

# Sistema Electrónico para la Enseñanza de la Escritura de Códigos Braille

Electronic System for Teaching Braille Writing code

Alfredo R. Jiménez Morales<sup>1</sup>

*Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima Perú*

**Resumen—** En este resumen se presenta el diseño e implementación de un sistema electrónico aplicado en el aprendizaje de la escritura en códigos Braille, dirigido a personas ciegas y de escasa visión.

Dicho sistema está constituido por un teclado con dos celdas Braille, desde el cual el usuario interactuará con un programa aplicativo de PC; dicho software ejecutará un archivo de audio e imagen, correspondiente al código Braille introducido o indicará al usuario que erró en la escritura del código.

**Abstract—** This paper presents the design and implementation of a system that offers an alternative for learning process of Braille's code writing.

The above mentioned system are constituted by a Keyboard with two Braille cells from which the user can interact with a PC program, this software can run an audio and image file that corresponds to writing Braille .

**Palabras clave—** Discapacidad visual, Entrenador de códigos Braille, Tiflotecnología

**Key words—** Visual impairment, Braille's code trainer, typhlotechnology

## I. INTRODUCCIÓN

Louis Braille, es el inventor de un sistema de escritura por puntos, mundialmente utilizado para la lectura por parte de las personas invidentes.

Los caracteres Braille se forman a partir de la denominada "celda Braille", la cual consiste en una matriz de 6 puntos, como se muestra en la figura 1, a cada uno de estos puntos se asocia un número del 1 al 6 y, dependiendo de cuáles puntos se pongan de relieve, la celda representará un carácter distinto, ofreciendo un total de 64 combinaciones, incluyendo el

carácter "blanco", donde no se realiza ningún punto, y el que tiene todos los puntos en relieve; pero aun así, estas combinaciones no son suficientes para cubrir la diversidad de símbolos y variantes tipográficas existentes, por lo que se introducen unos símbolos especiales, llamados modificadores o determinadores Braille [1], los cuales indican el tipo de letra siguiente. Siendo el tipo por defecto, la minúscula latina (Fig. n.º 2), las cuales pueden representarse empleando una celda braille. Los dígitos se forman anteponiendo el determinador de número, formado por los puntos 3, 4, 5 y 6, a las primeras diez letras del alfabeto Braille, en la Figura n.º 3 se muestra un ejemplo de esta combinación para codificar el número "1"; de forma semejante, el carácter formado por los puntos 4 y 6 es usado para determinar las letras mayúsculas (Fig. n.º 4).

El carácter formado por el punto 5 se usa por ejemplo, para indicar el cese del efecto de otro determinador y el empleo del tipo establecido por defecto. Este y otros determinadores Braille se muestran en la Figura n.º 5.

El sistema presentado en este artículo, describe el desarrollo de un entrenador de códigos Braille, el cual consiste en un teclado con 2 celdas Braille, desde el cual el usuario interactuará con un programa aplicativo de PC, dicho programa ejecutará un archivo de audio y un gráfico que corresponderán con el código Braille introducido.

Esta versión del sistema está limitado al uso de caracteres en minúscula latina, por defecto, signos de puntuación, vocales acentuadas, números y letras mayúsculas latinas. El sistema controla en total 85 archivos de audio e igual número de gráficos, los cuales pueden apreciarse en los anexos A y B. Al

<sup>1</sup> Alfredo R. Jiménez Morales. E-mail: alfredo-jm@hotmail.com

revisar la codificación Braille se observará que los códigos de los signos de interrogación, admiración y comillas se transcriben igual, sean estos de apertura o cierre; por ello se conviene que la primera vez que se emplea alguno de estos caracteres, este implicará el símbolo abierto y la segunda vez implicará el símbolo cerrado.

