



Instituto Politécnico Nacional

Escuela Superior de Cómputo

Subdirección Académica

No. TTR082

Serie: Amarilla
Trabajo Terminal

29 de Noviembre de 2002

Resaltador Braille

Miguel David Hernández Canché

mcanche@hotmail.com

Calle Sauces No. 125 Col. La Perla CD Netzahualcoyotl Edo. Méx. CP. 57820

TEL. 57 42 81 94

Asesores

M. en C. **Rubén Galicia Mejía** rube7game@hotmail.com

M. en C **Aurora Aparicio**

**Resumen:**

En este documento se describe el Sistema Resaltador Braille, diseñado para capacitar en la lectura Braille a personas invidentes. Su funcionamiento se basa en el uso del sentido del tacto a través de un dispositivo llamado interfaz Táctil, el cual básicamente está compuesto por elementos vibratorios, este dispositivo permite a las personas percibir letras braille, las cuales son tomadas y traducidas en la misma computadora.

Palabras clave: Sistema, percepción táctil, Letras Braille, ayuda, discapacitados,.



ADVERTENCIA

“Este informe contiene información desarrollada por la escuela Superior de Cómputo de Instituto Politécnico Nacional a partir de datos y documentos con derecho de propiedad y por lo tanto su uso queda restringido a las aplicaciones que explícitamente se convengan”



INDICE

INTRODUCCIÓN.....	06
1. ANÁLISIS.....	07
1.1 Descripción del problema	07
1.1.1 La percepción humana.....	07
1.1.2 El Sistema Visual Humano.....	08
1.1.3 Los problemas de la percepción.....	10
1.1.4 Ilusiones Visuales, Ambigüedades e Inconsistencias.....	10
1.2 La percepción táctil.....	11
1.2.1 Sentidos somáticos.....	11
1.2.2 Interrelación entre las sensaciones táctiles de tacto, presión y vibración.....	11
1.2.3 Receptores táctiles.....	12
1.3 Transmisión de sensaciones táctiles en las fibras nerviosas periféricas.....	14
1.3.1 Detección de vibración.....	14
1.3.2 El sistema de columnas dorsales – lemniscos.....	14
1.3.3 Transmisión de sensaciones rápidamente cambiantes y repetitivas.....	15
1.3.4 Sensación vibratoria.....	15
1.4 Descripción de la solución propuesta.....	15
1.4.1 Adquisición y tratamiento del archivo.....	17
1.4.2 Almacenamiento y tratamiento electrónico de las letras.....	18
1.4.3 Representación de las letras en la interfaz táctil.....	19
1.5 Antecedentes.....	20
1.5.1 El Estructura del código Braille.....	23
1.5.2 Código Braille grado 1.....	25
1.5.3 Código Braille grado 2.....	27
1.5.4 Herramientas Braille prototipos.....	28
1.5.5 Herramientas Braille comerciales.....	29



2. DISEÑO.....	31
2.1 Adquisición y tratamiento de la imagen.....	31
2.2 Almacenamiento de la imagen en dispositivos electrónicos.....	31
2.2.1Circuito de memoria.....	31
2.2.2 Circuito de potencia	33
2.3 Representación de las letras en la interfaz táctil.....	33
2.3.1 Dispositivos actuadores.....	34
3. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN.....	36
3.1 Desarrollo del software de tratamiento de la imagen.....	36
3.2 Desarrollo del circuito de almacenamiento.....	37
3.3 Desarrollo del circuito de potencia.....	37
3.4 Desarrollo de la interfaz táctil.....	39
3.5 Construcción de placa circuito integrado.....	40
3.5 Integración de módulos.....	44
Prototipo Funcionando.....	44
CONCLUSIONES.....	45
ANEXOS.....	47
Software del Sistema.....	47
Diagrama del circuito impreso.....	58
BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN.....	59
GLOSARIO.....	60



INTRODUCCIÓN

La presente obra muestra una descripción del desarrollo del “**Resaltador Braille**”. Este proyecto nació al hacer una retrospectiva sobre el olvido en el que se encuentran las personas discapacitadas y muy en particular las personas invidentes y débiles visuales. Al darme cuenta de esta situación y sabiendo que tengo la oportunidad con pretexto de mi proyecto de titulación de aportar una herramienta que les ayude en su desarrollo como seres humanos y al mismo tiempo para que se incorporen de manera mas marcada a la sociedad.

De manera general, el funcionamiento del sistema es el siguiente;

Consiste en tomar un texto accesible desde la computadora en que se este ejecutando el sistema. Dicho texto es procesado por un programa el cual tomara las letras, las traducirá a braille y enviara los datos hacia el puerto de la impresora. En este puerto les estarán esperando un circuito el cual distribuirá los datos a una interfaz táctil pudiendo representar finalmente una letra braille. El usuario únicamente tendrá que colocar su dedo índice como comúnmente lee escritos en braille y reconocer las letras.

En las siguientes páginas describiremos el análisis, diseño, desarrollo e implementación del sistema.

Dentro del capitulo 1 se da una descripción general del problema de estudio, así como la solución que propongo y los fundamentos en los que me respaldo para sustentarla.

Dentro del capítulo 2 se muestran los diagramas, circuitos y cálculos que utilice como bases científicas para el desarrollo del sistema.

En el capítulo 3 y último de la obra se describe la forma en que se desarrollo físicamente el sistema, así como los diferentes experimentos y pruebas que se realizaron para lograrlo.



1. ANÁLISIS

Dentro de este Capitulo se llevara acabo el análisis del problema de manera general y se definirá de manera general la solución propuesta, así como de su fundamentación y de algunos antecedentes de estado de arte.

1.1 Descripción del problema

Crear un dispositivo electrónico que estimule coherentemente las terminales nerviosas de los dedos de la mano, para sustituir de alguna manera el sentido de la vista por el del tacto. Con el fin en particular de poder leer.

1.1.1 La percepción humana

Los humanos usan las manos para explorar ambientes que tienen poca o nada de visibilidad. Por ejemplo, los buzos en aguas oscuras usan sus manos en sustitución de sus sentidos visuales con poca pérdida reflejada en su desempeño. Los humanos son muy buenos para identificar objetos tridimensionales colocados en su mano, pero no son capaces de identificar objetos en dos dimensiones. No obstante no hábiles en la búsqueda en el espacio de dos dimensiones, los humanos tienen maneras particulares de explorar tales espacios. En la exploración en dos dimensiones, tal como la de superficies levantadas sobre un plano, los humanos usamos un conjunto de procedimiento, las investigaciones describen como los humanos recogen la información acerca de una superficie de dos dimensiones. Esto usualmente sucede primero identificando una esquina y entonces siguiendo un contorno.

Dentro de la visión humana, es necesario decir que una imagen solo representa información real para aquellas personas que saben su interpretación, una figura es reconocida con un nombre por sus características como, tamaño, color, posición, forma, etc.



1.1.2 El Sistema Visual Humano

Muchos investigadores se han dado a la tarea de tratar de explicar de una forma científica la luz y el proceso de la visión. La luz es una forma de energía física constituida por pequeños corpúsculos (fotones) que se mueven rápidamente, también se admite que la luz está compuesta por ondas con longitudes muy pequeñas y que viaja en el espacio a una velocidad de 300 000 Km. por segundo, esta velocidad decrece en el agua y aún más en los sólidos. Otras características, se refieren a que un rayo de luz siempre tiene una dirección en línea recta. Para que un objeto se considere como oscuro o luminosos se tiene que analizar su brillantez que si lo conceptualizamos como un espectro electromagnético, en un extremo estaría el blanco (luminoso) y en el otro el negro. A la longitud de onda de la luz reflejada en los objetos se le conoce como color.

La reflexión de la luz es un fenómeno que permite que las diferentes longitudes de onda se reflejen en los objetos y de esta manera se puedan percibirlos. Cuando la superficie es altamente reflejante, como la de un espejo, entonces uno podría ver objetos indirectamente. La refracción de la luz explica el porque vemos un objeto como cortado al estar semisumergido en el agua.

El órgano encargado de recibir y transmitir la información energética del medio ambiente en forma de luz es el ojo. El sistema visual permite la percepción del espacio tridimensional. Entre las principales funciones de este sistema se encuentran: el de adaptarse rápidamente a los cambios de luz en el ambiente, percibir a distancias considerables estímulos luminosos, percibir detalles diminutos, discriminar una gran número de tonalidades, focalizar un objeto mientras el cuerpo se mueve, o captar objetos en movimiento, etc.

Los elementos que componen al sistema visual son los siguientes: La córnea, el humor acuoso, La pupila, el iris, el cristalino, el humor vítreo, la retina, el nervio óptico y finalmente la corteza visual del cerebro. Para recordar someramente las funciones de cada uno de estos elementos consideremos, como tradicionalmente se hace, que el ojo es semejante al de un sistema



óptico. De esta manera, cuando la luz entra al ojo por la córnea (que es la ventana transparente y compacta, ligeramente curva que reduce la velocidad de la luz y que se encarga de desviarla al centro del ojo, entonces se inicia el proceso de la visión. A partir de ahí pasa al medio acuático (humor acuoso) que es el líquido incoloro que sirve para enfocar las imágenes. Su recorrido continúa por el pequeño orificio llamado pupila que se encarga de regular la cantidad de luz. Esto es posible por que existe un músculo ciliar pigmentado que se encarga de regular a la pupila que es el iris. La luz continúa por el cristalino, que es una lente convexa transparente y elástica que adapta su curvatura de acuerdo a la distancia. Aquí se refracta la luz. Después, atraviesa un material viscoso (humor vítreo); éste mantiene la desviación del cristalino hasta alcanzar a la retina, que es como una pantalla donde se encuentran las células sensoriales: los conos y los bastones. Los conos se encuentran en la parte central o fovea, que se ocupan de diferenciar las longitudes de onda (colores); y los bastones, situados a los lados de la fovea, que gracias a ellas podemos tener visión nocturna ya que su sensibilidad aumenta en la oscuridad. Una vez que se estimulan los fotorreceptores, estos hacen sinapsis con las células bipolares y estas a su vez con las células ganglionares. Los axones de las células ganglionares forman el nervio óptico que alcanza el área visual del cerebro, donde de alguna manera se crea la imagen mental.

Desde la aparición de las primeras computadoras digitales hacia los años sesenta se puso claramente de manifiesto la gran potencialidad de estos para el tratamiento de información espacial en campos de aplicación directamente relacionados con el estudio de propiedades del sistema de visión humana.



1.1.3 Los problemas de la percepción

Una de las preguntas que uno puede hacerse es por qué los investigadores en visión artificial no construyen simplemente un sistema que emule el sistema visual humano, teniendo en cuenta la enorme cantidad de publicaciones en neurofisiología, psicología y psicofísica. Una buena razón para ello es que lo que se conoce del sistema de visión humano más allá del propio ojo es principalmente disjunto, especulativo y escaso. Pero hay más, aunque el sistema de visión humano es adecuado para muchas tareas, es obvio como veremos, que adecuado no equivale a infalible. La no factibilidad del sistema es ampliamente demostrada por la existencia de ilusiones visuales.

