



***ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO***

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN**

**TELECOMUNICACIONES Y REDES**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BASTÓN ELECTRÓNICO  
COMO AYUDA A PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL.”**

“Tesis de Grado, previa la obtención del título de

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN”**

**PRESENTADO POR:**

LUÍS GONZALO SANTILLÁN VALDIVIEZO.

MARÍA CRISTINA NÚÑEZ ÁLVAREZ.

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2010**

*Agradezco a Dios por darme la fortaleza para seguir adelante, a mis padres por el inmenso apoyo y comprensión, a una gran amiga que supo brindarme su confianza durante la carrera estudiantil y a todas aquellas personas que de una u otra manera han hecho posible alcanzar nuestras metas.*

*Luis*

*Ante todo quiero dar gracias a Dios, por haberme brindado la paciencia y fortaleza para terminar mis estudios, a mi familia por su apoyo incondicional, su confianza y especialmente por motivarme día a día con sus ejemplos y consejos. De igual manera, agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por haberme brindado la oportunidad de estudiar en tal prestigiosa institución. Muchísimas gracias a todos los que me brindaron su apoyo para concretar este sueño.*

*Cristina*

*Dedicamos esta tesis a nuestra familia, a nuestros maestros que de una u otra manera contribuyeron en la culminación del mismo: esto es a nuestro director Ing. Franklin Moreno y a la Ing. Yolanda Estrada, a nuestros amigos y a todos a todas aquellas personas que han creído en nosotros en todo momento.*

*Luís y Cristina*

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
<b>Ing. Iván Menes</b> <b>DECANO DE LA FACULTAD</b> <b>DE INFORMÁTICA Y</b> <b>ELECTRÓNICA</b>	.....	.....
<b>Ing. José Guerra</b> <b>DIRECTOR DE LA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA</b> <b>ELECTRÓNICA</b>	.....	.....
<b>Ing. Franklin Moreno</b> <b>DIRECTOR DE TESIS</b>	.....	.....
<b>Ing. Yolanda Estrada</b> <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	.....	.....
<b>Tlgo. Carlos Rodríguez</b> <b>DIRECTOR DPTO</b> <b>DOCUMENTACIÓN</b>	.....	.....
<b>NOTA DE LA TESIS</b>	.....	

“Nosotros, **Luís Gonzalo Santillán Valdiviezo** y **María Cristina Núñez Álvarez**, somos los responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta: Tesis de Grado, y el patrimonio intelectual de la misma pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”.

---

Luís Gonzalo Santillán Valdiviezo

---

María Cristina Núñez Álvarez

## ABREVIATURAS

A/D	Analógico/ Digital.
CAN	Red de Área de Controladores.
CI	Circuito Integrado.
CPU	Unidad de Procesamiento Central.
CYMAC	Control y monitoreo automático de cisternas.
EEPROM	Memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente.
FLASH	Memoria electrónica no volátil de bajo consumo.
MCLR	Master Clear (Reset).
OSC	Oscilador.
PC	Computador Personal.
PIC	Controlador de interfaces periféricos.
PLC	Controlador Lógico Programable.
PWM	Moduladores por Ancho de Pulso.
RAM	Memoria de Acceso Aleatorio.
RF	Radiofrecuencia.
ROM	Memoria de solo lectura.
Rx	Receptor.
Tx	Transmisor.
UART	Adaptador de comunicación serie asíncrona.
uC	Microcontrolador.
USART	Adaptador de comunicación serie síncrona y asíncrona
USB	Bus serie universal.
Vca	Voltaje de corriente alterna.
Vcc	Voltaje de corriente continúa.
XT	Oscilador tipo cristal.

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

### CAPÍTULO I

GENERALIDADES .....	16
<b>1.1 Planteamiento del Problema</b> .....	16
<b>1.2 Justificación</b> .....	16
<b>1.3 Objetivos</b> .....	17
<b>1.3.1 Objetivos generales:</b> .....	17
<b>1.3.2 Objetivos Específicos:</b> .....	17

### CAPÍTULO II

INSTRUMENTOS Y MÉTODOS DE AYUDA AL INVIDENTE.....	19
<b>2.1 Sistemas Empleados Para Desplazamiento.</b> .....	19
<b>2.1.1 En Solitario.</b> .....	19
<b>2.1.2 Con Perro Guía</b> .....	20
<b>2.1.3 Con Guía Vidente</b> .....	20
<b>2.2 Medios Donde Se Producen Los Desplazamientos</b> .....	20
<b>2.3 Aplicación De Diferentes Estrategias De Orientación</b> .....	21

### CAPÍTULO III

<b>3.1 Sensores.</b> .....	23
----------------------------	----

<b>3.1.1</b>	<b>Sensor De Proximidad.....</b>	<b>23</b>	
<b>3.1.1.1</b>	<b>Sensores De Proximidad Capacitivo .....</b>	<b>24</b>	
<b>3.1.1.2</b>	<b>Sensor De Proximidad Inductivo.....</b>	<b>25</b>	
<b>3.1.1.3</b>	<b>Sensor De Proximidad Fin De Carrera.....</b>	<b>26</b>	
<b>3.1.1.4</b>	<b>Sensores De Proximidad Fotoeléctricos.....</b>	<b>27</b>	
<b>3.1.1.5</b>	<b>Sensor De Proximidad Infrarrojo .....</b>	<b>28</b>	
<b>3.1.1.6</b>	<b>Sensor Ultrasónico .....</b>	<b>28</b>	
<b>3.2</b>	<b>Circuitos De Detección De Obstáculos .....</b>	<b>29</b>	
<b>3.2.1</b>	<b>Detector De Proximidad Por Infrarrojo.....</b>	<b>29</b>	
<b>3.2.2</b>	<b>Circuito De Detección De Obstáculos Por Ultrasonidos.....</b>	<b>30</b>	
<b>3.3</b>	<b>FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES ULTRASÓNICOS .....</b>	<b>32</b>	
<b>3.3.1</b>	<b>Problemas con los sensores ultrasónicos .....</b>	<b>33</b>	
<b>3.4</b>	<b>Microcontroladores.....</b>	<b>38</b>	
<b>3.4.1</b>	<b>Características De Un Microcontrolador.....</b>	<b>38</b>	
<b>CAPÍTULO IV</b>			
<b>DISEÑO DEL BASTON ELECTRONICO .....</b>			<b>42</b>
<b>4.1</b>	<b>Diagrama De Bloques Para el Bastón Electrónico Para Invidentes .....</b>	<b>42</b>	
<b>4.1.1</b>	<b>Etapa De Alimentación .....</b>	<b>43</b>	
<b>4.1.2</b>	<b>Etapa De Detección De Obstáculos .....</b>	<b>43</b>	
<b>4.1.3</b>	<b>Etapa De Alarma .....</b>	<b>43</b>	
<b>4.2</b>	<b>Selección del sensor .....</b>	<b>43</b>	
<b>4.2.1</b>	<b>SENSOR ULTRASONICO PING .....</b>	<b>44</b>	
<b>4.2.2</b>	<b>Características técnicas Del sensor Ping Parallax.....</b>	<b>46</b>	
<b>4.2.4</b>	<b>Funcionamiento Del Sensor PING Parallax.....</b>	<b>48</b>	
<b>4.3</b>	<b>Diseño Del Circuito De Detección De Obstáculos .....</b>	<b>50</b>	
<b>4.3.1</b>	<b>Microcontrolador Pic 16f877a.....</b>	<b>51</b>	
<b>4.3.1.1</b>	<b>Características Generales.....</b>	<b>51</b>	
<b>4.3.1.2</b>	<b>Características Periféricas .....</b>	<b>53</b>	
<b>4.3.1.3</b>	<b>Diagrama De Pins .....</b>	<b>53</b>	
<b>4.3.2</b>	<b>Multiplexor HCF4051 .....</b>	<b>54</b>	
<b>4.3.2.1</b>	<b>Características Del Multiplexor Hcf4051 .....</b>	<b>55</b>	
<b>4.3.3</b>	<b>Descripción Del Circuito De Detección De Obstáculos Por Ultrasonido .....</b>	<b>55</b>	
<b>4.4</b>	<b>Diseño Del Sistema Para Activación De Alarmas .....</b>	<b>57</b>	
<b>4.4.1</b>	<b>Motor De Vibración .....</b>	<b>57</b>	
<b>4.5</b>	<b>Diseño Del Sistema De Alimentación Del Circuito.....</b>	<b>59</b>	

CAPÍTULO V

EL BASTÓN.....	65
<b>5.1 Un poco de historia.....</b>	<b>65</b>
<b>5.2 Tipos De Bastón.....</b>	<b>66</b>
<b>5.1.1 Bastón Plegable.....</b>	<b>66</b>
<b>5.1.1.1 Bastones plegables del aluminio.....</b>	<b>67</b>
<b>5.1.1.2 Bastones plegables del grafito.....</b>	<b>67</b>
<b>5.1.1.3 Bastones plegables de madera.....</b>	<b>68</b>
<b>5.1.2 El bastón rígido.....</b>	<b>68</b>
<b>5.3 TÉCNICAS PARA EL USO DEL BASTÓN:.....</b>	<b>69</b>
<b>5.2.1 TÉCNICA DE HOOVER.....</b>	<b>69</b>
<b>5.2.2 Técnica de deslizamiento.....</b>	<b>70</b>
<b>5.2.3 Técnica de toque.....</b>	<b>70</b>
<b>5.2.4 Técnica de subir y bajar escaleras.....</b>	<b>70</b>
<b>5.5 Selección Del Bastón Para El Dispositivo.....</b>	<b>72</b>

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

GLOSARIO

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA III.1: Sensor De Proximidad Capacitivo .....	24
FIGURA III.2: Sensor de Proximidad inductivo .....	25
FIGURA III.3: Sensor de Proximidad fin de carrera .....	26
FIGURA III.4: Sensor de Proximidad fotoeléctrico .....	27
FIGURA III.5: Sensor de Proximidad infrarrojo .....	28
FIGURA III.6: Sensor Ultrasónico .....	29
FIGURA III.7: Detector de proximidad por infrarrojo .....	30
FIGURA III.8: Detección de obstáculos por ultrasónicos: .....	31
FIGURA III.9: Principio de funcionamiento de los sensores ultrasónicos .....	32
FIGURA III.10: Incertidumbre angular en la medida de un ultrasonido .....	34
FIGURA III.11: Márgenes de detección de un sensor de ultrasonidos .....	35
FIGURA III.12: Perturbación de señales de ultrasonido por la temperatura .....	36
FIGURA III.13: Reflexión de la señal .....	37
FIGURA III.14: Reflexión y ángulo de incidencia de un ultrasonido .....	37
FIGURA IV.1: Diagrama De Bloques Para El Desarrollo Del Bastón Electrónico .....	42
FIGURA IV.2: Sensor Ping Parallax .....	45
FIGURA IV.3: Uso del sensor ping como sonar de un robot móvil .....	46
FIGURA IV.4: Terminales De Conexión .....	48
FIGURA IV.5: Funcionamiento del sensor ultrasónico Ping mediante diagrama de tiempos .....	49
FIGURA IV.6: Funcionamiento Del Sensor Ping con un objeto .....	50
FIGURA IV.7: Encapsulado PIC16F877A .....	51
FIGURA IV.8: Diagrama de Pins del PIC 16F877A .....	54
FIGURA IV.9: Encapsulados DIP y SOP del multiplexor HCF4051 .....	55
FIGURA IV.10: Diseño Del Circuito De Detección De Obstáculos Por Ultrasonido ...	56
FIGURA IV.11: Contextura interna del motor de vibración .....	58
FIGURA IV.12: Contextura externa del motor de vibración .....	58
FIGURA IV.13: Diseño Del Circuito Par Activación De Alarmas .....	59
FIGURA IV.14: Diseño del sistema de alimentación del circuito .....	60
FIGURA IV.15: Ubicación de sensores en la persona Invidente .....	64
FIGURA V.1: Bastón Plegable De Aluminio .....	67
FIGURA V.2: Bastón Plegable De Grafito .....	67
FIGURA V.3: Bastón Plegable De Madera .....	68
FIGURA V.4: Bastón Rígido .....	68
FIGURA V.5: Bastón Para Invidentes desarrollado por Martinelli .....	71

### ÍNDICE DE TABLAS

TABLA IV.I: Comportamiento de los distintos sensores ultrasónicos .....	44
TABLA IV.II: Características del Sensor PING .....	47
TABLA IV.III: Características microcontrolador PIC16f877A .....	52
TABLA IV.IV: Características periféricas del microcontrolador PIC1F877A .....	53
TABLA IV.V: Características del Multiplexor HCF4051.....	55
TABLA IV.VI: Características De Funcionamiento Del Motor De Vibración.....	57
TABLA IV.VII Condiciones de operación del motor de Vibración.....	57

**INDICE DE ANEXOS**

ANEXO A

ANEXO B

ANEXO C

ANEXO D

ANEXO E

ANEXO F

## INTRODUCCION

*“Tu eres nuestra oportunidad. Cada actitud positiva tuya hace mejor tu vida y la de los demás”*

Hay que reconocer que el 13.2% de la población ecuatoriana tiene algún tipo de discapacidad?, esto significa que el 1'600.000 personas en el Ecuador tiene discapacidad.

La discapacidad No es una enfermedad, no es una situación contagiosa, pero si es una **restricción o ausencia de carácter permanente de la capacidad de un ser humano para realizar una actividad determinada.**

Es decir que la persona con discapacidad tiene ciertas limitaciones, pero posee otras habilidades, destrezas y potenciales.

De 1'600.000 personas con discapacidad en el Ecuador, según el tipo discapacidad existen **363.000** con discapacidad visual.

### **PARA TOMAR EN CUENTA**

No se refiera a una persona no vidente como **CIEGO**, cuando se hable de ellos refiérase como **PERSONA INVIDENTE O PERSONA CON DISCAPACIDAD VISUAL.**

La discapacidad visual es la limitación severa o ausencia total de la capacidad de ver, que ocasiona dificultades importantes para mirar, para orientarse, para ubicar el entorno y sus características, y por tanto, para apreciar visualmente el mundo.

Por medio de la tecnología el hombre ha podido mejorar su calidad de vida, en especial, a personas que poseen alguna discapacidad, para mejorar su desempeño en el desarrollo de ciertas tareas.

La Automatización y la Electrónica han jugado un papel muy importante en el desarrollo de varios productos para gente que posee alguna falencia o discapacidad física ya que actualmente se hacen mejoras en aparatos para terapias en alguna

extremidad en particular, en el reemplazo parcial o total de algún miembro o parte del cuerpo humano para mejorar el estilo de vida de dichas personas.

En la actualidad existe en el mercado este tipo de dispositivo para la detección de obstáculos mediante sonidos, el cual se puede encontrar de diversos tipos y modelos, pero que tienen un costo significativamente alto y que un invidente común no puede acceder a este tipo de tecnologías, por esto, la idea es crear un dispositivo que tenga características similares del que existe en el mercado, pero con un diseño único, económico, fácil de usar, y de una sorprendente utilidad para ir adaptando con el tiempo a personas con discapacidad visual para este tipo de tecnologías que son de gran ayuda para la mejora de sus tareas comunes.

# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES**

### **1.1 Planteamiento del Problema**

Las aplicaciones electrónicas permitirán el diseño e implementación de un bastón electrónico para ayudar en la movilización a personas invidentes.

### **1.2 Justificación**

Durante muchos años, uno de los objetivos principales del ser humano es proteger su especie, adaptarla a nuevos cambios del mundo moderno y hacer que su estadía en este mundo sea cada vez más placentera y duradera.

