40°C ≤ T<sub>A</sub> ≤ +85°C for the LM2904

Parameter	Symbol	Conditions	LM258			LM358			LM2904			Unit
			Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
Input Offset Voltage	V <sub>IO</sub>	V <sub>CM</sub> = 0V to V <sub>CC</sub> - 1.5V V <sub>O(P)</sub> = 1.4V, R <sub>S</sub> = 0Ω	-	-	7.0	-	-	9.0	-	-	10.0	mV
Input Offset Voltage Drift	ΔV <sub>IO</sub> /ΔT	R <sub>S</sub> = 0Ω	-	7.0	-	-	7.0	-	-	7.0	-	μV/°C
Input Offset Current	I <sub>IO</sub>	-	-	-	100	-	-	150	-	45	200	nA
Input Offset Current Drift	ΔI <sub>IO</sub> /ΔT	-	-	10	-	-	10	-	-	10	-	pA/°C
Input Bias Current	I <sub>BIAS</sub>	-	-	40	300	-	40	500	-	40	500	nA
Input Voltage Range	V <sub>I(R)</sub>	V <sub>CC</sub> = 30V (LM2904, V <sub>CC</sub> = 28V)	0	-	V <sub>CC</sub> - 2.0	0	-	V <sub>CC</sub> - 2.0	0	-	V <sub>CC</sub> - 2.0	V
Large Signal Voltage Gain	G <sub>V</sub>	V <sub>CC</sub> = 15V, R <sub>L</sub> = 2.0kΩ V <sub>O(P)</sub> = 1V to 11V	25	-	-	15	-	-	15	-	-	V/mV
Output Voltage Swing	V <sub>O(H)</sub>	V <sub>CC</sub> = 30V (V <sub>CC</sub> = 28V for LM2904) R <sub>L</sub> = 2kΩ	26	-	-	26	-	-	22	-	-	V
		R <sub>L</sub> = 10kΩ	27	28	-	27	28	-	23	24	-	V
	V <sub>O(L)</sub>	V <sub>CC</sub> = 5V, R <sub>L</sub> = 10kΩ	-	5	20	-	5	20	-	5	20	mV
Output Current	I <sub>SOURCE</sub>	V <sub>I(+)</sub> = 1V, V <sub>I(-)</sub> = 0V V <sub>CC</sub> = 15V, V <sub>O(P)</sub> = 2V	10	30	-	10	30	-	10	30	-	mA
	I <sub>SINK</sub>	V <sub>I(+)</sub> = 0V, V <sub>I(-)</sub> = 1V V <sub>CC</sub> = 15V, V <sub>O(P)</sub> = 2V	5	8	-	5	9	-	5	9	-	mA
Differential Input Voltage	V <sub>I(DIFF)</sub>	-	-	-	V <sub>CC</sub>	-	-	V <sub>CC</sub>	-	-	V <sub>CC</sub>	V

**Electrical Characteristics** (Continued)(V<sub>CC</sub> = 5.0V, V<sub>EE</sub> = GND, T<sub>A</sub> = 25°C, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	LM258A			LM358A			Unit
			Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
Input Offset Voltage	V <sub>IO</sub>	V <sub>CM</sub> = 0V to V <sub>CC</sub> - 1.5V V <sub>O(P)</sub> = 1.4V, R <sub>S</sub> = 0Ω	-	1.0	3.0	-	2.0	3.0	mV
Input Offset Current	I <sub>IO</sub>	-	-	2	15	-	5	30	nA
Input Bias Current	I <sub>BIAS</sub>	-	-	40	80	-	45	100	nA
Input Voltage Range	V <sub>I(R)</sub>	V <sub>CC</sub> = 30V	0	-	V <sub>CC</sub> - 1.5	0	-	V <sub>CC</sub> - 1.5	V
Supply Current	I <sub>CC</sub>	R <sub>L</sub> = ∞, V <sub>CC</sub> = 30V	-	0.8	2.0	-	0.8	2.0	mA
		R <sub>L</sub> = ∞, V <sub>CC</sub> = 5V	-	0.5	1.2	-	0.5	1.2	mA
Large Signal Voltage Gain	G <sub>V</sub>	V <sub>CC</sub> = 15V, R <sub>L</sub> = 2kΩ V <sub>O</sub> = 1V to 11V	50	100	-	25	100	-	V/mV
Output Voltage Swing	V <sub>OH</sub>	V <sub>CC</sub> = 30V	R <sub>L</sub> = 2kΩ	26	-	-	26	-	V
			R <sub>L</sub> = 10kΩ	27	26	-	27	26	-
	V <sub>O(L)</sub>	V <sub>CC</sub> = 5V, R <sub>L</sub> = 10kΩ	-	5	20	-	5	20	mV
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	-	70	85	-	65	85	-	dB
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	-	65	100	-	65	100	-	dB
Channel Separation	CS	f = 1kHz to 20kHz (Note 1)	-	120	-	-	120	-	dB
Short Circuit to GND	I <sub>SC</sub>	-	-	40	60	-	40	60	mA
Output Current	I <sub>SOURCE</sub>	V <sub>I(+)</sub> = 1V, V <sub>I(-)</sub> = 0V V <sub>CC</sub> = 15V, V <sub>O(P)</sub> = 2V	20	30	-	20	30	-	mA
	I <sub>SINK</sub>	V <sub>I(+)</sub> = 1V, V <sub>I(-)</sub> = 0V V <sub>CC</sub> = 15V, V <sub>O(P)</sub> = 2V	10	15	-	10	15	-	mA
		V <sub>I(+)</sub> = 0V, V <sub>I(-)</sub> = 1V V <sub>O(P)</sub> = 200mV	12	100	-	12	100	-	μA
Differential Input Voltage	V <sub>I(DIFF)</sub>	-	-	-	V <sub>CC</sub>	-	-	V <sub>CC</sub>	V

