

Bastón ElectroSónico

Bastón Electrónico para personas No Videntes

Alumno: López Cortez Marcos Iván

Docente: Ing. Monte Gustavo

30 de Abril de 2013

Agradecimientos

Ante todo agradecer al amor de mi vida Noelia, a mis padres y mis hermanos todo su apoyo y paciencia porque sin ellos nada de todo esto habría sido posible.

Y GRACIAS también a todos aquellos (amigos, compañeros, profesores,...) que me han apoyado y ayudado durante todos estos años.

Índice

Tema	Hoja
Resumen	5
Introducción	6
1. Capítulo I: El Problema	7
1.1. Planeamiento del Problema	16
1.2. Formulación y sistematización del problema	17
2. Capítulo II: Avances Tecnológicos	21
3. Capítulo III: Planteo del Proyecto	24
3.1. Justificación	24
3.2. Objetivos	25
4. Capítulo IV: Definición del Proyecto	26
4.1. Resumen de Funciones	26
4.2. Características del Sistema	27
4.3. Dispositivos disponibles	27
4.4. Definición de Dispositivos	30
4.5. Herramientas de Programación y Simulación	30
4.6. Diagrama en bloques del Sistema	32
4.7. Determinación de Entradas/Salidas	32
4.8. Listado de componentes	32
5. Capítulo V: Los Dispositivos Electrónicos	33
5.1. Micro controlador Microchip PIC18F452	33
5.1.1. Conceptos Generales	33
5.1.2. Características específicas de los PICs	33
5.1.3. Clasificación de los PICs	34
5.1.4. Arquitecturas de los PICs de 8 bits	34
5.1.5. Resumen	35

Tema	Hoja
5.2. Sensor de Distancia Ultrasónico HC-SR04	35
5.2.1. Funcionamiento Básico	35
5.2.2. Problemas con los Ultrasonidos	36
5.2.3. El sensor HC-SR04	40
5.2.3.1. Descripción	40
5.2.3.2. Implementación, Hardware	40
5.2.3.3. Implementación, Software	41
5.2.4. Modelos comerciales	41
5.2.4.1. HC-SR04	41
5.2.4.2. HC-SR08	41
5.2.4.3. HC-SR10	42
6. Capítulo VII: Desarrollo del Programa	43
6.1. Diagrama de Flujo	43
6.2. Diagrama de conexionado	44
6.3. Tarea del sensor HC-SR04 Horizontal (Detección de obstáculos)	44
6.4. Tarea del sensor HC-SR04 Vertical (Detección de escalones)	45
6.5. Tarea del sensor DHT11 (Medición de Humedad y Temperatura)	46
6.6. Tarea para detección de Agua	47
6.7. Tarea activación de motor	48
6.8. Tarea activación de Buzzer	48
6.9. Programa completo	49
7. Capítulo VIII: Simulación y Depuración	50
8. Diseño PCB	51
8.1. Diagrama Esquemático	51
8.2. Vista PCB	52
8.3. Imágenes del Prototipo	52

Tema	Hoja
9. Resultados	54
10. Posibilidades de Mejora	55
11. Análisis Económico	56
12. Conclusiones	57
13. Bibliografía	58
14. Anexos	
14.1. Programa del PIC	
14.2. Datasheet PIC18F452	
14.3. Datasheet HC-SR04	
14.4. Datasheet DHT11	
14.5. Datasheet LM7805	
14.6. Informe del Indec respecto al censo 2001 de personas con discapacidad	

Resumen

El proyecto presenta el diseño de un Prototipo Electrónico Inteligente portátil que asiste en el desplazamiento de las personas Ciegas o con Baja visión. Éste se basa principalmente en un bastón, el cual cuenta con sensores para detección de obstáculos, desniveles y líquidos. El Prototipo, utiliza como elementos inteligentes, micro controladores programables, los cuales procesan y ejecutan los datos recibidos de los diferentes sensores diseñados para el correcto funcionamiento del dispositivo. Finalmente, mediante micro motores vibratorios o buzzer se generan las diferentes señales de alerta, evitando los posibles peligros.



Fig. 1

La realización de pruebas en terreno, permitió identificar y mejorar de manera efectiva distintos parámetros del dispositivo, proporcionando un prototipo que brinda mayor independencia, confianza, y por sobre todo, mayor seguridad cuando se movilizan por las calles.

Introducción

Las personas con discapacidad y su entorno se enfrentan cotidianamente con situaciones que generan tensión física y psíquica. Las tareas que para la mayoría de las personas son sencillas y rutinarias -como ser caminar por la calle, tareas del hogar, sostener una conversación- pueden resultar para las personas con discapacidad, un obstáculo arduo y hasta insalvable. Piénsese, por ejemplo, en la dificultad que supone para una persona ciega, caminar por la calle prestando atención a los sonidos del entorno que han de servirle de guía, a los obstáculos que percibe con el bastón, a su interlocutor y a las barreras que dificultan su paso; o para una persona sorda sostener una conversación leyendo los labios de su interlocutor. Las etapas evolutivas de pasaje, -inicio de estudios, adolescencia, matrimonio, maternidad- que para cualquier persona suponen un aumento transitorio del nivel de stress, implican para una persona con discapacidad una agudización de la crisis vital, ya que tienen aparejada una nueva toma de conciencia de sus dificultades y posibilidades. Estas condiciones, que actúan como factores predisponentes para la aparición de patologías físicas y psíquicas, nos llevan a postular la necesidad de trabajar en la prevención de las mismas.

1. Capítulo I: El Problema

DISCAPACIDAD VISUAL.

Para la **OMS**, discapacidad es "Cualquier restricción o carencia (resultado de una deficiencia) de la capacidad de realizar una actividad en la misma forma o grado que se considera normal para un ser humano. Se refiere a actividades complejas e integradas que se esperan de las personas o del cuerpo en conjunto, como pueden ser las representadas por tareas, aptitudes y conductas."

Desde un aspecto descriptivo se puede precisar que **la discapacidad visual es la carencia, disminución o defectos de la visión**. Para la mayoría de la gente, el significado de la palabra **Ciego**, corresponde a una persona que no ve, con ausencia total de visión, sin embargo dentro de la discapacidad visual se pueden establecer categorías: **Ceguera Total** o amaurosis, es decir ausencia de respuesta visual. **Ceguera Legal**, 1/10 de agudeza visual en el ojo de mayor visión, con correctivos y/o 20 grados de campo visual. **Disminución o limitación visual** (visión parcial), 3/10 de agudeza visual en el ojo de más visión, con corrección y/o 20 grados de campo visual total. La **baja visión, visión parcial o visión subnormal** puede definirse como agudeza central reducida o la pérdida del campo visual, que, incluso con la mejor corrección óptica proporcionada por lentes convencionales, se traduce en una deficiencia visual desde el punto de vista de las capacidades visuales; supuesta en esta definición una pérdida bilateral de la visión, con algún resto visual. El funcionamiento visual depende de múltiples factores, físicos, psíquicos, ambientales; variando incluso en dos personas con idéntica patología o en una misma persona en distintos días u horas de un mismo día.

Diferenciaremos aquí agudeza visual de funcionamiento visual. La **agudeza visual** es, el grado de visión (generalmente, de visión lejana) expresado en valores numéricos, que nos indica a qué distancia es capaz de percibir con claridad. **Funcionamiento o Eficacia Visual**, en cambio, es un concepto mucho más abarcativo; nos indica qué cosas es capaz de hacer un sujeto en particular utilizando su visión y en qué condiciones. Que una persona pueda funcionar visualmente para algunas tareas, no significa que pueda

hacerlo en todas; el rendimiento puede variar según las condiciones anímicas, físicas y del ambiente. Cada patología tiene sus particularidades y dificultades. Los anteojos o lentes de contacto pueden mejorar el rendimiento de las personas con baja visión, pero no bastan para hacer que vean normalmente. Entre la ceguera y la visión normal hay un abanico de posibilidades. Es importante señalar que el diagnóstico de una determinada patología visual (por más completo que sea éste), no nos da información cierta acerca del rendimiento de esta persona en las tareas visuales. La persona disminuida visual no es ciega ni vidente, no puede determinar exactamente cuánto ve, ni explicarlo a los demás. Muchas veces, el que ve poco no maneja estrategias específicas para suplir su déficit (Braille, bastón blanco, sentido del obstáculo etc.) En ocasiones el resto visual, no representa una ventaja sino lo contrario: no ve lo suficiente para manejarse como vidente pero no maneja los instrumentos de los que podría beneficiarse una persona ciega rehabilitada. Esta situación implica también un grado de tensión extra tanto física como psíquica, lo cual puede determinar patologías asociadas de origen psicodinámico por ejemplo: Contracturas (Especialmente de espalda y cuello). Muchas veces, por las áreas afectadas en el campo visual (área de espacio físico visible cuando el cuerpo, la cabeza y los ojos están inmóviles), obliga a las personas a adoptar posiciones poco comunes para mirar (torsión de cabeza, postura inclinada, etc.), que determinarán mayor cansancio y tensión.

Una persona que nace con una disminución visual no tiene un parámetro para comparar su capacidad visual con la normalidad. No sabe cuánto ve y mucho menos, lo que no ve. Esto tendrá también consecuencias en el desarrollo del sistema visual. Neurológicamente, ciertas áreas no funcionan porque nunca han sido utilizadas. Aprender a manejar estrategias, internalizando éstas desde su nacimiento, puede hacer que parezca tener una capacidad visual mayor a la real, o por el contrario, puede negar su visión útil, manejándose como si fuera ciego. Influye también si ha recibido estimulación visual (entrenamiento que tiene el objetivo de enseñar al sujeto a ver, o sea a recoger e interpretar información visual) lo que mejora su rendimiento. Una persona que tiene memoria de haber tenido visión normal posee más información sobre la realidad visible, pero tiene más conciencia de sí mismo como discapacitado y posiblemente menos estrategias para suplir la

información visual, ya que al ser aprendidas de adulto, son menos operativas. Cuando hablamos de baja visión, estamos refiriéndonos a una realidad muy heterogénea, en la que pesan los siguientes factores: Agudeza Visual. Campo Visual, si es estrecho o amplio. Si la visión es central o excéntrica. La distinción de colores y/o contraste. Presencia de Nistagmus (Temblor neurológico del ojo) Fotofobia (intolerancia a la luz) Visión binocular o monocular. Si es una situación es estable o progresiva. Si es reciente o antigua. Cuál es la actitud de sujeto. Si requiere el uso de ayudas ópticas o no. Si ha realizado entrenamiento corporal.

Muchas veces, las posturas viciosas que las personas con disminución visual adoptan para mirar, se mantienen aún después de la pérdida de la visión, con las consiguientes desviaciones del eje, contracturas, distonías, etc. En las personas ciegas de nacimiento, la imposibilidad de imitar posturas de los demás puede dar como resultado posiciones inadecuadas. Asimismo, muchos niños ciegos de nacimiento han recibido estimulación insuficiente. Para quienes han padecido dificultades físicas serias o enfermedades invalidantes, el cuerpo propio es sentido e investido más como lugar de dolor y padecimiento que como espacio de placer y autoconciencia; cuerpo medicalizado y manejado por otros; con el espacio de autonomía, muchas veces, reducido. En el caso de las dificultades sensoriales, el miedo a sufrir accidentes, propio o inducido por el entorno, puede causar restricciones en el movimiento. Mantener los brazos extendidos, para detectar obstáculos, puede determinar tensiones en esa zona. En los casos de baja visión, la actividad de mirar -o sea, enfocar los ojos hacia un objeto determinado- supone un esfuerzo consciente, que casi en todos los casos implica torsiones de cabeza, que suele traducirse en dolores de cuello y hombros, que varían según la agudeza y el campo visual, así como de los factores antes citados.

