

Construcción de bastón inteligente para personas con discapacidad visual.

Llanelly B. Martínez Núñez¹, Jairo A. Molina Tinoco¹, Guillermo R. Peñaloza Mendoza¹, Nancy K. Hernández Sánchez¹, Emmanuel Guizar Rojas²

¹Departamento de Ingeniería Biomédica, Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro, Pátzcuaro, Michoacán

²Departamento de Ingeniería en TICs, Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro, Pátzcuaro, Michoacán

E-mail: grey@itspa.edu.mx

Resumen— En este artículo se trata el diseño y manufactura de un prototipo de un bastón para personas débiles visuales o invidentes, el cual servirá como elemento auxiliar para la movilidad libre de dichas personas. Las ventajas de este prototipo es que permitirá un desplazamiento con mayor autonomía y seguridad, además servirá como distintivo, como informador y como protección. Este artículo presenta la metodología que se empleó para el diseño, construcción y especificaciones básicas del bastón la cual se basa en detección de peligros como obstáculos y desniveles. Se construyó un prototipo de este bastón para pruebas, como resultado de esto se realizaron las modificaciones pertinentes para un funcionamiento adecuado, además se demuestra que los dispositivos que permiten el apoyo a personas con capacidades diferentes pueden ser de bajo costo y eficientes.

Palabras clave—Bastón blanco, Discapacidad visual, Invidente

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el desarrollo tecnológico en el amplio campo de la electrónica e instrumentación médica se encuentra enfocado en el desarrollo de métodos, dispositivos y equipos que permiten el tratamiento o compensación de discapacidades de personas con alguna problemática física permanente [1]. La compensación de las deficiencias o capacidades diferentes son esenciales en la vida de todas las personas, esto es que en algunos casos, su vida misma puede depender del manejo oportuno, fácil y fiable en su entorno; por lo cual es necesario generar equipos o dispositivos que satisfagan estas necesidades, tales como los mostrados en los trabajos [2, 3] que hablan sobre el diseño de dispositivos que apoyan a personas con pérdidas de miembros. Los avances tecnológicos hacen que cada vez estos equipos sean más sofisticados y más precisos, aunque en ocasiones están sobrados con respecto a ciertas actividades, pero esto hace que los costos de venta sean elevados y que el mercado donde impactan sean muy específicos y muy lejos del sector más necesitado.

Los tratamientos actuales para las discapacidades incluyen diferentes etapas entre las que se pueden resaltar:

- Etapa 1: Evaluación, permite observar y determinar las capacidades y limitaciones del paciente.
- Etapa 2: Es la encargada de la reeducación para reducir la discapacidad por medios tales como

ejercicios prácticos de rehabilitación o reentrenamiento.

- Etapa 3: Etapa de compensación, es la basada en sistemas y dispositivos que actúan para compensar la limitación de las personas.

La idea de este proyecto se ubica en la tercera etapa, por lo cual el objetivo es hacer un producto de bajo costo que pueda llegar a las personas de cualquier estatus social y que brinde una satisfacción de sus necesidades. La base es crear un bastón auxiliar para personas de visión débil o invidentes que les permita moverse libremente por su medio, mediante señales emitidas al existir algún peligro que el usuario puedan interpretar. En la Sección II se describe la problemática existente que da origen a la generación del prototipo, en la Sección III se plantea la solución de la problemática, en la Sección IV se desarrolla la metodología que se empleó para la generación del prototipo físico y se presentan sus características, en la Sección V se resumen los resultados obtenidos en las pruebas. Por último en la Sección VI se presentan las conclusiones del trabajo.

II. PROBLEMÁTICA EXISTENTE

Actualmente en México se tiene un índice de problemas visuales que supera el 40% de la población total [4], de acuerdo con la INEGI la segunda discapacidad en el país es la visual con un total que supera más de un millón de personas invidentes. Debido a esto se pretende contribuir en el auxilio a este sector poblacional, el cual encuentra las siguientes problemáticas:

- Caminar por un ambiente con obstáculos (muebles, piedras o cualquier objeto).
- Desplazarse por un ambiente con desniveles (escaleras, hoyos, banquetas).

