

Dispositivo electrónico simulador del código Braille con interfase multimedia interactiva

Alberto Haber-Olguin, Jesús Quintero-López

RESUMEN

Introducción. El presente trabajo expone un sistema en el aprendizaje del código Braille, mismo que es expuesto gráficamente en la pantalla de un televisor hacia el movimiento de varillas equivalentes a los puntos de éste para ser percibidos táctilmente.

Material y métodos. Lo anterior se logra mediante solenoides que, a su vez, reciben la alimentación para ser operados mediante circuitos electrónicos analógicos. La información de la pantalla es capturada por sensores de luz colocados en ventosas adheridas a ella, en la que cada sensor corresponde a cada uno de los puntos Braille. Posteriormente la información es acondicionada y calibrada con componentes electrónicos para dar la salida hacia los solenoides finales que elevan o bajan dichos puntos. La retroalimentación del sistema la da una aplicación de software que gráficamente muestra el abecedario en la pantalla. Cada letra es sensible a la posición del cursor sobre ellas.

Resultados: Información táctil en el generador Braille del sistema e información auditiva al emular el nombre de la letra. Esto permitirá que el aprendiz navegue de manera fácil y sensible a lo largo del abecedario con el ratón.

Conclusiones: El sistema se muestra como una opción viable en el aprendizaje del código Braille.

Palabras clave: Débil visual, Braille, ciego, simulador Braille

SUMMARY

Introduction: The current work exposes an innovative system for Braille learning. The system's prototype consists of the translation of the Braille dots from a graphic TV screen representation to a tact sensible board emulating the Braille dots by the movement of coils.

Material and methods: This goal has been achieved by the use of solenoids, which receive the information for operation by analog electronic circuits. Screen information is captured by light sensors. Each sensor corresponds to one of the Braille spots. Afterwards the information is conditioned and calibrated by electronic components that connect to the final solenoids that increase or decrease the dots. The feedback of the system is given by software that graphically shows the alphabet on the screen. Every letter is sensible to the cursor position.

Results: The tactile information on the Braille generator and the auditory feedback by emulation of the letters names, allows the learning person to surf easily through the letters with the mouse.

Conclusions: The system pretends to be a practicable option for Braille learning.

Key words: Low vision, Braille, blind, Braille simulator.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las discapacidades que más impacto social tienen, sin duda, la ceguera y la debilidad visual, razón por la cual nos compete velar por la educación y desarrollo integral de estas personas en franca desventaja. Una de las estrategias que pretenden acercar al ciego y débil visual al acceso de la información lo constituye el mundialmente reconocido

sistema de lectura y escritura Braille (1) desarrollado por Louis Braille, nacido el 4 de enero de 1809 en Coupvray, cerca de París. Privado de la vista por un accidente a los 3 años de edad, fue enviado a la Escuela para Ciegos de París, creada por Valentín Hauy, donde hizo rápidos progresos en todos sus estudios. En 1826, siendo un prominente organista en una iglesia de París, fue electo profesor de la institución. Louis Braille dedicó mucho de su tiempo libre, como alumno y

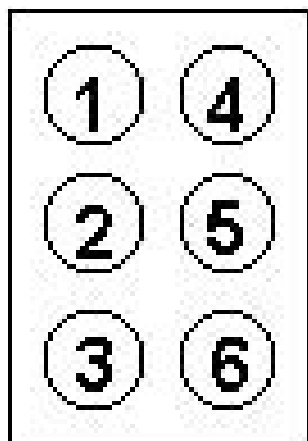


Fig. 1. Matriz generadora Braille.

como profesor, a hallar un sistema que permitiera al ciego escribir en relieve, adaptando la idea de Charles Barbier de la Serre, un oficial de artillería francés. Los caracteres Braille se forman a partir de la denominada "celda Braille" (1), la cual consiste en una matriz de 6; a cada uno de estos puntos se asocia un número de 1 a 6, dependiendo de cuáles puntos se pongan de relieve, tenemos un carácter distinto, para un total de 64, incluyendo el carácter «blanco», donde no se realiza ningún punto, y el que tiene todos los puntos en relieve (figura 1).