Especialmente se ven afectados los músculos de la base del cráneo, debido a la anatomía del nervio óptico y al frecuente movimiento de adelantar la cabeza para mirar. El trabajo sobre la conciencia corporal podría minimizar muchos de estos síntomas. El proceso de rehabilitación, que, según el *“Programa de Acción Mundial para las Personas Discapacitadas”* es un proceso de duración limitada y con un objetivo, encaminado a permitir que una persona con deficiencia, alcance un nivel físico, mental y/o social funcional

óptimo, proporcionándole así, los medios para modificar su propia vida. Puede comprender medidas encaminadas a compensar la pérdida de una función o a superar la limitación funcional (por ejemplo, ayudas técnicas) y otras medidas encaminadas a facilitar ajustes o reajustes sociales. En el caso de las personas ciegas, la funcionalidad del "órgano enfermo" (el ojo), está definitivamente perdida y lo que se persigue, en un proceso de rehabilitación, es más bien enseñar habilidades que le permitan al sujeto, realizar las funciones de su vida diaria, utilizando la información que le brindan sus otros sentidos: utilizar el oído para orientarse, el tacto para identificar objetos, etc. Tradicionalmente, se la divide en: **Actividades de la Vida Diaria:** Manejo en el hogar, quehaceres domésticos, cuidados personales. **Orientación y movilidad:** Aprender a conducirse en espacios abiertos o cerrados, utilizando como indicios sus otros sentidos, asistiéndose generalmente con bastones blancos. **Comunicación:** Aprendizaje de Sistema Braille, escritura en máquina de escribir Braille o común, escritura en tinta, etc. Suelen también brindarse ejercicios físicos, gimnasia, etc. Generalmente, incluye también trabajos manuales, y actividades pre profesionales: (carpintería, costura, etc.), y la participación de profesionales como psicomotricistas, asistentes sociales, psicólogos. Si bien el **entrenamiento en Orientación y Movilidad** implica un cambio en la conciencia del cuerpo en el espacio, ya que supone un reaprendizaje de la marcha y de la decodificación de estímulos del medio, no suele enfocársela desde el punto de vista de la autoconciencia corporal, ni se suele prestar atención a las tensiones e hipertonías resultantes del esfuerzo excesivo o de la utilización inadecuada de la fuerza. *La forma adecuada de manejar el bastón blanco, llamada técnica de toque, consiste en lograr acompasar el movimiento del bastón, con el de la pierna del mismo lado; de manera que el bastón siempre se apoye en el lugar que ocupará el próximo paso a dar. De esa manera se realiza un "barrido" que garantiza que todo obstáculo que podría llegar a pisar el pie, sea percibido primero con el bastón. Tiene el inconveniente de detectar sólo aquellos obstáculos ubicados de la cintura para abajo.*

DESARROLLO DEL TACTO, OÍDO Y PROPIOCEPCIÓN: Para las personas con disminución visual severa, los estímulos del ambiente (Sonidos,

olores, sensaciones) son indicios para orientarse en el espacio. Lo que era fondo, pasa a ser figura. **No es cierto que "los ciegos escuchan mejor"** como lo señala la creencia popular; lo que ocurre es un entrenamiento selectivo en la percepción y análisis de los datos que ingresan por vías no visuales. Los estímulos que para quien utiliza su visión como sentido principal de orientación, serían secundarios e irrelevantes, para alguien que ve poco devienen en dato principal: El aroma de un comercio en particular, la textura del suelo, un sonido repetido referido a una actividad determinada, las curvas en el recorrido de un transporte público, las diferencias de eco entre un espacio cerrado y otro abierto, el sonido de los vehículos que pasan, indican con cierta seguridad referencias acerca de dónde se encuentran y de cómo proceder. Dicho entrenamiento no es automático.

CEGUERA DE NACIMIENTO: Nos referimos a aquellos casos en que el resto visual no es lo suficientemente útil como para guiar los desplazamientos del sujeto en el espacio y donde la imitación de gestos y posturas está vedada. Por el grado de dificultad, suele descubrirse más tempranamente; de no existir estimulación adecuada, puede amentar el riesgo de autismo y pseudo-debilidad. Aquí, el grado de estimulación recibido, la existencia o no de déficits asociados, las pautas de crianza y el vínculo madre-hijo, van a ser factores importantes, pero todas las investigaciones coinciden en que la ceguera afecta y retrasa el desarrollo motor y de auto percepción. **Adolescencia y discapacidad:** Toda la conflictiva propia de la adolescencia se agrava y se potencia cuando el sujeto padece algún tipo de discapacidad. En esta etapa se produce un cambio y una evaluación del propio cuerpo, de las posibilidades, de los roles y los proyectos; un encuentro consigo mismo. Muchas personas nacidas con algún tipo de discapacidad sitúan entre los 13 y 14 años, la etapa en que tomaron conciencia de su hándicap. Por un lado se hace mayor la presión del grupo para responder a ciertas expectativas; por otro, muchas veces, ciertas etapas se alargan y un adolescente se encuentra, por ejemplo, en un grado escolar que no corresponde a su edad, con pares que no comparten las inquietudes tan difíciles de entender o de nombrar, o ante la imposibilidad de continuar su educación; otras veces se duda acerca de la propia sexualidad, de las posibilidades de iniciar una vida de pareja o de desempeñar un trabajo. Inquietudes que, muchas

veces, el medio no puede comprender ni responder; ante esta angustia, se desplaza indefinidamente hacia el futuro la discusión de las reales posibilidades de realización. Si en cualquier caso existe ambivalencia, en los padres, frente a un adolescente (que se expresa en la lucha entre mantenerlo niño o guiarlo hacia la adultez), ésta se potencia en el caso de un hijo discapacitado. Los polos, sobreprotección-desprotección, entre los cuales debería situarse el sano equilibrio, oscilan a impulso de sentimientos contradictorios. El peligro de una sobre exigencia exagerada se hermana con el riesgo de suspender las exigencias lógicas por lástima o temor. A veces estas dos actitudes coexisten en distintas áreas de la vida. Es común la depresión en esta etapa, la confrontación con las posibilidades y las imposibilidades y su distancia de los deseos producirá durante toda la vida sentimientos angustiosos, que cada uno tratará de manejar como mejor pueda. Negación, agresión hacia afuera, somatización o acción orientada a resolver problemas concretos son algunas respuestas posibles. El conflicto con la propia sexualidad es otra área en la que puede presentarse estancamiento. A muchas personas con discapacidad les cuesta asumirse como sexuadas (aunque esta sexualidad deba expresarse y ponerse en acto de maneras no tradicionales), el miedo a no resultar atractivos, el desconocimiento del propio cuerpo, el sentimiento de presión (la vida sexual es una cosa más en la que se debe probar que se puede), conspiran contra el placer, el crecimiento y la armonía. Ser sexuado significa ser adulto y eso genera temor. Podemos citar también aquellos casos en los que la "edad mental" no coincide con la del cuerpo, planteándose la pregunta acerca de su edad psicosexual. La posibilidad de realizarse por medio de un trabajo es, en muchos casos, difícil. El estudio es visto, no como un medio para un futuro proyecto, sino como un fin en sí mismo, una manera de llenar el presente. Y el trabajo, no como una manera de obtener ingreso y satisfacción personal, sino simplemente para mantenerse ocupado. Al llegar a esta etapa etaria, los recursos educativos y de rehabilitación suelen agotarse. Resulta muy difícil construir un proyecto de vida, ya que las escuelas especiales, terapias, instituciones de rehabilitación contemplan la infancia, la adolescencia y no continúan apoyando la construcción de un proyecto de vida adulto. ***La persona que queda discapacitada en una etapa posterior de su vida:*** La pérdida brusca o paulatina de una capacidad física es siempre una situación traumática y de

crisis que, en muchos casos, es vivida como intolerable para el yo. Generalmente se homologa esta situación a un duelo. ("Sé desde hace mucho que la tristeza, la angustia, el dolor y la incertidumbre son parte de mí y que debo convivir con ellos como lo hago con mis piernas que se doblan, mis caderas que me duelen y mis manos que no obedecen como yo quisiera.") La manera como cada persona enfrenta esta situación, y pueda volver a ser alguien productivo, creativo, feliz, etc. dependerá de diversos factores: De factores previos de personalidad, circunstancias externas, apoyo o falta de parte del grupo familiar, edad, historia laboral previa, tipo y grado de discapacidad. El resultado, en el mejor de los casos, de este proceso, será que la persona pueda aceptar su parte discapacitada al resto de su persona; integrar seguramente, no como algo valorado positivamente, pero que existe, sin apelar a mecanismos de negación poco saludables.

DISCAPACIDAD VISUAL ADQUIRIDA. Las personas con discapacidad visual, y las instituciones que las nuclean son tomadas como referentes válidos a la hora de requerir información sobre cómo actuar ante problemas visuales, propios o de alguien muy cercano. Se crea así una cadena informal de circulación de datos útiles, que permiten a los afectados orientar acciones tendientes a la superación de dificultades específicas. Asimismo, el encuentro con alguien que atravesó situaciones similares, provoca una sensación de empatía que es, de por sí, motorizadora. En lo que respecta a la conciencia del propio cuerpo y a la orientación en el espacio, el proceso de rehabilitación ya mencionado da los elementos básicos, a través de las áreas de Orientación y Movilidad y Actividades de la Vida Diaria; El docente acompaña este proceso, y, en el mejor de los casos, todo el equipo de rehabilitación colabora para vencer los obstáculos. En los casos en que exista un resto visual útil, el proceso por el cual el mismo es desinvertido como fuente principal de información, pero al mismo tiempo, utilizado al máximo, es largo y sujeto a gran ambivalencia. (Descrito por ejemplo, como: "Una loca que camina con un bastón de ciego... mirando vidrieras.") La situación óptima implica salir de la falsa dicotomía CIEGO-VIDENTE, para reconocerse como esa otra cosa, que unas veces utiliza estrategias visuales y otras veces, no visuales, en donde lo variable de la situación, la dificultad para explicarla y la tristeza y

preocupación por la salud visual forman parte indisoluble del cuadro total. Se presenta el siguiente testimonio: *"Hoy escuché por primera vez esas palabras fatídicas, las que toda persona miope teme más que ninguna, ese fantasma omnipresente, ominoso, terrible: "se ha desprendido la retina". Mi ojo derecho nunca vio más que unas manchas coloreadas. El otro, el izquierdo, el que mira esta página, sigue dando batalla. Más cansado, con menos resistencia y menos fuerzas, informa todos los años de esos números que ya debería saber de memoria: 4, 7... Y ese veredicto salvador: sigue todo igual; aún recibo la misma respuesta, al hablar de mi visión: no parece que vieras tan poco. Y mi ojo derecho, mientras tanto, inadvertido, a la sombra del otro ojo, el que servía, fue deteriorándose de a poco. Cada vez, las manchas eran más difusas. Yo recordaba su presencia sólo cuando me dolía o cuando el espejo me mostraba que tenía dos ojos. De vez en cuando, iba notando cambios: unas manchas en el campo visual, una pequeña nube. Y hoy me confirmaron lo que yo ya sabía: la retina se ha desprendido, no hay nada que hacer con ella. ¿Por qué me produce tanta angustia la pérdida de un ojo que, según los médicos, nunca sirvió para nada? ¿Por qué este hueco en el pecho? ¿Por qué tengo tantas ganas de llorar? Hoy he recordado algo que prefiero olvidar: mis ojos son frágiles, mi cuerpo es frágil. Y, una vez más, confirmo que no estoy a salvo del miedo."* **CONTACTO CON PARES.** La posibilidad de compartir con otros los problemas y las estrategias para resolverlos, los sentimientos encontrados y la alegría por los logros; el reconocerse en otros, permite no solo una catarsis sino el aprendizaje de herramientas concretas transmitidas boca a boca: por ejemplo, un taxi se diferencia de un coche particular por el ruido del motor, porque los taxis funcionan a gas-oíl y los particulares, a gasolina. Conocer la existencia de recursos como bancos de horas de lectura, libros grabados, trucos para manejarse en la cocina... la utilidad de cada recurso dependerá de los objetivos y necesidades de cada persona.

AMBIENTE LIBRE DE ESTÍMULOS: CERRAR LOS OÍDOS. Si cada indicio del medio sirve para orientarse, si las antenas deben estar siempre conectadas y la atención al máximo, con riesgo de vida (Esta situación ha sido descrita por Borges, en uno de sus poemas como "El desnivel acecha... cada paso puede ser la caída) se hace difícil relajarse, bajar el nivel de vigilancia y

volver la atención hacia adentro, aún en ambientes donde no existe peligro. Las técnicas de relajación son de vital importancia, en su faz tanto terapéutica como preventiva. La atención exacerbada, tiene como contracara, tensión excesiva. El paulatino entrenamiento en "Bajar la guardia" en un lugar familiar y en posición acostada o sentada, sin riesgo de caer, de llevarse a alguien por delante o ser atropellado por otro, posibilitará volver la mirada interior a ese desconocido tan maltratado: el propio cuerpo.

EL BASTÓN COMO PROLONGACIÓN DE LA IMAGEN CORPORAL.