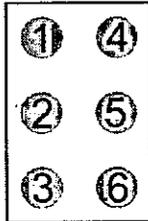


Fig. n.º 1. Celda Braille

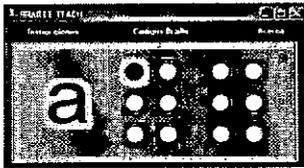


Fig. n.º 2. a minúscula latina

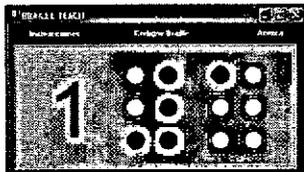


Fig. n.º 3. Uso del determinador de número

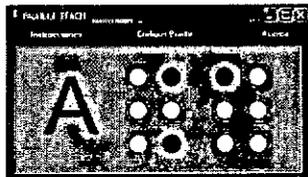


Fig. n.º 4. Uso del determinador de mayúscula latina

II. METODOLOGÍA DE LA IMPLEMENTACIÓN

A. Diseño del teclado Braille

El teclado estará formado por 14 pulsadores, de los cuales 12 son empleados para formar las celdas braille, uno para la función “enviar” y otro para la función “borrar”. Un microcontrolador PIC 16F628A se ocupará de identificar el código Braille escrito en ambas celdas, asignándole un byte de identificación, mediante una tabla interna contenida en su memoria ROM. Al presionar el pulsador con la función “enviar”, dicho byte será transmitido serialmente vía

RS232 (9600,N,1,8) a la PC; por intermedio del integrado MAX232 [2], según el esquema electrónico que es mostrado en la Figura n.º 6.

En la Figura n.º 7 , se muestra el diseño impreso y en la Figura n.º 8, la tarjeta electrónica implementada, nótese que este equipo empleará una fuente externa de 5v dc., para la alimentación del circuito.