III. SOLUCIÓN PROPUESTA

Se propone generar un sistema electrónico en un bastón para invidentes que permita sentir el entorno y mandar una señal de alerta previniendo posibles peligros originados por obstáculos, desniveles y exceder distancia segura.

El bastón será un guía que formará parte importante del individuo con problemas visuales, guiando su paso y así permitiéndole desplazarse de manera autónoma por la vía pública, facilitando su recorrido y permitiéndole aminorar la

desventaja presente. Esta herramienta fue construida con la finalidad de proporcionar seguridad a la persona a través de sensores que le indicaran los obstáculos a su paso para evitar un accidente así como mandar mensaje de alerta cuando se encuentre fuera de una zona delimitada, se pretende que al formar parte de su vida sea ligero, inoxidable y de uso confiable por lo cual se agregó un agarre de material ligero que simula la posición de los dedos para que al ser tomado mantenga la posición correcta de estos sensores.

IV. METODOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN

A. Metodología Empleada para la Construcción

El bastón auxiliar está compuesto de seis etapas, tomando como base las cuatro etapas mencionadas en trabajos como [5, 6], interconectadas entre sí para sensar y mandar la señal adecuada del medio al usuario de acuerdo a las circunstancias donde se encuentre. Las etapas son la elaboración del dispositivo físico, la etapa de sensado, el controlador, el actuador, la zonificación y la activación. La primera etapa es la elaboración del dispositivo ya que bajo esos parámetros se dispondrá la colocación de los demás elementos.

B. Metodología Empleada para el control y activación de las señales.

El control de los actuadores se basa en la metodología demostrada en los diagramas de flujo de Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3 y Fig. 4. Los tres elementos principales son la detección de desniveles, la cual en este trabajo es la principal, debido al peligro inherente que implica pisar sobre un desnivel sin cuidado (dato obtenido mediante el análisis de encuestas realizadas en la región a 48 personas con discapacidad visual), la detección de obstáculos, indicando en qué dirección se encuentra (derecha, izquierda o centro) y la detección del límite de la zona deseada de tránsito. Las indicaciones se registrarán por las siguientes condicionales: los desniveles activaran los motovibradores en la parte inferior del maneral (a mayor profundidad mayor frecuencia y fuerza de vibración), los obstáculos serán detectados por dos sensores (derecha e izquierda) que determinarán los motovibradores a accionar (derecha, izquierda o ambos) y la zona de tránsito activará una alarma sonora (a mayor distancia, mayor sonido).

C. Construcción Física

Después de establecida la metodología se procedió a la construcción física del prototipo, para esto se analizaron los requerimientos necesarios por los usuarios (se implementó una encuesta para recabar los datos), los cuales fueron

ligereza, durabilidad, alerta de obstáculo y desnivel por vibración (el sonido no fue viable por el usuario por la persistente contaminación auditiva en el medio) y alerta regulable por salida del límite permitido. De estos resultados se concluyó en utilizar la siguiente lista de materiales.

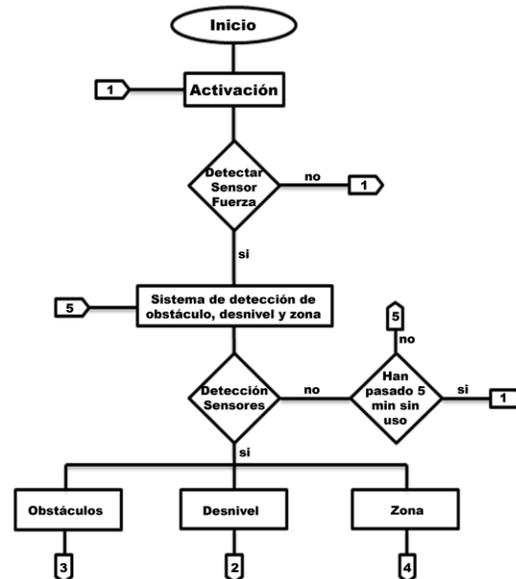


Fig. 1. Diagrama de flujo del sistema de control parte 1.