El bastón blanco, auxiliar principal en la deambulación, es también un símbolo, un cartel enorme que dice "¡Soy ciego, cuidado!" En esta doble función, para ver y ser visto se relaciona con la ambivalencia que, como tal, despierta: Indispensable para percibir, "tercer ojo" insustituible. (La mayoría de las personas ciegas detestan que un guía ocasional tome el bastón: Lo describen como invasión a la intimidad, del mismo modo que el que usa anteojos no quiere que se los toquen). Es más que una prótesis: es una prolongación del yo. Sobre todo para los que han perdido la visión recientemente, o para los disminuidos visuales no tan severos, esa sensación de dependencia se substituye o se complementa con un profundo rechazo: aún personas cuya visión residual es ya inútil para desplazarse, siguen negándose a usar bastón argumentando que "Eso es para los ciegos" "Yo no lo necesito, yo veo" Esto puede dar lugar a situaciones de peligro, percibidas o no como tales. Cuando el reconocimiento de la ambivalencia es mayor, y, por lo tanto, menor el nivel de negación, se escuchan frases como: "Yo sé que debería usarlo, por seguridad, pero siempre me olvido" "No sé cómo todavía no me maté" "No me animo a salir solo" "Me van a mirar raro, van a pensar que me hago el ciego". Posibles soluciones, para una aceptación paulatina, es llevarlo, pero doblado, usarlo solo de noche, o usarlo "poniendo cara de ciego", usar un paraguas en vez de bastón... Es común, cuando ya se ha adoptado, escuchar "No sé por qué no me decidí antes", "fue un alivio para mí." (Aunque es posible que, después de esa aceptación entusiasta, el pobre bastón sea 'olvidado' la vez siguiente.)

1.1. Planeamiento del problema

Las personas con ceguera total o con poca visión usualmente tienen problemas para manejarse fuera de entornos conocidos. De hecho, el movimiento físico es uno de los desafíos más grandes para las personas invidentes, explica *World Access for the Blind*. Viajar o simplemente caminar por una calle llena de gente puede generar grandes dificultades. Por esta razón, muchas personas con poca visión caminan junto a un amigo o familiar que los ayude a conducirse en entornos desconocidos. De la misma forma, las personas invidentes deben aprender todos los detalles de su hogar. Los obstáculos grandes como mesas y sillas deben permanecer en un lugar para prevenir lesiones. Si una persona invidente vive con otras personas, cada miembro del hogar debe, diligentemente, mantener los pasillos libres de obstáculos y todos los objetos deben permanecer en su lugar.

La ceguera genera desafíos sociales considerables, usualmente relacionados a las actividades en las que una persona invidente no puede participar. Con demasiada frecuencia, la ceguera afecta la capacidad de las personas de realizar muchos trabajos, lo que limita gravemente las oportunidades de empleo, explica la *Organización Mundial de la Salud*. Esto puede no solo afectar las finanzas de la persona, sino también su autoestima. La ceguera también puede causar dificultades para participar en actividades fuera del lugar de trabajo, como actividades deportivas y académicas. Muchos de estos desafíos sociales limitan la capacidad de la persona invidente de conocer personas, y esto solo contribuye a la baja autoestima.

Es por todo lo antes expuesto que la tecnología también representa un desafío para las personas no videntes.

En nuestro país existen muchas personas no videntes o con baja visión que sufren diversos tipos de problemas al desplazarse por las calles de una ciudad, cuando estas personas van caminando sin la ayuda de un guía, lazarillo o bastón muchas veces sufren caídas o choques con infraestructuras o con otras personas que se desplazan por el mismo lugar, estos accidentes tienen como consecuencia que el no vidente se fracture, desgarre o esguince implicando un daño físico o psicológico, muchas veces con graves secuelas. Además de lo anterior, para poder recuperarse, deben asistir a centros de salud tales como

clínicas y hospitales para su recuperación lo que involucra un gasto de dinero y tiempo esperando ser atendido y desde luego asistir a controles y terapias de rehabilitación. Asimismo, cabe destacar que cuando sufren estos accidentes muchas veces pierden la confianza para volver a desplazarse solos por las calles, lo que repercute negativamente en su calidad de vida.

Por otra parte, en Argentina cerca del 7,1% de las personas presenta algún tipo de discapacidad. De este porcentaje alrededor del 14,4% presenta discapacidad visual, es decir, el 1% del total de la población, es decir que 314.423 personas en Argentina no pueden percibir el mundo de la misma forma en que nosotros lo hacemos.

No obstante, la arquitectura que se construye para no videntes es exactamente la misma que se construye para los videntes. Soluciona los requerimientos tanto de percepción como programáticos para los videntes, dejando al no vidente sin la posibilidad de experimentar los espacios, de vivirlos, de sentirlos, de apreciar la arquitectura. Lo cual demuestra que la arquitectura en nuestro país no está pensada para que los no videntes puedan vivirla, así como también se puede apreciar día a día cómo la arquitectura tampoco está pensada para minusválidos al ver edificios en los cuales ni siquiera puede ingresar una silla de ruedas. Esto señala lo poco que es considerado el discapacitado en Argentina, la no integración que hay de ellos a la sociedad, y que prácticamente no se consideran ante temas de tanta relevancia social.

1.2. Formulación y sistematización del problema



Fig. 1.2.1

Los ciegos cuentan cuáles son sus trabas para moverse por la Ciudad

Dicen que está bien diseñada, pero que el ruido les hace difícil orientarse. Y que uno de los principales problemas, además de los obstáculos en veredas, es que los automovilistas no respetan los semáforos.

Rubén Rosales aprendió de memoria el recorrido del 105. Sabe en qué momento exacto cruza la General Paz. Que luego viene ese largo trayecto recto: la Avenida San Martín. El giro alrededor del Parque Centenario es inconfundible, igual que esas dos zanjas de Río de Janeiro. En el Microcentro, los choferes del 105, a fuerza de rutina, ya lo conocen y saben que dos cuadras antes de bajar en la Diagonal Norte, se levantará para tocar el timbre. "¿Cómo hace?", se preguntan.

Rubén Rosales es ciego desde los 17 años. Hace casi diez años que vive en Sáenz Peña, en la provincia, frente a Villa Devoto, y desde entonces usa el 105 para ir desde su casa a la Secretaría de Industria y Comercio, donde trabaja en la biblioteca. *"Viajo solo, no tengo mayores problemas, salvo cuando me duermo profundo"*, dice sonriendo. Rubén duda cuando se le pregunta si Buenos Aires es una ciudad amistosa u hostil para el ciego.

No hay un censo oficial que indique con certeza cuántos ciegos viven en la Capital Federal. *"El último censo, creo, fue hace 50 años"*, dice en tono de queja Alberto Nattkemper, presidente de la Asociación Pro-Ayuda a No Videntes (APANOVI).

La Comisión para la Plena Participación e Integración de las Personas con Necesidades Especiales (COPINE), que depende del Gobierno porteño, tampoco cuenta con un censo propio. Y se remiten a los resultados de una muestra del INDEC de 2002: allí se revela que el 7,1% de la población del país tiene alguna discapacidad. De ese porcentaje, el 22% tiene discapacidad visual. Se llega así a un universo cercano a las 40 mil personas con discapacidad visual en la Ciudad. De esas 40 mil, según el INDEC, el 92,9% tiene "dificultades para ver": esto es, aún con anteojos, tienen problemas para ver de cerca y de lejos. El restante 7,1 padece ceguera total. En la Capital serían unas 3.000 personas.

Rubén Rosales, de 45 años, tiene una teoría sobre la Capital: *"El diseño no es malo, en general te ubicas bien en las calles. ¡La Plata y sus diagonales son de terror!"*.

Una mujer ciega que frecuenta la Asociación de Ayuda al Ciego (en San Telmo) no le presta demasiada atención al semáforo especial de Venezuela y Perú. *"Ese bip me indica que puedo cruzar, pero, ¿cómo voy a cruzar tranquila si el que puede ver no respeta el semáforo?"*, planteó con cruda lógica. En toda la Ciudad hay sólo una docena de estos semáforos.

Las veredas de Barracas y La Boca, con sus desniveles para combatir las sudestadas, se vuelven odiosas para los ciegos. Florida, en horarios pico, es otra calle complicada: *"Te chocan y nadie mira por dónde camina"*, comentó Rubén. En general, sin embargo, dice que *"la gente es solidaria; y siempre alguien se ofrece para ayudarte a cruzar o para que no te comas un cartel"*.

"Si no puedes escuchar bien, te confundís", contó Raúl, un joven que apenas ve sombras (entre ellos, dicen que "espía"). Habla de cruces como la 9 de Julio y Corrientes. En la ciudad hay muchos ejemplos que la ubican como una de las más ruidosas de Latinoamérica.

"Me encantan los bosques de Palermo -cuenta Rubén-. Pero por su inmensidad, te faltan referencias y sólo puedo ir con alguien que ve". Rosales está en la comisión de prensa de APANOVI. Al salir del trabajo, va a la estación Catedral del subte, para tomar la línea E. Allí se mueve como si viese. *"La guía que hay en el suelo te lleva a las boleterías, a los molinetes, al andén. Las estaciones más nuevas tienen esta ayuda. Deberían extenderlas a las demás"*, propone.

En Cochabamba y Boedo hay un semáforo especial, pero diferente a los del bip. *"Lo puso APANOVI. Con un control remoto -similar al de las alarmas de los autos- se acciona una voz que indica si se puede cruzar o no. La voz dice: 'Ahora puede cruzar Cochabamba; ancho, diez metros'. La Ciudad debería comprar estos semáforos"*, vuelve a proponer Rosales.

Barreras arquitectónicas. Así les llaman a los escollos con los que los ciegos deben pelear en las veredas (aparte de las baldosas rotas). Quioscos de revistas, florerías, carteles, mesas de bares, cacas de perros, maceteros, postes, motos y bicis estacionadas.

Rubén Rosales desconfía de algunos taxistas. *"Te cancherean con los semáforos para agarrar los rojos y que les baje la ficha. Pero te das cuenta: ser ciego no es ser tonto"*, dice.



Fig. 1.2.2

2. Capítulo II: Avances Tecnológicos

La investigación y desarrollo de tecnología experimental está orientada a mejorar la autonomía en actividades de la vida diaria y desplazamiento independiente.

1. Desarrollo de un Ojo biónico:

En Boston (USA) y Camberra (Australia) se están desarrollando programas dedicados a investigar formas de recuperar la capacidad visual. Este prototipo es un chip, que iría implantado detrás del globo ocular y serviría como un transmisor de luz al cerebro. Esta tecnología es útil solo a personas cuyos nervios ópticos funcionen bien. Más Información: www.neoteo.com/el-ojo-bionico-un-nuevo-implante-para-ciegos.neo

2. B-Touch Prototipo de celular interactivo en código braille.

A El B-Touch es un novedoso concept phone que dispone de una revolucionaria pantalla táctil hecha completamente de puntos braille. Permite enviar mensajes de texto y jugar juegos mediante el tacto.

Más información:

<http://www.nicolaspagano.com.ar/2009/07/04/celular-con-pantalla-tactil-para%20ciegos>

3. Embossing Braille Printer: Impresora en Braille

Diseñado por Danni Luo, consiste es una especie de micrófono que le permite al usuario ciego indicar con la voz lo que posteriormente será impreso como etiqueta en código braille. El tamaño de las etiquetas es de 5 x 2,5 cms y se pueden usar como pegatinas.

Más información: www.geeksroom.com/2010/03/29/embossing-braille-printer-la-impresora-para-invidentes/#ixzz0jscruhlh

4. Auto para ciegos.

Estudiantes de Ingeniería Técnica de la Universidad de Virginia-USA, le han dado a los ciegos una oportunidad única: conducir. Dirigido a

estimular una vida independiente, el vehículo utiliza láseres que escanean constantemente el entorno del coche de un modo rápido y eficiente.

Más información: www.retina.es/noticias/sanidad.html

5. Electrodomésticos activados por voz

La marca Balay, dentro de su Serie Lógica, cuenta con diversos electrodomésticos con módulo de voz, que informa y facilita recomendaciones sobre diferentes opciones de los programas, con distintos niveles de accesibilidad para personas ciegas o con deficiencia.

6. Bastón con sensores Eye Stick para discapacitados

Bastón que en la punta trae un sensor capaz de identificar el tipo de terreno para que la persona que lo utiliza se informe de forma fácil y rápida si se encuentra delante de una escalera y/o escalón, en bajada o, si hay obstáculos grandes delante que deba esquivar. También identifica los pozos de la calle y las alcantarillas. El diseño se encuentra en proceso de investigación para lanzarlo al mercado.

7. GPS para personas ciegos

Investigadores de la Universidad Politécnica de Valencia han desarrollado un par de prototipos que utilizan la visión artificial, el sonido y tecnología GPS para que los ciegos puedan sortear cualquier tipo de obstáculos.

Uno de estos prototipos es un par de anteojos que emiten un láser que permite localizar objetos por sonidos a una distancia de 5 metros, el otro, con un alcance de 15 metros se basa en un sistema de estereovisión con dos cámaras ubicadas en un casco.

