

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE DISPLAY
TÁCTIL PARA PERSONAS NO VIDENTES”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

**DIANA CATERINE BUSTOS SALAZAR
SOFIA ELIZABETH COBO MOSQUERA**

Latacunga, Mayo del 2011

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado en su totalidad por las señoritas DIANA CATERINE BUSTOS SALAZAR Y SOFIA ELIZABETH COBO MOSQUERA bajo nuestra supervisión.

Latacunga, mayo del 2011

Ing. Franklin Silva
DIRECTOR

Ing. Marcelo Silva
CODIRECTOR

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotras, Diana Caterine Bustos S. y Sofía Elizabeth Cobo M.

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE DISPLAY TACTIL PARA PERSONAS NO VIDENTES” , a sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Mayo 2011

Diana Bustos S.

CI: N°.- 050222716-8

Sofía Cobo M.

CI: No.- 180412806-2

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

AUTORIZACIÓN

Nosotras, Diana Bustos S. y Sofía Cobo M.

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación en la Biblioteca virtual de la institución del trabajo “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE DISPLAY TÁCTIL PARA PERSONAS NO VIDENTES”, cuyo contenido, ideas y criterios es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, mayo 2011

Diana Bustos S.

CI: N°.- 050222716-8

Sofía Cobo M.

CI: No.- 180412806-2

AGRADECIMIENTO

A mis padres Dorita y Emilio por su apoyo día a día, a mis hermanos y hermana por su cariño y al amor de mi vida Angelito.

Agradezco a mi compañera de tesis que gracias a su esfuerzo hemos podido terminar con éxito.

Al Ing. Franklin Silva por su amistad y apoyo.

Diana B.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todas las personas que me ayudaron a lo largo de mi vida, a mis amigos incomparables “mis longuitos”.

A mi amor Ángel Zambrano que ha sido mi apoyo incondicional.

A toda mi familia.

Diana B.

AGRADECIMIENTO

A lo largo de toda mi carrera estudiantil, he recibido la ayuda invaluable de muchas personas, que han aportado con su conocimiento y su apoyo incondicional.

Quiero agradecer en primer lugar a Dios porque gracias a él, he logrado todo lo que hasta hoy me he propuesto.

A mis padres, que sin ellos y sin su apoyo no hubiera podido subir un nuevo peldaño en mi vida.

A la Escuela Politécnica del Ejército, por todos los conocimientos que nos brindan a lo largo de toda nuestra carrera estudiantil, especialmente a los Ingenieros Franklin Silva y Marcelo Silva por su acertada dirección y recomendaciones durante el desarrollo del proyecto.

A todos mis amigos y amigas, su compañía me ayudó a sobrellevar todos los problemas durante este tiempo.

A ese alguien, que con su amor y comprensión ha sido uno de mis mayores apoyos, gracias por haber estado siempre a mi lado.

Sofy C.

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a muchas personas que me apoyaron incondicionalmente.

A mi padre y a mi madre, por darme la vida principalmente, por su amor y comprensión, por haber luchado siempre para que yo tenga lo necesario, sé que nunca terminaré de agradecerles por todo lo que me han dado.

A mi hermano Paúl Sebastián, por estar siempre con una sonrisa para mí.

A mis tías Isabel y Gloria, que más que mis tías han sido mis hermanas mayores, gracias por estar ahí.

También quiero hacer una dedicatoria especial a mi abuelita Diocelina, está en el cielo y sé que desde ahí me va a bendecir siempre, estoy cumpliendo lo que te prometí, voy a ser siempre tu orgullo.

Sofy C.

Capítulo I

1.1	Proceso de Visión Natural	1
1.1.1	La acomodación	2
1.1.2	La adaptación	3
1.1.3	El campo visual	3
1.2	La pérdida de visión	4
1.3	Sustitución de los sentidos	6
1.3.1	Sentido del tacto	7
1.4.	Lenguaje Braille	8
1.4.1	¿Quiénes utilizan Braille	13
1.5	Las limitaciones del alfabeto táctil	13
1.6	Labview	14
1.6.1	Programación gráfica con Labview	16
1.6.2	Entorno labview	16
1.6.3	Aplicaciones de Labview	17
1.7	Conector DB9	17
1.8	Interfaz de comunicación	19
1.9	Estándar RS-232	20
1.10	El Código Ascii	21

Capítulo II

2.1	Antecedentes	23
2.2	Prototipo de Display Táctil	24
2.2.1	Hardware	24
2.2.1.1	Circuito Electrónico	27
2.2.2.	Software del sistema	30
2.2.2.1	Programación del microcontrolador Pic 16F628A	31
2.2.2.2	Programa Ejecutable con Labview	36
2.2.3	Funcionamiento del sistema	40
2.2.4	Descripción física del circuito	40

Capítulo III

3.1	Funcionamiento por medio de impulsos eléctricos	43
3.1.1	Principio de Funcionamiento	44
3.2	Funcionamiento por medio de Actuadores termoneumáticos.	46
3.3	Funcionamiento utilizando Polímeros	48
3.3.1	Polímeros como actuadores Mecánicos	48
3.3.2	Principio de Funcionamiento	49
3.4	Funcionamiento por Actuadores Electromecánicos	51
3.4.1	Principio de Funcionamiento	52

Capítulo IV

4.1	Hardware Pac Mate	53
4.2	Software Pac Mate	60
4.2.1	Jaws	60
4.3	Programa de Interacción entre usuarios y pac Mate con	62

Capitulo V

5.1	Pruebas experimentales	67
5.2	Análisis de Resultados	68

Capítulo VI

6.1	Conclusiones	69
6.2	Recomendaciones	70

		72
--	--	-----------

Referencias

Bibliografía	75
---------------------	-----------

Anexo A	76
----------------	-----------

Anexo B	83
----------------	-----------

Anexo C	90
----------------	-----------

Anexo D	95
----------------	-----------

Índice de Figuras

Fig.1	Partes del ojo	1
Fig.2	Gráfica Adaptación vs Tiempo	3
Fig.3	Campos Visuales	4
Fig.4	Celda Braille y sus dimensiones	9
Fig.5	Alfabeto Braille	10
Fig.6	Vocales Acentuadas	11
Fig.7	Signos de puntuación	12
Fig.8	Conector DB9	18
Fig.9	Niveles de voltaje en RS-232	21
Fig.10	Diagrama de potencia para activar la bobina del relé	26
Fig.11	Diagrama de control de la celda braille	26
Fig.12	Pistas de la placa	28
Fig.13	Ubicación de los elementos en la placa	28
Fig.14	Montaje de elementos en la placa	29
Fig.15	Ubicación de relés en las placas	29
Fig.16	Microcontrolador Pic 16F6628A	30
Fig.17	Panel Frontal	37
Fig.18	Diagrama de bloques	40
Fig.19	Vista Superior del prototipo	42

Fig.20	Vista Lateral del prototipo	42
Fig.21	Forma de onda de la corriente de estimulación	45
Fig.22	Disposición de actuadores Termoneumáticos	47
Fig.23	Esquema de un actuador electroquimiomecánico	49
Fig.24	Papel Electrónico Braille	51
Fig.25	Arreglo Matricial	52
Fig.26	Pac Mate	54
Fig.27	Computador y Pac Mate	55
Fig.28	Partes del Pac Mate	57
Fig.29	Freedom Scintific	59
Fig.30	Pac Mate	60
Fig.31	Panel Frontal	63
Fig.32	Partes del case	64
Fig.33	Diagrama de bloques	66

Índice de Tablas

Tabla 1	Especificaciones de pines conector DB9	18
Tabla 2	Tabla de verdad para codificación hexadecimal	32
Tabla 3	Comparación de levantamiento de pivotes entre equipos	62

RESUMEN

En los últimos años, varios métodos se han propuesto para producir sensaciones táctiles, existiendo una gran variedad de tecnologías disponibles y otras tantas se encuentran en etapa de investigación y desarrollo.

Dichos sistemas consisten en generar por medios alternativos sensaciones táctiles, percibidas normalmente por un individuo al tocar o frotar superficies de distintas texturas y formas.

Un display táctil es un dispositivo que presenta información al usuario estimulando los receptores nerviosos de la piel.

Existen numerosos dispositivos que utilizan diferentes medios para lograr ese estímulo, por ejemplo: la temperatura, la electricidad, el aire comprimido o la variación mecánica.

El prototipo desarrollado consta de tres placas, la primera que abarca la parte de control, es decir la tarjeta con el pic 16F628A, la segunda con la disposición de 4 relés y la tercera con 2 relés.

El prototipo se comunica al computador a través del puerto serial RS 232 para realizar la transmisión de datos y su visualización en el software labview.

INTRODUCCIÓN

Debido al constante avance tecnológico, se hace indispensable innovar recursos y mejorar la calidad de vida de personas discapacitadas, permitiéndoles acceder a la información de una manera más simple y rápida.

Pudiendo alcanzar este objetivo con la ayuda de dispositivos electrónicos que permiten tener información en formato digital, disminuyendo el uso de papel y evitando así su consumo excesivo.

Para las personas con discapacidad visual estos avances tecnológicos son de gran utilidad, brindando así la posibilidad de familiarizarse con nuevas alternativas de aprendizaje en el lenguaje braille.

Tomando en cuenta lo descrito anteriormente el proyecto se lo ha dividido en 6 capítulos.

En el capítulo I, se desarrolla el marco teórico referente al proyecto, lenguaje braille y teoría de operación del prototipo.

En el capítulo II, diseño e implementación, se presenta las etapas del desarrollo del prototipo.

En el capítulo III, se realiza un breve análisis de las diferentes formas de realizar una matriz táctil.

En el capítulo IV, se expone la información del Display táctil tomado como referencia del proyecto.

En el capítulo V, se muestran los resultados obtenidos, las pruebas experimentales y los procedimientos realizados para alcanzar nuestros objetivos.

Finalmente el capítulo VI se expone las conclusiones y recomendaciones recopiladas a lo largo de la ejecución del proyecto, las mismas que podrán aportar al desarrollo de trabajos similares.

CAPITULO I

FUNDAMENTOS

1.1.PROCESO DE VISION NATURAL

A nuestro alrededor ocurren miles de eventos que demuestran lo maravilloso y cambiante que es el mundo que nos rodea.

La capacidad de recibir información del entorno ha permitido al ser humano explorar y descubrir nuevos caminos de progreso y desarrollo.

Los órganos sensoriales son los responsables de captar y transmitir esta información, cada sentido se desarrolla merced a un órgano sensorial especializado en la recepción de una sola clase de sensación, para la que posee receptores específicos. La información recogida por cada uno de estos órganos sensoriales llega al cerebro y se hace consciente en la corteza cerebral, en una zona o área determinada.

Aunque el ojo es denominado a menudo el órgano de la visión, en realidad, el órgano que efectúa el proceso de la visión es el cerebro; la función del ojo es traducir las vibraciones electromagnéticas de la luz en un determinado tipo de impulsos nerviosos que se transmiten al cerebro a través del nervio óptico. (Véase figura 1)

El mecanismo de formación de imágenes visuales se inicia en el momento que el globo ocular recibe un estímulo lumínico. Desde ese instante ocurren una serie de eventos como los que se describe a continuación:

- “El estímulo lumínico es concentrado por la cornea, ingresando al ojo por la pupila. La cantidad de luz que penetra es regulada por la contracción o

relajación de las fibras musculares que se encuentran en el iris y que actúan como un diafragma.

- Los rayos luminosos atraviesan el humor acuoso, pasan por la pupila y se concentran en el cristalino, que funciona como un lente. Con solo acomodar su curvatura, el cristalino permite enfocar objetos que se encuentran a diferentes distancias.
- Luego, los rayos de luz atraviesan el humor vítreo y se proyectan en la retina. En la retina se forma una imagen de menor tamaño e invertida, que es transformada en impulsos nerviosos por los conos y los bastones”^[1]

De esta manera, la información se transmite a través de los nervios ópticos hasta el cerebro, donde se produce e interpreta la sensación visual.

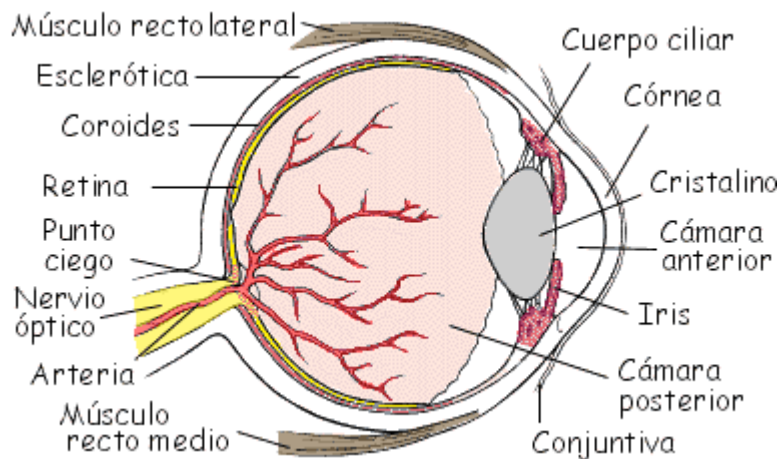


Figura 1. Partes del ojo

1.1.1 LA ACOMODACIÓN

Se llama acomodación a la capacidad del ojo para enfocar automáticamente objetos situados a diferentes distancias. Esta función se lleva a cabo en el

cristalino que varía su forma al efecto. Pero esta capacidad se va perdiendo con los años debido a la pérdida de elasticidad que sufre; es lo que se conoce como presbicia o vista cansada y hace que aumente la distancia focal y la cantidad de luz mínima necesaria para que se forme una imagen nítida.

1.1.2 LA ADAPTACIÓN

La adaptación es la facultad del ojo para ajustarse automáticamente a cambios en los niveles de iluminación. Se debe a la capacidad del iris para regular la abertura de la pupila y a cambios fotoquímicos en la retina. Para pasar de ambientes oscuros a luminosos el proceso es muy rápido pero en caso contrario es mucho más lento; como se puede visualizar en la figura 2, que muestra la gráfica de adaptación vs tiempo en ambos casos. Al cabo de un minuto se tiene una adaptación aceptable. A medida que pasa el tiempo, vemos mejor en la oscuridad y a la media hora ya vemos bastante bien. La adaptación completa se produce pasada una hora.

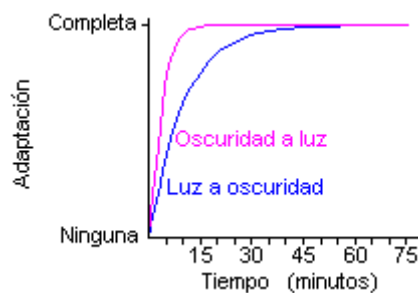


Figura 2: Grafico Adaptación Vs Tiempo

1.1.3 EL CAMPO VISUAL

Cada ojo ve aproximadamente 150° sobre el plano horizontal y con la superposición de ambos se abarcan los 180° . Sobre el plano vertical sólo son unos 130° , 60° por encima de la horizontal y 70° por debajo. (Véase figura 3)

“El campo visual de cada ojo es de tipo monocular, sin sensación de profundidad, siendo la visión en la zona de superposición de ambos campos del tipo binocular. La sensación de profundidad o visión tridimensional se produce en el cerebro cuando este superpone e interpreta ambas imágenes”. [2]

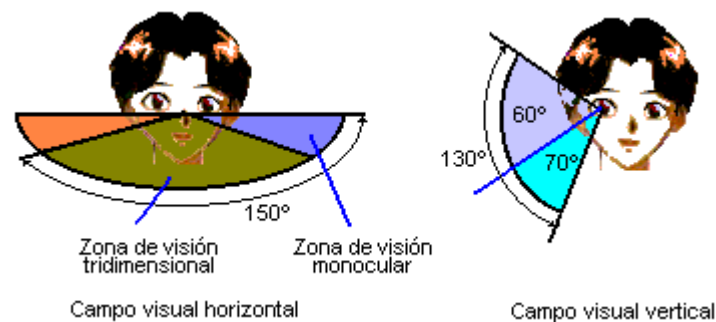


Figura 3: Campos Visuales

1.2 LA PÉRDIDA DE VISIÓN

La ceguera es, sin duda, una de las discapacidades sensoriales con más consecuencias negativas en la vida cotidiana de quienes la padecen.

Causas comunes

Los cambios y problemas visuales pueden ser causados por muchas afecciones diferentes. Algunos abarcan:

- **Presbiopía:** dificultad para enfocar objetos que están cerca. A menudo, se vuelve notoria de los 40 a los 45 años.

- **Cataratas:** una opacidad sobre el cristalino del ojo que conduce a tener una visión pobre en la noche y sensibilidad al resplandor. La visión en el día también se ve finalmente afectada.
- **Glaucoma:** aumento de la presión en el ojo, que ocasiona visión defectuosa en la noche, puntos ciegos y pérdida de la visión en cualquiera de los lados. Es una causa importante de ceguera. El glaucoma puede presentarse gradual o súbitamente; en este último caso, es una emergencia.
- **Retinopatía diabética:** esta complicación de diabetes puede llevar a sangrado dentro de la retina y es otra causa común de ceguera.
- **Degeneración macular:** pérdida de la visión central, visión borrosa, visión distorsionada y los colores aparecen desvanecidos. Ésta es la mayor causa de ceguera en personas de más de 60 años.
- **Moscas volantes:** pequeñas partículas que flotan a través del ojo. Aunque a menudo son breves e inofensivas, pueden ser un signo de desprendimiento de la retina.
- **Desprendimiento de la retina** cuyos síntomas incluyen: moscas volantes, destellos de luz a través del campo visual o una sensación de una sombra o cortina que cuelga en un lado del campo visual.
- **Neuritis óptica:** inflamación del nervio óptico debido a una infección o esclerosis múltiple. Se puede sentir dolor al mover el ojo o tocarlo a través del párpado.
- **Arteritis temporal:** inflamación de una arteria en el cerebro que suministra sangre al nervio óptico.
- **Cefalea:** puntos de luz, halos o patrones en zig-zag son síntomas comunes antes de comenzar el dolor de cabeza.

Otras causas potenciales de cambios en la visión incluyen: fatiga, exposición exagerada al aire libre (visión borrosa reversible o temporal) y muchos medicamentos.

“Los medicamentos que pueden afectar la visión abarcan: anticolinérgicos, antihistamínicos, derivados digitálicos (temporal), algunas pastillas para la hipertensión arterial (guanetidina, reserpina y diuréticos tiazídicos), indometacina, fenotiacinas (como Compazine para náuseas, Thorazine y Stelazine para la esquizofrenia), medicamentos para la malaria, etambutol (para la tuberculosis) y muchos otros”^[3]

1.3 SUSTITUCIÓN DE LOS SENTIDOS

La sustitución sensorial es definida como el empleo de un sentido (en este caso el tacto), para recibir información que normalmente recibiría otro sentido (en este caso la visión).

- **Sentido táctil-kinestésico**

Se le llama sentido de la "piel". Un compromiso activo con el medio y con los objetos de él, depende del sentido táctil-kinestésico, el cual está provocado por estímulos mecánicos, térmicos y químicos. Las manos y otras partes del cuerpo pueden accionar, tomar, empujar, frotar y levantar a fin de obtener información. “El uso de los músculos kinestésicamente, a través del movimiento o el manipuleo de objetos o materiales, da la más comprensiva y precisa información cuando uno no puede usar el sentido de la visión”^[4]

- **Sentido auditivo**

El sentido auditivo funciona a través de terminaciones nerviosas que están profundamente ubicadas dentro del oído interno y rodeadas de líquidos. El estímulo a través del sentido del oído es más difícil durante los primeros

meses de vida porque el área receptiva auditiva está ubicada profundamente dentro del centro del cerebro. Aunque el infante puede mostrar respuestas involuntarias al sonido, la verdadera discriminación y reconocimientos de los mismos no son posibles hasta después de varios meses de nacer. Pronto puede imitar sonidos especialmente la voz humana. Esta imitación es un proceso importante, ya que la información que llega al cerebro a través del sentido del oído forma la base para el desarrollo del futuro lenguaje y su emisión

- **Sentidos olfativos y gustativos.**

Estos estímulos reaccionan más rápidamente a las cualidades químicas del ambiente. La información recibida a través del sentido del olfato es muy diferente de la información recibida del gusto, aun siendo respuesta al mismo estímulo.

El sentido del gusto (sin olfato) da poca información específica acerca del sabor en un comienzo, pero da una amplia variedad de conocimiento sobre textura, contorno y tamaño a través de la punta de la lengua y los costados de la boca. La punta de la boca se considera la más sensitiva de todas las terminaciones nerviosas del cuerpo.

1.3.1 SENTIDO DEL TACTO

Es uno de los cinco sentidos de los seres humanos y de otros animales. A través del tacto, el cuerpo percibe el contacto con las distintas sustancias, objetos, etc. Los seres humanos presentan terminaciones nerviosas especializadas y localizadas en la piel, que se llaman receptores del tacto y pueden ser de dos tipos: corpúsculos de Meisner y discos de Merkel.

Estos receptores se estimulan ante una deformación mecánica de la piel y transportan las sensaciones hacia el cerebro a través de fibras nerviosas. Los receptores se encuentran en la epidermis, que es la capa más externa de la piel, y están distribuidos por todo el cuerpo de forma variable, por lo que aparecen zonas con distintos grados de sensibilidad táctil en función de los números de receptores que contengan.

“Existe una forma compleja de receptor del tacto en la cual los terminales forman nódulos diminutos o bulbos terminales; a este tipo de receptores pertenecen los corpúsculos de Paccini, sensibles a la presión, que se encuentran en las partes sensibles de las yemas de los dedos”.^[5] El tacto es el menos especializado de los cinco sentidos, pero a base de usarlo se puede aumentar su agudeza.

1.4 LENGUAJE BRAILLE

El Sistema Braille fue inventado en el siglo XIX por el francés Louis Braille (1809-1852), quien carecía del sentido de la vista.

Los caracteres Braille se forman a partir de la denominada “celda Braille”, la cual consiste en una matriz de 6 puntos. A cada uno de estos puntos se le asocia un número del 1 al 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. En la figura 4 se aprecian las distancias aproximadas entre los 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.

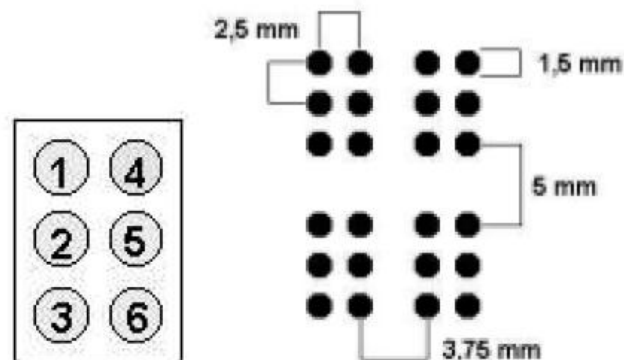


Figura 4: Celda Braille y sus dimensiones

El relieve se consigue perforando con un punzón o mediante máquinas impresoras un papel grueso o cartón ligero ocasionando que la impresión con este método ocupe un gran espacio.

