

PROTOTIPO DE LÍNEA BRAILLE

Diseño y desarrollo de un prototipo de línea Braille de bajo costo para personas no videntes en el marco de Cátedra Unesco “Tecnologías de Apoyo para la Inclusión Educativa” de la Universidad Politécnica Salesiana

JULIO CÉSAR CABRERA HIDALGO, VLADIMIR ROBLES BYKBAEV
CÁTEDRA UNESCO “TECNOLOGÍAS DE APOYO PARA LA INCLUSIÓN EDUCATIVA”
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y TECNOLOGÍAS DE ASISTENCIA (GI-IATA)

07 DE ENERO 2019

CUENCA - ECUADOR



CONTENIDOS DE LA PRESENTACIÓN

- RESUMEN
- INTRODUCCIÓN
- PROPUESTA DEL SISTEMA
- RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- TRABAJO FUTURO



CONTENIDOS DE LA PRESENTACIÓN

- RESUMEN
- INTRODUCCIÓN
- PROPUESTA DEL SISTEMA
- RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- TRABAJO FUTURO



RESUMEN



Diseñar y desarrollar un prototipo de línea Braille para personas con discapacidad visual.

CONTENIDOS DE LA PRESENTACIÓN

- RESUMEN
- INTRODUCCIÓN
- PROPUESTA DEL SISTEMA
- RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- TRABAJO FUTURO



INTRODUCCIÓN: ESTADÍSTICAS

253 M



(OMS) [2]

52 K

(No videntes)



(CONADIS) [3]

9,5K

LABORALMENTE

ACTIVAS



(CONADIS) [3]

INTRODUCCIÓN: LEY ORGÁNICA DE DISCAPACIDADES

- “La *Autoridad* educativa nacional implementará las medidas pertinentes, para promover la **inclusión** de estudiantes con **necesidades educativas especiales** que requieran apoyos técnico-tecnológicos y humanos” [5].
- “En los establecimientos educativos públicos y privados del Ecuador, se efectúe la enseñanza de los diferentes mecanismos, herramientas e instrumentos de comunicación para las personas **no videntes**, según su necesidad y sus beneficios, se entregará de parte del gobierno textos y materiales en **sistema Braille** de manera gratuita” [5].

INTRODUCCIÓN: TECNOLOGÍA DE ASISTENCIA PARA DISCAPACIDAD VISUAL

GPS



BASTÓN
BLANCO



OCR



SINTETIZADOR
DE VOZ



Permiten superar diversos obstáculos físicos, sociales, barreras de accesibilidad[1,4].

INTRODUCCIÓN: ESTADO DEL ARTE

- Motores piezoeléctricos lineales [7].
- Pantalla Braille con solenoides [8].
- Pantalla braille con deslizador electromagnético [9].
- Pantalla Braille con tecnología neumática [10].

INTRODUCCIÓN:

- VarioConnect 40 (Baum Inc) [11]



- Brailiant BI 32 Braille (Humanware) [13]



- Smart Beetle Braille (HIMS) [12]



- Braille Sense U2 (HIMS) [14]