Más información: www.espegizmo.com/2009/01/29/general/gps-para-personas-invidentes/

8. Bastón electrónico para ciegos

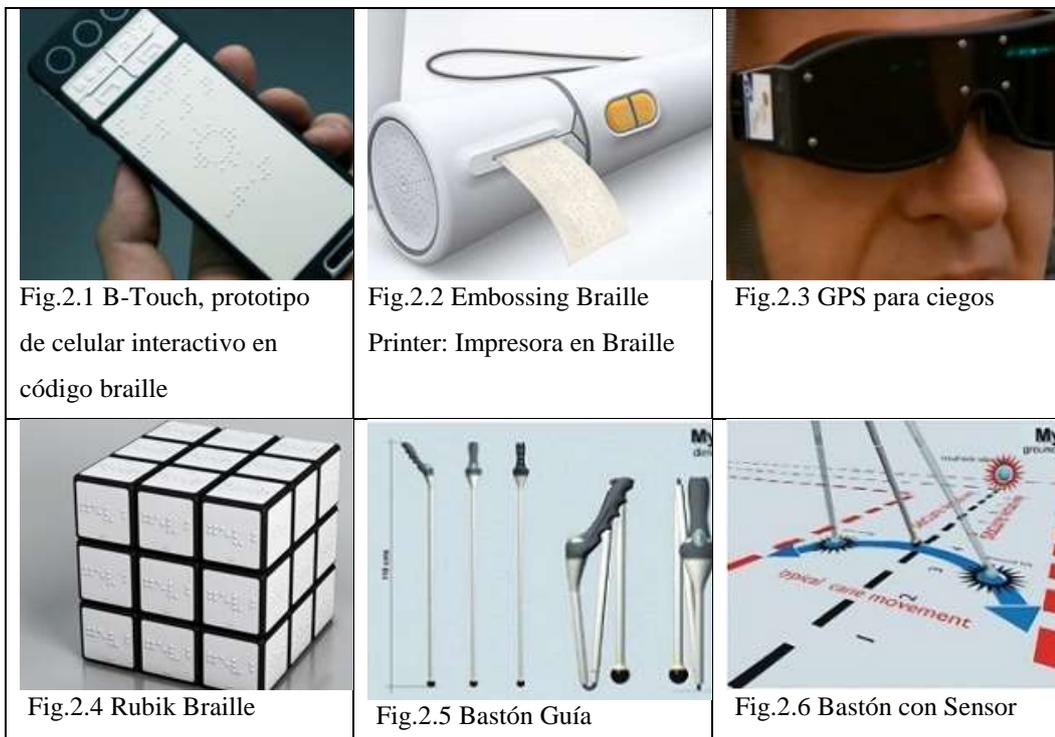
Este bastón mide la distancia de los objetos mediante rayos láser y transmite la información a través de sonidos o vibraciones, emitidos por un pequeño dispositivo del tamaño de un comando de televisión, que se lleva adherido a la mano.

El bastón electrónico no sustituye al tradicional, sino que lo complementa. Hay dos modelos: uno denominado Tom Puce (pequeño), que detecta objetos a cuatro metros y otro más sofisticado que se llama Teletacto.

Más información: www.tendencias21.net/Comienza-a-comercializarse-un-baston-electronico-para-ciegos_a283.html

9. Cubo Rubik para ciegos

El “último grito” en cubos de Rubik es obra del diseñador alemán Konstantin Datz y para guiarte, cada superficie tiene en Braille uno de los siguientes colores: verde, azul, rojo, amarillo, blanco y rosado.



3. Capítulo III: Planteo del Proyecto

3.1. Justificación

CONVENIENCIA:

Este proyecto significa una esperanza en las posibilidades de estas personas en el contexto de una mayor independencia, confianza y seguridad, en relación a su desplazamiento, permitiendo de esta forma una mayor integración social. De esta manera, se diseña un prototipo que tiene en cuenta, características como: bajo costo, facilidad de uso y eficiencia.

RELEVANCIA:

La relevancia de este desarrollo tiene que ver con un tema de mejorar la calidad de vida, de poder integrar a las personas discapacitadas visuales a la sociedad y a nuestro modo de vida, donde ellos puedan experimentar la posibilidad de autonomía y seguridad cuando se movilen. Es por esto, que este proyecto pretende una alternativa que pueda mejorar la calidad de vida de estas personas y a su vez la de sus familias.

BENEFICIOS:

a) A nivel de Desplazamiento, se espera que con esta ayuda técnica las personas con alguna deficiencia visual, es decir, ciegos o con disminución de la visión leve, moderada o severa puedan desplazarse de un lugar a otro (urbano y domiciliario) sin riesgo de accidentarse.

b) A nivel de Seguridad, permitirá potencialmente que estas personas puedan desplazarse con mayor facilidad y autonomía. Esto debido a que el prototipo aumentará la información acerca de obstáculos, desniveles y líquidos que la persona pueda encontrar en su camino facilitándole la toma de decisiones acerca de las rutas a tomar en su trayectoria. Este sistema constituye un eficaz complemento del bastón tradicional. De esta manera, el producto será autónomo, cómodo, portátil y económico.

c) A nivel de Usuario, mejorará significativamente la calidad de vida de ellos ya que podrán percibir un espacio como cualquier persona vidente lo haría. A

su vez, se verán beneficiados los familiares ya que no tendrán que preocuparse tanto cuando caminen solos por las calles.

De esta manera se considera que el dispositivo electrónico, se muestra como una muy buena alternativa para las personas con deficiencia visual, mejorando y ampliando su nivel y expectativas de calidad de vida.

3.2. Objetivos

OBJETIVOS GENERALES:

- Utilizar la tecnología para apoyar la integración social de las personas no videntes.
- Implementar un Prototipo Electrónico Inteligente modular que entregue soluciones prácticas a las personas no videntes para que éstas se desplacen con mayor seguridad e independencia por las calles.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Diseño, Construcción y Ensamblaje de un dispositivo electrónico inteligente.
- Integración y construcción de los sistemas internos del prototipo (sensores, micro motores, etc.)
- Realizar correcciones necesarias para que el prototipo pueda resolver el problema de desplazamiento de las personas no videntes.
- Evaluar la funcionalidad del sistema como prototipo.
- Probar técnica y funcionalmente con No Videntes colaboradores y con dichos resultados implementar un dispositivo confiable y seguro.
- Confeccionar Manual de Usuario digitalizado de forma convencional, como también en sistema Braille, determinando de esta forma su correcto funcionamiento para ser utilizado por parte del usuario.

4. Capítulo IV: Definición del Proyecto

El proyecto a desarrollar pretende como fin último diseñar un sistema electrónico que ayude a las personas no videntes a desplazarse con mayor seguridad en ambientes cerrados (hogar, oficina, etc.) y ambientes abiertos (urbanos).

Para esto se pretende la creación de un circuito electrónico compuesto por micro controladores y sensores que se utilizaran para la detección de objetos próximos en el camino de la persona, detección de escalones y detección de presencia de líquidos.

Para el aviso de cualquiera de los obstáculos antes mencionados se utilizará indicación sonora (a través de un buzzer) e indicación por vibración (a través de un motor desbalanceado).

Los sensores de proximidad deben ser capaces de detectar la distancia a objetos de forma horizontal como vertical. Esta distancia se acusará por medio de distintas frecuencias de activación tanto del bipper como el motor, es decir, a medida que mas cercano se encuentre un obstáculo, tendrán mayor frecuencia de activación.

Para la detección de escalones se utilizará un sensor de proximidad para la medición continua de la distancia vertical del bastón y el suelo. Deberá poder realizarse un promedio de la altura e indicarse la diferencia de ± 10 cm respecto a este promedio.

La detección de líquidos se pretende realizar utilizando las propiedades de conductividad del agua.

4.1. Resumen de Funciones

- Detectar obstáculos en el camino de la persona.
- Detectar escalones.
- Detectar presencia de agua.
- En cualquier caso, dar aviso a la persona por medio de vibraciones o sonidos que indique cada situación.
- El usuario deberá tener la opción de seleccionar la forma de indicación (vibración o sonido) según lo desee.

4.2. Características del Sistema

Las principales características que debe cumplir el sistema serán:

- Fácil de montar: Considerando que es probable que el usuario utilice el sistema por sí mismo, sin ayuda externa.
- Tamaño y peso reducido: debe minimizarse cualquier esfuerzo extra a los usuarios.
- Adaptable: Es deseable que el sistema se pueda utilizar independientemente del medio en el que se transporte.
- Los elementos utilizados para el diseño deben ser accesibles, existentes en el mercado y de bajo costo.

4.3. Dispositivos Disponibles

Para el diseño del sistema se consideró la utilización de los siguientes dispositivos:

- *Sensores de Proximidad Inductivos*:
 - Ventajas: Detectores de proximidad inductivos con electrónica interna, sensores de posición sin contacto. No sólo hacen que no contengan piezas propensas a uso mecánico, también son virtualmente insensibles a influencias ambientales. Son preferidos para aplicaciones con requisitos exactos, tales como fiabilidad, punto de detección con precisión, frecuencia de detección, durabilidad, velocidad de operación, etc. Los detectores de proximidad inductivos sólo reaccionan con piezas mecánicas, que es una ventaja en muchos casos (insensible a suciedad). Como resultado de su simplicidad funcional, son por regla, los sensores de posición más económicos.
 - Desventaja: Detección de objetos metálicos. Distancia de censado 20-50 mm. Estados ON/OFF.
- *Sensores de Proximidad Capacitivos*:
 - Ventajas: Se utilizan para medir desplazamientos lineales y angulares, detectar objetos próximos, medir el grado de humedad, de presión, de nivel y aceleración, etc. En general no

les afectan las variaciones de temperatura (excepto si el dieléctrico es agua), son muy estables en entornos hostiles y tienen muy bajo consumo.

- Desventaja: Necesitan circuitos de acondicionamiento especiales. Estados ON/OFF.
- *Sensores de Proximidad Infrarrojos:*
 - Ventajas: La luz solo tiene que atravesar el espacio de trabajo una vez, por lo que se favorecen grandes distancias de funcionamiento, hasta 60 metros. Son apropiadas para condiciones ambientales poco favorables, como suciedad, humedad, o utilización a la intemperie, así como independientemente del color del objeto realiza una detección precisa del objeto.
 - Desventajas: La instalación se ve dificultada por tener que colocar dos aparatos separados y con los ejes ópticos alineados de manera precisa y delicada, ya que el detector emite en infrarrojos. Además de la imposibilidad de que sean transparentes.
- *Sensores de Proximidad Ultrasónicos:*
 - Ventajas: son detectores de proximidad que trabajan libres de roces mecánicos y que detectan objetos a distancias de hasta 8m. Pueden detectar objetos con diferentes formas, colores, superficies y de diferentes materiales. Los materiales pueden ser sólidos, líquidos o polvorientos.
 - Desventajas: Estos sensores trabajan solamente en el aire. Los materiales han de ser reflectores de sonido. Estos dispositivos presentan problemas de zonas ciegas y de falsas alarmas. La zona ciega es la zona comprendida entre el lado sensible del detector y el alcance mínimo en el que ningún objeto puede detectarse de forma fiable.
- *Micro controladores PIC:*
 - Ventajas: Los micro controladores PIC de MICROCHIP son de los más populares en el mercado si no los más, y es esa una de sus grandes ventajas, y a veces se podría pensar que tiene que

ver eso con que sea bueno, pues es simple, el hecho de que se use tanto representa una gran cantidad de información y documentación tanto en foros como en libros.

La oferta de MICROCHIP en la familia de los PIC, con su gama base, media y mejorada, llegan a ser de casi 300 modelos diferentes con distintas capacidades de memoria, periféricos, tipos de encapsulado, etc.

Poseen una arquitectura tipo Harvard, en la cual la CPU puede acceder independientemente a la memoria de datos y a la de programa, lo cual hace más rápido su funcionamiento.

Poseen un procesador RISC (reduced instruction set computing), por lo cual si necesitan o deben programar en lenguaje ensamblador, esto significa que el tamaño de instrucción es fijo y el juego de instrucciones es reducido y simple.

Permiten la programación de los PIC con lenguaje ensamblador o en lenguaje C.

- Desventajas: Su juego de instrucciones reducido. Costo relativamente alto.

➤ *Micro controladores PICAXE:*

- Ventajas: muy fácil de programar ya que utiliza un lenguaje BASIC muy sencillo, además de contar también con la posibilidad de programarlos con diagramas de flujo. Aprovecha todas las características de los micro controladores de bajo costo que incorporan memoria FLASH.

