



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

TEMA:

“SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA MOVILIDAD DE PERSONAS
INVIDENTES DE LAS FACULTADES DE CIENCIAS HUMANAS Y
JURISPRUDENCIA HACIA LA BIBLIOTECA GENERAL DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE AMBATO.”

Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado
previo la obtención del título de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones.

LINEA DE INVESTIGACION: Tecnología de Comunicación.

AUTOR: Llerena Valle Sandra Elizabeth

TUTOR: Ing. Cuji Rodríguez Julio Enrique

Ambato – Ecuador
Septiembre -2016

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: **“Sistema electrónico para la movilidad de personas invidentes de las facultades de ciencias humanas y jurisprudencia hacia la biblioteca general de la universidad técnica de Ambato.”**

De la señorita Sandra Elizabeth Llerena Valle, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato septiembre, 2016

Ing. Cuji Rodríguez Julio Enrique

TUTOR

AUTORÍA

El presente Proyecto de investigación titulado: **“Sistema electrónico para la movilidad de personas invidentes de las facultades de ciencias humanas y jurisprudencia hacia la biblioteca general de la universidad técnica de Ambato.”**. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato septiembre, 2016

Sandra Elizabeth Llerena Valle

CC: 180506034-8

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato septiembre, 2016

Sandra Elizabeth Llerena Valle

CC: 1805060348

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. revisó y aprobó el informe Final del Proyecto de Investigación titulado: Sistema electrónico para la movilidad de personas invidentes de las facultades de ciencias humanas y jurisprudencia hacia la biblioteca general de la universidad técnica de Ambato, presentado por la señorita Sandra Elizabeth Llerena Valle de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DOCENTE CALIFICADOR

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

A mis hermanos por el apoyo y cariño que me brindaron, a mis padres por permitirme seguir adelante con mis estudios y alcanzar otra meta planteada, en especial a mi padre por saber darme aliento en los momentos precisos, a mi hermana por saber comprenderme, aconsejarme, y a todas las personas que de una u otra manera desinteresada supieron aportar para que pueda alcanzar este logro.

Sandra Llerena

AGRADECIMIENTO

A nuestro creador por saberme dar la salud y vida diariamente, en segundo lugar a mis padres por el esfuerzo diario para poderme dar el estudio, a mi mentor Ing. Julio Cuji quién me guió en el desarrollo de este proyecto, A la señora Cristina Mantilla Bibliotecaria General de la Universidad Técnica de Ambato Campus Huachi por facilitarme realizar las pruebas necesarias del prototipo, a los alumnos no videntes de las facultades de Jurisprudencia y Ciencias Humanas de la universidad técnica de Ambato por su colaboración.

Sandra Llerena

ÍNDICE

Contenido	Página
PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	x
CAPÍTULO I	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1.Tema.....	1
1.2.Planteamiento del Problema	1
1.3.Delimitación del objeto de la investigación.....	2
1.4.Justificación.....	3
1.5.Objetivos	4
CAPITULO II	5
MARCO TEÒRICO	5
2.1. Antecedentes Investigativos.....	5
2.2. Fundamentación teórica.....	7
2.2.1. Sistema Electrónico.....	8
2.2.2. Formas de Movilización de Personas Invidentes.....	9
2.2.3. Elementos de hardware libre y elementos embebidos.....	10
2.2.4. Tecnologías Inalámbricas	14
2.2.5. Sensor para la Detección de Obstáculos	18
2.2.6. Sensor acelerómetro	19
2.2.7. Decodificador de Audio	19
2.3 Propuesta de Solución	20

CAPITULO III	21
METODOLOGÍA	21
3.1. Metodología de la investigación	21
3.2. Procesamiento y análisis de datos	22
3.3. Desarrollo del proyecto	22
CAPITULO IV	24
4.1. Situación Actual	24
4.2. Requerimientos	25
El sistema debe ser con hardware libre, para que en un futuro se pueda modificar o a su vez aumentar las rutas programadas.....	25
4.3. Análisis de las rutas de acceso existentes desde las facultades de Ciencias Humanas y Jurisprudencia hacia la biblioteca general de Universidad Técnica de Ambato.	25
4.4. Análisis de las rutas existentes desde las facultades Jurisprudencia hacia la biblioteca general de Universidad Técnica de Ambato.....	32
4.5. Diseño del Prototipo.....	38
Diagrama de bloque del Prototipo.....	39
4.6. Selección de equipos o materiales de la Primera y Segunda Etapa.	42
4.7. DIAGRAMA TOTAL	54
4.8. Placas en Ares Proteus.....	57
4.9. Implementación del Prototipo.....	59
4.10. Diagrama de Flujo.....	61
4.11. Presupuesto	64
CAPÍTULO V.....	66
5.1. Conclusiones.....	66
5.2. Recomendaciones	67
BIBLIOGRAFÍA O REFERENCIAS	68
ANEXOS	72

RESUMEN

En el presente trabajo de tesis se detallan los parámetros básicos del diseño y construcción de un prototipo, la implementación de su parte física y su parte lógica del sistema así como también las pruebas de funcionamiento que permite que las personas no videntes, pertenecientes a las Facultades de Jurisprudencia y Ciencias Humanas puedan desplazarse hacia la biblioteca general, este sistema está desarrollado exclusivamente para la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi, porque hace uso de rutas fijas estas rutas se las selecciona de acuerdo a la posición en la que se encuentre la persona, es decir tiene únicamente dos puntos de partida que son las facultades mencionadas anteriormente, cabe recalcar que estas rutas se encuentran programadas en un dispositivo perteneciente a la familia de software libre, este elemento es el encargado de guiar al usuario por medio de un módulo de voz, además de controlar en los pasos peatonales la presencia de vehículos, todo esto lo realiza de acuerdo a la distancia recorrida por el usuario. El sistema se encuentra estructurado en dos etapas las cuales se comunican de manera inalámbrica, en la primera etapa se localiza el dispositivo de control de todo el sistema, mientras que la segunda etapa entra en funcionamiento solamente en los denominados pasos peatonales.

Palabras Claves: detección de vehículos, módulo de audio, selección de ruta.

ABSTRACT

In this thesis the basic parameters are detailed outlined a system that it allows blind people, belonging to the faculties of law and human sciences can scroll the general library, this system is developed exclusively for the Technical University of Ambato campus Huachi, because it makes use of fixed routes these routes are selected according to position where the person is, has only two starting points are the faculties previously mentioned it should be emphasized that routes are contained in a device belonging to the family of free software, this is responsible for guiding the user by a voice module, in addition to controls in crosswalks the presence of vehicles, all this is done according wing number of steps the user has given. The system is structured in two stages which communicate wirelessly, in the first stage is located the control device of all the system, while the second stage comes into operation only in so-called pedestrian crossings.

Keywords: *Audio module, vehicle detection, route selection.*

INTRODUCCIÓN

Los grandes avances de la revolución digital, han aportado mucho a las personas invidentes y con baja visión tratando de utilizar las nuevas tecnologías para hacerles la vida más fácil, algunos inventos desarrollados son la impresión 3D, anillo para leer el texto. En la actualidad la web permite que los niños con discapacidad visual pueden aprender, los adolescentes pueden chatear pero el mayor inconveniente tienen al instante movilizarse dentro de un espacio no conocido debido a que en espacios nuevos existen un gran número de obstáculos que no son percibidos por los mismos. Una solución dada a esta dificultad es el uso del bastón, por medio del cual se puede ir detectando la presencia de obstáculos a medida que sigue su trayecto este artefacto es el mayormente usado por las personas con discapacidad visual. Es por ello que se ha planteado este proyecto tiene como fin ayudar a las personas no videntes de la Universidad Técnica de Ambato a poder desplazarse hacia la biblioteca general, el desarrollo de este proyecto se encuentra estructurado en 5 capítulos, en el primer capítulo consta de: el tema, planteamiento del problema, delimitación del objeto de la investigación, justificación y por último los objetivos cumplidos, en lo que corresponde al segundo capítulo se tienen los siguientes apartados: antecedentes investigativos, fundamentación teórica y la propuesta de solución, en el tercer capítulo se detalla la siguiente información: metodología de la investigación, procesamiento y análisis de datos, desarrollo del proyecto, en lo que corresponde al capítulo cuarto se tiene: situación actual, requerimientos, análisis de las rutas existentes desde las Facultades de Ciencias Humanas y Jurisprudencia hacia la Biblioteca General, Diseño del Prototipo, Selección de equipos y materiales, diagrama total del prototipo, Placas en el Programa Ares Proteus, Implementación del Prototipo, Diagrama de Flujo y Pruebas de Funcionamiento. En el quinto Capítulo se encuentran las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Tema

Sistema Electrónico para la Movilidad de las personas invidentes de las Facultades de Ciencias Humanas y Jurisprudencia hacia la Biblioteca General de la Universidad Técnica de Ambato.

1.2. Planteamiento del Problema

El Ecuador se encuentra en el grupo de los primeros países que cuenta con un conjunto de normas y disposiciones, en lo que se refiere al campo de las discapacidades, entre los cuales se encuentra el artículo 47 en el cual se establece claramente “garantizar la atención a personas con discapacidad y la equiparación de oportunidades”. [1]

El CONADIS (Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades) es el organismo que cuenta con políticas para la integración y la verificación de oportunidades, para las personas discapacitadas, entre estas políticas se encuentra, el establecimiento de servicios sociales, información y ayuda a domicilio. Según el estudio realizado en el año 2013 por la Universidad Central en conjunto con el CONADIS, se establece la existencia de 363000 personas con discapacidad visual a nivel nacional.

El Ministerio de Educación y Cultura, posee una extensión denominada La División de Educación Especial, la cual tiene como función principal la responsabilidad de la educación a niños y jóvenes con discapacidad. Esta Unidad está conformada por 54 centros fiscales, 22 centros privados y 28 centros fiscomisionales. Entre todos estos centros se tiene un total de 6.080 alumnos matriculados con un total de 1.800 profesores aproximadamente.

En lo que respecta a la capital de la provincia de Tungurahua (Ambato), de acuerdo al INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos), se establece la existencia de un total de 178.538 personas que tienen algún tipo de discapacidad en este conjunto se encuentran niños, jóvenes y adultos. Los mismos que se encuentran distribuidos en la zona urbana y rural, en la zona urbana se tienen 165.185 personas discapacitadas mientras que en la zona rural se tienen 13.353 personas discapacitadas. [1]

De acuerdo a los datos obtenidos de la Biblioteca General, en la Universidad Técnica de Ambato se tiene un total de 17 alumnos con discapacidad visual y de baja visión. Todos los estudiantes con discapacidad visual presentan problemas de inseguridad, por la dificultad de carencia de autonomía para desplazarse de un sitio a otro.

1.3. Delimitación del objeto de la investigación

Delimitación de contenidos

Área Académica: Comunicaciones.

Línea de Investigación: Tecnologías de Comunicación.

Sublínea de Investigación: Comunicaciones Inalámbricas.

Delimitación espacial

El presente proyecto de investigación se realizó para las personas invidentes de las Facultades de Ciencias Humanas y Jurisprudencia pertenecientes a la Universidad Técnica de Ambato.

Delimitación temporal

El proyecto de investigación se desarrolló en los diez meses a partir de ser aprobado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, desde el 5 de Noviembre del 2016 hasta el 5 de Septiembre del 2016.

1.4. Justificación

En un análisis a nivel nacional se establece los siguientes problemas, que afectan a las personas que poseen discapacidad visual total o poca visión, el principal problema que se da es el no poder movilizarse dentro de un espacio no conocido, debido a que en espacios nuevos existen un gran número de obstáculos que no son percibidos por los invidentes, de igual manera se tiene el problema de caminar por la calle que tenga una gran concurrencia de personas, es decir en la cual transitan un gran número de personas, otro problema es que no se puede modificar el espacio que conoce la persona con ceguera parcial o total, esto significa el no poder colocar una mesa o silla en otro lugar. En lo que respecta a la parte tecnológica la persona invidente también tiene problemas entre los cuales se encuentra el no poder leer la información contenida en las páginas web, así como también la persona que tiene visión limitada se le hace difícil el buscar información en el internet debido a que se encuentra con íconos muy pequeños al igual que el texto de un sitio web. Otro problema se presenta cuando una persona no vidente trata de cruzar la calle de manera autónoma, es imposible porque no tiene la certeza que no existen carros.

El proyecto tiene como objetivo facilitar el desplazamiento de las personas invidentes hacia la biblioteca general de la Universidad Técnica de Ambato, de una forma segura y sobre todo sencilla debido a que las personas invidentes no van a requerir de un guía para desarrollar esta actividad, además de que se van a sentir autosuficientes. De esta forma se va a mejorar las facilidades que presta la Universidad Técnica de Ambato a las personas con discapacidad visual.

Los beneficiarios conforman el conjunto de todas las personas que poseen deficiencia visual de la Universidad Técnica de Ambato, especialmente los alumnos de las Facultades de Ciencias humanas y Jurisprudencia.

Este sistema, es una herramienta necesaria para que las personas que tiene este tipo de discapacidad puedan elevar el estado anímico, al sentirse seguros de poder seguir una ruta fija evitando todos los obstáculos presentes en ella

como por ejemplo escaleras, postes, también al cruzar la calle se podrá tener una noción de la existencia de un vehículo.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

- Implementar un sistema electrónico para la movilización de las personas invidentes de manera segura y confiable desde las facultades de Ciencias Humanas y Jurisprudencia hacia la biblioteca general de la Universidad Técnica de Ambato.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Analizar las rutas de acceso existentes desde las facultades de Ciencias Humanas y Jurisprudencia hacia la biblioteca general de Universidad Técnica de Ambato.
- Determinar la tecnología adecuada para el funcionamiento óptimo del sistema a ser implementado.
- Elaborar un prototipo electrónico del sistema para guiar a las personas invidentes desde las Facultades de Ciencias Humanas y Jurisprudencia hacia la biblioteca general de la Universidad Técnica de Ambato.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Investigativos.

En la presente sección se va a dar a conocer los diversos trabajos de investigación existentes que tienen relación con el tema, cada uno con su respectivo análisis toda la información obtenida ha generado un apoyo confiable en el desarrollo del tema de investigación planteado.

Entre los principales trabajos de investigación se tiene el sistema desarrollado por el IMSERSO (Entidades Gestoras de la Seguridad Social de España), el mismo que facilita que los invidentes puedan acceder a los sitios claves del aeropuerto como por ejemplo a la zona de facturación, la zona de aseo entre otros. Este sistema se implementó con la tecnología inalámbrica, debido a que hace uso del módulo infrarrojo para enviar información, además para realizar la interacción por voz con el usuario se requiere del uso de una PDA (Son pequeños ordenadores que tienen una elevada capacidad). Este sistema es para interiores, es decir funciona solo dentro del aeropuerto. [2]

Otro de los sistemas es el proyecto de pregrado presentado por el señor Edy Ayala en la Universidad Politécnica Salesiana, el mismo que utiliza sensores ultrasónicos para determina los obstáculos que se localizan hasta una distancia máxima de 5,5 metros, para que de esta forma si el obstáculo se encuentra a una distancia de 75 cm se activa un buzzer que es el que actúa como alerta de aviso. Este sistema tiene como inconveniente el no poder dar aviso al usuario de la dirección en la cual se encuentra el obstáculo, además de no poder funcionar de manera óptima durante la noche. [3]

El estudiante Juan Manuel Bustamante manifestó en la Feria Nacional de Argentina que es posible la sustitución del bastón utilizado por las personas no

videntes, por unos zapatos vibradores los cuales constan de tres sensores ultrasónicos distribuidos de la siguiente manera uno al frente, y los dos a los costados del zapato, este sistema activa un sonar que vibra cuando los obstáculos se encuentran demasiado cerca del zapato, este sistema permite que las personas con deficiencia visual se puedan desplazar de manera óptima, este sistema no es muy eficiente para bajar las escaleras. [4]

Vicomtech-IK4 (Fundación Centro de Tecnologías de Interacción Visual y Comunicaciones) presentó un sistema de GPS que se encuentra basado en sonidos 3D, este sistema ayuda al usuario a aprender una ruta por la cual ha recorrido, para facilitar su desplazamiento el recorrido consta de 500 metros, además constaba de unos auriculares que le ayudaban a escuchar los sonidos ambientales. De esta forma el GPS le va guiando al usuario a llegar a su destino, mientras que los sonidos pueden ser generados desde cualquier dispositivo móvil. [5]

El departamento de eléctrica y electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército desarrolló un bastón electrónico guiado para personas no videntes, este sistema está constituido por unas tarjetas codificadas las cuales se colocan en todas las rutas de una área determinada, de manera que al acercarse el bastón a estas tarjetas se hace la respectiva lectura para posteriormente informar al usuario mediante audio, el inconveniente de este sistema es el elevado costo que tienen las tarjetas codificadas utilizadas para desarrollar este sistema. [6]

El alumno Merino Herrero presentó su proyecto de pregrado en la Universidad Pontificia de Madrid, el mismo que es Sistema de guiado Inteligente para personas con Discapacidad visual que utiliza una red de sensores inalámbrica y dispositivos Móviles, este sistema consta de un conjunto de sensores distribuidos en un centro comercial estos envían información hacia el dispositivo móvil para de esta manera informar al usuario el lugar en el que se encuentra, una desventaja que presenta este sistema es que requiere de un gran número de sensores inalámbricos además que solo se puede implementar para interiores, porque en lugares exteriores el ambiente es muy variable. [7]

Grupo de Investigadores mexicanos del instituto tecnológico de Monterrey efectuó un dispositivo para guiar a las personas invidentes en interiores, este dispositivo es configurable de acuerdo a la distancia de los pasos y consiste en emitir unas micro descargas eléctricas a los órganos responsables del equilibrio, para dar aviso hacia lugar debe girar el usuario.

Un grupo de investigadores de Georgia se encuentra realizando un dispositivo portátil para guiar a las personas con deficiencia visual a través de sonidos en un lugar desconocido para esta persona, este sistema consta de la utilización del GPS que es el que proporciona la información hacia un chip el mismo que informa de manera sonora a la persona del sitio en el que se encuentre. [8]

El grupo de investigadores de la UAEM (Universidad Autónoma del Estado de México) desarrollaron un bastón con GPS, que tiene como objetivo principal guiar de una mejor manera a los ciegos, este bastón va estar constituido por fibra sintética, para que la persona pueda darse cuenta del tipo de superficie del lugar por el cual se encuentra transitando y el GPS tiene la función de informarle la ubicación en la que se encuentra, la principal desventaja que se presenta en este sistema es el elevado costo por el uso del GPS. [9]

El proyecto de pregrado presentado por el señor Yanchatuña Ángel en la Universidad Técnica de Ambato, consiste en un Sistema Visión Artificial por alerta de Voz y Movimiento para personas con discapacidad visual, para ellos utilizó una red BAN (Red de Área Corporal) con sensores ultrasónicos, este sistema empieza su funcionamiento desde la entrada de la Biblioteca hasta llegar al área para personas no videntes. [10]

2.2. Fundamentación teórica

Discapacidad Visual

El ser humano adquiere sus nociones por medio de la vista hasta los 12 años, es por ello que la vista es considerada como el canal sensorial social del ser humano. Los ojos son los encargados de activar zonas del cerebro que emite respuestas motrices, lo cual se convierte en la clave del desarrollo de las personas, Lo que motiva a que desde muy temprana edad se estimula al niño a realizar diversas actividades las cuales en su gran mayoría son juegos como

por ejemplo el armado de rompecabezas, la construcción de edificios entre otros. La deficiencia visual se da generalmente por un proceso que afecta al cerebro o a su vez a la zona ocular, esto da origen a que las personas pierdan el sentido visual.

La deficiencia visual, es básicamente la carencia de color y de luz, al igual que la baja visión se dan debido al nivel de agudeza visual que tiene el ojo, es por ello que se definen como:

- **Agudeza visual**

Se define como la habilidad que tiene el ojo para reconocer ciertos detalles de objetos que se encuentran localizados a una determinada distancia entre estos detalles se tiene: color, forma, peso.

- **Campo Visual**

Se determina como el rango máximo que una persona puede mirar, si el objeto se localiza próximo a la persona el campo visual disminuye.

- **Debilidad de la visión**

Se da por la falta de movilidad de la retina del ojo, este es detectado de 3 a 4 años, y es irreversible.

- **Visión Baja**

Es cuando una persona requiere de una ayuda ópticas para poder tener una visión normal.

