

SISTEMA PORTÁTIL INALÁMBRICO DE COMUNICACIÓN PARA PERSONAS SORDOCIEGAS: *E-BRAILLE*

Jorge Luis Sánchez Téllez*

Alejandro Arenas Sánchez**

Álvaro Hernán González Chaparro**

Ramón Alberto Rodríguez Carrillo**

Resumen: gracias al apoyo económico de Motorola, tres estudiantes de ingeniería electrónica desarrollaron, como trabajo de grado, un sistema de comunicación inalámbrico que permite la comunicación y la lectura de textos a personas que sufren de sordoceguera, discapacidad que se genera como consecuencia de diversos factores que comprometen en un grado determinado el normal funcionamiento de los sentidos de la vista y del oído en forma simultánea. Estas personas padecen dificultades para comunicarse y generalmente tienen que recurrir a otra persona, quien a través de contacto físico directo, les sirve de intérprete. El sistema *e-Braille* descrito en este artículo presenta características entre las que se destacan la portabilidad del equipo, su facilidad de uso, la capacidad de realizar una comunicación entre dos personas utilizando un solo dispositivo o con otro dispositivo igual de manera inalámbrica y, finalmente, la facilidad de función de lectura de texto digitalizado y almacenado en este sistema.

Abstract: Thanks to the financial support of Motorola, three Electronic Engineering students developed for their Degree Project a wireless communication system that eases the communication and text reading to people who suffer of deafblindness. This is a disability generated as a consequence of several factors and affects simultaneously and in some

* Ingeniero electrónico, Pontificia Universidad Javeriana; MSc. ingeniería electrónica, State University of New York at Stony Brook. Profesor titular y jefe de la sección de laboratorios, Departamento de Electrónica, Pontificia Universidad Javeriana.

** Ingenieros electrónicos, Pontificia Universidad Javeriana.

degree the normal functioning of the senses of hearing and sight. Because of this, these people have great difficulty communicating with others. They generally need an interpreter, who helps them to communicate through tact, by direct physical contact. The Wireless and Portable Communication System for Deafblind People, e-Braille, described here, offers some special features such as portability, easy of use; besides it allows communication between two people sharing just one device, or wireless communication between two people using two identical devices, and finally it offers the possibility of reading digitalized text stored in this system.

1. INTRODUCCIÓN

La sordoceguera es una discapacidad que se genera como consecuencia de diversos factores que comprometen en un grado determinado el normal funcionamiento de los sentidos de la vista y del oído simultáneamente. Estos factores pueden ser de origen genético o congénito, o causados por accidentes que afectan dichos sentidos. Cuando se habla de factores genéticos se puede mencionar el síndrome de Usher [Tamayo, 1996], el cual es la causa más importante de sordoceguera en el mundo; de hecho, en Colombia la frecuencia del síndrome ha sido estimada en 33 casos por cada 100.000 habitantes [Tamayo, 1995].

Uno de los principales problemas que afrontan los sordociegos es que son catalogados como personas ciegas que presentan limitación auditiva o como personas sordas que presentan limitación visual y no como personas que presentan una discapacidad totalmente diferente que se llama sordoceguera. Este hecho lleva a que en el mercado no se encuentren dispositivos específicamente diseñados para personas con limitación visual-auditiva.

Por otro lado, debido a que los sentidos involucrados en este tipo de discapacidad son los comunicativos, que son los que permiten a un individuo percibir el entorno, se generan problemas de comunicación que limitan de manera significativa las posibilidades de interacción con su entorno; sin embargo, las terapias que existen para este tipo de personas se enfocan más al desarrollo de otros sentidos, como es el caso del tacto. Por esto, para ayudar a estas personas se han generado códigos de comunicación alternativos como el Braille, el cual es ampliamente utilizado por personas con limitación visual y por tanto se convierte en un método que brinda grandes posibilidades de acceso a la información y al conocimiento a personas que padezcan limitación visual y auditiva.