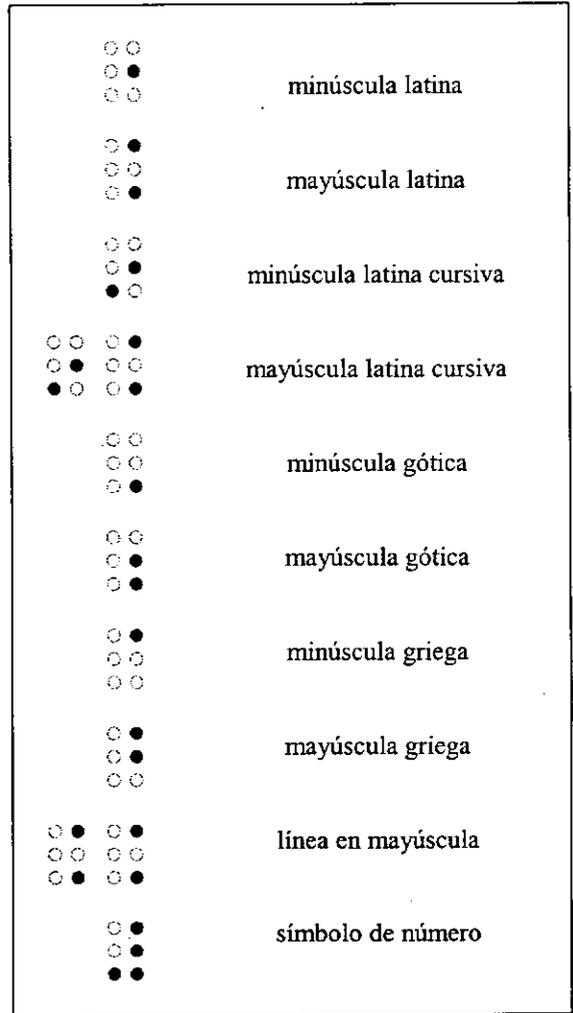


Fig. n.º 5. Lista de determinadores Braille

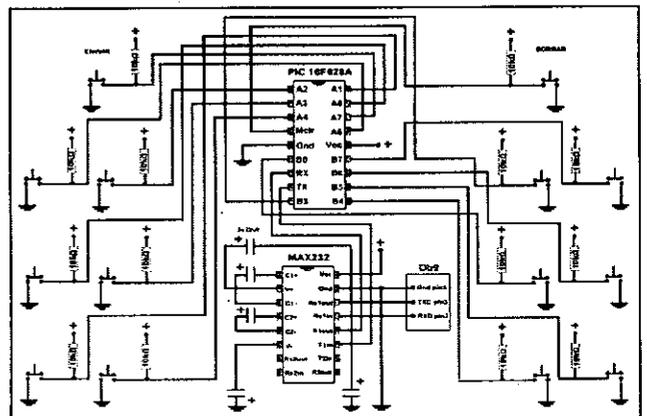


Fig. n.º 6. Esquema del circuito electrónico

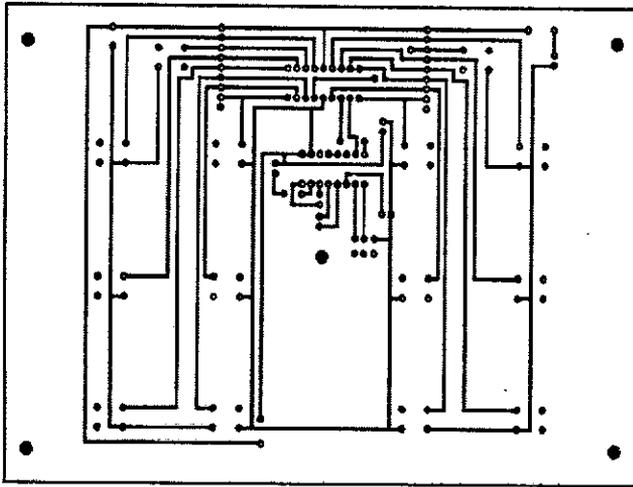


Fig. n.º 7. Diseño impreso

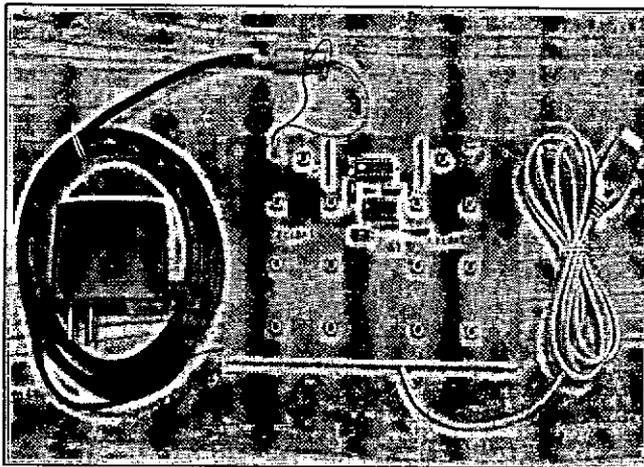


Fig. n.º 8. Tarjeta electrónica

**B. Diseño del Software en la PC**

La información transmitida desde el teclado con celdas Braille, será recibida en una PC, por un programa desarrollado en Visual Basic 6.0, el cual permitirá ejecutar alguno de los 85 archivos de audio (.wav) y 85 archivos de gráficos (.jpg) correspondientes al código Braille introducido o a los mensajes de bienvenida y error de escritura.

En la programación de este software, se empleó el MSComm Control (9600,N,1,8) para la recepción de la data desde el puerto serie, configurado para evaluar el buffer de data de dicho puerto, cada vez que un byte sea recibido; esto mediante el disparo del evento OnComm (comEvReceive) [3]. En virtud de la rutina asociada a este evento, cada vez que el sistema reciba data, esta será comparada con una base de datos interna, con la finalidad de seleccionar los archivos de audio e imagen que serán ejecutados. En el caso que la data no sea identificada, el sistema ejecutará un mensaje, indicando que se cometió algún error en la escritura del código.