- **Ceguera**

Es la no posibilidad de poder leer un texto incluso con la ayuda de algún corrector óptico, es decir es la no percepción de la luz. [11]

Varios estudios han demostrado que las personas reciben el 85 % de la información por medio del sentido visual, en el caso de una persona invidente esta recibe información por medio de los sentidos auditivos, olfativos y el sentido más utilizado es el tacto.

2.2.1. Sistema Electrónico

Se considera como sistema a un conjunto ordenado de elementos que interactúan entre sí para cumplir con una determinada función ya sea el intercambio de energía, o el intercambio de información.

A un sistema se lo define también como un esquema metodológico que sirve para la solución de problemas, que se dan ya sea en el control de procesos o en cualquier otro campo se fundamenta en una discrepancia entre lo que se tiene y lo que se desea, para poder llegar a una solución.

- **Sistema de Localización**

Un sistema de localización tiene como finalidad de situar obstáculos, personas u alguna otra cosa que se encuentre dentro de un área determinada, para la implementación de estos sistemas existen un gran número de tecnologías disponibles como por ejemplo: ultrasonidos, luz infrarroja, radio localización entre otros. El objetivo principal de este sistema es la optimización del tiempo, debido a que se conoce la posición exacta del objeto que se quiere saber. [12]

2.2.2. Formas de Movilización de Personas Invidentes

Una de las formas más comunes y utilizadas para la movilización de personas invidentes, es tener la ayuda de un guía, este le toma de la mano y le informa al usuario de los distintos obstáculos presentes en el trayecto, tal y como se lo muestra en la figura 2.1. La mayoría de personas que carecen de visión opta por tener un guía, el mismo que por lo general suele ser un familiar.



Figura 2.1: Guía de personas invidentes

Fuente: <http://www.once.es/otros/sordoceguera/HTML/capitulo10.htm>

Otra forma de moverse de un lugar a otro es por medio de sistemas electrónicos de posicionamiento para personas no videntes los cuales se encuentran desarrollados mediante hardware libre, este sistema se lo puede apreciar en la figura 2.2 consiste en un sistema de posicionamiento que permite

al usuario tener conocimiento de la presencia de obstáculos a una distancia de 0,3 cm, de igual forma consta de un receptor de GPS.



Figura 2.2 Guante electrónico

Fuente: <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/8653>

Sistema electrónico por ultrasonido para medir distancias aplicadas a un bastón, este sistema permite que el usuario tenga conocimiento que se acerca a un obstáculo, y se encuentra acoplado al bastón usado por las personas invidentes como se lo puede observar en la figura 2.3.



Figura 2.3 Sistema electrónico por ultrasonido

Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1080/12/UPS-CT002123.pdf>

2.2.3. Elementos de hardware libre y elementos embebidos.

Hardware Libre

Un hardware es considerado libre si la documentación de este, se puede modificar de acuerdo a los intereses del desarrollador, al igual que el hardware del mismo.

Un ejemplo de hardware libre es el arduino uno, el mismo que es desarrollado y comercializado por la empresa Arduino, este dispositivo se muestra a continuación en la siguiente figura.

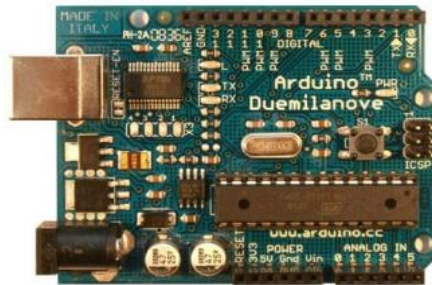


Figura 2.4 Arduino Uno

Fuente: <http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/11833/1/arduino.pdf>

Esta placa tiene integrado el quemador de pic, por lo que es considerada como una placa de desarrollo ya que se encuentra constituida por la combinación de hardware y software, además su diseño es de libre distribución y utilización. [13]

De entre las características principales de la familia arduino se destacan:

- Facilita el uso de la electrónica.
- Contiene entradas y salidas analógicas.
- Puerto serie.
- Soporta los tipos de datos byte, long, int, float y array.
- Soporte de cualquier tipo de sensor.

De acuerdo al tamaño se tienen varios tipos de arduinos como por ejemplo se tienen:

- Arduino Mega
- Arduino Bluetooth
- Arduino Uno
- Arduino Nano
- Arduino Mini

Arduino Mega

Esta placa posee la cantidad de 54 entradas y salidas digitales, lo que la hace la placa más grande de su familia, además tiene el microcontrolador ATmega1280, que le proporciona una memoria flash de 128KB la misma que es utilizada para los programas, se lo utiliza generalmente en proyectos de un grado de mayor complejidad.[14.]

Arduino Bluetooth

Esta placa se diferencia de las demás por tener incorporado un módulo bluetooth para transmisión y recepción de datos, la misma que tiene un alcance máximo de 100 metros, al igual que las demás placas consta de entrada y salidas analógicas y digitales.

Arduino Uno

Es la placa más utilizada por los usuarios se encuentra constituida por ería e soporta en la cual constan: un regulador de tensión, conector USB, además posee 14 pines los mismos que pueden ser configurados como entradas o salidas digitales, de igual manera dispone de 6 pines que pueden ser configuradas como entradas y salidas analógicas, también posee un conversor análogo digital de 10 bits. [15]

Arduino Nano

La característica más sobresaliente es que puede ser montado sobre la protoboard de forma directa, se lo puede alimentar con un conector USB mini, esta placa es similar al arduino uno pero sus pines no cuentan con las mismas funcionalidades que tienen los pines del arduino uno, de igual manera consta de 14 pines de entrada o salida digital, 8 pines de entrada o salida analógica, el voltaje de alimentación recomendada es de 7 a 12V pero soporta un máximo de 20V.

Arduino Mini

Esta placa de arduino tiene las siguientes dimensiones de 30x18mm, lo que permite el ahorro de espacio al utilizarlo en los diferentes proyectos, de igual

manera que el arduino nano esta placa no posee todas las funcionalidades del arduino uno.

Microcontrolador

Este dispositivo es básicamente un microcomputador encapsulado en un circuito fabricado generalmente por microchip, las instrucciones son ejecutadas por medio de registros, son elementos utilizados para cumplir un propósito específico, el hardware se encuentra ya se encuentra distribuido y el programador no lo puede modificar, es decir el programado debe tener conocimiento de la distribución del hardware para poder programas estos dispositivos.

Este dispositivo se encuentra constituido por una UCP (Unidad Central de Proceso), Memoria RAM usada para el control de periféricos, CAD (conversor análogo- digital). Memoria Flash.

Características:

- Puertos de Entrada/Salida
- Conversor A/D
- Conversor D/A
- Comparador
- Memoria RAM
- Memoria ROM

Tipos de Microcontroladores:

Existe una amplia variedad de microcontroladores que pertenecen a la gama baja, media, media alta y alta, pero los microcontroladores comúnmente utilizados son los de la gama media y los de la gama media alta, en la gama media por ejemplo se localizan los microcontroladores de la familia: 16f8xx y en la gama media alta se encuentran los microcontroladores que corresponden a la familia 18f4xxx, como ejemplo tenemos los siguientes microcontroladores:

- Pic 16f887
- Pic 18f4550

PIC 16F887



Figura 2.5 PIC 16f887

Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41291D.pdf>

Este dispositivo pertenece a la familia de gama media, una de sus limitaciones es que solo se puede ejecutar 35 instrucciones, las instrucciones son ejecutadas en un ciclo de 20ns cada una, en cambio el conversor análogo digital que posee este dispositivo tiene una resolución de 10 bits.

PIC 18F4550

Dispositivo electrónico perteneciente a la gama media alta, sus características principales son que contiene un set de 77 instrucciones, es mucho más estable que el PIC 16f887 al instante de realizar la comunicación SPI e I2C, permite colocar un cristal externo de hasta 48MHZ.

2.2.4. Tecnologías Inalámbricas

La transmisión de datos se las realiza de dos formas, a través de medios guiados y medios no guiados, a estos últimos se los denominada como tecnología inalámbrica, en la actualidad este tipo de tecnología ha tenido un gran auge, sobre todo en la satisfacción de las necesidades de comunicar diferentes equipos o a su vez dispositivos como por ejemplo: arduinos, microcontroladores, entre otros sin utilizar una red cableada. [16]

Tipos de Tecnologías Inalámbricas

Los tipos de tecnologías se rigen a los estándares de la IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), este organismo es el encargado de la estandarización de equipos usados en las telecomunicaciones, generación de energía, así como también para las tecnologías informática.

Para comprender de una manera mejor se da a conocer el concepto de estándar según la US-NSPAC (Comité consultivo de la política nacional de los estándares).

“Un sistema de reglas prescrito, condiciones o requerimientos que atañen a las definiciones de los términos; clasificación de los componentes; especificación de materiales, prestaciones u operaciones; delimitación de procedimientos; o medidas de la cantidad y calidad en la descripción de materiales, productos, sistemas, servicios o prácticas”. Es decir los estándares homogenizan los dispositivos para que estos funciones en cualquier partes del mundo.

A continuación se da a conocer algunas de las tecnologías común mente utilizadas para la interconexión de los dispositivos electrónicos como por ejemplo el arduino.

Bluetooth



Figura 2.6 Logo de bluetooth

Fuente: <http://www.grc.upv.es/Software/bluefriend/BlueFriend%20Memoria25.pdf>

Esta tecnología corresponde al estándar 802.15 debido a que opera en la banda de 2.4GHZ. Es una frecuencia de radio que conecta entre sí los dispositivos habilitados para Bluetooth, el radio de cobertura es menor o hasta 10 metros. Permite conectar un ordenador portátil o un dispositivo de bolsillo con otros ordenadores portátiles, teléfonos móviles, cámaras, impresoras, teclados, altavoces e incluso un ratón de ordenador.

Ventajas

La conexión es rápida y sencilla entre varios dispositivos para de esta forma crear una red de área personal (PAN) en la que es posible combinar todas las herramientas de trabajo principales con todas las prestaciones de la oficina.

Es ideal para intercambiar archivos en reuniones con facilidad y ahorrar tiempo imprimiendo documentos sin necesidad de conectarse a una red fija o inalámbrica.

Eliminar cables y conectores entre los dispositivos conectados.

Con esta tecnología, se puede hacer actividades de inmediato como imprimir un informe desde el escritorio mediante cualquier impresora. [17]

ZigBee



Figura 2.7 Logo de ZigBee

Fuente: <https://sx-de-tx.wikispaces.com/ZIGBEE>

Corresponde al estándar 802.15.4 es una tecnología de corto alcance y bajo consumo es una de las soluciones inalámbrica de baja capacidad para aplicaciones en el hogar, está diseñado para redes de sensores y control, trabaja en la banda de 2.4GHZ y tiene un alcance de entre 10 y 100 metros.

Los tipos de topologías que puede adoptar son estrella y malla, por lo que se ha constituido en el rival principal de bluetooth. Permite conexiones punto a punto y punto multipunto. [18]

Aplicaciones:

- Domótica.
- Automatización industrial.
- Reconocimiento remoto.
- Juguetes interactivos.
- Medicina.

Wi-Fi



Figura 2.8 Logo de WIFI

Fuente: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/hernandez_a_r/capitulo1.pdf

Denominada como el estándar 802.11x, es una red de área local inalámbrica de tamaño medio en las que se puede realizar diversas conexiones inalámbricas a Internet. Si sabe dónde se encuentra una red Wi-Fi, puede navegar por Internet, utilizar el correo electrónico y acceder a la red privada de una empresa, tiene un radio de hasta 100 metros.

Ventajas

- Proporciona una mayor libertad y favorece la versatilidad del entorno de trabajo tradicional.
- Permite a los usuarios acceder a la información que necesitan.
- Acceder a la red de la empresa y obtenga las respuestas que necesite, en el momento preciso. [19]

IRDA (Asociación de Datos Infrarrojos)

Esta tecnología se basada en rayos luminosos, los estándares IRDA soportan una amplia gama de dispositivos eléctricos, informáticos y de comunicaciones, que permite tener una comunicación bidireccional entre dos extremos. Se la puede localizar en muchos ordenadores portátiles, y en un creciente número de teléfonos celulares, sobre todo en los de fabricantes líderes como Nokia y Ericsson. [20]

Radio Frecuencia (RF)

En esta tecnología la información se la transmite por medio de ondas de radio, la banda de transmisión asignado van desde los 3GHZ hasta los 300GHZ, los módulos usados para este tipo de comunicación comúnmente trabajan en la

banda de los 433MHZ, de entre sus características principales sobresalen la fácil configuración y el bajo costo.

Algunas áreas en las cuales se aplica esta comunicación son: en las comunicaciones militares, la navegación y los radares. El alcance de esta tecnología es variable. [21]

2.2.5. Sensor para la Detección de Obstáculos

Un sensor es un dispositivo encargado de tomar los datos directamente de la etapa denominada como campo y transmitirla hacia un dispositivo controlador, estos son de gran utilidad en lo que respecta a seguridad electrónica, su principal función es captar en tiempo real los movimientos que se generan en un espacio determinado, es muy común encontrar este tipo de sensores en dispositivos instalados en almacenes, e incluso en la actualidad se los puede localizar en lámparas, unos sensores más sofisticados tienen la capacidad de graficar en escala reducida el movimiento que describe una persona en un determinado espacio, los principales sensores usados para este fin son: el sensor ultrasónico y el sensor infrarrojo.[22]

Sensor Ultrasónico

Su funcionamiento se basa en el impulso-eco, es decir emiten un pulso de ultrasonido cuyo lóbulo, es de forma cónica, prácticamente realiza la medición del tiempo que transcurre desde la emisión del sonido hasta la percepción del eco de esta manera se puede calcular la distancia a la que se encuentra el obstáculo que ha producido la reflexión de la onda sonora, mediante la fórmula:
[23]

$$d = \frac{1}{2} Vt$$

Donde:

V.- Representa la velocidad del sonido (340 m/s).

t.- Es el tiempo transcurrido hasta la recepción del eco.

Sensor Infrarrojo

Esta tecnología tiene sus inicios en los años 90, su función principal es la detección de la radiación y transformarla a una señal eléctrica, para su óptimo funcionamiento es necesario tener una comunicación lineal entre el emisor y el receptor, por lo general el voltaje de alimentación que requiere es de 5V, algunos ejemplos de sensores infrarrojos son: CNY70, 26043SM, TCRT5000 [24]

2.2.6. Sensor acelerómetro

Este sensor es prácticamente un sensor de movimiento, que mide la fuerza de inercia generada cuando una masa es afectada por un cambio de velocidad, algunos acelerómetros operan detectando la fuerza ejercida en una masa por una limitación elástica, pero para la implementación del prototipo se requiere un acelerómetro digital este sensor se encuentra incorporado prácticamente en todos los celulares de última tecnología.

Tipos de Acelerómetros:

Acelerómetros Mecánicos. Son aquellos que hacen uso de las galgas extensiométricas para la medición de las variaciones, se conoce como acelerómetros térmicos.

Acelerómetros Micromecánicos. Este tipo de dispositivos se los emplea en procesos en que se pretenda medir impacto.

Acelerómetros Piezoeléctricos. Su principal inconveniente radica en su frecuencia máxima de trabajo y en la incapacidad de mantener un nivel permanente de salida ante una entrada común. [25]

2.2.7. Decodificador de Audio

Un decodificador de audio es un módulo que se lo utiliza para comprimir y descomprimir un archivo en una forma concreta que puede estar en un estándar o formato de audio como: DivX, MP2, MP4, MOV, AVI, WMV, etc., existe una amplia variedad de decodificadores de audio para arduino entre ellos tenemos:

- Módulo WTV020SD16P
- Vs1053 mp3 Shield
- SOMO 14D

2.3 Propuesta de Solución

Se desarrolló un sistema electrónico que contiene todos los requerimientos solicitados por las personas no videntes y de baja visión, para con ello facilitar el desplazamiento de las mismas desde las Facultades de Ciencias humanas y Jurisprudencia hacia la biblioteca general de la Universidad Técnica de Ambato, este sistema permitió que las personas no dependan de otra para su traslado, debido a que cuenta con un sistema de monitoreo de obstáculos, para el instante de cruzar los pasos peatonales.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Metodología de la investigación

De acuerdo a las características que presenta el proyecto de investigación se optó por la investigación Bibliográfica, gracias a que es una herramienta indispensable para empezar la realización de todo proceso de investigación porque se requirió obtener información ya sea de libros revistas y artículos digitales para determinar los materiales adecuados utilizados en el desarrollo del proyecto de investigación, así como también a través de este tipo de investigación se pudo analizar las posibles soluciones.

De igual forma se hizo uso de la Investigación de Campo, porque los datos que se obtuvieron fueron específicamente tomados del lugar en el cual fue implementado el sistema, es decir se realizó un análisis de las características que presentan las rutas estáticas que van a ser utilizadas por las personas invidentes, las rutas elegidas fueron las más seguras y sobre todo que poseen el menor número posible de obstáculos, para garantizar el adecuado desplazamiento de las personas invidentes hacia la biblioteca general.

Recolección de información

Para la recolección de información se utilizó como herramienta la entrevista, la cual fue aplicada a la señora Patricia Lema una de las bibliotecarias de la Biblioteca General de la Universidad Técnica de Ambato, quién es una de las personas que conforman el grupo de personas con baja visión de la Universidad Técnica de Ambato.

Igualmente se utilizó el internet como una herramienta de búsqueda para tener un campo más amplio de investigación lo cual es de primordial importancia debido a que nos permite tener acceso a la información de proyectos similares

realizados a nivel mundial y de esta forma establecer las ventajas de sistema propuesto en relación a los sistemas existentes.

Además se hizo uso de la técnica de observación, ya que se requiere analizar el área en la cual se va a desplazar la persona con discapacidad visual, para determinar todos los obstáculos que se encuentra en el entorno comprendido entre las facultades implicadas hacia la biblioteca general de la Universidad Técnica de Ambato, Asimismo se requirió determinar el estado de la superficie de las aceras debido a que se constituye como un factor muy relevante a la hora de realizar una comparación de las diversas rutas para determinar la más adecuada para su implementación.

Otra técnica que se manejó es la lectura de los manuales técnicos de los elementos a utilizarse en la implementación del prototipo, para de esta forma poder determinar si las características técnicas son las adecuadas para que al desarrollar el proyecto de investigación, se puedan obtener los resultados esperados.

3.2. Procesamiento y análisis de datos

Se realizó un procesamiento y análisis de los datos obtenidos, para la determinación de los principales puntos críticos que tienen las personas invidentes al momento de desplazarse desde las facultades de Ciencias Humanas y Jurisprudencia hacia la biblioteca general.

Posteriormente se procedió a la organización de la información, para ir desarrollando los puntos correspondientes de manera organizada.

Para de esta manera proporcionar a los lectores, una mayor facilidad del sistema a ser implementado.

3.3. Desarrollo del proyecto

A continuación se especifican los pasos realizados para asegurar el cumplimiento de cada uno de los objetivos y requerimientos planteados.

- Análisis de las rutas de acceso existentes desde las facultades de Ciencias Humanas y Jurisprudencia hacia la biblioteca general de Universidad Técnica de Ambato.

- Determinación de una ruta fija, para el desplazamiento de las personas invidentes de forma segura y rápida de la Facultad de Ciencias Humanas y la Facultad de Jurisprudencias hacia la Biblioteca General de la Universidad.
- Investigación y comparación las diferentes tecnologías inalámbricas, con el fin de optar por la mejor opción para el diseño del prototipo electrónico.
- Selección de la tecnología más adecuada que se empleará para la implementación del prototipo.
- Implementación del prototipo del sistema para el traslado de personas invidentes desde la facultad de ciencias humanas y jurisprudencia hacia la biblioteca general de la universidad técnica de Ambato.
- Pruebas del funcionamiento adecuado del prototipo.
- Estudios de resultados.

CAPITULO IV

Desarrollo de la Propuesta

4.1. Situación Actual

El Ministerio de Educación en la actualidad ha empleado una serie de estrategias, con el propósito de unir la escuela común con la escuela especial, en los datos obtenidos de la Biblioteca General se da a conocer que en la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi existe un grupo total de 17 estudiantes que está constituido por personas invidentes y personas que tienen baja visión, de los cuales un 23 % asisten semanalmente a la biblioteca general, en la actualidad las personas invidentes se trasladan con la ayuda de los guardias, los cuales cumplen la función de guías, o a su vez son guiados por los compañeros de clases, e incluso por algún familiar que los recoge a la hora de salida de clases. Esto genera que las personas invidentes acudan a la biblioteca general con menor frecuencia porque requieren del tiempo libre de otra. Una persona invidente al momento de tratar de orientarse sola no puede detectar la existencia de los gradas, así como también al momento de cruzar de una acera a la otra, no pueden detectar la existencia de un vehículo en circulación.