En la figura 2 se pueden apreciar las distancias aproximadas entre puntos de una celda y entre celdas Braille. La altura de estos puntos, aproximadamente 0,5 mm, le confiere el relieve característico a los caracteres Braille.

También podemos hallar versiones en un tamaño mayor, especialmente pensadas para personas ciegas que tienen

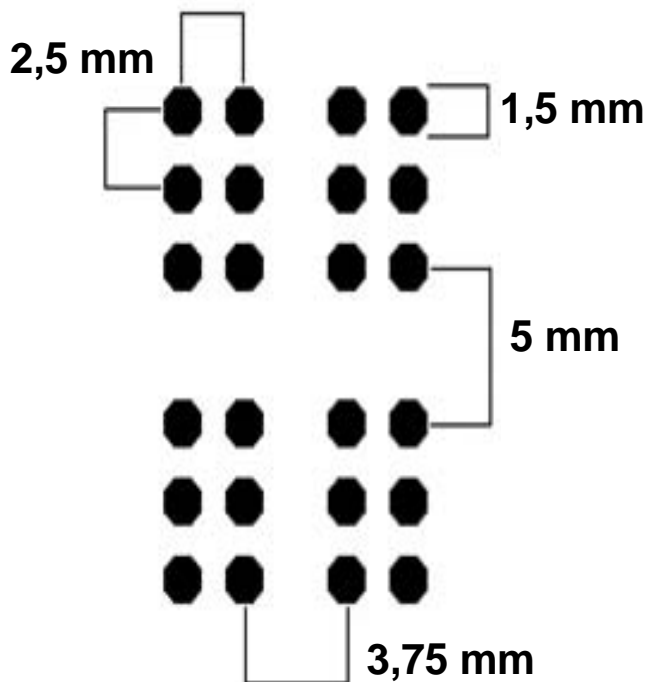


Fig. 2. Dimensiones de las celdas Braille.

problemas en la percepción táctil, así como para quienes se están iniciando en la lectura Braille. Una página Braille tamaño carta (8,5 x 11 pulgadas) tiene aproximadamente 28 líneas y 35 caracteres por línea, con un área útil de texto de 25 líneas por página y 31 caracteres por línea. Estas cifras y las dimensiones antes mencionadas pueden tener ligeras variantes de acuerdo, por ejemplo, con el fabricante de la plantilla o con las especificaciones de impresión. En todo caso, estas características implican que los textos en Braille son usualmente de mayores dimensiones y más delicados para manejar, transportar y almacenar que los textos en tinta. Dependiendo de los símbolos usados en el texto, y la presencia de tablas y gráficos, un texto en tinta puede requerir un espacio de 3 a 5 veces mayor en su versión táctil en Braille. Los caracteres Braille se concatenan en una escritura lineal y mantienen un formato homogéneo, significando esto que, a diferencia del texto usual en tinta, debe usarse una secuencia lineal de caracteres para codificar símbolos y formatos especiales como tildes, letras griegas, cursivas y otros frecuentes en matemática, como integral, sumatoria, superíndices, subíndices y arreglos matriciales. Dada la diversidad de caracteres y formatos usuales en tinta, al transcribirlos a Braille, se hace necesario en algunos casos, usar más de una celda Braille. Por otra parte, se tiene también la sustitución de grupos de letras e incluso palabras completas por unos pocos caracteres Braille, similarmente a las conocidas contracciones de la lengua castellana "al" y "del". El código obtenido con el uso de estas contracciones se denomina estenografía o Braille grado 2, mientras que el que no usa contracciones se denomina Braille grado 1.

El sistema de códigos Braille se encuentra adaptado para la mayoría de los lenguajes en todo el mundo. En la figura 3 se muestran varios grupos de caracteres Braille para el idioma español, aprobados por la Reunión de Imprentas Braille de Habla Hispana, en Montevideo, Uruguay, en 1987, en la primera edición de 1988, por Enrique Elissalde. Estos caracteres, excepto la ñ, á, é, í, ó, ú y ü, coinciden con los asociados a las letras en los otros idiomas de origen latino, como el inglés y el francés, este último, idioma del país de origen de Louis Braille, inventor del código (1).