INTRODUCCIÓN: ESTADO DEL ARTE

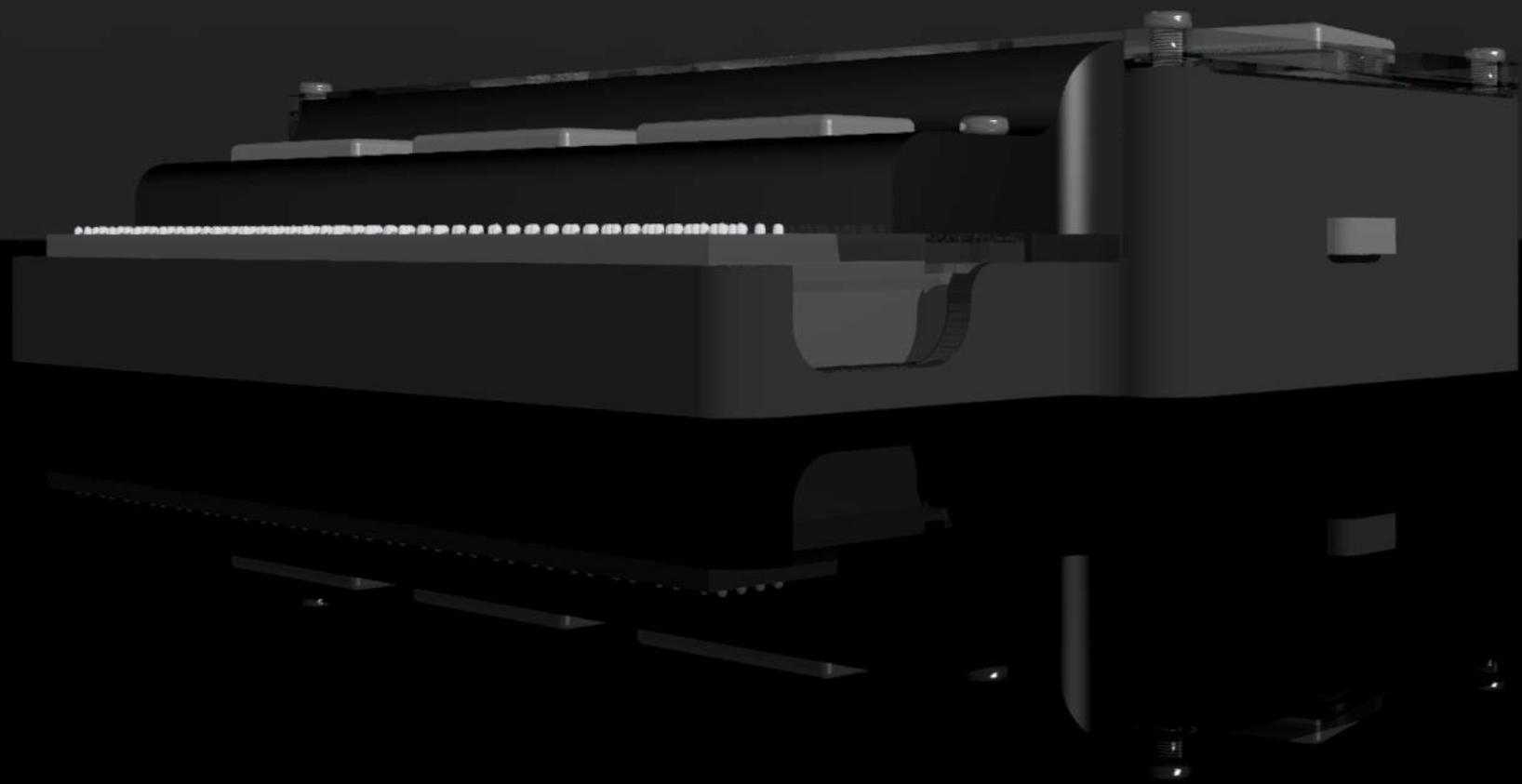
Nombre	Empresa	N° celdas	Teclado Perkins	Bluetooth	USB	Batería	Necesita PC	Android / iOS	LCD	Voz	Wifi	Valor
VarioConnect	Baum Inc	40 celdas	X	X	X	X	X					\$3,495
Smart Beetle	HIMS	14 celdas	X	X	X	X	X	X				\$ 994.99
Brailliant BI 32	Humanware	32 celdas	X	X	X	X	X	X				\$2,595
Sense U2	HIMS	32 celdas	X	X	X	X		X	X	X	X	\$ 4,595
B2G-GRY	National Braille	20 celdas	X	X	X	X		X		X	X	\$ 2,495

Tabla 1. Comparación de pantallas Braille comerciales.

CONTENIDOS DE LA PRESENTACIÓN

- RESUMEN
- INTRODUCCIÓN
- **PROPUESTA DEL SISTEMA**
- RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- TRABAJO FUTURO





PROPUESTA DEL SISTEMA: PROTOTIPO DE LÍNEA BRAILLE



Figura 1. Prototipo de línea Braille.