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 pueden tener ligeras variantes de acuerdo al fabricante de la plantilla o a las especificaciones de impresión. En todo caso, estas características implican que los textos en Braille son usualmente de mayores dimensiones y más delicados para manejar, transportar y almacenar que los textos en tinta. Dependiendo de los símbolos usados en el texto, y la presencia de tablas y gráficos, un texto en tinta puede requerir un espacio de 3 a 5 veces mayor en su versión táctil en Braille.

Los caracteres Braille se concatenan en una escritura lineal y mantienen un formato homogéneo, significando esto que, a diferencia del texto usual en tinta, debe usarse una secuencia lineal de caracteres para codificar símbolos y formatos especiales como tildes, letras griegas, cursivas, y otros frecuentes en matemática, como integral, sumatoria, superíndices, subíndices y arreglos matriciales. Dada la diversidad de caracteres y formatos usuales en tinta, al transcribirlos a Braille se hace necesario en algunos casos usar más de una celda.

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 estas contracciones se denomina *estenografía* o *Braille grado 2*, mientras que el que no usa contracciones se denomina *Braille grado 1*.

Es importante destacar que no es un idioma, sino un código, por lo tanto, las particularidades y la sintáxis son las mismas que para los caracteres visuales. La celda normal de seis puntos, permite tan solo 64 combinaciones distintas, lo que es claramente insuficiente para representar los diferentes tipos de letras, números, símbolos y signos existentes de cada idioma, por ello idéntica posición de los puntos puede tener significados diversos.

Para evitar confusiones, el Braille de seis puntos emplea unos signos especiales o símbolos dobles que colocados delante de una letra minúscula convierte a esta en mayúscula, bastardilla o número.

En la figura 5 se ven varios grupos de caracteres Braille para el idioma español. Además de éstos, pueden encontrarse notaciones matemáticas, signos de puntuación, tildes, letras griegas, etc.

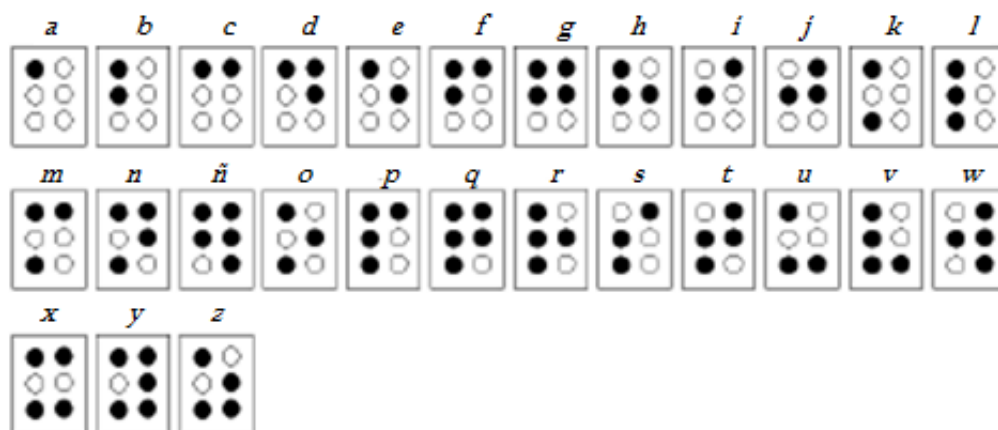


Figura 5: Alfabeto Braille

Vocales Acentuadas.

Como es imposible colocar una tilde encima de los puntos correspondientes a las vocales acentuadas se tuvo que inventar un nuevo símbolo para cada una de ellas; así se lo muestra en la figura 6.

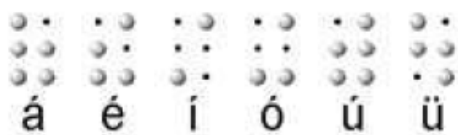
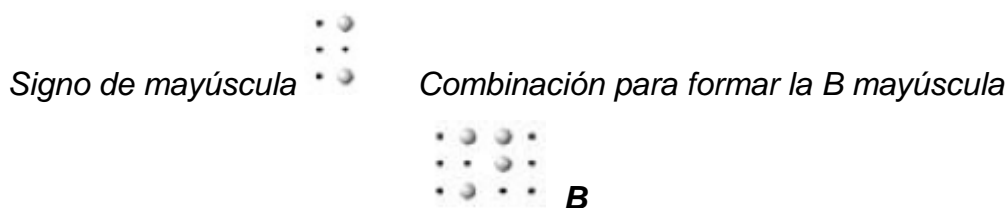


Figura 6: Vocales Acentuadas

Símbolos Dobles.

“Por la insuficiencia de los símbolos resultantes al combinar los 6 puntos del signo generador, se consideran los llamados símbolos dobles, los mismos que anteceden a una letra haciéndola mayúscula”^[6]. Por ejemplo:



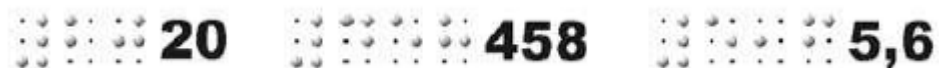
Otro de los símbolos dobles que utilizamos representa los números.



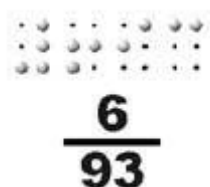
Números.

Los números se forman utilizando las primeras letras del alfabeto, desde la “a” hasta la “j”, que representan los números del 1 al 0, precedidas por el signo de número.

A continuación se muestra algunos ejemplos de la combinación para formar números:



En el caso de los números fraccionarios, el numerador se representa con el mismo conjunto de puntos que el número normal, pero utilizando los cuatro puntos de abajo.



Signos De Puntuación.

La característica principal a lo que se refiere a los signos de admiración, interrogación y comillas no existe diferencia entre los símbolos de abrir y cerrar.

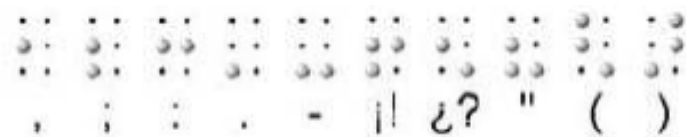


Figura 7.- Signos de Puntuación.

1.4.1 ¿QUIENES UTILIZAN EL BRAILLE?

El Braille es el sistema de lectura y escritura de aquellos deficientes visuales, cuyo resto de visión no alcanza para utilizar el sistema común.

Existe una cierta relación entre la edad y las dificultades del aprendizaje del sistema braille, son razones fisiológicas, pues el tacto no se desarrolla de igual manera en el dedo de un niño que en el dedo de una persona adulta.

Un grupo en el cual el uso del sistema Braille aún es más vital es el de las personas sordo-ciegas, dado que no pueden utilizar la alternativa de escuchar para tener acceso a la información escrita.

Además los profesionales y estudiantes de música con deficiencia visual sería otro grupo que tendría muy difícil al acceso a este sistema; si la notación musical resulta compleja de por sí, sería mucho más difícil colocar en puntos todo una partitura.

1.5 LAS LIMITACIONES DEL ALFABETO TÁCTIL.

Entre las razones principales para que las personas invidentes tarden tanto en disponer de un instrumento para acceder a la información, dejando de lado los prejuicios sociales y sus consecuencias, está el empeño de las personas videntes que están a su lado, de buscar un procedimiento para que puedan utilizar las mismas formas del alfabeto usado por los demás miembros de la sociedad.

Otro motivo proviene de la propia naturaleza del código que en un principio pudiera parecer suficientemente flexible para la fijación de las múltiples facetas de la expresión escrita; se ve en la necesidad de crear caracteres con signos consecutivos o a su vez el empleo de un mismo signo con diferentes significados de acuerdo al contexto que se esté manejando, por obvias

razones esto provoca inestabilidad a lo largo del tiempo y de acuerdo al país en el que se está manejando el sistema.

1.6 LABVIEW(Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench)

LabVIEW es un lenguaje de programación gráfica para el diseño de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control. Labview permite diseñar interfaces de usuario mediante una consola interactiva basada en software. Usted puede diseñar su sistema funcional, su diagrama de bloques o una notación de diseño de ingeniería.

Labview es a la vez compatible con herramientas de desarrollo similares y puede trabajar con programas de otras áreas de aplicación, como por ejemplo Matlab. Tiene la ventaja de que permite una fácil integración con hardware, específicamente con tarjetas de medición, adquisición y procesamiento de datos (incluyendo adquisición de imágenes).

LabVIEW constituye un revolucionario sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos. Las ventajas que proporciona el empleo de LabVIEW se resumen en las siguientes:

- Se reduce el tiempo de desarrollo de las aplicaciones al menos de 4 a 10 veces, ya que es muy intuitivo y fácil de aprender.
- Dota de gran flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.
- Da la posibilidad a los usuarios de crear soluciones completas y complejas.
- Con un único sistema de desarrollo se integran las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.

- El sistema está dotado de un compilador gráfico para lograr la máxima velocidad de ejecución posible.
- Tiene la posibilidad de incorporar aplicaciones escritas en otros lenguajes.

“LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el *lenguaje C* o *BASIC*. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica o *lenguaje G* para crear programas basados en diagramas de bloques” [7]

Para el empleo de LabVIEW no se requiere gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las aplicaciones. Por ello resulta mucho más intuitivo que el resto de lenguajes de programación convencionales.

LabVIEW posee extensas librerías de funciones y subrutinas. Además de las funciones básicas de todo lenguaje de programación, LabVIEW incluye librerías específicas para la adquisición de datos, control de instrumentación VXI, GPIB y comunicación serie, análisis presentación y guardado de datos.

LabVIEW también proporciona potentes herramientas que facilitan la depuración de los programas.

Los programas desarrollados mediante LabVIEW se denominan *Instrumentos Virtuales (VIs)*, porque su apariencia y funcionamiento imitan los de un instrumento real. Sin embargo son análogos a las funciones creadas con los lenguajes de programación convencionales. Los *VIs* tienen una parte interactiva con el usuario y otra parte de código fuente, y aceptan parámetros procedentes de otros *VIs*.

Todos los *VIs* tienen un *panel frontal* y un *diagrama de bloques*. Las *paletas* contienen las opciones que se emplean para crear y modificar los *VIs*.

1.6.1 PROGRAMACIÓN GRÁFICA CON LABVIEW

Cuando usted diseña programas con Labview está trabajando siempre bajo algo denominado VI, es decir, un instrumento virtual, se pueden crear VI a partir de especificaciones funcionales que usted diseñe. Este VI puede utilizarse en cualquier otra aplicación como una subfunción dentro de un programa general. Los VI's se caracterizan por: ser un cuadrado con su respectivo símbolo relacionado con su funcionalidad, tener una interfaz con el usuario, tener entradas con su color de identificación de dato, tener una o varias salidas y por su puesto ser reutilizables.

1.6.2 ENTORNO LABVIEW

La programación G (gráfica) de Labview consta de un panel frontal y un panel de código. En el panel frontal es donde se diseña la interface de usuario y se ubican los controles e indicadores. En el panel de código se encuentran las funciones. Cada control que se utiliza en la interfaz tiene una representación en el panel de código, igualmente los indicadores necesarios para entregar la información procesada al usuario tienen un icono que los identifica en el panel de código o de programación.

Los controles pueden ser booleanos, numéricos, strings, un arreglo matricial de estos o una combinación de los anteriores; y los indicadores pueden ser como para el caso de controles pero pudiéndolos visualizar como tablas, gráficos en 2D o 3D, browser, entre otros.

Las funciones pueden ser VIs prediseñados y que pueden ser reutilizados en cualquier aplicación, estos bloques funcionales constan de entradas y salidas, igual que en un lenguaje de programación estándar las funciones procesan las entradas y entregan una o varias salidas, estos VI pueden también estar conformados de otros subVIs y así sucesivamente, de esta forma se pueden representar como un árbol genealógico donde un VI se relaciona o depende de varios SubVIs.

Labview tiene VIs de adquisición de datos e imágenes, de comunicaciones, de procesamiento digital de señales, de funciones matemáticas simples, hasta funciones que utilizan otros programas como Matlab o HiQ para resolver problemas, otras más complejas como "nodos de fórmula" que se utilizan para la resolución de ecuaciones editando directamente éstas como en lenguajes de programación tradicionales y definiendo las entradas y las salidas. Labview también se puede utilizar para graficar en tres dimensiones, en coordenadas polares y cartesianas, tiene disponibles herramientas para análisis de circuitos RF como la Carta de Smith, tiene aplicaciones en manejo de audio y se puede comunicar con la tarjeta de sonido del computador para trabajar conjuntamente. Entre sus muchas funciones especiales se encuentran las de procesamiento de imágenes, como capturar una imagen a través de una tarjeta de adquisición, analizarla y entregar respuestas que difícilmente otros sistemas realizarían.

1.6.3 APLICACIONES DE LABVIEW

Labview tiene su mayor aplicación en sistemas de medición, como monitoreo de procesos y aplicaciones de control, un ejemplo de esto pueden ser sistemas de monitoreo en transportación, Laboratorios para clases en universidades, procesos de control industrial. Labview es muy utilizado en procesamiento digital de señales (wavelets, FFT, Total Distorsion Harmonic TDH), procesamiento en tiempo real de aplicaciones biomédicas, manipulación de imágenes y audio, automatización, diseño de filtros digitales, generación de señales, entre otras, etc.

1.7 CONECTOR DB9

“El conector **DB9** (originalmente *DE-9*) es un conector analógico de 9 clavijas de la familia de conectores D-Subminiature (D-Sub o Sub-D)”^[8]. (Figura 8)

El conector DB9 se utiliza, principalmente, para conexiones en serie, ya que permite una transmisión asíncrona de datos según lo establecido en la norma RS-232.



Figura 8.- DB9 Hembra y Macho

Clavija	Nombre
1	CD: Detector de transmisión
2	RXD: Recibir datos
3	TXD: Transmitir datos
4	DTR: Terminal de datos lista
5	GND: Señal de tierra
6	DSR: Ajuste de datos listo
7	RTS: Permiso para transmitir
8	CTS: Listo para enviar
9	RI: Indicador de llamada

Tabla 1: Especificación de pines del cable DB9

1.8 INTERFAZ DE COMUNICACIÓN

Comunicación serial.

La comunicación serial es un protocolo muy común para comunicación entre dispositivos que se incluye de manera estándar en prácticamente cualquier computadora. La comunicación serial es también un protocolo común utilizado por varios dispositivos para instrumentación; existen varios dispositivos compatibles con GPIB que incluyen un puerto RS-232. Además, la comunicación serial puede ser utilizada para adquisición de datos si se usa en conjunto con un dispositivo remoto de muestreo.

El concepto de comunicación serial es sencillo. El puerto serial envía y recibe bytes de información un bit a la vez. Aún y cuando esto es más lento que la comunicación en paralelo, que permite la transmisión de un byte completo por vez, este método de comunicación es más sencillo y puede alcanzar mayores distancias.

Típicamente, “la comunicación serial se utiliza para transmitir datos en formato ASCII. Para realizar la comunicación se utilizan 3 líneas de transmisión: (1) Tierra (o referencia), (2) Transmitir, (3) Recibir. Debido a que la transmisión es asincrónica, es posible enviar datos por una línea mientras se reciben datos por otra. Existen otras líneas disponibles para realizar el intercambio de pulsos de sincronización, pero no son requeridas. Las características más importantes de la comunicación serial son la velocidad de transmisión, los bits de datos, los bits de parada, y la paridad” [9]

Para que dos puertos se puedan comunicar, es necesario que las características sean iguales

1.9 ESTÁNDAR RS – 232

El estándar RS232 (Recommended Standard 232, también conocido como Electronic Industries Alliance RS-232C) “es una interfaz que designa una norma para el intercambio serie de datos binarios entre un DTE (Equipo terminal de datos) y un DCE (*Data Communication Equipment*, Equipo de Comunicación de datos), aunque existen otros tipos de equipos en los que también se utiliza la interfaz RS-232 como medio de intercambio de información”^[10].

Existen ocasiones en que interesa conectar otro tipo de equipamientos, como pueden ser computadores. Evidentemente, en el caso de interconexión entre los mismos, se requerirá la conexión de un DTE con otro DTE. Para ello se utiliza una conexión entre los dos DTE sin usar módem, por ello se llama: null módem ó módem nulo.

Comunicación con el estándar RS-232

El estándar RS-232 utiliza una comunicación serial, este un protocolo muy común para comunicación entre dispositivos que se incluye de manera estándar en prácticamente cualquier computadora. La comunicación serial puede ser utilizada para adquisición de datos si se usa en conjunto con un dispositivo remoto de muestreo, para nuestro caso el microcontrolador.

Debido a que la transmisión es asíncrona, es posible enviar datos por una línea mientras se reciben datos por otra. Existen otras líneas disponibles para realizar handshaking, o intercambio de pulsos de sincronización.

La RS-232 define los siguientes valores de voltaje:

- Un “1” lógico es un voltaje comprendido entre -5V y -15V para el transmisor y -3V y -25V en el receptor.

- Un “0” lógico es un voltaje comprendido +5V y +15V en el transmisor y entre +3V y +25V en el receptor.

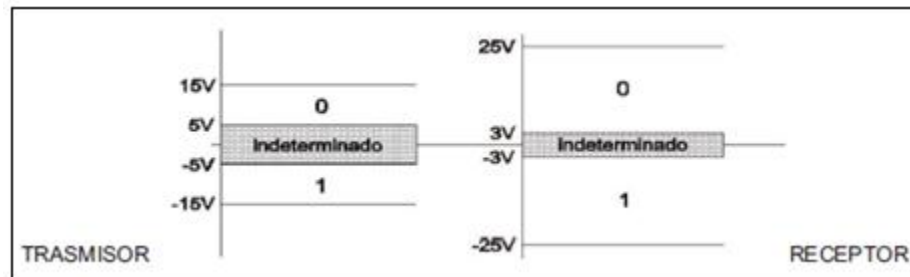


Figura 9.- Niveles de voltaje RS-232

1.10 EL CÓDIGO ASCII

ASCII es una sigla para "American Standard Code for Information Interchange" (Código Standard Norteamericano para Intercambio de Información). Este código fue propuesto por Robert W. Bemer, buscando crear códigos para caracteres alfa-numéricos (letras, símbolos, números y acentos). De esta forma sería posible que las computadoras de diferentes fabricantes lograran entender los mismos códigos.

El ASCII es un código numérico que representa los caracteres, usando una escala decimal del 0 al 127. Esos números decimales son convertidos por la computadora en números binarios para ser posteriormente procesados. Por lo tanto, cada una de las letras que escriba va a corresponder a uno de estos códigos.

“El código ASCII define una relación entre caracteres específicos y secuencias de bits; además de reservar algunos códigos de control para el procesador de textos, y no define ningún mecanismo para describir la estructura o la apariencia del texto en un documento”^[11]

El código ASCII reserva los primeros 32 códigos (numerados del 0 al 31 en decimal) para caracteres de control: códigos no pensados originalmente para representar información imprimible, sino para controlar dispositivos (como impresoras) que usaban ASCII.

Por ejemplo, el carácter 10 representa la función "nueva línea" (line feed), que hace que una impresora avance el papel, y el carácter 27 representa la tecla "escape" que a menudo se encuentra en la esquina superior izquierda de los teclados comunes.

CAPITULO II

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

2.1 ANTECEDENTES

El acceso a información impresa en texto de las personas ciegas suele ser a través de libros en Braille, o bien por sistemas que escanean y sintetizan voz. El acceso a gráficos es más complejo, ya que la transcripción no es automática. Éstos suelen hacerse de forma manual con papel deformable y punteros, o bien con moldes o técnicas de deposición para volúmenes de producción grandes.

El inconveniente de estos métodos es que son caros y lentos. Además, los gráficos táctiles o el Braille en papel se deterioran rápidamente y ocupan mucho espacio, por lo que su almacenamiento y portabilidad son muy limitados.

Disponer de una pantalla táctil, es decir un equivalente a la pantalla visual donde los píxeles son sustituidos por unidades que estimulan el tacto, es un sueño que podría mejorar en gran medida el acceso a la información de las personas ciegas.

El problema fundamental de desarrollar un sistema de este tipo es el costo, ya que estos se basan principalmente en celdas piezoeléctricas o en solenoides en miniatura.

La pantalla Braille muestra la información enviada a ella, elevando los puntos en una superficie plana, la persona que la está utilizando adquiere esta información por medio de la yema de sus dedos generando una imagen mental de la frase, letra o símbolo que se está proyectando; además con el conocimiento de lenguaje braille en una persona ciega, la información mostrada en la pantalla será de mayores beneficios.

El objetivo de este proyecto está basado en la enseñanza del lenguaje Braille a personas con discapacidad visual, de esta forma incluirlas de mejor manera al medio en el que nos desenvolvemos y que todo a su vez es información, información que ahora puede ser percibida y puesta a disposición de la persona invidente.

El proyecto que se está desarrollando está basado en una pantalla con un arreglo matricial de 6 puntos, que son percibidos por el nivel de intensidad en una zona específica; razón que nos limitaría a la lectura de un carácter a la vez; pero el propósito es dejar una ventana al desarrollo y ampliación de conocimientos en este campo; por ejemplo de superar este problema, poder leer varias líneas a la vez e incluso poder mostrar gráficos refrescables en la pantalla.

2.2 PROTOTIPO DE DISPLAY TÁCTIL

2.2.1 HARDWARE

Este dispositivo que es el prototipo del proyecto, será manejado por las personas no videntes reemplazando los caracteres impresos en el papel braille.

Este prototipo consta de dos partes:

CUBIERTA.- La forma y tamaño fue creado para la comodidad de la persona discapacitada visual y las limitaciones que presenta este prototipo, es decir su tamaño y sus componentes. En la parte superior, se realizaron orificios equidistantes entre sí, formando una matriz de 2x3, es decir se mostrara un carácter a la vez.

CIRCUITO ELECTRÓNICO.- Esta compuesta por relés de 12V, transistores, diodos, resistencias, cables de acero para cada uno de los pivotes.

Cada uno de estos elementos ha sido elegido de acuerdo a su voltaje, consumo de corriente y disipación de potencia; además el efecto electromagnético que activa la bobina del relé hará que los pivotes suban y bajen.

Específicamente lo que hace esta parte del prototipo es recibir el 1L o el 0L, enviado del Microcontrolador, esta señal llega al circuito que cumple con la función de switch, haciendo llegar los 12 VDC al relé, el mismo que realizará el levantamiento del pivote respectivo.

La función del switch es realizada por un transistor 3904 NPN, con la ayuda de un diodo 1N402 y una resistencia de 2.1 K Ω ; la señal llega a la base del transistor a través de la resistencia y lo satura, este al hacerlo permite que la tierra conectada al emisor conmute y sea la tierra de la fuente externa de 12VDC que logre activar al relé.