Cabe precisar que ninguna de las facultades de la Universidad Técnica de Ambato pertenecientes al Campus Huachi, se encuentra acondicionada para que las personas con discapacidad: visual o motriz puedan desplazarse de forma segura por las mismas, de igual manera no existen parqueaderos específicos para personas con discapacidades, en lo que respecta a las aceras cuentan rampas para facilitar el desplazamiento, pero se deberían colocar rampas en las entradas de cada facultad.

La biblioteca general apoya a este grupo de personas por medio del sistema de ayuda social, que consiste en prestar servicios para personas invidentes pertenecientes no pertenecientes a la Universidad, con la realización de talleres de movilización y orientación en la misma.

4.2. Requerimientos

De la entrevista realizada, con el formato que se observa en el Anexo A, se obtuvo los siguientes requerimientos que debe satisfacer el Sistema electrónico:

- Movilizarse de forma autónoma.
- Detección de Obstáculos
- Dar a conocer cuando se acercan a un graderío.
- Que el usuario pueda cruzar el paso peatonal de forma autónoma.

El sistema debe ser con hardware libre, para que en un futuro se pueda modificar o a su vez aumentar las rutas programadas.

4.3. Análisis de las rutas de acceso existentes desde las facultades de Ciencias Humanas y Jurisprudencia hacia la biblioteca general de Universidad Técnica de Ambato.

Existen tres rutas posibles que se puede usar para que las personas se puedan desplazar desde la Facultad de Ciencias Humanas hacia la biblioteca general de la Universidad Técnica de Ambato, las demás fueron descartadas por el tiempo que se tarda en desplazarse de un lugar a otro, en la Figura 4.1 se observan las opciones.

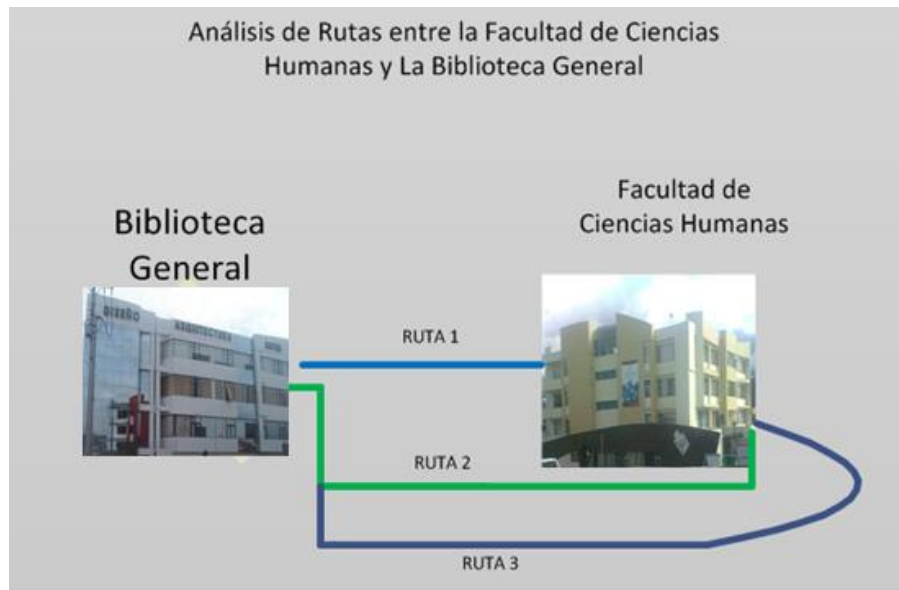


Figura 4.1 Rutas existentes de entre la Facultad de Ciencias Humanas y la Biblioteca General.

Elaborado por: El Investigador

La ruta número uno se considera como la ruta directa porque no posee una gran cantidad de indicaciones para que el usuario pueda llegar a la biblioteca general de la Universidad Técnica de Ambato, la ruta dos es muy poco concurrida por los estudiantes de la Universidad, pero también es la que contiene un mayor número de indicaciones para que el usuario pueda llegar a la biblioteca, mientras que la ruta número tres es la más concurrida por las personas sobre todo en lo que respecta al término de la jornada de clases, además que es la más insegura porque la persona tendría que desplazarse por fuera de la Universidad.

En el siguiente Diagrama se precisa de mejor manera cada una de las rutas consideradas para el análisis y selección de la ruta fija que permitirá que las personas invidentes puedan desplazarse desde la Facultad de Ciencias Humanas a la Biblioteca.

Diagramas de Rutas

Rutas Analizadas para el desplazamiento desde la Facultad de Ciencias Humanas hacia la Biblioteca General de la Universidad Técnica de Ambato

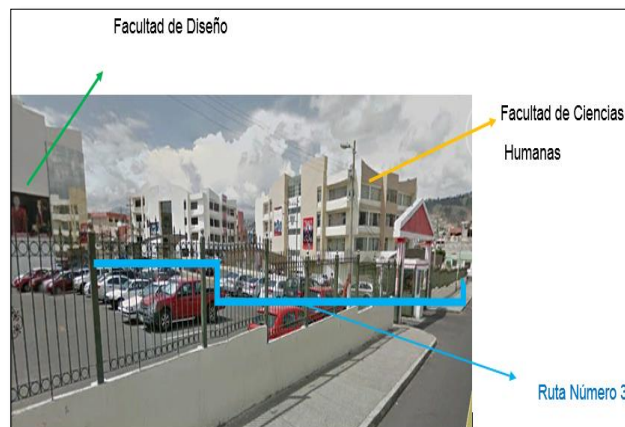
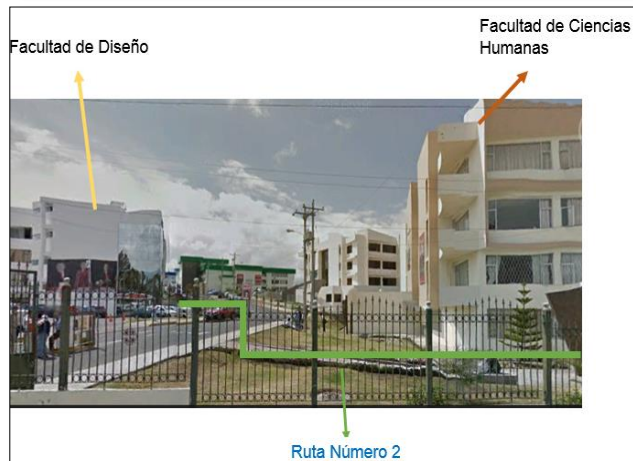


Figura 4.2 Diagrama de Rutas

Elaborado por: El Investigador

A continuación se procede a la identificación de los obstáculos presentes en cada una de las rutas, para en base a ello poder realizar una selección adecuada de la ruta a ser utilizada por las personas invidentes.

Especificaciones de la Ruta Número 1



Figura 4.3 Salida de la Facultad de Ciencias Humanas

Elaborado por: EL Investigador



Figura 4.4 Acera de la Facultad de Ciencias Humanas

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.5 Paso Peatonal De la Facultad de Ciencias Humanas hacia la Facultad de Diseño

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.6 Gradas del ingreso a la Facultad de Diseño

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.7 Entrada a la Biblioteca General

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.8 Biblioteca General

Elaborado por: El Investigador

Especificaciones de la Ruta Número 2



Figura 4.9 Salida de la
Facultad de Ciencias Humanas
Elaborado por: El Investigador



Figura 4.10 Acera del Jardín
de la Facultad de Ciencias Humanas
Elaborado por: El Investigador

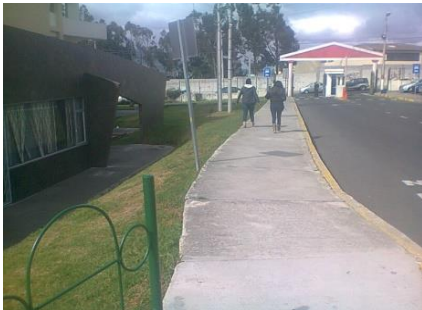


Figura 4.11 Acera de la Facultad
de Ciencias Humanas
Elaborado por: El Investigador



Figura 4.12 Paso Peatonal entre la
Facultades de Ciencias Humanas y
Diseño
Elaborado por: El Investigador



Figura 4.13 Gradas del ingreso a la
Facultad de Diseño
Elaborado por: El Investigador



Figura 4.14 Entrada de la
Biblioteca
Elaborado por: El Investigador



Figura 4.15 Biblioteca General
Elaborado por: El Investigador

Especificaciones de la Ruta Número 3



Figura 4.16 Calle de la AV los chasquis

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.17 Calle río Guayllabamba

Elaborado por: El Investigador

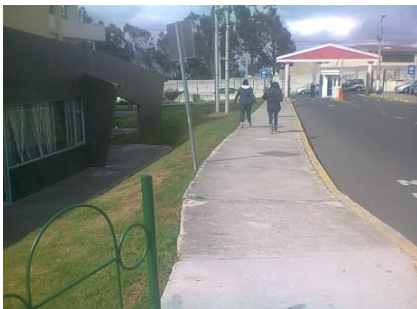


Figura 4.18 Entrada Secundaria de la Universidad

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.19 Paso peatonal entre las Facultades de Ciencias Humanas y Diseño

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.20 Gradas del ingreso a la Facultad de Diseño

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.21 Entrada a la Biblioteca

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.22 Biblioteca General

Elaborado por: El Investigador

Cuadro Comparativo de las Rutas

De acuerdo a los obstáculos observados se procede a evaluar cada ruta con los siguientes parámetros:

Tabla 4.1 Cuadro Comparativo de las rutas entre la Facultad de Ciencias Humanas y la Biblioteca

Detalles	RUTA1	RUTA2	RUTA3
Cantidad de pasos peatonales	1	1	1
Número de esquinas	3	4	4
Letreros de avisos existentes en la ruta	0	1	1
Cercas de seguridad	Si	No	No
Gradas presentes en las rutas	5	5	5
Distancia a recorrer (m)	87.74	109.88	122.18
Nivel de Seguridad	Medio	Medio	Bajo
Tiempo que se tarda en el recorrido (min)	13	20	15

Elaborado por: El Investigador

La ruta número uno posee una cerca de seguridad que puede servir como guía para que la persona invidente a diferencia de las otras dos opciones, además las indicaciones a ser proporcionadas al usuario por el sistema van hacer menores que las otras rutas, por el nivel de seguridad no se opta por la selección de la ruta número tres. De acuerdo al cuadro comparativo de las rutas, se procedió a seleccionar la ruta número 1 como la ruta fija a ser utilizada para el desplazamiento de las personas invidentes, la facultad de ciencias humanas hacia la biblioteca general de la Universidad Técnica de Ambato. Esta selección se realizó de acuerdo a los requerimientos y sobre todo al tiempo que se emplea en realizar el recorrido por la misma.

4.4. Análisis de las rutas existentes desde las facultades Jurisprudencia hacia la biblioteca general de Universidad Técnica de Ambato.

Considerando los parámetros de: tiempo y distancia que se tarda en desplazar una persona, y además el estado de las aceras se han descartado algunas rutas, es por ello que en la figura 4.23 se puede observar las opciones de las rutas a ser analizadas.



Figura 4.23 Rutas de la Facultad de Jurisprudencia a la biblioteca General

Elaborado por: El Investigador

La ruta número uno pasa por los siguientes puntos salida de la facultad de Jurisprudencia, estacionamiento de la facultad de jurisprudencia, paso peatonal entre el estacionamiento y la facultad de Ciencias Humanas. Que se convierte en el punto común entre todas las rutas, luego sigue a la acera de la facultad de Ciencias Humanas. Atraviesa el paso peatonal entre la facultad de Ciencias Humanas y la facultad de Diseño, la ruta número dos comprende la salida de la facultad de Jurisprudencia, pasa por el pasillo entre esta facultad y el estacionamiento de la misma, luego pasa por la acera del jardín de la facultad de Jurisprudencia hasta llegar al punto en común, la tercera ruta pasa por el estacionamiento de la Facultad de Sistemas hasta llegar al punto en común. En el siguiente diagrama se observan las rutas mencionadas.

Diagramas de Rutas

Rutas Analizadas para el desplazamiento desde la Facultad de Jurisprudencia hacia la Biblioteca General de la Universidad Técnica de Ambato

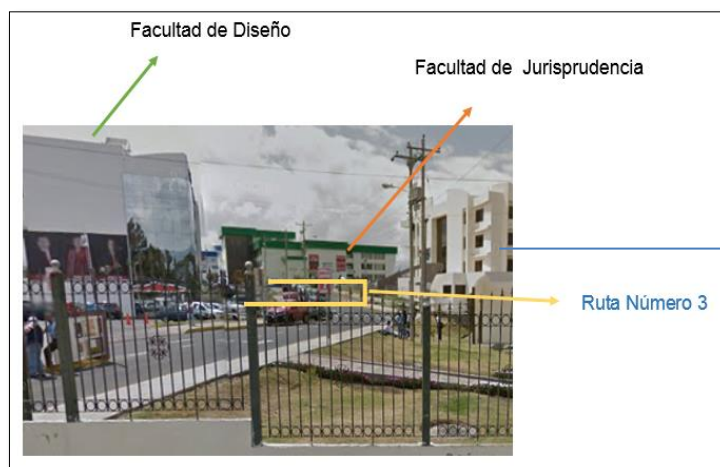
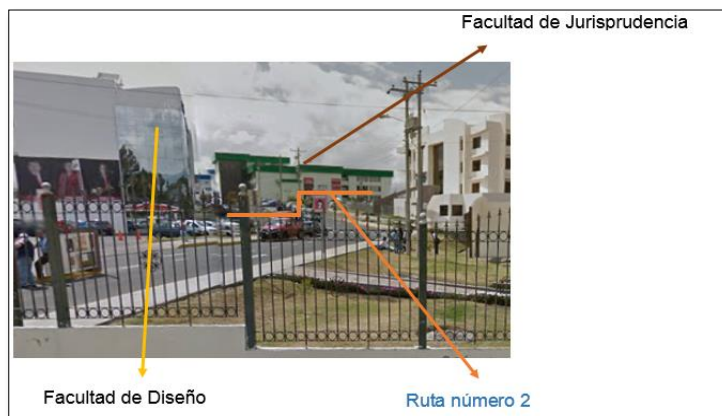


Figura 4.24 Diagrama de Rutas
Elaborado por: El Investigador

De igual forma que con las rutas anteriores se procede a la especificación de cada uno de los obstáculos, que contiene cada ruta para de esta manera poder determinar la ruta más óptima para que el sistema cumpla con los requerimientos solicitados por los usuarios.

Especificaciones de la Ruta Número 1



Figura 4.25 Salida de la Facultad de Jurisprudencia

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.26 Parqueadero de la Facultad de Jurisprudencia

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.27 Parqueadero de la Facultad de Jurisprudencia

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.28 Paso peatonal a la Facultad de Ciencias Humanas

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.29 Acera de Ciencias Humanas

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.30 Paso peatonal hacia Diseño

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.31 Gradas del ingreso a la Facultad de Diseño

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.32 Entrada de la Biblioteca General

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.33 Biblioteca General

Elaborado por: El Investigador

Especificaciones de la Ruta Número 2



Figura 4.34 Salida de la Facultad de Jurisprudencia

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.35 Parqueadero de la Facultad de Sistemas

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.36 Paso peatonal Ciencias Humanas

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.37 Acera de Ciencias Humanas

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.38 Paso peatonal de Diseño

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.39 Gradas del ingreso a la

Facultad de Diseño.

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.40 Entrada de la Facultad de Diseño

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.41 Biblioteca General

Elaborado por: El Investigador

Especificaciones de la Ruta Número 3



Figura 4.42 Parqueadero de la Facultad de Sistemas

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.43 Paso peatonal hacia la facultad de Ciencias Humanas

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.44 Acera de Ciencias Humanas
Elaborado por: El Investigador



Figura 4.45 Paso peatonal de Diseño
Elaborado por: El Investigador



Figura 4.46 Gradas del ingreso a la
Facultad de Diseño
Elaborado por: El Investigador



Figura 4.47 Ingreso a la Biblioteca
Elaborado por: El Investigador



Figura 4.48 Biblioteca General
Elaborado por: El Investigador

Cuadro Comparativo de las Rutas

Se procede a realizar el análisis de cada ruta para la selección de la misma, de acuerdo a una serie de parámetros como por ejemplo: Cantidad de metros a

recorrer, tiempo que se tarda en el recorrido, número de gradas a desplazarse entre otros que se detallan en el siguiente cuadro comparativo.

Tabla 4.2 Cuadro Comparativo de las rutas entre la Facultad de Jurisprudencia y la Biblioteca

Detalles	RUTA1	RUTA2	RUTA3
Cantidad de pasos peatonales	2	2	2
Número de esquinas	4	4	5
Letreros de avisos existentes en la ruta	0	0	1
Cercas de seguridad	No	No	No
Gradas presentes en las rutas	5	5	8
Cantidad de Obstáculos	2	0	1
Distancia a recorrer en (m)	230	208.28	123.82
Tiempo que se tarda en el recorrido (min)	15	15	16

Elaborado por: El Investigador

Se procedió a seleccionar la ruta número tres como la ruta fija a ser utilizada para el desplazamiento de las personas invidentes, desde la facultad de Jurisprudencia hacia la biblioteca general de la Universidad Técnica de Ambato. Esta selección se realizó en base a: la distancia, el tiempo que se tarda en el recorrido, además no se puede optar por la ruta dos, debido a que colocaron un kiosco en la esquina del estacionamiento de la Facultad de Jurisprudencia, y la ruta número tres se la descarta por el tiempo y la cantidad de obstáculos presentes en ella.

4.5. Diseño del Prototipo

Para satisfacer con todos los requerimientos, solicitados por las personas no videntes se desarrolló un prototipo que está conformado por dos partes para

tener un funcionamiento óptimo y a su vez garantizar el cumplimiento de cada uno de las imposiciones. La primera etapa permite establecer la posición en la que se encuentra la persona esta etapa se encuentra conformada por tres sub-etapas: la primera facilita la información al usuario de forma audible, la segunda se ejecuta a medida que el usuario se desplaza por cada una de las rutas y la tercera está enfocada en la comunicación inalámbrica, es la recepción de la existencia de vehículos en el paso peatonal, mientras que la segunda etapa se centra en la detección de vehículos al momento de cruzar el paso peatonal, la misma se encuentra constituida por las siguientes sub etapas: el emisor inalámbrico que es el que envía los datos de si puede o no cruzar el paso peatonal la persona, la detección de la presencia o ausencia de vehículos y el control para que la persona pueda desplazarse de forma recta en el paso peatonal.

Diagrama de bloque del Prototipo

Primera Etapa

La primera etapa se encuentra localizada en el usuario, y permite que el usuario pueda recibir la información de manera audible, según se va desplazando por cada una de las diferentes rutas, en el siguiente diagrama se observa cada una de las sub-etapas por la cuales se encuentra conformado.

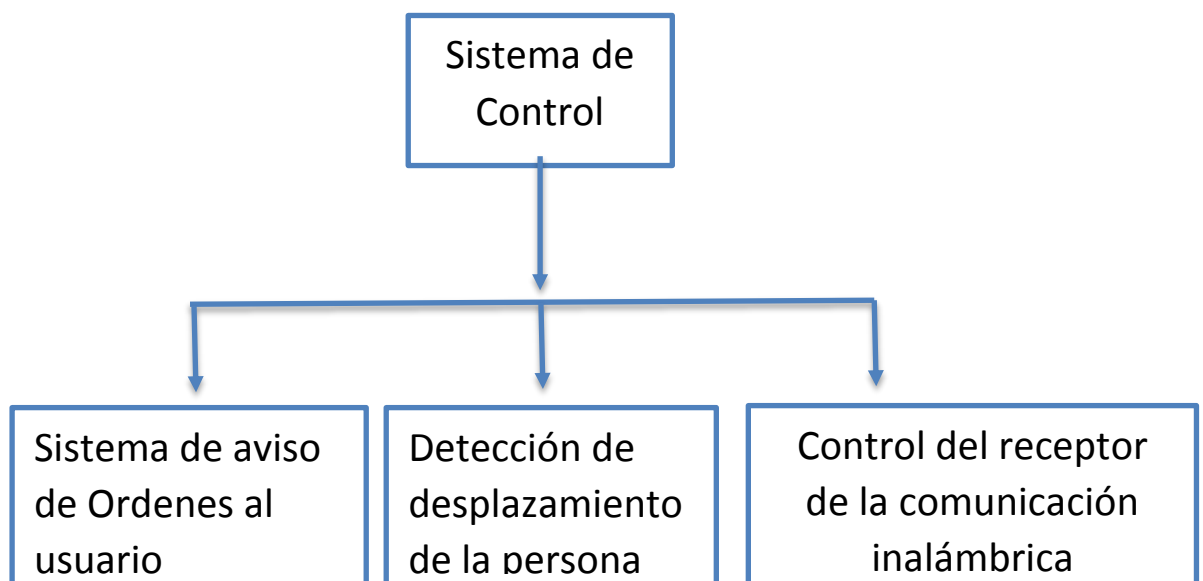


Figura 4.49 Primera etapa del Diagrama de Bloques del Prototipo

Elaborado por: El Investigador

Seguidamente se procede a la explicación del funcionamiento de cada uno de las partes del diagrama de bloques del prototipo:

- **Sistema de Control**

Es la parte más importante del prototipo comanda el funcionamiento de todo el sistema, es decir es el encargado de habilitar a cada uno de los demás bloques de acuerdo a una serie de condiciones.