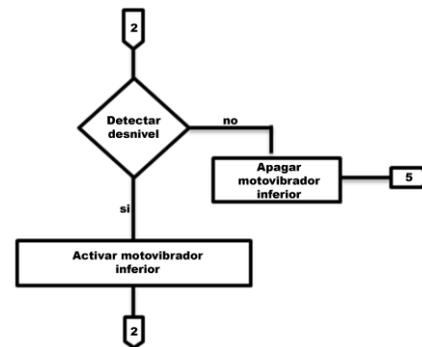


Fig. 2.- Diagrama de flujo del sistema de control parte 2.

- Elaboración del bastón: Para la elaboración del bastón se escogió el aluminio, por su ligereza comparada con otros materiales (el peso final fue de 268 gr. en comparación con los 650 gr. de uno similar de fierro y con los 1.2 Kg. de uno elaborado con acero inoxidable). También se le agregó una rosca para ajuste de tamaño lo cual permite el empleo en niños y adultos.
- Sensores: Para la detección de objetos se emplean los ultrasónicos HC-SR04 debido al bajo costo de adquisición (un costo del 10 al 30 % del valor de otros sensores) así como por su precisión y alcance. Presentan inmunidad a interferencias por luz y son

libres de roces mecánicos [7]. Para detectar desniveles se emplean sensores infrarrojos GP2Y0A02YK0F debido a su precisión y a que no se requiere mucho alcance en la detección.

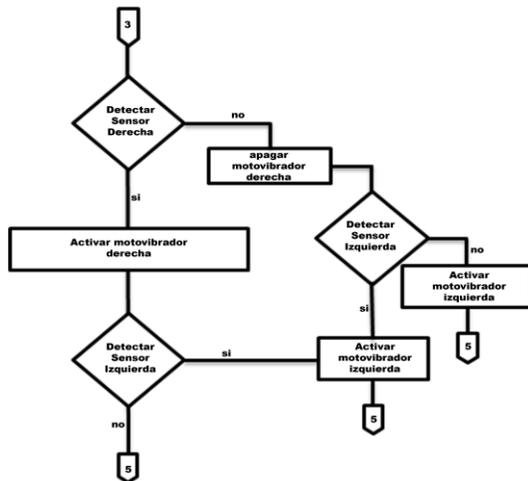


Fig. 3. Diagrama de flujo del sistema de control parte 3.

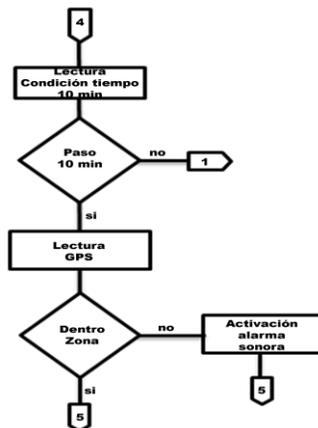


Fig. 4. Diagrama de flujo del sistema de control parte 4.

- Control: El controlador que tomará la señal del medio y la convertirá en una señal de acción será un microcontrolador Arduino, el cual permitirá mejoras o adaptaciones futuras en el prototipo, se implementa un control proporcional para las acciones de alerta.
- Actuadores: Se emplearon motorvibradores para generar las vibraciones que sentirá el usuario, estas vibraciones cambiarán en frecuencia y en intensidad de acuerdo a la situación en que se encuentre el usuario. Además se emplea una alerta sonora junto con las vibraciones en caso de salir de la zona permitida.
- Maneral: El maneral del bastón se realizó de plástico, con una pequeña forma y marca sensible para indicar la correcta posición de los sensores, así

como se colocan sensores resistivos de fuerza para determinar si se está agarrando. En este maneral se agregan los motorvibradores distribuidos en la derecha, izquierda y parte inferior, esto para distribuir la vibración de acuerdo a lo necesario.