No requiere de programador o borrador, ya que utiliza únicamente tres alambres conectados al puerto serie de una computadora.

Gran cantidad de manuales disponibles y ayuda online.

- Desventajas: Costo elevado. Cantidad de modelos reducida.



4.4. Definición de Dispositivos

Para el desarrollo del proyecto se ha seleccionado la utilización de sensores de proximidad ultrasónicos HC-SR04 y micro controladores PICs de la gama 18FXXX de MicroChip.

La decisión se basó en los siguientes criterios.

- Económicos,
- Disponibilidad en el mercado,
- Tiempo de entrega de los dispositivos,
- Conocimientos técnicos adquiridos al momento de inicio del proyecto,
- Software disponible para programación y prueba

4.5. Herramientas de Programación y Simulación

El desarrollo del proyecto se ha implementado con los siguientes software:

- Software de diseño y compilación:
 - PCWHD Compiler Versión 4.120

4.6. Diagrama en bloques del Sistema

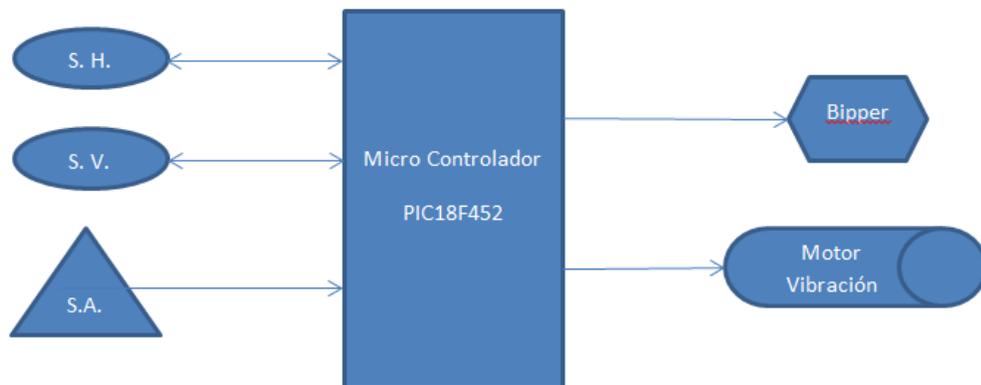


Fig. 4.6.1 Diagrama en Bloques

4.7. Determinación de Entradas/Salidas

El sistema contará con los siguientes periféricos:

- 2 Sensores de distancia Ultrasónico
- 1 Sensor de agua
- 1 Switch para selección de modo de funcionamiento
- 4 Leds de indicación de funcionamiento
- 1 Motor de vibración
- 1 Buzzer

Para estos periféricos se determinan:

- Cantidad de Entradas: 4
- Cantidad de salidas: 8

4.8. Listado de Componentes

Componente	Uso	Cantidad
PIC18F452	Micro controlador	1
HC-SR04	Sensor Ultrasónico de distancia	2
DHT11	Sensor de Humedad Relativa y Temperatura Ambiente	1
LM7805	Regulador de Tensión	1
LED	Indicación Luminosa de Estado	4
TDB-12LFPN	Bipper indicador sonoro	1
Motor	Motor CD indicador	1
Switch	Interruptor de selección de modo y encendido del sistema	2
Cristal	Oscilador 4 MHz	1
Resistor 1K	Acondicionamiento de señal	2
Resistor 4.7K	Acondicionamiento de señal	2
Capacitor 20pF	Acondicionamiento de señal	2

Tabla 4.8.1

5. Capítulo V: Los Dispositivos Electrónicos

5.1. Micro controlador Microchip PIC18F452

5.1.1. Conceptos Generales

Un micro controlador es un circuito integrado de alta escala de integración que incorpora la mayor parte de los elementos que conforman un controlador.

Las principales características de estos dispositivos son:

- Estos circuitos integrados programables contienen todos los componentes de un computador.
- No alcanzan el nivel de procesamiento de por ejemplo, un 8086, aunque poseen la ventaja de poder trabajar sin memoria externa.
- El micro controlador es un computador dedicado. En su memoria sólo reside un programa destinado a gobernar una aplicación determinada, una vez programado y configurado el micro controlador solamente sirve para gobernar dicha tarea.

5.1.2. Características específicas de los PICs

- Módulos PWM. Generadores de ondas PWM (Pulse Width Modulation). Son particularmente útiles para controlar la velocidad de los motores DC.
- Convesores Analógico-Digital, ADC. Para recibir señales del mundo analógico.
- Puerto Serial Síncrono, MSSP. Para la comunicación con dispositivos que utilizan los buses I2C o SPI.
- Puerto Paralelo Esclavo, SPP. Por ejemplo, para conectarse directamente con el puerto paralelo del PC.
- USART, Transmisor Receptor Síncrono Asíncrono Universal. Para comunicarse mediante los protocolos
- RS232 con cualquier dispositivo que también lo soporte. Por ejemplo, podemos conectar nuestro PIC al puerto serie del PC o a cualquier otro μ C con USART.
- Módulo Comparador Analógico. puede ahorrar un OP-AMP y algo más.
- Módulo CAN. Para facilitarle al PIC su conexión en una red LAN.
- Módulo USB. Casi todos los dispositivos digitales modernos presentan interfase USB.

5.1.3. Clasificación de los PICs

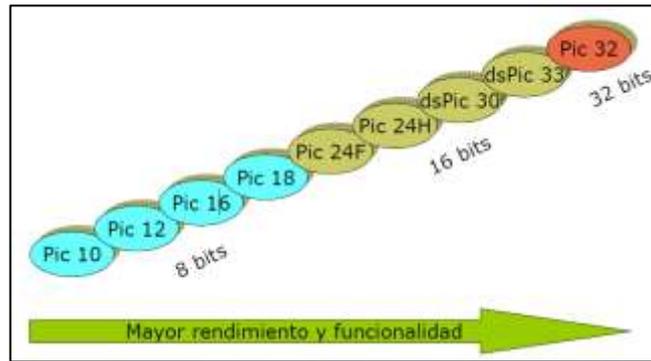


Fig. 5.1.3.1

5.1.4. Arquitecturas de PICs de 8 bits

	Baseline Architecture	Mid-range Architecture	Enhanced Mid-range Architecture	PIC-18 Architecture
Pin count	6 – 40	8 – 64	8 – 64	18 – 100
Interrupts	No	Single Interrupt Capability	Single Interrupt Capability with Hardware Context Save	Multiple Interrupt Capability with Hardware Context Save
Operating Performance	5 MIPS	5 MIPS	8 MIPS	10 – 16 MIPS
Instructions	33, 12-bit instructions	35, 14-bit instructions	49, 14-bit instructions	75 – 83, 16-bit instructions
Program Memory	Up to 3 KB	Up to 14 KB	Up to 56 KB	Up to 128 KB
Data Memory	Up to 138 Bytes	Up to 368 Bytes	Up to 4 KB	Up to 4 KB
Features	<ul style="list-style-type: none"> • Smallest form factor • Lowest cost • Ideal for battery operated or space constrained applications • Easy to learn & use 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimal cost-to-performance ratio • Integrated peripherals including SPI, I²C™, UART, LCD, ADC 	<ul style="list-style-type: none"> • C-code Optimized • Enhanced 16 Level Hardware Stack • Enhanced Indirect Addressing • Reduced Interrupt Latency • Simplified Memory Map 	<ul style="list-style-type: none"> • 32 level deep stack, 6x8 hardware multiplier • C-code optimized • Advanced peripherals including CAN, USB, Ethernet, touch sensing, and LCD drivers
Families	Includes PIC10 , PIC12 and PIC16	Includes PIC12 and PIC16	Includes PIC16C1xxx & PIC16F1xxx	PIC18 Low-pin for cost-sensitive applications with high levels of integration PIC18 8-bit system for low power, high-performance applications

Tabla 5.1.4.1

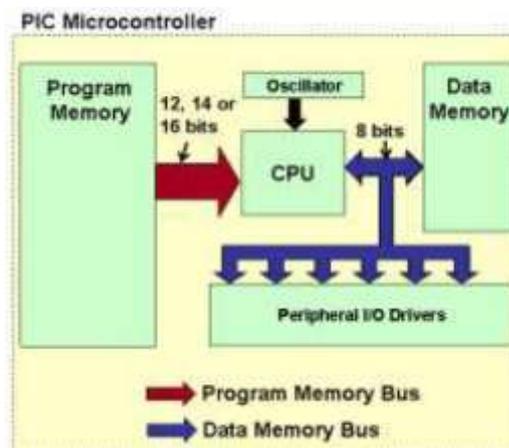


Fig. 5.1.4.1

5.1.5. En Resumen:

- a. Arquitectura según modelo Harvard
- b. Micro controlador de arquitectura cerrada.
- c. Ejecución segmentada de instrucciones (fetching y ejecución)
- d. Formato de instrucciones de igual longitud: 12 bits en gama baja, 14 en media y más en alta.
- e. Núcleo RISC con 33 instrucciones en gama baja, 35 en media y 60 en alta.
- f. Arquitectura basada en bancos de registros (todos los objetos del sistema, E/S, temporizadores, memoria, etc, implementados físicamente como registros).
- g. Diversidad de modelos con prestaciones diferentes
- h. Herramientas de soporte potentes y económicas (programadores, simuladores, emuladores, compiladores, intérpretes, etc.).
- i. Arquitectura ortogonal: cualquier instrucción puede utilizar cualquier elemento de la arquitectura como fuente o destino.

5.2. Sensor de Distancia Ultrasonico HC-SR04

5.2.1. Funcionamiento Básico

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 transmisor 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:

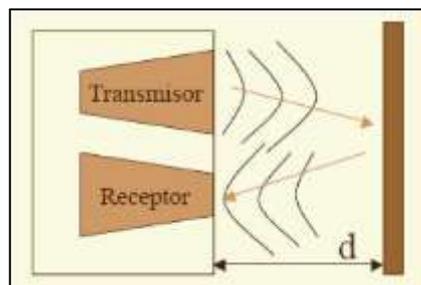


Fig. 5.2.1.1

La mayoría de los sensores de ultrasonido de bajo coste 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.

5.2.2. Problemas con los Ultrasonidos

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. Aunque la máxima probabilidad es que el objeto detectado esté sobre el eje central del cono acústico, la probabilidad 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.

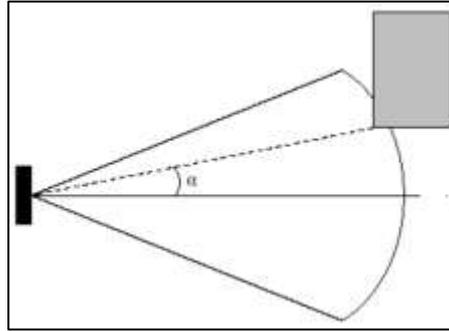


Fig. 5.2.2.1 Incertidumbre angular en la medición de un ultrasonido

- 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 ultrasonido 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.

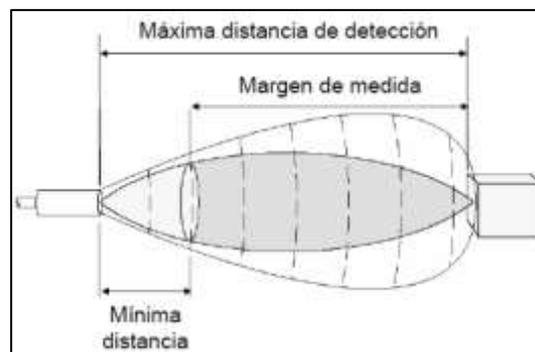


Fig. 5.2.2.2

- Los factores ambientales tienen una gran repercusión sobre las medidas: 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:

$$V_s = V_{so} \sqrt{1 + \frac{T}{273}}$$

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

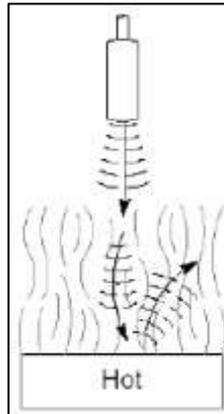


Fig. 5.2.2.3 La temperatura afecta a la capacidad de detección

- 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).

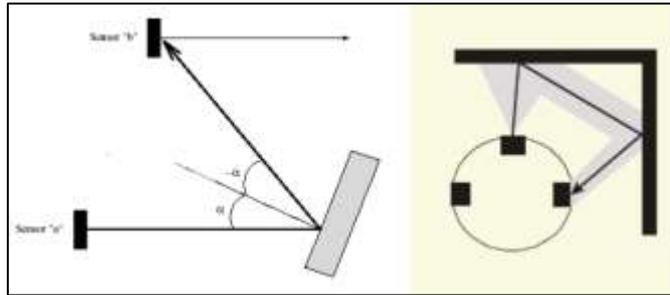


Fig. 5.2.2.4 El sensor “a” emite el pulso que recibe el sensor “b”

- 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.