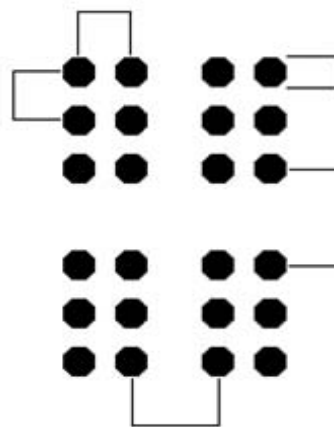


Fig. 3. Ejemplos del código Braille en castellano.

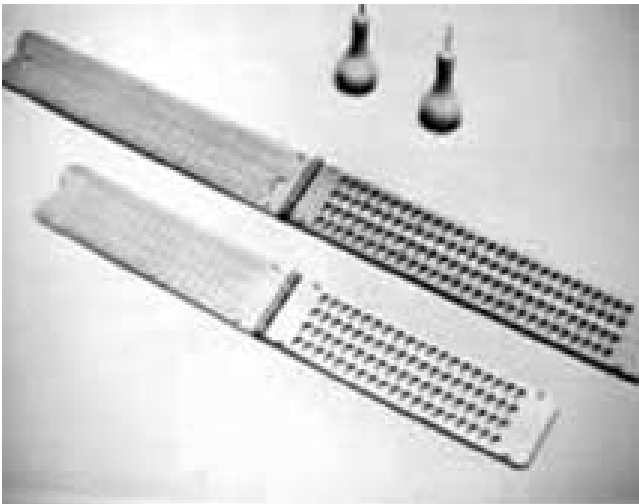


Fig. 4. Molde y punzón para escritura en código Braille.

El sistema de enseñanza del código Braille consiste, en forma simplificada, en celdas generadoras de tamaño variable fabricadas de varios materiales en diversos tamaños y con diversos relieves, con lo cual el instructor pretende familiarizar al estudiante con los 6 puntos generadores para, una vez que se ha conseguido esto y de manera paralela, iniciar la enseñanza de la escritura en este mismo sistema. Este consiste en un molde sobre el cual, mediante un punzón, se crea un relieve determinado en papel o cartón (figura 4). Este sistema se lleva utilizando desde inicios del siglo XIX (comunicación directa) con mínimas variables desde entonces.

El objetivo fundamental del presente trabajo consiste en la creación de un dispositivo electrónico mediante el cual se simplifique la enseñanza del código Braille para personas ciegas o débiles visuales con incapacidad para la lectura, así como acercar a éstas al uso de computadoras y periféricos como es la utilización del dispositivo ratón (mouse), constituyéndose así como un material didáctico sin precedente alguno en la literatura médica internacional.

Con la intención de que el lector se familiarice con algunos de los términos en materia de electrónica que se tocarán más adelante, consideramos prudente incluir una introducción al respecto. El funcionamiento del circuito consiste en la traducción del cambio de luminosidad en la pantalla del televisor o computadora hacia el movimiento final de los solenoides correspondientes a dichos puntos, aumentándolos o disminuyéndolos para ser percibidos táctilmente por el practicante. El funcionamiento interno del circuito utiliza algunos componentes básicos de la electrónica analógica: Resistores, transistores, solenoides, etc. En realidad es reducido el grupo de componentes utilizados para este circuito en número, clasificaciones y configuraciones. Sin recurrir a explicaciones técnicas y complejas, introduciremos de manera simple una descripción de los componentes utilizados en este circuito:

Resistores: El paso de electrones a través de un material experimenta una resistencia, es decir que dependiendo del tipo de material, éste se opondrá en cierto grado al flujo de los electrones (2). Por este motivo se cuenta con materiales

Fig. 5. Símbolo internacional de componente electrónico de resistencia.

que son conductores y materiales que son aislantes, los primeros permiten el flujo de electrones mientras que los segundos se oponen. En un nivel intermedio existen materiales que tienen ciertos niveles de oposición al flujo y comercialmente se pueden encontrar estos componentes en diferentes valores resistivos. Las unidades de resistencia son los ohms (Ω) (3), siendo útiles desde un rango pequeño de algunas unidades de ohms hasta los millares, por lo que es común manejar los valores de estos componentes con prefijos (kilo y mega). En un circuito gráfico, estos dispositivos se representan con un símbolo específico (figura 5).