**Note:**

1. This parameter, although guaranteed, is not 100% tested in production.

**Electrical Characteristics** (Continued)(V<sub>CC</sub> = 5.0V, V<sub>EE</sub> = GND, unless otherwise specified)The following specifications apply over the range of -25°C ≤ T<sub>A</sub> ≤ +85°C for the LM258A; and the 0°C ≤ T<sub>A</sub> ≤ +70°C for the LM358A.

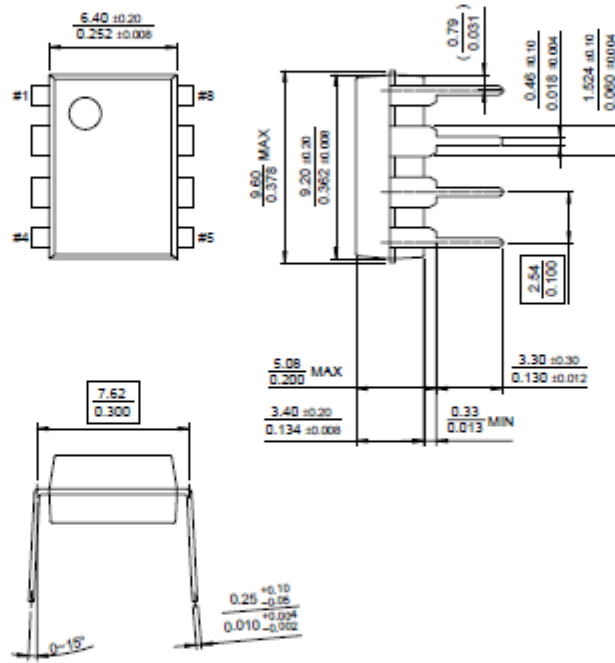
Parameter	Symbol	Conditions	LM258A			LM358A			Unit
			Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
Input Offset Voltage	V <sub>IO</sub>	V <sub>CM</sub> = 0V to V <sub>CC</sub> - 1.5V V <sub>O(P)</sub> = 1.4V, R <sub>Ω</sub> = 0Ω	-	-	4.0	-	-	5.0	mV
Input Offset Voltage Drift	ΔV <sub>IO</sub> /ΔT	-	-	7.0	15	-	7.0	20	μV/°C
Input Offset Current	I <sub>IO</sub>	-	-	-	30	-	-	75	nA
Input Offset Current Drift	ΔI <sub>IO</sub> /ΔT	-	-	10	200	-	10	300	μA/°C
Input Bias Current	I <sub>BIAS</sub>	-	-	40	100	-	40	200	nA
Input Common-Mode Voltage Range	V <sub>I(R)</sub>	V <sub>CC</sub> = 30V	0	-	V <sub>CC</sub> - 2.0	0	-	V <sub>CC</sub> - 2.0	V
Output Voltage Swing	V <sub>O(H)</sub>	V <sub>CC</sub> = 30V, R <sub>L</sub> = 2kΩ	26	-	-	26	-	-	V
	V <sub>O(L)</sub>	V <sub>CC</sub> = 30V, R <sub>L</sub> = 10kΩ	27	28	-	27	28	-	V
	V <sub>O(L)</sub>	V <sub>CC</sub> = 5V, R <sub>L</sub> = 10kΩ	-	5	20	-	5	20	mV
Large Signal Voltage Gain	G <sub>V</sub>	V <sub>CC</sub> = 15V, R <sub>L</sub> = 2.0kΩ V <sub>O(P)</sub> = 1V to 11V	25	-	-	15	-	-	V/mV
Output Current	I <sub>SOURCE</sub>	V <sub>I(+)</sub> = 1V, V <sub>I(-)</sub> = 0V V <sub>CC</sub> = 15V, V <sub>O(P)</sub> = 2V	10	30	-	10	30	-	mA
	I <sub>SINK</sub>	V <sub>I(+)</sub> = 1V, V <sub>I(-)</sub> = 0V V <sub>CC</sub> = 15V, V <sub>O(P)</sub> = 2V	5	9	-	5	9	-	mA
Differential Input Voltage	V <sub>I(DIFF)</sub>	-	-	-	V <sub>CC</sub>	-	-	V <sub>CC</sub>	V