- **Sistema de aviso de Ordenes al Usuario**

El sistema permite que el usuario tenga conocimiento de manera audible cada una de las instrucciones que se encuentran programadas en el sistema.

- **Detección de desplazamiento de la persona**

Esta sub-etapa tiene como función principal saber si una persona se encuentra en movimiento, esta información es enviada directamente al sistema de control, que en base a la información recibida da a conocer al usuario las acciones que debe realizar.

- **Control del receptor de la comunicación inalámbrica**

Este control se activa al instante que el usuario llega a un cruce peatonal, permite que el sistema de control reciba los datos de la segunda etapa.

Segunda Etapa

Es la encargada de la determinación de la presencia o ausencia de vehículos al instante en que el usuario se presta a cruzar un paso peatonal, así como también permite que el usuario no se desvíe del paso cebra, toda la información obtenida de los diferentes elementos que la conforman es enviada de forma inalámbrica hacia el elemento de control del sistema, en el siguiente diagrama se puede observar cada una de las sub-etapas por las que se encuentra conformada esta etapa.

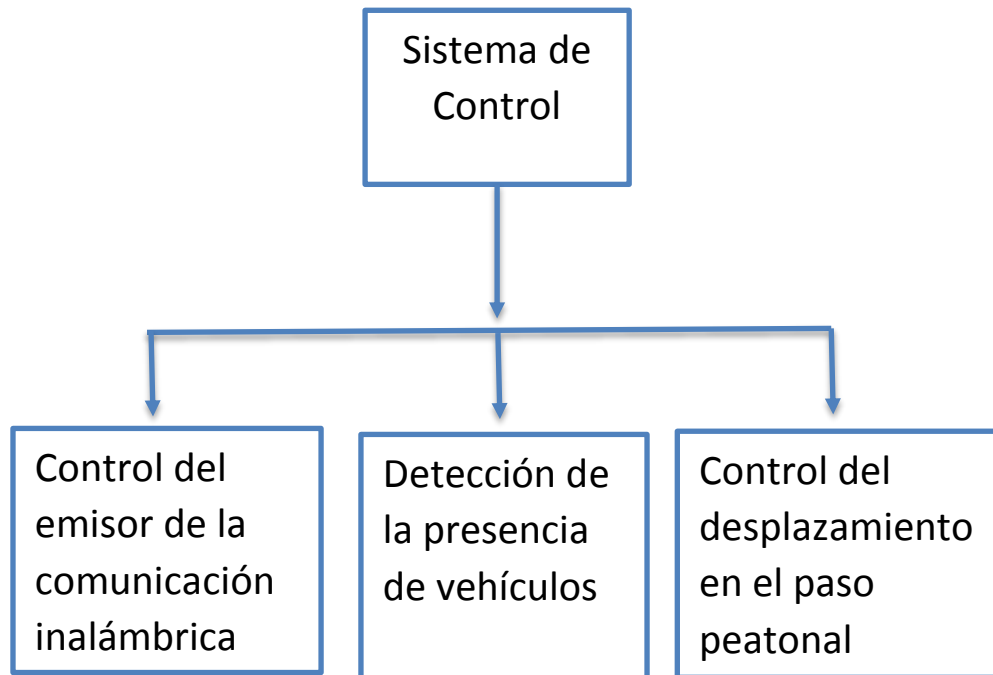


Figura 4.50 Segunda etapa del Diagrama de Bloques del Prototipo

Elaborado por: El Investigador

Al igual que en la primera etapa se procedea la descripción del funcionamiento de cada uno de los bloques que conforman la segunda etapa.

- **Sistema de Control**

Es la parte que recibe y procesa la información recibida de los diferentes sensores que la conforman, para enviar la información al sistema de control de la primera etapa.

- **Control del emisor de la comunicación inalámbrica**

Permite el envío de información de manera inalámbrica a la primera etapa del sistema.

- **Detección de la presencia de vehículos**

Esta sub-etapa tiene como función principal permiten detectar la presencia de un vehículo, para de esta manera poder dar aviso al usuario si puede o no cruzar la calle.

- **Control del desplazamiento en el paso peatonal**

Este dispositivo controla que la persona invidente siga una trayectoria recta al instante de cruzar el paso peatonal, para que de esta manera forma asegura que pueda llegar a su destino.

4.6. Selección de equipos o materiales de la Primera y Segunda Etapa.

- **Sistema de Control de la Primera y Segunda Etapa**

La característica principal que debe tener el dispositivo es flexibilidad una fácil programación, para que posteriormente se pueda agregar más código, si se modifica alguna ruta.

Tabla 4.3 Cuadro de Selección del equipo de control

Módulo Características	Arduino Uno	Arduino Nano
Dimensiones	101.52x 53.3mm	45x18mm
Entrada\salidas Digitales	54	14
Alimentación	5V	5V
Velocidad de Reloj	16 MHz	16MHZ
Microcontrolador	ATmega2560	Atmega328
Memoria EEPROM	4 KB	1 KB
Costo	\$35	\$15

Elaborado por: El Investigador

Selección del dispositivo de Control empleado para las dos Etapas

Se procede a elegir el arduino nano como dispositivo de control, por sus dimensiones, las cuales permiten la reducción del prototipo a ser implementado, además de tener un bajo precio, así como también por el número de entradas y salidas que son requeridas para la implementación del prototipo, a continuación se procede hacer una descripción de las principales características de este dispositivo.

Arduino Nano



Figura 4.51 Arduino Nano

Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>

Este dispositivo puede ser colocado directamente en la protoboard, se lo puede alimentar conectándolo al computador por medio de un cable USB Mini-B. ATmega328 tiene 32 KB, de los cuales utiliza 2 KB para el gestor de arranque.

Diagrama esquemático

Se procede a la simulación del arduino nano en proteus, con los elementos que conforman la etapa de control, es decir la selección de la ruta por la cual se va a desplazar el usuario como se puede observar en la Figura 4.52.

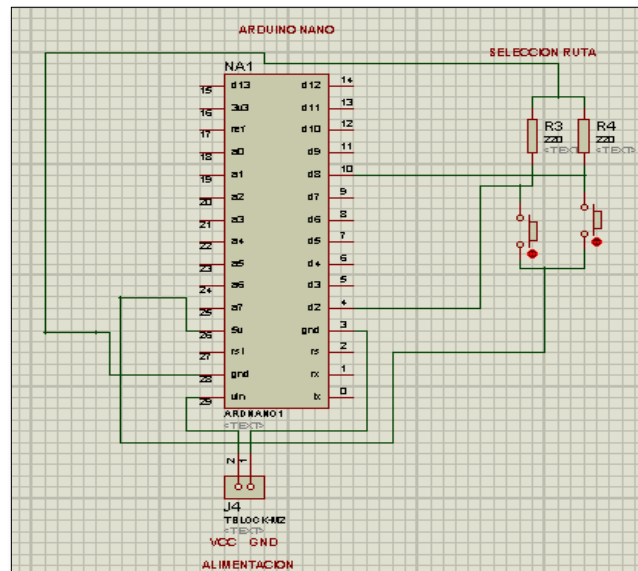


Figura 4.52 Arduino Nano
Elaborado por: El Investigador

- **Sistema de aviso de Ordenes al Usuario**

La característica que debe tener este dispositivo es que permita colocar cualquier tarjeta de memoria para cualquier dispositivo portable. A continuación

se analiza un análisis de las principales características de los diferentes módulos de audio compatibles con arduino, para determinar el que mejor se adapta a los requerimientos del sistema.

Tabla 4.4 Cuadro de Selección del dispositivo de audio

Módulo Características	SOMO 14D	Vs1053 mp3 Shield	WTM-SD
Compatible con Arduino	Si	Si	Si
Capacidad de memoria SD	2GB	De 1GB hasta 8GB	1G
Formato que Decodifica	Ad4	Mp3, WMA	Mp3
Voltaje de Alimentación	3V	5V	5V
Resistencias para conexión a arduino	470 ohm	Ninguna	230 ohm
Archivos máximos	512	Depende de la memoria SD utilizada	512
Tiene Salida a Auriculares	No	Si	No
Costo	\$35	\$25	\$28

Elaborado por: El Investigador

Selección del Módulo de Audio

El dispositivo seleccionado es el módulo vs1053 mp3 shield por su costo y sobre todo por su principal característica de tener una amplia flexibilidad en el uso de memorias SD, seguidamente se procede hacer una pequeña descripción del dispositivo seleccionado.

MÓDULO VS1053 MP3 SHIELD



Figura 4.53 Módulo vs1053 mp3 Shield

Fuente: http://www.geeetech.com/wiki/index.php/Arduino_MP3_shield_board_with_TF_card

Este módulo puede decodificar una amplia variedad de formatos como por ejemplo AAC, MP3, WMA, en esta placa se encuentra incorporado una salida de audio por medio de auriculares, esta placa viene ya acondicionada para ser utilizada con el arduino uno de entre sus características tenemos:

- Una salida de auriculares y estéreo
- Un micrófono para la grabación
- Indicador de encendido
- Una sola fuente de alimentación: 5 VDC
- Cristal de 12,288 MHz

Diagrama esquemático

Para el funcionamiento de este módulo se requiere el uso de un arduino uno, debido a los pines requeridos para su funcionamiento en el arduino de control se encuentran ocupados, por los demás bloques de funcionamiento que controla. En la Figura 4.54 se observan los pines que requiere el módulo para su funcionamiento correctos estos pines son: 2,6, 7, 8,9, 11, 12,13 que corresponden a los pines digitales del arduino uno.

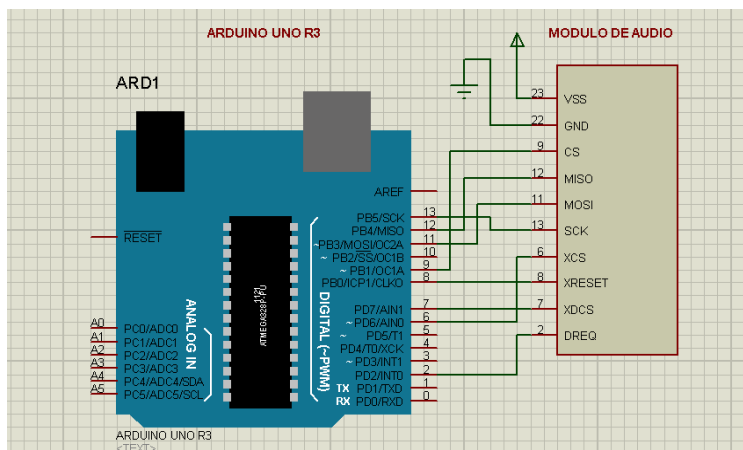


Figura 4.54 Sistema de aviso de Ordenes al Usuario

Elaborado por: El Investigador

- **Detección de desplazamiento de la persona**

Este dispositivo debe tener una alta sensibilidad al movimiento debido a que se va encontrar incorporado en un elemento rígido. En la tabla 4.5 se establecen las características de algunos acelerómetros compatibles con arduino.

Tabla 4.5 Cuadro de Selección del Acelerómetro

Módulo	ADXL345	S320250	ADXL335
Características			
Tipo de Comunicación	I2C	//	SPI
Compatibilidad con Arduino	Si	Por medio de un circuito Acondicionador	Si
Ejes que contiene	3	2	3
Sensibilidad	Alta	Media	Media
Costo	\$ 5	\$15	\$10

Elaborado por: El Investigador

Selección del sensor de Movimiento

El dispositivo seleccionado de acuerdo a la compatibilidad que tiene con arduino, además de tener un costo moderado, así como también por la alta sensibilidad que tiene es el módulo ADXL345, del cual se realiza una pequeña descripción en el siguiente apartado.

Módulo ADXL345



Figura 4.55 Módulo ADXL345

Fuente: <http://www.digikey.com/es/product-highlight/a/analog-devices/adxl345-digital-imems-motion-sensor>

Este sensor es un acelerómetro digital de 3 ejes y potencia ultra baja, mide la aceleración dinámica resultante del movimiento. El sensor de movimiento ADXL345 incorpora un chip que almacena hasta 32 conjuntos de muestra diferentes de datos de los ejes X, Y y Z. La principal ventaja de este sensor es el ahorro de energía.

Características:

- El consumo de energía aumenta automáticamente con el ancho de banda.
- Permite una resolución seleccionable por el usuario, resolución fija de 10 bits.
- Monitoreo de actividad/inactividad.
- Detección de caída libre
- Rango de voltaje de alimentación de 2.0V a 3.6V.
- Rango de voltaje de E/S: 1.7V a VS

Diagrama esquemático

En la Figura 4.56 se aprecia la conexión del sensor ADXL345 con el arduino de control el arduino nano, para ello se requiere que a los pines SDA (Línea de transferencia de Datos) y SCL (línea para sincronizar los datos) del sensor se coloque resistencias de 220 ohm, para de esta manera interactuar por medio de una comunicación I2C (Interfaz Inter Circuitos).

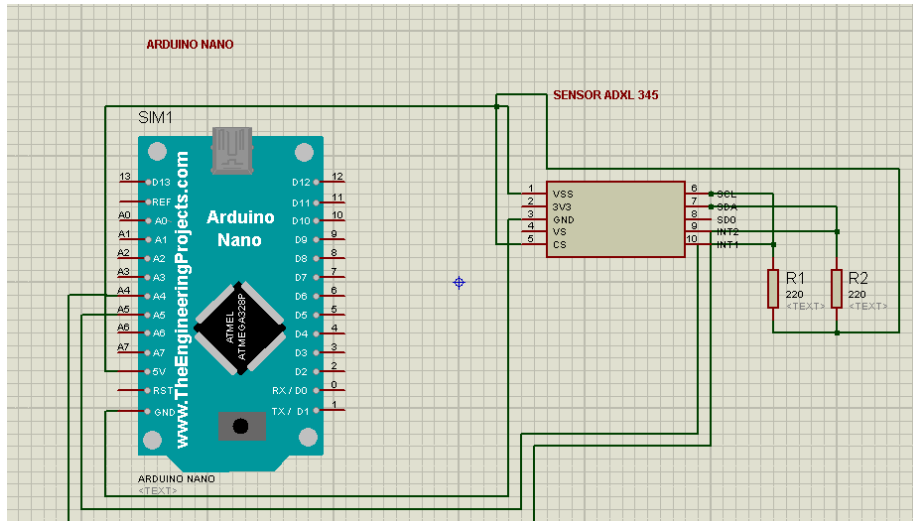


Figura 4.56 Detección de desplazamiento de la persona

Elaborado por: El Investigador

- **Detección de la presencia de vehículos**

El dispositivo a ser seleccionado debe cumplir con los siguientes requerimientos permitir detectar la presencia de un obstáculo con una alta precisión, así como también debe tener un alcance mínimo de 5m. En la tabla 4.6 se establecen unos sensores que sirven para detectar obstáculos así como también sus respectivas características.

Tabla 4.6 Cuadro de Selección del Sensor Ultrasónico

Módulo / Características	VRTU 430M	HC-SR04
Rango de medición (m)	0.6 a 6	0.5 a 5
Rango de Error	-1.5 a 1.5%	0.3%
Voltaje de Alimentación	20-30 VDC	5VDC
Rango de temperatura de Trabajo	-25 ... 70 ° C	Máximo 30°
Costo	\$30	\$10

Elaborado por: El Investigador

Selección del sensor de Distancia

Se optó por usar el sensor HC-SR04 para implementar el prototipo, debido a su característica de voltaje de alimentación su precio, y el alcance, lo convierten en un elemento óptimo para la implementación del prototipo.

HC-SR04

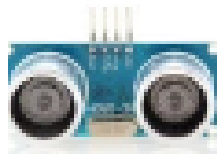


Figura 4.57 Sensor Ultrasónico

Fuente: <http://electronilab.co/tienda/sensor-de-distancia-de-ultrasonido-hc-sr04/>

El sensor ultrasónico, trabaja en la banda de los 40 kHz, puede trabajar en áreas donde se tenga completa oscuridad ya que las luces no afectan o detienen su funcionamiento.

Características:

- Tensión de alimentación: 5 Vcc
- Frecuencia de trabajo: 40 KHz
- Rango máximo: 5 m
- Rango mínimo: 0,5m
- Duración mínima del pulso de disparo (nivel TTL): 10 μ s.
- Tiempo mínimo de espera entre una medida y el inicio de otra 20ms.

Diagrama esquemático

En la Figura 4.58 se puede observar la conexión de los sensores ultrasónicos seleccionados para la detección de obstáculos, el pin que activa el funcionamiento de cada sensor se encuentra conectado al pin 8 del arduino nano mientras que los pines que reciben la distancia se encuentran conectados a diferentes pines.

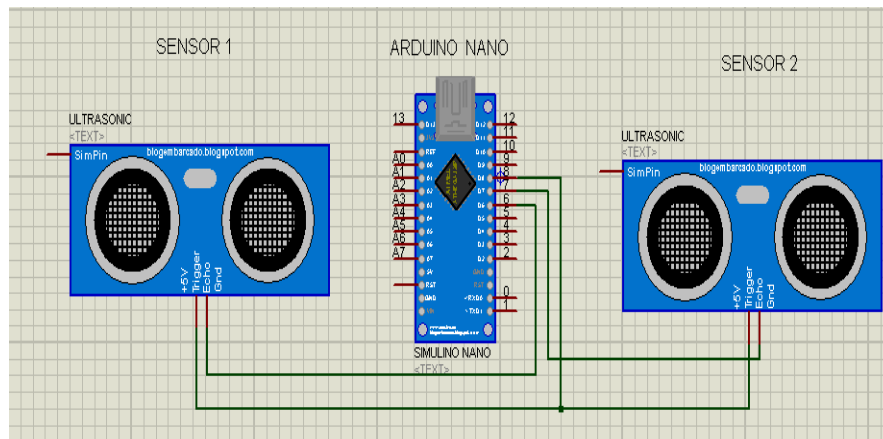


Figura 4.58 Detección de obstáculos

Elaborado por: El Investigador

• Control del desplazamiento en el paso peatonal

El dispositivo a ser seleccionado debe permitir detectar la línea de referencia que se encontrará en el paso peatonal, en la tabla 4.7 se especifican las características de unos sensores que se pueden usar para la implementación del prototipo.

Tabla 4.7 Cuadro de Selección del sensor para el paso peatonal

Módulo / Características	Sensor CNY70	HC-SR04
Rango de Detección (cm)	0.3 a 0.5	100 a 500
Voltaje de Alimentación	3.3V a 5V	5VDC
Costo	\$ 3	\$8

Elaborado por: El Investigador

Selección del Sensor para el paso peatonal

Se procede a la selección del módulo sensor CNY70, por los requerimientos del prototipo que es la detección de una línea de referencia y por su bajo costo. En el siguiente apartado se procede a realizar una descripción del dispositivo seleccionado.

Sensor CNY70



Figura 4.59 Sensor CNY70

Fuente: <http://www.vishay.com/docs/83751/cny70.pdf>

Este sensor es de corto alcance pero posee un gran precisión para la detección de colores blanco y negro, por ellos son de utilizados en la construcción de pequeños robots.