El diagrama de Potencia se lo muestra en la fig. 10

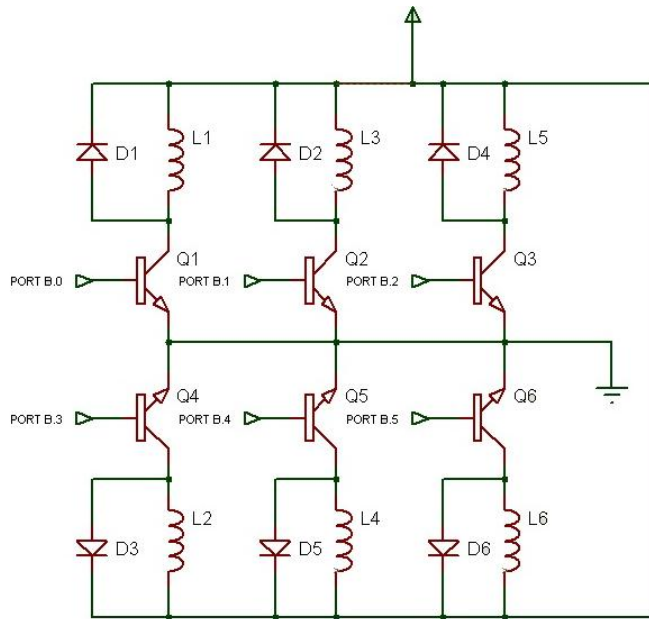


Figura 10. Diagrama de potencia para activar bobina de relés.

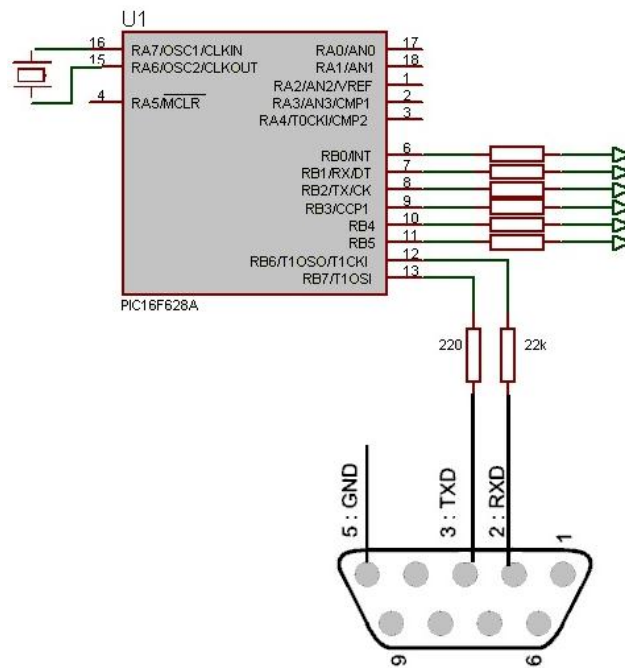


Figura 11. Diagrama de Control de la celda Braille.

Materiales.- Para la implementación del prototipo se analizó cada uno de los elementos a utilizar, comparando sus voltajes, corrientes máximas y disipación de potencia; dimensionándolos de acuerdo a las necesidades a cubrir se optó por los siguientes.

- Pic 16F628A
- 1 Oscilador de Cristal de 4MHz
- 1 resistencia de 22K Ω
- 1 resistencia 220 Ω
- 1 zócalo para microcontrolador.
- 6 relés de 12 V.
- 6 transistores 2N3904 (NPN)
- 6 diodos 1N4002
- 6 resistencias de 2.2 K Ω .
- 1 conector DB9 hembra.
- 6 cables multifilar de acero.
- Pega de secado rápido
- 12 borneras
- Fuente de 5 Vdc Y 12 Vdc.
- Cable multipar
- Conectores J11

2.2.1.1. CIRCUITO ELECTRÓNICO

El circuito electrónico recibe el dato 0L o 1L, los puntos con 1L, corresponden a los pulsos TTL, es decir 5 V, y una corriente máxima de 25 mA, provenientes de la salida del pic 16F628A. Esta señal llega al circuito que cumple la función del switch, haciendo llegar al relé correspondiente un voltaje de 12Vdc, lo que permite el levantamiento del pivote.

Diagramas del circuito

A continuación se incluye el diagrama de la placa del circuito, como se observa en la figura 9., mientras que en las figuras 12, 13 y 14 se muestran la disposición de los elementos en la misma.

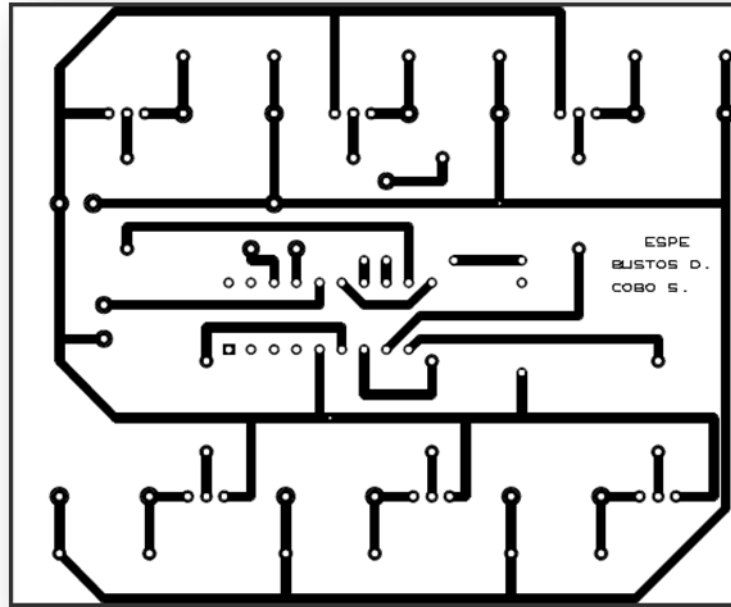


Figura 12. Pistas de la placa

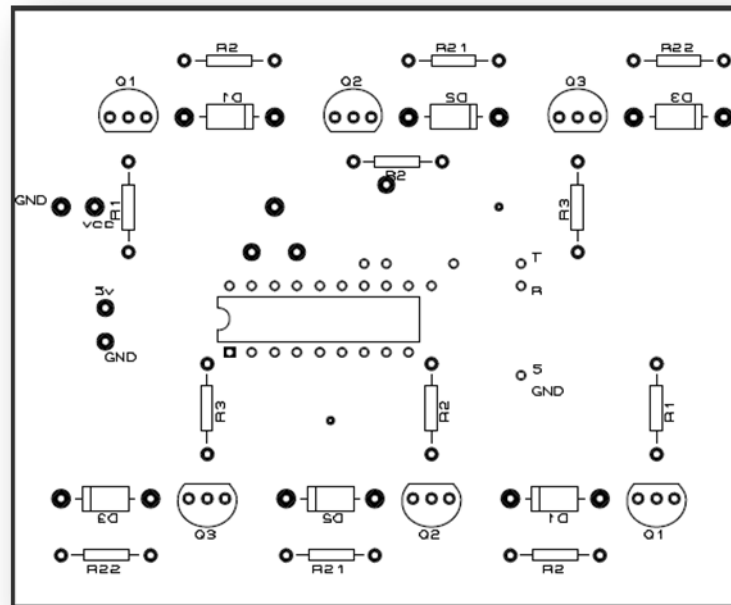


Figura 13.- Ubicación de elementos en la placa.

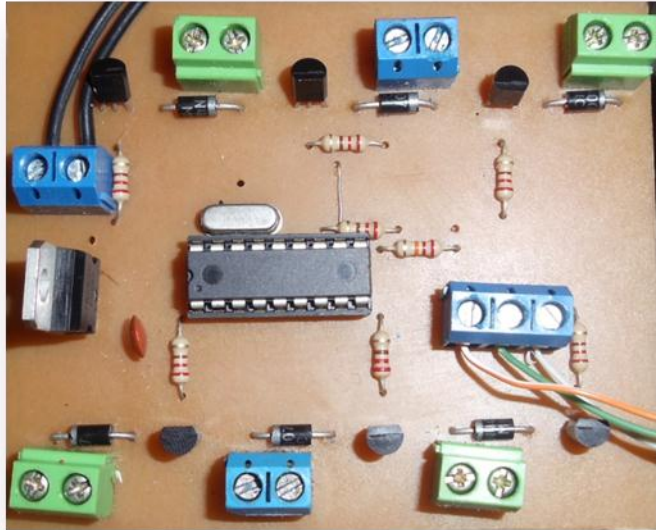


Figura 14.- Montaje de la placa

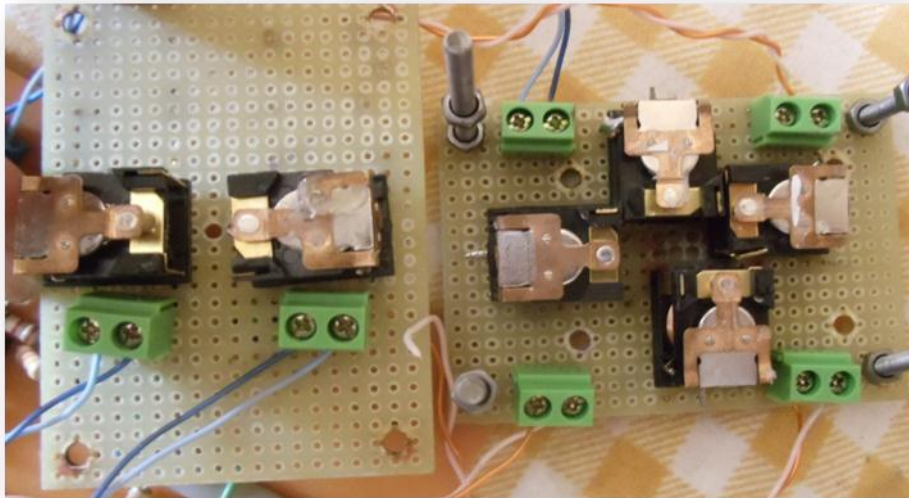


Figura 15.- Ubicación de relés en las 2 placas.

2.2.2 SOFTWARE DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA

El software del sistema está compuesto de dos programas.

- Programa del Pic 16F628A (Microcode)
- Programa ejecutable para transmisión de datos (Labview)

Microcontrolador.

El microcontrolador es un circuito integrado programable que contiene todos los componentes de un computador. Se emplea para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y, debido a su reducido tamaño, suele ir incorporado en el dispositivo que lo gobierna. (Véase la figura 16)

Microcontrolador Pic 16F628A

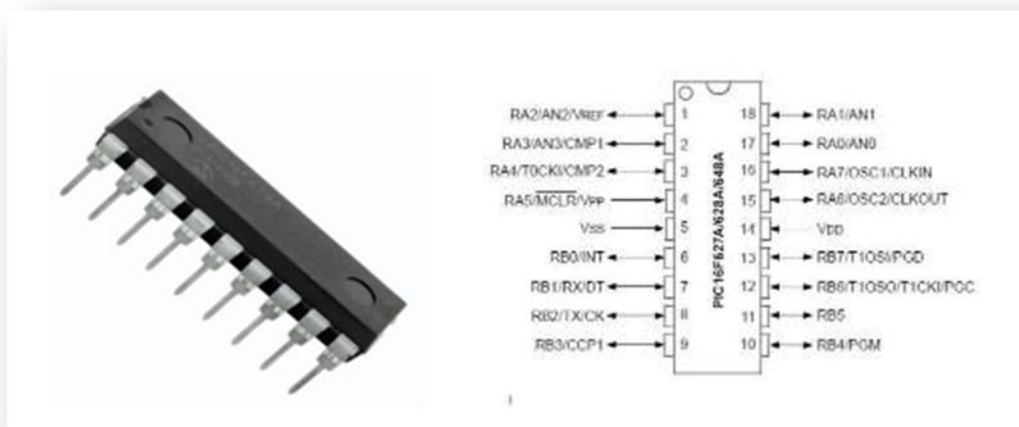


Figura 16.- Microcontrolador Pic 16F628A

Características principales:

- Encapsulado PDIP de 18 pines
- Memoria de programa: 2048 localidades de 14 bits
- Memoria de datos: RAM de 224 bytes (8 bits por registro)
- Memoria EEPROM: 128 bytes (8 bits por registro)
- Oscilador interno de 4MHz
- Oscilador externo de 20 Mhz
- Stack de 8 niveles
- 16 Terminales de I/O que soportan corrientes de hasta 25 mA
- 1 Temporizadores de 16 bits y 2 Temporizador de 8 bits
- Módulos de comunicación serie, comparadores, PWM

2.2.2.1. PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR PIC 16F628A

Tabla de Datos Codificado

La tabla 2 muestra la codificación de las letras del alfabeto en números hexadecimales, los mismos que forman parte de la programación en el PIC 16F628A.

Letra	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	
Blanco	0	0	0	0	0	0	00
a	1	0	0	0	0	0	20
b	1	1	0	0	0	0	30
c	1	0	0	1	0	0	24
d	1	0	0	1	1	0	26
e	1	0	0	0	1	0	22
f	1	1	0	1	0	0	34
g	1	1	0	1	1	0	36
h	1	1	0	0	1	0	32
i	0	1	0	1	0	0	14
j	0	1	0	1	1	0	16
k	1	0	1	0	0	0	28
l	1	1	1	0	0	0	38
m	1	0	1	1	0	0	2 C
n	1	0	1	1	1	0	2 E
o	1	0	1	0	1	0	2 A
p	1	1	1	1	0	0	3 C
q	1	1	1	1	1	0	3 E
r	1	1	1	0	1	0	3 A
s	0	1	1	1	0	0	1 C
t	0	1	1	1	1	0	1 E
u	1	0	1	0	0	1	29
v	1	1	1	0	0	1	39
w	0	1	0	1	1	1	17
x	1	0	1	1	0	1	2 D
y	1	0	1	1	1	1	2 F
z	1	0	1	0	1	1	2 B

1	4
2	5
3	6

Posiciones del código Braille

Tabla 2.- Tabla de verdad

Programa para codificación Ascii y presentación de datos.

El programa a continuación es el utilizado en el Pic 16F628A, lo que hace es recibir el dato codificado, compararlo con sus datos y enviar uno nuevo, por el puerto B del microcontrolador.

!*****

```
Name   : transmision.BAS           *
Author : [Bustos, Cobo]           *
Notice : Copyright (c) 2011 [select VIEW...EDITOR OPTIONS] *
: All Rights Reserved             *
Date   : 21/01/2011               *
Version : 1.0                     *
Notes  :                           *
```

!*****

```
include "modedefs.bas"

dat var BYTE

trisb=%10000000

inicio:

serin portb.7,N2400,dat

'lookup
letra,[ $ff,$20,$30,$24,$26,$22,$34,$36,$32,$14,$16,$28,$38,$2C,$2E,$2A,$3C
,$3E,$3A,$1C,$1E,$29,$39,$17,$2D,$2F,$2B],ts

'portb=ts
```

if dat == "a" then portb = \$20
if dat == "b" then portb = \$30
if dat == "c" then portb = \$24
if dat == "d" then portb = \$26
if dat == "e" then portb = \$22
if dat == "f" then portb = \$34
if dat == "g" then portb = \$36
if dat == "h" then portb = \$32
if dat == "i" then portb = \$14
if dat == "j" then portb = \$16
if dat == "k" then portb = \$28
if dat == "l" then portb = \$38
if dat == "m" then portb = \$2C
if dat == "n" then portb = \$2E
if dat == "o" then portb = \$2A
if dat == "p" then portb = \$3C
if dat == "q" then portb = \$3E
if dat == "r" then portb = \$3A
if dat == "s" then portb = \$1C
if dat == "t" then portb = \$1E
if dat == "u" then portb = \$29
if dat == "v" then portb = \$39
if dat == "w" then portb = \$17

```
if dat == "x" then portb = $2D
if dat == "y" then portb = $2F
if dat == "z" then portb = $2B
if dat == " " then portb = $00
if dat == ", " then portb = $10
if dat == ";" then portb = $18
if dat == ":" then portb = $12
if dat == "." then portb = $08
if dat == "-" then portb = $09
if dat == "!" then portb = $1A
if dat == " ¿?" then portb = $11
if dat == "" then portb = $19
if dat == "(" then portb = $31
if dat == ")" then portb = $0E
```

```
pause 500
```

```
serout portb.6,N2400,["Recibi"]
```

```
goto inicio
```

```
end
```


2.2.2.2. PROGRAMA EJECUTABLE CON LABVIEW

Panel Frontal

Se trata de la interfaz gráfica del VI con el usuario. Esta interfaz recoge las entradas procedentes del usuario y representa las salidas proporcionadas por el programa. Un panel frontal está formado por una serie de botones, pulsadores, potenciómetros, gráficos, etc.

Cada uno de ellos puede estar definido como un control o un indicador. Los primeros sirven para introducir parámetros al VI, mientras que los indicadores se emplean para mostrar los resultados producidos, ya sean datos adquiridos o resultados de alguna operación.

Descripción del panel frontal.

En los iconos a continuación se indica una descripción de la función que cada uno realiza en el panel frontal.



Num Ctrl Numeric – Para la introducción y visualización de cantidades numéricas



Ring – Para visualizar y/o seleccionar una lista de opciones.



String – Para la entrada y visualización de texto.



Decorations – Para introducir decoraciones en el panel frontal. No visualizan datos.



Boolean – Para la entrada y visualización de valores booleanos.

La figura 17, muestra la interfaz de usuario, la misma que permite elegir un tipo de documento previamente creado; indica además el caracter que se está generando en el prototipo y la velocidad de transición entre los mismos.



Figura 17.- Panel Frontal

Diagrama de Bloques.

El diagrama de bloques constituye el código fuente del VI. En el diagrama de bloques es donde se realiza la implementación del programa del VI para controlar o realizar cualquier procesado de las entradas y salidas que se crearon en el panel frontal.

El diagrama de bloques incluye funciones y estructuras integradas en las librerías que incorpora LabVIEW. En el lenguaje G las funciones y las

estructuras son nodos elementales. Son análogas a los operadores o librerías de funciones de los lenguajes convencionales.

Descripción de Diagrama de bloques

En los iconos a continuación se indica una descripción de la función que cada uno realiza en el diagrama de bloques.

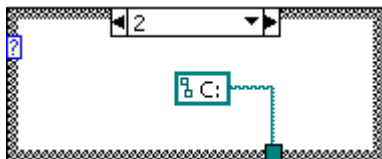
Numeric



Numeric – Muestra funciones aritméticas y constantes numéricas.



Ring – Para visualizar y/o seleccionar una lista de opciones.



Usaremos la estructura Case en aquellas situaciones en las que el número de alternativas disponibles sean dos o más. Según el valor que tome el selector dentro de los n valores posibles, se ejecutará en correspondencia uno de los n subdiagramas.



Se abre un archivo existente, crea un nuevo archivo, o reemplaza un archivo existente, mediante programación o de forma interactiva mediante un cuadro de diálogo de archivo.



Lee un número especificado de caracteres o líneas de un archivo de secuencia de bytes esta función no funciona para los archivos dentro de un LLB.



Espera hasta que el valor del temporizador de milisegundos se convierte en un múltiplo de los milisegundos especificados. Utilizar esta función

para sincronizar las actividades. Usted puede llamar a esta función en un bucle para controlar la velocidad de ejecución del bucle. Sin embargo, es posible que el período de primer bucle pudiera ser breve.



String – Muestra funciones para manipular cadenas de caracteres, así como constantes de caracteres.



Inicializa el puerto serie especificado por el nombre de visado de recursos para la configuración especificada.



Escribe los datos del buffer de escritura en el dispositivo o interfaz especificada por el nombre de visado de los recursos



Convierte caracteres numéricos en cadena.



Devuelve la subcadena de la cadena de entrada a partir de offset y la longitud que contiene el número de caracteres



Devuelve verdadero si x es igual a y. de lo contrario, esta función devuelve false puede cambiar el modo de comparación de esta función.



Boolean – Para la entrada y visualización de valores booleanos.



Cierra una sesión de un dispositivo o evento objeto especificado

La figura indica la programación usada para la interfaz.

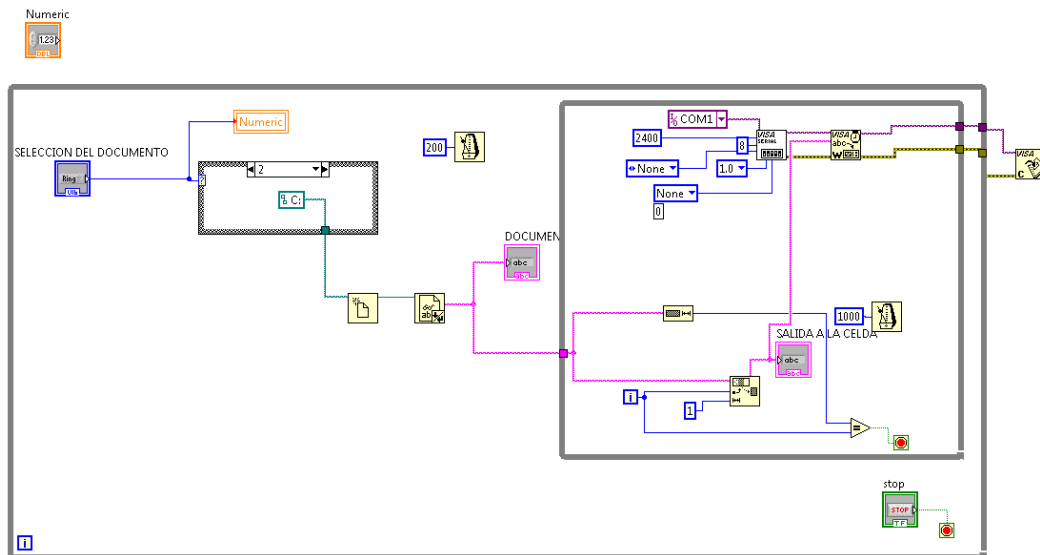


Figura 18.- Diagrama de bloques

2.2.3. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

En el diseño del circuito el microcontrolador recibe el dato enviado desde el programa en labview, lo compara con sus datos y envía un nuevo código, este código está basado en ceros y unos, cada uno de ellos representa una de las 6 posiciones del código braille.

Con un 0L y un 1L, se activan o desactivan los relés; es decir esta parte del sistema comanda a los dispositivos que actúan como switch del prototipo.

2.2.4 DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL CIRCUITO

El prototipo consta de tres placas, la primera que abarca la parte de control, es decir la tarjeta con el pic 16F628A, la segunda con la disposición de 4 relés y la tercera con 2 relés.

Cabe mencionar que se utilizó esta disposición de relés para facilitar la posición y distancia entre cada uno de los 6 pivotes que representan el código braille, se ganó en cuanto se refiere a dimensiones del código pero se afectó a lo que se refiere a dimensiones del prototipo en sí.

Se diseñó una cubierta hecha de acrílico color negro, la misma que le da mejor estética al dispositivo y a la vez protege a los elementos electrónicos utilizados.

Las dimensiones del prototipo se encuentran definidas en los siguientes valores, se muestran en las figuras 19 y 20.

Base: 12.5 cm x 11.5 cm

Lateral: 10.5 cm x 9 cm

Frontal 9 cm x 10.5 cm



Figura 19.- Vista superior del prototipo



Figura 20.-Vista Lateral del prototipo

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE DISPLAY'S BRAILLE

En los últimos años, varios métodos se han propuesto para producir sensaciones táctiles, existiendo una gran variedad de tecnologías disponibles y otras tantas se encuentran en etapa de investigación y desarrollo.