El presente proyecto surge una vez analizada la incapacidad que tienen las personas no videntes hacia la utilización de la tecnología y mejorar su calidad de vida. Existen numerosos implementos que utilizan estas personas para desplazarse de un lado a otro,

tales como, el bastón o simplemente el perro lazarillo, los cuales aunque han sido tradicionales pueden ser reemplazados por dispositivos electrónicos que permitan dar aviso o conocimiento a tiempo, al usuario, sobre la presencia de algún obstáculo en el camino tales como postes, bolardos, mesas, paredes, sillas, carros parqueados etc. Por ello, es muy importante construir un dispositivo para la detección de obstáculos de bajo costo y al alcance cualquier persona con discapacidad visual.

Actualmente se puede desarrollar este tipo de dispositivo, por cuanto en el mercado se puede encontrar distintos elementos electrónicos que se adaptan con facilidad y pueden permitir el desarrollo del proyecto. Este dispositivo reemplaza parcialmente a los instrumentos de ayuda común en la de ambulación de personas con discapacidad visual.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivos generales:**

Diseño y construcción de un bastón electrónico como ayuda a personas con discapacidad visual.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos:**

- Investigar, estudiar analizar métodos y aplicaciones electrónicas de ayuda a personas invidentes.
- Diseñar el prototipo de bastón electrónico, los módulos y su estructura que permitan dar ayuda necesaria a las personas no videntes con su respectivo hardware electrónico para la detección de obstáculos.

- Construir un circuito electrónico que permita al no vidente distinguir el tipo de obstáculo que se le presente.
- Investigar y acoplar un módulo electrónico que permita alertar la aproximación de obstáculos a la persona no vidente.

## **CAPÍTULO II**

### **INSTRUMENTOS Y MÉTODOS DE AYUDA AL INVIDENTE**

La independencia de movimientos y desplazamientos del invidente es un objetivo de gran importancia en la rehabilitación de éste. Así, a nivel de integración social, es imprescindible la correcta utilización del espacio, el dominio de sus movimientos, la soltura y la seguridad en sus desplazamientos. Además, conocer el espacio que le rodea y utilizarlo con confianza, afianzaran su personalidad y su seguridad interior.

La movilidad del invidente depende de tres factores, fundamentalmente:

#### **2.1 Sistemas Empleados Para Desplazamiento.**

##### **2.1.1 En Solitario**

En este sistema y al objeto de detectar irregularidades en el suelo: agujeros, baches, bordillos y para prevenir tropiezos con estos objetos, es importante la ayuda del bastón.

El invidente suele caminar solo sin la ayuda del bastón, aunque existen especialistas que aconsejan su uso y para ello se han fabricado bastones adecuados de peso, tamaño, estética según el gusto y la antropometría del usuario.

### **2.1.2 Con Perro Guía**

Este sistema es poco empleado en nuestro país, principalmente porque es preciso acudir al extranjero para poder disponer de un perro adiestrado convenientemente. Por otra parte, el ciego prefiere moverse con mayor autonomía y sin los inconvenientes que el perro puede presentar al tener que tomar vehículos, entrar en establecimientos, entre otros.

### **2.1.3 Con Guía Vidente**

Ya es muy raro ver el lazarillo clásico que acompañaba al invidente. Es cierto que en muchas ocasiones se ve a un ciego caminar con una persona vidente ya sea un amigo, un familiar o alguien encargado.

En la rehabilitación de adultos se utilizan numerosas técnicas para adiestrarle en estos sistemas de desplazamiento y en la realización de otros movimientos. Entre estas técnicas pueden citarse: de rastreo, para encuadrarse, para alinearse, de autoprotección, de recogida de objetos, para sentarse, para pasar por puertas.

## **2.2 Medios Donde Se Producen Los Desplazamientos**

No será lo mismo desplazarse por la calle que por otras dependencias del hogar el trabajo, el barrio u otros lugares de acceso cotidiano. Como se hace con cualquier invidente reciente, hay que suministrarle contextos y situaciones de descubrimiento para

que ejercite su curiosidad por sí mismo y aprenda a explorar el ambiente, tanto él solo como con ayuda de personas o familiares.

La de ambulación independiente debe favorecerse, procurando aprovechar los restos de visión que puedan quedarle para facilitarle su orientación espacial. Pero para que al invidente no le pierda el interés a movilizarse hay que hacerle entender y comprender que el lugar por donde se está desplazando es fabuloso y es atractivo tanto física como imaginariamente. Al mismo tiempo tiene que tener confianza y seguridad en sí mismo. Para ello es necesario que los muebles y los objetos de su hogar u otro entorno en particular tengan una ordenación física fija, de modo que pueda orientarse. El invidente tiene que saber dónde está cada cosa y dónde volver a dejarla para poderla encontrar de nuevo sin la ayuda de la visión.

El cuidador encargado debe ayudar al incapacitado a desglosarle los espacios nuevos y presentárselos con entrenamiento suficiente para que pueda vencerlos sin dificultad.

### **2.3 Aplicación De Diferentes Estrategias De Orientación**

La orientación se fundamenta en la fijación de puntos de referencia. Para el ser humano, la fijación se realiza mediante el sentido de la vista principalmente; el invidente se vale de otras sensaciones, muchas veces complejas, que le proporcionan los restantes sentidos: sensaciones sonoras, táctiles, de temperatura, olfativas, cenestésicas las cuales deben ser reforzadas con una educación adecuada y un entrenamiento convenientemente programado.

El ciego sabrá, por ejemplo, valiéndose del sentido del olfato, si se encuentra cerca de la cocina, de la clínica u otro lugar; las texturas del terreno que pisa con sus pies le

permitirán conocer si se encuentra en el parque, en pasillos, en la calle, entre otros; el eco, percibido por el oído, le dice si la habitación en la que se encuentra está cerrada o abierta.

En la orientación y, más especialmente, en la movilidad, juega un importante papel el sentido de los obstáculos. Si el invidente camina por un lugar de acceso frecuente, el sentido de los obstáculos le permite darse cuenta de la existencia de una pared, que tal vez toque para cerciorarse, y le será fácil darse cuenta del lugar donde se encuentra. La existencia de un sentido en los seres humanos, fuera de la vista, para la percepción de obstáculos en la oscuridad, está fuera de toda duda, pero en personas que nacen con discapacidad visual, este sentido adquiere mayor desarrollo. Esta capacidad de eco localización en la oscuridad se produce al reflejarse el sonido en los objetos, advirtiendo de la presencia de los mismos, sobre todo los frontales. El sentido de los obstáculos radica en el oído y es educable. La persona encargada o cuidador del paciente, aunque sea de manera informal y dirigido por los técnicos de apoyo, tiene una función importante que realizar en este campo de la orientación y su colaboración resulta completamente necesaria.

## **CAPÍTULO III**

### **DISPOSITIVOS Y SENSORES**

#### **3.1 Sensores.**

Es un dispositivo que, a partir de la energía del medio donde se mide, da una señal de salida transductible que es función de la variable de medida. La ampliación de los sentidos para adquirir un conocimiento de cantidades físicas que, por su naturaleza o tamaño, no pueden ser percibidas directamente por los sentidos.

##### **3.1.1 Sensor De Proximidad**

El sensor de proximidad es un transductor que detecta objetos o señales que se encuentran cerca del elemento. Existen varios tipos de sensores de proximidad según el principio físico que utilizan. Los más comunes son los interruptores de posición, los detectores capacitivos, los inductivos y los fotoeléctricos, como el de infrarrojos.

### 3.1.1.1 Sensores De Proximidad Capacitivo

La función del detector capacitivo consiste en señalar un cambio de estado, basado en la variación del estímulo de un campo eléctrico. Los sensores capacitivos detectan objetos metálicos, o no metálicos, midiendo el cambio en la capacitancia, la cual depende de la constante dieléctrica del material a detectar, su masa, tamaño, y distancia hasta la superficie sensible del detector. Los detectores capacitivos están contruidos en base a un oscilador RC. Debido a la influencia del objeto a detectar, y del cambio de capacitancia, la amplificación se incrementa haciendo entrar en oscilación el oscilador. El punto exacto de ésta función puede regularse mediante un potenciómetro, el cual controla la realimentación del oscilador. La distancia de actuación en determinados materiales, pueden por ello, regularse mediante el potenciómetro. La señal de salida del oscilador alimenta otro amplificador, el cual a su vez, pasa la señal a la etapa de salida. Cuando un objeto conductor se acerca a la cara activa del detector, el objeto actúa como un condensador. El cambio de la capacitancia es significativo durante una larga distancia. Si se aproxima un objeto no conductor, ( $>1$ ) solamente se produce un cambio pequeño en la constante dieléctrica, y el incremento en su capacitancia es muy pequeño comparado con los materiales conductores



FIGURA III.1: Sensor De Proximidad Capacitivo

Fuente: <http://imagenes.acambiode.com/img-bbdd/ACFDB24.jpg>

### 3.1.1.2 Sensor De Proximidad Inductivo

Los sensores inductivos de proximidad han sido diseñados para trabajar generando un campo magnético y detectando las pérdidas de corriente de dicho campo generadas al introducirse en él los objetos de detección férricos y no férricos. El sensor consiste en una bobina con núcleo de ferrita, un oscilador, un sensor de nivel de disparo de la señal y un circuito de salida. Al aproximarse un objeto "metálico" o no metálico, se inducen corrientes de histéresis en el objeto. Debido a ello hay una pérdida de energía y una menor amplitud de oscilación. El circuito sensor reconoce entonces un cambio específico de amplitud y genera una señal que conmuta la salida de estado sólido o la posición "ON" y "OFF".

El funcionamiento es similar al capacitivo; la bobina detecta el objeto cuando se produce un cambio en el campo electromagnético y envía la señal al oscilador, luego se activa el disparador y finalmente al circuito de salida hace la transición entre abierto o cerrado.



FIGURA III.2: Sensor de Proximidad inductivo

Fuente: <http://imagenes.acambiode.com/img-bbdd/m18.jpg>

### 3.1.1.3 Sensor De Proximidad Fin De Carrera

El final de carrera o sensor de contacto (también conocido como "interruptor de límite") o limit swicht, son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados.

Generalmente estos sensores están compuestos por dos partes: un cuerpo donde se encuentran los contactos y una cabeza que detecta el movimiento. Su uso es muy diverso, empleándose, en general, en todas las máquinas que tengan un movimiento rectilíneo de ida y vuelta o sigan una trayectoria fija, es decir, aquellas que realicen una carrera o recorrido fijo, como por ejemplo ascensores, montacargas, robots, etc.



FIGURA III.3 Sensor de Proximidad fin de carrera

Fuente: <http://sensoresdeproximidad.galeon.com/>

### 3.1.1.4 Sensores De Proximidad Fotoeléctricos

Estos sensores son muy usados en algunas industrias para contar piezas, detectar colores, etc., ya que reemplazan una palanca mecánica por un rayo de luz que puede ser usado en distancias de menos de 20 mm hasta de varias centenas de metros, de acuerdo con los lentes ópticos empleados. Funcionan con una fuente de luz que va desde el tipo incandescente de los controles de elevadores a la de estado sólido modulada (LED) de los detectores de colores. Y operan al detectar un cambio en la luz recibida por la foto detector.

Los fotodetectores son típicamente fotodiodos o fototransistores, inclinándose los fabricantes por los primeros por su insensibilidad a campos de radiofrecuencia, que podrían causar interferencia.

Algunos modelos de estos sensores son fabricados con inmunidad a la luz solar incidente o reflejada. Para ello emplean haces de luz modulada que únicamente pueden ser detectados por receptores sintonizados a la frecuencia de modulación.



FIGURA III.4: Sensor de Proximidad fotoeléctrico

Fuente:[http://www.balluff.ca/NR/rdonlyres/6236F774-C517-4493-8C764FA42C9EC960/0/Optoprox\\_72dpi.jpg](http://www.balluff.ca/NR/rdonlyres/6236F774-C517-4493-8C764FA42C9EC960/0/Optoprox_72dpi.jpg)

### 3.1.1.5 Sensor De Proximidad Infrarrojo

Los sensores ópticos de infrarrojo constan de un par de sensores de proximidad infrarrojos: fotodiodo y fototransistor, estos tienen la ventaja de que no necesitan contacto para detectar un objeto además al trabajar en el espectro de luz infrarrojo no se ven tan afectados por la luz ambiente, sin embargo la luz del sol y de las bombillas contienen cierta cantidad de luz infrarroja que puede afectar el correcto funcionamiento de los sensores. Aunque estos sensores sean muy prácticos no logran captar largas distancias y su pequeño haz hace que se disperse al devolverse la señal.



FIGURA III.5: Sensor de Proximidad infrarrojo

Fuente: <http://practsol.com/images/irsensor.jpg>

### 3.1.1.6 Sensor Ultrasónico

Los ultrasonidos son una radiación mecánica de frecuencia superior a los audibles (20Khz). Toda radiación al incidir sobre un objeto, en parte se refleja, en parte se transmite y en parte es absorbida. Si además hay un movimiento relativo entre la fuente de radiación y el reflector, se produce un cambio de frecuencia de la radiación (efecto Doppler).

Todas estas propiedades de la interacción de una radiación con un objeto han sido aplicadas en mayor o menor grado a la medida de diversas magnitudes físicas. El poder de penetración de la radiación permite que muchas de estas aplicaciones sean totalmente no invasivas, es decir, que no acceda al interior del recinto donde se producen los cambios que se desean detectar.

En función del tiempo que tarda el sonido en rebotar y volver, se calcula la distancia a la que se encuentra dicho objeto.

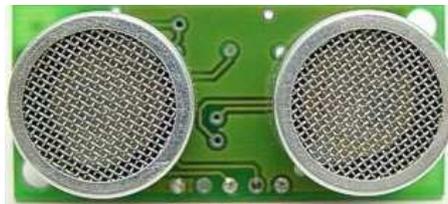


FIGURA III.6: Sensor Ultrasónico

Fuente: <http://www.superrobotica.com/S320110.htm>

### **3.2 Circuitos De Detección De Obstáculos**

A continuación se presentan algunos circuitos de detección de obstáculos que se utilizan frecuentemente en la investigación o en la industria ya sea para determinar la distancia a la que se encuentra el objeto o simplemente para avisar la presencia del obstáculo.

#### **3.2.1 Detector De Proximidad Por Infrarrojo**

Se basa en emitir una ráfaga de señales luminosas infrarrojas las cuales al rebotar contra un objeto cercano se reciben por otro componente. Al ser recibidas el sistema detecta proximidad, con lo que el led de salida se acciona.

El circuito integrado es un generador/decodificador de tonos. Tanto el fotodiodo como el fototransistor deberán estar situados con unidades de enfoque adecuadas para mejorar el alcance. Con simples reflectores de LED's se pueden obtener alcances del orden de pulgadas. Es conveniente sacrificar algo de rango pero colocar filtros UV y SUNLIGHT los cuales no dejan entrar al fototransistor (elemento receptor) los rayos del sol.

La alimentación de este circuito puede ser cualquier tensión comprendida entre 5 voltios. El problema del circuito se presenta cuando el sol o el ruido externo envíen sus emisiones directas, debido a que altera el funcionamiento del circuito y en caso de colocar filtros estos afectan el alcance de distancia del aparato el cual se encuentra en el orden de los 20 cm. También es necesario colocar un opto acoplador para continuar el circuito utilizando alarmas. Este es un ejemplo de circuito no utilizado en el proyecto.