Antes de seguir adelante discutamos un momento sobre la percepción y el conocimiento. Aunque es obvio que nadie puede negar el papel fundamental que juega la percepción en la adquisición de información por los humanos, podría argumentarse que ver es un acto mecánico y que no genera nada. Todo lo que el acto de ver hace, es inferir el estado del mundo en la medida de lo que es permitido por los datos censados. Es decir produce alimento para el pensamiento, para conceptuar y clasificar -asignar pertenencia a una clase de equivalencia basada en formas o funciones, por tanto adscribiendo propiedades que no son percibidas y tan solo postuladas.

1.1.4 Ilusiones Visuales, Ambigüedades e Inconsistencias

El sistema de visión humano como otras partes de la anatomía del cuerpo humano es fruto de la evolución, a los que se ha visto sometido el ser humano en su supervivencia. Como consecuencia de esto el sistema de visión humano responde a unos patrones mejor que a otros, y además puede auto engañarse al aplicar pautas de interpretación en situaciones ambiguas por la existencia de ilusiones visuales, ambigüedades e inconsistencias.



Otro problema es que una figura puede tener más de una posible interpretación, en otras palabras la figura puede ser ambigua. Múltiples interpretaciones pueden coexistir o una puede dominar a la(s) otra(s).

Finalmente, también es posible, que aunque percibida como una figura que ni es ambigua ni corresponde a una ilusión óptica, la figura sea completamente irrealizable en el sentido de que no podemos construir el objeto 3-D percibido en el espacio real 3-D. Esta posibilidad es ilustrada bellamente por Belvedere, la famosa litografía de Escher que reproducimos. Aunque la litografía se percibe al principio como una escena normal, un examen más detallado de la misma revela que la escena percibida es físicamente irrealizable.

Las diferentes ilusiones, ambigüedades e inconsistencias que hemos analizado nos llevan a la pregunta de que si inferimos de nuestras imágenes en la retina más de lo que de verdad está soportado por la geometría y física de la formación de imágenes. Helmholtz en su libro Handbook of Physiological Optics publicado a mediados del siglo pasado expresó que cada imagen es una imagen de algo sólo para aquel que conoce como leerla, y que está capacitado con la ayuda de la imagen a formar una idea de la cosa. La implicación de esta afirmación es que no es como si el sistema visual humano estuviera haciendo inferencias precisas y exactas basadas en la física de la formación de imágenes en el ojo, sino que el sistema visual invoca reglas que se obtienen y están sesgadas por la experiencia previa del individuo y tal vez por la especie. Como resultado los humanos podrían ver lo que no hay y no ver lo que hay.

1.2 La percepción táctil

Para realizar nuestro sistema hemos escogido como medio de interacción el sentido del tacto. Para que se entienda mejor el porque de ello, debemos mostrar previamente ciertas definiciones que muestren las ventajas específicas de usar este sentido.

1.2.1 Sentidos somáticos: son mecanismos nerviosos que se encargan de recoger información sensitiva del organismo.

Estos sentidos se encuentran clasificados en:



- a) Sentidos somáticos captados por mecano receptores. Incluyen sensaciones táctiles (tacto, presión, vibración y cosquillas) y de posición (posición estática y de rapidez de movimiento), que son estimuladas por el desplazamiento mecánico de algún tejido del organismo.
- b) Sentidos captados por termo receptores.
- c) Sentido del dolor.

1.2.2 Interrelación entre las sensaciones táctiles de tacto, presión y vibración: Aunque el tacto, la presión y vibraciones con frecuencia son clasificadas como sensaciones separadas, éstas son detectadas por el mismo tipo de receptores. Sólo existen tres diferencias entre ellas: **1)** la sensación del tacto por lo regular es consecuencia de la estimulación de receptores táctiles en la piel o en tejidos que se encuentran inmediatamente por debajo de ella; **2)** la sensación de presión generalmente es consecuencia de la deformación de los tejidos más profundos y, **3)** la sensación de vibración es consecuencia de señales sensitivas que se repiten con rapidez, pero se utilizan algunos de los receptores del tacto y la presión, específicamente los tipos de receptores de adaptación muy rápida.

1.2.3 Receptores táctiles: Se conocen al menos 6 tipos completamente diferentes de los receptores táctiles, pero existen también muchos más similares a éstos. Dichos receptores tienen las siguientes características:

1) Algunas *terminaciones nerviosas libres*, que se encuentran por todas partes en la piel y en muchos otros tejidos pueden detectar tacto y presión. Por ejemplo, incluso el contacto leve con la córnea del ojo, que no contiene ningún otro tipo de terminación nerviosa fuera de las libres puede provocar sensaciones de tacto y presión.

2) Un *receptor del tacto de sensibilidad especial* es el corpúsculo de Meissner, una terminación nerviosa encapsulada alargada, que excita las fibras nerviosas sensitivas mielínicas grandes. Dentro de la cápsula existen muchos espirales de filamentos nerviosos terminales. Estos



receptores están presentes en las partes sin vello de la piel (denominada *piel glabra*) y son en particular abundantes en los pulpejos de los dedos, los labios y otras áreas de la piel donde está muy desarrollada la capacidad para discernir las características espaciales de las sensaciones táctiles. Los corpúsculos de Meissner se adaptan en una fracción de segundo después que son estimulados lo que significa que son particularmente sensibles al movimiento de objetos muy livianos sobre la superficie de la piel y también a la vibración de baja frecuencia.

3) Las yemas de los dedos y otras áreas que contienen gran número de corpúsculos de Meissner, también contienen muchos *receptores táctiles de extremo extendido*, de los cuales, un tipo es el *disco de Merkel*. Muchas veces los discos de Merkel se agrupan en un solo órgano receptor denominado *receptor en cúpula de Iggo*, que se proyecta hacia arriba, contra el lado inferior del epitelio. Esto hace que el epitelio en este punto contraiga hacia fuera, creando así una cúpula, por lo cual constituyen receptores muy sensibles. También obsérvese que todo el conjunto de los discos de Merkel está inervado por un único tipo grande de fibra nerviosa mielínica. Estos receptores y los corpúsculos de Meissner discutidos antes, desempeñan papeles muy importantes en la localización de sensaciones táctiles en áreas superficiales específicas del cuerpo y en la determinación de la textura de lo que se palpa.

4) Localizados en las capas más profundas de la piel y también en tejidos más profundos se encuentran muchos *órganos terminales de Ruffinni*, que son terminaciones encapsuladas multiramificadas. Estas terminaciones se adaptan muy poco; por lo tanto, son importantes para señalar estados continuos de deformación de la piel y los tejidos más profundos, como las señales de tacto pesado y continuo, y las señales de presión. Se encuentran también en las cápsulas articulares, donde ayudan a señalar el grado de rotación articular.

5) Los *corpúsculos de Pacini*, se ubican inmediatamente por debajo de la piel y también en la profundidad de los tejidos aponeuróticos del organismo. Sólo son estimulados por el movimiento muy rápido de los tejidos, porque se adaptan en unas centésimas de segundo. En consecuencia, son importantes en particular para detectar *vibración tisular* u otros cambios sumamente rápidos en el estado mecánico de los tejidos.



1.3 Transmisión de sensaciones táctiles en las fibras nerviosas periféricas: Casi todos los receptores sensitivos especializados, como los corpúsculos de Meissner, los receptores en la cúpula de Iggo, los corpúsculos de Pacini y las terminaciones de Ruffini transmiten sus señales en las fibras nerviosas, tienen velocidades de transmisión de 30 a 70 m/seg.

Así, los tipos más críticos de señales sensitivas son los que ayudan a determinar la localización precisa sobre la piel, las graduaciones pequeñas de intensidad o los cambios en la intensidad de las señales sensitivas son los transmitidos por los tipos de fibras nerviosas sensitivas de conducción más rápida.

1.3.1 Detección de vibración: Todos los receptores participan en la detección de la vibración, aunque difieren entre ellos en la capacitación de las diversas frecuencias. Los corpúsculos de Pacini pueden detectar vibraciones desde 30 a 800 ciclos/seg. porque responden sumamente rápido a las deformaciones pequeñas y rápidas de los tejidos, y también transmiten sus señales sobre las fibras nerviosas tipo A β que lo hacen a más de 1000 impulsos/seg.

Las vibraciones de baja frecuencia de hasta 80 ciclos/seg. estimulan, por otra parte, otros receptores táctiles; en especial los corpúsculos de Meissner, que se adaptan con más lentitud que los corpúsculos de Pacini.

1.3.2 El sistema de columnas dorsales – lemniscos

1. Sensaciones de tacto que requieren un grado elevado de localización de estímulo.
2. Sensaciones de tacto que requieren transmisión de graduaciones finas de intensidad.
3. Sensaciones vibratorias.
4. Sensaciones que señalan movimiento contra la piel.
5. Sensaciones de posición.



6. Sensaciones de presión, que tienen que ver con los grados finos de discriminación de la intensidad de presión.

1.3.3 Transmisión de sensaciones rápidamente cambiantes y repetitivas. El sistema de las columnas dorsales es en particular útil para informar al sensorio la existencia de condiciones periféricas rápidamente cambiantes. Este sistema puede “seguir” estímulos cambiantes de por lo menos 400 ciclos por segundo y puede “detectar” cambios de hasta 700 ciclos por segundo.

1.3.4 Sensación vibratoria. Las señales vibratorias se repiten con rapidez y se pueden detectar como vibración de hasta 700 ciclos/seg. Las señales vibratorias de frecuencias más altas se originan en los corpúsculos de Pacini, pero las señales de frecuencia menor (por debajo de 100/seg.) también se pueden originar en los corpúsculos de Meissner. Estas señales sólo son transmitidas por la vía de la columna dorsal. Por esta razón, la aplicación de vibraciones con diapason a diferentes partes periféricas del cuerpo es una herramienta importante que utiliza el neurólogo para examinar la integridad funcional de las columnas dorsales.

En la retroalimentación táctil, la interfaz debe seguir varias variables del sentido humano del tacto. Los dedos son una de las partes más sensitivas de la piel, teniendo hasta un máximo de 135 sensores por cm^2 en la yema de un dedo; además, los dedos son sensitivos hasta 10 mil hertz de vibraciones cuando sienten texturas y son más sensitivos a 230 hertz. Los dedos no pueden distinguir entre dos señales de fuerzas arriba de 320 hertz ellas sólo son sentidas como vibraciones

1.4 Descripción de la solución propuesta

Propongo la creación de un dispositivo capaz de ofrecer una interfaz diseñada para la lectura en sistema Braille. Mediante el uso sensitivo de los dedos.



De acuerdo con lo antes mencionado, podemos apreciar que se requiere del uso de una computadora y la construcción de una interfaz electrónica, el siguiente esquema muestra esta arquitectura de manera explícita.