- Detección de posición: Se realiza mediante el módulo GSM/GPRS basado en SPREAD TRUM'S y un módulo GPS USGlobalSat EM-406A. Se establece en este trabajo una zona circular de 2 Km de radio, sobre el punto de origen con coordenadas: Latitud 19°30'50.7''N y Longitud 101°36'34.3''W.

V. RESULTADOS

A. Características Técnicas

La unión de todas las etapas y elementos del bastón permitieron la generación del prototipo mostrado en Fig. 5. Las características finales con las que cuenta el prototipo se enlistan en la Tabla 1, las cuales aseguran un funcionamiento óptimo y cómodo para el usuario.

TABLA 1
CARACTERÍSTICAS DEL BASTÓN

Elemento	Bastón	Obstáculos	Profundo	Vibrador	Táctil
Rango de trabajo	0.8 – 1.3 m	0.05 – 2.5 m	0.1 – 1.2 m	0 – 3V 12000 RPM	0.1 – 10 Kg
Inmunidad fact. Ext.	Si	Si	No	Si	Si
Exactitud	---	0.008 m	0.005 m	100 RPM	0.05 kg
Consumo	---	0.075W	0.15W	0.23W	0.08W

B. Pruebas y Resultados Obtenidos

Las pruebas realizadas en el bastón se registran en las Tablas 2 y 3. Estas pruebas se basan en probar los sensores de obstáculos (Tabla 2) y de profundidad (Tabla 3), en el primer caso se probó con diferentes superficies de obstáculos para comprobar la eficiencia del dispositivo, mientras que en el segundo caso se probó con inclinaciones diferentes y con intensidades luminosa externas diferentes.

TABLA 2
PRUEBAS SENSOR ULTRASONÍCO

Tipo de obstáculo	Cara lisa frente al sensor	Liso con esquina frente a sensor	Redondo	Amorfo
Dist. máx. de detección	2.56 m	1.53 m	2.06 m	2.03 m
Error promedio	±0.06m	±0.1m	±0.08m	±0.12m

TABLA 3
PRUEBAS SENSOR INFRARROJO

Parámetro	Profundidad Máx.	Ángulo de detección máx.	Error por interferencia
Medida	1.21m	32°	±0.25m



Fig. 5. Prototipo del bastón auxiliar.

Una prueba final que se realizó fue la comprobación de las señales que le llegan al usuario del bastón como una realización de la frecuencia y amplitud de vibración con respecto a la distancia del obstáculo o desnivel existente, esto se muestra en Fig. 7, la gráfica roja representa la acción con respecto al sensor ultrasónico que determina la distancia con obstáculos y la gráfica azul representa la acción con respecto al sensor infrarrojo que determina la altura del desnivel. Estas variaciones se hacen con respecto a un control PWM (Modulación de ancho de pulso) en los motovibradores. Los resultados obtenidos de acuerdo a las opiniones de los usuarios fueron: Accesibilidad económica, Inseguridad inicial, posteriormente permite desplazarse con mayor libertad, Sensibilidad aceptable.