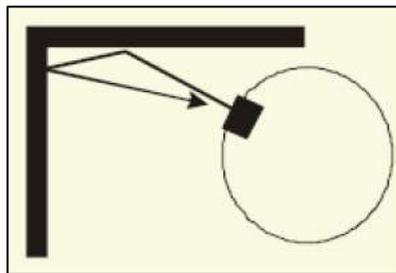


Fig. 5.2.2.5

Además de los problemas ya señalados con más detalle anteriormente a continuación se muestran de una manera más esquemática otras situaciones que pueden ser problemáticas a la hora de diseñar un sistema de detección de distancias basado en ultrasonidos:

- La posición real del objeto es desconocida: (cualquier posición del cono a distancia d).
- Reflejos especulares: la dirección del reflejo depende del ángulo de Incidencia
- Cuanto menor sea el ángulo, mayor es la probabilidad de perderse y producir falsas medidas de gran longitud
- Las superficies pulidas agravan el problema (las rugosas producen reflejos que llegan antes)

5.2.3. El sensor HC-SR04

5.2.3.1. Descripción

El objetivo de este circuito auxiliar es el de medir distancias, utilizando para ello dos transceptores de ultrasonidos, uno emisor y otro receptor, basándonos en el tiempo que tarda la señal en ir desde el emisor hasta el objeto obstáculo y volver rebotada desde éste hasta el receptor. Midiendo dicho tiempo podemos calcular con suficiente precisión y exactitud la distancia entre el objeto y nuestros transceptores.

5.2.3.2. Implementación, Hardware:

Se ha optado por emplear el sensor ultrasónico modelo SRF04 de la casa británica Robot Electronics:

Este sensor tiene la particularidad de manejarse solo con dos hilos, aparte de los de alimentación. Por uno de ellos se le envía el pulso de disparo (trigger) y por el otro recibimos el pulso de eco (echo) cuya amplitud es directamente proporcional a la distancia a la que ha sido detectado el obstáculo interpuesto. Según el cronograma siguiente:

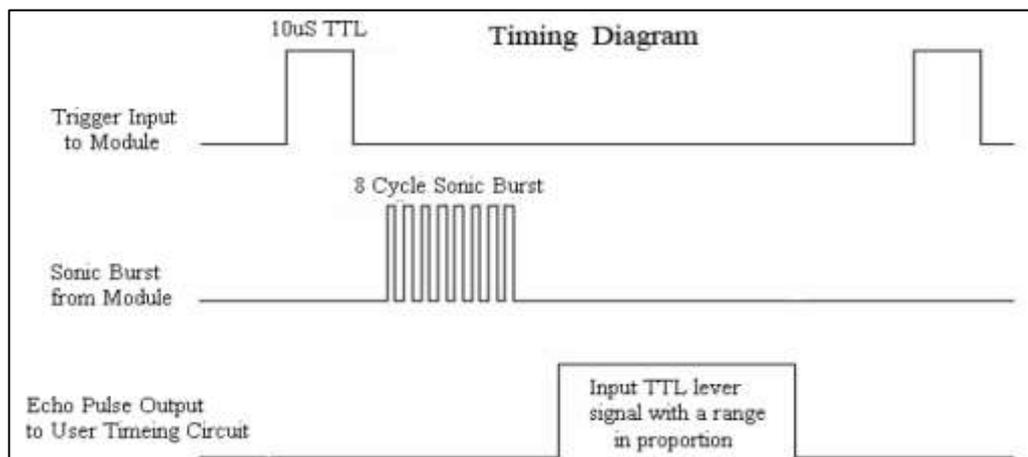


Fig. 5.2.3.2.1

El conexionado eléctrico del SR04 es como sigue:

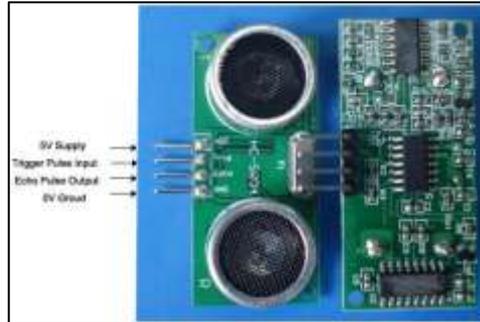


Fig. 5.2.3.2.2

5.2.3.3. Implementación, Software:

Nuestro programa debe realizar las siguientes funciones:

- a. Emitir un pulso ultrasónico de corta duración
- b. Esperar el inicio del pulso de eco resultante y poner a cero un temporizador.
- c. Esperar el fin del pulso de eco y guardar el estado de dicho temporizador al ocurrir esto.
- d. Calcular el tiempo de duración de dicho eco, que como sabemos es proporcional al tiempo empleado en ir y venir hasta y desde el objeto
- e. y por último, calcular la distancia sabiendo el tiempo empleado en recibir el eco y la velocidad de la onda de sensado.

5.2.4. Modelos Comerciales

5.2.4.1. HC-SR04

Comentado en el apartado anterior.

5.2.4.2. HC-SR08



Fig. 5.2.4.2.1

El sensor SR08 es capaz de detectar objetos a una distancia de 6 m con facilidad además de conectarse al micro controlador 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 reposo, lo que representa una gran ventaja para robots alimentados por pilas. El sensor SR08 incluye además un sensor de luz que permite conocer el nivel de luminosidad usando igualmente el bus I2C y sin necesidad de recursos adicionales.

5.2.4.3. HC-SR10



Fig. 5.2.4.3.1

SR10 es el nuevo medidor ultrasónico de distancias miniatura para robots que representa la última generación en sistemas de medidas de distancias por sonar, consiguiendo niveles de precisión y alcance únicos e impensables hasta ahora con esta tecnología. El sensor es capaz de detectar objetos a una distancia de 6 m con facilidad además de conectarse al micro controlador 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 reposo, lo que representa una gran ventaja para robots alimentados por pilas. Sus reducidas dimensiones lo convierten en el sensor de distancias por ultrasonidos más pequeño del mundo. Medidas 32 x 15 x 10 mm.

6. Capítulo VII: Desarrollo del Programa

6.1. Diagrama de Flujo

La programación del PIC se desarrolló de forma Multitarea, de forma que el micro controlador sea capaz de atender varias tareas de manera simultánea.

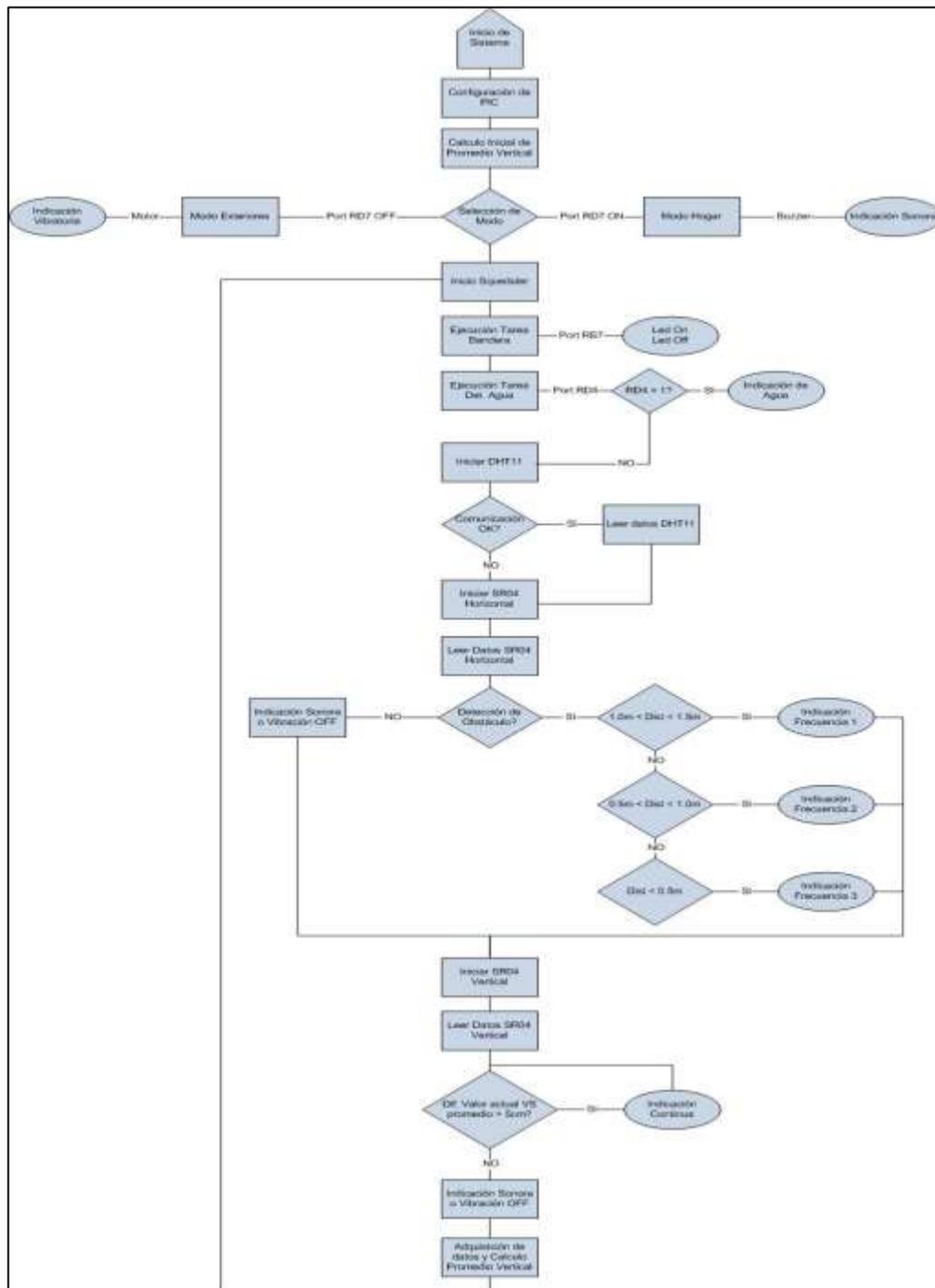


Fig. 6.1.1 Diagrama de Flujo

6.2. Diagrama de Conexionado

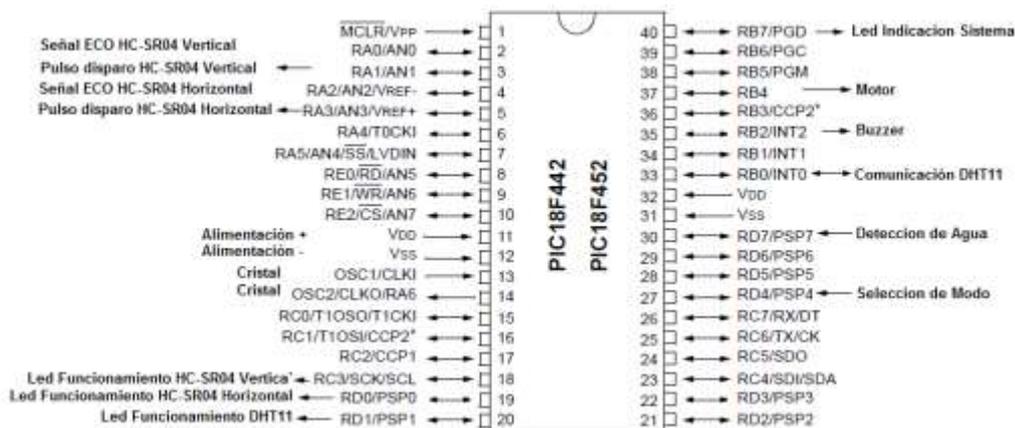


Fig. 6.2.1

6.3. Tarea del sensor HC-SR04 Horizontal (Detección de obstáculos)

```

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//          Funciones para sensor de distancia Horizontal HC-SR04          //
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
void iniciar_sr04_h()          //Función para mandar el pulso al trigger del ultrasónico
{
    dist_h=0;

    output_high(sr04_o_h);
    delay_us(20);              //retardo de 20 us mayor a los 10 us fijado por el fabricante
    output_low(sr04_o_h);
}

void distancia_h()
{
//En esta función se leerá el sensor de distancia horizontal
    while(!input(sr04_i_h)); //Esperar a que en el PA3 entre un nivel alto (inicio de medición)

    while(input(sr04_i_h))    //Esperar a que en el PA3 entre un nivel bajo o la distancia
    sea mayor a 4 mts (final de medición)
    {
//Comienza la medición de la distancia. Se usa un ciclo while que incrementa cada 60us la
//variable dist_h mientras el pin de eco sea = 1. Los 58us es el tiempo aproximado que
//tarda en viajar el sonido 2cm o sea 1cm ida y vuelta (VS=343m/s a 20°C)
        dist_h++;
        delay_us(58);        //retardo de 58 us
    }

//Indicación de correcto funcionamiento del sensor horizontal SR04
    output_high(LED_SR04_H); //led on
    delay_ms(25);
    output_low(LED_SR04_H);  //led off
    delay_ms(25);
}