Dichos sistemas consisten en generar por medios alternativos sensaciones táctiles, percibidas normalmente por un individuo al tocar o frotar superficies de distintas texturas y formas.

Un display táctil es un dispositivo que presenta información al usuario (portador del dispositivo) estimulando los receptores nerviosos de la piel.

Existen numerosos dispositivos que utilizan diferentes medios para lograr ese estímulo, por ejemplo: la temperatura, la electricidad, el aire comprimido o la variación mecánica.

3.1. FUNCIONAMIENTO POR MEDIO DE IMPULSOS ELÉCTRICOS

“Es un tipo de dispositivo que presenta información a la persona ciega estimulando eléctricamente los nervios perceptivos del dedo.

Este tipo de dispositivo tiene un costo, mantenimiento y fabricación bajos con relación a los dispositivos mecánicos.

Debido a que el reconocimiento Braille se realiza con los dedos, se propone la estimulación eléctrica por contacto directo de estos con los electrodos.

El estímulo eléctrico de los nervios de los mecanorreceptores es mucho más fácil de producir que el de otros nervios aferentes, debido a que generalmente el umbral de estimulación aumenta con el diámetro.

Otra característica importante en la yema del dedo es el grosor de la capa cornea de la piel, cuyo valor aproximado es 600 μm mientras que en otras partes del cuerpo es tan pequeña como de 15 μm .

3.1.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Cuando un pulso de corriente catódica (negativa) se aplica a la superficie de la piel, se activan los axones de los nervios orientados horizontalmente a la superficie.

Contrariamente cuando se aplica corriente anódica (positiva) como estímulo, se activan los axones de los nervios orientados verticalmente, como el axón de RA, (mecanorreceptores de Meissner, que son de rápida adaptación).

Para lograr una sensación de presión se define una señal de estímulo, donde se le agregan algunas restricciones para evitar posibles lesiones al tejido cutáneo.

Primero, la corriente máxima de salida de un electrodo es limitada a 2 mA. Por otro lado, si bien la estimulación puede ser catódica o anódica, la corriente aplicada típicamente es bifásica (negativa y positiva) a fin de eliminar acumulación de cargas en la superficie de la piel.

Para lograr la estimulación se aplica un pulso de corriente intensa de corta duración en una polaridad compensando con corriente inversa en el resto del período.^[14]

Como característica principal la duración del pulso es fijada en $200 \mu\text{s}$, como se muestra en la figura 21, debido a que la mayoría de investigaciones utilizan este valor para estimulación electrocutánea. Esto está relacionado con los fenómenos de adaptación o habituación que ocurren en las fibras nerviosas.

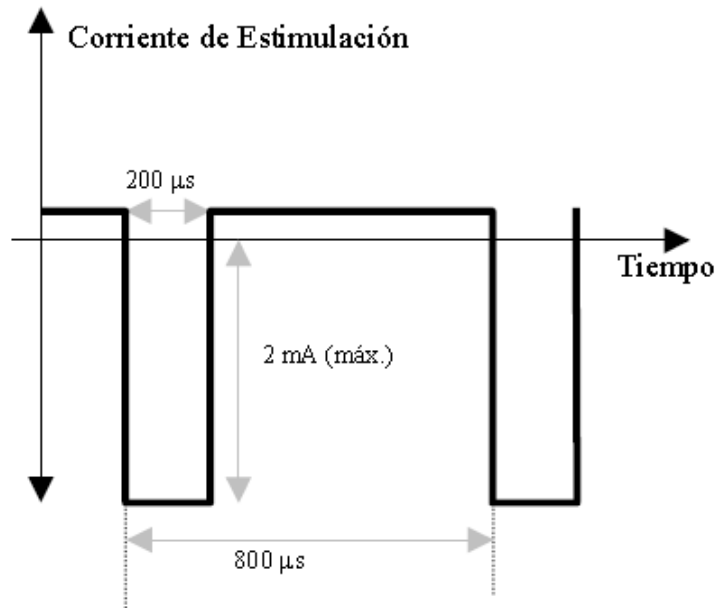


Figura 21. Forma de onda de la corriente de estimulación

Los mecanorreceptores son sensibles o responden a estímulos que están en el rango de frecuencias de 40 a 600 Hz aproximadamente.

La principal desventaja de utilizar corriente eléctrica para estimular los receptores del tacto, es una idea antigua que no ha tenido de momento el éxito esperado. Es atractiva por su simplicidad y robustez, pero el resultado obtenido aún dista de ser reconocido como una sensación de tacto, más bien se identifica con un hormigueo, a pesar de esto se han construido display's capaces de transmitir información de forma satisfactoria

3.2. FUNCIONAMIENTO POR MEDIO DE ACTUADORES TERMONEUMÁTICOS

Un display táctil de gráficos y texto refrescable consiste en un conjunto de actuadores contruidos de forma que un líquido con bajo punto de ebullición queda encerrado en una cámara sellada con una pared flexible, y cambia de fase al elevarse la temperatura con un elemento calefactor, de manera que el incremento de presión causado por el vapor en la cámara deforma la membrana flexible.

El dispositivo está formado por un conjunto de actuadores termoneumáticos, que se basan en la expansión de una sustancia volátil dentro de una cámara cerrada con una membrana flexible, debido a la presión ejercida por el gas resultante del cambio de fase al calentar, proporcionándose el calor al hacer pasar una corriente eléctrica por una pequeña resistencia integrada.

Este principio da lugar a dispositivos sencillos y baratos, como puede ser un cilindro cerrado por un extremo rígido y otro flexible, y soldado a un elemento calefactor, que contenga una sustancia volátil.^[15]

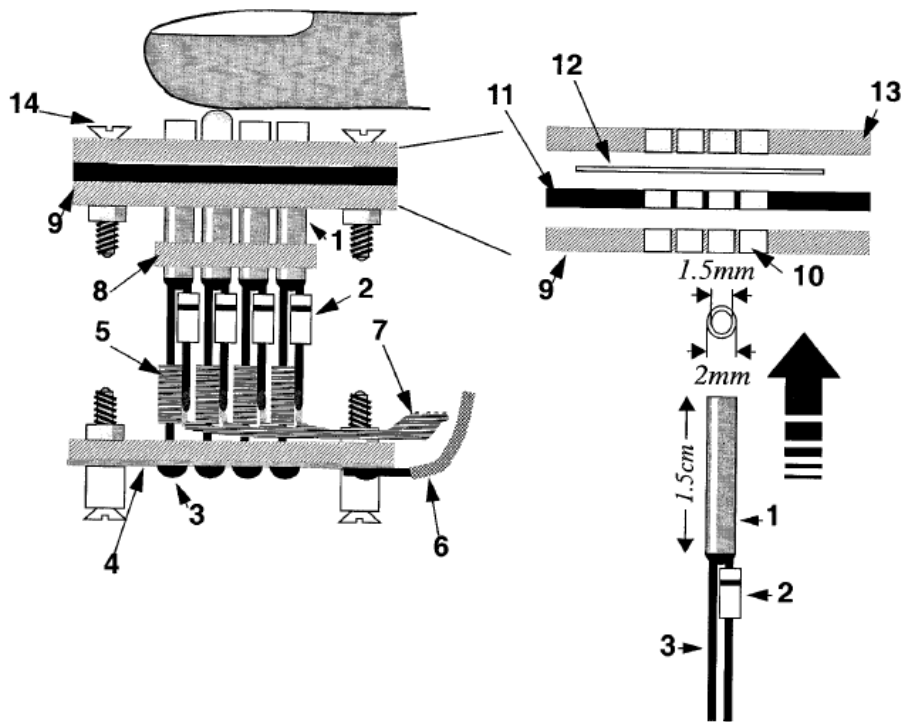


Figura 22. Disposición de actuadores termoneumáticos

1.- Cilindro hueco de cobre sellado en un extremo con estaño

2.- Diodo semiconductor que actúa como elemento calefactor.

3.- Cátodo del diodo

4.- Cara bañada de cobre

5.- Base de la estructura

6.- Terminal de tierra

7.- Cable plano de 16 vías

8.- Guía

9.- Placa perforada

10.- Agujeros

11.- Capa de goma perforada.

12.- Membrana

13.- Segunda placa perforada

14.- Cavidades de los actuadores.

El inconveniente que se presenta en este tipo de display's es que no se ha comercializado ni profundizado en su estudio y difusión, han dado resultados mediocres, las deformaciones conseguidas son insuficientes, así como su resolución.

Se propone utilizar otro tipo de productos como cera o parafina, que serían introducidas en una cavidad sellada con una membrana elástica, y calentadas por medio de una resistencia o un bimetálico, pero los costos serían más elevados.

3.3 FUNCIONAMIENTO UTILIZANDO POLÍMEROS

Los polímeros son macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros.^[16]

3.3.1 POLÍMEROS COMO ACTUADORES MECÁNICOS

Durante el dopado de polímeros conductores se produce el cambio de volumen.

Este cambio se debe a diversos factores: expansión de la matriz polimérica para acomodar los contraiones (ion que acompaña una especie iónica y mantiene la neutralidad eléctrica), repulsión entre cargas fijas creadas en el polímero, inserción de solvente por presión osmótica, etc.

El cambio de volumen puede ser usado con provecho para crear actuadores electroquimiomecánicos.

El polímero conductor se adhiere a un polímero no conductor. Durante el dopado, el polímero conductor se expande y el conjunto se dobla.^[17]

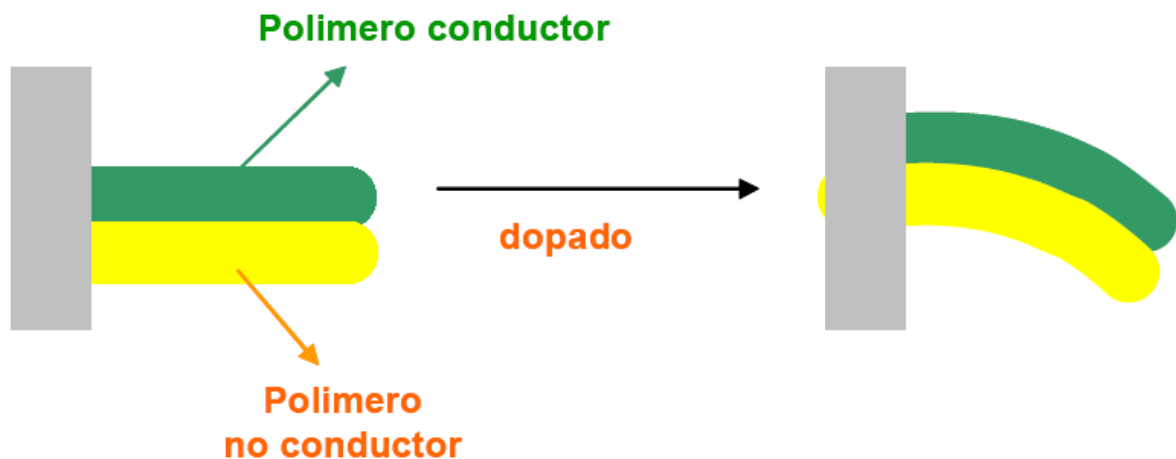


Figura 23. Esquema de un actuador electroquimiomecánico.

3.3.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Este dispositivo, creado por Takao Someya y su equipo en la Universidad de Tokio, está hecho por completo de un polímero flexible y películas delgadas de metal.

El prototipo tiene 16 centímetros de ancho y apenas un milímetro de grosor. Su peso es de cinco gramos.

Una rejilla de transistores orgánicos se asienta sobre la membrana del polímero, con 144 paletas plásticas que lo cubren.

El dispositivo entero está revestido de caucho fino. Las paletas se fabrican de un polímero con carga negativa sembradas por iones de Litio cargados positivamente e intercalados entre dos electrodos de metal.

Cuando un voltaje se aplica a través de los electrodos, los iones de litio emigran al electrodo negativo en el lado más bajo de la paleta.

El resultado es una multitud de iones en el fondo, los cuales expanden el polímero produciendo su elevación.

En la extremidad de cada paleta se halla una esfera a un milímetro, la cual se levanta cuando se arquea la paleta, haciendo tope en la superficie de goma.

Cuando cesa la corriente, la dispersión de los iones nuevamente dentro del polímero, hacen que la paleta se enderece y el relieve que produce la esfera al hacer tope, desaparece.

Las paletas necesitan un segundo para ascender o descender, lo cuál sería aceptable para leer un libro o un mensaje corto.

Para hacer que cambien con mayor rapidez se necesitan transistores más pequeños, así los electrones tendrían menos distancia para viajar entre estos.

[18]



Figura 24. Papel Electrónico Braille

Los dispositivos basados en aleaciones con memoria de forma SMA, prometen dar pronto resultados comercializables, y hay muchos trabajos de investigación y desarrollo con estos materiales.

Aunque el hilo SMA es barato, el problema radica en la necesidad de estructuras mecánicas en miniatura que obviamente encarecen el punto Braille.

3.4. FUNCIONAMIENTO POR ACTUADORES ELECTROMAGNÉTICOS

Un solenoide es cualquier dispositivo físico capaz de crear una zona de campo magnético uniforme.

Un solenoide se define como una bobina de alambre, normalmente con la forma de un cilindro largo, que al transportar una corriente se asemeja a un

imán de modo que un núcleo móvil es atraído a la bobina cuando fluye una corriente.^[19]

Una definición más sencilla es que un solenoide es una bobina y un núcleo de hierro móvil usados para convertir energía eléctrica en energía mecánica.

3.4.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Usa un sistema de solenoides en un arreglo matricial de filas y columnas a los cuales, al generar un campo electromagnético, desplazan un elemento magnético (imán) contenido en un pin (barra efectora).^[20]

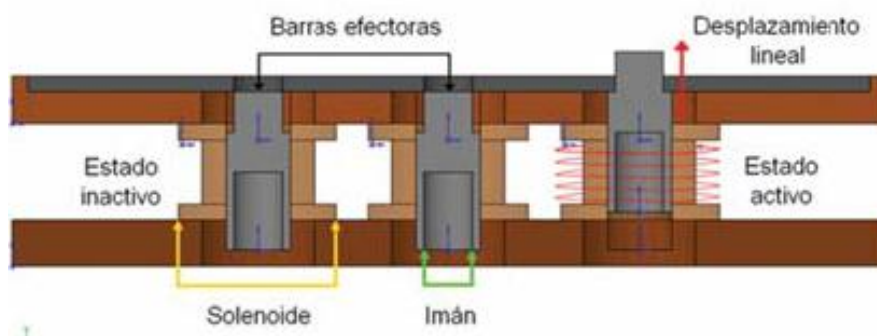


Figura 25. Arreglo Matricial

Los displays neumáticos controlados por válvulas convencionales de solenoide, son aceptables, aunque el tamaño de las mismas impide una pantalla completa y eleva el costo.

Además de que la fuerza conseguida por un dispositivo micromecanizado se encuentra en el orden de los mN , es por esto que tienen que desarrollarse aún más para conseguir la robustez necesaria.

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y APLICACIONES DEL DISPLAY BRAILLE

Introducción

Las personas afectadas con algún tipo de deficiencia física no quedan fuera de las nuevas tecnologías. Así lo ha querido demostrar la multinacional Microsoft que presenta un Display adaptado para deficientes visuales, esta agenda es capaz de convertir, documentos de cualquier tipo e incluso la voz en lenguaje braille.

El dispositivo ha sido desarrollado por la Freedom Scientific, es un teclado refrescable de 20 celdas, que conectado al ordenador y con la ayuda del software Jaws permite la lectura y navegación entre documentos e incluso en internet de personas con deficiencia visual.

Los ordenadores portátiles o anotadores aumentan la independencia de los no videntes. Juegan un papel clave en la potenciación y el aumento de la productividad de las personas con deficiencia visual en sus profesiones que les permiten trabajar incluso cuando están en movimiento.

4.1 Hardware Pac Mate

El Pac es un acrónimo de Personal All-Purpose PC, el Pac mate convierte la voz y el texto en texto braille y lo muestra en una pantalla de 20 o 40 celdas braille.

La línea Braille es un dispositivo conectable al ordenador que provee acceso a la información en pantalla mediante la conversión de texto ASCII estándar en un formato del sistema Braille. En respuesta a la información de la

computadora, el texto Braille se produce en el dispositivo por clavijas que pueden subir o bajar para formar los caracteres Braille. Cada celda es un elemento independiente dentro de la línea, se monta utilizando generalmente componentes cerámicos muy resistentes que son los que encarecen el dispositivo.



Figura 26.- Pac Mate Braille Display

La línea del Pac Mate de computadoras, combina la plataforma Windows Pocket PC con la tecnología de lectura Jaws.

Con el uso del Pac Mate, las personas no videntes pueden navegar por Internet, disfrutar de los libros y periódicos digitales. Pac Mate además ofrece la flexibilidad de elegir el software que desee utilizar y la posibilidad de sincronizarla con otros PDAs, el Pac Mate y la PC.

El Pac Mate Portable de 20 celdas Braille es el primero en su tipo, no solo es una pantalla portátil para los Pac Mates, también puede ser utilizado con ordenadores de sobremesa o portátiles, además se le agrega la funcionalidad de conectarse a cualquiera de ellos ya que posee un puerto USB.

Características

El Pac Mate braille incluye entre otras las siguientes características:

- Modelos de 20 y 40 celdas refrescables.
- Puerto para conexión USB
- Teclas de acceso rápido.
- Doble router o botones de avance (derecha e izquierda)
- Función VariBraille que permite ajustar la intensidad de los puntos Braille.

- Las uniones entre las celdas han sido eliminadas, dando la sensación de lectura sobre papel.^[12]

Conexión del Pac Mate con una Computadora de Escritorio o Portátil

El Pac mate conectado a una Pc es un dispositivo de gran ayuda para las personas no videntes, a continuación siga las instrucciones necesarias para que pueda conectarse con él.

Si está utilizando JAWS 4.51 o anterior, por favor, siga las siguientes instrucciones, para actualizar JAWS a la última versión del driver en braille. El Pac Mate solo se podrá utilizar con versiones superiores a la 4.02.



Figura 27.- Computador y Pac Mate

Actualización del controlador de Braille

- Con el CD en la unidad de CD-ROM, abra el Explorador de Windows y navegue a la carpeta FS Braille Display Driver. Abra esta carpeta y, a

continuación, abra la carpeta del controlador. En la carpeta Controlador pulse **ENTER** en Setup.exe.

- Una vez finalizada la instalación, ejecutar JAWS y abrir el diálogo Configuración básica Braille.
- Seleccione PAC Mate 20 celdas en el cuadro Default Braille Display combinado.
- Reinicie JAWS.
- Conecte el PAC Mate pantalla Braille en el puerto USB de su ordenador.
- Un cuadro de diálogo de Nuevo hardware encontrado aparece al conectar el PAC Mate Braille Display.

Para el sistema operativo Windows XP o superior, elija el Instalar automáticamente el software (recomendado). A continuación, presione **ENTER**. Espere a que el sistema localice el nuevo software, cuando este proceso se complete, presione **ENTER** para cerrar el cuadro de diálogo.

En Windows 98, ME y 2000, no tiene que hacer nada más que esperar a que este proceso termine.

Uso de la pantalla en Braille

La configuración de la pantalla en Braille es fácilmente accesible con las teclas de acceso rápido y las de navegación que pueden ser las acciones que se realiza a través de las ruedas de desplazamiento tanto derecha como izquierda, los botones de enrutamiento del cursor y los botones de adelanto (derecha) o retroceso (izquierda) . (Figura 2)

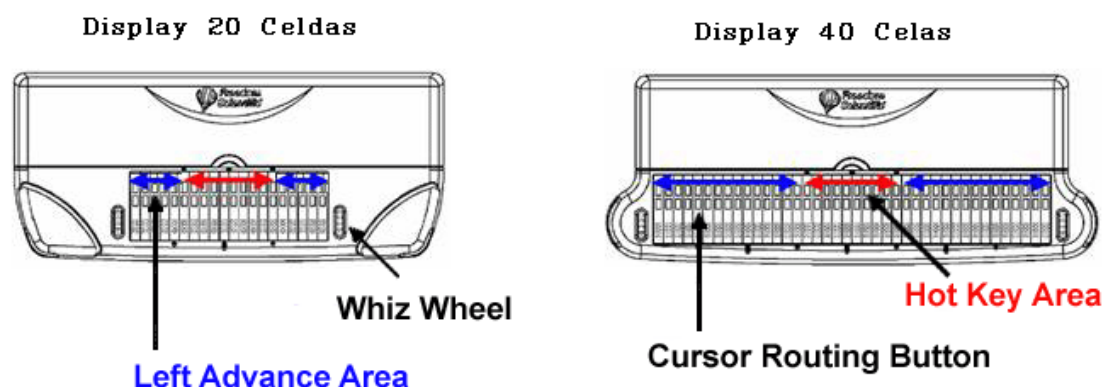


Figura 28. Partes del Pac Mate

Teclas de acceso rápido

Teclas de acceso rápido permite un rápido acceso a varias opciones que la línea braille presenta. Las 14 teclas de acceso rápido en la fila superior se componen de siete botones a ambos lados de la marca central. Los botones a la izquierda del centro se numeran de izquierda a derecha como 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 y los botones a la derecha del centro se numeran como 8, 9, 10, 11, 12, 13, y 14.

El resto de botones a la izquierda y a la derecha de las teclas de acceso son los botones de avance.

Ruedas de Desplazamiento

La pantalla braille utiliza ruedas de desplazamiento para moverse rápidamente a través de archivos, cuadros de diálogos y menús. A demás cada rueda se puede ajustar de forma independiente para mayor funcionalidad.

Archivos y Menús

En los archivos de texto, las ruedas de desplazamiento se utilizan para moverse por las líneas, frases o párrafos. Presionándola hacia abajo la rueda de desplazamiento alterna entre líneas, frases y párrafos hacia abajo del texto mientras que si la presiona hacia arriba el desplazamiento será hacia arriba del texto.

Diálogos

En los cuadros de diálogo, rodando la rueda hacia usted se mueve hacia adelante a través de los controles, mientras que si la rueda lejos de usted que se mueve hacia atrás a través de los controles. Dependiendo del control, las ruedas de desplazamiento funcionan de manera diferente cuando se presiona.

En vistas de lista, cuadros combinados, botones de selección, vistas de árbol y los grupos de la casilla de verificación de control; al pulsar la rueda de desplazamiento hacia abajo se pone en modo de lista. En este modo, moviendo la rueda le permite desplazarse por los elementos. Para salir del modo de lista, presione hacia debajo de nuevo la rueda de desplazamiento.

Para las casillas individuales o los botones, al pulsar la rueda de desplazamiento se activa o desactiva la casilla de verificación del estado o activa el botón.

Botones de enrutamiento del cursor

Inmediatamente por encima de cada celda braille hay un botón, estos son los botones de enrutamiento del cursor. Pulse el cursor de enrutamiento para mover el cursor a ese punto o para seleccionar un enlace en una página Web o mensaje de correo electrónico.

Botones de Avance derecho e izquierdo

Los botones a la derecha e izquierda (los 3 primeros y los 3 últimos de la primera línea de botones) le permiten moverse a través de los archivos en una longitud de una pantalla a la vez, es decir de 20 caracteres simultáneamente.