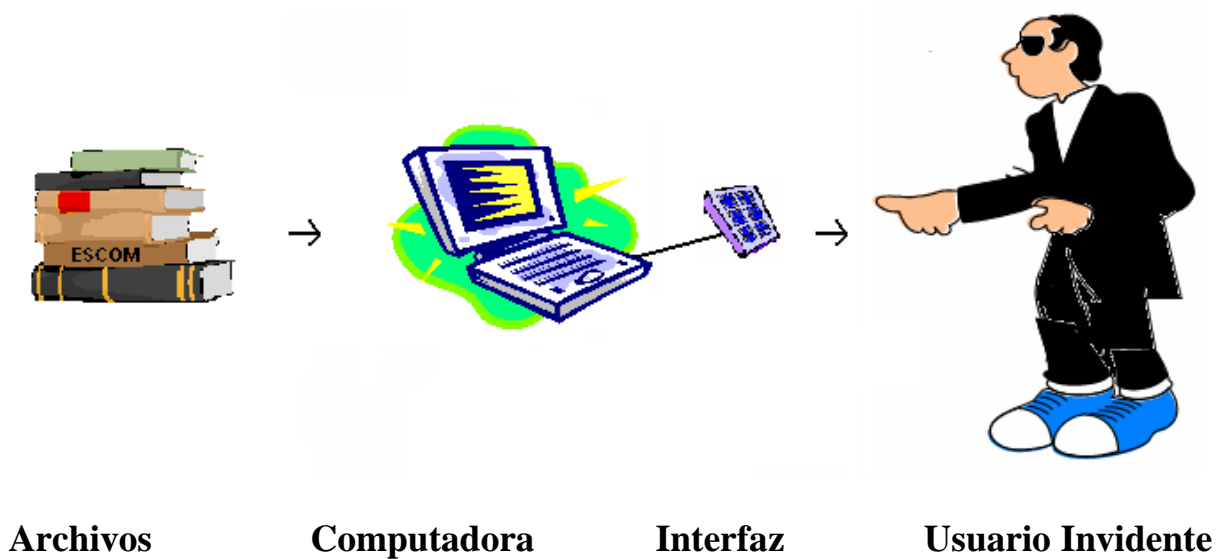


Fig. 1 Diagrama General del Sistema

De acuerdo a este esquema el sistema se obtiene un archivo de texto el cual se desea leer, se procesará el archivo en la computadora con la ayuda de un programa realizado en lenguaje c. Este programa únicamente abre el archivo, secuencial mente obtiene cada una de las letras a traducir, busca el código de la letra en braille y en forma ordenada manda este código un tren de seis pulsos hacia la interfaz. Por medio del puerto para la impresora. Ahí se toman los pulsos y se colocan en forma ordenada en cada uno de los dispositivos vibratorios de la interfaz táctil.



De manera general el sistema se puede dividir en tres módulos, que nos permiten apreciarlo de forma más detallada:

Adquisición y tratamiento del archivo.

Almacenamiento y tratamiento electrónico de las letras.

Representación de las letras en la interfaz táctil.

A continuación se desarrollaran cada uno de estos temas.

1.4.1 Adquisición y tratamiento del archivo.

Podemos obtener el archivo a traducir capturándolo directamente desde el teclado de la computadora donde se instalo el sistema, ayudado de cualquier procesador de texto (Word, bloc de notas, etc.). otra opción es copiar y pegar el texto desde una pagina de Internet, un correo electrónico, una enciclopedia, etc. Esto ya dependerá de las fuentes que tenga el usuario.

Para el desarrollo del programa se utilizo el lenguaje de programación c, ya que la mayor facilidad que nos da es que es muy fácil de utilizar en su opción de comunicación por los puertos de la computadora y también por se de bajo nivel es muy rápida la ejecución de las instrucciones.

Este programa abre el archivo y se coloca en la primera letra a leer, después toma la letra y entra en una función de comparación la cual únicamente localiza cual es su representación en código braille. Después simplemente manda un tren de seis pulsos hacia el puerto de la impresora hasta que el usuario haga clic con el botón del Mouse para pasar a la siguiente letra. Este tren de pulsos en forma ordenada es la letra Braille.

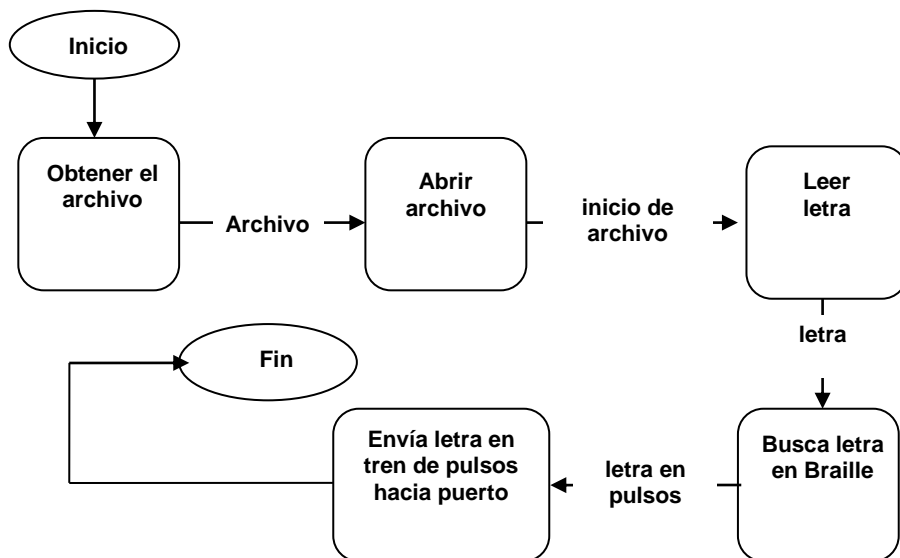


Fig. 2 Diagrama de flujo de datos

Una explicación más detallada y ordenada se dará en el siguiente capítulo.

Los circuitos integrados son la base fundamental del desarrollo de la electrónica en la actualidad, debido a la tendencia de facilitar y economizar las tareas del hombre.

La computadora está compuesta en general por estos dispositivos, si deseamos comunicarnos con ella tendremos que hacerlo con estos dispositivos o hacer un proceso para transformar nuestros datos analógicos al lenguaje de la computadora, en el cual se emplean estos integrados. Por estas razones decidimos utilizar circuitos integrados para la realización de nuestro proyecto.



1.4.2 Almacenamiento y tratamiento electrónico de las letras.

El módulo anterior dará como resultado las letras representadas por pulsos perfectamente ordenados, tomaremos estos pulsos y los almacenaremos en celdas individuales. Después estos pulsos se enviarán hacia la etapa de potencia la cual recibirá un tren de pulsos si deseamos hacer vibrar los actuadores y si deseamos que se mantengan sin movimiento entonces la etapa de potencia no recibirá ningún tren de pulsos, el resultado de la etapa de potencia es el energizar y desenergizar el actuador.

1.4.3 Representación de las letras en la interfaz táctil.

Después de todo el proceso anterior, las señales creadas en los circuitos electrónicos son enviadas a los actuadores, mismos que están colocados ordenadamente en forma secuencial y que tendrán una respuesta al impulso enviado según sea el tren de pulsos. En conjunto, los actuadores formarán la letra Braille con prendidos es decir con actuadores vibrando. Así el usuario únicamente tendrá que colocar su dedo para sentir las letras como si estuviera leyendo un texto en Braille.



1.5 Antecedentes

El sistema Braille, es un ejemplo del desarrollo y aplicación de la percepción del tacto como canal de información entre las personas invidentes y el medio ambiente. El sistema Braille está basado en la posición de los puntos usado por los seis números de las fichas de dominó. El alfabeto está dividido en tres grupos de diez letras, las primeras 10 de la A a la J usan combinaciones de los puntos del 1 al 4, las siguientes 10 letras de la K a la T, usan una simple adaptación en relación a las primeras 10, sólo aumentan el punto inferior izquierdo. Las últimas 6 letras, de la U a la Z usan una simple adaptación en relación a las anteriores aumentando los 2 puntos bajos. El sistema Braille fue implementado en el siglo XIX por Louis Braille y a la fecha es el sistema más rápido y eficiente de ayuda a personas no videntes a leer usando sus manos. A continuación explicaremos mejor el sistema Braille aunque antes nos responderemos la pregunta ¿Quién es Louis Braille?.

Louis Braille nació el 4 de enero de 1809, en Coupvray, cerca de París. Privado de la vista por un accidente a los 3 años, fue enviado a la Escuela para Ciegos de París, creada por Valentin Haüy, 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 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



Fotografía 1. Busto de bronce de Louis Braille por Etienne Leroux en Coupvray, Francia.

Existen varios ejemplos en la historia de personas que han logrado superar las limitaciones de la ceguera. Aunque no puedan considerarse como la norma, no es menos cierto que pueden darnos una idea de lo que puede lograr la voluntad humana... Yo particularmente no tenía idea de que algunos de estos personajes fuera ciego... y ustedes?

Joseph Antoine Ferdinand Plateau (1801-1883), nació en Bélgica y muchos escolares le conocen indirectamente por su relación con las llamadas figuras de Plateau, esas figuritas divertidas que a veces hacíamos en el colegio con agua jabonosa y una figura de alambre. Aunque Plateau era físico, se le cita a menudo en matemática en relación al llamado Problema de Plateau, el cual tiene que ver con la teoría de superficies mínimas. Plateau no tenía en su época herramientas matemáticas para trabajar este problema, el cual fue resuelto posteriormente por otros matemáticos. Plateau incursionó también en matemática escribiendo algunos trabajos sobre teoría de números. El caso es que él estuvo ciego la segunda mitad de su vida.

Lev Semenovich Pontryagin (1908-1988) nacido en Moscú, de familia de escasos recursos, estudió en escuelas de nivel académico bajo. A los 14 años pierde la vista en un accidente a causa de una explosión, siendo su madre quien se dedicó a ayudarlo a lograr lo que para la época parecía imposible...por muchos años trabajó como su secretaria, leía para él trabajos científicos, escribía sus manuscritos y corregía sus trabajos..., teniendo incluso que aprender a leer lenguas extranjeras. Su madre Tat'yana Andreevna leía textos matemáticos sin conocer ni el significado ni siquiera el nombre preciso. El padre de Pontryagin muere cuando él cuenta apenas 19 años, sin embargo, ya había comenzado a producir importantes resultados en matemática, graduándose dos



años después, en 1929 en la Universidad de Moscú, llegando en 1935 a ser jefe del Departamento de Topología y Analisis Funcional.

Leonhard Euler, (1708-1783) también comenzó a quedar ciego a la mitad de su vida, en 1740, con un solo ojo mal funcionando. Después de su muerte la Academia de San Petesburgo continuó publicando trabajos inéditos de Euler por cerca de 50 años más.