```

6.4. Tarea del sensor HC-SR04 Vertical (Detección de escalones)

```

/////////////////////////////////////////////////////////////////
//                      Funciones para sensor de distancia Vertical HC-SR04                      //
/////////////////////////////////////////////////////////////////

void iniciar_sr04_v()          //Función para mandar el pulso al trigger del ultrasónico
{
    dist_act_v=0;

    output_high(sr04_o_v);
    delay_us(20);              //retardo de 20 us mayor a los 10 us fijado por el fabricante
    output_low(sr04_o_v);
}

void distancia_v()
{
    //En esta función se leerá el sensor de distancia vertical
    while(!input(sr04_i_v));    //Esperar a que en el PA3 entre un nivel alto (inicio de medición)

    while(input(sr04_i_v))     //Esperar a que en el PB0 entre un nivel bajo (final de medición)
    {
        //Comienza la medición de la distancia. Se usa un ciclo while que incrementa cada 60us la
        //variable dist_h mientras el pin de eco sea = 1. Los 60us es el tiempo aproximado que
        //tarda en viajar el sonido 2cm o sea 1cm ida y vuelta (VS=343m/s a 20°C)
        dist_act_v++;
        delay_us(58);          //retardo de 58 us
    }

    //Indicación de correcto funcionamiento del sensor vertical SR04
    output_high(LED_SR04_V);    //led on
    delay_ms(25);
    output_low(LED_SR04_V);     //led off
    delay_ms(25);
}

void escalon()
{
    dif_dist_v=abs(dist_act_v-prom_dist_act);

    //Rutinas para la detección y aviso de una diferencia igual o mayor a 10cm
    while(dif_dist_v>=10)
    {
        if(input(sel_mod))
            output_high(sonar); //bocina on
        else
            output_high(motor_st); //motor on

        iniciar_sr04_v();
        distancia_v();

        dif_dist_v=abs(dist_act_v-prom_dist_act);
        m=0;

        if(dif_dist_v<10)
        {
            output_low(motor_st); //motor off
            output_low(sonar);    //sonar off
        }
    }
}

```

```
}  
  
//Rutias para el cálculo del promedio de altura  
if(m<4)  
{  
    dist_dat[m]=dist_act_v;  
    m++;  
    return;  
}  
  
prom_dist=dist_dat[0]+dist_dat[1]+dist_dat[2]+dist_dat[3]+prom_dist_ant;  
prom_dist_act=prom_dist/5;  
prom_dist_ant=prom_dist_act;  
prom_dist=0;  
m=0;  
}
```

6.5. Tarea del sensor DHT11 (Medición de Humedad y Temperatura)

```
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////  
//                               Funciones para sensor de humedad y temperatura DHT11                               //  
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////  
void iniciar_dht11()  
{  
//Función para iniciar el sensor de humedad y temperatura  
    output_low(dht11);    //se pone el puerto B0 en 0  
    delay_ms(20);        //espera de 20 milisegundo. debe ser mayor a 18ms según fabricante  
    output_high(dht11);   //se pone el puerto B0 en 1  
    delay_us(35);        //espera de 35 us. deber ser entre 20us y 40us según fabricante  
    set_tris_b(0x01);  
    delay_us(50);        // retardo indicado por el fabricante 50 us  
}  
  
void leer_dht11()  
{  
//Función para leer el sensor de humedad y temperatura  
    if(input(dht11))    //si el dht está enviando un nivel alto => error de inicialización  
    {  
        return;  
    }  
    delay_us(80);      //retardo de 80 us correspondiente a la inicialización del dht  
    if(!input(dht11))  //si el dht está enviando un nivel bajo => error de inicialización  
    {  
        return;  
    }  
    delay_us(50);      //retardo de 80 us  
    for(k=0; k<5; k++)  
    {  
        leer_dat_dht11(); //llamado a funcion para lectura de datos  
        dht_dat[k] = result; //capturando datos  
    }  
  
    set_tris_b(0x00);  
    output_high(dht11);  
  
//comprobación si la lectura es correcta  
    dht_check_sum = dht_dat[0]+dht_dat[1]+dht_dat[2]+dht_dat[3];  
    if(dht_dat[4]!=dht_check_sum)  
    {
```


6.7. Tarea activación de motor

```

/////////////////////////////////////////////////////////////////
//                                     Función control de Motor                                     //
/////////////////////////////////////////////////////////////////
void motor()
{
  //Distancia mayor o igual a 1.5 mts
  if(dist_h>150)
  {
    output_low(motor_st);    //motor off
    return;
  }

  //Distancia mayor a 1 mts y menor a 1.5 mts
  if(dist_h>100 && dist_h<150)
  {
    output_high(motor_st);    //motor on
    delay_ms(500);
    output_low(motor_st);    //motor off
    delay_ms(500);
    return;
  }

  //Distancia mayor a 0.5 mts y menor a 1 mts
  if(dist_h>50 && dist_h<100)
  {
    output_high(motor_st);    //motor on
    delay_ms(200);
    output_low(motor_st);    //motor off
    delay_ms(200);
    return;
  }

  //Distancia menor a 0.5 mts
  if(dist_h<50)
  {
    output_high(motor_st);    //motor on
    delay_ms(30);
    output_low(motor_st);    //motor off
    delay_ms(30);
    return;
  }
}

```

6.8. Tarea activación de Buzzer

```

/////////////////////////////////////////////////////////////////
//                                     Función control de Bocina                                     //
/////////////////////////////////////////////////////////////////
void bocina()
{
  //Distancia mayor o igual a 1.5 mts
  if(dist_h>150)
  {
    output_low(sonar);    //bocina off
    return;
  }
}

```

```
//Distancia mayor a 1 mts y menor a 1.5 mts
```

```
if(dist_h>100 && dist_h<150)
```

```
{  
    output_high(sonar);    //bocina on  
    delay_ms(500);  
    output_low(sonar);    //bocina off  
    delay_ms(500);  
    return;  
}
```

```
//Distancia mayor a 0.5 mts y menor a 1 mts
```

```
if(dist_h>50 && dist_h<100)
```

```
{  
    output_high(sonar);    //bocina on  
    delay_ms(200);  
    output_low(sonar);    //bocina off  
    delay_ms(200);  
    return;  
}
```

```
//Distancia menor a 0.5 mts
```

```
if(dist_h<50)
```

```
{  
    output_high(sonar);    //bocina on  
    delay_ms(30);  
    output_low(sonar);    //bocina off  
    delay_ms(30);  
    return;  
}  
}
```

6.9. Programa completo

Ver en anexo 14.1.

7. Capítulo VIII: Simulación y Depuración

La simulación y depuración del programa del micro controlador se realizó utilizando el software “Proteus”.

En principio para desarrollar el código de adquisición de datos de los sensores HC-SR04 y DHT11, se generó dos programas en PIC16F84 que simulaba los mismos y enviaban el tren de pulsos correspondientes a los datos de humedad, temperatura, checksum y distancia.

En la siguiente imagen se muestra una captura de pantalla de la simulación donde aparecen los PIC con los Sensores emulados, el PIC con el software del micro controlador del sistema.

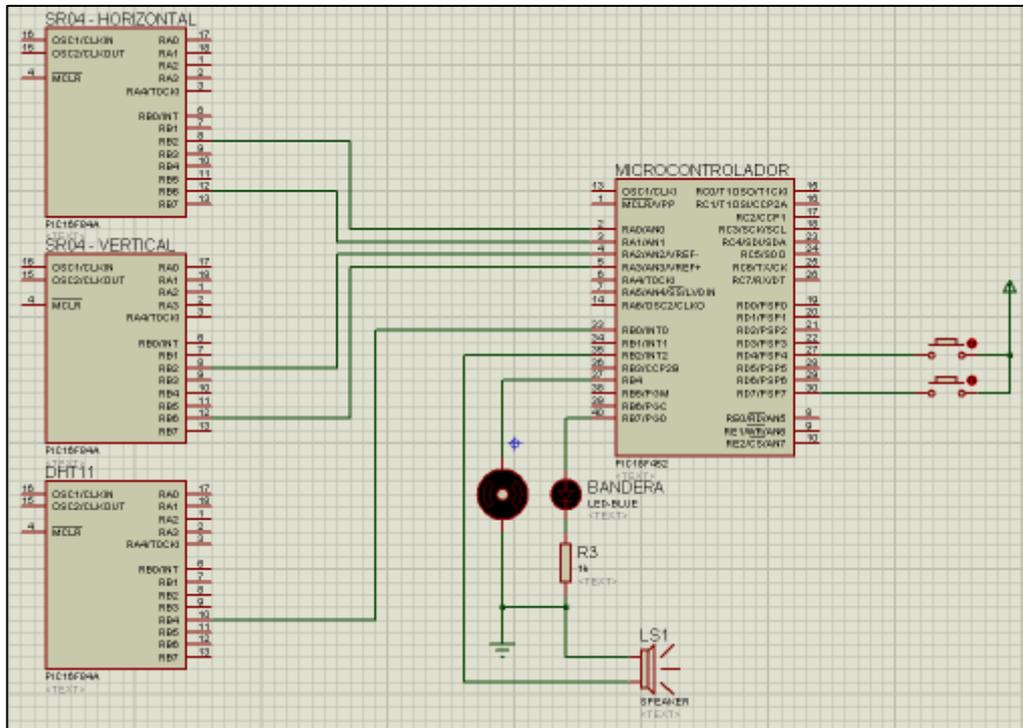


Fig. 7.1

8. Capítulo VI: Diseño PCB

El circuito se diseñó por medio del software PCB Wizard – Professional Edition.



Fig. 8.1

Se realizó primero un diagrama esquemático y luego se trabajó en el ruteo de las pistas en el modo “Board”