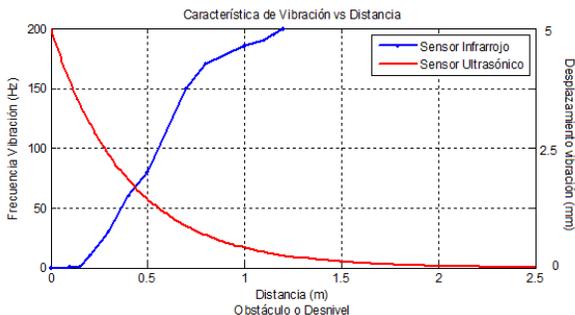


Fig. 7. Relación Vibración vs Distancia

C. Comparación

Para evaluar el dispositivo con otros existentes en el mercado se muestra en la Tabla 4 una comparación sobre las características generales de cada uno. Este trabajo a diferencia de lo existente se emplean dos tipos de sensores para detectar objetos cercanos como lejanos y desniveles, ninguno más lo hace, por lo tanto adquirimos las ventajas de los sensores ultrasónicos (inmunidad a factores externos) y de los infrarrojos (detección de objetos cercanos), además ninguno cuenta con un sistema de alerta para delimitar la zona donde el usuario puede desplazarse mediante GPS. Fuera de esto nos regimos bajo los estándares en cuanto a peso, tamaño y modo de la señal.

TABLA 4
TABLA COMPARATIVA

Dispositivo	Sensores	Tamaño	Peso	Modo de señal	Otros
Ray® (Caratec)	Ultrasonido	120 x 29 x 19 mm	60 gr	Auditivas o táctiles	Auriculares
Bastón MyMap®	Infrarrojo	1200 x 25x25mm	120 gr	Auditivas	GPS
Bastón HI-TECH®	Infrarrojo	1300 x 15 x 15 mm	---	Auditivas y táctiles	GPS y Etiquetado RFID
Ultra Cane	Ultrasonido	Ajustable	180 gr	Auditivas	2 modos, no registra a < 30 cm
Bastón propio diseño	Ultrasonido e infrarrojo	Ajustable 0.8 a 1.5 m	268 gr	Auditivas y táctiles	GPS alarma encendido por presión

VI. CONCLUSIÓN

Esté Prototipo fue construido con la finalidad de mejorar la calidad de vida de aquellas personas que sufren una discapacidad visual permitiéndole realizar sus actividades cotidianas de una manera más confortable. El diseño de este prototipo fue sencillo y práctico, lo cual se buscaba desde el inicio. Se buscó que todos los materiales utilizados para la creación del bastón fueran económicos para que la población en general esté al alcance de este producto. Se logró obtener un producto viable y eficaz para el auxilio de personas con limitación visual. La incorporación del GPS para la ubicación eleva el costo del dispositivo, pero se pretende cambiar y realizar el posicionamiento por medio de celular, debido a que es una característica bien recibida por las personas encuestadas debido a que les permite rastrear o tener la localización exacta en caso de extravío de su familiar.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Winter, X. Feng, Y. Wang, L. Johnson, and Foil "Progress Towards Universal Interface Technologies for Rehabilitation", Proceedings of 26 th Annual International Conference of IEEE EMBS, San Francisco CA, USA pp 4777-4780, 2004.
- [2] Gustavo A. Ocampo, Julián Rondón. "Diseño y Construcción de una Mano Robot de Cuatro Dedos que Imita los Modelos Prensiles Humanos". Universidad Militar Nueva Granada, 2004.
- [3] Agustín Márquez Escobar, et al. "Síntesis de un Mecanismo para Dedo en una Prótesis de Mano". Memorias XII Congreso Mexicano de Robótica-COMRob 2010, Mazatlán, México.
- [4] AMFECCO, Asociación Mexicana de Facultades, Escuelas, Colegios y Consejos de Optometría, A. C. Networks [en línea]. Disponible en: http://www.amfecco.org/article_estadísticas.php
- [5] Martínez Delgado Alan Dieter, "Bastón Blanco para Prevenir Obstáculos", Tesis de Ingeniería, IPN, México, Agosto 2012.
- [6] Analuisa Yaguana Zoraida Paulina, Jaramillo Pozo Edisson Javier, "Construcción de un bastón electrónico para personas no videntes", Tesis de ingeniería, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, Febrero 2011
- [7] Santafe Ramon Yesid E., Pardo García Aldo, "Bastón Ultrasónico, Avances", Fifth LACCEI International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology June 2007, Tampico, México.