María Teresa von Paradis (1759-1824), vienesa, perdió la vista a los cuatro años a consecuencia de un ataque de apoplejia. Gracias al empeño de sus padres y la protección de la emperatriz María Teresa de Austria, llegó a desarrollar su talento musical como intérprete del teclado y del **bell canto**. La joven ciega ideó una forma de lectoescritura musical, usando alfileres clavados en un cojín, así como listones y taquitos de madera en un tablero del mismo material, representando el pentagrama, que fuera adaptado luego por **Ridinger**, inventando el **musicógrafo**, aparato que permite leer la notación musical en relieve.

William Moon (1818-1894) nace en Inglaterra en el seno de una familia de clase media. Pidiendo la vista de un ojo a los cuatro años como consecuencia de la escarlatina y quedando totalmente ciego a los 21 años, termina su carrera de leyes y consigue doctorarse en derecho. En 1847 Moon inventó un sistema de lectura y escritura en relieve, el cual lleva su nombre.

Ragnhild Kaata (1873-1974) nacida en una granja en Noruega, a los cuatro años de edad, a causa de una enfermedad no diagnosticada, pierde la vista, el oído, el olfato, el gusto y el habla. Contando solamente con el tacto para comunicarse con sus semejantes, a los 14 años, Elías Hofgard, director del Instituto para Sordos de Hamar, comienza a trabajar en la educación de la joven, logrando asombrosos avances, siendo sus métodos pedagógicos adoptados por Ana Sullivan, en la educación de Hellen Sëller

1.5.1 El Estructura del código Braille



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 adjunta. A cada uno de estos puntos se asocia un número de 1 a 6 y, 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.

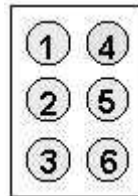


Figura 3. Celda Braille

En esta ilustración podemos 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 pensado en personas ciegas que tienen problemas para percepción por el tacto, así como para quienes se están iniciando en la lectura Braille.

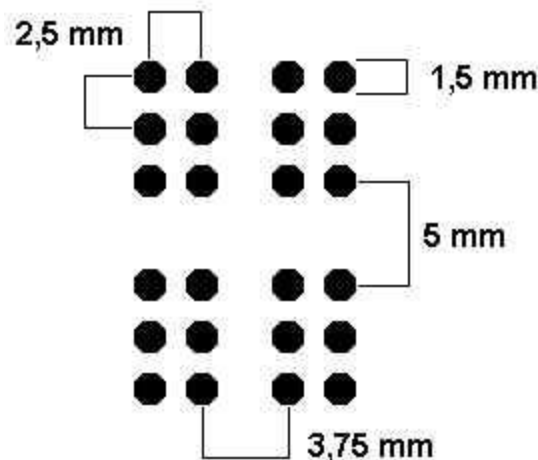




Figura 4. Medidas correctas de letra Braille.

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, al fabricante de la plantilla o 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.

La numeración de los puntos de la celda es usada para indicar el carácter o los caracteres Braille que corresponden a los de la versión en tinta:



 g (1245)
 7 (3456, 1245)

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. Una relación de diversos caracteres y su equivalente en tinta se da en las tablas en la sección del [Código Braille español](#), también existen versiones del Braille que usan celdas de 8 puntos.

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**.



1.5.2 Código Braille grado 1

Mostramos aquí varios grupos de caracteres Braille para el idioma español. No es una lista exhaustiva y ponemos particular énfasis en los caracteres usados en matemática, de acuerdo al documento oficial **Código matemático unificado para la lengua castellana**, aprobado por la Reunión de Imprentas Braille de Habla Hispana, en Montevideo, Uruguay, en 1987, en la primera edición de 1988, por Enrique Elissalde. Se incluyen igualmente recomendaciones del editor sobre el uso y aplicación del código matemático.

Los caracteres aquí reseñados corresponden al tipo de letra por defecto, **minúscula latina normal**. Más adelante veremos la transcripción usada para indicar letras en mayúscula, cursiva u otra tipografía.

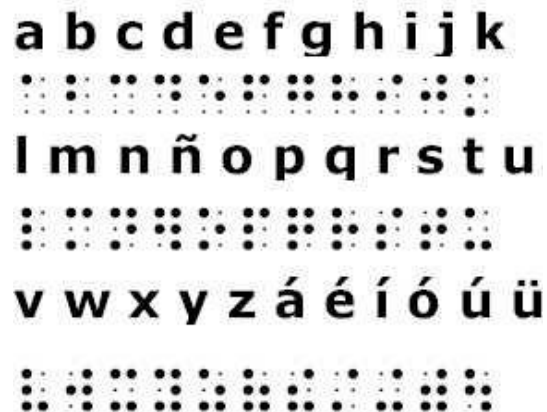


Figura 5. Abecedario Braille.

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 francés, este último, idioma del país de origen de Louis Braille, inventor del código.

Aquí vemos los **signos ortográficos** más comunes, notemos que los signos de interrogación, admiración y comillas se transcriben igual, sean de apertura o cierre.

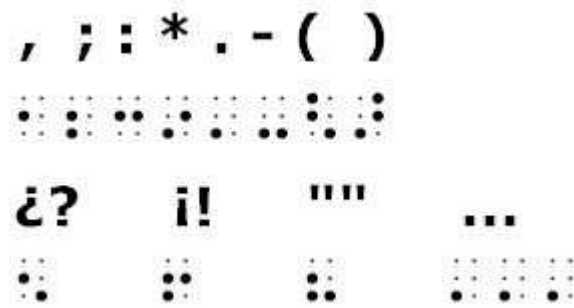


Figura 6. Signos Braille

Los **dígitos** se forman anteponiendo el símbolo de número (3456) a las primeras diez letras del alfabeto.

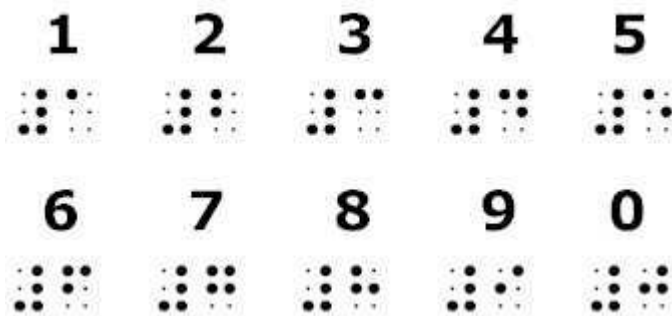


Figura 7. Números Braille.

La celda Braille, con sus 6 puntos, no ofrece suficientes combinaciones para la diversidad de símbolos y variantes tipográficas, por lo que se introducen unos símbolos especiales, llamados modificadores o **determinadores Braille**, los cuales indican el tipo de letra siguiente. Siendo el tipo por defecto, la minúscula latina, el carácter (5) se usa por ejemplo, para indicar el cese del efecto de otro determinador, como el símbolo de número (3456).

A continuación mostramos una lista de los determinadores Braille y un texto en que aparecen algunos de ellos.



	minúscula latina
	mayúscula latina
	minúscula latina cursiva
	mayúscula latina cursiva
	minúscula gótica
	mayúscula gótica
	minúscula griega
	mayúscula griega
	línea en mayúscula
	símbolo de número

Figura 8. Tipos de letra Braille.

Louis Braille nació el 4 de enero de 1809 en *Couprvray*, cerca de París. Posteriores adaptaciones del código Braille han permitido la expresión de textos en diversa tipografía, como letra Gótica y *cursiva*.

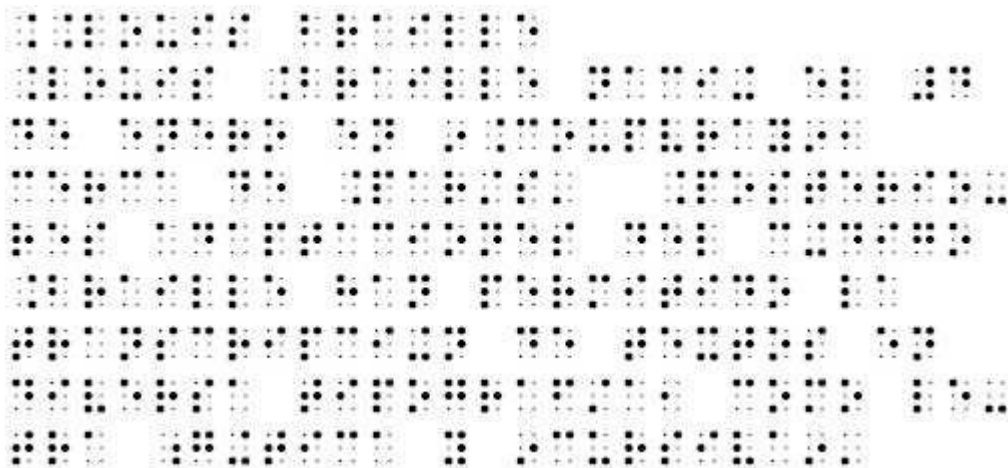


Figura 9. Ejemplo de Texto Braille.

1.5.3 Código Braille grado 2

bien	ser	un	más	número	grado	Inter.	acción	igual	diferente

1.5.4 Herramientas Braille prototipos.



Las herramientas que han sido creadas tienen usos que van desde la amplificación de imágenes para personas de escasa visión, lectores por sintetizador de voz, transformadores de imágenes a sensaciones táctiles, hasta la utilización de sistema Braille por medios impresos, por lo general usan el sentido del tacto en manos y boca para representar todo tipo de acciones que representan y adquirir información de un medio fuera del alcance de usuario.

A nivel mundial se han fabricado herramientas orientadas a satisfacer la necesidad de ver, tal es el caso de la Impresora Braille PortaThiel de Thiel GMBH <http://www.microscience.on.ca/CSportathiel.htm> la cual imprime en sistema Braille un texto generado por un editor de textos y así realiza más fácilmente la traducción de texto a Braille, o de JAWS for Windows de Henter-Joyce <http://www.freedomscientific.com/index.html> que es un sistema que permite abrir, cerrar y visualizar el contenido de pantallas en windows por medio de un teclado especial Braille agilizando y permitiendo el acceso a la PC a personas ciegas. También podemos nombrar al generador de código Braille en tiempo real de la empresa Alva http://www.aagi.com/aagi/alva_products.html con el cual podemos desplegar un teletipo para personas ciegas.

Los trabajos que se han realizado en la ESCOM con aplicación similar a la de esta propuesta de trabajo terminal es el llamado MILLENIUM “Sistema interactivo en informática educativa” de Alberto Angel Monroy Acebedo que transforma imágenes en sensaciones táctiles.