Para avanzar a la derecha, pulse cualquiera de los botones a la derecha del área de tecla de acceso rápido. Para avanzar a la izquierda, pulse cualquiera de los botones a la izquierda del área de tecla de acceso rápido.

Fotos del Dispositivo

El dispositivo viene con un cobertor adecuado para él, como se muestra en las fotografías a continuación.



Figura 29.- Freedom Scientific



Figura 30.- Pac Mate

4.2 SOFTWARE DEL PAC MATE

4.2.1. Jaws

Freedom Scientific ha desarrollado una completa gama de lectura de pantalla y software de magnificación de pantalla, tomadores de notas, líneas Braille, y otros dispositivos para discapacitados visuales usuarios de computadoras. Con estos productos, los usuarios pueden acceder a un mundo de información, educación y relacionarse con aplicaciones de trabajo para navegar por la Web, trabajar con hojas de cálculo o acceder a la información en un base de datos.

JAWS es un programa de software de gran alcance, diseñado para trabajar con un sintetizador de voz para mejorar el nivel de productividad de los empleados con impedimentos visuales, estudiantes y el usuario ocasional.

Mediante la racionalización de las funciones del teclado, la automatización de comandos, y la eliminación de la repetición, JAWS le permite al operador aprender más rápido y más fácil que nunca.

JAWS se basa en un enfoque completamente nuevo “equipos que hablan” el diseño de software se desarrolló pensando en las prioridades del usuario no vidente. Sin embargo, el entrenador de visión o el supervisor no ha sido olvidado, ya que JAWS ofrece flexibilidad sonora y visual para este caso.

JAWS informa automáticamente al usuario sobre cualquier modificación del estado de la pantalla, para garantizarle al usuario un absoluto control de la misma, dispone de una gran variedad de opciones de configuración que permite adaptar el producto a las necesidades de cada uno de los usuarios tanto en general como en cada una de las aplicaciones. Existen además otras opciones que permite configurar la voz, asignar combinaciones de teclas, configurar la lectura de documentos HTML o elegir entre distintos niveles de cantidad de información.

Requisitos del sistema para instalar el software

Para trabajar con JAWS for Windows, necesitará un ordenador con:

- Windows 98/ME/XP Home. JAWS Profesional trabaja también con Windows NT 4.0/2000/Xp Professional.
- Un procesador que cumpla con los requisitos exigidos por el sistema operativo y por el resto de los programas que desee utilizar con JAWS.
- Memoria suficiente para trabajar con el sistema operativo y con el resto de los programas que desee utilizar con JAWS. Si se dispone de más memoria, mejorará el rendimiento del sistema mientras se está ejecutando JAWS.
- JAWS necesita menos de 200 MB de espacio en disco para los archivos del programa y de scripts.

- Una tarjeta de vídeo que permita una resolución de pantalla de al menos 800 x 600 con 16 bit por color (se recomienda una resolución de 1024 x 768 a 32 bits).

Si se tiene la intención de utilizar la síntesis de voz Eloquence, una tarjeta de sonido compatible con el sistema operativo que se utilice; en caso contrario, un sintetizador software o hardware compatible con JAWS o una línea Braille. ^[21]

Nota: Si no se dispone de tarjeta de sonido, JAWS no ofrecerá respuesta de voz durante la instalación.

4.3. PROGRAMA DE INTERACCIÓN ENTRE USUARIO Y PACMATE CON LABVIEW

El panel frontal consta de tres pestañas, las mismas que permiten el acceso a tres tipos diferentes de información, la de aprendizaje, que contiene información básica para personas que se están familiarizando con el lenguaje braille; la de textos en Word y la de Pdf's, para personas con mayor conocimientos del lenguaje braille, cada una de ellas con la opción de elegir dentro de un grupo de documentos.

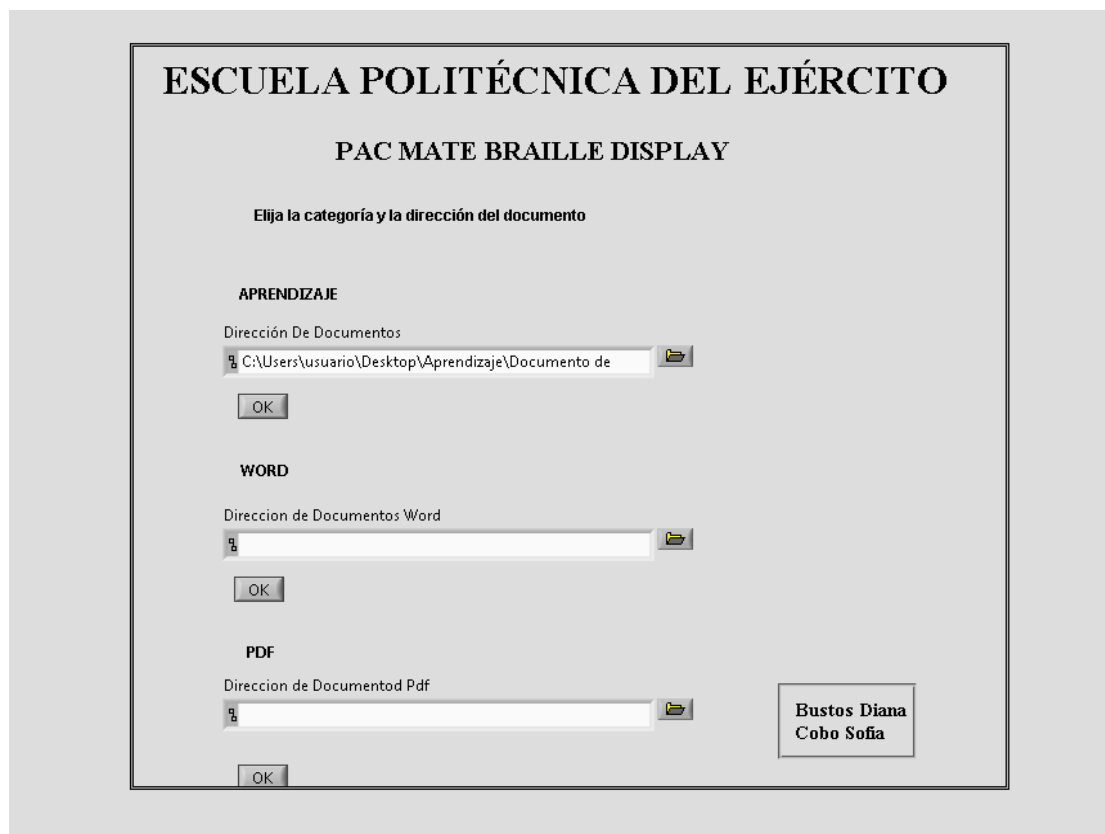


Figura 31.- Panel Frontal

Diagrama de bloques

El programa de interacción en labview permite, acceder a carpetas específicas creadas previamente con documentos de preferencia del usuario. Existen tres categorías, la primera de Aprendizaje, la misma que contiene información para personas no videntes que están empezando a utilizar el código Braille, es decir, documentos que contienen el abecedario, números, palabras y frases cortas.

La segunda y tercera categoría ya contiene información mucho más amplia, es decir documentos en formato pdf y Word, del gusto el usuario.

El programa permite elegir entre una de las categorías y dentro de esta un documento específico, se lo elije utilizando el path del documento y presionando Ok, el documento se abrirá automáticamente y con la ayuda del Jaws se podrá empezar a leerlo en el Pac Mate.

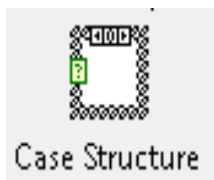
Descripción de los elementos utilizados el diagrama de bloques.

A continuación se muestra la función que realiza cada icono dentro del programa

OK Button



Botón OK.- Botón para ACK, booleano, dos posiciones Verdadero y Falso.



Estructura Case.- Se usa la estructura Case en aquellas situaciones en las que el numero de alternativas disponibles sean dos o más. Según el valor tome el selector dentro de los n valores posibles, se ejecutará en correspondencia uno de los n subdiagramas.

La estructura case consta de un terminal llamado selector y un conjunto de subdiagramas, cada uno de los cuales está dentro de un case o suceso y etiquetado por un identificador del mismo tipo que el selector; este será booleano o numérico. Si se conecta un valor booleano al selector, la estructura tendrá dos Case: False y True. Pero si se conecta un valor numérico la estructura podrá tener hasta 214 case.

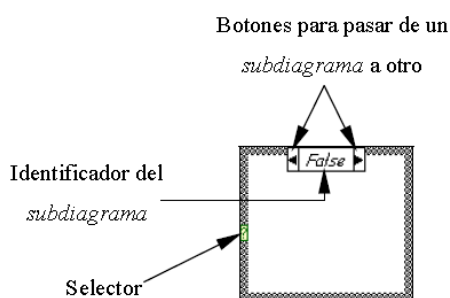
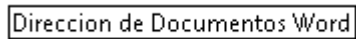


Figura 32.- Partes de una estructura case

 Dirección de Documentos Word



Path.- Los paths sirven para indicar rutas relativas o absolutas a directorios o ficheros tanto de la maquina local como de otra red.



Path to String.- Convierte en Path en un string, describiendo al path como un estándar dentro de la plataforma.



Concatenate Strings .- Concatena cadenas de entrada y matrices de 1 dimensión en una sola salida. Para las entradas de la matriz, esta función concatena cada elemento de la matriz.



System Exec.- Ejecuta un comando del sistema. Utilice el Exec System VI para ejecutar o poner en marcha otras aplicaciones de Windows o aplicaciones de línea de comandos de Linux dentro de VIs. Con el VI Exec System, se ejecuta una línea de comandos a nivel de sistema que puede incluir cualquier parámetro con el apoyo de la aplicación que desea ejecutar.

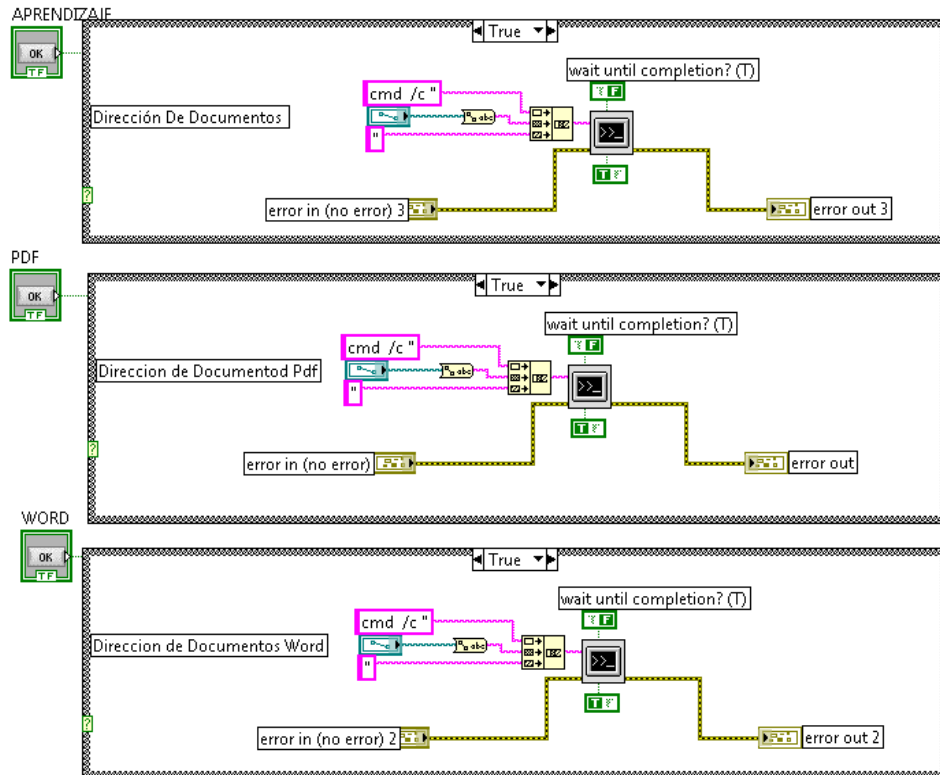


Figura 33.- Diagrama de bloques

CAPITULO V

PRUEBAS EXPERIMENTALES ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 PRUEBAS EXPERIMENTALES

En este capítulo se detallará las pruebas realizadas tanto con el prototipo como con el Pac Mate, cada uno de ellos tendrán un análisis de factibilidad de uso y si existen o no aspectos que mejorar.

La prueba consistió en enviar diez caracteres al azar con lo que se pretendió comprobar el correcto levantamiento de los pivotes del prototipo tomando como instrumento patrón el Display comercial (Pac Mate)

En la siguiente tabla se muestra el caracter enviado y su representación en braille.

Carácter enviado	Prototipo						Pac Mate					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
a	•						•					
z	•		•		•	•	•		•		•	•
p	•	•	•	•			•	•	•	•		
.			•						•			
(•	•				•	•	•				•
f	•	•		•			•	•		•		
x	•		•	•		•	•		•	•		•
,		•						•				
:		•			•			•			•	
e	•				•		•				•	

Tabla 3. Comparación de levantamiento de pivotes entre equipos.

5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En base a las pruebas realizadas, se comprobó que el prototipo funciona correctamente, al demostrar uno a uno que los pivotes se levantan de manera correcta correspondiendo a cada carácter que se envió.

Se comprobó también que tanto el prototipo como el equipo comercial cumplen con el objetivo de facilitar el acceso a la lectura de personas siempre y cuando esta tenga conocimiento de código braille y de computación, sin embargo, en personas que aún no han desarrollado su sensibilidad en los dedos y que no tienen conocimientos suficientes del código braille generarán problemas para asimilar la información.

La velocidad de transición de caracteres en el prototipo es de 500 ms lo cual la hace adecuada para su asimilación, tomando en cuenta que esta puede variarse dependiendo de la habilidad y el conocimiento que se tenga.

Adicionalmente se podría mejorar el prototipo, regulando la variación del levantamiento de los pivotes debido a que no todas las personas tienen la misma sensibilidad en sus dedos, por lo que algunas de ellas requieren un mayor relieve de los pivotes mientras que las más experimentadas no presentan inconvenientes

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES.

- El uso del Display táctil contribuye al cuidado del medio ambiente disminuyendo el uso de papel utilizado en la fabricación de libros para no videntes con el empleo del Display táctil, el mismo que permite tener la información en formato digital.
- El prototipo de Display táctil es de gran utilidad para las personas no videntes, aunque su tamaño y peso no lo hace completamente portable para el usuario.
- Las personas no videntes desarrollan su sentido de “visión” a través de los dedos utilizando el sentido del tacto, por lo tanto un Display táctil debe estimular correctamente los receptores táctiles de los dedos.
- La tecnología actual ha permitido remplazar la información impresa en papel por un formato digital, y con la ayuda de los display táctiles electrónicos pueden ser leídos en formato braille en cualquier lugar y a la hora que el usuario lo requiera.
- El prototipo de Display táctil permite leer un caracter a la vez, facilitando la comprensión del lenguaje en las personas que empiezan su aprendizaje por este medio.

- El prototipo de display táctil, requiere de una persona vidente y con algún conocimiento de computación para que seleccione el documento, corra el programa e inicie la transmisión de datos.
- El prototipo de Display táctil requiere de la fuerza necesaria para evitar que los pivotes no se hundan al ser tocados con el dedo.
- La velocidad de transición entre cada carácter puede ser variada de acuerdo a la habilidad que se tenga para asimilar el lenguaje braille.

6.2 RECOMENDACIONES.

- El prototipo desarrollado por su mismo hecho de ser prototipo se recomienda usarlo con mucho cuidado, no presionar demasiado sobre los pivotes para evitar cualquier daño en ellos.
- Se recomienda que instituciones públicas como privadas provean de estos equipos a personas con esta discapacidad para no limitar sus derechos como ciudadanos del acceso a la información.
- La sociedad tiene la obligación de proporcionar las herramientas necesarias para facilitar la vida de las personas con discapacidad, además que el gobierno presente alternativas para que instituciones públicas como privadas realicen investigaciones científicas y médicas para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual.
- Se recomienda que este tipo de equipos sea utilizado por personas con conocimientos de computación y código braille, de esta manera se garantiza el correcto funcionamiento y buen mantenimiento de los equipos.

REFERENCIAS.

- [1] Wikipedia. (2011). Visión.
Disponible en:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Visi%C3%B3n>
- [2] Asociación CRC. Campo Visual. Coruña
Disponible en:
<http://centros-psicotecnicos.es/exploracion-oftalmologica/campo-visual/gmx-niv37-con17.htm>
- [3] Zoilo Cuéllar Sáenz, M.D. Causas De La Ceguera. Bogotá, Colombia
Disponible en:
http://www.susmedicos.com/art_causas-ceguera.htm
- [4] Los otros sentidos y su importancia para la persona deficiente visual.
Disponible en:
http://usuarios.discapnet.es/ojo_oido/los_otros_sentidos.htm
- [5] El Rincón de Vago. (1998). Sentido del Tacto. Salamanca.
Disponible en:
<http://html.rincondelvago.com/sentido-del-tacto.html>
- [6] Wikipedia. (2010). Braille
Disponible en:
[http://es.wikipedia.org/wiki/Braille_\(lectura\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Braille_(lectura))
- [7] RONCANCIO Henry, CIFUENTES Hector, Tutorial de Labview, Grupo LIV, 2001, pp. 6.
- [8] JUAN DAVID ESPINOSA GIRALDO. Redes de datos, Colombia
Disponible en:

<http://juandeg.tripod.com/conectordb9.htm>

- [9]** National Instruments. (2006). Comunicación Serial.

Disponible en:

<http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1>

- [10]** Oscar G. Tropic. (2001). Comunicación RS-232

Disponible en:

<http://www.euskalnet.net/shizuka/rs232.htm>

- [11]** Codigo Ascii. Argentina.

Disponible en:

<http://www.elcodigoascii.com.ar/>

- [12]** microEngineering Labs. (2010). Microcode. Colorado

Disponible en:

http://melabs.com/resources/win_ide.htm

- [13]** Freedom Scientific, Inc. (2010). Pac Mate. Oklahoma.

Disponible en:

<http://www.freedomscientific.com/products/fs/pacmate-Braille-product-page.asp>

- [14]** Walter Serra, Mariela Lanzzone. Display Táctil Electrocutáneo.san juan

Disponible en:

http://www.sabi.org.ar/anales/cd_2005/pdf/041SN.pdf

[15] Vidal Verdú. Marcas y Patentes. Display táctil refrescable para gráficos y texto basado en actuadores termoneumáticos. (2004)

Disponible en:

http://www.espatentes.com/pdf/2204273_a1.pdf

[16] Wikipedia. Polímeros. (2011).

Disponible en:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmero>

[17] Asociación Argentina de Materiales. Polímeros conductores y Semiconductores. (2005). Argentina.

Disponible en:

http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/revista/Resumen_Barbero.pdf

[18] Ricardo abad. Dispositivo Braille de bolsillo para gente con movilidad. (2006).

Disponible en:

<http://usuarios.discapnet.es/tifloinforma/foro.php?id=159>

[19] Ivan Jacob Huertas. Solenoides. (2009)

Disponible en:

<http://www.monografias.com/trabajos72/los-solenoides/los-solenoides.shtml>

[20] Rev Mex Oftalmol. Prótesis de substitución sensorial visual para pacientes ciegos. (2009). Mexico

Disponible en:

<http://www.medigraphic.com/pdfs/revmexoft/rmo-2009/rmo094k.pdf>

[21] Freedom Scientific, Inc. (2010). Jaws. Oklahoma.

Disponible en:

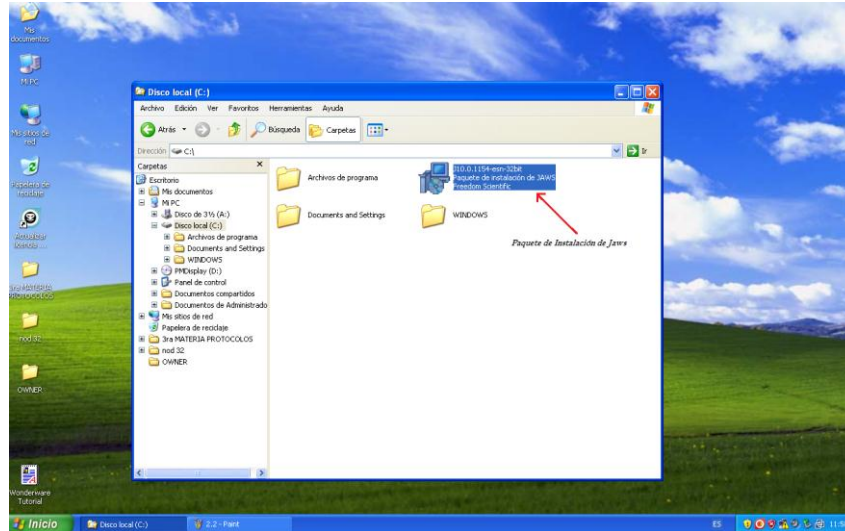
<http://www.freedomscientific.com/jaws-hq.asp>

BIBLIOGRAFÍA

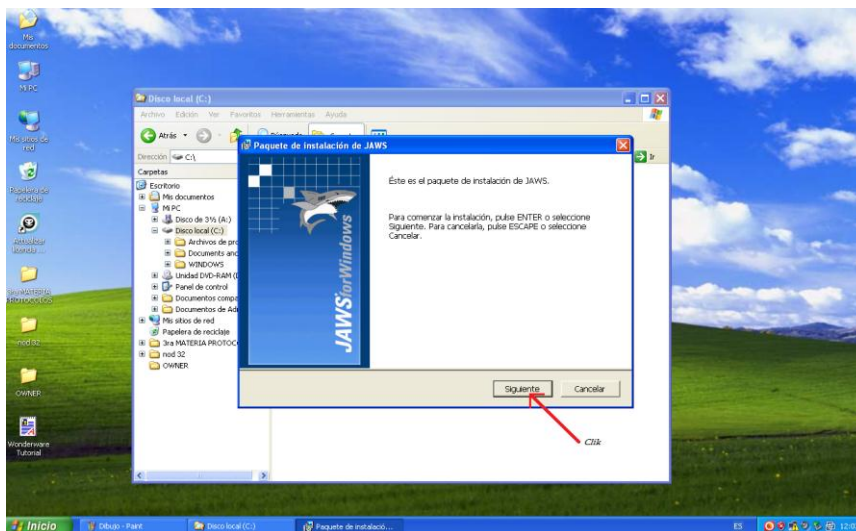
- Gilberto Gutiérrez. (2005). Principios de anatomía, fisiología e higiene: Educación para la Salud. Limusa. pp 132-137
- Miguel Jiménez. Expresión y comunicación. Editex. pp. 205
- Mercedes Alvarez Sanchez.(2006). Educación Especial. Pearson Educación. Madrid. pp. 41-43
- Ronancio Henry, Cifuentes Héctor, Tutorial de Labview, Grupo LIV, 2001, pp. 1 – 12.