El diagrama de flujo del software descrito, es mostrado en la Figura n.º 9, nótese que el puerto serie es abierto y cerrado durante el empleo del software. Además, que el sistema no realiza ninguna actividad, hasta que el evento comEvReceive sea disparado.

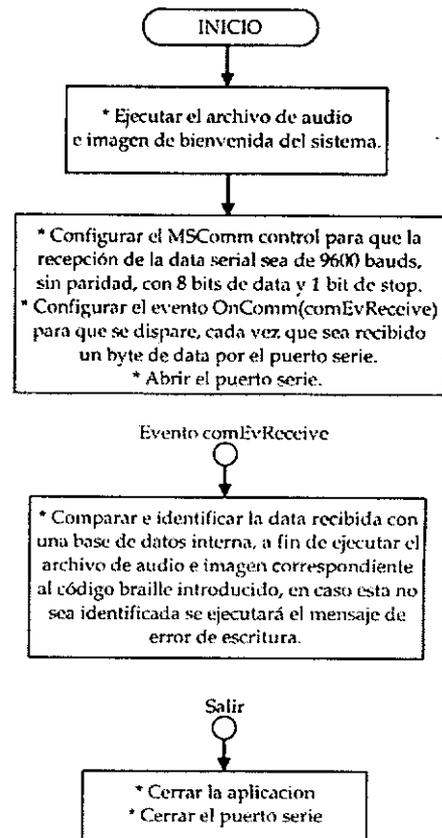


Fig. n.º 9. Diagrama de flujo del software

Se utilizó el Api sndPlaysound, para la reproducción de los archivos de audio y un PictureBox para descargar las imágenes.

Los archivos de audio se obtuvieron con el servicio gratuito de conversión de texto a voz desde la página de AT&T. [4], donde se empleó la voz “Rosa...Latin Am Spanish”, partiendo de la experiencia del artículo publicado en la referencia [5].

En la Figura n.º 10 se muestra la interfaz de usuario de este programa, desde el cual puede desplegarse tres formularios, uno ofrece el listado de códigos braille reconocidos por el sistema (Figura n.º 10-B), otro es dedicado a las instrucciones de uso (Figura 10-A), y el último presenta anotaciones acerca del sistema y referencias del autor (Figura n.º 10-C).

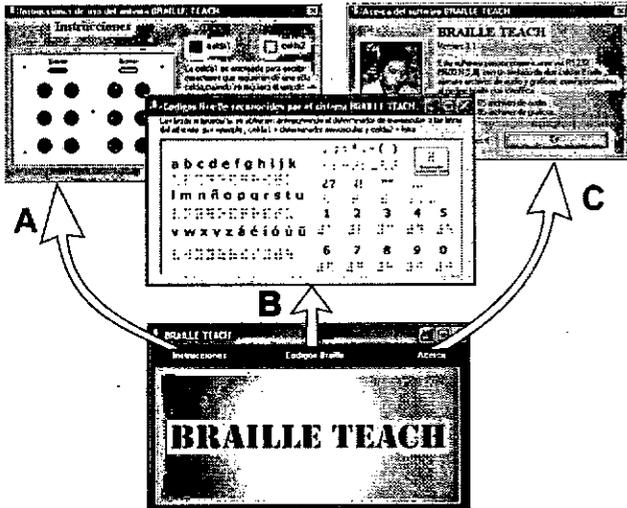


Fig. n.º 10. Interfaz de usuario

III. INSTRUCCIONES DE USO

En el panel del teclado, la celda 1 (Figura n.º 11-C), es empleada para escribir caracteres que requieran de una sola celda; cuando el carácter deseado requiera el uso de dos celdas, se empleará la celda 1 para escribir el determinador y la celda 2 (Figura n.º 11-D) para escribir el carácter. Por ejemplo, para escribir las letras mayúsculas se empleará la celda 1 para el determinador de mayúsculas y la celda 2 para el código de las letras.