Diagrama esquemático

Los elementos necesarios para la conexión así como también la conexión del sensor CNY70 con el arduino nano se puede observar en la Figura 4.60

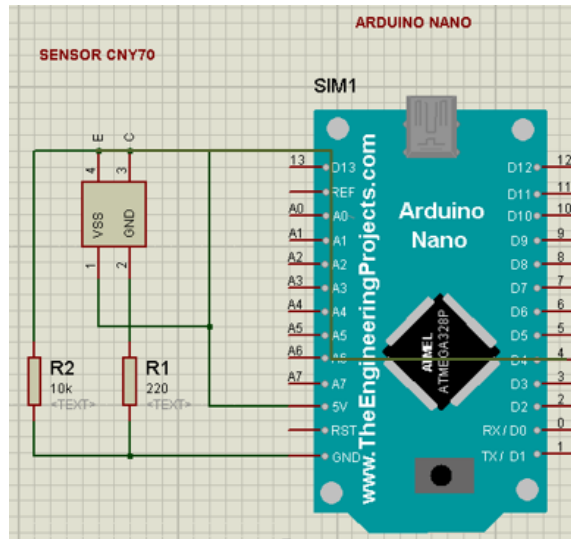


Figura 4.60 Control para el paso peatonal

Elaborado por: El Investigador

- **Comunicación Inalámbrica**

Este módulo debe permitir el envío de información de una etapa a la otra, en la tabla 4.8 se analizan las características más relevantes de los diversos módulos inalámbricos existentes.

Tabla 4.8 Cuadro de Selección del Módulo Inalámbrico

Módulo Características	Bluetooth Hc-06	RF de 433 MHZ	RF nRF24L01
	Compatible con arduino	Si	Si
Frecuencia de Trabajo	2.4 GHZ	433 MHZ	2.4GHZ
Voltaje de Alimentación	3.3V a 6V	3V a 5V	1.9V a 3.6V
Alcance (m)	5 a 10	80	70 a 100
Costo	\$10	\$5	\$15

Elaborado por: El Investigador

Selección de los módulos Inalámbricos

De acuerdo al análisis de las diferentes características de cada uno de los módulos se optó por usar el módulo de 433MHZ para implementar el prototipo, por el alcance que ofrece además de su bajo costo. A continuación se hace una pequeña descripción del módulo seleccionado.

Módulo 433MHZ



Figura 4.61 Módulos comunicación Inalámbrica

Fuente: <http://saber.patagoniatec.com/modulos-emisor-y-receptor-rf-433mhz/>

Este módulo permite realizar un enlace inalámbrico de manera simple, se le puede incorporar una antena para tener un mayor alcance, se los utiliza para realizar una comunicación unidireccional.

Diagrama esquemático

La conexión de los Sistemas de control de las dos etapas mediante los módulos de 433MHZ se observa en la Figura 4.62, los pines tanto de recepción como de transmisión se conectan a los pines digitales 3 de sus correspondientes arduinos nano.

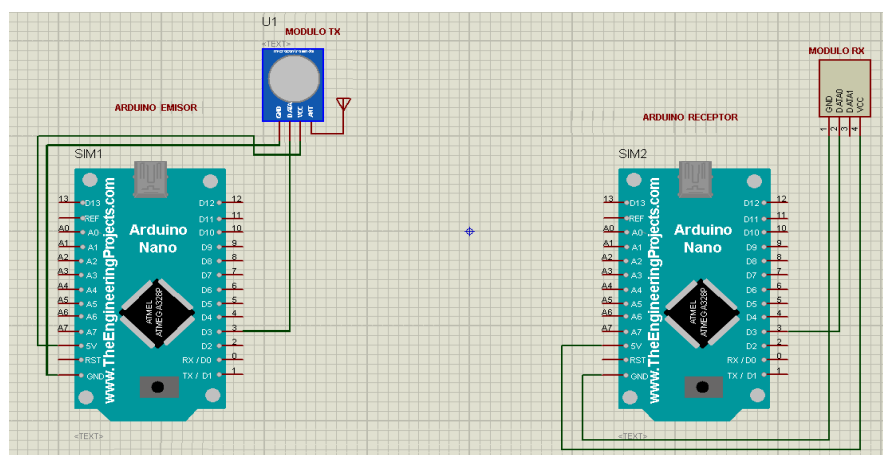


Figura 4.62 Comunicación Inalámbrica
Elaborado por: El Investigador

4.7. DIAGRAMA TOTAL

En las Figuras 4.63 y 4.64 se muestran las etapas por las cuales se encuentra conformado el prototipo, en cada etapa se muestra los diferentes módulos seleccionados anteriormente y su respectiva conexión con el sistema de control este dispositivo es el arduino nano en las dos etapas.

PRIMERA ETAPA

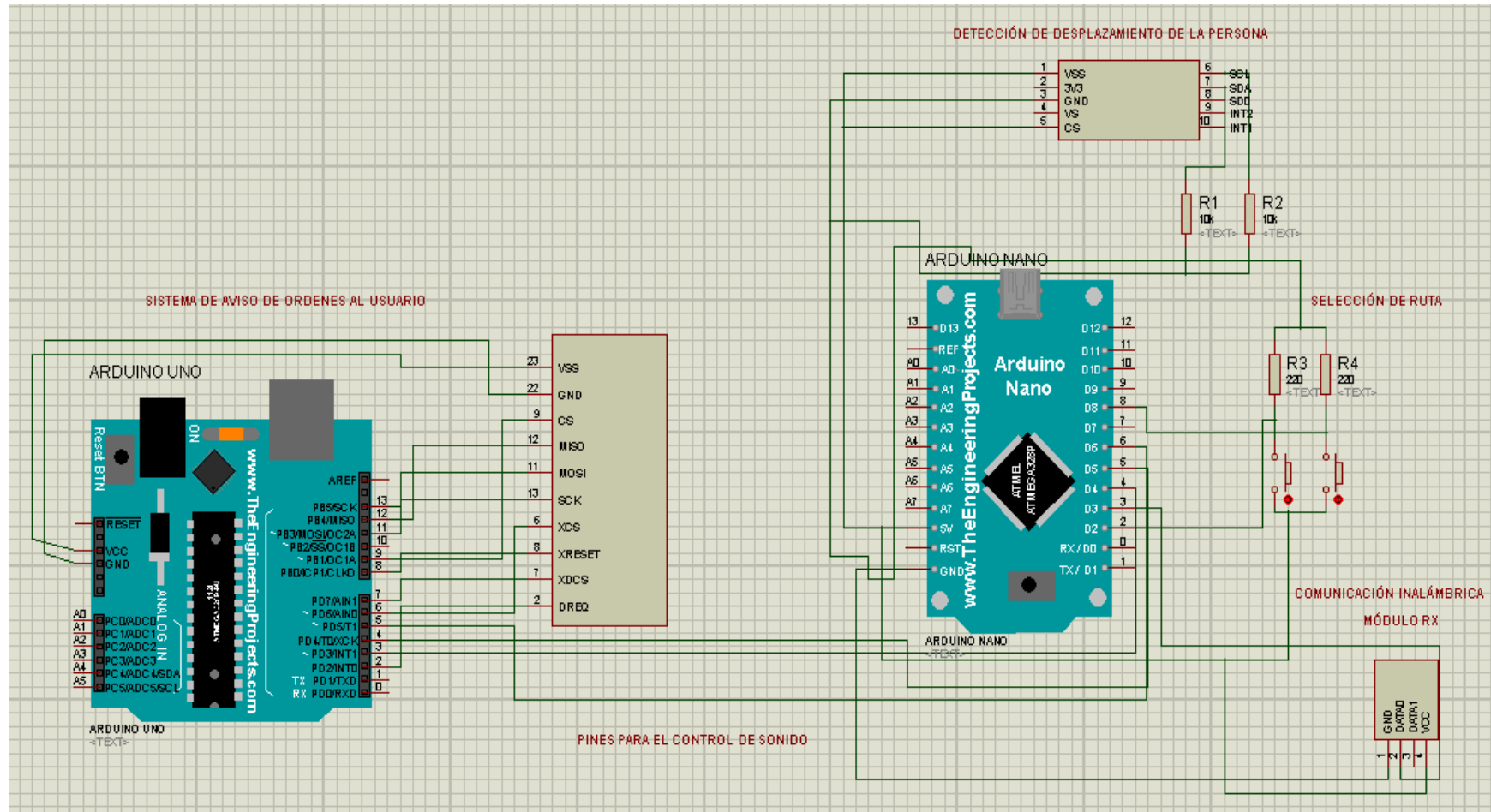


Figura 4.63 Primera etapa del Sistema
Elaborado por: El Investigador

SEGUNDA ETAPA

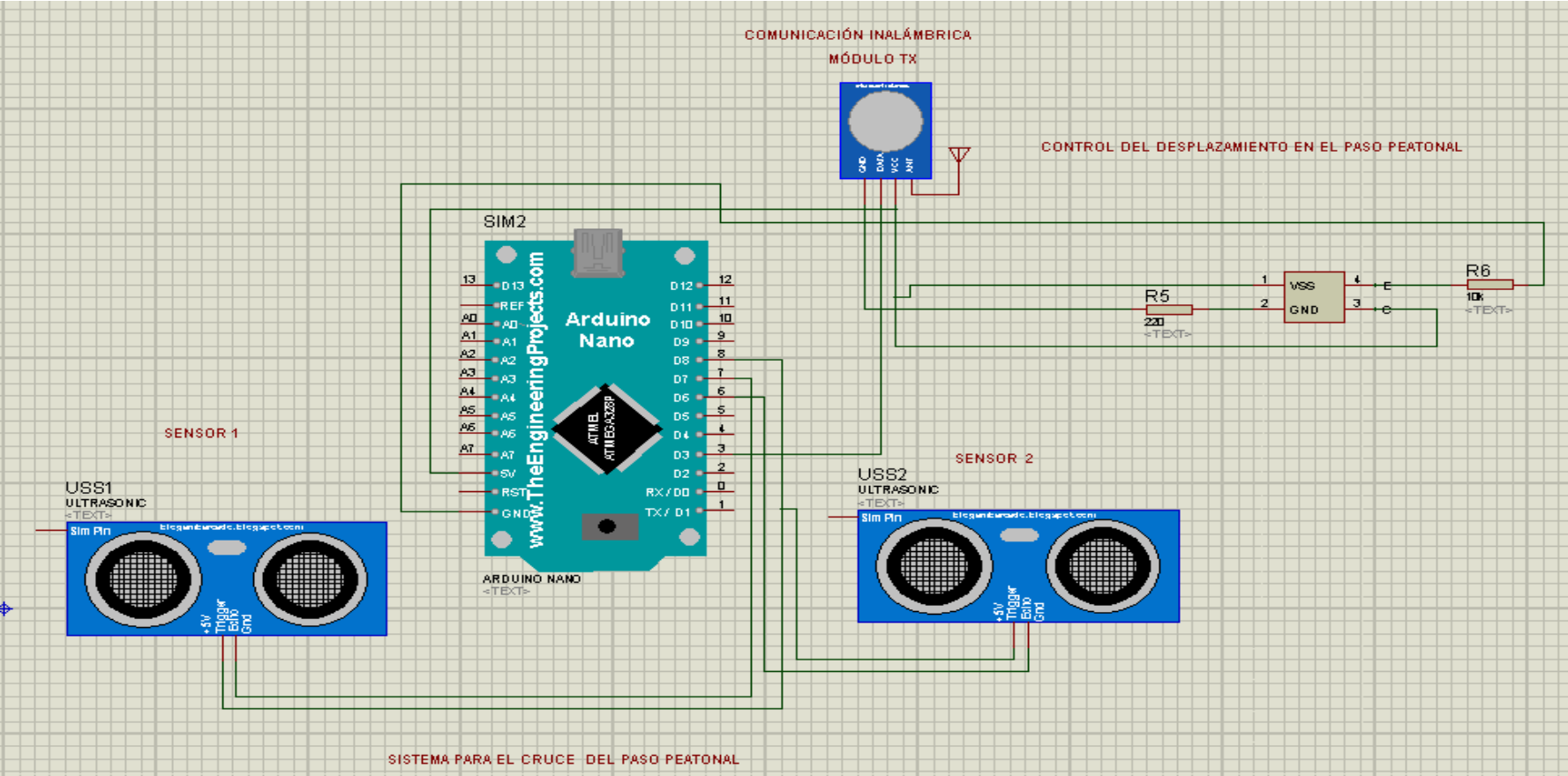


Figura 4.64 Segunda etapa del Sistema
Elaborado por: El Investigador

4.8. Placas en Ares Proteus

Una vez realizado los diagramas esquemáticos de cada uno de los elementos hacer utilizados se procede a realizar las placas en el programa Ares Proteus.

Primera Etapa Sistema de Control

El sistema de Control está conformado por el arduino nano, de igual forma con el módulo de audio, el sensor ADXL345, así como también de los dos botones que sirven para la selección de la ruta por la cual se va a desplazar el usuario y el receptor inalámbrico.

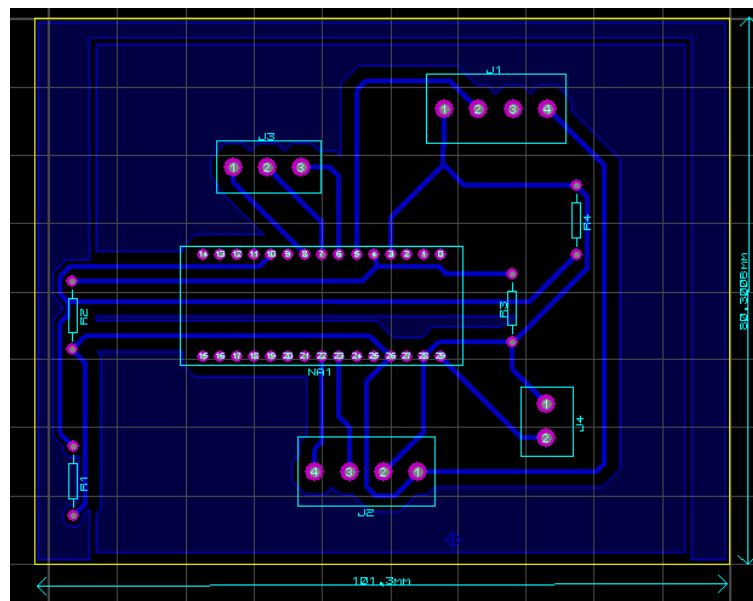


Figura 4.65 Sistema de Control de la Primera Etapa
Elaborado por: El Investigador

Segunda Parte Sistema para el Control en el Paso Peatonal

La Segunda etapa se la va a implementar en el bastón por lo que es necesario realizar dos placas una que sirve para la detección de la presencia de vehículos y la otra que permite detectar la línea de referencia para que la persona se desplace de manera recta en el paso peatonal.

Placa para la Detección de vehículos

En esta placa se encuentra conformada por: el sistema de control (arduino nano), los sensores ultrasónicos que sirven para detectar la presencia de

vehículos y el transmisor inalámbrico para el envío de los datos procesados por el arduino nano.

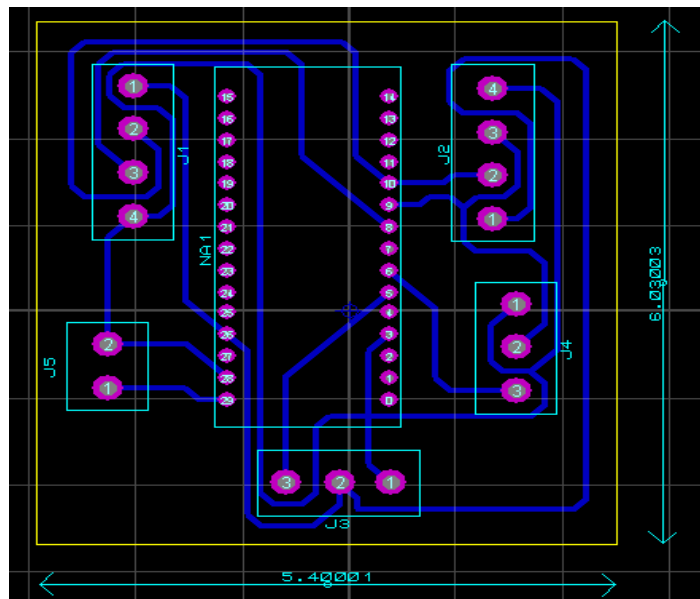


Figura 4.66 Sistema para el Control en el cruce del Paso Peatonal
Elaborado por: El Investigador

Sistema de Control para el Paso Peatonal

Esta placa se localiza en la parte inferior del bastón, debido a que es la encargada de detectar la línea de referencia que se encuentra colocada en el piso del paso peatonal, y está conformada solamente por el sensor CNY70.

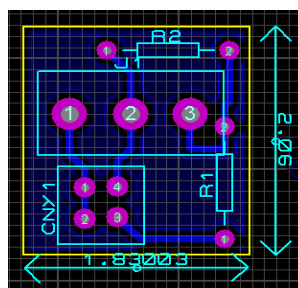


Figura 4.67 Sistema para el Control en el Paso Peatonal
Elaborado por: El Investigador

4.9. Implementación del Prototipo

En la siguiente sección se procede a la construcción del prototipo con los dispositivos seleccionados, así como también con las observaciones realizadas de cada una de las placas.

Construcción de la Primera Etapa

La construcción de la primera etapa se la hizo en una caja de madera de las siguientes dimensiones 19cmx13cmx4cm, en esta se encuentran alojados el módulo de audio con una salida de auriculares, el elemento de control que es el arduino nano, el sensor acelerómetro que permite detectar el movimiento y finalmente el receptor inalámbrico, además tiene dos botones para la selección de la ruta.

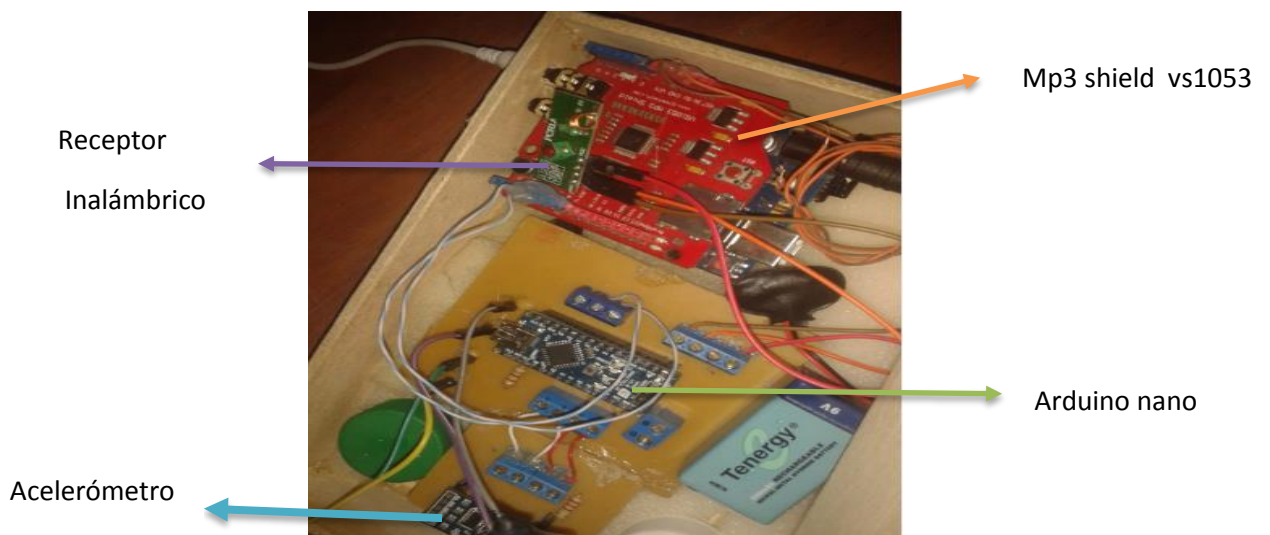


Figura 4.68 Primera Etapa
Elaborado por: El Investigador

Construcción de la Segunda Etapa

La segunda etapa está comprendida de los dos sensores ultrasónicos, un arduino nano, el sensor infrarrojo y el transmisor inalámbrico, todos estos elementos interactúan entre sí para permitir que la persona invidente transite por el paso peatonal. Los sensores ultrasónicos son los encargados de la detección de la presencia de vehículos, mientras que el sensor infrarrojo se

encarga de la detección de la línea guía, todos los datos son procesados por el arduino uno y posteriormente envía la información por el módulo inalámbrico hacia la primera etapa.