PROPUESTA DEL SISTEMA: PROTOTIPO DE LÍNEA BRAILLE

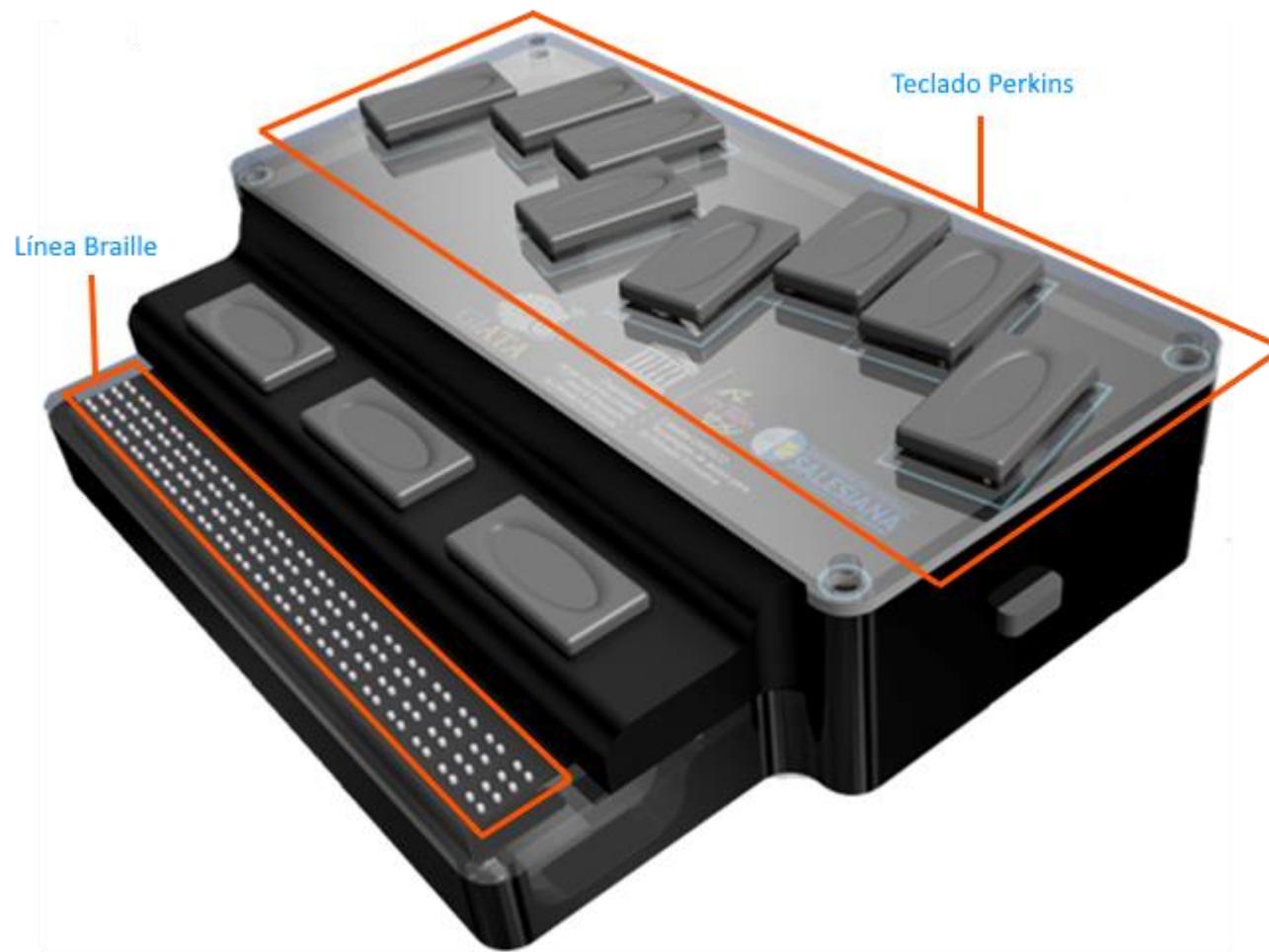
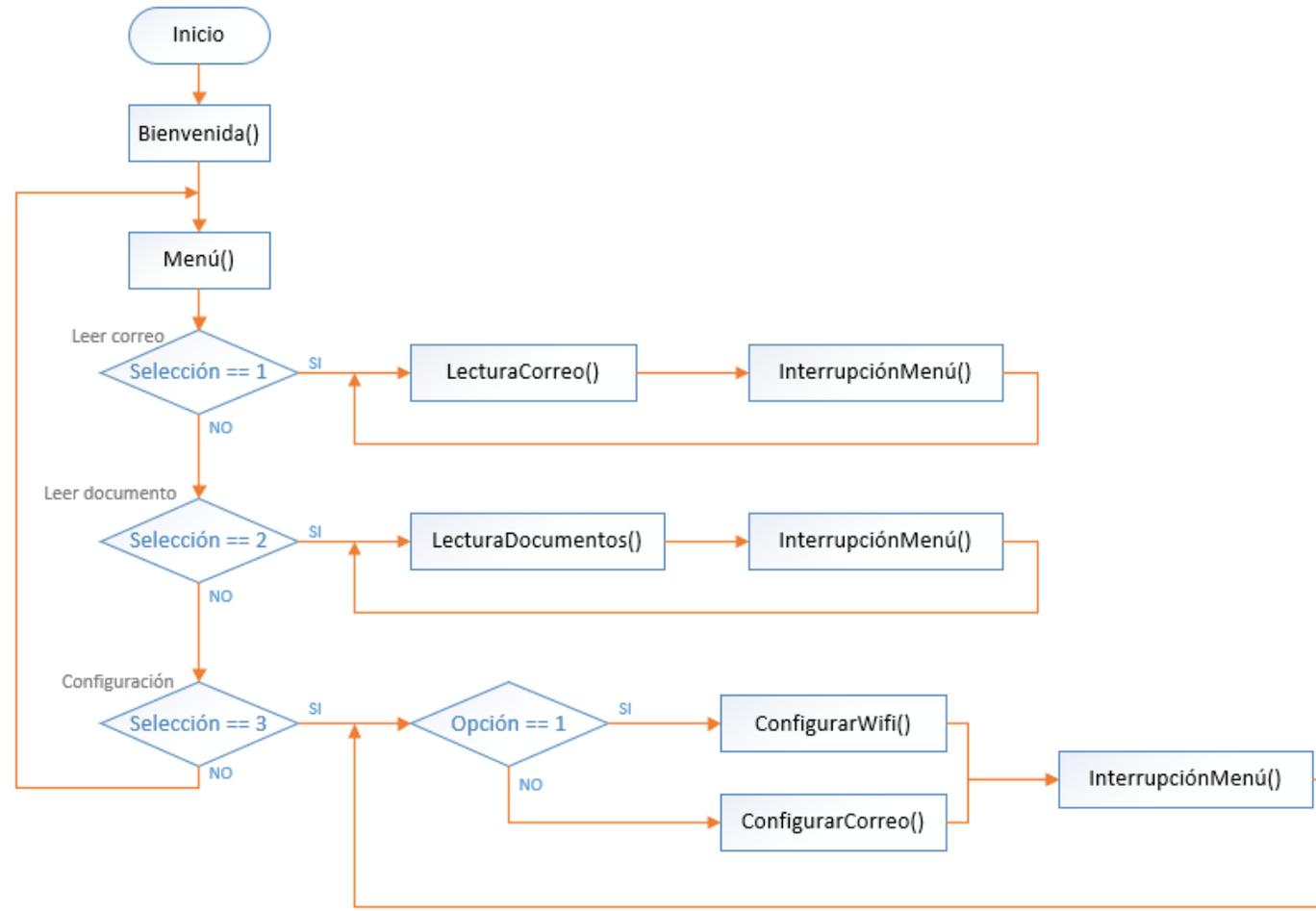