Fotorresistores. Como ya se mencionó, las resistencias se oponen a la corriente de electrones, y dentro de la categoría de resistores se tienen muchos valores y algunos tipos de componentes específicos basados en el mismo principio. Uno de estos es la fotorresistencia (4) que es una resistencia variable o que tiene un rango de cambio de resistencia determinado y, en el caso de la fotorresistencia, este cambio es disparado por el cambio en la luminosidad que recibe el material fotosensible del que está fabricada. Estos dispositivos son muy útiles cuando se busca la función de switch o un tipo de comportamiento deseado que dependa de la luz recibida. Una resistencia variable, sea dependiente de la luz, calor, etc., se representa igualmente con un símbolo específico (figura 6).

Transistores. Los transistores cuentan esencialmente de tres partes: una base, un colector y un emisor, y sirven esencialmente como switches selectivos en el paso de la corriente eléctrica y se representan igualmente con un símbolo propio (figura 7).

Los solenoides (bobinas) son un elemento del circuito que almacena energía en el campo magnético que rodea a sus alambres portadores de corriente. Este principio se basa en la Ley de Faraday que afirma que una corriente variable en el tiempo genera una fuerza electromotriz (FEM) a través del inductor, y la misma FEM es proporcional a la velocidad de variación de la corriente que produce un campo magnético (5). La unidad que recibe un inductor es el Henry (figura 8). En el sistema expuesto no es necesario hacer un cálculo de la inductancia ya que el funcionamiento deseado del solenoide es a modo de switch y no importa el rango de variación, por lo que ante un umbral de corriente se obtiene el movimiento deseado.

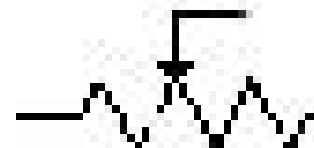


Fig. 6. Símbolo internacional de componente electrónico de resistencia variable.

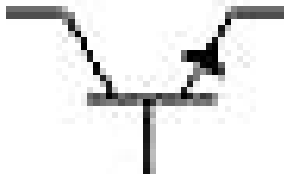


Fig. 7. Símbolo internacional de componente electrónico de transistor.

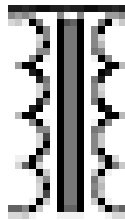


Fig. 8. Símbolo internacional de componente electrónico de solenoide.

MATERIAL Y MÉTODOS

El proyecto contó en estructura primordial de dos sistemas los cuales se fueron realizando en forma paralela. En primer lugar se generó un software mediante el programa que lleva por nombre Flash 5® de la industria Macro media®, con el cual se logró realizar una pantalla interactiva en la cual la persona ciega podrá, con una mano, mover el ratón, con lo que desplazará el puntero a diferentes localizaciones de la pantalla en el monitor la cual, previamente programada, emitirá un sonido dependiendo de la localización del puntero así como instrucciones y opciones de navegación. Dentro de las instrucciones que se incluyen las hay sonoras (dirigidas para la persona ciega) y visuales en el monitor (para el instructor). En su fase inicial el programa emitirá voz previamente grabada correspondiente a cada una de las letras del abecedario en español (figura 9) las cuales, de forma arbitraria, se han ubicado del lado izquierdo de la pantalla, mientras que del lado derecho se incluye un grafico correspondiente a los 6 puntos generadores del código Braille, lo cual es de utilidad al instructor y además servirá como interfase para el funcionamiento del sistema electrónico. Este consiste en un sistema de bobinas electromagnéticas que, al polarizarse, pondrán en movimiento a un émbolo metálico que, adaptado a los 6 puntos generadores, simularán un carácter en código Braille (7). El enlace entre el software y el sistema metálico se consigue a través de fotorresistencias calibradas para cambiar la polarización de los solenoides, las cuales irán adosadas al monitor de la computadora (o en su defecto a un monitor de televisión) (figura 10), mediante un dispositivo de vacío, con lo cual se sincronizarán las imágenes del monitor con las bobinas que emularán el código Braille (8). El diagrama del circuito se muestra en la figura 11.