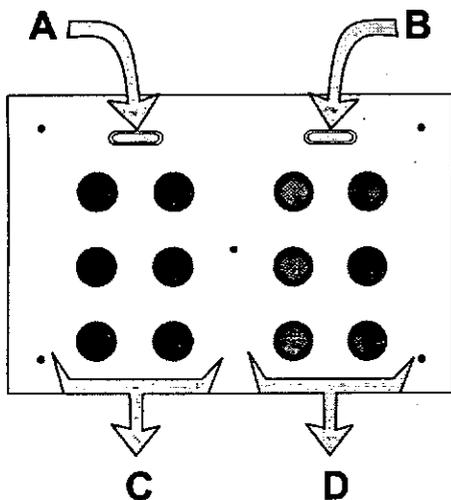


Fig. n.º 11. Panel del teclado

Luego de haber escrito el carácter deseado, se debe presionar el pulsador "enviar" (Figura n.º 11-A); con ello se transmite la información a la PC; en caso de haber errado en la escritura del código se deberá presionar el pulsador "borrar" (Figura n.º 11-B); esta acción reiniciará el teclado y borrará su memoria interna.

Para facilitar su empleo por parte de los usuarios con discapacidad visual, el teclado se fabricó con los pulsadores que forman las celdas Braille, en bajo relieve y los pulsadores con las funciones "enviar" y "borrar", en alto relieve.

En la Figura n.º 12 y n.º 13, se presenta el equipo implementado.

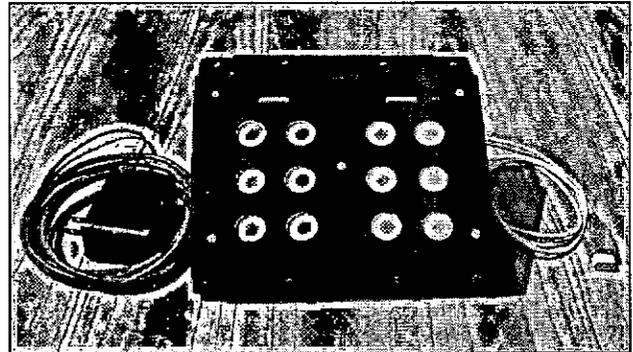


Fig. n.º 12. Equipo implementado

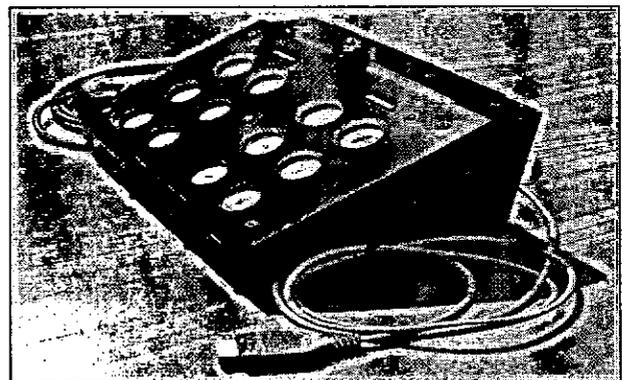


Fig. n.º 13. Equipo implementado

IV. CONCLUSIONES

Se implementó un entrenador electrónico para el aprendizaje de Códigos Braille, el cual está limitado al uso de caracteres en minúscula latina, por defecto, signos de puntuación, vocales acentuadas, números y letras mayúsculas latinas.

Los archivos de audio manejados por el programa aplicativo de PC, se obtuvieron en su mayoría empleando la voz "Rosa...Latin Am Spanish", obtenida del servicio gratuito de conversión de texto a voz desde la referencia [4], no obstante en las conversiones donde esta voz no pronunciaba correctamente el alfabeto (letras: N, Ñ), se empleó la voz "Alberto...Latin Am Spanish". Por otra parte, se anotará que los signos de puntuación y vocales acentuadas, entre otros, debieron ser escritos en su forma literal para la conversión por este medio ("a con acento", "signo de interrogación", etc.).