8.1. Diagrama Esquemático

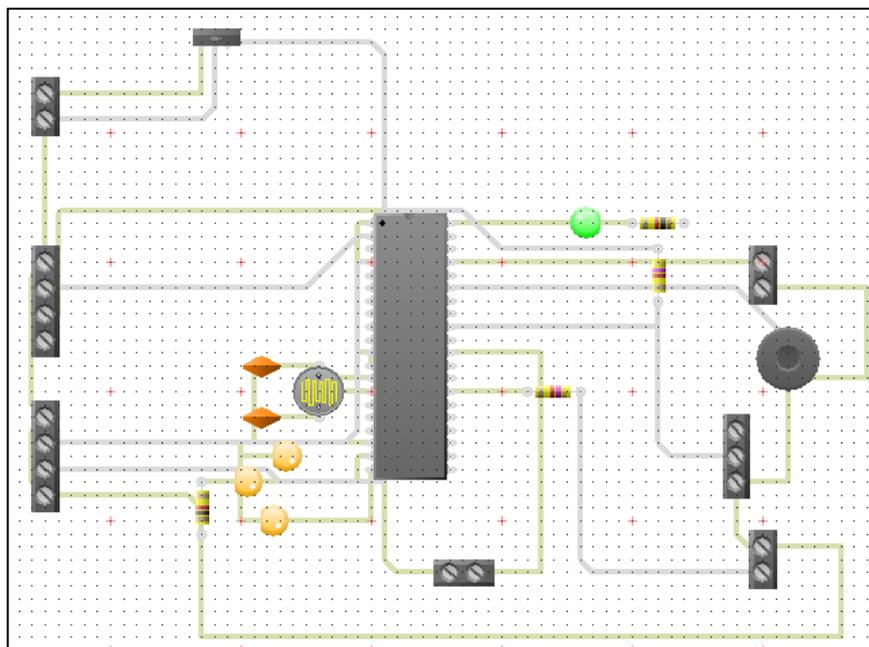


Fig. 8.1.1

8.2. Vista PCB

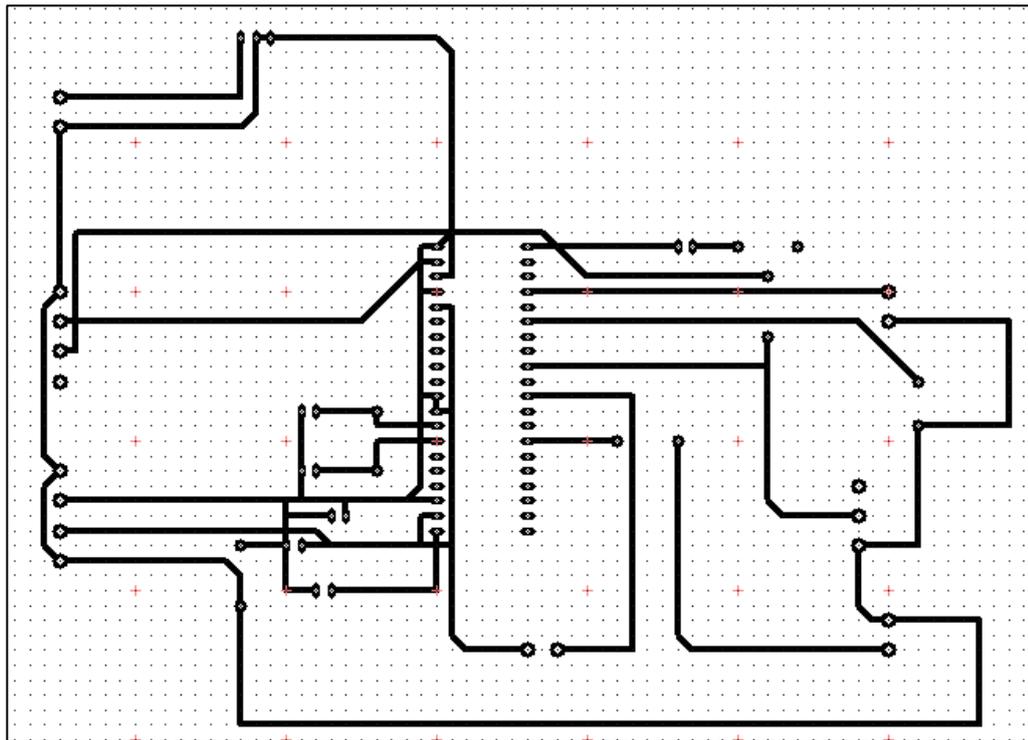


Fig. 8.2.1

8.3. Imágenes del Prototipo

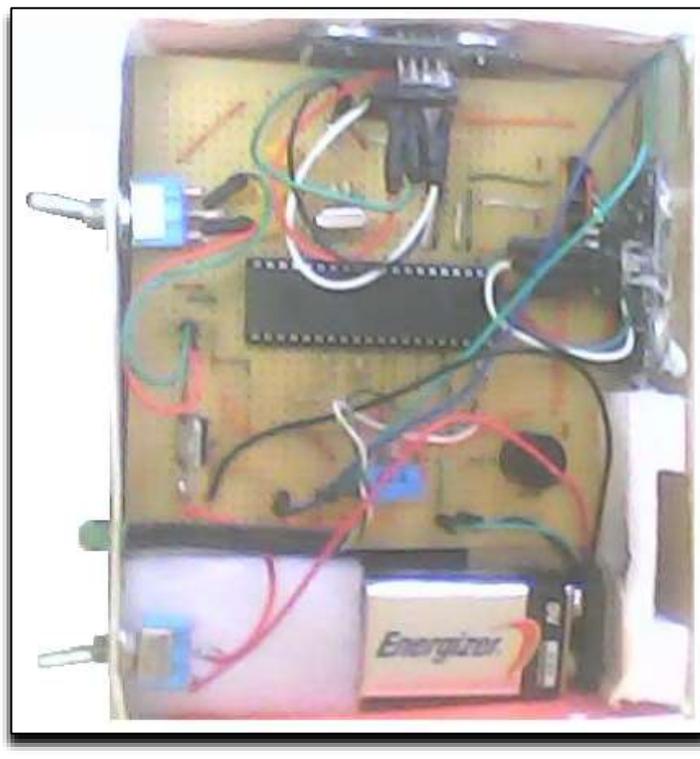


Fig. 8.3.1

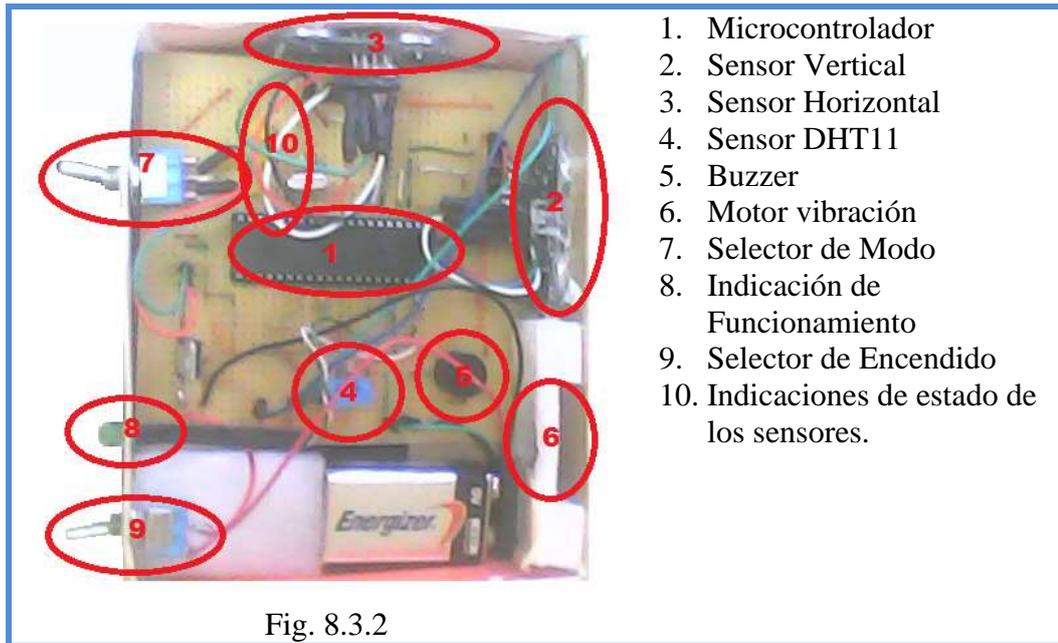


Fig. 8.3.3

9. Resultados

Durante el desarrollo del proyecto se fue probando cada dispositivo por separado con la finalidad de comprobar la comunicación con los mismos.

Estas pruebas sirvieron para detectar inconvenientes en el programa creado, optimizar tiempos de comunicación y verificar el correcto funcionamiento de los sensores adquiridos.

Una vez realizado el testeo individual, se procedió al ensamble de todos los sensores y periféricos. De esta forma se realizaron las pruebas finales del sistema logrando y comprobando el correcto funcionamiento en ambientes, tanto, cerrados (hogar) como abiertos (urbanos).

Las pruebas realizadas fueron satisfactorias en todos los entornos evaluados.

10. Posibilidades de Mejora

Desde el punto de vista electrónico, el proyecto no presenta mayores inconvenientes y permite una gama muy grande de ampliación y mejoras. A saber:

- **Incorporación de módulo GPS:** con el microcontrolador utilizado es posible desarrollar tareas para la comunicación con este tipo de módulo, de forma de poder configurar coordenadas específicas en el uC y que el sistema dé aviso de cuando se está en el punto configurado e indicaciones de como arribar a los mismos.
- **Incorporación de audio:** tal cual algunos sistemas similares utilizados en la actualidad, se puede agregar esta forma de comunicación del sistema con el usuario.
- **Incorporación de sensores adicionales:** el sistema actual permite ampliar la cantidad de sensores de distancia, humedad, temperatura.
- **Cambio de tecnología:** en el software es posible contemplar el cambio de tipos de sensores, incorporando el protocolo de comunicación del sensor correspondiente.

11. Análisis Económico

El proyecto fue desarrollado con recursos personales:

- Sistema aislado

Componente	Cantidad	Costo Unidad	Costo total
Micro controlador PIC18F452	1	\$60	\$60
Sensor HC-SR04	2	\$60	\$120
Buzzer	1	\$20	\$20
Interruptores 2 puntos tipo palanca	2	\$10	\$20
Pertinac	1	\$30	\$30
Periféricos			\$50
Costo Total			\$ 300

- Sistema compuesto

Componente	Cantidad	Costo Unidad	Costo total
Micro controlador PIC18F452	1	\$60	\$60
Sensor HC-SR04	2	\$60	\$120
Buzzer	1	\$20	\$20
Interruptores 2 puntos tipo palanca	2	\$10	\$20
Pertinac	1	\$30	\$30
Periféricos			\$50
Bastón	1	\$250	\$250
Costo Total			\$ 550

Todos los precios están en pesos Argentinos y a costo minorista. Es estimable que en una producción a gran escala los costos se reduzcan aproximadamente un 30%.

En el costo total solo falta el cálculo del aporte de mano de obra y precio de venta en el mercado.

12. Conclusiones

El Ingeniero tiene como objetivo principal aportar sus conocimientos teóricos, prácticos e ingenio en la solución a problemáticas sociales o de algún ámbito en particular, planteadas o que puedan surgir.

Como Ingeniero Electrónico se busca aportar soluciones mediante desarrollo tecnológicos, que puedan ser utilizados como un todo o parte de la solución final.

Durante la realización del presente proyecto se buscó precisamente esto, el diseño de una herramienta tecnológica a un problema social de interés mundial.

Como se comentó al principio del informe, el proyecto fue pensado en función de las necesidades de un grupo de personas, si bien reducido en comparación al total, es una parte de la sociedad que actualmente se encuentra, de cierto modo, marginada; ya que la sociedad no está preparada estructuralmente para satisfacer las necesidades de dicho grupo. En base a esto es que el diseño presenta las características de confiable, práctico, de bajo costo y accesible.

En el proceso de investigación respecto a esta discapacidad en particular se logró obtener mucha información acerca de la problemática y dar por tierra varias creencias populares que se tienen en la sociedad por falta de conocimiento.

En particular, el sistema diseñado no pretendió en ningún momento ser una solución global a los problemas diarios a los que se enfrentan las personas no videntes, solamente se pensó como una herramienta más de ayuda.

El prototipo diseñado tiene la característica de ser adaptable a cualquier medio de transporte, no necesariamente debe montarse en un bastón. Es por esta razón que el sistema presenta grandes ventajas respecto a los dispositivos ya diseñados, por tener esa versatilidad y portabilidad.

El sistema ha sido probado como prototipo en los medios descritos con anterioridad y ha satisfecho las expectativas; es tarea futura lograr las pruebas con personas que padezcan esta afección para estimar posibles mejoras y obtener de esta manera el aporte de información necesaria antes de pasar la etapa de Prototipo.

13. Bibliografía

Manuales y Datasheet

- Datasheet
 - <http://www.alldatasheet.com>
- Manuales
 - 40Hz Ultrasonic Range Detection Sensor
Autor: Desconocido
 - Compilador C CSS y Simulador PROTEUS para Microcontroladores PIC
Autor: Eduardo García Breijo 2008
 - MICROCONTROLADORES GAMA ALTA Y ARQUITECTURAS MIXTAS
Autor: Ing. Vladimir Trujillo Arias
 - SENSORES DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS
Autor: Diego Pérez de Diego
 - Sensores de reactancia variable y electromagnética
Autor: Desconocido
 - User's Manual – HC-SR04 Ultrasonic Sensor
Cytron Technologies

Publicaciones

- Desafíos que enfrentan las personas no videntes
Escrito por kay rockwell | Traducido por silvina ramos
- Instituto Nacional de Estadística y Censos.
<http://www.indec.gob.ar/>
- Organización Mundial de la Salud
<http://www.who.int/es/>
- Relatos de personas No videntes
www.clarin.com/diario/2005/09/19/laciudad/h-03801.

Internet

- Avances Tecnológicos
 - <http://www.fundacionluz.cl/avances-tecnologicos-97>
 - <http://katrin-avancestecnologicos.blogspot.com.ar/2012/10/crean-un-baston-que-guia-los-ciegos-con.html>
 - <http://www.micropic.es/mpblog/>
- Investigación
 - <http://www.cienciaysociedad.info/salud/>

- <http://www.integrando.org.ar/investigando/index.htm>
- Sistema desarrollado
 - <http://softwaredisenio.jimdo.com/>
- Sensor HC-SR04
 - <http://campos-inventronica.blogspot.com.ar/2012/04/como-usar-sensor-ultrasonico-hc-sr04.html>
 - http://www.hetpro-store.com/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=175&category_id=17&option=com_virtuemart&Itemid=4&lang=es
 - <http://www.robot-electronics.co.uk/htm/srf04tech.htm>
- Sensores y Transductores
 - http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/index.htm
- Tecnología para no Videntes
 - <http://www.discapacidadonline.com/category/discapacidad-tecnologia>
 - <http://www.nopuedocreer.com>