Con el fin de dar solución a este problema existen diversos métodos de comunicación utilizados por las personas que padecen esta discapacidad. Algunos de ellos son el método de la *U*, que consiste en utilizar las falanges de los dedos índice y corazón para representar los seis puntos del código Braille. Un segundo método es el manual o

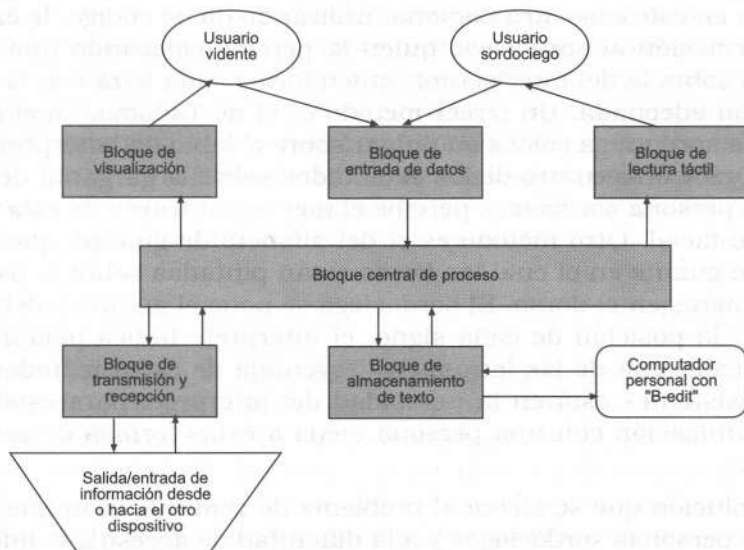
dactilógico, en el cual se usa el lenguaje de señas empleado por los sordos; en este caso otra persona, utilizando dicho código, le entrega la información al sordociego quien la percibe colocando una mano abierta sobre la del interlocutor, quien forma cada letra con la configuración adecuada. Un tercer método es el de Tadoma, en el que la persona sordociega coloca su pulgar sobre el labio del intérprete, y la palma y los otros cuatro dedos extendidos sobre la garganta del mismo. La persona sordociega percibe el mensaje a través de esta lectura labio-facial. Otro método es el del alfabeto de guante, que es un delgado guante en el cual las letras están pintadas sobre la palma y los números en el dorso. El sordociego se pone el guante y debe memorizar la posición de cada signo; el intérprete indica palabras tocando cada una de las letras. La desventaja de estos métodos y de otros existentes está en la necesidad del intérprete para establecer la comunicación con una persona ajena a estas formas de comunicación.

La solución que se ofrece al problema de comunicación que padecen las personas sordociegas y a la dificultad de acceso a la información, es un sistema portátil basado en un microcontrolador MC68HC912B32 de Motorola, que permite a las personas con limitación visual-auditiva establecer comunicación con cualquier persona. Para lograr esto se utilizan múltiples celdas mecatrónicas, con las que se genera un renglón de doce caracteres en código Braille, con las que se muestra la información a ciegos o sordociegos, y un visualizador digital de cuatro líneas por veinte caracteres para las personas videntes. Adicionalmente, el dispositivo posee un teclado alfanumérico (*qwerty*) de 50 teclas, al cual se le puede sobreponer una plantilla hecha en acetato con los correspondientes códigos Braille para las personas con poca destreza en el manejo de este tipo de teclados. La comunicación se logra con dos dispositivos *e-Braille* en forma inalámbrica, o utilizando un solo dispositivo compartido por los dos interlocutores. El sistema tiene la opción de almacenar información, tipo texto, en la memoria del dispositivo *e-Braille*, a partir de un computador personal. Esta información puede ser leída a través del bloque de lectura táctil (renglón Braille) o del visualizador digital, dependiendo si el usuario es vidente o no.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema desarrollado está compuesto por dos partes: un dispositivo portátil y una aplicación con la que un usuario vidente puede almacenar información en el dispositivo portátil por medio de un computador personal. Este dispositivo está conformado por bloques o subsistemas que interactúan entre sí para darle funcionalidad. El diagrama en bloques del dispositivo *e-Braille* se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Diagrama de bloques del dispositivo *e-Braille*