## Mechanical Dimensions

Package

Dimensions in millimeters

## 8-DIP

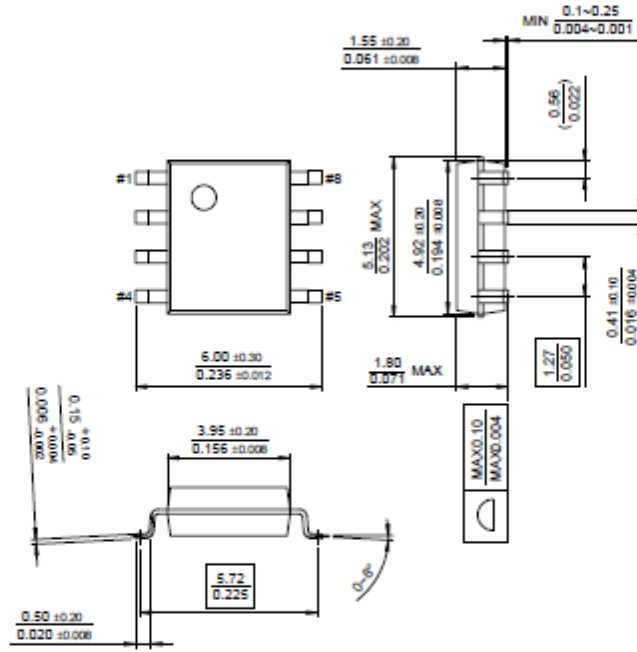


## Mechanical Dimensions (Continued)

Package

Dimensions in millimeters

## 8-SOP



# 14.7 Hoja de seguimiento de Víctor Hugo Aguilar



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**  
**SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA**  
**DEPARTAMENTO DE**  
**SEGUIMIENTO DE PROYECTO DE RESIDENCIAS PROFESIONALES**

ALUMNO: VICTOR HUGO AGUILAR GRAJALES No. DE CONTROL: 09270793  
 NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE NIÑOS HIPOACÚSICOS EMPRESA: UNIDAD DE ORIENTACIÓN AL PÚBLICO (UOP)  
 ASesor EXTERNO: NORMA ELENA CHANG RUIZ ASesor INTERNO: JOSÉ ALBERTO MORALES MANCILLA  
 PERIODO DE REALIZACIÓN: AGOSTO-DICIEMBRE 2013

ACTIVIDAD	SEMANAS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Identificación del niño con sordera Profunda.	P	X													
Toma de medidas	R	X													
Construcción del guante	P	X	X												
Pruebas y ajustes del guante	R	X	X	X	X	X	X	X	X						
Aplicación de la Tablet	P	X	X	X	X	X	X	X	X						
Pruebas y ajustes de la aplicación	R	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Recepción-Transmisión (palabras, sonido e imágenes)	P														
OBSERVACIONES	R														
ENTREGA DE REPORTES	Septiembre 23-24			Octubre 21-22			Noviembre 20-21								
Docente: JOSÉ ALBERTO MORALES MANCILLA VICTOR HUGO AGUILAR GRAJALES															
Jefe Depto. AIDA GUILLERMINA COSSIO MARTINEZ															
ITTG-AC-PO-007-05										Rev.1					

# 14.8 Hoja de seguimiento de Sergio Candelaria Velazquez



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA  
DEPARTAMENTO DE

SEGUIMIENTO DE PROYECTO DE RESIDENCIAS PROFESIONALES

ALUMNO: SERGIO CANDELARIA VELAZQUEZ No. DE CONTROL: 09270803  
 NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE NIÑOS HIPOACÚSICOS EMPRESA: UNIDAD DE ORIENTACIÓN AL PÚBLICO (UOP)  
 ASesor EXTERNO: NORMA ELENA CHANG RUIZ ASesor INTERNO: JOSÉ ALBERTO MORALES MANCILLA  
 PERIODO DE REALIZACIÓN: AGOSTO-DICIEMBRE 2013