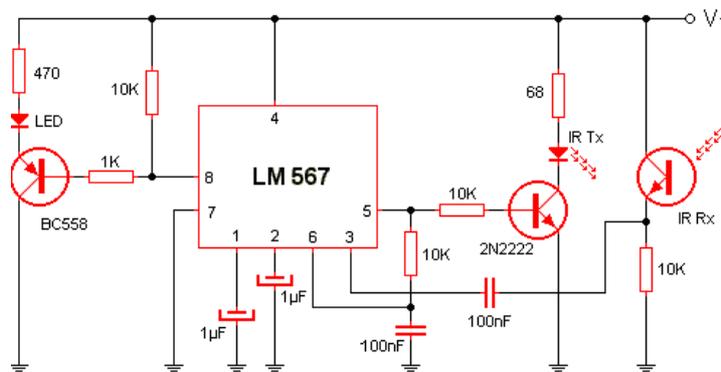


FIGURA III.7: Detector de proximidad por infrarrojo

Fuente: [www.pablin.com.ar/electron/circuito/varios/proximid/](http://www.pablin.com.ar/electron/circuito/varios/proximid/)

### 3.2.2 Circuito De Detección De Obstáculos Por Ultrasonidos

El funcionamiento del circuito presentado en la figura 3.8 es el siguiente. El receptor de ultrasonidos RX está conectado a la entrada de un amplificador de alta ganancia

constituido por los transistores T1 y T2. La ganancia de esta etapa es tan importante, que se ha previsto el poder dosificarla por medio del potenciómetro P1, con el fin de que el circuito no entre en oscilación por sí solo. La salida de este amplificador está conectada al emisor de ultrasonidos TX, e igualmente a los diodos D1 y D2. En presencia de un obstáculo, por lo tanto, debido a la entrada en oscilación del circuito, se dispondrá en los bornes de TX, de una señal pseudo senoidal de 40 Khz. Esta señal será re-conformada por D1 y D2, y si es de amplitud suficiente, producirá sobre R6 una corriente apta para hacer que T3 sea conductor. Este proceso no funciona en el modo "todo o nada", según la naturaleza de la distancia al objeto. Las puertas lógicas CMOS trigger Schmitt IC1a e IC1b se encargan de producir, en la salida, una correcta señal rectangular. En presencia de un obstáculo, se obtendrá sobre S1 un nivel bajo y sobre S2 un nivel alto. La alimentación puede estar comprendida entre 5 y 12 voltios, entendiéndose que la ganancia, y por lo tanto la sensibilidad de detección del montaje, aumenta y disminuye en función de la tensión de alimentación. A pesar de la simplicidad del circuito, este montaje detecta un obstáculo reflejado (por los ultrasonidos) en el entorno de los 5 ó 6 cm.

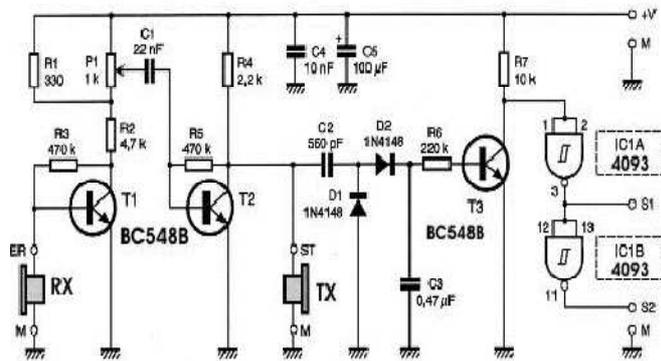


FIGURA III.8: Detección de obstáculos por ultrasónicos:

Fuente: [www.forosdeelectronica.com/about399.html](http://www.forosdeelectronica.com/about399.html)

### 3.3 FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES ULTRASÓNICOS

Los ultrasonidos son antes que nada sonido, exactamente igual que los que oímos normalmente, salvo que tienen una frecuencia mayor que la máxima audible por el oído humano. Ésta comienza desde unos 16 Hz y tiene un límite superior de aproximadamente 20 KHz, mientras que nosotros vamos a utilizar sonido con una frecuencia de 40 KHz. A este tipo de sonidos es a lo que llamamos Ultrasonidos.

El funcionamiento básico de los ultrasonidos como medidores de distancia se muestra de una manera muy clara en el siguiente esquema, donde se tiene un receptor que emite un pulso de ultrasonido que rebota sobre un determinado objeto y la reflexión de ese pulso es detectada por un receptor de ultrasonidos:

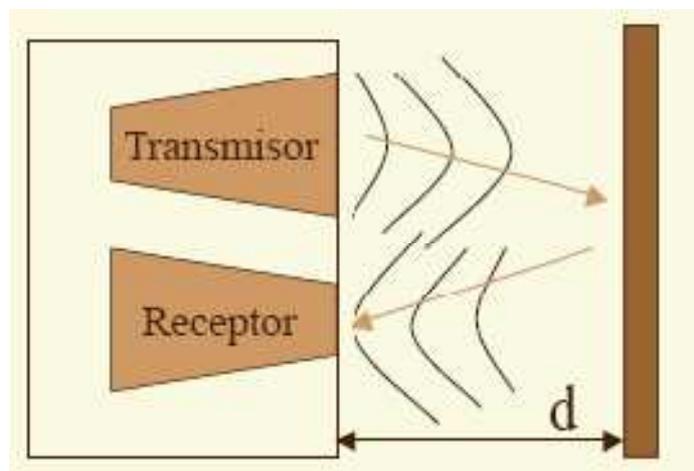


FIGURA III.9: Principio de funcionamiento de los sensores ultrasónicos

Fuente:<http://alcabot.org/seminario2006/Trabajos/DiegoPerezDeDiego.pdf>

La mayoría de los sensores de ultrasonido de bajo costo se basan en la emisión de un pulso de ultrasonido cuyo lóbulo, o campo de acción, es de forma cónica.

Midiendo el tiempo que transcurre entre la emisión del sonido y la percepción del eco se puede establecer la distancia a la que se encuentra el obstáculo que ha producido la reflexión de la onda sonora, mediante la fórmula:

$$d = \frac{1}{2} V \cdot t$$

Donde V es la velocidad del sonido en el aire y t es el tiempo transcurrido entre la emisión y recepción del pulso.

### **3.3.1 Problemas con los sensores ultrasónicos**

A pesar de que su funcionamiento parece muy sencillo, existen factores inherentes tanto a los ultrasonidos como al mundo real, que influyen de una forma determinante en las medidas realizadas. Por tanto, es necesario un conocimiento de las diversas fuentes de incertidumbre que afectan a las medidas para poder tratarlas de forma adecuada, minimizando su efecto en el conocimiento del entorno que se desea adquirir. Entre los diversos factores que alteran las lecturas que se realizan con los sensores de ultrasonido cabe destacar:

- El campo de actuación del pulso que se emite desde un transductor de ultrasonido tiene forma cónica. El eco que se recibe como respuesta a la reflexión del sonido indica la presencia del objeto más cercano que se encuentra dentro del cono acústico y no especifica en ningún momento la localización angular del mismo, como se muestra en la figura. Aunque la opción de que el objeto detectado esté sobre el eje central del cono acústico, la posibilidad de que el eco se haya producido por un objeto presente en la periferia del eje central no es

en absoluto despreciable y ha de ser tomada en cuenta y tratada convenientemente.

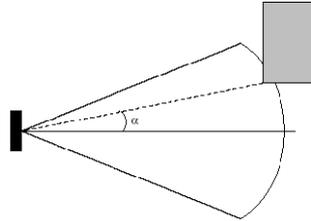


FIGURA III.10: Incertidumbre angular en la medida de un ultrasonido

Fuente:<http://alcabot.org/seminario2006/Trabajos/DiegoPerezDeDiego.pdf>

- La cantidad de energía acústica reflejada por el obstáculo depende en gran medida de la estructura de su superficie. Para obtener una reflexión altamente difusa del obstáculo, el tamaño de las irregularidades sobre la superficie reflectora debe ser comparable a la longitud de onda de la onda de ultrasonido incidente.
- En los sensores de ultrasónicos de bajo coste se utiliza el mismo transductor como emisor y receptor. Tras la emisión del ultrasonido se espera un determinado tiempo a que las vibraciones en el sensor desaparezcan y esté preparado para recibir el eco producido por el obstáculo. Esto implica que existe una distancia mínima  $d$  (proporcional al tiempo de relajación del transductor) a partir de la cual el sensor mide con precisión. Por lo general, todos los objetos que se encuentren por debajo de esta distancia,  $d$ , serán interpretados por el sistema como que están a una distancia igual a la distancia mínima, como se muestra en la figura III.11.

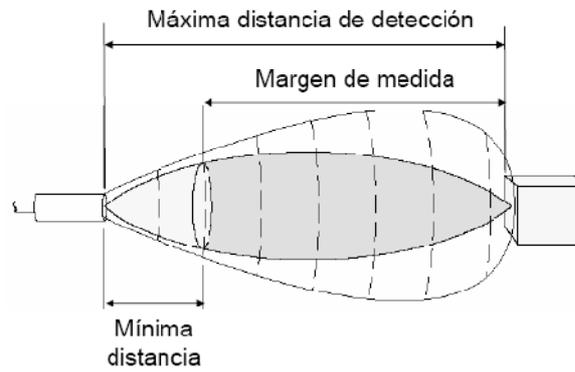


FIGURA III.11: Márgenes de detección de un sensor de ultrasonidos

Fuente:<http://alcabot.org/seminario2006/Trabajos/DiegoPerezDeDiego.pdf>

Los factores ambientales tienen una gran repercusión sobre las medidas ya que las ondas de ultrasonido se mueven por un medio material que es el aire. La densidad del aire depende de la temperatura, influyendo este factor sobre la velocidad de propagación de la onda según la expresión:

$$V_S = V_{SD} \sqrt{1 + \frac{T}{273}}$$

Siendo  $V_{so}$  la velocidad de propagación de la onda sonora a 0 °C, y T la temperatura absoluta (grados Kelvin).

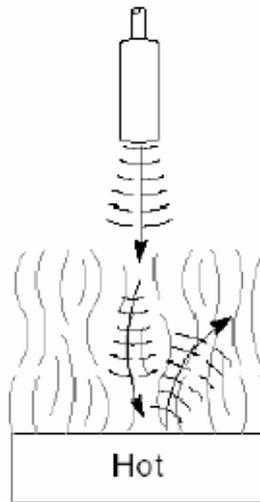


FIGURA III.12: Perturbación de señales de ultrasonido por la temperatura

Fuente: <http://alcabot.org/seminario2006/Trabajos/DiegoPerezDeDiego.pdf>

Un factor de error muy común es el conocido como falsos ecos. Estos falsos ecos se pueden producir por razones diferentes: Puede darse el caso en que la onda emitida por el transductor se refleje varias veces en diversas superficies antes de que vuelva a incidir en el transductor (si es que incide). Este fenómeno, conocido como reflexiones múltiples, implica que la lectura del sensor evidencia la presencia de un obstáculo a una distancia proporcional al tiempo transcurrido en el viaje de la onda; es decir, una distancia mucho mayor que a la que está en realidad el obstáculo más cercano, que pudo producir la primera reflexión de la onda. Otra fuente más común de falsos ecos, conocida como crosstalk, se produce cuando se emplea un cinturón de ultrasonidos donde una serie de sensores están trabajando al mismo tiempo. En este caso puede ocurrir (y ocurre con una frecuencia relativamente alta) que un sensor emita un pulso y sea recibido por otro sensor que estuviese esperando el eco del pulso que él había enviado con anterioridad (o viceversa), lo cual se muestra en la figura 3.13.

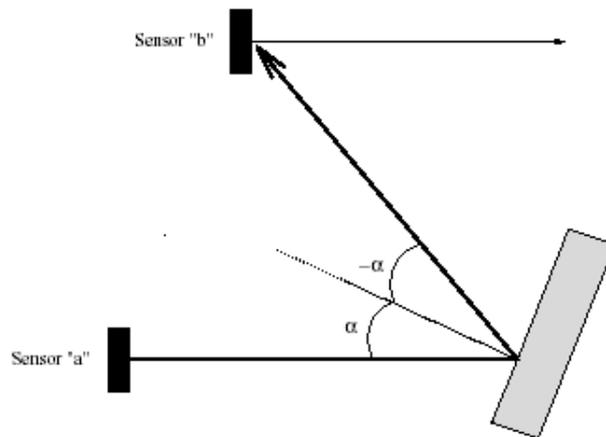


FIGURA III.13: Reflexión de la señal

Fuente:<http://alcabot.org/seminario2006/Trabajos/DiegoPerezDeDiego.pdf>

Las ondas de ultrasonido obedecen a las leyes de reflexión de las ondas, por lo que una onda de ultrasonido tiene el mismo ángulo de incidencia y reflexión respecto a la normal a la superficie. Esto implica que si la orientación relativa de la superficie reflectora con respecto al eje del sensor de ultrasonido es mayor que un cierto umbral, el sensor nunca reciba el pulso de sonido que emitió.

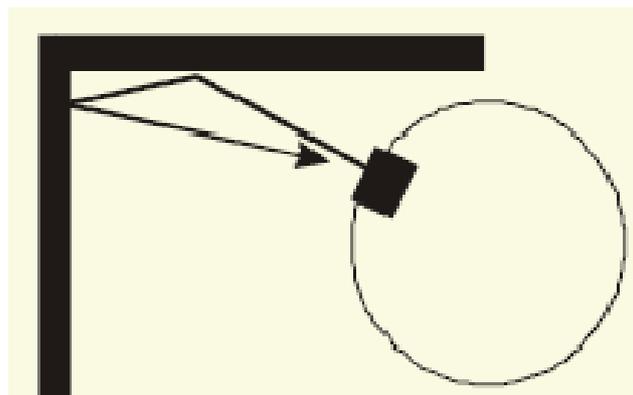


FIGURA III.14: Reflexión y ángulo de incidencia de un ultrasonido

Fuente: <http://alcabot.org/seminario2006/Trabajos/DiegoPerezDeDiego.pdf>

### 3.4 Microcontroladores

Los microcontroladores son computadores digitales integrados en un chip que cuentan con un microprocesador o unidad de procesamiento central (CPU), una memoria para almacenar el programa, una memoria para almacenar datos y puertos de entrada salida. A diferencia de los microprocesadores de propósito general, como los que se usan en los computadores PC, los microcontroladores son unidades autosuficientes y más económicas.

El funcionamiento de los microcontroladores está determinado por el programa almacenado en su memoria. Este puede escribirse en distintos lenguajes de programación. Además, la mayoría de los microcontroladores actuales pueden reprogramarse repetidas veces.

Por las características mencionadas y su alta flexibilidad, los microcontroladores son ampliamente utilizados como el cerebro de una gran variedad de sistemas embebidos que controlan máquinas, componentes de sistemas complejos, como aplicaciones industriales de automatización y robótica, domótica, equipos médicos, sistemas aeroespaciales, e incluso dispositivos de la vida diaria como automóviles, hornos de microondas, teléfonos y televisores.

#### 3.4.1 Características De Un Microcontrolador

Las principales características de los microcontroladores son:

- **Unidad de Procesamiento Central (CPU):** Típicamente de 8 bits, pero también las hay de 4, 32 y hasta 64 bits con arquitectura Harvard, con memoria/bus de datos separada de la memoria/bus de instrucciones de programa, o arquitectura

de von Neumann, también llamada arquitectura Princeton, con memoria/bus de datos y memoria/ bus de programa compartidas.