Instalación Del Software Jaws

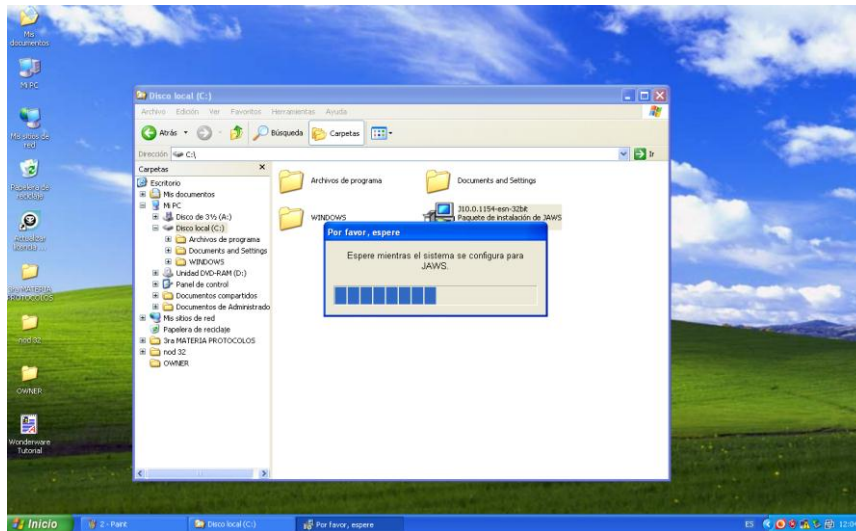
1. Se inserta el disco de instalación del software Jaws, navegar dentro del equipo hasta encontrarlo, dar doble clic en el mismo.



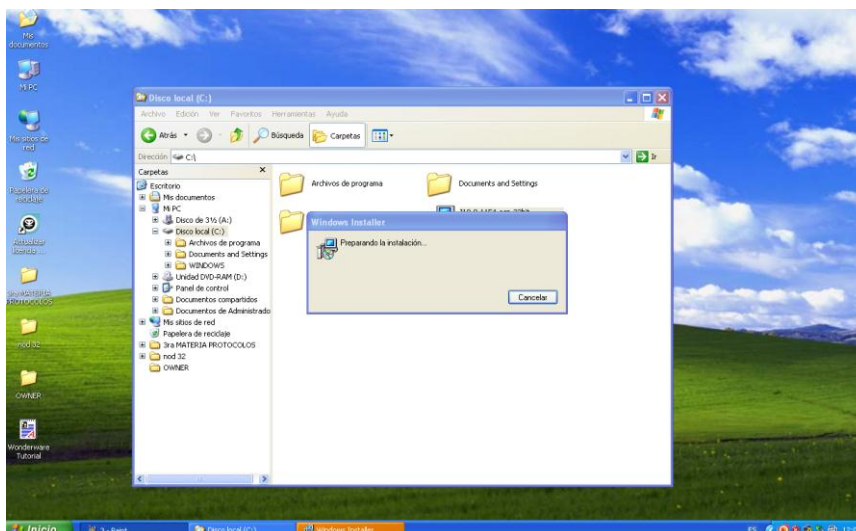
2. Al iniciar la instalación se encuentra la ventana de bienvenida, para continuar dar clic en siguiente o en cancelar para salir de la instalación.



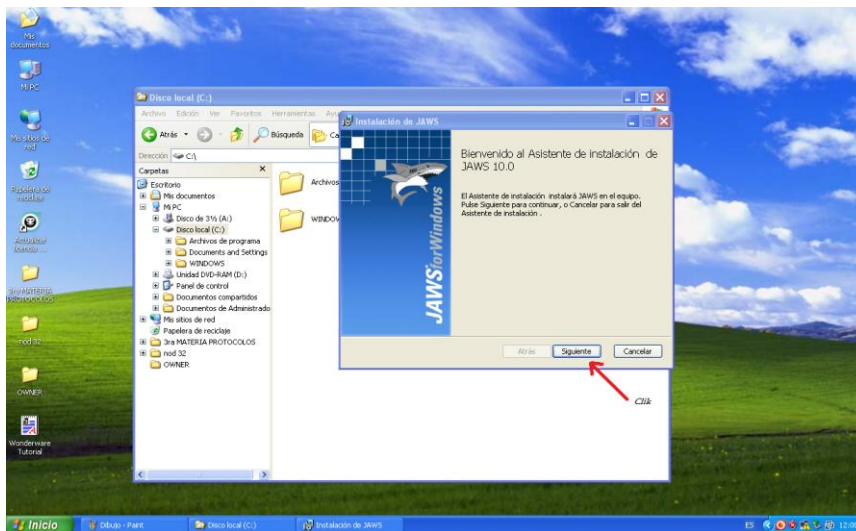
3. Espere mientras el sistema se configura para la instalación del software.



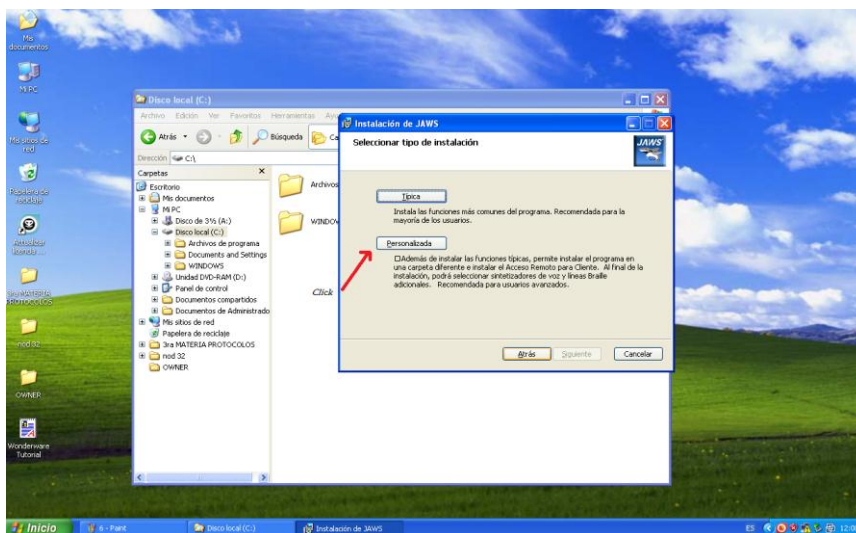
4. Luego de la configuración automática del sistema, se prepara para la instalación.



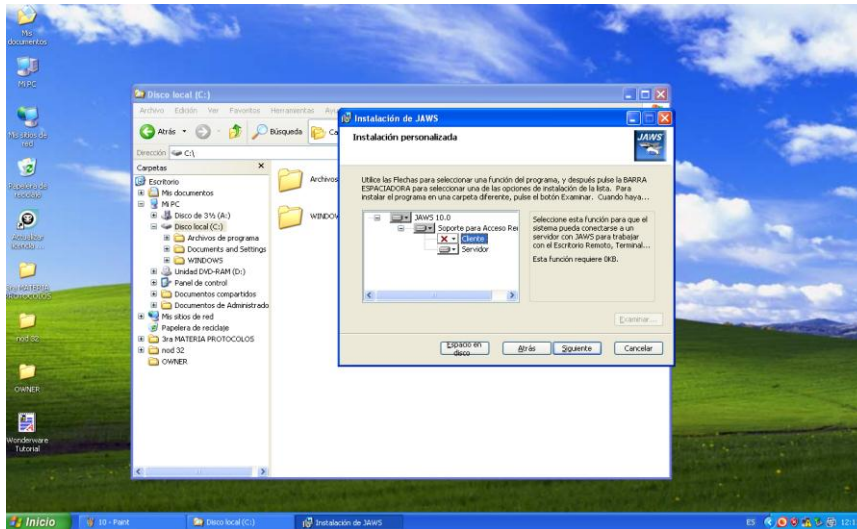
5. En el cuadro de diálogo dar clic en Siguiente para inicial la instalación.



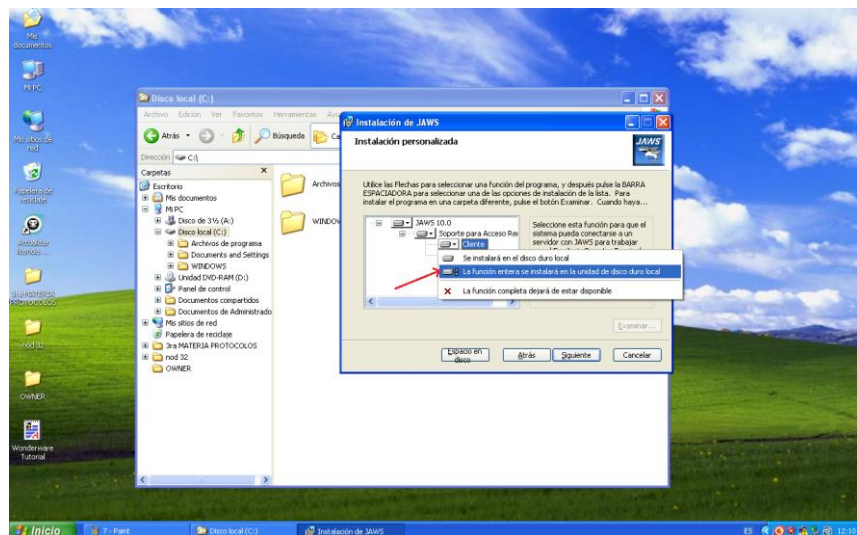
6. Elija el tipo de instalación sea esta la Típica o la Personalizada, la diferencia radica en las funciones que adiciona cada una de ellos, Se recomienda la instalación Personalizada.



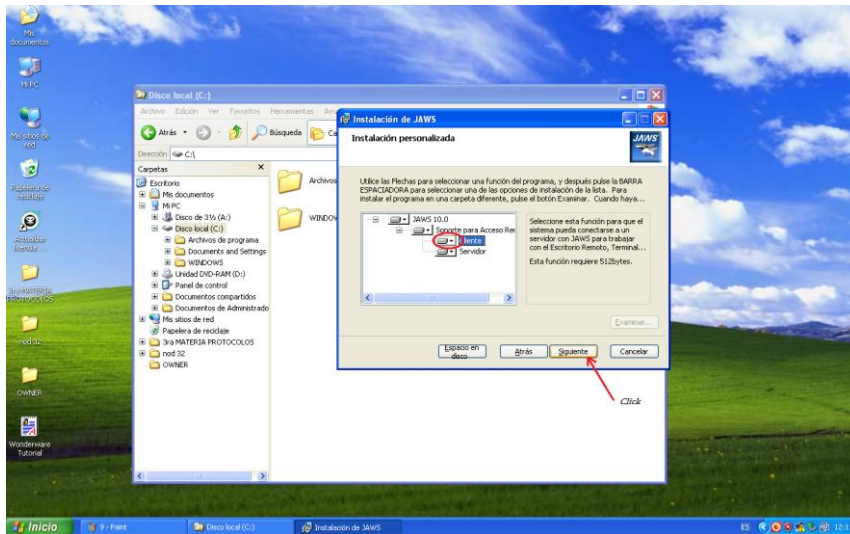
7. El cuadro de dialogo siguiente permite seleccionar la función para que Jaws pueda conectarse a un Escritorio Remoto.



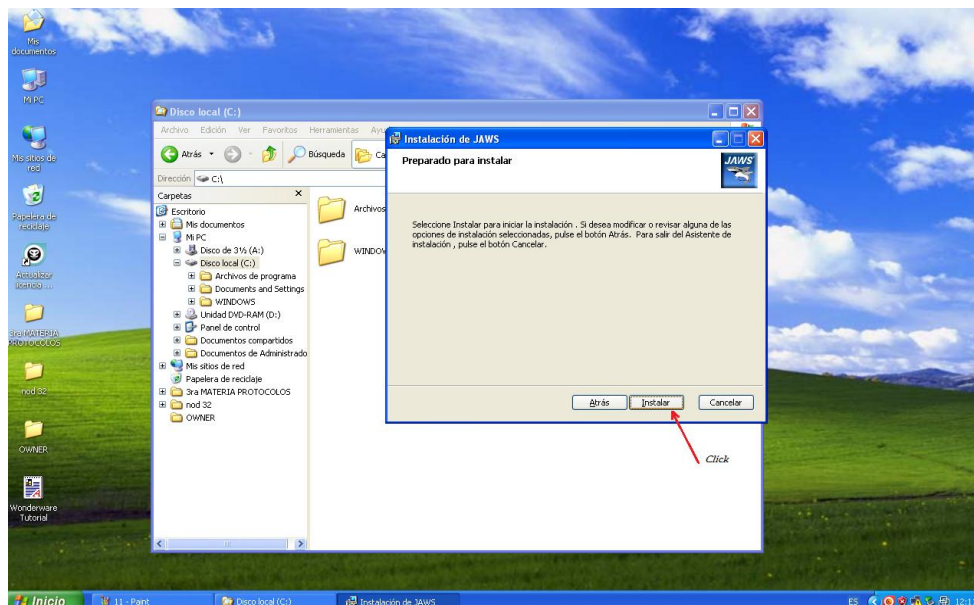
8. Al dar un clic sobre la función cliente aparecen tres opciones de disponibilidad de la misma, elija la segunda, que indica que la función se instalara de forma completa y se alojara en el disco local.



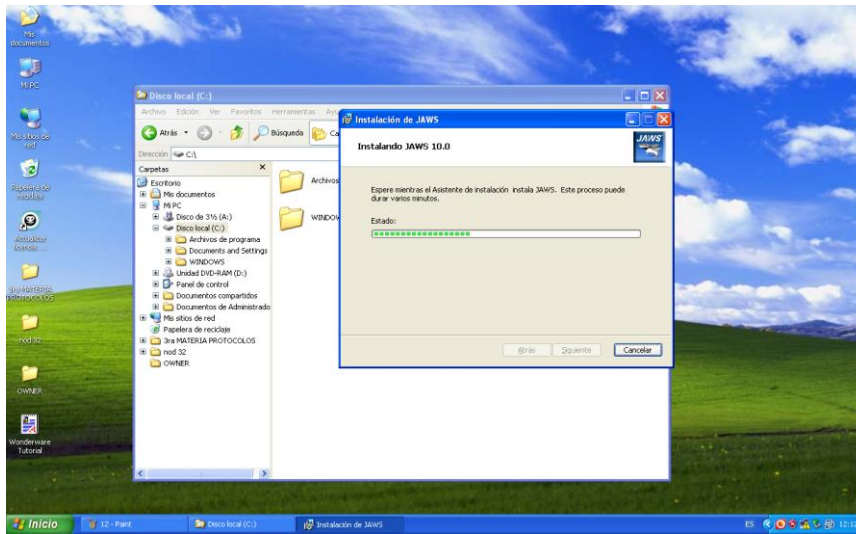
9. La función se activa; para continuar con la instalación presione Siguiente.



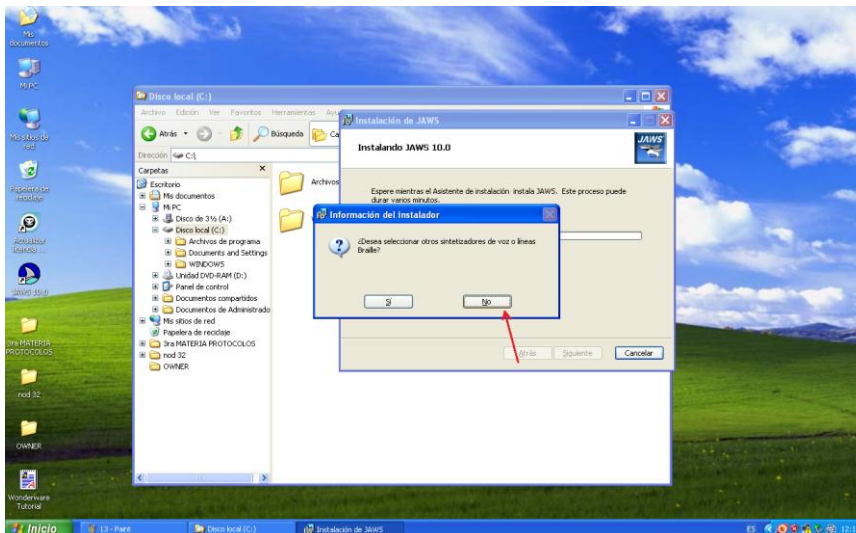
10. Seleccione Siguiente y continua la instalación



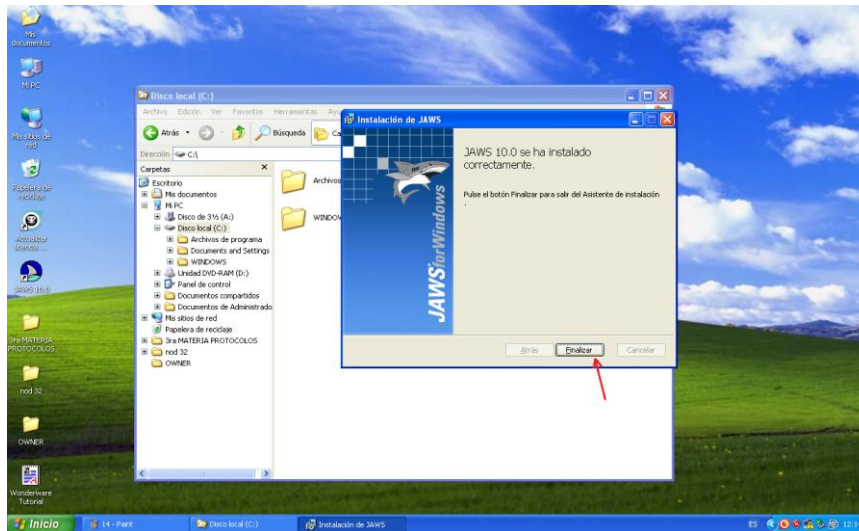
11. Espere mientras el proceso de instalación termina.



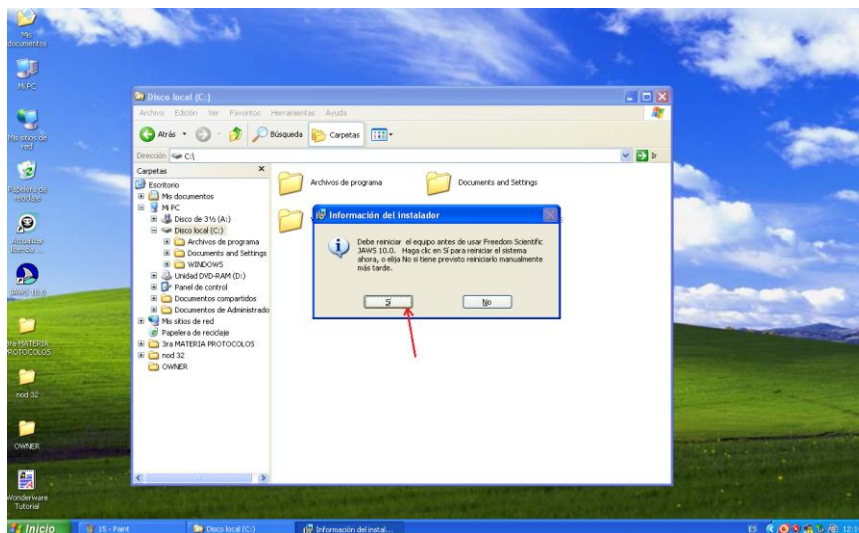
12. Al terminar el proceso aparece un cuadro de dialogo que pregunta si se desea instalar sintetizadores de voz o líneas braille, se recomienda seleccionar No.



13. Dar clic en Finalizar para concluir con la instalación.

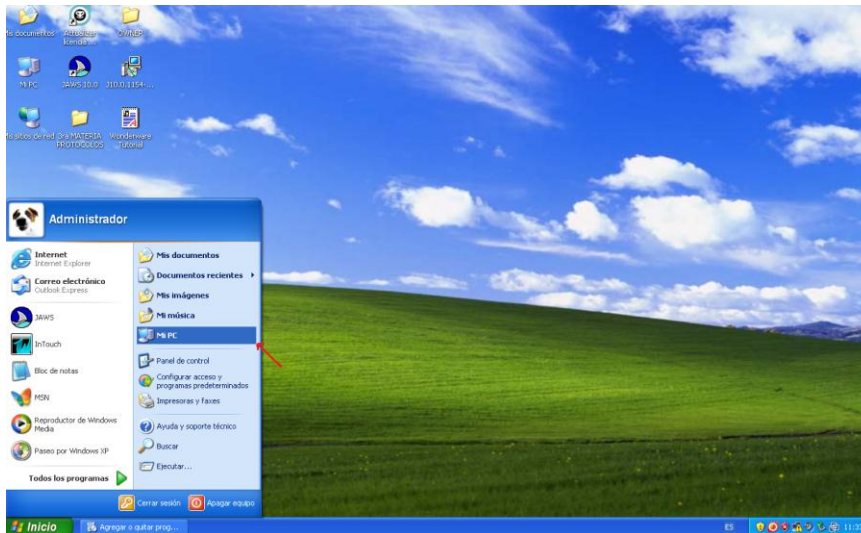


14. Reinicie el sistema para que el programa guarde su configuración y esté listo para ejecutarse.

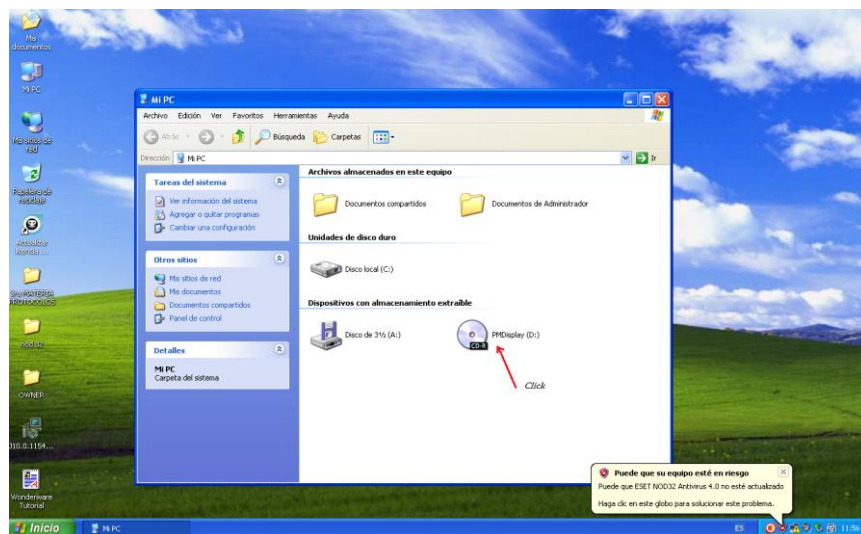


INSTALACIÓN DEL PAC MATE BRAILLE DISPLAY.