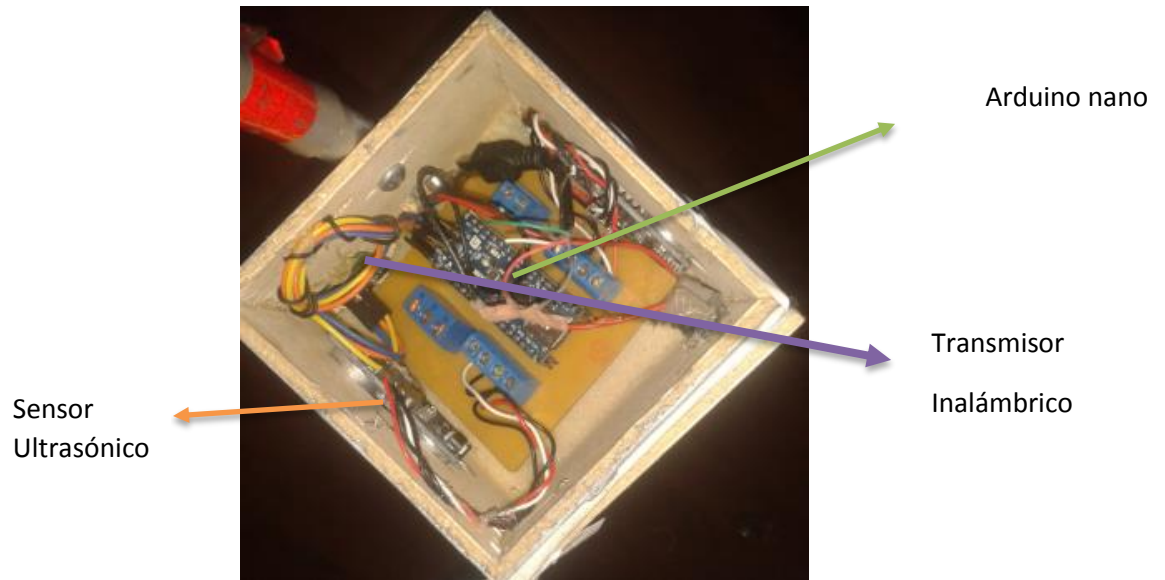


Figura 4.69 Segunda Etapa
Elaborado por: El Investigador

Prototipo Final

En la figura 4.70 se puede observar la apariencia del sistema con las dos etapas concluidas

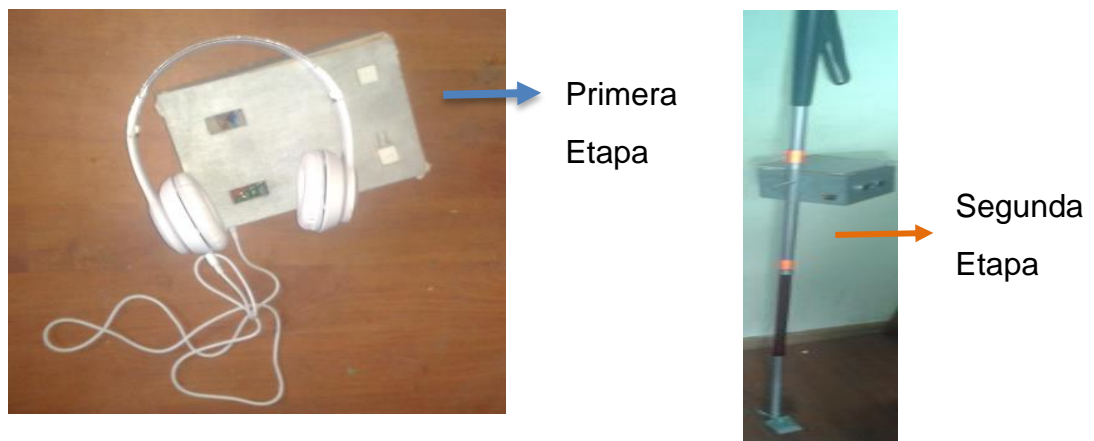
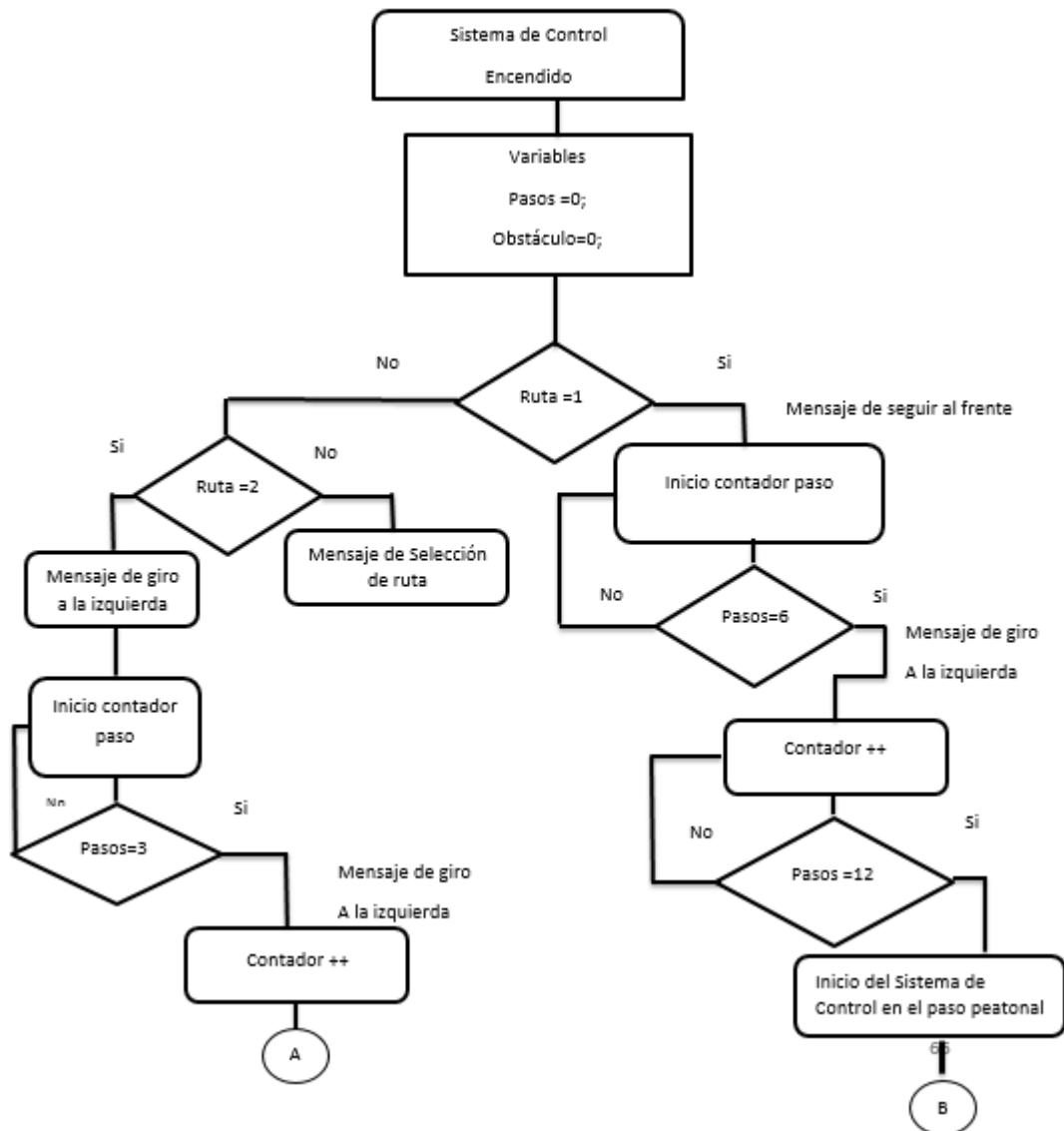


Figura 4.70 Primera y Segunda Etapa
Elaborado por: El Investigador

4.10. Diagrama de Flujo

En este punto se explica la forma en la cual se encuentra programada el sistema de control, es decir se representa las acciones que va tomando con los parámetros obtenidos de cada una de la sub-etapas, que lo conforman. El código de programa realizado en base a este diagrama de flujo se localiza en el Anexo B.



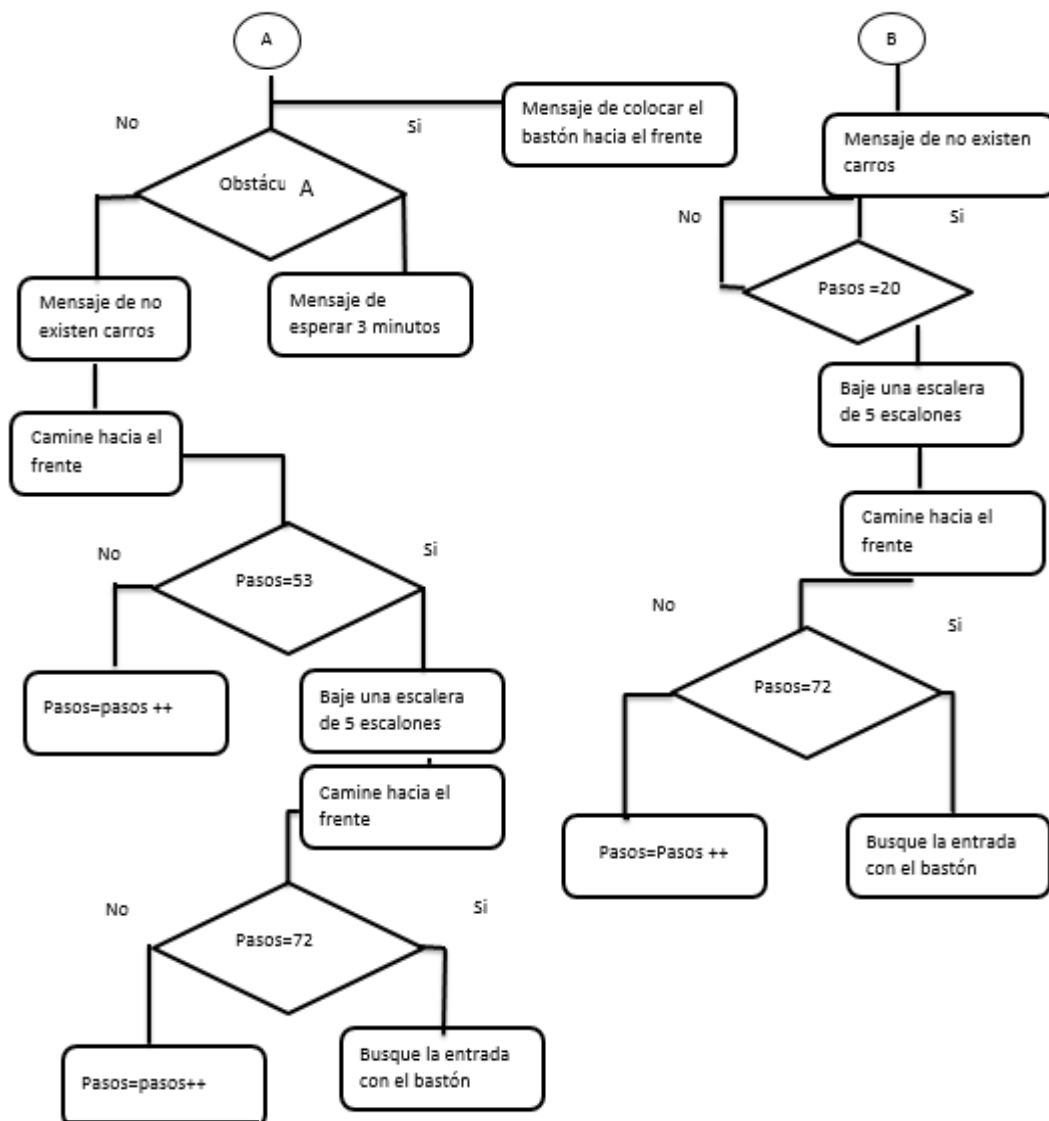


Figura 4.71 Diagrama de Flujo
Elaborado por: El Investigador

Descripción General del Funcionamiento del Sistema

El sistema se activa por medio de un interruptor, seguidamente el usuario escucha el mensaje de bienvenida al sistema, y a su vez el mensaje de selección de ruta. Una vez seleccionada la ruta empieza el conteo de los pasos que da el usuario, según el número de pasos que da el usuario se van activando los mensajes que le permitirán guiarse, una vez que se encuentra en el paso peatonal, se activa la segunda parte del sistema, la misma que

consisten en la detección de la presencia de algún vehículo, si no existe ningún vehículo se activa el mensaje de búsqueda de la línea de referencia para el cruce, caso contrario si existe la presencia de algún vehículo se activa el mensaje de espera, una vez que el usuario cruza el paso peatonal se activa el mensaje que indica la cantidad de gradas que debe bajar para poder llegar a la facultad de diseño que es en donde se encuentra la Biblioteca General de la Universidad Técnica de Ambato.

4.11. Pruebas de funcionamiento

En el siguiente apartado se tiene las figuras que correspondientes al desempeño del prototipo en cada una de las rutas fijas.

Ruta 2 (Facultad de Ciencias Humanas hacia la biblioteca General)

En la Figura 4.72 se observa desde dónde es el punto de partida para que la persona invidente, pueda desplazarse desde la Facultad de Ciencias Humanas a la Biblioteca General de la Universidad Técnica de Ambato.

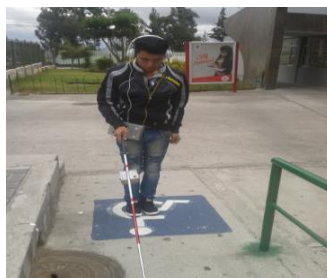


Figura 4.72 Salida de la Facultad de Ciencias Humanas

Elaborado por: El Investigador

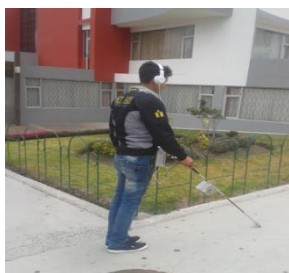


Figura 4.73 Giro de la Facultad de Ciencias Humanas

Elaborado por: El Investigador

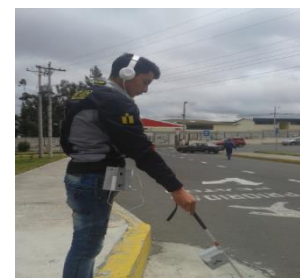


Figura 4.74 Paso peatonal hacia la Facultad de diseño

Elaborado por: El Investigador

Ruta 2 (Facultad de Jurisprudencia hacia la biblioteca General)

De la misma manera se procede a la comprobación del correcto funcionamiento de prototipo implementado para la ruta uno.



Figura 4.75 Parqueadero de la Facultad de Sistemas

Elaborado por: El Investigador



Figura 4.76 Paso peatonal a la acera de la Facultad de Ciencias Humanas

Elaborado por: El Investigador

De las pruebas de funcionamiento, se sacan algunas consideraciones a tomar en cuenta, como por ejemplo hacer la señalización del paso peatonal de forma que se pueda tener un óptimo funcionamiento del sistema, así como también mejorar el estado de las aceras por las cuales pasa las rutas que van utilizar las personas invidentes, con respecto a las pruebas de funcionamiento se requirió la calibración de los de los respectivos sensores y la correcta ubicación de la línea de referencia en los diferentes pasos peatonales.

4.11. Presupuesto

En la tabla 4.9 se especifican la cantidad de dispositivos utilizados para la implementación del prototipo con sus respectivos costos.

Tabla 4.9 Tabla de Costo de los Dispositivos

Equipos y Dispositivos		
Cantidad	Descripción	Costo
2	Arduino Nano	\$30
1	Arduino Uno	\$20
1	Módulo vs1053	\$25
1	Módulos Inalámbricos	\$5
2	Sensores Ultrasónicos	\$10
1	Sensor CNY70	\$3
1	Acelerómetro ADXL345	\$5
Total		\$98

Elaborado por: El Investigador

CAPÍTULO V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

El sistema implementado crea una autonomía en las a personas invidentes o personas con deficiencia visual ya que cuenta con dos etapas las mismas tienen un grado de precisión del 90%, el error porcentual restante se debe a factores de calibración y la ubicación cada una de las etapas del sistema.

Se desarrolló una sub-etapa inalámbrica para intercambiar datos de la segunda etapa con la primera, la misma que es una conexión punto a punto, la cual tiene como función principal la detección de vehículos en el paso peatonal.

El prototipo permite reducir notablemente el tiempo que se tarda en trasladarse el usuario a la Biblioteca General, en la actualidad se tarda 10 minutos en recorrer la ruta dos mientras que el tiempo que se tarda en recorrer la ruta uno es de 10 minutos.

Para tener un óptimo funcionamiento del sistema, se debe colocar la línea de referencia en el centro del paso peatonal, para con ello asegurarse que la persona no se va a perder la trayectoria fija programada en el sistema.

El costo del prototipo implementado es relativamente bajo, por ende se puede elaborar más ejemplares para brindar una mejor atención a las personas que presenten esta discapacidad.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda a la Dirección de Desarrollo Físico de la Universidad Técnica de Ambato.

Colocar rejas alrededor de todos los jardines por los cuales, pasan cada una de las rutas fijas, para que de esta manera las personas no videntes puedan guiarse de una manera más fácil, por las mismas.

Acondicionar todas las infraestructuras de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato, así como también implementar softwares para facilitar el desplazamiento y aprendizaje de las personas con discapacidad.

En los estacionamientos se recomienda estacionar los vehículos un metro antes de que llegue a la acera, para que las personas invidentes puedan guiarse en los bordes de las mismas con el bastón.

Estacionar los vehículos por lo menos unos dos metros antes de llegar al paso peatonal, no sobre ellos, porque obstaculizan el desplazamiento de las personas.

BIBLIOGRAFÍA O REFERENCIAS

- [1] CONADIS, «Agencia Nacional para la Igualdad de Discapacidades,» Agencia Nacional para la Igualdad de Discapacidades, 2013. [En línea]. Available: <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/09/Agenda-Nacional-para-Discapacidades.pdf>. [Último acceso: 10 Agosto 2015].
- [2] IMSERSO, «DESARROLLO DE SISTEMA DE GUIADO PARA INVIDENTES,» PAGE, España. [En línea]. Available: <http://www.imserso.es/InterPresent1/groups/imserso/documents/binario/32dgsi.pdf>
- [3] E. L. A. Cruz, «Sistema Electrónico por ultrasonido para medir distancias aplicadas a un bastón blanco,» Cuenca, 2011. [En línea] <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1080/12/UPS-CT002123.pdf>
- [4] J. M. Bustamante, «La Hora.com,» jueves 6 Noviembre 2014. [En línea]. Available: http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101747079/-1/Un_estudiante_argentino_dise%C3%B1a_zapatos_vibradores_para_guiar_a_ciegos.html#.Va_KTvl_Oko. [Último acceso: 22 07 2015].
- [5] Vicomtech-IK4, «EL Diario Vasco,» 13 enero 2015. [En línea]. Available: <http://www.diariovasco.com/gipuzkoa/201501/13/crean-para-guiar-invidentes-20150113113147.html>. [Último acceso: 22 julio 2015].
- [6] D. d. e. y. e. d. I. E. P. d. Ejèrcito, <<BASTÓN ELECTRÓNICO GUIADO PARA PERSONAS NO VIDENTES>>, Sangolqui. [En línea]. Available: <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj6XMuuDPahXKIB4KHRQmDK8QFggaMAA&url=http%3A%2F%2Frepositorio.espe.edu.ec%2Fbitstream%2F21000%2F7454%2F1%2FAC-%2520ET-ESPE-047367.pdf&usg=AFQjCNHAzvNM77wetwJJfanVyMPeI0PW Wg&bvm=bv.135974163,d.dmo>
- [7] D. Merino Herrero, <<SISTEMA DE GUIADO INTELIGENTE PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL ENTORNO DE UN CENTRO COMERCIAL MEDIANTE UNA RED DE SENSORES INALÁMBRICA Y DISPOSITIVOS MÓVILES.>> [En línea] Available: <http://www.iit.comillas.edu/pfc/resumenes/4de7e6ce91fec.pdf>