- **Memoria de Programa:** Es una memoria ROM (Read-Only Memory), EPROM (Electrically Programmable ROM), EEPROM (Electrically Erasable/Programmable ROM) o Flash que almacena el código del programa que típicamente puede ser de 1 kilobyte a varios megabytes.
- **Memoria de Datos:** Es una memoria RAM (Random Access Memory) que típicamente puede ser de 1, 2 4, 8, 16, 32 kilobytes.
- **Generador del Reloj:** Usualmente un cristal de cuarzo de frecuencias que genera una señal oscilatoria de entre 1 a 40 MHz, o también resonadores o circuitos RC.
- **Interfaz de Entrada/Salida:** Puertos paralelos, seriales (UARTs, Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), I2C (Inter-Integrated Circuit), Interfaces de Periféricos Seriales (SPIs, Serial Peripheral Interfaces), Red de Area de Controladores (CAN, Controller Area Network), USB (Universal Serial Bus).
- **Otras opciones:** Conversores Análogo-Digitales (A/D, analog-to-digital) para convertir un nivel de voltaje en un cierto pin a un valor digital manipulable por el programa del microcontrolador. Moduladores por Ancho de Pulso (PWM, Pulse-Width Modulation) para generar ondas cuadradas de frecuencia fija pero con ancho de pulso modificable.

La alta integración de subsistemas que componen un microcontrolador reduce el número de chips, la cantidad de pistas y espacio que se requeriría en un circuito impreso

si se implementase un sistema equivalente usando chips separados. Un aspecto de especial interés para el desarrollador de circuitos basados en microcontroladores son las interfaces de entrada/salida. A través de los pines del chip asociados a las interfaces de entrada/salida el microcontrolador puede interactuar con otros circuitos externos enviándoles señales de comando o recibiendo estímulos correspondientes a variables externas. Por lo general varios pines de datos son bidireccionales, es decir pueden configurarse como entradas o salidas. Cuando son entradas, pueden adquirir datos interpretando el valor de voltaje como un valor lógico 0 o 1, mientras que cuando son salidas pueden entregar una señal binaria de voltaje cuya magnitud dependería del valor lógico 0 o 1. Monitoreando el valor de las entradas, el microcontrolador puede responder a eventos externos y realizar una cierta acción, como variar las señales de salida de acuerdo al valor en las entradas. Para responder a eventos externos, los microcontroladores cuentan con un recurso conocido como interrupciones. Las interrupciones son señales que se generan internamente en el microcontrolador que detienen la ejecución normal del programa para ejecutar alguna subrutina de respuesta al evento. Una vez ejecutada la subrutina de interrupción la ejecución del programa continúa en el punto en que se encontraba antes de generarse la interrupción. Un ejemplo típico es el de un botón pulsador conectado a un pin de entrada. Una vez pulsado, se genera una señal de interrupción que iniciará la ejecución de la subrutina de interrupción, que por ejemplo podría activar un pin de salida para encender un led.

No todas las interrupciones necesariamente están asociadas al cambio del estado de los pines de entrada. También hay interrupciones que pueden estar asociadas al valor de una entrada analógica digital, o al cumplimiento de un periodo de tiempo fijado por un

timer o temporizador. Estas características dependerán del modelo de microcontrolador empleado.

## CAPÍTULO IV

### DISEÑO DEL BASTON ELECTRONICO

#### 4.1 Diagrama De Bloques Para el Bastón Electrónico Para Invidentes

En la figura se muestra cada uno de los bloques con el que consta el circuito los cuales serán descritos a continuación:

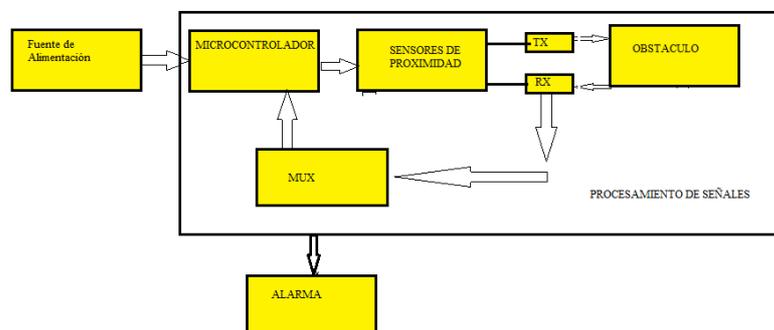


FIGURA IV.1: Diagrama De Bloques Para El Desarrollo Del Bastón Electrónico

Fuente: Autor

#### **4.1.1 Etapa De Alimentación**

Este bloque contiene todo lo concerniente al diseño de la alimentación y corrección de voltajes para el correcto funcionamiento del circuito

#### **4.1.2 Etapa De Detección De Obstáculos**

En esta etapa se utiliza un multiplexor y un microcontrolador en donde la señal de los sensores es recibida en el primero y esta se encarga de seleccionar una sola señal y enviarle al microcontrolador

#### **4.1.3 Etapa De Alarma**

Se encarga de enviar alertas una vez que fueron procesadas la señales para que la persona invidente pueda esquivar cada uno de los obstáculos.

### **4.2 Selección del sensor**

Para escoger el sensor del dispositivo, es necesario tener en cuenta, primero la distancia a analizar, el costo y la facilidad de operación.

Para la selección, se tuvieron en cuenta algunos sensores como los infrarrojos y ultrasónicos tomándose en cuenta los sensores ultrasónicos por su mayor desempeño dentro de los sensores se tomo en cuenta sensores u tales como sensor srf04 un sensor de capaz de detectar objetos y calcular la distancia a la que se encuentra en un rango de 3 a 300 cm. Su uso es tan sencillo como enviar el pulso de arranque y medir la anchura del pulso de retorno.

También se analizo el sensor srf08 que es capaz de detectar objetos a una distancia de 6 m con facilidad además de conectarse al microcontrolador mediante un bus I2C, por lo que se pueden conectar cuantos sensores sean necesarios en el mismo bus. Con una alimentación única de 5V, solo requiere 15 mA, para funcionar y 3mA mientras esta en

repose pero su inconveniente estuvo en su coste y las distancias pequeñas tenía muchos problemas

Por último se analizaron los sensores SRF05 y ping parallax no se utilizo el srf05 debido a que tenía problemas en menores distancias con poca luz y tomándose en cuenta este ultimo por su mayor versatilidad.

En la tabla IV.1 se muestran las características que tuvieron los distintos sensores

**TABLA IV.I: Comportamiento de los distintos sensores ultrasónicos**

MODELO DE SENSOR	FABRICANTE	DISTANCIA cm	COSTO	CONSUMO
SRF04	DEVANTECH	3 A 20	75	30 mA
SRF08	DEVANTECH	3 A 600	85	15 mA
SRF05	DEVANTECH	1,7 A 400	86	4 mA
PING	PARALLAX	3 A 300	55	30 mA

Fuente: <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php/sensoresultrasonicos>

#### **4.2.1 SENSOR ULTRASONICO PING**

El sensor ultrasónico de distancia PING figura 4.1 permite efectuar la medición de distancia de objetos colocados entre 3 cm y 3 m, es fácil de conectar y requiere únicamente para su operación un terminal de entrada /salida del microcontrolador. El funcionamiento de este poderoso sensor se basa en la utilización de ondas ultrasónicas, las cuales se caracterizan porque su frecuencia supera la capacidad de audición de los seres humanos. El oído humano es capaz de detectar ondas sonoras de frecuencias comprendidas entre unos 20 y 20000 Hertz, a esto se le conoce como espectro audible.



FIGURA IV.2: Sensor Ping Parallax

Fuente:<http://www.todomicrostamp.com/proyecto.php?item=3961&doc=Sensores%20>

Toda señal sonora que se encuentre por encima de este rango, se cataloga como ultrasónica. El sensor ping transmite una ráfaga ultrasónica y mide el tiempo que demora el eco en ser recibido. Este eco se produce cuando las ondas sonoras golpean un objeto que se encuentra dentro del rango de medición del PING. El sensor PING entrega una salida en forma de un pulso digital que es proporcional al tiempo requerido por el ultrasonido para ir desde el módulo emisor, golpear contra un objeto y regresar hasta el receptor. Para lograr que el microcontrolador obtenga la medición de distancia de un objeto colocado frente al PING, basta con medir la duración de este pulso y aplicar un sencillo cálculo para obtener el resultado.

Este sensor es una buena elección para aplicaciones donde se requiera efectuar la medición de distancia entre objetos fijos o móviles. También puede ser usado en robótica figura IV.2, sistemas de seguridad o como reemplazo de sistemas basados en infrarrojo.

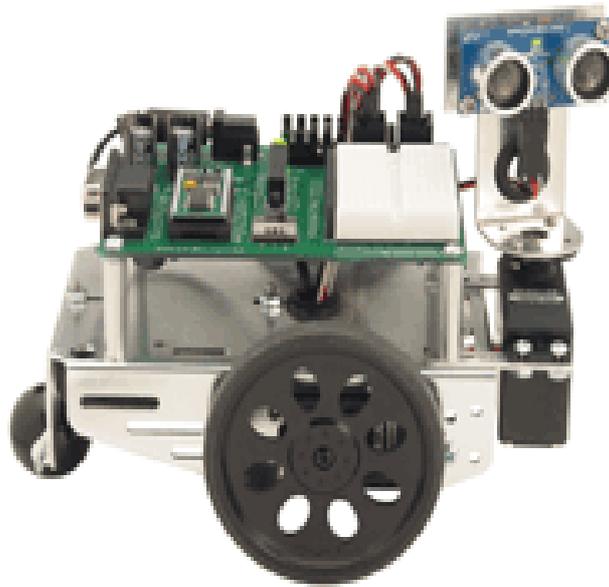


FIGURA IV.3: Uso del sensor ping como sonar de un robot móvil

Fuente: <http://www.desi.iteso.mx/elec/instru/ultrason.pdf>

#### **4.2.2 Características técnicas Del sensor Ping Parallax**

A continuación en la tabla IV.2 se muestran las características del sensor ultrasónico medidor de distancia PIN.

**TABLA IV.II: Características del Sensor PING**

Voltaje de Alimentación	5Vdc
Consumo de Corriente	30 -35mA Max
Rango de medición	3 cm hasta 3 m.
Entrada de disparo	Pulso ascendente TTL con duración mínima de 5 $\mu$ s.
Pulso de salida	Pulso ascendente TTL comprendido entre 115 $\mu$ s y 18.5 ms.
Tiempo de espera para la medición	750 $\mu$ s luego del pulso de disparo.
Frecuencia del ultrasonido	40 Khz
Tiempo de emisión	200 $\mu$ s.
Tiempo mínimo de espera entre medidas	200 $\mu$ s
Dimensiones = 22x46x16 mm.	

Fuente: <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php/sensorPING>

#### **4.2.3 Distribución Se Pines Del Sensor PING Parallax**

El sensor ultrasónico PING tiene tres terminales como se muestra en la Figura IV.3: el pin GND es la referencia o tierra, el pin 5V es la alimentación del sensor y el pin SIG es el terminas E/S, el cual se usa para producir el pulso de activación y recibir la medición generada, este pin se conecta directamente al terminal E/S del microcontrolador.

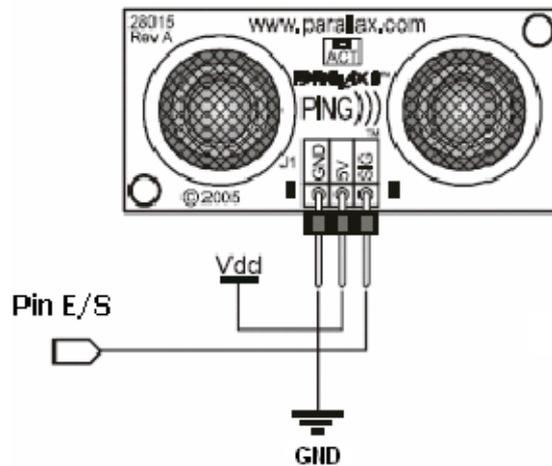


FIGURA IV.4: Terminales De Conexión

Fuente:<http://biee.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/12345/1393/5/T%2011354%20CAPITULO%202.pdf>

#### 4.2.4 Funcionamiento Del Sensor PING Parallax

El sensor ultrasónico PING transmite una ráfaga ultrasónica, luego mide el tiempo que tarda en regresar el eco. Este eco se produce cuando las ondas sonoras golpean con un objeto ya sea fijo o móvil, siempre y cuando se encuentre dentro del rango de medición del sensor. Este sensor entrega un pulso proporcional al tiempo requerido por el ultrasónico para ir desde el emisor, golpear en el objeto y regresar al receptor. Este sensor es una buena elección cuando se quiere realizar mediciones de objetos fijos o móviles, también tiene una gran aplicación en la robótica móvil, sistemas de seguridad o como remplazo de sistemas con sensores infrarrojos.

En la Figura IV.4 se detalla de forma simple el funcionamiento del sensor ultrasónico PING mediante un diagrama de tiempos.

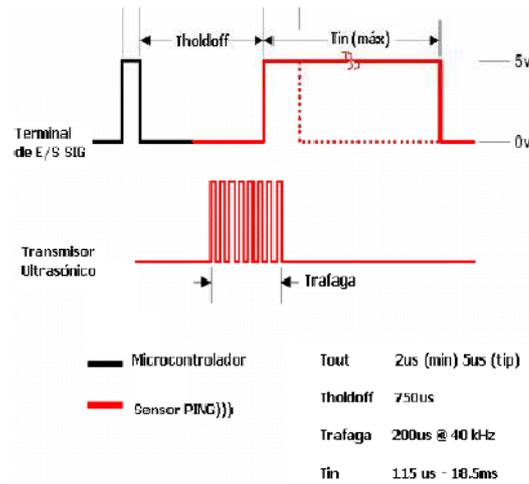


FIGURA IV.5: Funcionamiento del sensor ultrasónico Ping mediante diagrama de tiempos  
Fuente:<http://biece.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/12345/1393/5/T%2011354%20CA%20PITULO%202.pdf>

Para empezar a trabajar con el sensor ultrasónico, el microcontrolador debe garantizar un estado en bajo en el pin SIG antes de la operación del sensor.

Seguidamente se da un pulso para activar, por datos de fabricante de 5 $\mu$ s, al terminar ese pulso el terminal E/S del microcontrolador conectado al pin SIG debe cambiar a entrada para que el PING, tome el control del mismo. El sensor activa el trasmisor ultrasónico durante unos 200us enviando una ráfaga a 40KHz, esta ráfaga viaja por el aire a una velocidad de 1239,93 Km/h y golpea al objeto que tiene al frente y se genera una señal de rebote, la cual es “escuchada” por el receptor del ultrasónico. El pin SIG se colocará en estado en alto luego de ser enviada la ráfaga de 40KHz y permanecerá en ese estado por un tiempo proporcional al tiempo de vuelo. Para la lectura de la distancia se debe considerar que el pulso recibido tiene una duración proporcional al doble de la distancia recorrida por la onda sonora, para ello en la Figura IV.5 se ilustra el funcionamiento del sensor, en donde se puede notar que la señal demora un tiempo T1

en alcanzar al objeto y posteriormente le toma un tiempo  $T_2$  para llegar al sensor PING))), ya que las dos se propagan por el mismo medio (aire). El tiempo  $T_1$  y  $T_2$  serán iguales.