Los diferentes usos de estas tecnologías no se centran solamente en crear herramientas para sistemas Braille o sensaciones en la piel para ciegos, sino también para el uso de diversos procedimientos para analizar y efectuar acciones táctiles como en el caso de los procedimientos llamados “haptics” se basan en transformaciones de percepción táctil para generar acciones mecánicas

1.5.5 Herramientas Braille comerciales.



El Traductor Braille Duxbury de IBM permite traducir un documento en inglés y generar Braille para ser impreso (o viceversa). Sus características incluyen: traducción en grado 1 y grado 2, reglas americanas y británicas, francés y español grado 2, grado 1 para los demás idiomas y es compatible con la mayoría de los formatos de procesadores de texto.

El editor Braille Duxbury para Apple/Macintosh, también basado en tecnología braille aprobada; le permite el acceso a características fáciles de interpretar por el usuario para producir Braille de alta calidad.

El editor Braille Duxbury para PC de IBM le permite a personas videntes realizar transcripciones y editar el código Braille en la pantalla utilizando seis de las teclas de su computadora como si fueran estas teclas de una máquina Perkins. El editor puede ser usado en conjunción con el traductor o de manera independiente.

El paquete Double Talk, conjunta un sintetizador de voz y un programa lector de pantalla ASAP y es fabricado por la Raised Dot Computing.

El paquete de ayuda Braille, que requiere un resaltador Braille que tienen un precio de mercado de 2000 USD y un programa de traducción a Braille entre los que se encuentran el Megadot y Duxbury.

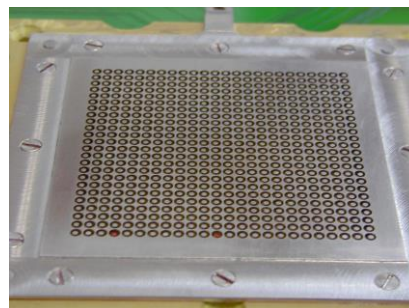
Las Libretas de Notas Portátiles, de las cuales las más populares son la BRAILLE'N SPEAK y la BRAILLE LITE, de la empresa Blazie Engineering; o la BRAILLE MATE de Telesensory.

The Ergonomical Software Independent Keyboard, este teclado fue diseñado para trabajar junto computadora en redacción de documentos, escritura de partituras, cifras matemáticas. Únicamente tiene que ejecutar un programa que viene en el paquete y configurar su puerto serie.,



Fotografía 2. Teclado Braille.

Ejemplos de Display Braille



Fotografía 3 y 4. Display Braille electrodos.

Impresora Brille de la Escuela Nacional Para Ciegos en la Ciudad de México.



Fotografía 5. Usuario utilizando impresora Braille.

El precio de estos artículos oscila entre los 300 y 2000 USD.



2. DISEÑO

2.1 Adquisición y tratamiento de la imagen

Como ya se a dicho, una vez obtenido el archivo se le dará tratamiento que consiste en localizar este, ya que se tendrá dos modalidades, la primera consiste en seleccionar un archivo previamente guardado junto con el sistema, como por ejemplo un archivo que contenga las letras del alfabeto o los números, etc. La otra opción es que se le pida al usuario quede la ruta de donde se encuentra el archivo a leer. el archivo. Cabe mencionar que el archivo se debe de encontrar en formato texto ANSI.

Posteriormente se leerán cada una de las letras y se le dará el siguiente procedimiento. Se almacenara la letra en una variable la cual entrara como parámetro a una función que comparara la letra hasta encontrarla, después que ya la encontró se desatara el evento de enviar seis pulsos hacia el puerto de la impresora configurados anteriormente a la letra correspondiente a Braille. Se mantendrá el evento hasta que el usuario haga clic con el botón izquierdo del Mouse indicando que pase a la letra siguiente del archivo.

En la siguiente figura se muestra como se representaran las letras en la interfaz táctil.

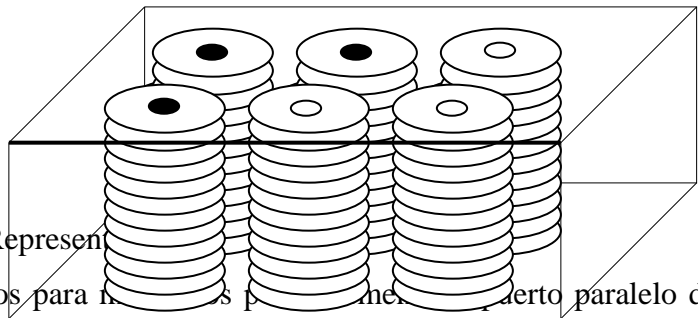


Fig. 10. Letra Represent

Los datos obtenidos serán organizados para n... s p... me... puerto paralelo de forma ordenada.



Para comunicar la salida del archivo se usará el puerto paralelo, para esto partiremos de los pines de salida de éste, en nuestro sistema usaremos 2 pines de salida, 1 para datos y 1 para control.

El programa está realizado sobre lenguaje ANSI C, que nos permite tener portabilidad entre equipos, además se aprovecha la velocidad del puerto para representar las letras en 1 línea de datos.

Los datos son enviados al puerto paralelo en forma de valores enteros de 8 bits, sin embargo, de acuerdo a la arquitectura de nuestro sistema sólo usamos 1 de datos y 1 de reloj.

2.2 Almacenamiento de la imagen en dispositivos electrónicos

2.2.1 Circuito de memoria.

En esta sección recibiremos los datos de la imagen desde el puerto paralelo de la computadora en pulsos de 5v o 0v, es decir los datos lógicamente estarán representados por unos ó ceros (bits).

A partir de esto tomaremos los datos de la letra en el pines 3, estos datos se almacenan en forma secuencial en el circuito de memoria ya que los datos están ordenados en correspondencia a la letra original, El circuito de memoria está compuesto de una celdas de memoria en las cuales podemos almacenar 6 datos en cada una., utilizaremos uno de los pines del puerto paralelo para tener un pulso de reloj (bit menos significativo) para indicar a las memoria que introduzca un dato a sus celdas.

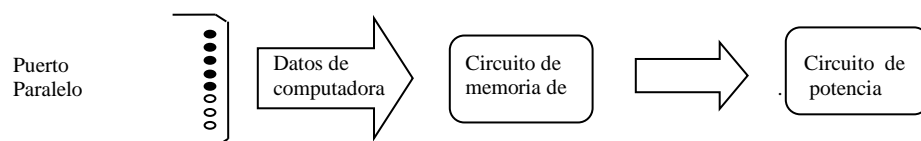
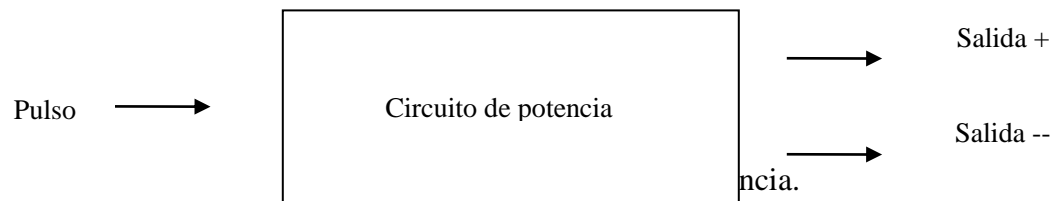




Fig. 11 Almacenamiento y tratamiento electrónico de las letras.

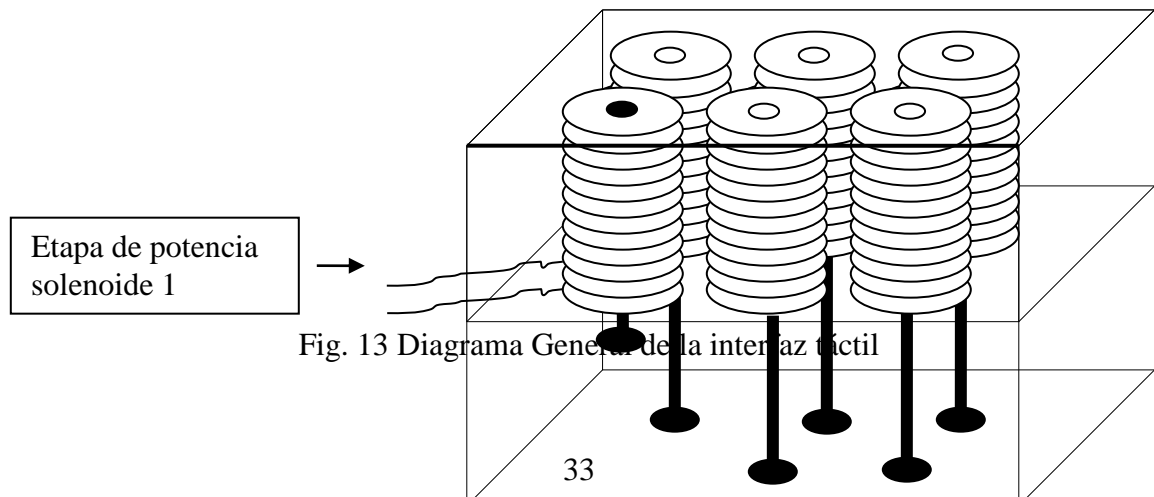
2.2.2 Circuito de potencia

El circuito de potencia deberá recibir un pulso el cual será el indicador de si se debe de dar salida de corriente o no, como salida tendrá dos pines, cada uno deberá de ser conectado a una punta del actuador esto para que nosotros desde el circuito de potencia controlemos la energización y desenergización del actuador.



2.3 Representación de las letras en la interfaz táctil

La interfaz táctil es una cama de 3 x 2 solenoides controlados cada uno automáticamente por la salida de la etapa de potencia respectivamente como se muestra en la siguiente figura:





El funcionamiento de la interfaz es el siguiente, como las letras a representarse está digitalizada en 1 y 0, debemos representar algo semejante en la interfaz, es por ello que para lograrlo se manejarán prendido ó apagado el solenoide. El proceso técnico para lograr esto se explica a detalle en el bloque de almacenamiento electrónico.

Todas las solenoides deben estar conectadas a su respectiva salida del circuito de comparación y al circuito alimentará el sistema.