- [8] aqui haya, «características del módulo Hc-05,» 17 noviembre 2012. [En línea]. Available: <http://www.aquihayapuntes.com/indice-practicas-pic-en-c/bluetooth-hc-05.html>. [Último acceso: 23 marzo 2015].
- [9] puce, «android,» 13 mayo 2012. [En línea]. Available: <ftp://ftp.puce.edu.ec/Departamentales/DI/Centro%20de%20Informatica/InstaladoresAndroid/Documentos/Diapositivas/IntroduccionAndroid.pdf>. [Último acceso: 24 marzo 2015].
- [10] Yanchatuña L. << Visión Artificial por Alertas de Voz y Movimiento para personas con discapacidad Visual>> [En línea]. Available: http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/20348/1/Tesis_t1108ec.pdf
- [11] E. L. A. Cruz, «Sistema Electrónico por ultrasonido para medir distancias aplicadas a un bastón blanco,» Cuenca, 2011. [En línea] Available: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1080/12/UPS-CT002123.pdf>
- [12] J. M. Bustamante, «La Hora.com,» jueves 6 Noviembre 2014. [En línea]. Available: http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101747079/-1/Un_estudiante_argentino_dise%C3%B1a_zapatos_vibradores_para_guiar_a_ciegos.html#.Va_KTvl_Oko. [Último acceso: 22 07 2015].
- [13] Pomares J << Manual de Programación de Arduino>> [En línea]. Available: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/11833/1/arduino.pdf>
- [14] Wheat Dale << Arduino Internals>> pág. 15 [En línea] Available: <https://books.google.com.ec/books?id=U6EtJwBzY1oC&pg=PA15&dq=arduino+mega&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjr7cTE1tXPAhXHGx4KHAlOB10Q6AEIRzAD#v=onepage&q=arduino%20mega&f=false>
- [15] Goilav Nicolas << Arduino: Aprender a desarrollar para crear objetos inteligentes Internals>> pág. 216 [En línea] Available: https://books.google.com.ec/books?id=R6RCxQI_H6YC&pg=PA216&dq=arduino+uno&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwitnKeh1tXPAhXDkh4KHbAACoUQ6AEINTAA#v=onepage&q=arduino%20uno&f=false

- [16] Muñoz B. Xavier << Manual de Derecho de las Telecomunicaciones>> pág. 204 [En línea] Available:
https://books.google.com.ec/books?id=zUIIUhXg0K4C&pg=PA204&dq=tecnolog%C3%ADa+inal%C3%A1mbrica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjwwJfE59XPAhXlpx4KHX_4AqYQ6AEIIDAB#v=onepage&q=tecnolog%C3%ADa%20inal%C3%A1mbrica&f=false.
- [17] T. Andante, «Tecnologías Inalámbricas,» [En línea]. Available:
<http://ficus.pntic.mec.es/asab0038/index.php?/archives/15-Tecnologias-inalambricas.html>. [Último acceso: 10 Agosto 2015].
- [18] «REVISTA QUO,» [En línea]. Available:
<http://quo.mx/noticias/2013/04/03/mexicanos-crean-baston-gps-para-ciegos>. [Último acceso: 23 julio 2015].
- [19] «Teoría de la planeación,» [En línea]. Available:
http://www.ingenieria.unam.mx/~jkuri/Apunt_Planeacion_internet/TEMAII.5.pdf. [Último acceso: 29 07 2015].
- [20] A. Calvera, «Sistemas de localización y medición de distancias basados en ultrasonidos,» Abril 2010. [En línea]. Available:
<http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/9440/Proyecto-final.pdf?sequence=1>. [Último acceso: 29 julio 2015].
- [21] E. Martínez, «La Deficiencia Visual,» Elvira Martínez, [En línea]. Available: <http://www.once.es/otros/sordoceguera/HTML/capitulo01.htm>. [Último acceso: 10 Agosto 2015].
- [22] CONADIS, «Agencia Nacional para la Igualdad de Discapacidades,» Agencia Nacional para la Igualdad de Discapacidades, 2013. [En línea]. Available: <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/09/Agenda-Nacional-para-Discapacidades.pdf>. [Último acceso: 10 Agosto 2015].

[23] Edición 2012 <<Los Sensores en el automóvil>> pág.37 [En línea] Available:

<https://books.google.com.ec/books?id=wnU1d-9TjDIC&pg=PA37&dq=sensor+ultras%C3%B3nico&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjPzsmk-dXPAhWI0h4KHVX8AvMQ6AEIlzAA#v=onepage&q=sensor%20ultras%C3%B3nico&f=false>

[24] Pérez Diego <<Sensor de Distancia por Ultrasonidos>> pág.3 [En línea] Available:<http://www.alcabot.com/alcabot/seminario2006/Trabajos/DiegoPerezDeDiego.pdf>

ANEXOS

Anexo A Modelo de Entrevista Realizada

Entrevista Directa

¿Cuánto tiempo lleva trabajando o estudiando en la Universidad Técnica de Ambato?

.....

¿Con qué frecuencia acude a la Biblioteca General de la Universidad Técnica de Ambato?

.....

¿Quién le ayuda a desplazarse a la Biblioteca?

Compañeros

Guardias

Familiares

Nadie

¿Desearía tener un dispositivo electrónico que le ayude a desplazarse hacia la biblioteca General?

Sí

No

¿Cuáles de las siguientes características debería tener el dispositivo electrónico?

Dar las órdenes de forma audible

Proporcionar las órdenes por medio de vibraciones

Permitir que el usuario conozca los obstáculos presentes en la ruta

Ayudar al usuario a cruzar el paso peatonal

Debe permitir modificar las rutas en un futuro.

No debe permitir modificar las rutas.

Anexo B Código de Programación

Arduino Uno control del módulo de Audio

```
int var1 = 3;
int var2 = 4;
//int var3 = 5;

//recepcion de órdenes

int p1;
int p2;
//int p3;

//ruta 2
int ruta2;
int comunica;
int mando =0;
int escalon;
int ruta22=0;
int ruta23=0;
int ruta24=0;
int ruta25=0;
int ruta26=0;
int aux=1;
int aux1=1;
void setup() {

    //Initialize the SdCard.
    if(!sd.begin(SD_SEL, SPI_FULL_SPEED)) sd.initErrorHalt();
    // depending upon your SdCard environment, SPI_HAVE_SPEED may work better.
    if(!sd.chdir("/")) sd.errorHalt("sd.chdir");
    //start the shield
    sd.begin(SD_SEL, SPI_HALF_SPEED);
    MP3player.begin();

    // Declaración de los pines para pulsadores

    pinMode(var1, INPUT);
    pinMode(var2, INPUT);
    //pinMode(var3, INPUT);
    pinMode (mando, OUTPUT);

    Reproducir(1);
    delay (200);

}

void loop() {

    delay (500);
    p1=digitalRead(var1);
    p2=digitalRead(var2);
    // p3=digitalRead(var3);
```

```

// SELECCION DE RUTA 2
if (aux==1&&pl==HIGH&&p2==HIGH)
{
    ruta2=1;
    Reproducir(2); //selección ruta 2
    delay(500);
}
if (aux1==1&&ruta2==1&&pl==HIGH&&p2==LOW)
{
    Reproducir(3); //camine hacia el frente
    delay(1000);
    ruta22=1;
}
if (ruta22==1&&ruta2==1&&pl==LOW&&p2==HIGH)
{
    Reproducir(4); //GIRO IZQUERDA
    delay(1000);
    ruta23=1;
    aux1=0;
}
if (ruta23==1&&ruta2==1&&pl==HIGH&&p2==LOW)
{
    Reproducir(5); //GUIAR ARANDELAS
    delay(500);

    ruta22=0;
    ruta24=1;
    aux=0;
}

if (ruta24==1&&pl==HIGH&&p2==HIGH)
{
    Reproducir(6); //tres pasos
    delay(500);
    ruta23=0;
    ruta25=1;
}

if (ruta25==1&&ruta2==1&&pl==HIGH&&p2==LOW)
{
    Reproducir(7); //BASTON HACIA FRENTE
    delay(500);
    comunica=1;
    mando=1;
    ruta24=0;
}

```

```

//COMPARACIÓN DE DATOS INALAMBRICOS RECIBIDOS

if (comunica==1&pl==LOW&p2==HIGH)
{
    Reproducir(8); //no existen carros
    delay(1000);
    escalon=1;
    comunica=0;

}

else if (comunica==1&pl==HIGH&p2==HIGH)
{
    Reproducir(9); //BUSCAR LINEA GUIA
    delay(1000);
    ruta25=0;
    escalon=0;
    comunica=1;
}

else if (comunica==1&pl==HIGH&p2==LOW)
{
    Reproducir(14); //EXISTE CARRO
    delay(500);
    ruta25=0;
    escalon=0;
    comunica=1;
}

}

if (pl==HIGH&p2==LOW&escalon==1)
{

    Reproducir(3); // camine hacia el frente
    delay(500);
    comunica=0;
}

if (pl==LOW&p2==HIGH&escalon==1)
{

    Reproducir(10); // escalera de 5 escalones
    delay(500);
    comunica=0;
}

if (pl==HIGH&p2==LOW&escalon==1)
{

    Reproducir(11); // bajo la escalera
    delay(500);
    comunica=0;
}

if (pl==HIGH&p2==HIGH&escalon==1)
{

```

```
        Reproducir(12); // fin ruta
        delay(500);
        comunica=0;
    }

}

//Método de reproducción de sonido
void Reproducir (byte key_command)
{
    switch (key_command)
    {

        case 1:
            MP3player.playTrack(1);
            break;
        case 2:
            MP3player.playTrack(2);
            break;
        case 3:
            MP3player.playTrack(3);
            break;
        case 4:
            MP3player.playTrack(4);
            break;
        case 5:
            MP3player.playTrack(5);
            break;
        case 6:
            MP3player.playTrack(6);
            break;
        case 7:
            MP3player.playTrack(7);
            break;
        case 8:
            MP3player.playTrack(8);
            break;
        case 9:
            MP3player.playTrack(9);
            break;
    }
}
```

```

    case 10:
    MP3player.playTrack(10);
    break;
    case 11:
    MP3player.playTrack(11);
    break;
    case 12:
    MP3player.playTrack(12);
    break;
    case 13:
    MP3player.playTrack(13);
    break;
    case 14:
    MP3player.playTrack(14);
    break;
    case 15:
    MP3player.playTrack(15);
    break;
    case 40:
    MP3player.playTrack(40);
    break;
    case 50:
    MP3player.playTrack(50);
    break;
}

}

void Configuracion_Init_MP3()
{
    //MP3player.vs_init();
    //Initialize the SdCard.
    if(!sd.begin(SD_SEL, SPI_FULL_SPEED)) sd.initErrorHalt();
    // depending upon your SdCard environment, SPI_HAVE_SPEED may work better.
    if(!sd.chdir("/")) sd.errorHalt("sd.chdir");
    //start the shield
    sd.begin(SD_SEL, SPI_HALF_SPEED);
    MP3player.begin();
    MP3player.setVolume(255, 255);
    //MP3player.setPlaySpeed(playspeed);
}

```

CÓDIGO DEL ARDUINO DE CONTROL

```
#include <Wire.h>
#include <VirtualWire.h>
//RECEPCION DE INFORMACION INALAMBRICA
byte message[VW_MAX_MESSAGE_LEN];
byte messageLength = VW_MAX_MESSAGE_LEN;

#define accel_module (0x53)
byte values[6] ;
char output[512];
int contador;
int pasos;

//Selección de Ruta
int pin2=2;
int pin3=8;
int p2;
int p3;

// Pines de control de audio

int var1=4;
int var2=5;
//int var3=7;

// COMUNICACION
int comunica;
```

```

int bus;
int nocar;
int sicar;
int inalam;

//RUTA 2
int ruta2;
int rutil;
int ruta;
int ruta22=0;
int ruta23=0;
int ruta24=0;
int ruta25=0;
int ruta26=0;
int ruta27=0;
int ruta28=0;
//int mando=7;
int aux;
int aux1=0;

void setup() {

    Wire.begin();
    Serial.begin(9600);
    Wire.beginTransmission(accel_module);
    Wire.write(0x2D);
    Wire.write(0);

    Wire.endTransmission();
    Wire.beginTransmission(accel_module);
    Wire.write(0x2D);
    Wire.write(16);
    Wire.endTransmission();
    Wire.beginTransmission(accel_module);
    Wire.write(0x2D);
    Wire.write(8);
    Wire.endTransmission();

    //ESTABLECER COMO SALIDA
    pinMode (var1, OUTPUT);
    pinMode (var2, OUTPUT);
    //pinMode (var3, OUTPUT);

    // PINES PARA SELECCION DE RUTA
    pinMode(pin2, INPUT);
    pinMode(pin3, INPUT);
    //pinMode (mando, INPUT);

    //CONFIGURACION DE PINES RADIO FRECUENCIA

    Serial.begin(9600); // Configuramos la conexion serie con el ordenador
    vw_set_ptt_inverted(true); // Requerido por el modulo RF
    vw_setup(2000); // Velocidad de conexion bps
    vw_set_rx_pin(3); // Pin en el que conectamos la patilla data del receptor

```

```

vw_rx_start(); // Arrancamos el receptor

}

void loop() {

  ruta= rutaselecta();
  delay (500);
  pasos=contadorpasos();
  delay (500);
  inalam = dato();

  // SELECCION RUTA 2

  if(ruta==1){
    delay (500);
    digitalWrite(var1, HIGH);
    digitalWrite(var2, HIGH); //seleccion ruta 2
    // digitalWrite(var3, HIGH);
    ruta2=1;
    ruta1=0;
    ruta22=1;
  }

  .
  if (ruta22==1&&ruta2==1)
  {
    delay (500);
    digitalWrite(var1, HIGH);
    digitalWrite(var2, LOW);//camine hacia el frente
    //digitalWrite(var3, LOW);
    delay (500);
  }
  if(ruta2==1&&pasos==3)
  {
    delay (500);
    digitalWrite(var1, LOW);
    digitalWrite(var2, HIGH);//giro izquierda
    // digitalWrite(var3, LOW);
    ruta22=0;
    ruta23=1;

  }
  if(ruta23==1&&pasos==4)
  {
    delay (1000);
    digitalWrite(var1, HIGH);
    digitalWrite(var2, LOW);//GUIAR ARANDELAS

  }
}

```

```

        if(ruta2==1&&pasos==6)
        {
            delay (500);
            digitalWrite(var1, HIGH);
            digitalWrite(var2, HIGH);// tres pasos
// digitalWrite(var3, HIGH);
            ruta23=0;
            ruta24=1;

        }

        if(ruta24==1&&pasos==9)
        {
            delay (500);
            digitalWrite(var1, HIGH);
            digitalWrite(var2, LOW);// coloque baston
// digitalWrite(var3, HIGH);

            comunica=1;
            delay (500);

        }
        if(comunica==1){
            if(inalam=='0'&&ruta2==1)
            {
                delay (500);



---


                digitalWrite(var1, LOW);
                digitalWrite(var2, HIGH);
// digitalWrite(var3, HIGH);
// Serial.print("NOEXITECARROS");

                ruta24=0;
                ruta25=1;

            }

        }
    else if (inalam=='1'&&ruta2==1)
    {
        delay(500);
        digitalWrite(var1, HIGH);
        digitalWrite(var2, HIGH);
// digitalWrite(var3, LOW);
// Serial.print("BUSCAR ");
        ruta24=0;

    }
    else if(inalam=='2'&&ruta2==1)
    {
        delay (500);
        digitalWrite(var1, LOW);
        digitalWrite(var2, HIGH);

```

```

int contadorpasos (){

    int xyzregister = 0x32;
int x, y, z;

Wire.beginTransmission(accel_module);
Wire.write(xyzregister);
Wire.endTransmission();

Wire.beginTransmission(accel_module);
Wire.requestFrom(accel_module, 6);

int i = 0;
while(Wire.available()){
values[i] = Wire.read();
i++;
}
Wire.endTransmission();

x = (((int)values[1]) << 8) | values[0];
y = (((int)values[3])<< 8) | values[2];
z = (((int)values[5]) << 8) | values[4];

```

CÓDIGO PARA EL CRUCE PEATONAL

```

| #include <VirtualWire.h> //librería para la comunicación

// VARIABLES de los sensores ultrasónicos

const int pingTrigger = 8;
const int Sensor_1 = 7;
const int Sensor_2 = 6;
int recepdis;

//variable para el sensor infrarrojo
int Infra;
int dato =0;

void setup() {
    Serial.begin(9600); // inicio del serial
    vw_set_ptt_inverted(true); // Requerido por el modulo RF
    vw_setup(2000); // Velocidad de conexión bps
    vw_set_tx_pin(3); // Pin de transmisor

    // INICIALIZACIÓN SENSOR ULTRASÓNICO

    pinMode(pingTrigger, OUTPUT);
    pinMode(Sensor_1, INPUT);
    pinMode(Sensor_2, INPUT);
}

void loop() {

```

Anexo C Datasheet del Sensor ADXL345



3-Axis, $\pm 2\text{ g}/\pm 4\text{ g}/\pm 8\text{ g}/\pm 16\text{ g}$ Digital Accelerometer

Data Sheet

ADXL345

FEATURES

- Ultralow power: as low as 23 μA in measurement mode and 0.1 μA in standby mode at $V_{DD} = 2.5\text{ V}$ (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 $\pm 16\text{ g}$ (maintaining 4 mg/LSB scale factor in all g ranges)
- Patent pending, embedded memory management system with FIFO technology minimizes host processor load
- Single 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_{DD}
- SPI (3- and 4-wire) and I²C 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°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
- Harddisk drive (HDD) protection

GENERAL DESCRIPTION

The ADXL345 is a small, thin, ultralow power, 3-axis accelerometer with high resolution (13-bit) measurement at up to $\pm 16\text{ g}$. Digital output data is formatted as 16-bit two's complement and is accessible through either a SPI (3- or 4-wire) or I²C 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 (3.9 mg/LSB) enables measurement of inclination changes less than 1.0° .

Several special sensing functions are provided. Activity and inactivity sensing detect the presence or lack of motion by comparing the acceleration on any axis with user-set thresholds. Tap sensing detects single and double taps in any direction. Free-fall sensing detects if the device is falling. These functions can be mapped individually to either of two interrupt output pins. An integrated, patent pending memory management system with a 32-level first in, first out (FIFO) buffer can be used to store data to minimize host processor activity and lower overall system power consumption.

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

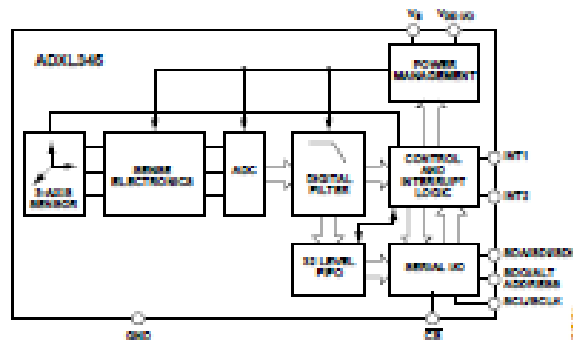


Figure 1.

Rev. D
Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for losses, or 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.

[Document Feedback](#)

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
Tel: 781.329.4700 ©2009–2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved.
[Technical Support](#) www.analog.com

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Table 2.

Parameter	Rating
Acceleration	
Any Axis, Unpowered	10,000 g
Any Axis, Powered	10,000 g
V _S	−0.3 V to +3.9 V
V _{DDIO}	−0.3 V to +3.9 V
Digital Pins	−0.3 V to V _{DDIO} + 0.3 V or 3.9 V, whichever is less
All Other Pins	−0.3 V to +3.9 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	θ _{JA}	θ _{JC}	Device Weight
14-Terminal LGA	150°C/W	85°C/W	30 mg

PACKAGE INFORMATION

The information in Figure 2 and Table 4 provide details about the package branding for the ADXL345. For a complete listing of product availability, see the Ordering Guide section.

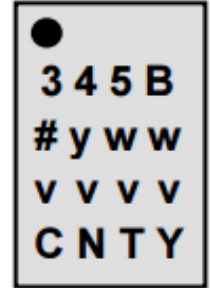


Figure 2. Product Information on Package (Top View)

Table 4. Package Branding Information

Branding Key	Field Description
345B	Part identifier for ADXL345
#	RoHS-compliant designation
yww	Date code
vvvv	Factory lot code
CNTY	Country of origin

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

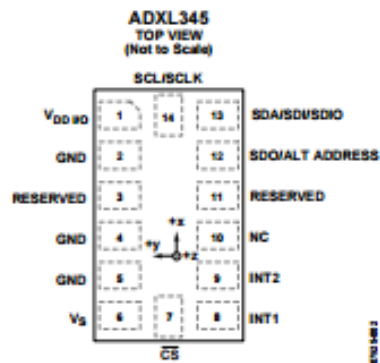


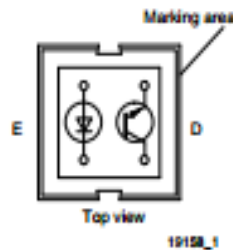
Figure 3. Pin Configuration (Top View)

Table 5. Pin Function Descriptions

Pin No.	Mnemonic	Description
1	V _{DDIO}	Digital Interface Supply Voltage.
2	GND	This pin must be connected to ground.
3	RESERVED	Reserved. This pin must be connected to V _S or left open.
4	GND	This pin must be connected to ground.
5	GND	This pin must be connected to ground.
6	V _S	Supply Voltage.
7	\overline{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 (SPI 4-Wire)/Alternate I ² C Address Select (I ² C).
13	SDA/SDI/SDIO	Serial Data (I ² C)/Serial Data Input (SPI 4-Wire)/Serial Data Input and Output (SPI 3-Wire).
14	SCL/SCLK	Serial Communications Clock. SCL is the clock for I ² C, and SCLK is the clock for SPI.