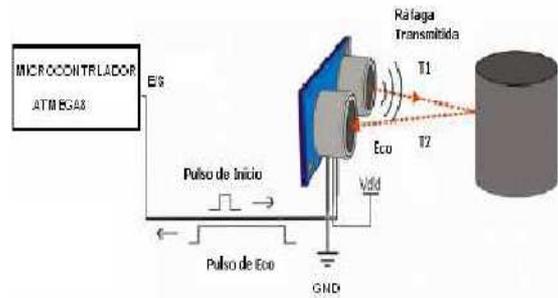


FIGURA IV.6: Funcionamiento Del Sensor Ping con un objeto

Fuente:<http://biee.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/12345/1393/5/T%2011354%20CAPITULO%202.pdf>

### 4.3 Diseño Del Circuito De Detección De Obstáculos

Teniendo en cuenta las características del sensor ping mencionadas en la parte 4.1.4 de este documento, es necesario relacionarlas con algunos de los objetivos específicos del proyecto para determinar que componentes se deben utilizar en construcción del dispositivo.

Para la selección de los componentes electrónicos que realizarán la programación lógica del circuito se descartó dispositivos tales como FPGA, debido a su alto costo en el mercado y GAL por el poco conocimiento que se tiene en la programación del mismo. Por lo anterior, se escogió la utilización de un Controlador de Interfaz Periférico o microcontrolador (PIC). Para escoger la referencia del PIC, se tuvo en cuenta características tales como capacidad de memoria, cantidad de timers, existencia de un

oscilador interno, facilidad de programación, y costo. Por lo anterior, el PIC16F877A fue escogido debido a que tiene capacidad de almacenamiento de 14.3k, posee 3 timers, tiene oscilador interno, tiene 2 comparadores, es programable en lenguaje PIC BASIC el cual fue escogido por su facilidad en desarrollar instrucciones de retardo, es económico y es fácil de conseguir en el mercado nacional.

#### **4.3.1 Microcontrolador Pic 16f877a**

El PIC16F877A de Microchip pertenece a una gran familia de microcontroladores de 8 bits (bus de datos), posee varias características que hacen a este un dispositivo muy versátil, eficiente y práctico para ser empleado en la aplicación que posteriormente será detallada.



FIGURA IV.7: Encapsulado PIC16F877A

Fuente: <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php/PIC16f877a>

##### **4.3.1.1 Características Generales**

Las características principales del PIC16f877A se muestran en la siguiente tabla

**TABLA IV.III: Características microcontrolador PIC16f877A**

	<b>Valor</b>
Memoria de programa	14.3 <u>KBytes</u> (8192 instrucciones)
Memoria <u>SRAM</u>	368 <u>KBytes</u>
Memoria <u>EEPROM</u>	256 <u>KBytes</u>
Número de <u>E/S</u>	33
Número de <u>ADC</u>	8 (10 <u>Bits</u> )
Número de <u>PWM</u>	2
<u>SPI</u>	Si
<u>I2C</u>	Si (Master)
<u>USART</u>	Si
<u>Timers 8 Bits</u>	2
<u>Timers 16 Bits</u>	1
<u>Comparadores</u>	2
<u>Clock</u>	0-20 <u>MHz</u>
Número de pines	40/44
<u>Cápsula</u>	<u>PDIP, PLCC, TQFP, QFN</u>

Fuente: <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php/PIC16f628a>

### 4.3.1.2 Características Periféricas

Las características periféricas se la muestran en la tabla IV.4

**TABLA IV.IV: Características periféricas del microcontrolador PIC1F877A**

Timer0:	8-bit timer/counter con 8-bit
Timer1:	16-bit timer/counter con prescaler, que puede ser incrementado durante el modo SLEEP vía reloj externo.
Timer2:	8-bit timer/counter con registro de período de 8-bit, prescaler Y postscaler
Dos módulos Capture y Compare, PWM	<ul style="list-style-type: none"><li>• Capture es de 16-bit, max. resolución: 12.5ns</li><li>• Compare es de 16-bit, max. resolución: 200 ns</li><li>• PWM max. resolución: 10-bit</li></ul>
Convertidor Analógico a Digital	10-bit

Fuente: <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php?title=PIC16F877A>

### 4.3.1.3 Diagrama De Pins

A continuación en la figura IV.7 se presenta el diagrama de pin del circuito integrado PIC 16F877A que viene en un encapsulado DIP de 40 pines.

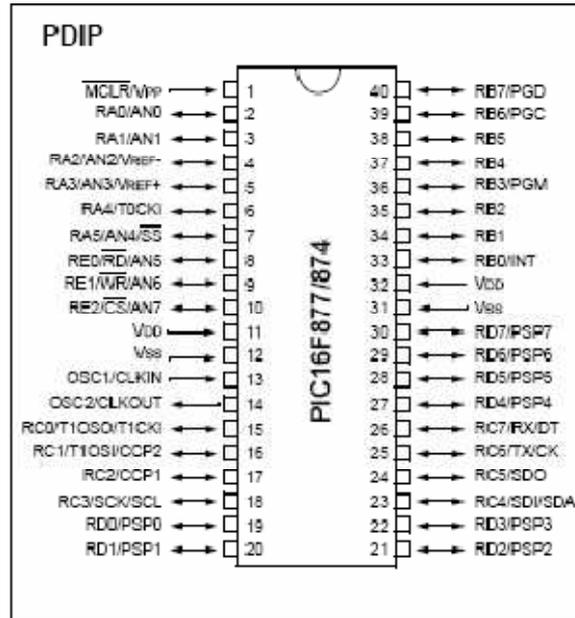


FIGURA IV.8: Diagrama de Pins del PIC 16F877A

Fuente: <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php?title=PIC16F877A>

#### 4.3.2 Multiplexor HCF4051

El HCF4051B es un circuito integrado monolítico Semiconductor fabricado por Metal Oxide, tecnología disponible en paquetes de DIP y SOP. El multiplexor analógico HCF4051B / demultiplexor es un conmutador analógico digital controlada y que trabaja en bajo.

Este circuito multiplexor consume baja energía en reposo sobre el total VDD - VSS y VDD – EEV Cuando el uno lógico "1" está presente en la inhibición de entrada terminal de todos los canales están apagados. Este dispositivo es una sola Multiplexor de 8 canales con control de tres binarios entradas, A, B y C, y una inhibición de entrada. Las tres señales binarias seleccionan 1 de 8 canales para dar vuelta y se conecta una de las 8 entradas a la salida.

A continuación en la figura IV.8 se muestran los encapsulados SOP y DIP del multiplexor HCF4051

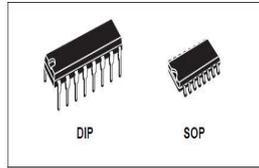


FIGURA IV.9: Encapsulados DIP y SOP del multiplexor HCF4051

Fuente:<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet2/0/01hy4tc1kh6c4e3ya2xk6kpgigcy.pdf>

#### 4.3.2.1 Características Del Multiplexor Hcf4051

El multiplexor HCF4051 tiene características internas el cual determina el patrón de funcionamiento del mismo el cual se explica en la tabla IV.5

TABLA IV.V: Características del Multiplexor HCF4051

Voltaje en Señal de Entrada	15 V <sub>pp</sub> con rango V <sub>DD</sub> - V <sub>EE</sub>
Consumo de Corriente	100nA Max
Resistencia en encendido	125Ω
Distorsión	f <sub>IS</sub> = 1KHz, V <sub>IS</sub> = 5 V <sub>pp</sub>
Pulso de salida	Pulso descendente digital.
Voltaje de alimentación	5 V vdd

Fuente:[www.datasheetcatalog.org/datasheet2/0/01hy4tc1kh6c4e3ya2xk6kpgigcy.pdf](http://www.datasheetcatalog.org/datasheet2/0/01hy4tc1kh6c4e3ya2xk6kpgigcy.pdf)

#### 4.3.3 Descripción Del Circuito De Detección De Obstáculos Por Ultrasonido

Una vez escogidos los dispositivos electrónicos se procede al diseño del circuito de detección de obstáculos. El circuito comprende la alimentación de voltaje del sensor y

del pic 16f877a, la recepción de las señales de ultrasonido y el envío de señales del pic hacia el circuito de alarmas. El diseño electrónico circuito como se lo muestra en la figura se lo realizo en el programa de simulación Proteus 7.5 donde J1, J2, J3, J4, J7 representan los sensores ultrasónicos de ahí se envía a través de U1, U2, U3, U4 y U5 que son las entradas y salidas de los cinco sensores ping esta señal a su vez se le envía al multiplexor Hcf4051 el cual se encarga de procesar la señales y enviar una sola señal esta es remitida al puerto RB0 del microcontrolador 16f877A que se encarga de procesarla, para el funcionamiento correcto del microcontrolador se utilizo un oscilador de cristal de 4 Mhz con un pulsador para el resteó del circuito cuando sea propenso a fallas.

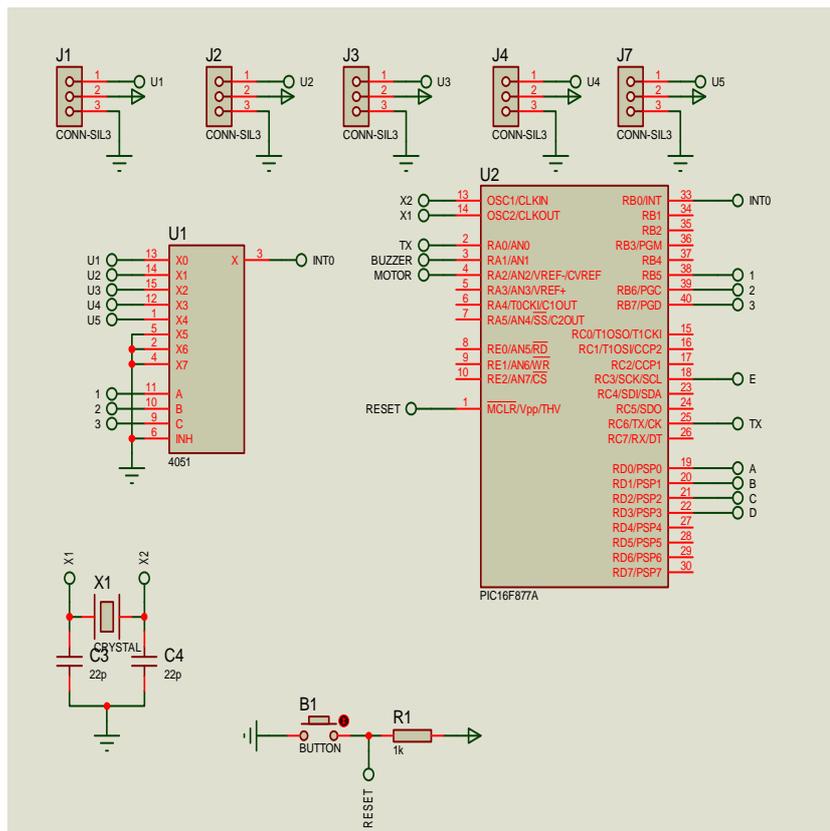


FIGURA IV.10: Diseño Del Circuito De Detección De Obstáculos Por Ultrasonido

Fuente: <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php/circuitodeteccionobstaculos>

#### 4.4 Diseño Del Sistema Para Activación De Alarmas

Para el circuito de activación de alarmas tanto de sonido como de vibración se utilizo un motor y un parlante de baja impedancia además se utilizo el arreglo de transistores ULN2003A.

##### 4.4.1 Motor De Vibración

El motor que se utilizo es un motor por lo general se usa utiliza teléfonos celulares como se muestra en la figura IV.11 emitiendo ondas de vibración dicho motor tiene características y condiciones de operación como se muestra la tabla IV.6 y la tabla IV.7 respectivamente.

TABLA IV.VI: Características De Funcionamiento Del Motor De Vibración

Alimentación	3.0 V DC
Rango de operación de voltaje	2.5 a 4.0 V DC
Reloj de operación	Con Pulso de subida

Fuente: <http://www.endrich.com/es/site.php/56816Ç>

TABLA IV.VII Condiciones de operación del motor de Vibración

Temperatura	25±3°C
Humedad	65±20% RH
Presión de Aire	1604±40 hPa
Corriente	Estabilizar corriente en DC

Fuente: <http://www.endrich.com/es/site.php/56816Ç>

A continuación se muestra en la figura IV.11 el motor de vibración utilizado en el sistema de detección de obstáculos para invidentes tanto internamente como externamente.

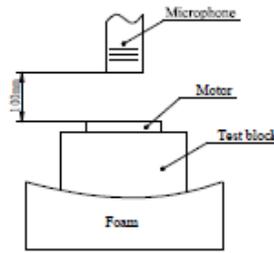


FIGURA IV.11 Contextura interna del motor de vibración

Fuente: <http://www.endrich.com/es/site.php/56817>



FIGURA IV.12: Contextura externa del motor de vibración

Fuente: <http://www.endrich.com/es/site.php/56817>

#### 4.4.2 Descripción Del Circuito Para Activación De Alarmas

Las señales para la activación de las dos alarmas son enviadas a través del puerto A.1 del microcontrolador para el sonido y el puerto A.2 para el motor de vibración dicha señal es receptada en los pines 2 y 3 del arreglo de transistores ULN2003A este arreglo de transistores nos permite tener protección para las alarmas esta protección es enviada atrás de los pines 15 y 16 del arreglo de transistores, el diseño del circuito para las activación de alarmas se muestra en la figura IV.12.

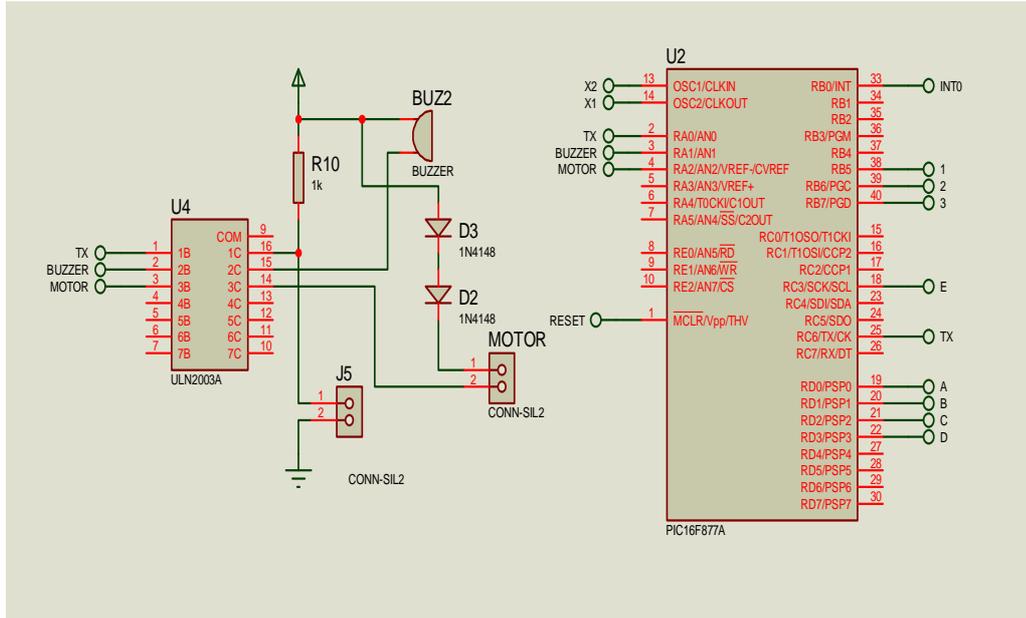


FIGURA IV.13: Diseño Del Circuito Par Activación De Alarmas

Fuente: <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php/activacionalarma>

#### 4.5 Diseño Del Sistema De Alimentación Del Circuito

El sistema de alimentación se diseño con el objetivo de hacer que el dispositivo sea portátil y que sus piezas cambiables sean fáciles de conseguir en caso de hacer un reemplazo, por eso se escogió como fuente de suministro una batería rectangular 6V y de 3A, la cual es muy fácil de conseguir en el mercado Nacional además dicha batería es recargable. El consumo del circuito es de 3mA, este valor se obtuvo mediante la suma de las cargas de los componentes del circuito y los sensores.