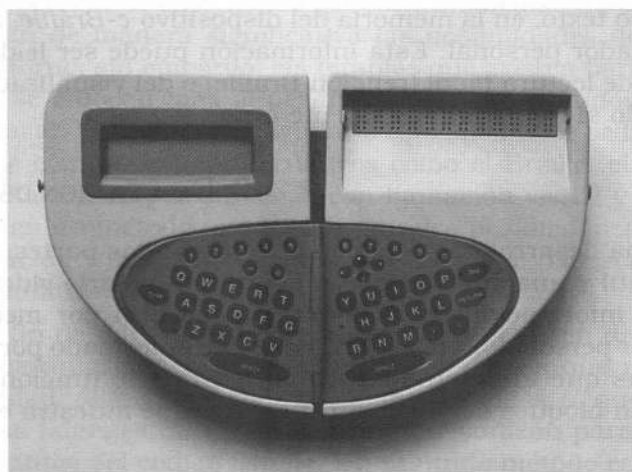


A continuación se realiza una breve descripción de cada uno de los bloques que conforman el sistema desarrollado.

2.1. DISPOSITIVO PORTÁTIL

El dispositivo portátil o módulo *e-Braille* se muestra en la Figura 2. Sus dimensiones son de 18 cm x 28,2 cm x 7,6 cm. Para facilitar su transporte el módulo se puede plegar sobre el centro (en forma semejante a como se cierra un libro) y en este caso sus dimensiones son de 18 cm x 14,4 cm x 7,6 cm. El módulo *e-Braille* está constituido por los bloques descritos a continuación.

Figura 2. Módulo *e-Braille*



2.1.1. BLOQUE DE TRANSMISIÓN, TX, Y DE RECEPCIÓN, RX

Este bloque permite establecer un canal inalámbrico entre los dos dispositivos que conforman el sistema, permitiendo el intercambio de información entre los usuarios, en modo "half duplex" (un dispositivo avisa al otro cuándo le ha enviado información). Está conformado por dos módulos de radiofrecuencia que trabajan a 916 MHz, con modulación OOK (*On Off Keying*), con una potencia de transmisión de 0,8 mW (Figura 3).

Figura 3. Módulo de radiofrecuencia



Con el fin de asegurar confiabilidad en la comunicación se implementó un código estándar de detección y corrección de errores, CRC CCITT, [García, 1997] [Haykin, 1994].

2.1.2. BLOQUE DE VISUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN

Este bloque está conformado por una pantalla de cristal líquido de cuatro líneas por veinte caracteres, con la cual se visualizan hasta 80 caracteres a la vez. Por medio de este bloque, la persona vidente puede tener acceso a la información comunicada por la persona sordociega o, en el caso de lectura de texto almacenado, sirve para mostrar dicho texto.

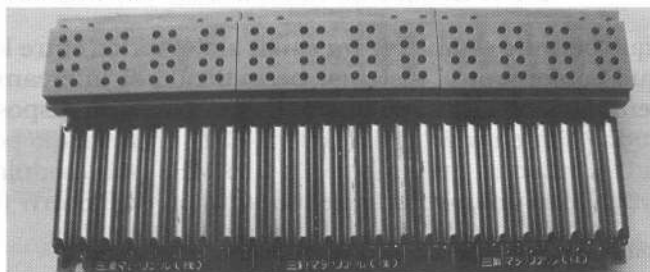
2.1.3. BLOQUE DE ENTRADA DE DATOS

El bloque de entrada de datos está conformado por un teclado de 50 teclas distribuidas de acuerdo con el estándar internacional QWERTY. Dicho teclado es ergonómico, lo que facilita su manipulación. Con este bloque, el usuario ingresa la información que quiere transmitir al otro usuario y logra acceso a las funciones que ofrece el dispositivo, escogiendo la selección deseada del menú que se le ofrece en el visualizador digital.

2.1.4. BLOQUE DE LECTURA TÁCTIL

Este bloque está conformado por un conjunto de doce celdas mecatrónicas, de bajo consumo, que generan el código Braille (Figura 4). Con ellas, la persona sordociega tiene acceso a la información que es transmitida por otro usuario o a la información almacenada previamente en la memoria del dispositivo.