Anexo D Datasheet del Sensor CNY70

Reflective Optical Sensor with Transistor Output



DESCRIPTION

The CNY70 is a reflective sensor that includes an infrared emitter and phototransistor in a leaded package which blocks visible light.

FEATURES

- Package type: leaded
- Detector type: phototransistor
- Dimensions (L x W x H in mm): 7 x 7 x 6
- Peak operating distance: < 0.5 mm
- Operating range within > 20 % relative collector current: 0 mm to 5 mm
- Typical output current under test: $I_C = 1 \text{ mA}$
- Emitter wavelength: 950 nm
- Daylight blocking filter
- Lead (Pb)-free soldering released
- Material categorization: For definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912



RoHS
COMPLIANT

APPLICATIONS

- Optoelectronic scanning and switching devices i.e., index sensing, coded disk scanning etc. (optoelectronic encoder assemblies).

PRODUCT SUMMARY

PART NUMBER	DISTANCE FOR MAXIMUM CTR_{rel} (1) (mm)	DISTANCE RANGE FOR RELATIVE $I_{out} > 20\%$ (mm)	TYPICAL OUTPUT CURRENT UNDER TEST (2) (mA)	DAYLIGHT BLOCKING FILTER INTEGRATED
CNY70	0	0 to 5	1	Yes

Notes

- (1) CTR: current transference ratio, I_{out}/I_{in}
 (2) Conditions like in table basic characteristics/sensors

ORDERING INFORMATION

ORDERING CODE	PACKAGING	VOLUME (1)	REMARKS
CNY70	Tube	MOQ: 4000 pcs, 80 pcs/tube	-

Note

- (1) MOQ: minimum order quantity

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_{amb} = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise specified)

PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
COUPLER				
Total power dissipation	$T_{amb} \leq 25^\circ\text{C}$	P_{tot}	200	mW
Ambient temperature range		T_{amb}	- 40 to + 85	$^\circ\text{C}$
Storage temperature range		T_{stg}	- 40 to + 100	$^\circ\text{C}$
Soldering temperature	Distance to case 2 mm, t \leq 5 s	T_{sd}	260	$^\circ\text{C}$
INPUT (EMITTER)				
Reverse voltage		V_R	5	V
Forward current		I_F	50	mA
Forward surge current	$t_p \leq 10 \mu\text{s}$	I_{FSM}	3	A
Power dissipation	$T_{amb} \leq 25^\circ\text{C}$	P_V	100	mW
Junction temperature		T_j	100	$^\circ\text{C}$

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, unless otherwise specified)				
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
OUTPUT (DETECTOR)				
Collector emitter voltage		V_{CEO}	32	V
Emitter collector voltage		V_{ECO}	7	V
Collector current		I_C	50	mA
Power dissipation	$T_{amb} \leq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	P_V	100	mW
Junction temperature		T_J	100	$^{\circ}\text{C}$

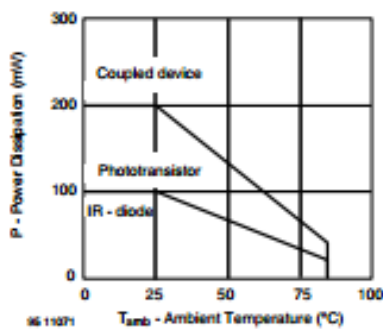
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS


Fig. 1 - Power Dissipation vs. Ambient Temperature

BASIC CHARACTERISTICS ($T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, unless otherwise specified)						
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
COUPLER						
Collector current	$V_{CE} = 5\text{ V}$, $I_F = 20\text{ mA}$, $d = 0.3\text{ mm}$ (figure 1)	$I_C^{(1)}$	0.3	1.0		mA
Cross talk current	$V_{CE} = 5\text{ V}$, $I_F = 20\text{ mA}$, (figure 2)	$I_{CX}^{(2)}$			600	nA
Collector emitter saturation voltage	$I_F = 20\text{ mA}$, $I_C = 0.1\text{ mA}$, $d = 0.3\text{ mm}$ (figure 1)	$V_{CEsat}^{(2)}$			0.3	V
INPUT (EMITTER)						
Forward voltage	$I_F = 50\text{ mA}$	V_F		1.25	1.6	V
Radiant intensity	$I_F = 50\text{ mA}$, $t_p = 20\text{ ms}$	I_e			7.5	mW/sr
Peak wavelength	$I_F = 100\text{ mA}$	λ_p	940			nm
Virtual source diameter	Method: 63 % encircled energy	d		1.2		mm
OUTPUT (DETECTOR)						
Collector emitter voltage	$I_C = 1\text{ mA}$	V_{CEO}	32			V
Emitter collector voltage	$I_C = 100\text{ }\mu\text{A}$	V_{ECO}	5			V
Collector dark current	$V_{CE} = 20\text{ V}$, $I_F = 0\text{ A}$, $E = 0\text{ lx}$	I_{CEO}			200	nA

Notes

(1) Measured with the "Kodak neutral test card", white side with 90 % diffuse reflectance

(2) Measured without reflecting medium

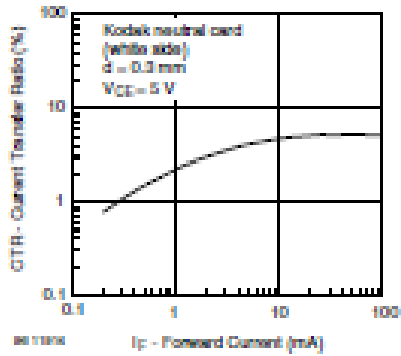


Fig. 7 - Current Transfer Ratio vs. Forward Current

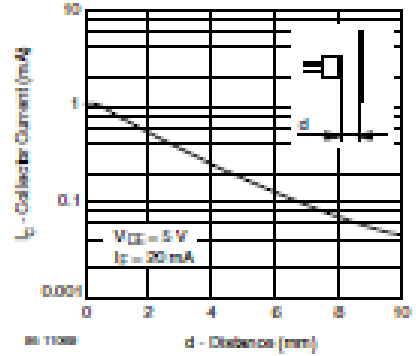


Fig. 9 - Collector Current vs. Distance

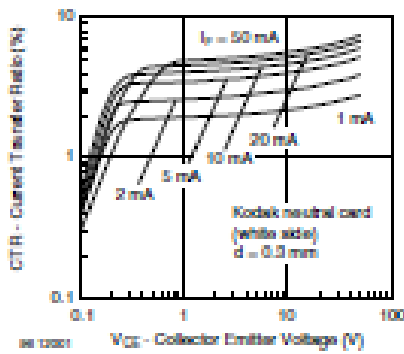


Fig. 8 - Current Transfer Ratio vs. Collector Emitter Voltage

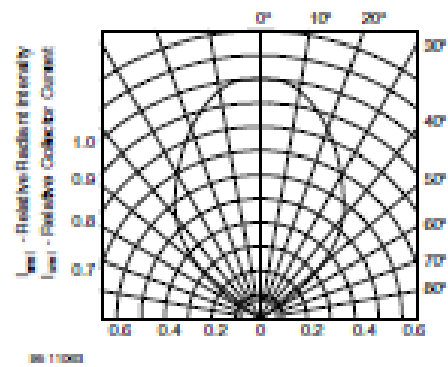


Fig. 10 - Relative Radiant Intensity/Collector Current vs. Angular Displacement

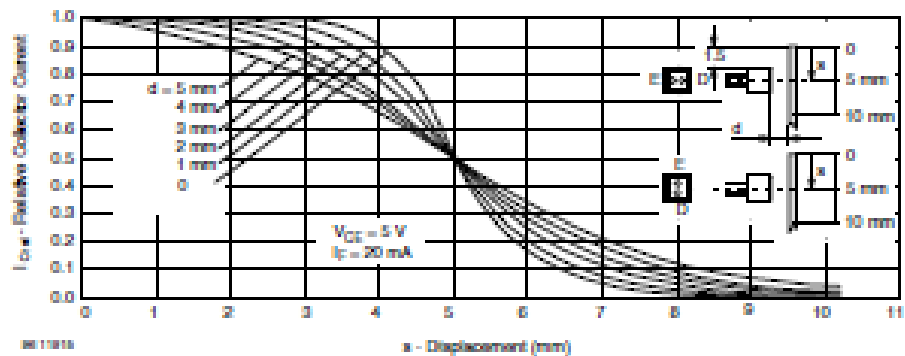


Fig. 11 - Relative Collector Current vs. Displacement

Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

Product features:

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The modules includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
- (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
- (3) IF the signal back, through high level , time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

Test distance = (high level time * velocity of sound (340M/S) / 2,

Wire connecting direct as following:

- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- 0V Ground

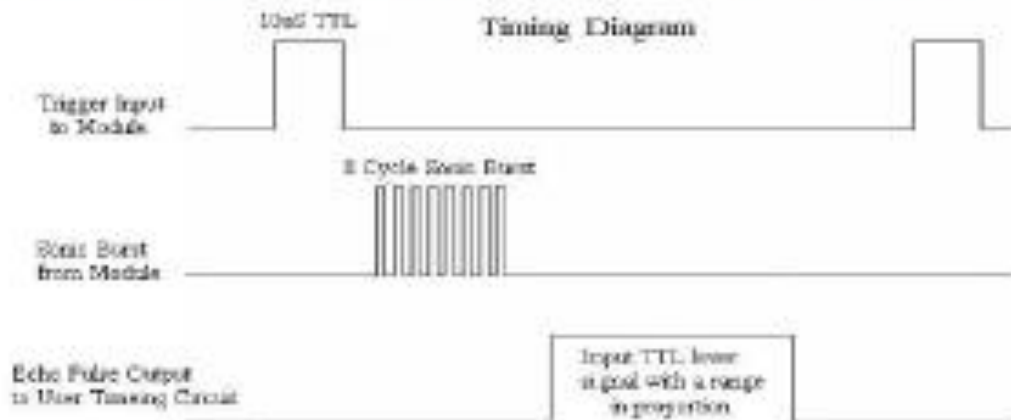
Electric Parameter

Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
Measuring Angle	15 degree
Trigger Input Signal	10us TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm



Timing diagram

The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10 μ s pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasound at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion. You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula: $\mu\text{s} / 58 = \text{centimeters}$ or $\mu\text{s} / 148 = \text{inch}$; or: the range = high level time * velocity (340M/S) / 2; we suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.





VS1053b Datasheet

VS1053b - Ogg Vorbis/MP3/AAC/WMA/FLAC/ MIDI AUDIO CODEC CIRCUIT

Features

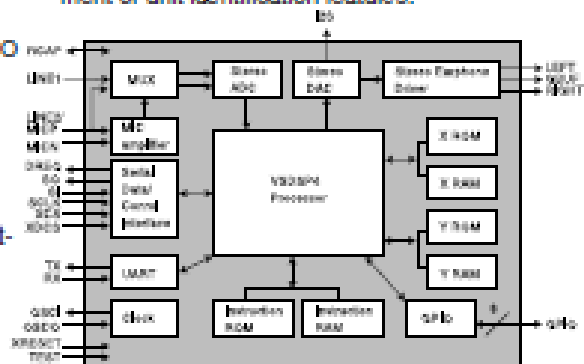
- Decodes
 - Ogg Vorbis;
 - MP3 – MPEG 1 & 2 audio layer III (CBR +VBR +ABR);
 - MP1/MP2 – layers I & II optional;
 - MPEG4/2 AAC-LC(+PNS),
 - HE-AAC v2 (Level 3) (SBR + PS);
 - WMA 4.0/4.1/7/8/9 all profiles (5-384 kbps);
 - General MIDI 1 / SP-MIDI format 0 files;
 - FLAC with software plugin;
 - WAV (PCM + IMA ADPCM)
- Encodes Ogg Vorbis w/ software plugin
- Encodes stereo IMA ADPCM / PCM
- Streaming support for MP3 and WAV
- EarSpeaker Spatial Processing
- Bass and treble controls
- Operates with a single 12..13 MHz clock
- Can also be used with a 24..26 MHz clock
- Internal PLL clock multiplier
- Low-power operation
- High-quality on-chip stereo DAC with no phase error between channels
- Zero-cross detection for smooth volume change
- Stereo earphone driver capable of driving a 30 Ω load
- Quiet power-on and power-off
- I2S output interface for external DAC
- Separate voltages for analog, digital, I/O
- On-chip RAM for user code and data
- Serial control and data interfaces
- Can be used as a slave co-processor
- SPI flash boot for special applications
- UART for debugging purposes
- New functions may be added with software and upto 8 GPIO pins
- Lead-free RoHS-compliant package

Description

VS1053b is an Ogg Vorbis/MP3/AAC/WMA/FLAC/WAV/MIDI audio decoder as well as an PCM/IMA ADPCM/Ogg Vorbis encoder on a single chip. It contains a high-performance, proprietary low-power DSP processor core VS_DSP⁴, data memory, 16 KIB instruction RAM and 0.5+ KIB data RAM for user applications running simultaneously with any built-in decoder, serial control and input data interfaces, upto 8 general purpose I/O pins, an UART, as well as a high-quality variable-sample-rate stereo ADC (mic, line, line + mic or 2xline) and stereo DAC, followed by an earphone amplifier and a common voltage buffer.

VS1053b receives its input bitstream through a serial input bus, which it listens to as a system slave. The input stream is decoded and passed through a digital volume control to an 18-bit oversampling, multi-bit, sigma-delta DAC. The decoding is controlled via a serial control bus. In addition to the basic decoding, it is possible to add application specific features, like DSP effects, to the user RAM memory.

Optional factory-programmable unique chip ID provides basis for digital rights management or unit identification features.



4.3 Analog Characteristics

Unless otherwise noted: AVDD=3.3V, CVDD=1.8V, KVDD=2.8V, REF=1.65V, TA=-30..+85°C, XTALI=12..13MHz, Internal Clock Multiplier 3.5x. DAC tested with 1307.894 Hz full-scale output sinewave, measurement bandwidth 20..20000 Hz, analog output load: LEFT to GBUF 30 Ω, RIGHT to GBUF 30 Ω. Microphone test amplitude 48 mVpp, f_s=1 kHz, Line input test amplitude 2.52 Vpp, f_s=1 kHz.

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
DAC Resolution			18		bits
Total Harmonic Distortion	THD			0.07	%
Third Harmonic Distortion				0.02	%
Dynamic Range (DAC unmuted, A-weighted)	IDR		100		dB
S/N Ratio (full scale signal)	SNR		94		dB
Interchannel Isolation (Cross Talk), 600Ω + GBUF			80		dB
Interchannel Isolation (Cross Talk), 30Ω + GBUF			53		dB
Interchannel Gain Mismatch		-0.5		0.5	dB
Frequency Response		-0.1		0.1	dB
Full Scale Output Voltage (Peak-to-peak)		1.64	1.85 ¹	2.08	Vpp
Deviation from Linear Phase				5	°
Analog Output Load Resistance	AOLR	16	30 ²		Ω
Analog Output Load Capacitance				100	pF
Microphone input amplifier gain	MICG		26		dB
Microphone input amplitude			48	140 ³	mVpp AC
Microphone Total Harmonic Distortion	MTHD		0.03	0.07	%
Microphone S/N Ratio	MSNR	60	70		dB
Microphone input impedances, per pin			45		kΩ
Line input amplitude			2500	2800 ³	mVpp AC
Line input Total Harmonic Distortion	LTHD		0.005	0.014	%
Line input S/N Ratio	LSNR	85	90		dB
Line input impedance			80		kΩ

¹ 3.0 volts can be achieved with +-to-+ wiring for mono difference sound.

² AOLR may be much lower, but below Typical distortion performance may be compromised.

³ Above typical amplitude the Harmonic Distortion increases.

7.3.3 SDI in VS1001 Compatibility Mode (deprecated, do not use in new designs)

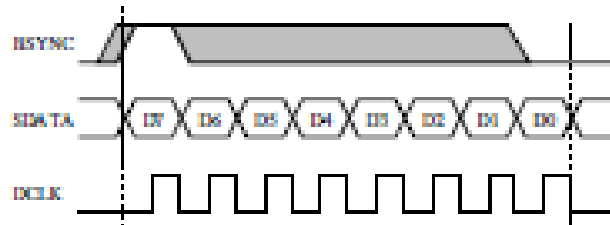


Figure 7: SDI in VS1001 Mode - one byte transfer. Do not use in new designs!

When VS1053b is running in VS1001 compatibility mode, a BSYNC signal must be generated to ensure correct bit-alignment of the input bitstream, as shown in Figures 7 and 8.

The first DCLK sampling edge (rising or falling, depending on selected polarity), during which the BSYNC is high, marks the first bit of a byte (LSB, if LSB-first order is used, MSB, if MSB-first order is used). If BSYNC is '1' when the last bit is received, the receiver stays active and next 8 bits are also received.

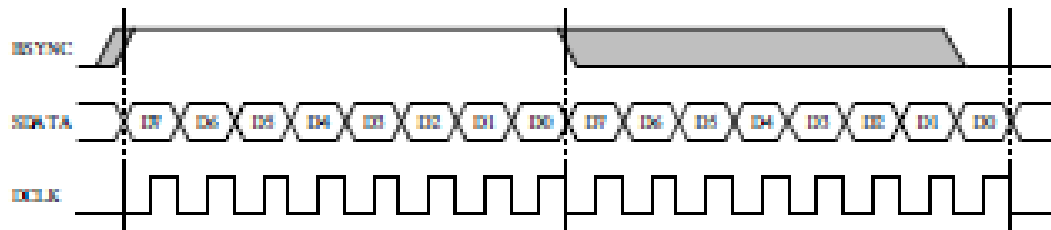
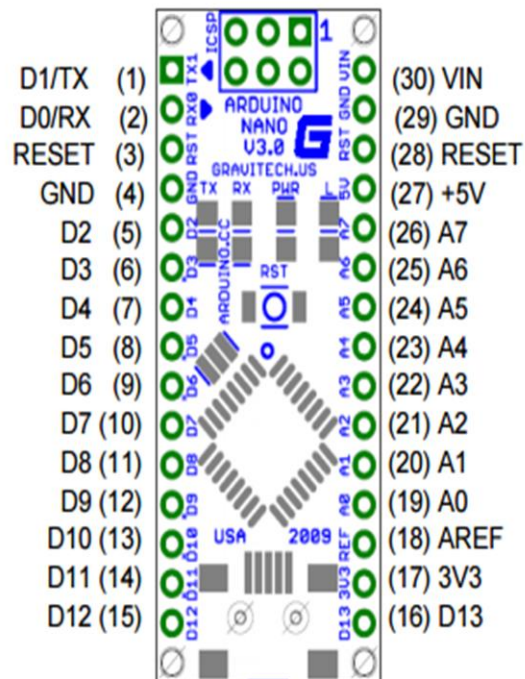


Figure 8: SDI in VS1001 Mode - two byte transfer. Do not use in new designs!

7.3.4 Passive SDI Mode (deprecated, do not use in new designs)

If SM_NEWMODE is 0 and SM_SDISHARE is 1, the operation is otherwise like the VS1001 compatibility mode, but bits are only received while the BSYNC signal is '1'. Rising edge of BSYNC is still used for synchronization.

Anexo G Distribución de pines del Arduino Nano



Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3.3V output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	A0-A7	Input	Analog input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator) or +5V (input from external power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

Power

The Arduino Nano can be powered via the Mini-B USB connection, 6-20V unregulated external power supply (pin 30), or 5V regulated external power supply (pin 27). The power source is automatically selected to the highest voltage source.

The FTDI FT232RL chip on the Nano is only powered if the board is being powered over USB. As a result, when running on external (non-USB) power, the 3.3V output (which is supplied by the FTDI chip) is not available and the RX and TX LEDs will flicker if digital pins 0 or 1 are high.

Memory

The ATmega168 has 16 KB of flash memory for storing code (of which 2 KB is used for the bootloader); the ATmega328 has 32 KB, (also with 2 KB used for the bootloader). The ATmega168 has 1 KB of SRAM and 512 bytes of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)); the ATmega328 has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM.

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Nano can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the FTDI USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Nano has 8 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **I²C: 4 (SDA) and 5 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and ATmega168 ports](#).