Este equipo fue evaluado por los docentes del Departamento de Computación e Informática, del Centro de Rehabilitación de Ciegos de Lima CERCIL [6] (Figuras n.º 14 y n.º 15), quienes hicieron dos recomendaciones destinadas a facilitar su empleo por parte de los usuarios con discapacidad visual.

En la primera de ellas se hizo notar, que se debió considerar en el diseño, que la forma de escribir es diferente a la forma de leer en códigos Braille, ello es debido a que se adopta la costumbre de escribir en máquinas que producen relieves en papel, como las máquinas PERKINS (Figura n.º 16), donde se requiere que el determinador sea escrito después del carácter. Estas máquinas punzan el papel por el lado posterior, permitiendo que del otro lado los códigos se marquen ordenados para la lectura y en alto relieve.

Para satisfacer esta recomendación, el microcontrolador contenido en el teclado deberá reprogramarse para cambiar la disposición de las celdas Braille, de forma tal, que la ubicación de la celda 2 sea cambiada con la ubicación de la celda 1 y viceversa (Figura n.º 11).

La segunda recomendación sugiere que el teclado se fabrique con los pulsadores que forman las celdas Braille, en alto relieve. Esto implica un cambio físico que puede superarse adhiriendo cuerpos con el volumen adecuado sobre los pulsadores.

Entre los puntos favorables a este desarrollo se mencionó que las ejecuciones de voz son más naturales en comparación con los sistemas lectores de texto y pantalla que emplean, tales como el JAWS. Por lo que se seguirá trabajando con ese recurso en futuras versiones; Además, no se encontraron errores operativos en su funcionamiento.

Esta versión del sistema reconoce 83 caracteres Braille, no siendo necesario ampliar el reconocimiento hacia las letras cursivas, góticas y griegas, por motivos de practicidad.

El equipo es de operación intuitiva por lo que es posible aprender a usarlo en pocos minutos. Se evaluó en PC's que disponían un puerto serial. En caso se emplee una PC con dos o más puertos seriales, se recomienda identificar y disponer el puerto serial COM1, para la conexión del hardware de este sistema, ello es debido a que dicho puerto fue establecido para la comunicación del mismo, durante la programación de las propiedades del MSComm control. Un video demostrativo del funcionamiento de este sistema es publicado en la referencia [7].

Para finalizar, anotaré que el aprendizaje de códigos Braille, depende no solo de la metodología y herramientas que puedan disponerse a tal fin, sino también de habilidades personales de captación, tales como la capacidad de concentración y facilidad de desarrollar el sentido del tacto, además de la edad,

pues la experiencia determina que las personas adultas mayores suelen tardar más tiempo en aprender los códigos. En ese sentido, el proceso de aprendizaje es difícil de cuantificar.

Este equipo fue donado a CERCIL y se estima que beneficiará a 85 personas al año, en el proceso de rehabilitación.



Fig. n.º 14. Evaluación en CERCIL



Fig. n.º 15. Evaluación en CERCIL

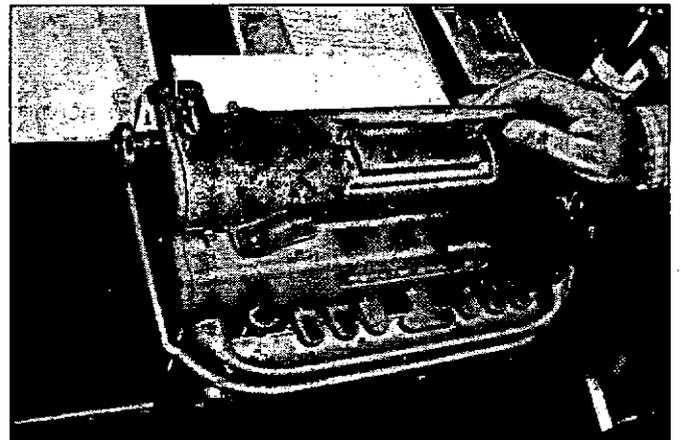


Fig. 16. Máquina PERKINS

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi agradecimiento al personal del CERCIL por la evaluación del prototipo, las recomendaciones aportadas para la mejora de este trabajo e ideas para futuros desarrollos.