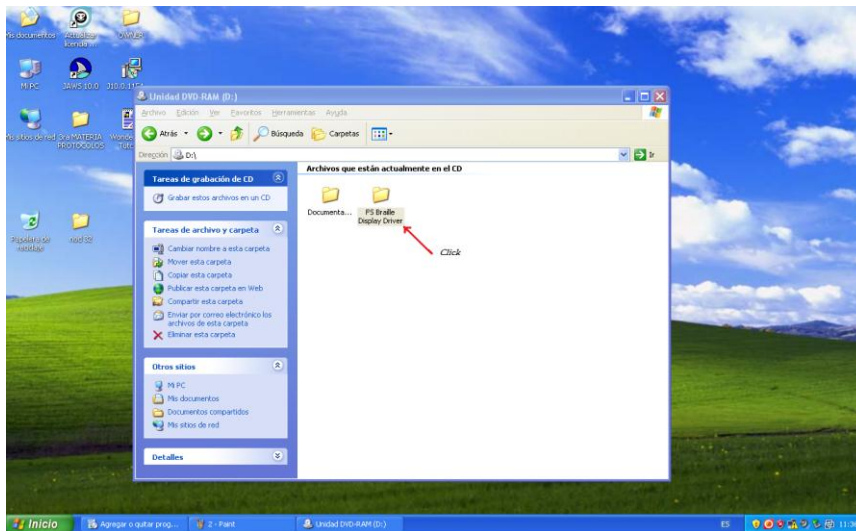
1. Dentro del paquete de compra del Pac Mate, se encuentra el disco de instalación; a continuación se detallan los pasos a seguir



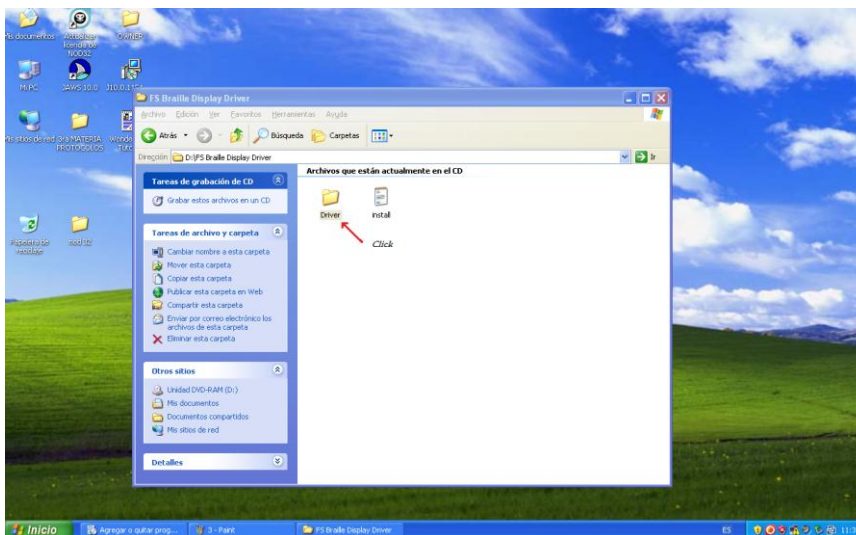
2. Seleccione la unidad de disco D, donde un click sobre ella.



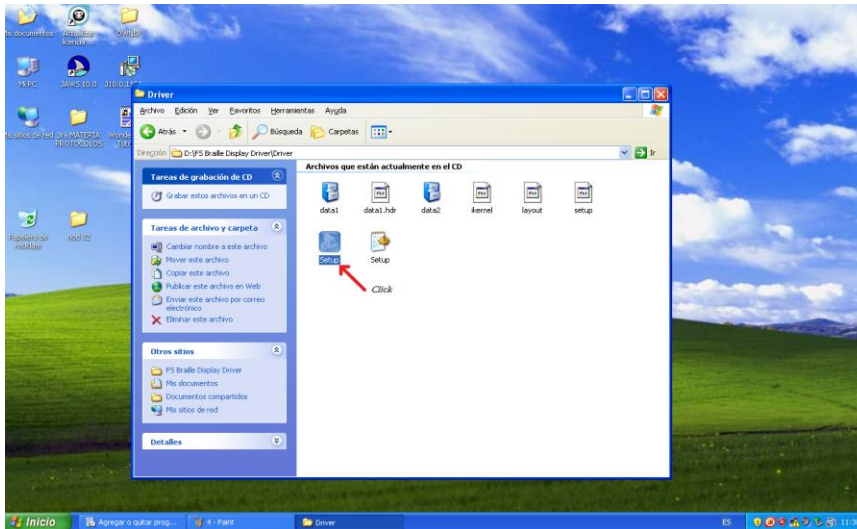
3. Dentro del disco de instalación se encuentran dos carpetas, la una de documentación que permite acceder a la información necesaria del dispositivo, la otra FS Braille Display Driver, que es la de instalación.



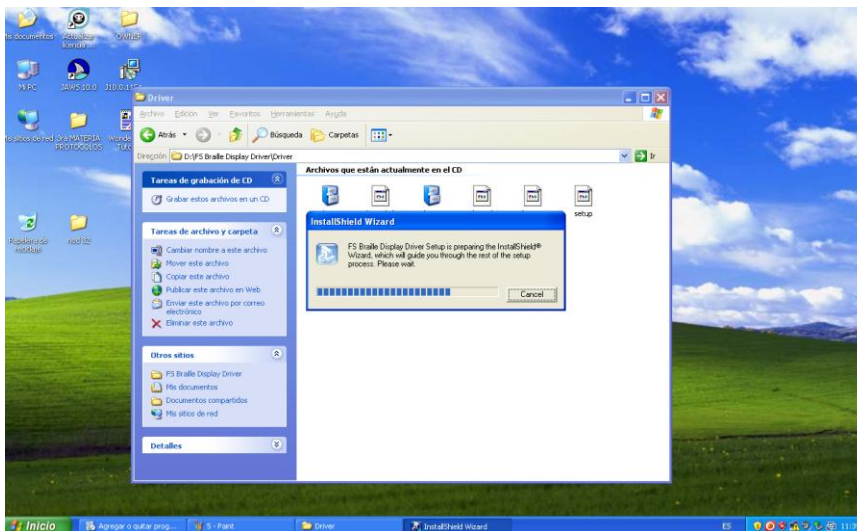
4. Seleccione la carpeta Driver



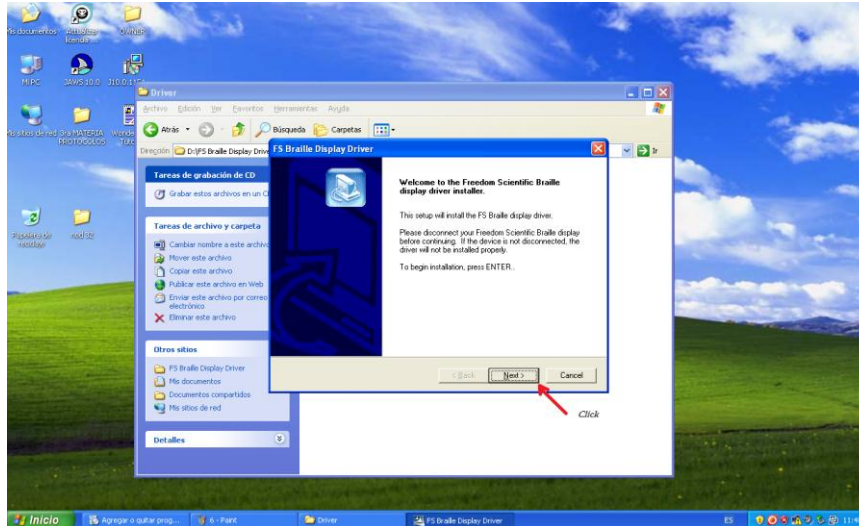
5. Seleccione el icono de Setup que es el que permite comenzar con la instalación.



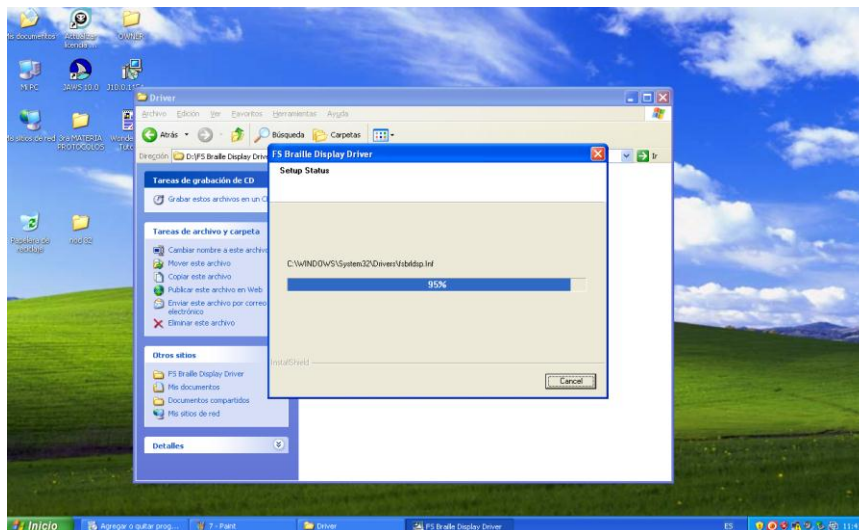
6. Espere unos segundos mientras se realiza la configuración automática para iniciar la instalación.



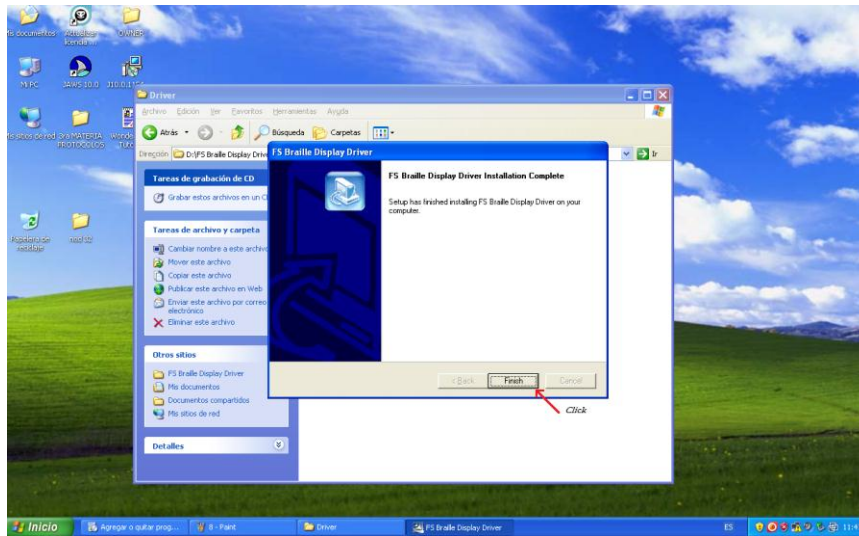
7. La ventana de inicio de instalación pide desconectar el Pac Mate en el caso que lo estuviere y para continuar presione siguiente (Next)



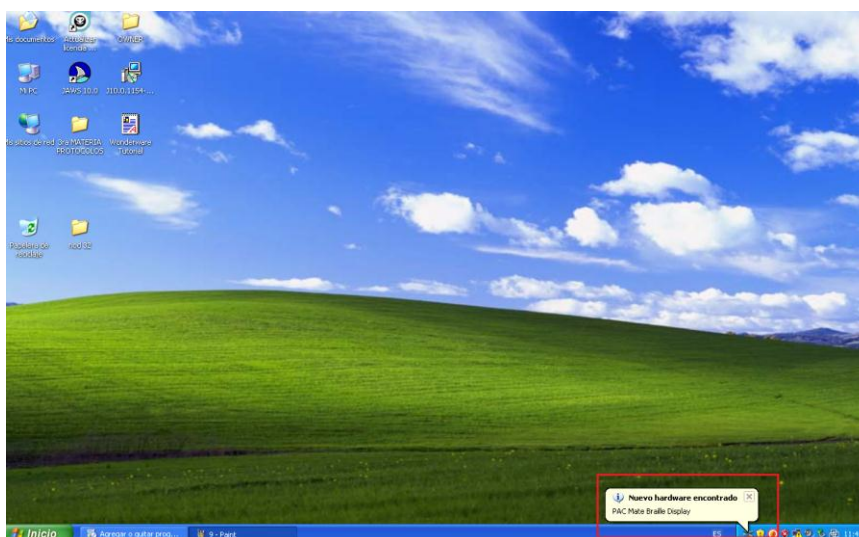
8. Espere mientras se instalan los primeros del driver.



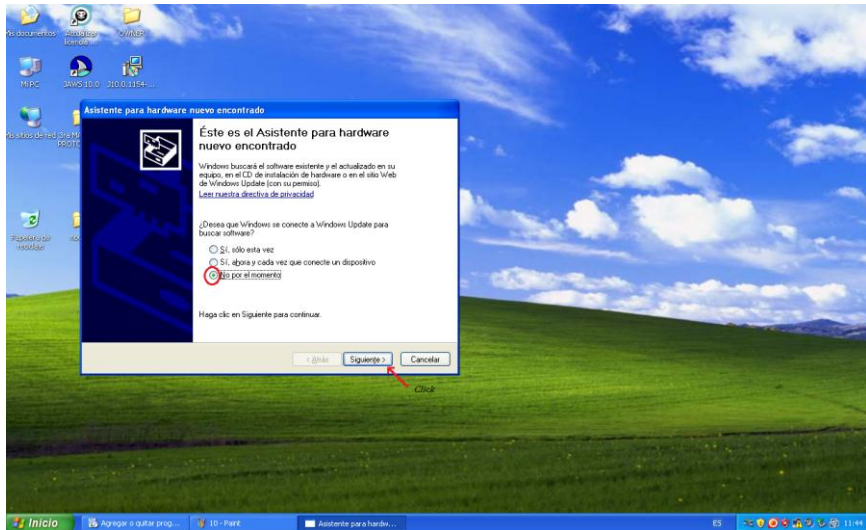
9. Pulse Terminar (Finish).



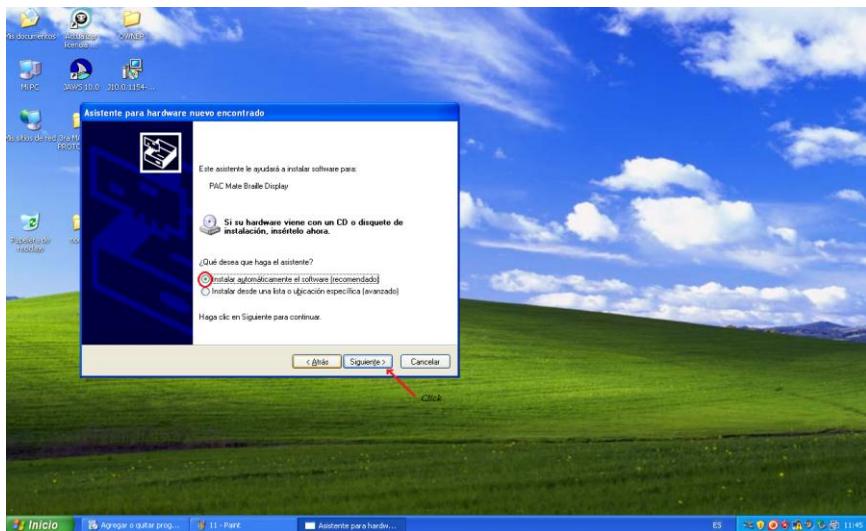
10. Al conectar el Pac Mate al puerto USB el sistema detectara el nuevo hardware, debe seguir los pasos detallados a continuación para instalar el nuevo hardware.



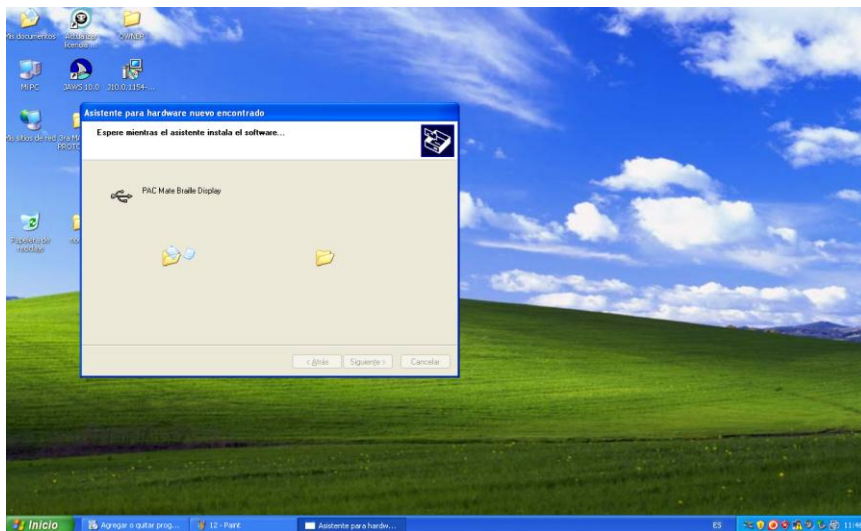
11. Automáticamente el asistente para hardware nuevo encontrado se activa, a la pregunta ¿Desea que Windows se conecte a Windows Update para buscar software?, seleccione No por el momento y presione Siguiente.



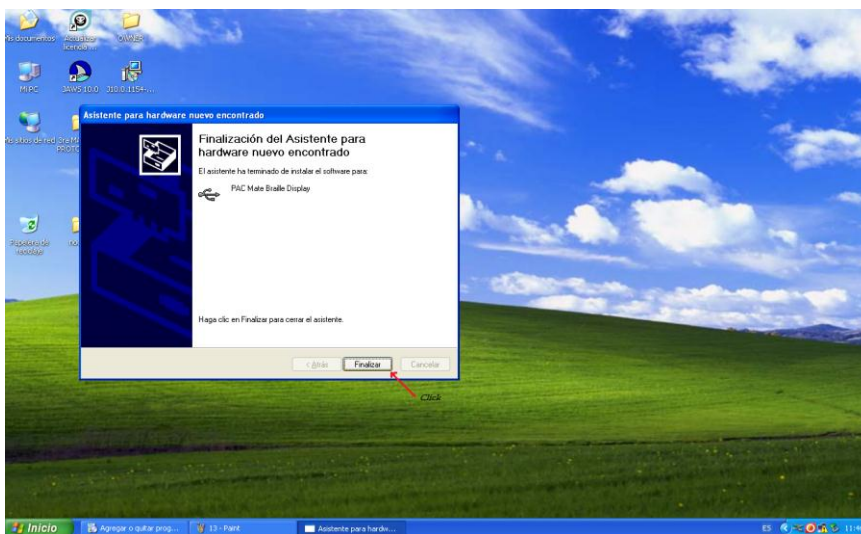
12. Elija la opción recomendada, que instala automáticamente el software y presione Siguiente



13. Espere unos segundos mientras el asistente instala el software.



14. Presione Finalizar para concluir con la instalación.



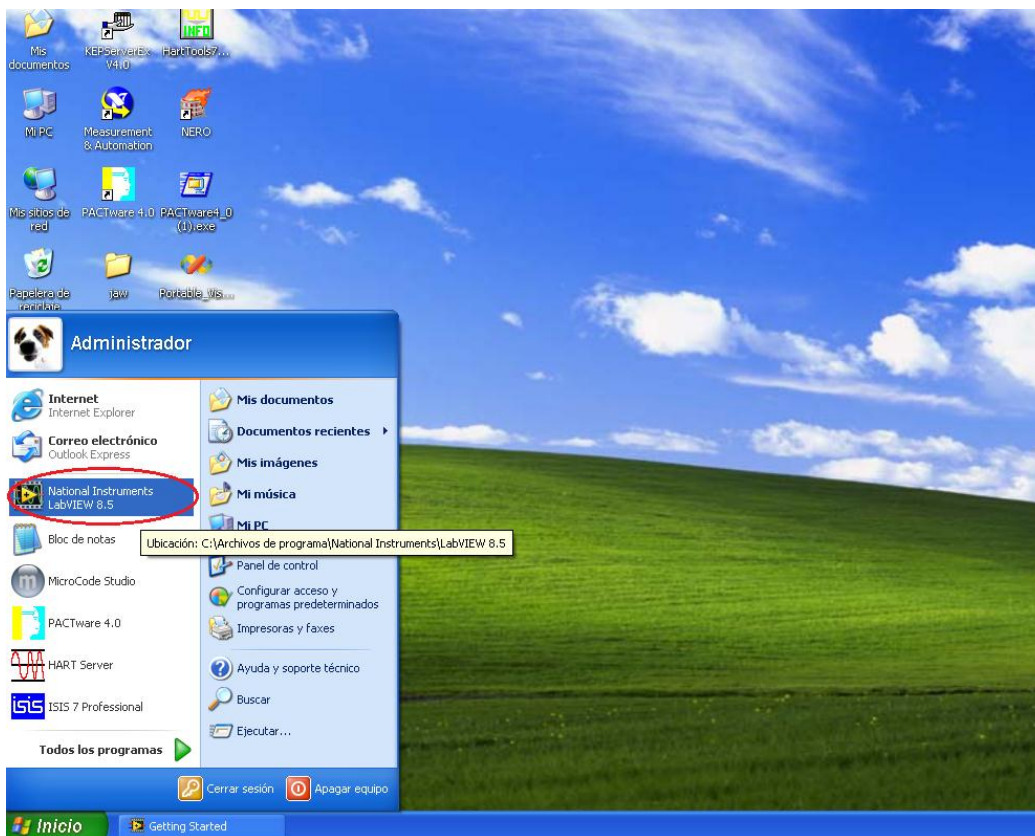
Listo, el paquete está instalado y listo para utilizarlo, se recomienda leer el manual de usuario antes de utilizarlo para quitar dudas y evitar posibles dificultades al hacer mal uso del dispositivo.

MANUAL DE USUARIO DEL PROTOTIPO DE DISPLAY TÁCTIL PARA PERSONAS NO VIDENTES.

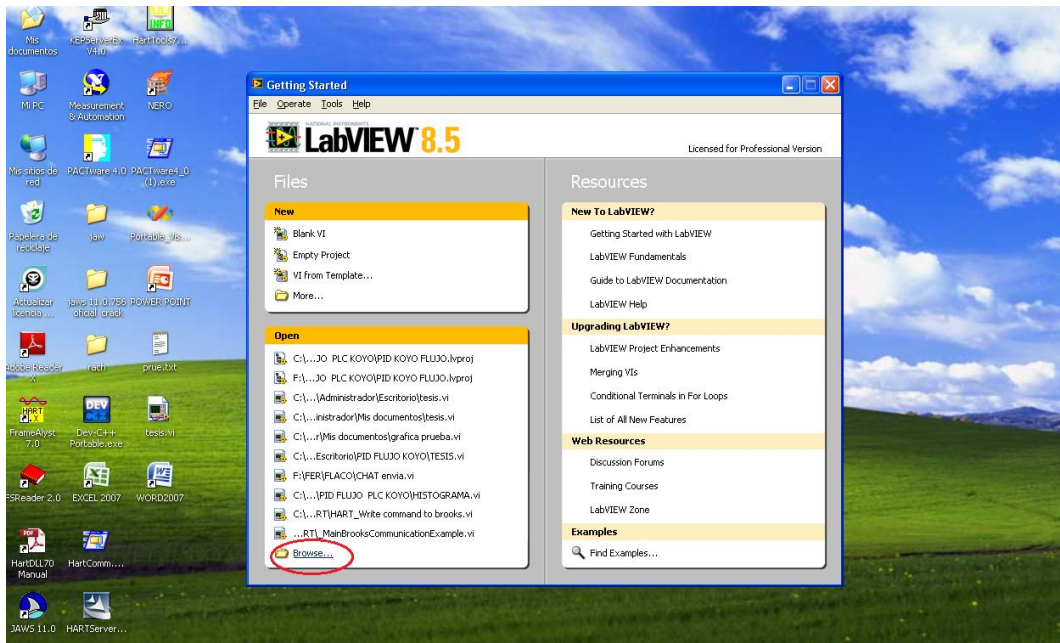
El prototipo de Display táctil desarrollado necesita de una persona vidente para ponerlo en funcionamiento.