Una buena parte del dispositivo fue diseñado en el programa de diseño para tercera dimensión 3D Studio Max® de la empresa Discreet® (figura 12). El proyecto fue realizado en

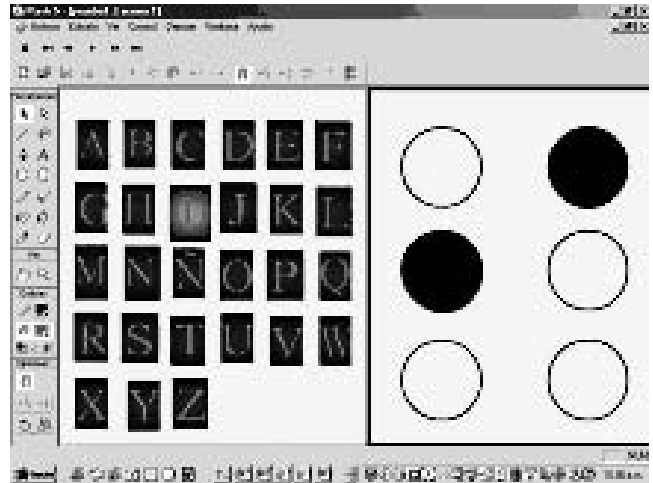


Fig. 9. Pantalla interactiva en monitor.



Fig. 10. Prototipo del dispositivo electrónico simulador del código Braille con interfase multimedia interactiva.

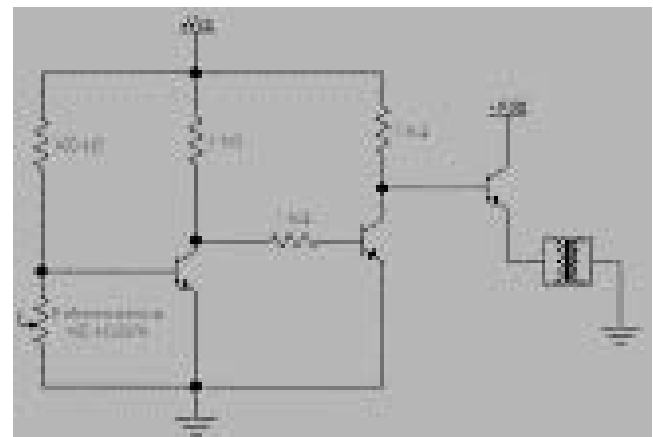


Fig. 11. Diagrama de circuito según sistema internacional de simbología para circuitos electrónicos.

las instalaciones del Instituto de Oftalmología Fundación Conde De Valenciana, en el Centro de Rehabilitación para

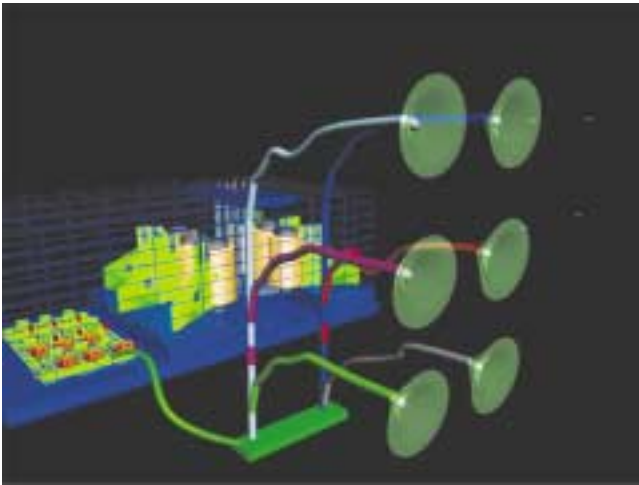


Fig. 12. Diagrama ejemplo de diseño en tercera dimensión.

Ciegos y Débiles Visuales, CRECIDEVI, así como en los laboratorios de Biomédica, Electrónica y Diseño de la Universidad Iberoamericana.

RESULTADOS

Hasta este momento de la investigación, los resultados culminan en la elaboración del dispositivo electrónico simulador del código Braille con interfase multimedia interactiva, funcionando con precisión y seguridad.