El circuito obtenido en la figura IV.13, muestra el sistema de alimentación del dispositivo de detección de obstáculos. La línea roja representa 6VDC el cual es obtenido por la batería, y la línea azul representa 5VDC, que es el cambio de voltaje este cambio de volta se lo realizo a través de un diodo zener el cual no solo cumple con la función de regulador sino también de protección es decir actúa como fusible cuando

el sistema sea propenso a fallas. Además para el encendido y apagado del sistema se utilizo un switch.

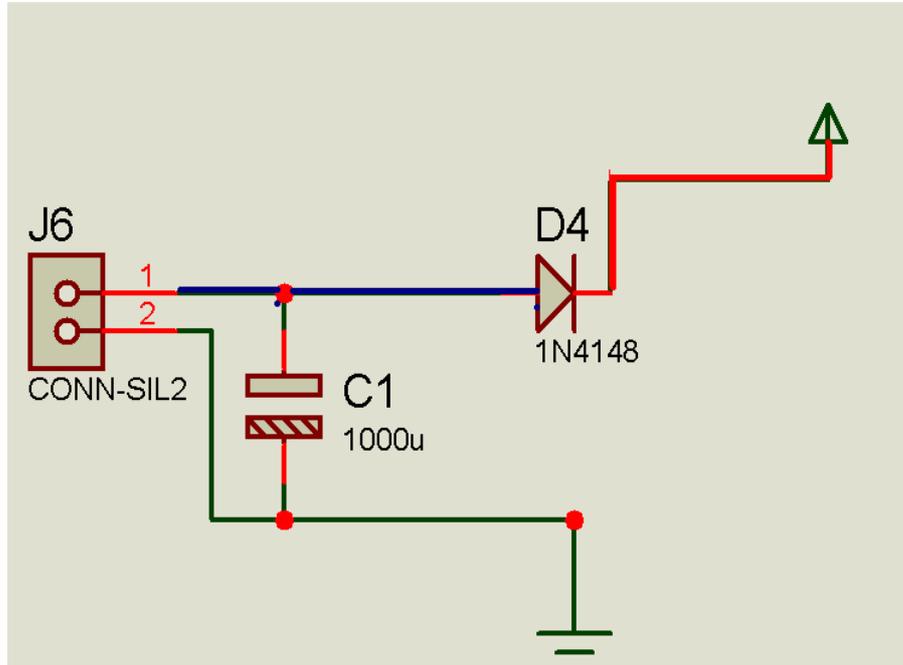


FIGURA IV.14: Diseño del sistema de alimentación del circuito

Fuente: <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php/alimentacion>

#### 4.6 Programación del PIC 16F877A para detección de obstáculos

Para la programación del microcontrolador se utilizo el lenguaje de programación Basic ya que tiene una mayor versatilidad y el programa utilizado con este lenguaje es el programa Proton IDE.

##### 4.6.1 Estructura del programa en Pic Basic

Un programa básico consta de:

- Programa de cabecera
- Declaraciones

- Explicación de los signos e identificadores
- Declaraciones y comandos

Además de estas estructuras de base, algunos compiladores también permiten programación orientada a objetos, así como procedimientos y funciones. Sin embargo Protón IDE no permite los procedimientos y funciones en el verdadero sentido, así como no es compatible con los objetos. Tiene enfoque orientado hacia el simple y sencillo llamado de instrucciones. La programación comienza en la parte superior, y la continúa hacia abajo. Sin embargo permite las repeticiones.

Las primeras líneas del programa BASIC, difieren en la memoria de los microcontroladores, EEPROM, número de puertos y registros, etc., es necesario informar al compilador sobre el microcontrolador que se utilizará. En segundo lugar la velocidad de procesamiento depende de la frecuencia del cristal. Por lo tanto a fin de calcular con precisión el calendario de funciones de retraso también es necesario informar al compilador de la frecuencia del cristal. Los programas de lenguaje BASIC usualmente comienzan así:

**Device = 16F877A**

**XTAL = 4**

La primera línea indica el procesador y la segunda línea dice que el hardware utiliza 20MHz de cristal.

#### **4.6.1.1 Declaraciones**

Son instrucciones especiales sobre los diversos dispositivos a utilizar, esto ayuda al compilador a generar instrucciones específicas. Por ejemplo, si estamos usando una pantalla LCD y se conecta en PORTD, entonces tenemos que informar las conexiones de nuestro LCD. Vamos a declarar este tipo de configuración generalmente después de la sección de encabezado utilizando los comandos:

```
Declare LCD_DTPIN PORTD.0
```

Hay un número de declaraciones, sin embargo, sólo las necesarias en el proyecto actual se fijan normalmente.

#### **4.6.1.2 Identificadores**

Los identificadores son símbolos de texto especial que se utiliza para representar algo.

Pueden ser utilizados como etiquetas para marcar ciertos lugares en el programa, de modo que el programa se puede hacer para ir a las etiquetas y luego continuar con el programa a partir de entonces. Del mismo modo los identificadores pueden usarse para nombrar algunas ubicaciones de memoria.

Estos son por lo general variables llamadas, y son los identificadores más importantes en la programación. Los identificadores también se pueden utilizar como alias en cierto texto, de modo que en lugar de escribir el texto concerniente del identificador, el compilador inserta el texto pertinente en su lugar.

#### **4.6.2 Descripción Del Programa Realizado En Proton Ide**

El programa realizado en Proton IDE (ver anexo) consta de la declaraciones del oscilador de cristal y del pic 16f877a, además se declara una salida para puerto serial para la comprobación de datos.

Al puerto B del pic 16f877a se le declara como entradas para recibir la señal de los 5 sensores la cuales ya fueron procesadas por el multiplexor y la cual se recibe específicamente en el puerto B.0 del microcontrolador, al puerto A se le declara como salidas para la transmisión donde A.0 se le envía una señal de transmisión para el puerto serial que se lo coloco para el desarrollo y pruebas, el puerto A.1 y A.2 se le envía un pulso de salida con la sentencia RSOOut para que se puedan activar las alarmas de acuerdo a las condiciones de distancia

La ubicación de los distintos sensores se muestra en la figura IV.14, el sensor número uno declarado mide una distancia de 75cm que se encuentra ubicado en un chaleco mide una distancia de 75 cm estos dos sensores nos permiten detectar objetos como paredes arboles, numero tres ilustrado en la figura IV.14 nos permite detectar obstáculos que se encuentren a la altura de la cintura de la persona invidamente, el sensor número nos permite evitar obstáculos que sean de menor altura además que sean imposibles de detectar para los sensores antes mencionados dicho sensor tiene la función de trabajar conjuntamente con el sensor número cinco asignado al puerto ya que nos ayuda para que la persona pueda subir o bajar cuando exista la presencia de gradas, el sensor número cinco además de cumplir con tal función nos permite saber cuando existe una vereda o un hueco. Todos estos sensores descritos con anterioridad son procesados a través de la etiqueta de medida descrita en el programa (ver el anexo c) el cual se le

envía un pulso de apagado para que pueda verificar cada una de las distancias descritas con anterioridad.

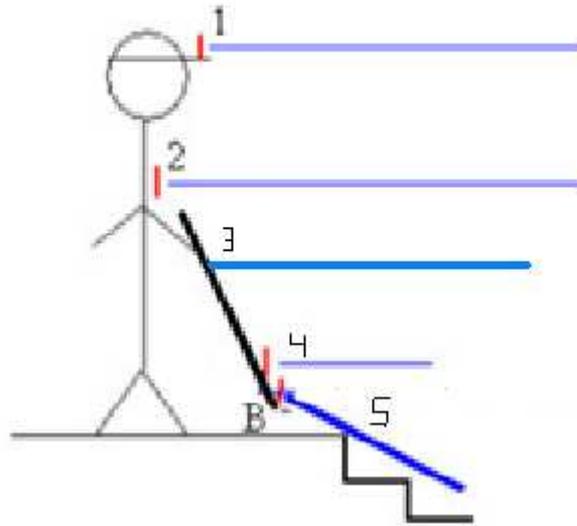


FIGURA IV.15: Ubicación de sensores en la persona Invidente

Fuente: <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php/ubicacionsensores>

## **CAPÍTULO V**

### **EL BASTÓN**

Permite a la persona limitada visual independencia en sus desplazamientos.

El bastón, no por su sencillez, deja de ser una herramienta fundamental para la orientación y movilidad del deficiente visual y ciego. Tiene tres funciones básicas: distintivo, protección e información.

#### **5.1 Un poco de historia**

Es recién luego de la segunda guerra mundial que surgen las técnicas de orientación y movilidad. En un hospital de Estados Unidos en donde se llevaba a cabo un programa de rehabilitación para veteranos ciegos, el entonces sargento Richard Hoover (quien se desempeñaba como Director de Rehabilitación Física, Orientación y Recreación) observa que los ciegos se movían con pesados y cortos bastones que les servían como apoyo pero que les prestaban escasos servicios a la hora de anticipar obstáculos. Idea

entonces un bastón largo, liviano, y la técnica de uso que hoy lleva su nombre y que le permitió a los ciegos del mundo desplazarse en forma autónoma y segura.

Con anterioridad a este evento las personas sin vista se movilizaban con perros o varas aunque lo que ocurría en general es que no se desplazasen sin una persona que oficiase de lazarrillo. Es por ello que el Club de Leones de Toronto, Canadá, instituye el día 15 de octubre como el día del Bastón Blanco, emblema de la posibilidad de independencia de la persona ciega.

En nuestro país es en 1972 que se dictan los primeros cursos en Córdoba a cargo de la American Foundation for the Blinds.

## **5.2 Tipos De Bastón**

Existen muchas clases de bastones que pueden ser utilizados por una persona limitada visual para desplazarse en los diferentes sitios. Los dos tipos de bastones más utilizados son el bastón pagable y el bastón rígido

### **5.1.1 Bastón Plegable**

Compuesto de 3 o más cañas unidas por un elástico que permite mantener el bastón abierto, o doblarlo y guardarlo cuando no se requiera usarlo, este bastón es elegante y puede utilizarse para desplazamientos por calles y zonas pavimentadas. Consta de 3 partes principales: un cayado que sirve para colgar el bastón, el mango se utiliza para coger con comodidad y seguridad el bastón evitando que se deslice de la mano. Y la puntera que es la parte del bastón que está en contacto con el suelo dentro de los bastones plegables se puede tomar en cuenta los siguientes tipos de bastones

### 5.1.1.1 Bastones plegables del aluminio

Los bastones plegables del aluminio como se muestra en la figura V.1, tienen empalmes robustos y transmisión táctil excepcional, son fáciles de doblar, se hacen generalmente con las manijas acanaladas, del putter y las extremidades del caucho, pueden tener un nudo adicional que permita el reemplazo fácil de extremidades por ultimo estos tipos de bastones se doblan comúnmente en tres puntos.



**FIGURA V.1: Bastón Plegable De Aluminio**

Fuente: [http://www.tiendaortopedia.com/index.php?cPath=33\\_39](http://www.tiendaortopedia.com/index.php?cPath=33_39)

### 5.1.1.2 Bastones plegables del grafito

Los bastones plegables del grafito como se muestra en la figura V.3 se hacen del grafito, que es más ligero, más fuerte, y más robusto que el aluminio tiene comúnmente extremidades del lápiz. Se pueden doblar en tres o cuatro puntos.



**FIGURA V.2: Bastón Plegable De Grafito**

Fuente: [http://www.pickyguide.es/salud\\_y\\_belleza/bastones\\_plegables\\_guia.html](http://www.pickyguide.es/salud_y_belleza/bastones_plegables_guia.html)

### 5.1.1.3 Bastones plegables de madera

Los bastones plegables de madera se hacen de la madera sólida y durable, son durables y robustos, se doblan comúnmente en tres puntos, tienen generalmente sistemas del ajuste de altura para la flexibilidad y el uso exacto, tienen una capacidad de peso de hasta 250 libras.



FIGURA V. 3: Bastón Plegable De Madera

Fuente: <http://www.twenga.es/precios-baston-plegable.html>

### 5.1.2 El bastón rígido

Se recomienda para caminar en zonas rurales (campo abierto, montañas, etc.) es mejor utilizar el bastón fuerte y fino que permite no solo obtener información del suelo sino que también le puede servir de apoyo, cuando lo necesite.



FIGURA V.4: Bastón Rígido

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/wood-walking-sticks-224588393.html>

### **5.3 TÉCNICAS PARA EL USO DEL BASTÓN:**

El bastón puede manejarse con la mano derecha o con la izquierda indiscriminadamente, de acuerdo como se sienta más cómoda la persona, además deberá alcanzar por lo menos un metro delante del limitado visual.

#### **5.2.1 TÉCNICA DE HOOVER**

El bastón debe llevarse con el brazo un poco doblado, cerca del cuerpo y centrado por la línea media (puede tomarse como referencia el ombligo), la mano debe sujetar el bastón con el dedo índice prolongado a lo largo en la parte plana del mango y los dedos restantes sujetando el bastón. Si el bastón no se centra, la persona tiende a caminar torcida. El bastón debe moverse realizando un semicírculo de derecha a izquierda, con el solo movimiento de la muñeca; la punta del bastón debe tocar el piso en los dos extremos del semicírculo y el arco que se hace en el piso deberá ser más o menos del ancho de los hombros de esta manera se revisa la zona por donde la persona va a caminar y la protege de los huecos o de tropezar con cualquier obstáculo u objeto que se encuentre en el piso ya que con el resto del bastón la persona protege su pierna y cintura. A medida que la persona camina debe realizar un movimiento intercambiado con el bastón y el pie, es decir, mientras se está explorando con el bastón en el lado izquierdo, se dará el paso con el pie derecho.

Es importante conservar siempre un movimiento armónico, es decir mantener un movimiento natural y elegante, cuidando de no exagerar movimientos o adoptar posturas inadecuadas con el uso del bastón.

### **5.2.2 Técnica de deslizamiento**

Esta técnica permite a la persona limitada visual desplazarse por sitios cerrados como centros comerciales, edificios, oficinas, etc.

El bastón deberá ir colocado en posición diagonal con la punta en el borde que está entre la pared y el suelo, sin realizar ningún toque, solo deslizando el bastón por el borde antes mencionado. Esta técnica también puede combinarse con la técnica Hoover deslizando el bastón por el suelo sin olvidar el ancho del y el ritmo al caminar.

### **5.2.3 Técnica de toque**

Permite dar mayor seguridad en los desplazamientos estando en terrenos montañosos o disparejos.

Para caminar por zonas rurales (campo abierto, montañas, etc.), se recomienda usar un bastón rígido que permita no solo obtener información del suelo sino que en determinado momento le pueda servir de apoyo. Generalmente con este bastón se realiza la técnica de toque.

Consiste en tomar el bastón por el mango en forma de agarre, ubicándolo al frente y al centro del cuerpo en forma paralela, dando dos o tres toques al terreno en forma de picado.

### **5.2.4 Técnica de subir y bajar escaleras**

La persona limitada visual deberá ubicarse a la derecha de ésta, tomando el bastón con agarre de pinza, la puntera del bastón deberá medir la altura y el ancho del escalón y el bastón deberá estar siempre un escalón delante, tocando el borde del peldaño, cuando el

bastón no percibe más escalones la información dada es que se está llegando a un descanso de la escalera o que ya no hay más peldaños, tanto para bajar como para subir, se utiliza la misma técnica , conservando siempre la derecha.