2.3.1 Dispositivos actuadores

Para que los actuadores (solenoides) tengan la respuesta deseada se deben tomar en cuenta algunos cálculos matemáticos que requieren de ciertos datos como medidas de la solenoide, corriente (i), el área de la sección transversal (A), la longitud media de la trayectoria del flujo (l) y la permeabilidad (μ_0), y que están sujetos a las limitantes de tener que usar recursos como son popotes, alambre magneto de calibre 40 y 2000 vueltas en la bobina, estos cálculos se hacen con forme a fórmulas establecidas:

Campo Magnético en el interior del solenoide con núcleo de aire

$$\begin{aligned}
 & B = \mu_0 i_0 n \\
 \text{Campo magnético con} & \quad B = (4\pi \times 10^{-7} T \frac{m}{A})(0.25 A)(\frac{2000}{.025 m}) \quad \text{núcleo de hierro:} \\
 & B = (4\pi \times 10^{-7} T)(2 \times 10^4) \\
 & B = 4\pi \times 10^{-3} T(2) \\
 & B = 25 mT \\
 & B = B_0 + \mu_0 M \\
 & B = 25 mT + (4\pi \times 10^{-7} T \frac{m}{A}(1982142 .5743 \frac{A}{m})) \\
 & B = 25 mT + 24.91 T \\
 & B = 24.935 T
 \end{aligned}$$



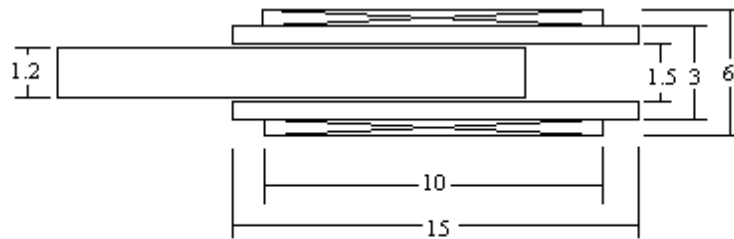
Inductancia de un solenoide:

$$L = \mu_0 n^2 l A$$

$$L = (4\pi \times 10^{-7} T \frac{m}{A})(2000)^2 (0.025m)(0.000036 m^2)$$

$$L = 4.52 \text{ milihenrios}$$

Las características de los solenoides son las siguientes:



Unidades en milímetros (mm)

Fig. 9 Corte del solenoide

Voltaje = 5v.

Amperaje = 0.25mA

Resistencia = 45 Ω

3. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN

Dentro de este capítulo se describe la forma en que se llevó a cabo el desarrollo del prototipo, así como las limitaciones que se encontraron para la implementación del mismo; los alcances reales del mismo.

3.1 Desarrollo del software de tratamiento de la imagen



El software que sea desarrollado para el control y tratamiento de la imagen es uno de los módulos importantes del sistema. Este fue desarrollado en el lenguaje de programación ANSI C/C++ en la versión 3.1 de Borland, asimismo se hacen uso de algunas herramientas adicionales para el tratamiento de la imagen.

Debido a que el programa de cómputo es extenso, a continuación se describen los puntos finos de lo que se encuentra comprendido el algoritmo del programa. Cabe Mencionar previo a la explicación que la plataforma en la cual se desarrollo el programa es Windows 98 de Microsoft, por ello el lenguaje Borland C/C++ 3.1, usa el modo MS-DOS para operar, el formato de los archivos de texto es TXT, como ya se ha descrito anteriormente.

Como ya se ha mencionado el programa funciona a partir de archivos e texto generado por cualquier procesador de texto como bloc de notas, Word de Microsoft Office, Edit de MS- DOS ,etc.

Después de aclarado este punto el desarrollo del programa comienza a partir de un archivo de texto existente en el disco duro, se realiza la presentación de está en pantalla de las letras que se imprimen en la interfaz; posteriormente se toma cada una de las letras a representar y se compara con la ayuda de una función la cual únicamente reconoce la letra y dependiendo de esta, se libera un evento. Este evento es un envío de un tren de seis pulsos los cuales representan la letra Braille.

Todo el tiempo el programa esta esperando un evento ya sea un clic con el botón izquierdo del Mouse para continuar con la letra siguiente o un clic con el botón derecho.

3.2 Desarrollo del circuito de almacenamiento

Como ya hemos mencionado con anterioridad la computadora proporcionara a la etapa de control los datos a representar, esto lo hará por medio de dos pines de su puerto paralelo, en el primer bit se enviará un pulso de control y por el segundo los datos en forma ordenada y el ultimo para alimentarnos de tierra.



Se reciben los datos del segundo pin del puerto paralelo y se almacenaran en celdas de memoria independientes,

Utilizamos circuitos integrados 74LS164 (memorias flip – flop) para almacenar dichos pulsos, entonces ya tenemos los pulsos ordenados y almacenados en memorias.

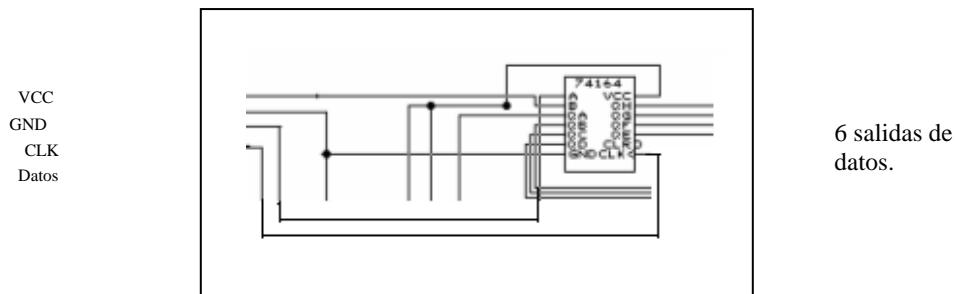


Fig. 14 Celda de memoria

3.3 Desarrollo del circuito de potencia

La etapa de potencia esta conjuntada por un arreglo de cuatro tip41 y cuatro resistencias, básicamente el circuito funciona alimentando los actuadores con corriente cuando se desee que se exciten y ponerlos a tierra cuando deseemos que permanezcan sin movimiento, esto de ponerlo a tierra es para des energizarlos.

El circuito tiene una entrada la cual proviene del buffer y dos salidas, las cuales serán conectadas cada una a una punta de los actuadores.

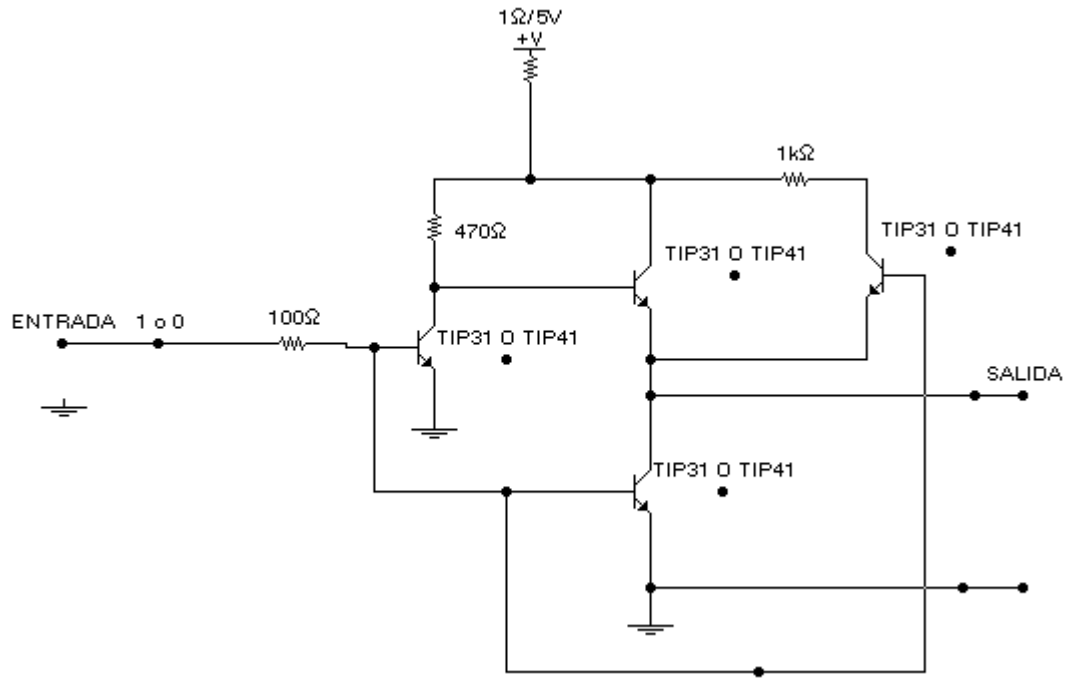


Fig. 15 Circuito de Potencia

3.4 Desarrollo de la interfaz táctil



La interfaz táctil por ser el módulo de interacción con el usuario se ha realizado previendo necesidades específicas como son: dimensiones, material empleado y distribución superficial.

Está hecha en una base de material acrílico de 3mm de espesor con las siguientes dimensiones 35 X 25 X 22.5cm. En la parte superior se encuentran distribuidos en forma de cuadrilátero los orificios donde se encuentran montados por la parte interior verticalmente los actuadores. Cada uno de estos elementos está fabricado con un tubo de plástico que tiene las siguientes dimensiones

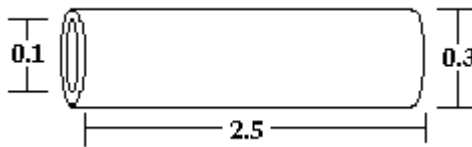


Fig. 16 Base plástica del solenoide

Unidades: cm.

Este material fue seleccionado por que cumple con las siguientes características que son necesarias para el correcto funcionamiento de los actuadores: su resistencia al calor, sus dimensiones, su consistencia semirígida, ligero y de bajo costo, estas características lo hace ideal para operar bajo las condiciones necesarias para este caso de estudio.

Cabe destacar que además se realizaron pruebas experimentales con otro tipo de materiales como lo son, aluminio, papel, tubos plásticos de otras características dimensionales y consistencia.

Así pues, mediante procesos manuales se dio un devanado a cada tubo de 2000 vueltas con un error aproximado de ± 15 vueltas y se le colocó una capa de cinta aislante sobre el devanado para prevenir la deformación de éste y para evitar que se creara algún corto circuito con alguna de las solenoides contiguas.

El proceso descrito anteriormente nos da la pauta para obtener los elementos actuadores que se usan en este prototipo, una vez concluido su fabricación estos elementos cuentan con características como son: 6mm de diámetro exterior y una inductancia medida de 4.5 mili Henrios, $127\eta F$ y 109Ω



3.5 Construcción de placa circuito integrado

Placa fenólica.

El diagrama se realizó en el programa Power Point de Microsoft por la facilidad de manejo de líneas y círculos necesarias para la construcción del diagrama, otro aspecto que se contemplo para utilizar este programa y o uno especializado en diseño de circuitos es la facilidad de realizar el circuito de manera fácil y rápida dando como resultado inmediato el ahorro de tiempo y esfuerzo pero sin dejar a un lado la calidad de la impresión del circuito.

Algunos de los programas de diseño de circuitos que revisamos para realizar esta parte del sistema fueron: Orcad o Protel. El siguiente paso después de tener el circuito perfectamente diseñado es hacer un negativo para la impresión, porque utilizaremos la parte inversa del circuito cuando se hagan las pistas en la placa fenólica, el problema so resolvimos con el programa Paint de Windows, este tiene la opción de que a una imagen le obtiene su negativo ya sea horizontal o vertical. En pocas palabras no nos complicamos en realizar el diagrama con programas muy poderosos y complicados, simplemente tomamos lo que teníamos y lo utilizamos.