Figura 4. Celdas Braille



Estas celdas mecatrónicas presentan ventajas con respecto a las celdas piezoeléctricas, ya que son de tamaño reducido y bajo voltaje de operación. Adicionalmente, al hacer uso del Braille de ocho puntos, se agiliza la lectura y se amplían las posibilidades con respecto al Braille de seis puntos.

2.1.5. BLOQUE DE ALMACENAMIENTO DE TEXTO

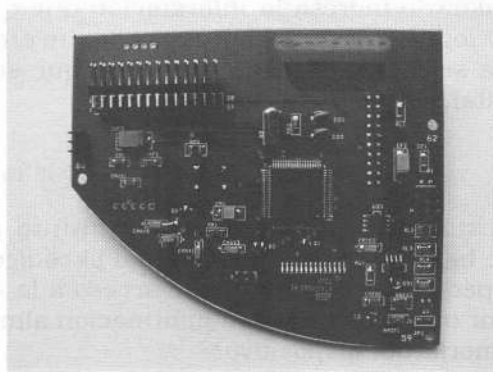
Como se anotó, el *e-Braille*, permite almacenar texto digitalizado que puede ser leído por el usuario en cualquier momento. Para esto se incluye una memoria serial *dataflash* no volátil de bajo consumo de energía con una capacidad de almacenamiento de dos megabytes.

Para almacenar texto en la memoria del dispositivo *e-Braille*, a partir de un computador personal, se desarrolló un programa editor de texto, denominado *B-editor*, que se encarga de dar el formato apropiado al texto para ser almacenado en la memoria de la unidad *e-Braille*.

2.1.6 BLOQUE CENTRAL DE PROCESO

En este bloque se llevan a cabo todas las operaciones y procesos que realiza el dispositivo; para tal fin se utilizó un microcontrolador Motorola MC68HC912B32 que tiene una memoria EEPROM con capacidad de 32 kilobytes, una memoria RAM con capacidad de un kilobyte y una memoria serial *dataflash* para el almacenamiento de textos (Figura 5).

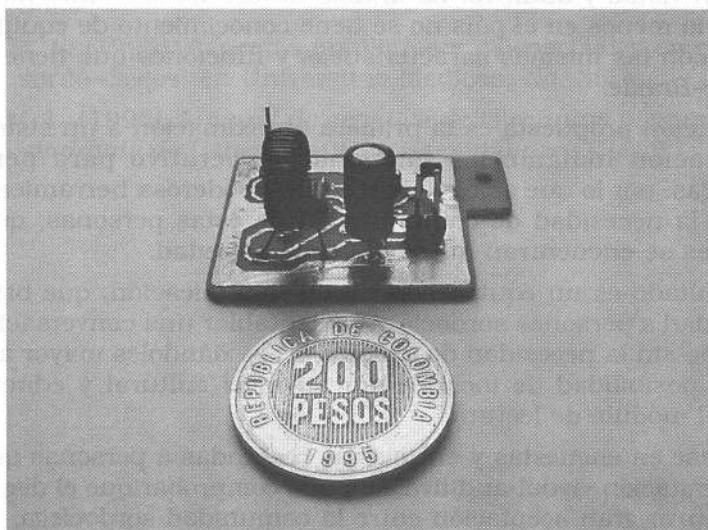
Figura 5. Tarjeta del procesador y memoria



2.1.7. BLOQUE DE ALIMENTACIÓN

La energía necesaria para alimentar la unidad *e-Braille* se obtiene a partir de un regulador de conmutación (Figura 6) que permite mantener estable el voltaje del sistema, con una alta eficiencia. El dispositivo puede ser alimentado por seis baterías de alta duración, las cuales le proporcionan hasta cuatro horas de uso continuo. También puede ser alimentado por medio de un adaptador AC-DC. Adicionalmente se implementó un regulador de voltaje independiente para la alimentación de la memoria que trabaja a 2,7 V.