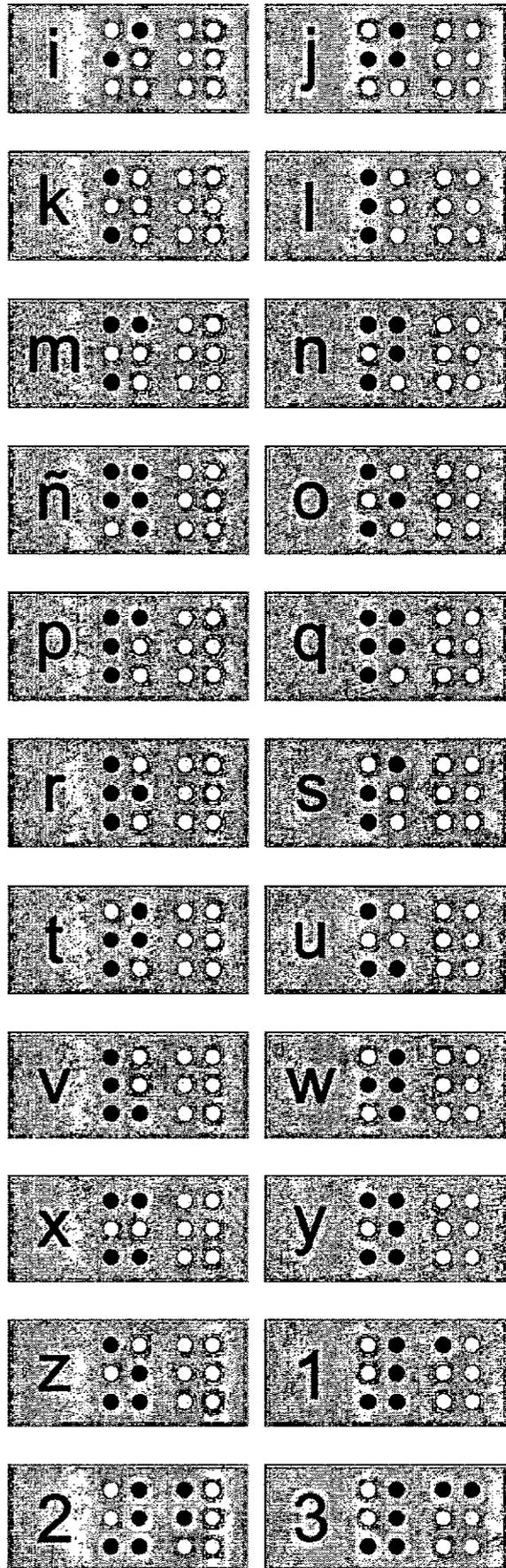
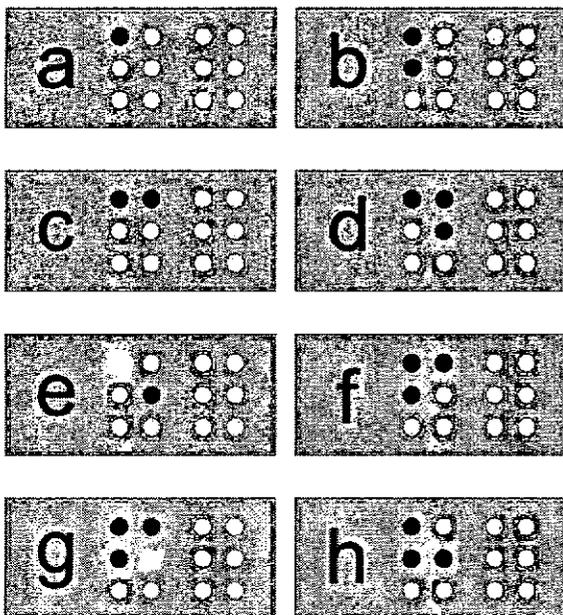
Lic. Rosa Luz Sánchez Morales,  
 Lic. Liliana Rosa Vizcarra Gavilán,  
 Prof. Max Salazar López,  
 Prof. Denis Povis Medina.