Estampado de pistas en placa fenólica

- 1 Placa fenólica 15 * 20 cm.
- 1 Pantalla para serigrafía de 30 * 30 cm.
- 25ml. Pintura para serigrafía
- 25ml. Emulsión para serigrafía
- 25ml. Bicromato

Este material es necesario para hacer un molde con el cual se estampara el circuito en la placa fenólica para posteriormente introducirla en el ácido ferroso para hacer las pistas. El proceso de estampado se realiza como normalmente como si se estampara una tela. El primer paso es mezclar la emulsión con el bicromato 1 medida de emulsión con 1/10 parte de bicromato,



se mezcla bien sin permitir que se hagan burbujas, dejar reposar durante unos 15 minutos, después aplicar a el panel con una espátula una película de esta mezcla por los dos lados, dejar secar alrededor de 2 horas, cuando ya este perfectamente seco, colocamos el circuito que previamente debe estar impreso en una hoja de papel albanene, lo pegamos con cinta el panel y lo exponemos hacia la luz de un foco de 200watts a una distancia de 1mt. Durante 15 minutos. Después de este proceso se lava perfectamente el molde con agua a presión para que se eliminen todos los sobrantes. Dejar secar durante un día el panel para que en el proceso de estampado no se destruya el molde.

El proceso de estampado es simplemente coloca la placa debajo de el molde y colocar tinta en el molde y esparcirla, de tal forma que el molde se utiliza como un gioser, es decir donde hay una perforación en el panel saldrá la tinta manchando la placa fenólica. Dejar secar la placa por al menos 12 hrs. Porque si no se hace así se corre el riesgo de que el asido no respete la tinta.

Por otro lado se intento entintar las placas con hojas tamaño carta en las cuales se imprimé con impresora láser el circuito en negativo y después se coloca encima de la placa y con una plancha se calienta la hoja y la tinta se pega en la placa pero esta técnica no es nada efectiva porque a comparación de la serigrafía podemos corregir alguna línea truncada simplemente con un pincel y un poco de pintura y con la hoja no podemos, la mayoría de las líneas con la hoja quedan truncadas.

Se Corroe con ácido las placas fenólicas

125 mil.	Cloruro férrico
50 mil.	Ácido Muriático
50 mil.	Agua

Se mezcla el cloruro férrico con el agua, necesariamente primero el cloro con el agua porque si no se hace así el ácido perderá fuerza en para quemar las placas y será necesario mas tiempo pero se corre el riesgo de que si la placa esta sumergida por mas de 3 horas la tinta se desprege de la placa dando como resultado un truncamiento en las pistas que posteriormente se tendrían



que repara pero que no es nada fácil, así que recomiendo que se le asigne un mayor de esfuerzo a este paso para ahorramos tiempo y esfuerzo. Después de que se mezclo perfectamente el cloro y que no haya ninguna piedra de cloro en el agua es decir que solo este la solución resultante del cloro y el agua, mezclamos el ácido muriático con la solución y dejamos reposar durante unos 10 minutos, ahora esta listo el ácido férrico, cada placa se sumergirá durante 2 Hrs. aproximadamente y al sacar las placas del ácido se deberá de hacer una nueva solución porque como ya esta sucia corremos el riesgo de tener las placas mucho tiempo dentro del ácido y no nos conviene por lo antes dicho.

Las placas deben de estar perfectamente sumergidas y al paso de una hora se deben de sacar revisar las y volver a sumergirlas esto es para escurrir el ácido sucio de las partes de donde se desprendió el cobre, porque como no hay corriente, el cloro se queda encima de donde se despegó de la placa y obstruye el contacto del ácido limpio con el cobre a eliminar.

Cabe mencionar que se trato en primera instancia de quemar las placas con ácido ferroso comercial pero este es muy caro y nada efectivo, porque un litro de ácido que cuesta alrededor de 40 pesos nos quema únicamente una placa con un tiempo mayor a 4 horas dando como resultado la posibilidad de que las líneas de tinta se despeguen de la placa y se quemé incorrectamente la placa.

Después se sacan las placas de el ácido y se enjuagan en el choro de agua, y se secan perfectamente, el siguiente proceso es el de eliminar la tinta que protegió el cobre esto se hace con un poco de thinner y estopa, muy delicadamente y en forma abundante. El paso siguiente es el de perforar las placas para que se introduzcan los pines de los componentes, esto se hace con dos brocas la primera es para los pines de los circuitos integrados la cual es de 0.78mm. De diámetro. Y la segunda es para hacer las perforaciones de los heder y los tips41 esta es de 0.1mm. De diámetro.

Ya perforada las placas se colocaran los puentes de cable de cobre y los componentes integrados para simplemente soldarlos a la placa.



Se recomienda para soldar un cautín con punta muy fina y soldadura delgada para facilitar el proceso.

Para la interconexión de las placas se utilizo cable plano que conecta al heder con el panel de levas, se peso de esta manera para facilitar el proceso de conexión ya que los cables están ordenados y no existe la posibilidad de que se enreden entre ellos.

Componentes para placa fenólica.

Cantidad	Componente
2 flip-flop	74LS164
4 and	74LS08
3 buffer	74LS07
64	Tip41
80 resistencias	1000 Ω
64 resistencias	100 Ω
64 resistencias	470 Ω
1	Heder 6 pines en ángulo 90 grados
1	Heder 32 pines en Angulo 90 grados

3.5 Integración de módulos

Como ya hemos mencionado el Resaltador Braille esta compuesto fundamentalmente de tres módulos, Adquisición y tratamiento del archivo de texto, Almacenamiento de las letras en dispositivos electrónicos, Representación de las letras en la interfaz táctil.



El primer módulo contempla la obtención del archivo de texto por cualquiera de las opciones que da una computadora común y corriente, estos pueden ser por disquete, CD, ZIP, Intranet, Internet, etc.. La computadora al obtener las letras del archivo a representar y dará salida hacia su puerto paralelo el resultado de este proceso donde los tomara el siguiente módulo. Se hará uso de un cable con dos líneas para la comunicación y un heder de seis pines en el módulo de almacenamiento, así comunicaremos el primer modulo con el modulo dos, la salida del modulo dos es de 12 pines que controlan 6 actuadores, para facilitar la conexión se hace uso de un heder de 16 pines en Angulo de 90 grados doble, para comunicar el modulo dos y el modulo tres se hace uso de un cable plano de 12 hilos, que terminan en conexiones individualmente a el actuador que le corresponde. El sistema esta alimentado por fuentes de 5V, las cuales están conectadas por cables y headers machos – hembra para la facilitación de la conexión.

3.6 Prototipo Funcionando.

Prueba del sistema Resaltador Braille en la Escuela Nacional Para Ciegos. En presencia de la Lic. Mónica Zamora subdirectora en dicha institución.



Fotografía 6. Usuario invidente utilizando el sistema.

CONCLUSIONES

Cuando decidi por la realización de este proyecto pense en desarrollar una herramienta en ayuda de las personas discapacitadas sin darme cuenta de cuales son las necesidades reales de



estas personas, pero conforme se fue profundizando se fueron disipando dudas y dando forma a la solución.

Uno de los aspectos mas enriquecedores fue el tener una comunicación estrecha con las personas que darán uso a esta herramienta, ya que nos comentaron sus experiencias al tratar de reconocer objetos sustituyendo sus sentidos de la vista por cualquier otro.

Sin embargo no me conforme con esta información e investigue que se ha desarrollado en ayuda de estas personas muchas herramientas, el resultado me sorprendió porque pensamos que era de las pocas personas que se interesaban en el tema, pero no es así porque una cantidad considerable de personas en todo el mundo desarrollan herramientas no solamente para las personas invidente sino para discapacitados en general.

Esto fue motivo suficiente para tomar el proyecto con más fuerza y sin basilar, ya que no me quedaría atrás alo resto del mundo.

Aunque el desarrollo de estas herramientas no es una competencia y me pude dar cuenta al ponernos en contacto con estas personas, que al contrario de ocultar información nos la compartieron como si trabajáramos en su proyecto.

En cuanto a nuestro proyecto, puedo decirles que es una herramienta muy útil a las personas invidentes, en mayor grado a las personas que se interesan obtener conocimiento, porque con ayuda de esta podemos pueden informarse de cualquier tema.

Por tanto estoy orgulloso de mi esfuerzo y dedicación en el desarrollo de este proyecto, ya que no solo dejo una herramienta para las personas invidentes sino que dejo conocimiento que tomaran la siguientes generaciones dando como resultado herramientas mas poderosas.



ANEXOS

Código del software

```
#include <stdio.h> //Sistema desarrollado por  
#include <iostream.h> //Miguel David Hernandez Canche  
#include <conio.h> //Alumno del IPN en la
```



```

#include <dos.h> //Escuela Superior de computo
#include <stdlib.h>
#include <io.h>
#include <fcntl.h>
#include <graphics.h>

void tutorial(void); //funcion principal para sencibilizar tacto de usuario
void tutorial01(void); //imprime viborita
void archivo(void); //imprime archivo
void OpenFile(char *ruta);

void traductor(char letras);//traduce archivo a braile
void limpiar(void); //desenergiza todas las levas
void imprime(void); //imprime las letras del arreglo
void prende(void); //activa todas las levas
void sound01(void); //dos beep
void sound02(void); //un beep
void vibra(void); //hace vibrar todas las levas
void topo(void); //vibra una leva tras otra
void circulo(void); //display en circulo
void uno(void); //prende la leva uno
void dos(void); //prende la leva dos
void tres(void); //prende la leva tres
void cuatro(void); //prende la leva cuatro
void cinco(void); //prende la leva cinco
void seis(void); //prende la leva seis
void presentacion(void);//archivo inicio.txt
void menu(void); //archivo menu.txt
void lecciones(void);
void opciones(void);
int mouse(void); //funcion que controla el mouse
int puerto =0x378; //posibles direcciones de puerto 0x3bc 0x378 0x278
int tiempo = 15; //Frecuencia de vibración
int letras[48]={1}; //letras a representar
union REGS reg;
void main(void)
{
    clrscr();
    limpiar();
    delay(tiempo);
    // vibra();
    // tutorial();
    // topo();
    //circulo();
    // presentacion();