Figura 6. Regulador de conmutación



3. RESULTADOS

El resultado del proyecto fue un sistema portátil inalámbrico conformado por dos módulos independientes, los cuales facilitan la comunicación de una persona sordociega con otra de la misma condición, con una persona vidente u oyente o con una persona que no presente ninguna de estas discapacidades. De otro lado, este sistema permite a la persona sordociega leer información tipo texto, la cual se ha almacenado previamente por medio de un software de aplicación, a través del puerto serial de un computador directamente conectado al dispositivo. La persona sordociega tiene acceso a toda esta información a través del código Braille usando un renglón mecatrónico que genera dicho código.

La unidad *e-Braille* desarrollada fue evaluada por 28 personas ciegas, sordociegas y videntes con conocimiento de esta discapacidad. Con ellas se hicieron pruebas prácticas de comunicación y lectura de textos. Se realizaron encuestas y entrevistas para conocer su opinión como usuarios acerca de las características y funciones de los dispositivos desarrollados. En general la aceptación del sistema fue muy alta.

Las personas que realizaron esta evaluación y que lo han utilizado consideran este dispositivo como de fácil operación y adaptación, innovador y de gran utilidad. También destacaron la facilidad para acceder a la lectura de textos y la posibilidad de comunicarse con diferentes personas.

4. CONCLUSIONES

El sistema portátil inalámbrico desarrollado facilita la comunicación de personas sordociegas con una buena relación costo-beneficio, ya que es de bajo costo comparado con otros equipos para personas con limitación visual y auditiva. La unidad desarrollada es innovadora ya que, por lo menos en el país no se tiene conocimiento de equipos que cuenten con las mismas características y funciones que tiene el dispositivo *e-Braille*.

La solución propuesta es la primera aproximación a un sistema de comunicación inalámbrico funcional y operativo para personas sordociegas, por lo que se convierte en una poderosa herramienta que satisface la necesidad de comunicación de estas personas, que muchas veces se encuentran aisladas por la sociedad.

El resultado es un equipo portátil de comunicación, que brinda la oportunidad a personas sordociegas de entablar una conversación con los demás, sin la necesidad de un intérprete, dándoles mayor autonomía y la posibilidad de incrementar su nivel cultural y educativo a través del módulo de lectura.

Con base en encuestas y entrevistas realizadas a personas que presentan limitación visual-auditiva, se pudo comprobar que el dispositivo *e-Braille* tuvo gran aceptación entre la comunidad sordociega, la cual destacó las múltiples ventajas y características que presenta dicho dispositivo como son la portabilidad, el peso reducido, la facilidad de lectura en el renglón *Braille* de doce caracteres, el tamaño y la distribución del teclado que sigue el estándar *qwerty*. Finalmente, la ausencia de contacto físico con otra persona para entablar una comunicación hace que este dispositivo permita mayor libertad y autonomía.

Este dispositivo resulta fácil de operar debido a la facilidad de acceso a las funciones del equipo ya que los menús son sencillos y de fácil comprensión, por lo que el usuario no requiere de una extensa capacitación para su uso.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo económico de la compañía multinacional Motorola, que ha aportado fondos económicos para el desarrollo de proyectos en el área de discapacidad con los cuales profesores y estudiantes de ingeniería electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana han desarrollado sistemas como éste, orientados a mejorar la calidad de vida de personas con diferentes discapacidades. Igual-

mente, debemos agradecer al Instituto Nacional de Sordos, al Instituto Nacional de Ciegos, a la Sociedad de Sordociegos de Latinoamérica y a la Sociedad Colombiana de Personas Sordociegas por la información suministrada para la especificación y el desarrollo de este trabajo, así como por la colaboración prestada por sus asociados en las pruebas del mismo.

6. REFERENCIAS

- GARCÍA, J. (1997), Redes para proceso distribuido. Rama.
- HAYKIN, S. (1994), *Communication Systems*, New York, John Wiley and Sons.
- TAMAYO, M. L. (1995), Aspectos familiares y psicosociales en pacientes sordo-ciegos, en *Universitas Medicas*, No. 36(1).
- TAMAYO, M. L. (1996), *Manual de genética de la retinitis pigmentosa y el síndrome de Usher*, Instituto Nacional para Ciegos.