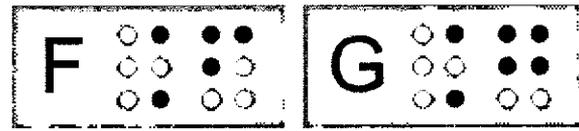
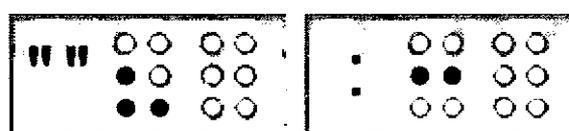
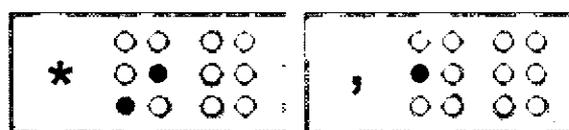
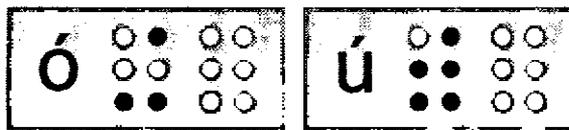
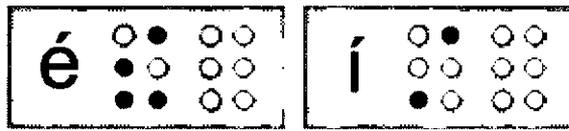
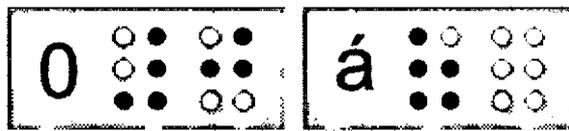
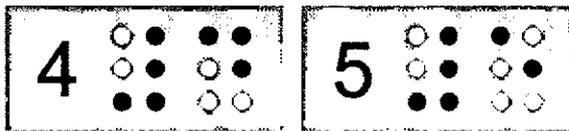
REFERENCIAS

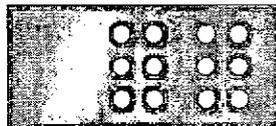
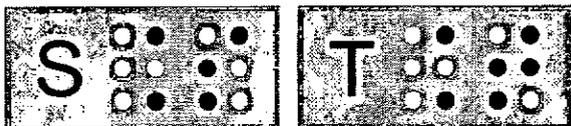
- [1] C. Ochoa, *wikilearning - Comunidades de Wikis Libres para Aprender*, [http://www.wikilearning.com/monografia/abcsound-marco-teorico\\_1\\_parte/5508-9](http://www.wikilearning.com/monografia/abcsound-marco-teorico_1_parte/5508-9)
- [2] L. Petersen, "Uart Test Program for 16F628", <http://www.oz1bxxm.dk/PIC/628uart.htm>
- [3] F. Balena, "Programación Avanzada con Visual Basic 6.0", Mc Graw-Hill, 2001.
- [4] AT&T, "AT&T Labs Natural Voices® Text-to-Speech Demo". <http://www.research.att.com/~ttsweb/tts/demo.php>
- [5] A. Jiménez; "Un Mini- Robot Dotado de Voz", *Electrónica - UNMSM*, N° 23, junio 2009, Lima-Perú.
- [6] CERCIL- Centro de Rehabilitación de Ciegos de Lima. [Http:// www.cercil.org/](http://www.cercil.org/)
- [7] A. Jiménez; "Desarrollos electrónicos", <http://alfredo-jm.blogspot.com/>

ANEXOS

A. Códigos Braille reconocidos por el Sistema







*B. Archivos del Sistema*