ACTIVIDAD	SEMANAS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Identificación del niño con sordera Profunda.	P	X													
Toma de medidas	R	X													
Construcción del guante	P	X	X	X	X										
Pruebas y ajustes del guante	P			X	X	X	X	X	X						
Aplicación de la Tablet	R			X	X	X	X	X	X						
Pruebas y ajustes de la aplicación	R			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Recepción-Transmisión (palabras, sonido e imágenes)	P														
OBSERVACIONES	R														
ENTREGA DE REPORTES	Docente: JOSÉ ALBERTO MORALES MANCILLA SERGIO CANDELARIA VELAZQUEZ Jefe Depto. AIDA GUILLERMINA COSSIO MARTINEZ														
ITTG-AC-PO-007-05	Septiembre 23-24 Octubre 21-22 Noviembre 20-21 Rev.1														

## 14.9 Liberación de Víctor Hugo Aguilar Grajales



GOBIERNO DEL  
ESTADO DE CHIAPAS

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN  
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN FEDERALIZADA  
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN ELEMENTAL  
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN ESPECIAL  
SUPERVISIÓN ESCOLAR 06  
UNIDAD DE ORIENTACIÓN AL PÚBLICO  
OFC. 126-74-3-11-064/13-14

0000  
CHIAPAS NOS UNE

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas;  
A 09 de Diciembre del 2013.

C. ING. JOSE ERASMO CAMERAS MOTA  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA  
Y VINCULACIÓN  
PRESENTE

Por medio de la presente me dirijo a usted para informarle que el C. Víctor Hugo Aguilar Grajales con número de control 09270793 ha concluido satisfactoriamente el proyecto denominado "Sistema de comunicación para niños hipoacúsicos por medio de dispositivos móviles", desarrollado en el periodo de Agosto a Diciembre del 2013 en la Unidad de Orientación al Público, cumpliendo con 640 horas.

Sin otro particular, me despido de usted agradeciéndole de antemano y esperando seguir vinculando trabajos en beneficio de la población con N.E.E. y sus alumnos.



RESPECTUOSAMENTE

MTRA. MA. MARVILA KOMUKAI PUGA  
DIRECTORA DE LA U.O.P.



c.c.p. Archivo.  
Correo Electrónico: [uopchis@hotmail.com](mailto:uopchis@hotmail.com)  
Domicilio: Prolog. Nte. De La Av. Rosa del Pte. s/n Inf. Rosario. Tuxtla Gutierrez.  
Teléfonos: 6568695  
Horario de Atención: 8 a 14 horas



## 14.10 Liberación de Sergio Candelaria Velazquez



GOBIERNO DEL  
ESTADO DE CHIAPAS

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN  
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN FEDERALIZADA  
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN ELEMENTAL  
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN ESPECIAL  
SUPERVISIÓN ESCOLAR 06  
UNIDAD DE ORIENTACIÓN AL PÚBLICO  
OFC. 126-74-3-11-063/13-14

ODOO  
CHIAPAS NOS UNE

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas;  
A 09 de Diciembre del 2013.

C. ING. JOSE ERASMO CAMERAS MOTA  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA  
Y VINCULACIÓN  
PRESENTE

Por medio de la presente me dirijo a usted para informarle que el C. Sergio Candelaria Velázquez con número de control 09270803 ha concluido satisfactoriamente el proyecto denominado "Sistema de comunicación para niños hipoacúsicos por medio de dispositivos móviles", desarrollado en el periodo de Agosto a Diciembre del 2013 en la Unidad de Orientación al Público, cumpliendo con 640 horas.

Sin otro particular, me despido de usted agradeciéndole de antemano y esperando seguir vinculando trabajos en beneficio de la población con N.E.E. y sus alumnos.

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN  
SUBSECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN FEDERALIZADA  
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN ELEMENTAL  
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN ESPECIAL  
UNIDAD DE ORIENTACIÓN AL PÚBLICO  
OFC. 126-74-3-11-063/13-14  
TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

RESPECTUOSAMENTE

MTRA. MA. MARVILA KOMUKAI PUGA  
DIRECTORA DE LA U.O.P.



c.c.p. Archivo.  
Correo Electrónico: [uopchis@hotmail.com](mailto:uopchis@hotmail.com)  
Domicilio: Prolog. Nte. De La Av. Rosa del Pte. s/n Inf. Rosario. Tuxtla Gutierrez.  
Teléfonos: 6568695  
Horario de Atención: 8 a 14 horas