DISCUSIÓN

Mediante este sistema didáctico de aprendizaje para la lectura del código Braille se conseguirá que la persona con incapacidad visual pueda, de forma dinámica e interactiva, familiarizarse rápidamente con el código agilizando el procedimiento y disminuyendo el tiempo que generalmente conlleva este proceso. El sistema está diseñado para que el instructor pueda ver en el monitor, o escuchar mediante los altavoces del computador, la letra, el carácter, el número, el símbolo, etc., que el sistema de bobinas esté emulando. De esta forma el instructor puede manipular, en un inicio, el uso del ratón siendo el fin perseguido que el mismo paciente aprenda a manejarlo. Una vez que lo consiga, el mismo software puede manejar varios programas similares con formatos estimulantes y cada vez más interactivos, como son las autoevaluaciones mediante juegos. Todos estos programas están diseñados en un formato de autoejecución compatibles con todo tipo de computadoras incluyendo plataformas PC y Mac. Estos programas son también compatibles con publicación web, es decir, que pueden ser ejecutados en tiempo real en internet o transmitirse por este medio o mail.

Es importante mencionar que una parte del sistema electromecánico de fundamental relevancia lo constituye el sistema de fotorresistores los cuales podrán censar cambios de luz no necesariamente provenientes de un monitor de com-

putadora, sino también de un televisor, el cual solo tendrá que estar dotado de una videograbadora y un cartucho pregrabado en el que se encuentren los estímulos visuales y sonidos semejantes al del programa de computadora, con la limitante de sacrificar la interactividad del proceso pero incrementando su población potencial de uso al no requerir forzosamente de un computador. Otra consideración importante es el hecho de que, con la utilización del programa, no es necesario que el instructor sea altamente capacitado en código Braille (7, 8) ya que el programa, o en su defecto el video, pueden ir llevando de la mano a la persona con la limitación y al instructor que, a nuestra consideración, puede ser cualquier persona interesada en la educación del paciente como sus padres, amigos o maestros de diversas asignaturas (9). Debido a la versatilidad en la transferencia de información y a las ventajas que nos ofrece la tecnología multimedia, el número de programas que pueden generarse son virtualmente infinitos.

CONCLUSIÓN

El nuevo dispositivo electrónico simulador del código Braille con interfase multimedia interactiva constituye una alternativa tecnológica para la enseñanza de este código.

REFERENCIAS

1. Edman PK. Tactile Graphics, American Foundation for the Blind. 1a ed. New York;1992.
2. Malvino, Principios de Electrónica. 5ª ed. Mc-Graw Hill: Colombia; 1998.
3. Halliday, Resnick, Krane. Física. 4a ed. Vol 2, CECSA: México; 1995.
4. Schilling, Belove. Circuitos electrónicos, discretos e integrados. 3ª ed. Mc-Graw Hill: México; 1995.
5. Morris M. Diseño Digital. Prentice Hall Hispanoamericana: México; 1994.
6. Van Boven RW, Hamilton RH, Kauffman BS, Keenan JP, Pascual-Leone A. Tactile spatial resolution in blind braille readers. *Neurology* 2000; 54:12.
7. Mottaghy FM, Hungs M, Brugmann M, Sparing R, Boroojerdi Y COLS. Facilitation of picture naming after repetitive transcranial magnetic stimulation. *Neurology* 1999; 53:8.
8. Vega-Bermudez F, Johnson KO. Differences in spatial acuity between digits. *Neurology* 2001; 56:10.
9. Deibert E, Kraut M, Kremen S, Hart J. Neural pathways in tactile object recognition, *Neurology* 1999; 52:2.

Direcciones electrónicas:

- http://members.tripod.com/DE_VISU/brlest.html
- <http://www.shodor.org/braille/index.html>
- <http://www.schoolnet.ca/sne/e/blisites.html>
- <http://www.redestb.es/tiflonet/>
- <http://www.geocities.com/SiliconValley/Haven/7274/t0000000.html>
- <http://www.nyise.org/>
- <http://www.brailleur.com/lkbtct.htm>