La persona que ayudará al no vidente a utilizar el equipo deben seguir los siguientes pasos:

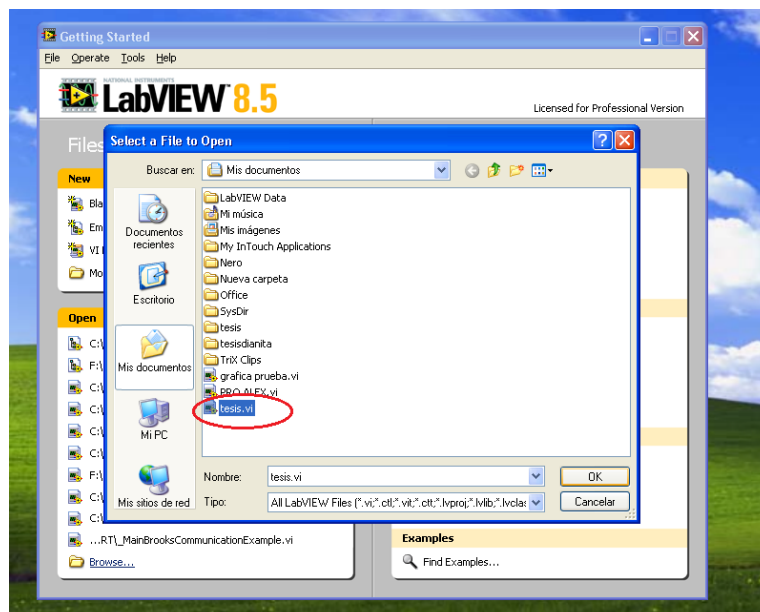
1. Colocar la unidad removible en el computador. (El conversor USB/Serial).
2. Abrir el programa de interfaz de usuario.
 - 2.1. Ir al menú Inicio y seleccionar el programa Labview



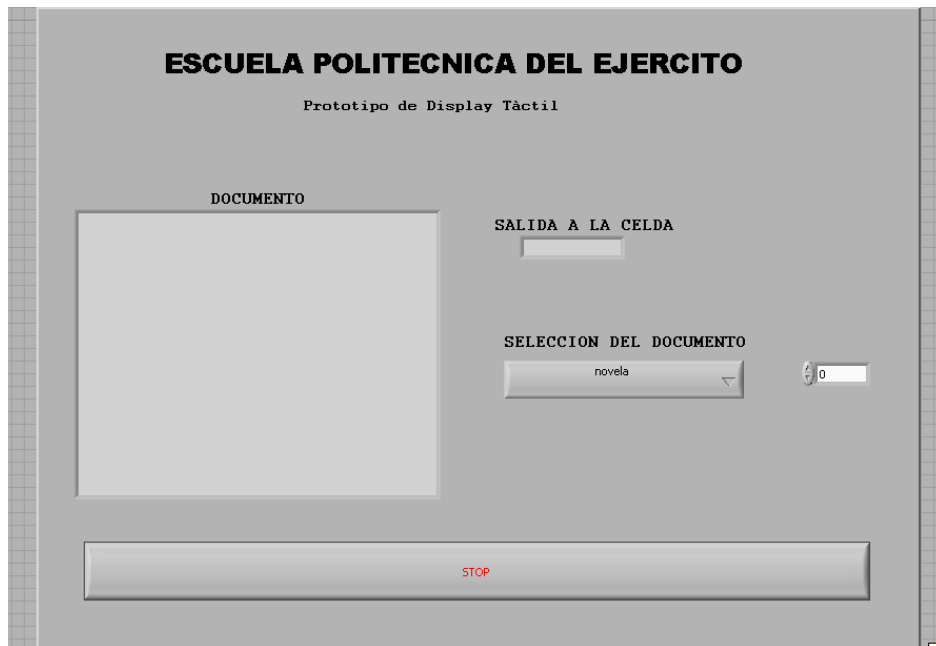
2.2. En el cuadro de dialogo elegir Browse...



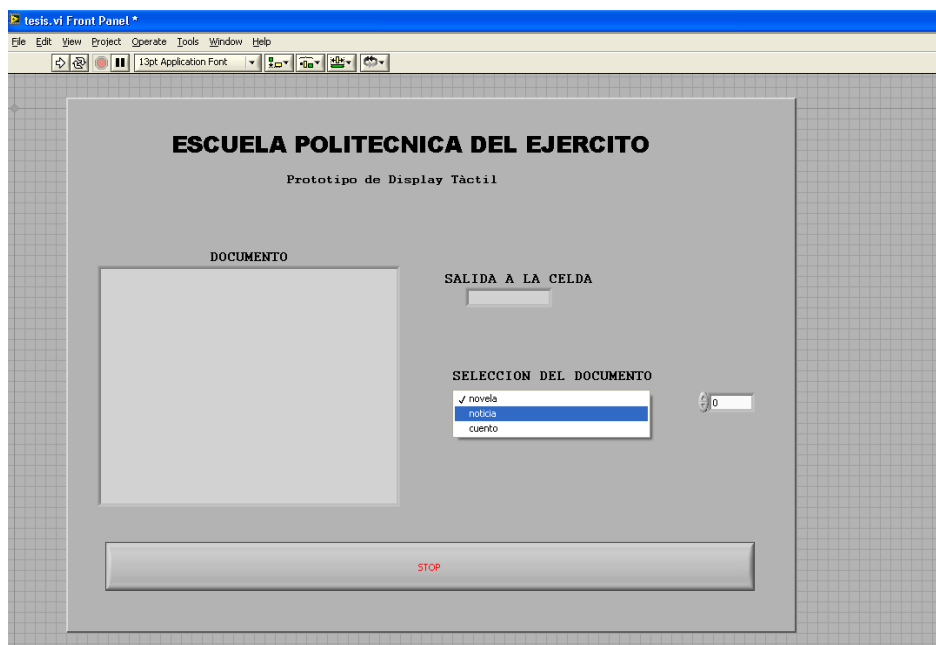
2.3. En el nuevo cuadro de dialogo elegir el archivo tesis.vi, dar clic sobre él para abrirlo.



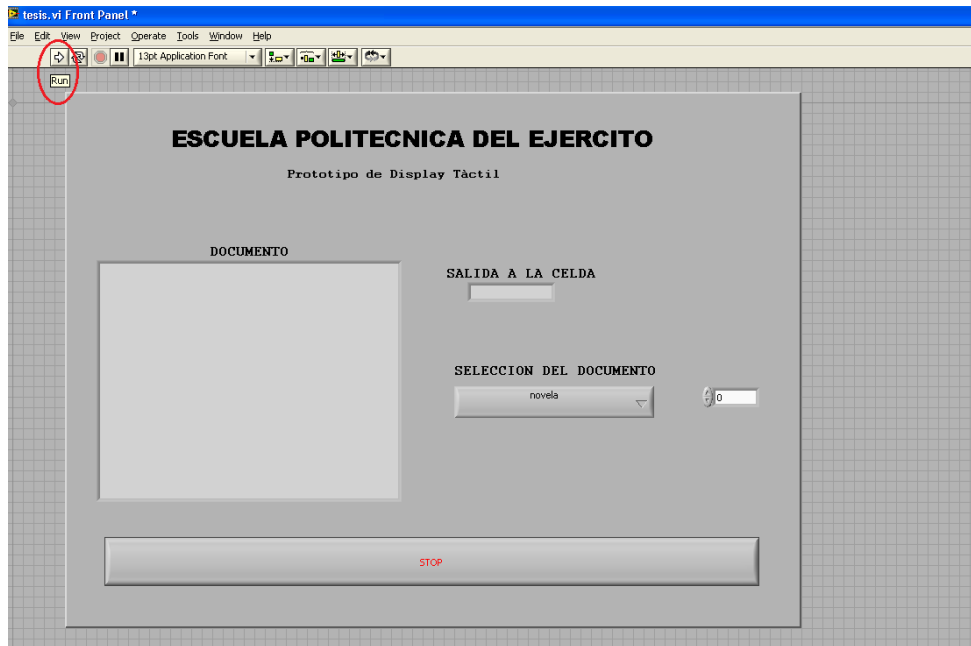
2.4. La nueva interfaz será la siguiente.



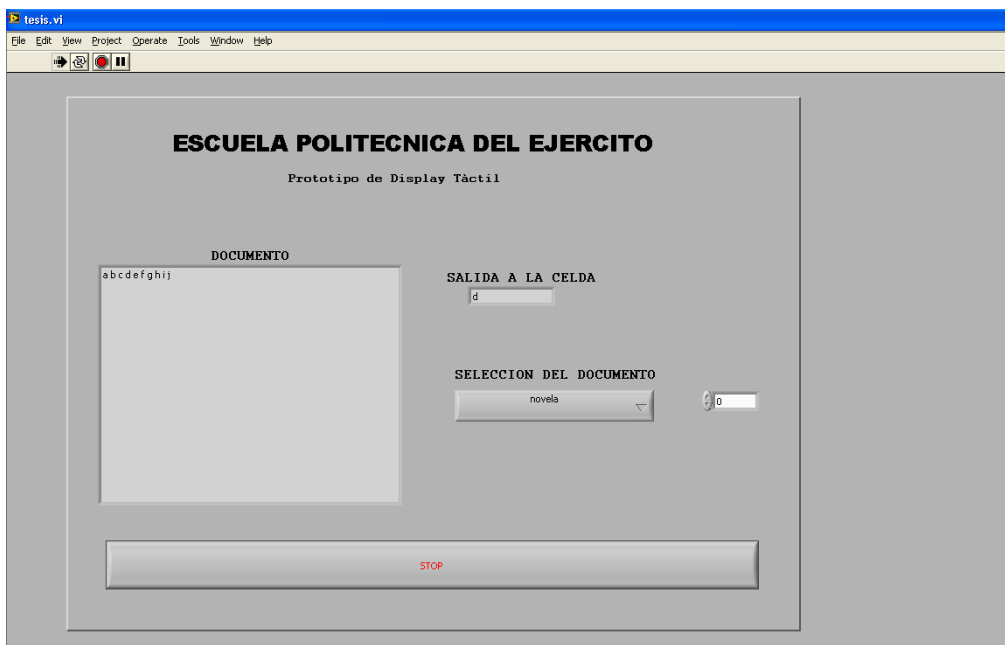
2.5. En la parte de selección del documento elegir una de ellas.



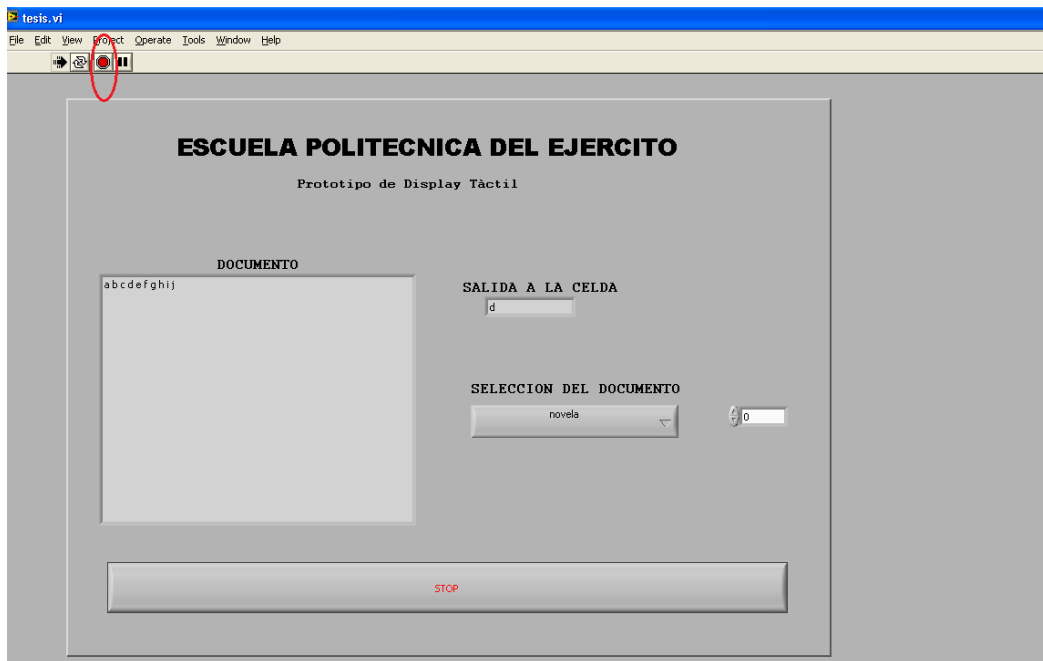
2.6. Luego de elegir una de ellas, en la esquina izquierda de la pantalla se encuentra el botón de Run, dar un clic sobre él.



2.7. En el momento que el programa esté corriendo, también empezará a levantarse los pivotes en el prototipo.



2.8. Para detener la transmisión de datos pulse el botón Stop.



MANUAL DE USUARIO DEL PAC MATE

Introducción

Freedom Scientific PAC Mate Braille Display (figura 1) es una línea braille de 20 celdas refrescables, es alimentado por la PC por lo que no necesita una fuente de alimentación externa. Además tiene 20 teclas de acceso rápido, ligero en peso y muy fácil de conectar. Compatible con el sistema operativo Windows 98 en adelante y con el software de lectura de pantalla Jaws.



Figura 1. Pac Mate Braille Display de 20 celdas

Características.

EL pac mate braille Display tiene características importantes entre ellas esta:

- Modelos de 20 y 40 celdas refrescables, el dispositivo que usted va a manejar es el de 20 celdas.
- Puerto USB para facilitar la comunicación con la Pc.
- Botones de posición, o de enrutamiento del cursor.
- Botones de Avance (derecho e izquierdo)
- Teclas de acceso rápido.
- VariBraille, esta opción permitirá al usuario variar la firmeza de los puntos braille.
- Compatibilidad con Windows 98 en adelante y Jaws.

Conexión de la pantalla en Braille

Pac Mate Braille Display puede conectarse con:

- Pac Mate y Bx
- Computador portátil o de escritorio

PAC Mate y BX

Para conectar la línea braille a su complemento de la serie X-PAC, haga lo siguiente:

1. Localice la cerradura en la parte inferior de la PAC Mate con la mano derecha y tire de ella hacia el lado derecho de la unidad. Esto libera cubierta de la pieza inferior.
2. Tome la cubierta superior de la pantalla PAC Mate en braille, justo por encima de las celdas braille. Esto libera la cubierta superior y se puede quitar de la pantalla.
3. Alinee la parte expuesta de nuevo a la línea braille, con la apertura en el BX o QX y empujar juntos hasta que la cerradura quede en su lugar. Ahora dispone de una unidad integrada braille.

Una vez que conecte su línea braille a su PAC Mate, siga las instrucciones de uso de la línea braille. Si desea configurar Braille PAC Mate, vaya a la página del menú Inicio, Configuración, Personal y seleccione Configuración de Braille.

Computadora de Escritorio o Portátil

Si está utilizando JAWS 4.51 o anterior, por favor, siga las siguientes instrucciones para actualizar JAWS a la última versión del driver en braille. El Pac Mate solo se podrá utilizar con versiones superiores a la 4.02.

Actualización del controlador de Braille

1. Con el CD en la unidad de CD-ROM, abra el Explorador de Windows y navegue a la carpeta FS Braille Display Driver. Abra esta carpeta y, a continuación, abra la carpeta del controlador. En la carpeta Controlador pulse **ENTER** en Setup.exe.
2. Una vez finalizada la instalación, ejecutar JAWS y abrir el diálogo Configuración básica Braille.
3. Seleccione PAC Mate 20 celdas en el cuadro Default Braille Display combinado.
4. Reinicie JAWS.
5. Conecte el PAC Mate pantalla Braille en el puerto USB de su ordenador.
6. Un cuadro de dialogo de Nuevo hardware encontrado aparece al conectar el PAC Mate Braille Display.

Para el sistema operativo Windows XP o superior, elija el Instalar automáticamente el software (recomendado). A continuación, presione **ENTER**. Espere a que el sistema localice el nuevo software, cuando este proceso se complete, presione **ENTER** para cerrar el cuadro de diálogo.

En Windows 98, ME y 2000, no tiene que hacer nada más que esperar a que este proceso termine.

Uso de la pantalla en Braille

La configuración de la pantalla en Braille es fácilmente accesible con las teclas de acceso rápido y las de navegación que pueden ser las acciones que se realiza a través de las ruedas de desplazamiento tanto derecha como izquierda, los botones de enrutamiento del cursor y los botones de adelanto (derecha) o retroceso (izquierda) . (Figura 2)

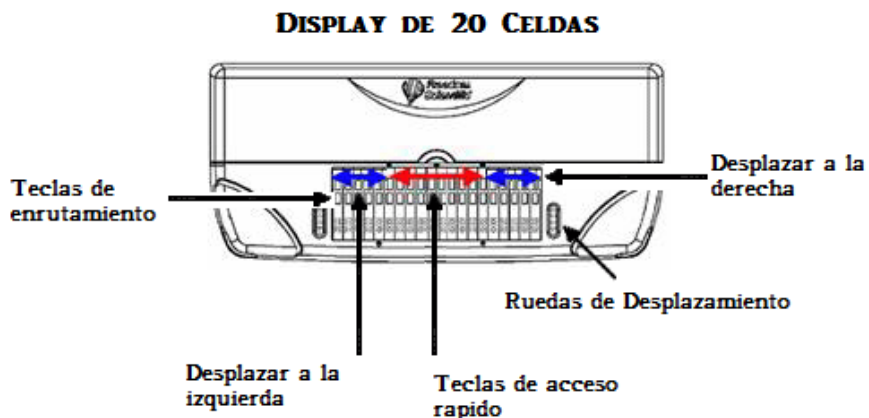


Figura 2. Partes del Pac Mate

Teclas de acceso rápido

Teclas de acceso rápido permite un rápido acceso a varias opciones que la línea braille presenta. Las 14 teclas de acceso rápido en la fila superior se componen de siete botones a ambos lados de la marca central. Los botones a la izquierda del centro se numeran de izquierda a derecha como 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 y los botones a la derecha del centro se numeran como 8, 9, 10, 11, 12, 13, y 14.

El resto de botones a la izquierda y a la derecha de las teclas de acceso son los botones de avance.

La pantalla PAC Mate braille utiliza secuencias de una y dos capas de comandos para configurar las opciones de pantalla en braille. Las teclas de acceso rápido se describen en la tabla de abajo.

Teclas de acceso rápido	Comando Capa 1	Comando Capa 2
1	Activa el Modo Advance Auto	
2	Repite el mensaje anterior siempre que se utilice Jaws 6.0 o posterior	
3	Ruta del cursor Braille sigue al cursor activo	Cambia la forma del cursor
4	Activado, sigue en Braille	Activa el encendido y apagado del cursor
5	Braille sigue activo	Activa espacio comprimido
6	Mostrar ventana superior activa a inicio de la línea estructurada	Ruta del Jaws desde el cursor hasta el cursor de la PC
7	SHIFT + Tab	
8	TAB	
9	Mostrar parte inferior de ventana o fin de línea estructurada	
10	Braille Grado2 (Braille contraído)	
11	Traducir palabra, Ampliar símbolo de braille grado 2	
12	Alternar entre capas 1 y 2	Mostrar ayuda de capas
13	Disminuir la tasa de avance	
14	Aumentar la tasa de avance	

Tabla 1: Teclas de acceso rápido

Ruedas de Desplazamiento

La pantalla braille utiliza estas ruedas de desplazamiento para moverse rápidamente a través de archivos, cuadros de diálogos y menús. Además cada rueda se puede ajustar de forma independiente para mayor funcionalidad.

Archivos y Menús

En los archivos de texto, las ruedas de desplazamiento se utilizan para moverse por las líneas, frases o párrafos. Presionándola hacia abajo la rueda de desplazamiento alterna entre líneas, frases y párrafos hacia abajo del texto mientras que si la presiona hacia arriba el desplazamiento será hacia arriba del texto.

Diálogos

En los cuadros de diálogo, rodando la rueda hacia usted se mueve hacia adelante a través de los controles, mientras que si la rueda lejos de usted que se mueve hacia atrás a través de los controles. Dependiendo del control, las ruedas de desplazamiento funcionan de manera diferente cuando se presiona.

- En vistas de lista, cuadros combinados, botones de selección, vistas de árbol y los grupos de la casilla de verificación de control; al pulsar la rueda de desplazamiento hacia abajo se pone en modo de lista. En este modo, moviendo la rueda le permite desplazarse por los elementos. Para salir del modo de lista, presione hacia debajo de nuevo la rueda de desplazamiento.
- Para las casillas individuales o los botones, al pulsar la rueda de desplazamiento se activa o desactiva la casilla de verificación del estado o activa el botón.

Botones de enrutamiento del cursor

Inmediatamente por encima de cada celda de braille hay un botón, estos son los botones de enrutamiento del cursor. Pulse el cursor de enrutamiento para mover el cursor a ese punto o para seleccionar un enlace en una página Web o mensaje de correo electrónico.

Botones de Avance derecho e izquierdo

Los botones a la derecha e izquierda (los 3 primeros y los 3 últimos de la primera línea de botones) le permiten moverse a través de los archivos en una longitud de una pantalla a la vez, es decir de 20 caracteres simultáneamente.

Para avanzar a la derecha, pulse cualquiera de los botones a la derecha del área de tecla de acceso rápido. Para avanzar a la izquierda, pulse cualquiera de los botones a la izquierda del área de tecla de acceso rápido.

Limpieza de la pantalla

El modo de limpieza que permite limpiar la pantalla en braille de los desechos. Para entrar en modo de limpieza, al PAC Mate, mantenga presionado los dos botones de enrutamiento del extremo derecho de la pantalla, conecte el cable USB la Pac Mate y suelte ambos botones, al hacer esto, todos los pines de cada una de las celdas se deben mostrar.

Utilice un paño suave y sin pelusas humedecido con un 90% de alcohol isopropílico o paños humedecidos utilizados para la limpieza de dispositivos electrónicos y frote suavemente las clavijas. Ningún otro producto de limpieza debe ser utilizado. Desconecte el cable los pines retroceden, frote suavemente la pantalla de nuevo. Puede ser necesario repetir este procedimiento 5 o 6 veces para limpiar la pantalla correctamente.

Consideraciones Ambientales

- **Almacenamiento**

La unidad está diseñada para sobrevivir a temperaturas de almacenamiento de -15 ° a 60 ° C con máximo del 5% al 90% de humedad de condensación.

- **De funcionamiento**

La unidad está diseñada para operar en un rango de temperatura de 0 ° C a 40 ° C y con 20% al 98% de humedad de condensación.

- **Dimensiones y peso**

Dimensiones:

12,19 cm x 27,94 cm x 3,89 cm)

Peso:

1 lb 12 oz. (0,79 kg)