#### 5.4 Bastones Electrónicos

En la actualidad la ciencia ha avanzado de una forma ineludiblemente por ello existen empresas que se dedican al desarrollo de bastones para persona invidente una de estas empresas es la empresa HI-TECH pero por el alto costo de los mismos es imposible que lleguen a nuestro país Pero sin embargo vamos a describiré el funcionamiento del mismo.

Martinelli el desarrollador explica que "básicamente amplié las funciones del bastón común para ciegos a través de una guía acústica. Un no vidente habitualmente se guía en el ámbito donde reside. En éste caso solamente cambiando un chip podría desplazarse en cualquier lugar sin inconveniente. Esto permite que el ciego aumente sus posibilidades de movimiento más allá de la ciudad que conoce como segura". El bastón incluye una memoria en la que se cargan los datos de la ciudad. Cuando se golpea el en el piso un sistema GPS devuelve su posición mediante señales sonoras.



FIGURA V.5: Bastón Para Invidentes desarrollado por Martinelli

Fuente: <http://www.neoteo.com/baston-hi-tech-para-ciegos.neo>

### **5.5 Selección Del Bastón Para El Dispositivo**

Para la selección del bastón para el desarrollo del dispositivo se tomo en cuenta su factores su peso y precio por ello se escogió el bastón de aluminio plegable debido a que resulto el más económico que en el mercado nacional se lo puede encontrar por un valor de aproximadamente de \$15 a \$20 además este bastón como se muestra en la figura 5.1 es liviano lo que unido a los demás dispositivos tiene un peso de 1 libra aproximadamente para lo cual resulta para la persona invidente muy fácil de transportarlo.

## CONCLUSIONES

1. El dispositivo de detección de obstáculos tiene un comportamiento lineal, gracias al sensor escogido, esto significa que a una distancia cualquiera el puede detectar un obstáculo de diferentes materiales, tales como concreto, plástico, vidrio, madera, metal.
2. Las alarmas del detector previenen continuamente la presencia de varios obstáculos por medio de alarmas sonoras que son de alta intensidad, por tal razón se utilizó avisos vibratorios para evitar la anomalía en la deambulación de los demás transeúntes.
3. Los cables usados en la conducción de las señales desde los sensores, son cables flexibles que permite total normalidad de movimiento en el usuario.
4. El usuario nunca queda en contacto con los cables que provienen desde los sensores y que avanzan hacia el dispositivo generador de sonidos.
5. El sistema es un prototipo desarrollado por lo que futuras personas pueden seguirlo mejorando de acuerdo con los dispositivos ya existentes tales como un GPS

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda no exponer el sistema en condiciones climáticas límites (como de lluvia o extrema temperatura), que pudiesen dañarlo.
2. El sistema de alimentación del circuito dura aproximadamente 13 horas después de los estudios realizado por lo que se recomienda cargar la batería para su perfecto funcionamiento
3. Los Sensores de ultrasonido pueden dañarse cuando sufran golpes o un mal trato por lo que se recomienda tener mucha precaución con el uso del bastón
4. El dispositivo se debe alojar en la cintura, en forma frontal, de esta forma se puede aprovechar de mejor manera el sistema para la detección de obstáculos en las distancias propuestas. En caso de un alojamiento diferente al propuesto no cumpliría el objetivo específico planteado.
5. Este dispositivo no es muy recomendable usarlo en espacios cerrados ya que no le permitirá al invidente desplazarse con mayor independencia porque el bastón estará activándose en cada momento que el invidente se necesite seguir su camino.

## **RESUMEN**

Se construyó y diseñó un prototipo de bastón electrónico como ayuda a personas con discapacidad visual que funcione como detector de obstáculos dentro de la trayectoria de desplazamiento del invidente que le permite tomar o elegir una mejor ruta.

El dispositivo se realiza empleando 5 sensores ultrasónicos Ping Parallax, un microcontrolador PIC 16F877A un multiplexor HCF4051, un arreglo de transistores ULN2003A se utilizó un parlante baja impedancia y un motor de vibración, para el desarrollo del prototipo se utilizó el método inductivo y deductivo, la utilización de los sensores fue a través de la técnica de transmisión y recepción de los mismos el microcontrolador fue programado a través de lenguaje de programación PIC BASIC. Además la comunicación entre los sensores y el circuito se lo realizó con cables flexibles permitiendo la movilidad de la persona invidente sin que este sufra daños.

El bastón funciona mientras cada uno de los sensores va detectando los obstáculos de acuerdo a la distancia que se programo cada uno de ellos por ende se activa una alarma tanto de vibración como de sonido, este dispositivo no solo permite a la persona invidente detectar obstáculos si no también subir bajar gradas e inclusive detectar un hueco. Este prototipo fue probado con dos personas invidentes el cual su adaptación se fue difícil por razones de costumbre pero su funcionamiento fue correcto cumpliendo con los parámetros especificados.

El dispositivo tiene un comportamiento lineal gracias a la utilización de los sensores este dispositivo supo llenar la necesidad de la persona invidente para la utilización y remplazo del bastón común que ellos utilizan por lo cual el objetivo del bastón se cumplió a cabalidad.

## SUMMARY

The electronic cane prototype was designed and builds to help people with visual disabilities. It helps detect obstacles in the path and lets the blind take or chooses a better route.

The device is made using 5 Parallax Ping ultrasonic sensors, a microcontroller PIC 16F877A HCF4051, a multiplexer, a ULN2003A transistor array, used a low-impedance speaker and a vibration motor for the development of the prototype. The prototype used inductive and deductive method; the use of the sensors was through transmitting and receiving techniques. The microcontroller was programmed by PIC BASIC programming language. Furthermore, communication between sensors and the circuit was made with flexible cables allowing the mobility of the blind person without any damage.

The staff works as each of the sensors will detect obstacles according to the distance and program each of them to activate an alarm both vibration and sound. However this device not only allows a blind person to detect obstacles but it also allows them to go up and down the stairs and even detect holes. This prototype was tested with two blind people who had difficulty adapting for the usual reasons but its operation was successes under the compliance with the specified parameters.

The device has a linear behavior through the use of sensors. This device was able to fill the needs for a blind person. The use of the prototype replaced the common cane and its purpose was fully achieved.

## GLOSARIO

**Proceso.-** Operación que conduce a un resultado determinado.

**Sistema.-** Consiste en un conjunto de elementos que actúan coordinadamente para realizar un objetivo determinado.

**Señal de salida.-** Es la variable que se desea controlar (posición, velocidad, presión, temperatura, etc.). También se denomina variable controlada.

**Señal de control.-** Es la señal que produce el controlador para modificar la variable controlada.

**Señal análoga.-** Es una señal continua en el tiempo.

**Señal digital.-** Es una señal que solo toma valores de 1 y 0. El Tx/Rx solo envía y/o recibe señales digitales.

**Convertor análogo/digital.-** Es un dispositivo que convierte una señal analógica en una señal digital (1 y 0).

**Convertor digital/análogo.-** Es un dispositivo que convierte una señal digital en una señal analógica (corriente o voltaje).

**Sensor.-** Es un dispositivo que convierte el valor de una magnitud física (presión, flujo, temperatura, etc.) en una señal eléctrica codificada ya sea en forma analógica o digital.

**Transmisor.-** Es en conjunto un sensor que convierte el valor de una magnitud física, en una señal eléctrica normalizada, sea esta digital o analógica; y un circuito de acondicionamiento que permite su manejo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. ANGULO, J.M.<sup>a</sup> y ANGULO, I. Microcontroladores PIC: Diseño práctico de aplicaciones PIC16F84. 3era. ed. Madrid: McGraw Hill, 2003. pp. 1-65.
2. ANGULO, J.M.<sup>a</sup> , ROMERO, S y ANGULO, I. Microcontroladores PIC: Diseño práctico de aplicaciones PIC18F87x. 3era. ed. Madrid: McGraw Hill, 2005. pp.233.
3. BODINGTON, C. Basic para Microcontroladores PIC. Madrid: McGraw Hill, 2005. pp.372.
4. GONZÁLEZ, J.A. Introducción a los Microcontroladores. Santiago: McGraw Hill, 2002. pp. 23-70.
5. PALACIOS, E. REMIRO, F. y LOPEZ, L.J. Microcontroladores PIC16F84: Desarrollo de proyectos. Madrid: RAMA, 2004. pp. 21-84.

## **MICROCONTROLADORES**

1. <http://www.robot-mexico.com/Microcontroladores.html>  
2010-03-04.
2. [http://academia.cch.unam.mx/robotica\\_e\\_informatica/index.php/PIC\\_16F877A](http://academia.cch.unam.mx/robotica_e_informatica/index.php/PIC_16F877A)  
2010-3-06.
3. <http://www.monografias.com/trabajos18/descripcion-pic/descripcion-pic.shtml>

2010-03-08.

4. <http://lafu.iespana.es/m1.pdf>

2010-03-10.

## **SENSORES**

10. <http://www.epsj23.net/docs/SENSORES.PDF>

2010-04-04.

11. <http://patentados.com/invento/sensor-de-nivel-de-agua.html>

2010-05-12.

13. <http://www.antirrobo.net/sensores/sensores-de-nivel.html>

2010-05-16.

14. [http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador\\_PIC](http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador_PIC)

2010-16-10.

14. <http://www.mnlibros.com.ar/DespLibro.asp?Libro=8448156471>

2010-06-14.

15. <http://www.geocities.com/electrogera666/micro/basico.html>

2010-06-16.

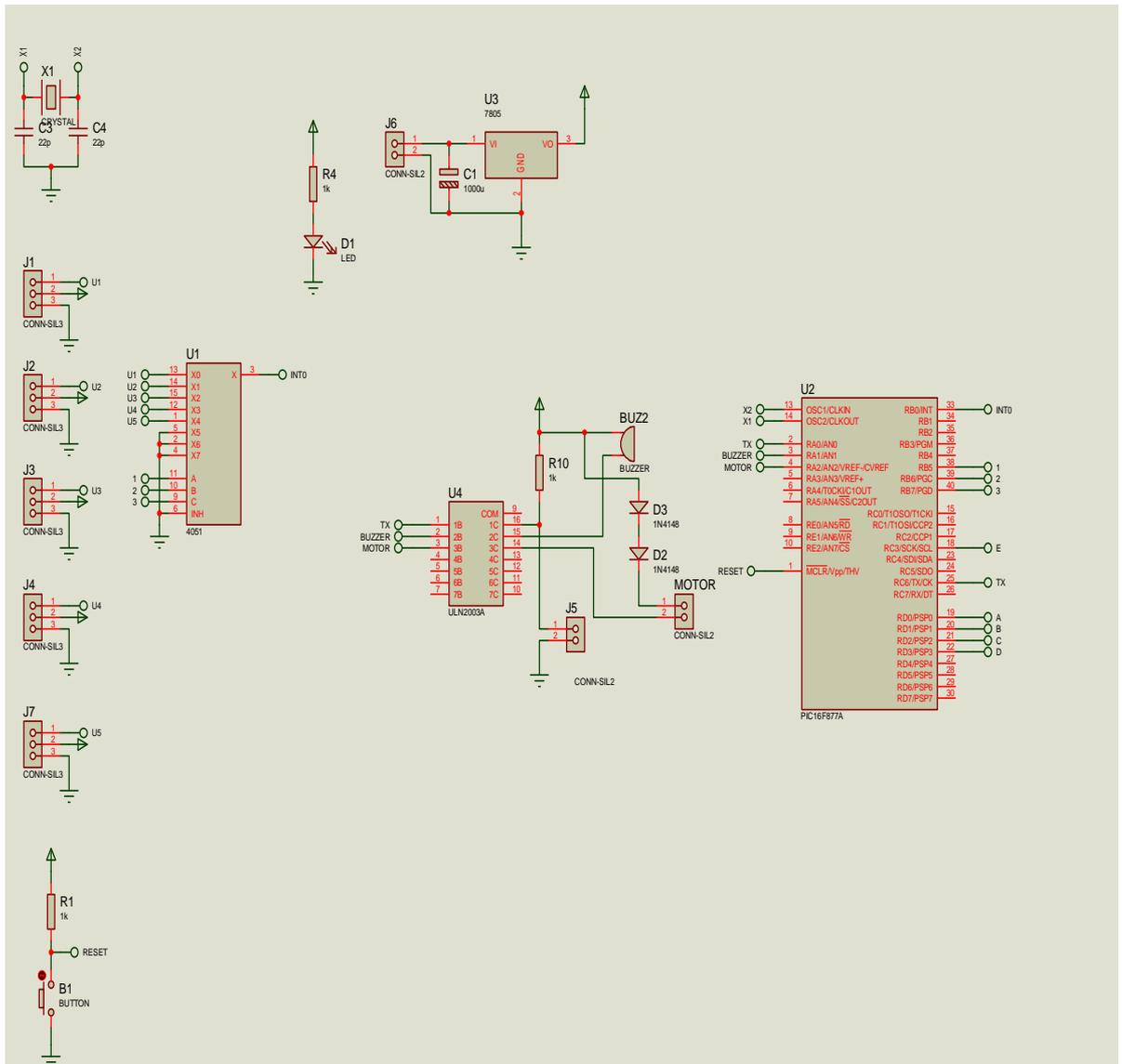
16. <http://www.geocities.com/electrogera666/micro/arquitectura.html>