```



```
    // menu();
    archivo();
// prende ();
// uno();
// dos();
// tres();
// cuatro();
// cinco();
// seis();
    exit(1);
}
void archivo(void)
{
    char *ruta;
    cout<<"Cual es la ruta del archivo ?";
    cin>> ruta;
    OpenFile(ruta);
}
void OpenFile(char *ruta)
{
    int archivo;
    int aptr=0;
    char caracter;
    int i=0;
    int cont=0;
    if ((archivo = open(ruta, O_TEXT)) == NULL)
    {
        fprintf(stderr, "No se puede abrir el archivo.\n");
        exit(1);
    }
    sound01();
    read(archivo, &caracter, 1);
    cont=1;
    aptr=aptr++;
    while(!kbhit())
    {
        //printf("%c",caracter);
        traductor(caracter);
        // while(
        i=mouse();
        // == 0)
        // traductor(caracter);
        if(cont != 1 || cont != 2)
        {
            if(i==1)
```




```
{
if(!eof(archivo))
{
read(archivo, &caracter, 1);
//printf("%c",caracter);
traductor(caracter);
cont=1;
aptr=aptr++;
}
else
sound01();
}
if(i==2)
{
if(aptr > 0)
{
lseek(archivo, 0L, SEEK_SET);
for(int i=0;i<aptr;i++)
{
read(archivo, &caracter, 1);
}
//printf("%c",caracter);
traductor(caracter);
cont=2;
aptr=aptr--;
}
else
sound01();
}
}
if(i==0)cont=0;
// traductor(caracter);
}
close(archivo);
sound01();
}
void presentacion(void)
{
//int opc=0;
char *r= "c:\\braile\\inicio.txt";
OpenFile(r);
}
void opciones(void)
{
}
```



```
void menu(void)
{
char *r= "c:\\braile\\menu.txt";
OpenFile(r);
int opc=0;
cin>>opc;

while(opc != 5)
{
switch(opc)
{
case 1:
//r = "c:\\braile\\alfabeto.txt";
//OpenFile(r);
lecciones();
break;
}
r= "c:\\braile\\menu.txt";
OpenFile(r);
cin>>opc;
}
}

void lecciones(void)
{
char *r="c:\\braile\\leccione.txt";
OpenFile(r);
int opc=0;
cin>>opc;

while(opc != 5)
{

switch(opc)
{
case 1:
r = "c:\\braile\\vocales.txt";
OpenFile(r);
break;
}
r="c:\\braile\\leccione.txt";
OpenFile(r);
cin>>opc;
}
}

int mouse(void)
```



```
{
    int r = 0;
    reg.x.ax = 0x5;
    reg.x.bx = 0;
    int86(0x33, &reg, &reg);
    if ((reg.x.ax & 1) r = 1;
    else if ((reg.x.ax >> 1) & 1) r = 2;
    return r;
}
void sound01(void)
{
    sound(5000);
    delay(100);
    nosound();
    delay(100);
    sound(5000);
    delay(100);
    nosound();
}
void sound02(void)
{
    sound(5000);
    delay(100);
    nosound();
}
void limpiar(void)
{
    for(int i=0;i<48;i++)
    {
        outportb(puerto,0xff);
        outportb(puerto,0xfe);
        letras[i] = 1;
    }
}
void prende(void)
{
    for(int i=0;i<48;i++)
    {
        outportb(puerto,0x01);
        outportb(puerto,0x00);
        letras[i] = 0;
    }
}
void imprime(void)
{
```



```
        for(int i=0;i<48;i=i+2)
    {
        if(letras[i]==0)
            outportb(puerto,0x01);
        if(letras[i]==1)
            outportb(puerto,0xff);
        if(letras[i+1]==0)
            outportb(puerto,0x00);
        if(letras[i+1]==1)
            outportb(puerto,0xfe);
    }
}

void vibra(void)
{
    while(!kbhit())
    {
        for(int i=0;i<48;i++)
        {
            outportb(puerto,0x01);
            outportb(puerto,0xfe);
        }
        delay(tiempo);
        for(i=0;i<48;i++)
        {
            outportb(puerto,0xff);
            outportb(puerto,0x00);
        }
        delay(tiempo);
    }
}

void topo(void)
{
    while(!kbhit())
    {
        outportb(puerto,0x01);
        delay(tiempo);
        outportb(puerto,0x00);
        delay(tiempo);
        for(int i=0;i<48;i++)
        {
            outportb(puerto,0xff);
            delay(tiempo);
            outportb(puerto,0xfe);
            delay(tiempo);
        }
    }
}
```



```
    }
}
void circulo(void)
{
    while(!kbhit())
    {
        for(int i=0;i<5;i++)
        {
            outportb(puerto,0xff);
            outportb(puerto,0xfe);
            delay(tiempo);
        }
        outportb(puerto,0x01);
        outportb(puerto,0x00);
        delay(tiempo);
    }
}
void tutorial01(void)
{
    int i = 0;
    int max = 15; //pulsaciones de cada leva
    int aux = 0;
    //imprime(letras);
    for (i=0;i<48;i++)
    {
        letras[47-i] = 0;
        while(aux<max)
        {
            imprime();
            delay(tiempo);
            limpiar();
            aux++;
        }
        aux = 0;
        letras[47-i] = 1;
    }
}
void tutorial(void)
{
    int opc;
    cout<<"Que nivel desea ejercitar ";
    cin>>opc;
    switch(opc)
    {
        case 1:
```



```
tutorial01());
break;
//case 2:
//break;
// default;
}
}
void uno(void)
{
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0x01);
    outportb(puerto,0x00);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    delay(tiempo);
    limpiar();
    delay(tiempo);
}
void dos(void)
{
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0x01);
    outportb(puerto,0x00);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    delay(tiempo);
    limpiar();
    delay(tiempo);
}
void tres(void)
{
```



```
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0x01);
    outportb(puerto,0x00);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    delay(tiempo);
    limpiar();
    delay(tiempo);
}
```

```
void cuatro(void)
```

```
{
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0x01);
    outportb(puerto,0x00);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    delay(tiempo);
    limpiar();
    delay(tiempo);
}
```

```
void cinco(void)
```

```
{
    outportb(puerto,0x01);
    outportb(puerto,0x00);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
}
```



```
        outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    delay(tiempo);
    limpiar();
    delay(tiempo);
}
```

```
void seis(void)
```

```
{
    outportb(puerto,0x01);
    outportb(puerto,0x00);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0xff);
    outportb(puerto,0xfe);
    outportb(puerto,0x01);
    outportb(puerto,0x00);
    delay(tiempo);
    limpiar();
    delay(tiempo);
}
```

```
void traductor(char letras)
```

```
{

    int con = 0;
    int max = 2;

    switch(letras)
    {

    case 'a':
        cout<<"a";
        while (con<max)
        {
            tres();
            con++;
        }
    }
}
```




```
    }
    break;
case 'b':
    cout<<"b";
    while (con<max)
    {
        dos();
        tres();
        con++;
    }
    break;
case 'c':
    cout<<"c";
    while (con<max)
    {
        tres();
        cuatro();
        con++;
    }
    break;
case 'd':
    cout<<"d";
    while (con<max)
    {
        tres();
        cuatro();
        cinco();
        con++;
    }
    break;
case 'e':
    cout<<"e";
    while (con<max)
    {
        tres();
        cinco();
        con++;
    }
    break;

default:
    cout<<" ";
    sound02();
    limpiar();
}
```



}

Diagrama del circuito impreso.

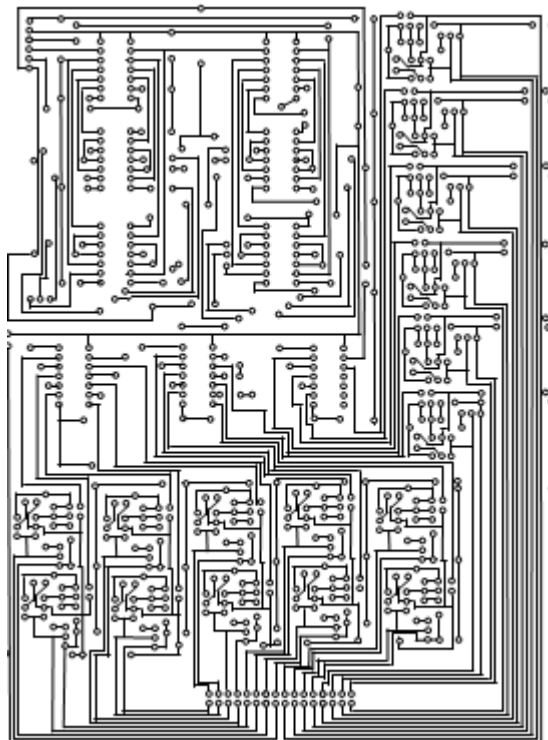


Figura 17. Circuito impreso para placa.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

- <http://www.acm.org/crossroad/crew/haptic.html>.
- <http://www.Internet-xos.com/>



- <http://www.connectics.com/html/quickcam.html>
- **Matsch Leander W.:** Máquinas Electromecánicas y Electromagnéticas. Editorial Alfaomega pp. 8,9.
- **D. Marr.** Visión, Alianza Psicología, nº 3, 1986.
- **V.Bruce & P.R. Green, Percepción Visual:** Manual de fisiología, psicología y ecología de la visión. Ediciones Paidós. 1994, ISBN: 84-493-0015-0.
- **Margaret W. & Hugo J. Foley.** Sensación y Percepción.
- **Rafael C. González, Richard Woods:** Tratamiento Digital de Imágenes, Addison – Wesley.
- **Faundez Zanuy Marco:** Tratamiento Digital de voz e imagen, editorial Marcombo
- **Guyton Artur C.:** Anatomía y Fisiología del Sistema Nervioso. Editorial Panamericana. 2ª. Ed. pp. 133 -47
- **Halliday, Resnick, Krane:** FISICA, CECSA, 4ª edición , Vol. 2 PP. 197-199, 242-243.
- **Machlup:** FISICA, Limusa-Noriega editores, pp. 506-507.

GLOSARIO

Actuador: Es un solenoide ó bobina con un núcleo ferroso el cual al ser cargado con corriente, este atraen el núcleo hacia su parte interior.



Belvedere litografía de Escher: Trata los temas relacionados con el sistema de visión humano y la existencia de ilusiones visuales, ambigüedades e inconsistencias

Corpúsculo de Meissner: Receptores ubicados en la piel delgada, son sensibles a la presión.

Corpúsculos de Pacini: Son receptores sensibles a las vibraciones.

Disco de Merkel : Son un conjunto de corpúsculos de Pacini, los cuales se muy sensibles al movimiento.

Espectro Electromagnético: es la gama de radiación que podemos ver, incluye los rayos gamma, los rayos X, los rayos ultravioletas, la luz visible, los rayos infrarrojos, las microondas y las ondas de radio.

Hermann Ludwig Ferdinand Helmholtz (1821-1894), científico Alemán quien definió la primera ley de la termodinámica demostraron que los circuitos eléctricos cumplían con la ley de la conservación de la energía y que la Electricidad era una forma de Energía.

Interfaz táctil: Es un dispositivo mecánico electrónico, en el cual se representaran formas a través de vibraciones.

Mecano receptores: Son receptores sensibles al movimiento.

Órgano terminal: receptores de movimiento, temperatura y dolor, se encuentran distribuidos en toda la piel.

Órganos terminales de Ruffini: son receptores sensibles a las vibraciones.



Panel Táctil: Es un dispositivo mecánico electrónico, en el cual se representaran formas a través de vibraciones.

Robot manipulador: es un dispositivo electrónico el cual interactúa con los tendones y músculos del ser humano, su tarea principal es la de ejecutar una acción física en correspondencia a una acción lógica.

Vibración tisular : Es la sensación de que se está moviendo algún músculo o tendón.