2010-06-16

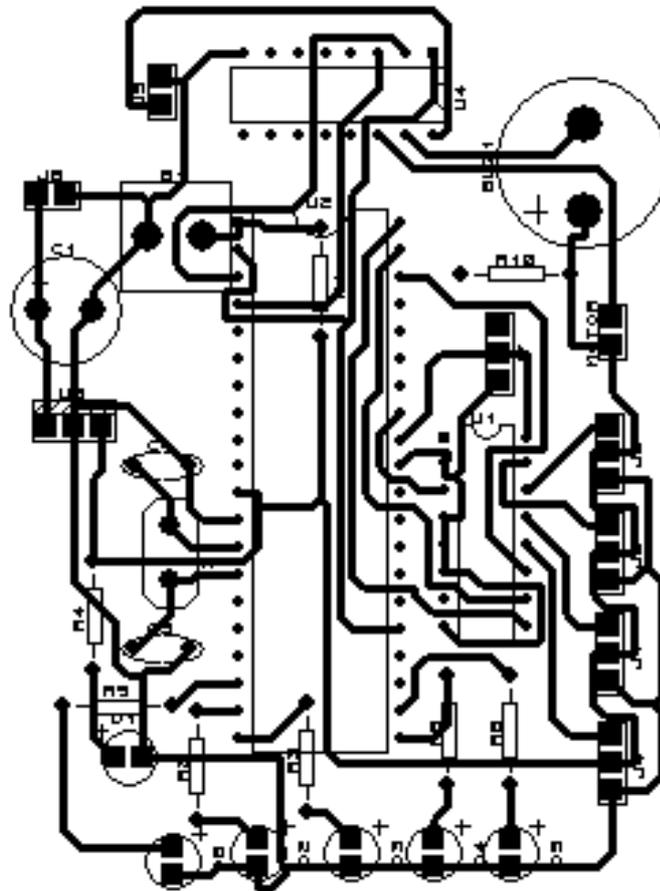
# ANEXOS

# ANEXO A

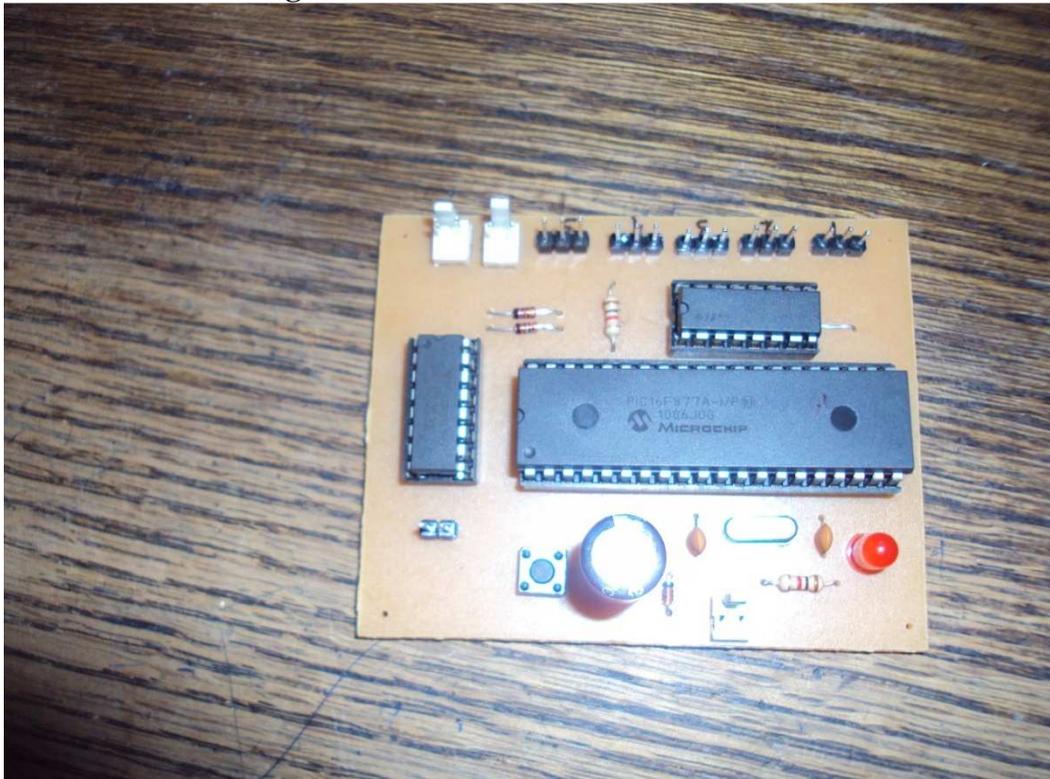
## DISEÑO ELECTRÓNICO DEL BASTÓN PARA INVIDENTES



**ANEXO B**  
DISEÑO PARA LA PLACA IMPRESA DEL BASTON ELECTRONICO PARA  
INVIDENTES



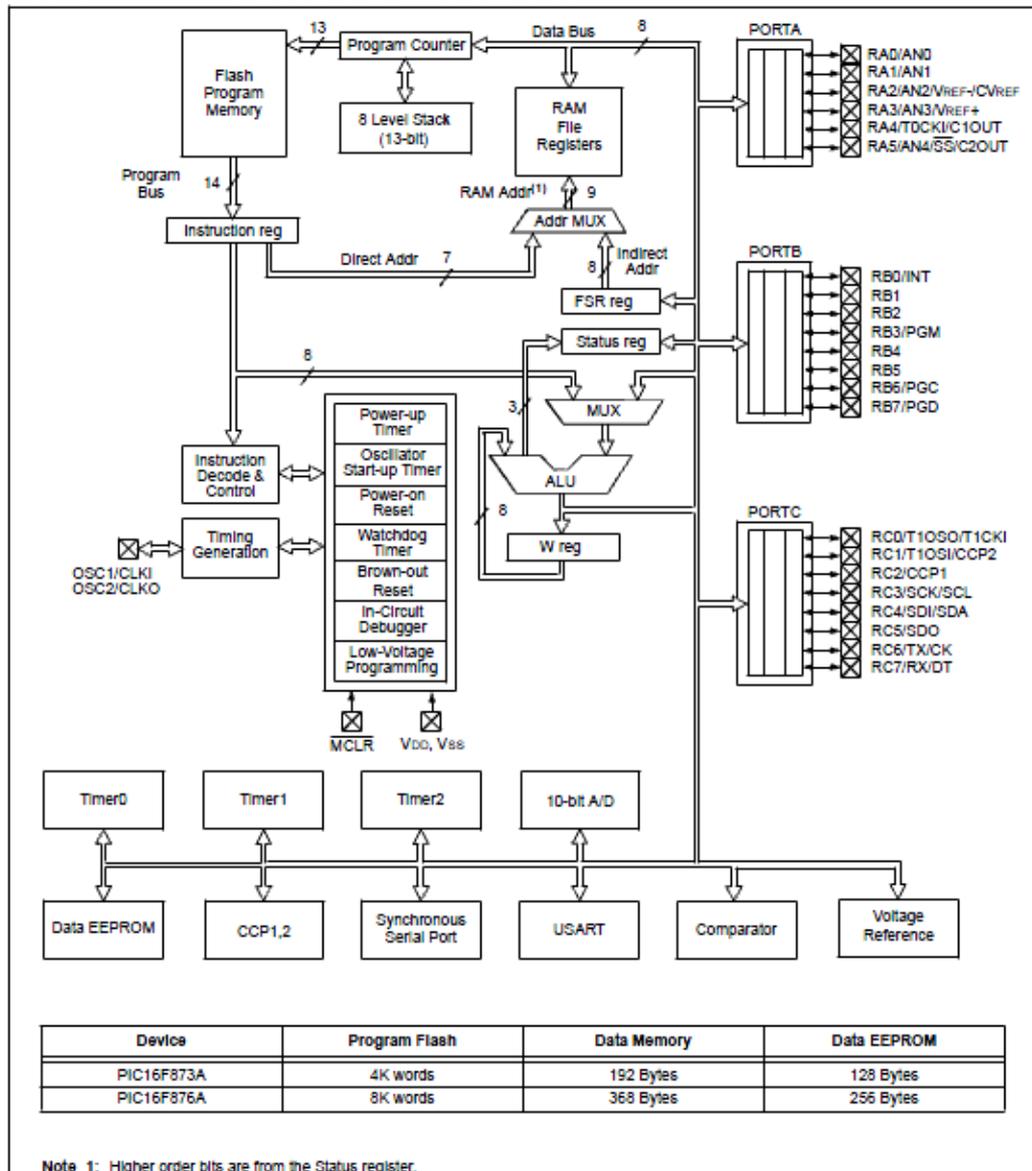
**ANEXO C**  
**Fotografía De La Vista Frontal Del Circuito**



## ANEXO D

### DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MICROCONTROLADOR PIC 16F877A

FIGURE 1-1: PIC16F873A/876A BLOCK DIAGRAM



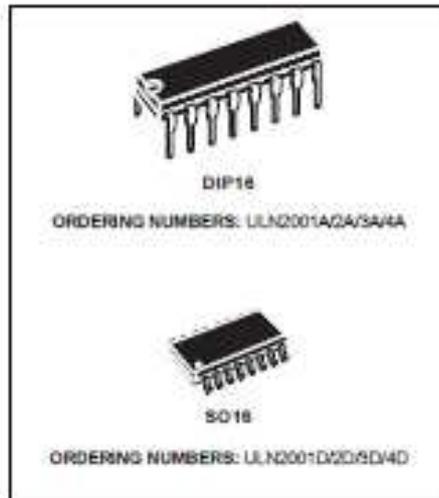
**ANEXO E**  
**HOJA DE DATOS ARREGLO DE TRANSISTORES ULN2003A**



**ULN2001A-ULN2002A**  
**ULN2003A-ULN2004A**

**SEVEN DARLINGTON ARRAYS**

- SEVEN DARLINGTONS PER PACKAGE
- OUTPUT CURRENT 500mA PER DRIVER (600mA PEAK)
- OUTPUT VOLTAGE 50V
- INTEGRATED SUPPRESSION DIODES FOR INDUCTIVE LOADS
- OUTPUTS CAN BE PARALLELED FOR HIGHER CURRENT
- TTL/CMOS/PMOS/DTL COMPATIBLE INPUTS
- INPUTS PINNED OPPOSITE OUTPUTS TO SIMPLIFY LAYOUT



**DESCRIPTION**

The ULN2001A, ULN2002A, ULN2003 and ULN2004A are high voltage, high current darlington arrays each containing seven open collector darlington pairs with common emitters. Each channel rated at 500mA and can withstand peak currents of 600mA. Suppression diodes are included for inductive load driving and the inputs are pinned opposite the outputs to simplify board layout.

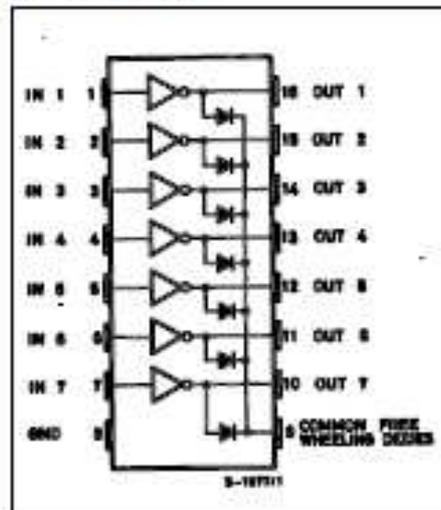
The four versions interface to all common logic families :

ULN2001A	General Purpose, DTL, TTL, PMOS, CMOS
ULN2002A	14-25V PMOS
ULN2003A	5V TTL, CMOS
ULN2004A	6-15V CMOS, PMOS

These versatile devices are useful for driving a wide range of loads including solenoids, relays DC motors, LED displays filament lamps, thermal print-heads and high power buffers.

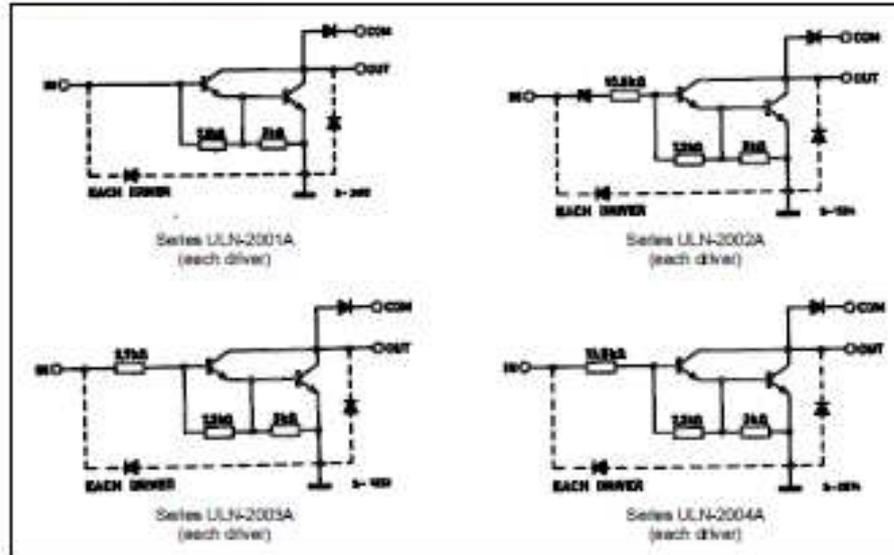
The ULN2001A/2002A/2003A and 2004A are supplied in 16 pin plastic DIP packages with a copper leadframe to reduce thermal resistance. They are available also in small outline package (SO-16) as ULN2001D/2002D/2003D/2004D.

**PIN CONNECTION**



ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A

SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_o$	Output Voltage	50	V
$V_{in}$	Input Voltage (for ULN2002A/D - 2003A/D - 2004A/D)	30	V
$I_c$	Continuous Collector Current	500	mA
$I_b$	Continuous Base Current	25	mA
$T_{amb}$	Operating Ambient Temperature Range	- 20 to 85	°C
$T_{stg}$	Storage Temperature Range	- 55 to 150	°C
$T_j$	Junction Temperature	150	°C

THERMAL DATA

Symbol	Parameter	DIP16	SO16	Unit
$R_{\theta(jc)}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max. 70	120	°C/W

**ANEXO F**  
**CODIGO FUENTE**

**Device=16F877A**

**Config** XT\_OSC , WDT\_OFF , PWRTE\_ON , BODEN\_OFF , LVP\_OFF , CP\_OFF ,

DEBUG\_OFF *'define los fuse del micro*

**XTAL=4**

**TRISB=0**

**PORTB=0**

**Symbol** PING=**PORTB.0**

**Symbol** ESCALA = 17

**Symbol** motor=**PORTA.2**

**Dim** med **As Float**

**Dim** dist[10] **As Byte**

**Dim** LED **As PORTD.1**

**Declare SERIAL\_BAUD** 2400

**Declare RSOUT\_PIN** **PORTA.0**

**Declare RSOUT\_MODE** inverted

**Declare RSOUT\_PACE** 5

**TRISA.2=0**

**PORTA.2=0**

**TRISD=0**

**LED=0**

TRISC.3=0

PORTD.1=1

DelayMS 1000

PORTD=0

lazo:

**GoSub** barrido

**If** dist[0] < 65 **And** dist[0] > 10 **Then** PORTD.0=1 *'led 3*

**If** dist[0] >= 65 **Then** PORTD.0=0 *'led 3*

**If** dist[1] < 75 **And** dist[1] > 10 **Then** PORTD.1=1 *'led 1*

**If** dist[1] >= 75 **Then** PORTD.1=0 *'led 1*

**If** dist[2] < 75 **And** dist[2] > 10 **Then** PORTD.2=1 *'led 2*

**If** dist[2] >= 75 **Then** PORTD.2=0 *'led 2*

**If** dist[3] < 55 **And** dist[3] > 10 **Then** PORTD.3=1 *'led 4*

**If** dist[3] >= 55 **Then** PORTD.3=0 *'led 4*

**If** dist[4] < 30 **And** dist[4] > 10 **Then** PORTC.3=0 *'led 5*

**If** dist[4] >= 30 **Then** PORTC.3=1 *'led 5*

**RSOut** "11=",Dec dist[1],13,10

**RSOut** "12=",Dec dist[2],13,10

**RSOut** "13=",Dec dist[0],13,10

**RSOut** "14=",Dec dist[3],13,10

**RSOut** "15=",Dec dist[4],13,10

**If** PORTD.0=1 **Or** PORTD.1=1 **Or** PORTD.2=1 **Or** PORTD.3=1 **Or** PORTC.3=1

**Then**

motor=1

**Else**

motor=0

**End If**

**GoTo** lazo

lazo:

dist[1]=med

PORTB=%01000000

**GoSub** MEDIDA

**If** dist[1] < 75 **And** dist[1] > 10 **Then** PORTD.1=0 *'led 1*

**If** dist[1] >= 75 **Then** PORTD.1=1 *'led 1*

**GoTo** laz

barrido:

PORTB=%00000000

**GoSub** MEDIDA

**GoSub** MEDIDA

dist[0]=med

PORTB=%00100000

**GoSub** MEDIDA

**GoSub** MEDIDA

dist[1]=med

PORTB=%01000000

**GoSub** MEDIDA

**GoSub** MEDIDA

dist[2]=med

PORTB=%01100000

**GoSub** MEDIDA

**GoSub** MEDIDA

dist[3]=med

PORTB=%10000000

**GoSub** MEDIDA

**GoSub** MEDIDA

dist[4]=med

**Return**

MEDIDA:

**Low** PING

**PulsOut** PING , 2

med=**PulsIn** PING,1

med=med\*ESCALA/100

**Return**