Figura 1. Prototipo de línea Braille.

PROPUESTA DEL SISTEMA: PARTES DEL PROTOTIPO

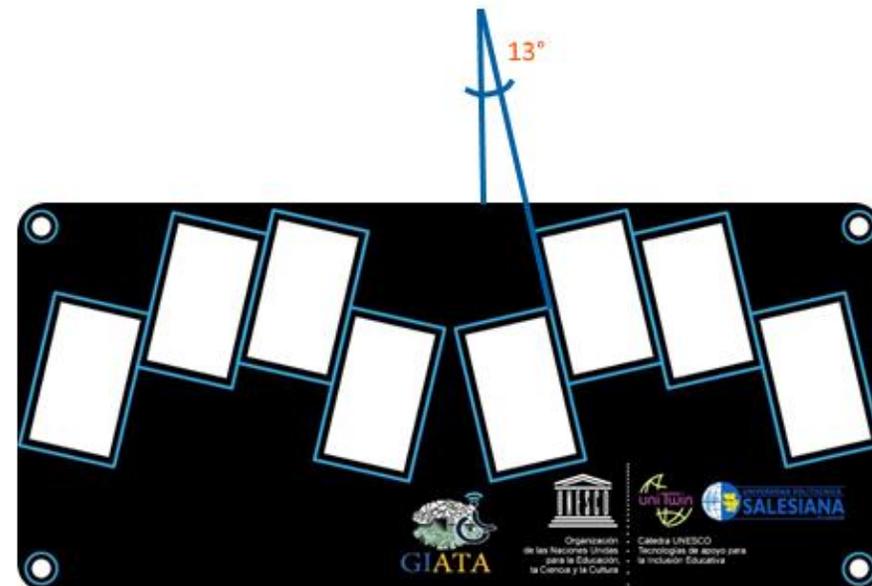
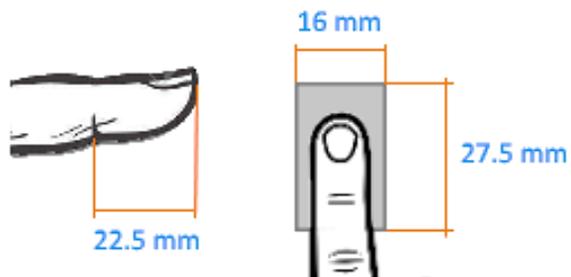


PROPUESTA DEL SISTEMA: ALGORITMO



PROPUESTA DEL SISTEMA: ANTROPOMETRÍA DEL DISPOSITIVO

- Promedio de distancia de la falange distal en hombres y mujeres entre las edades de 18-65 años es de 22.5 mm [16].
- El ángulo de inclinación recomendada es de 15° [15].
- 13° de inclinación para el prototipo de línea Braille.



PROPUESTA DEL SISTEMA: DISPOSICIÓN DE BOTONES

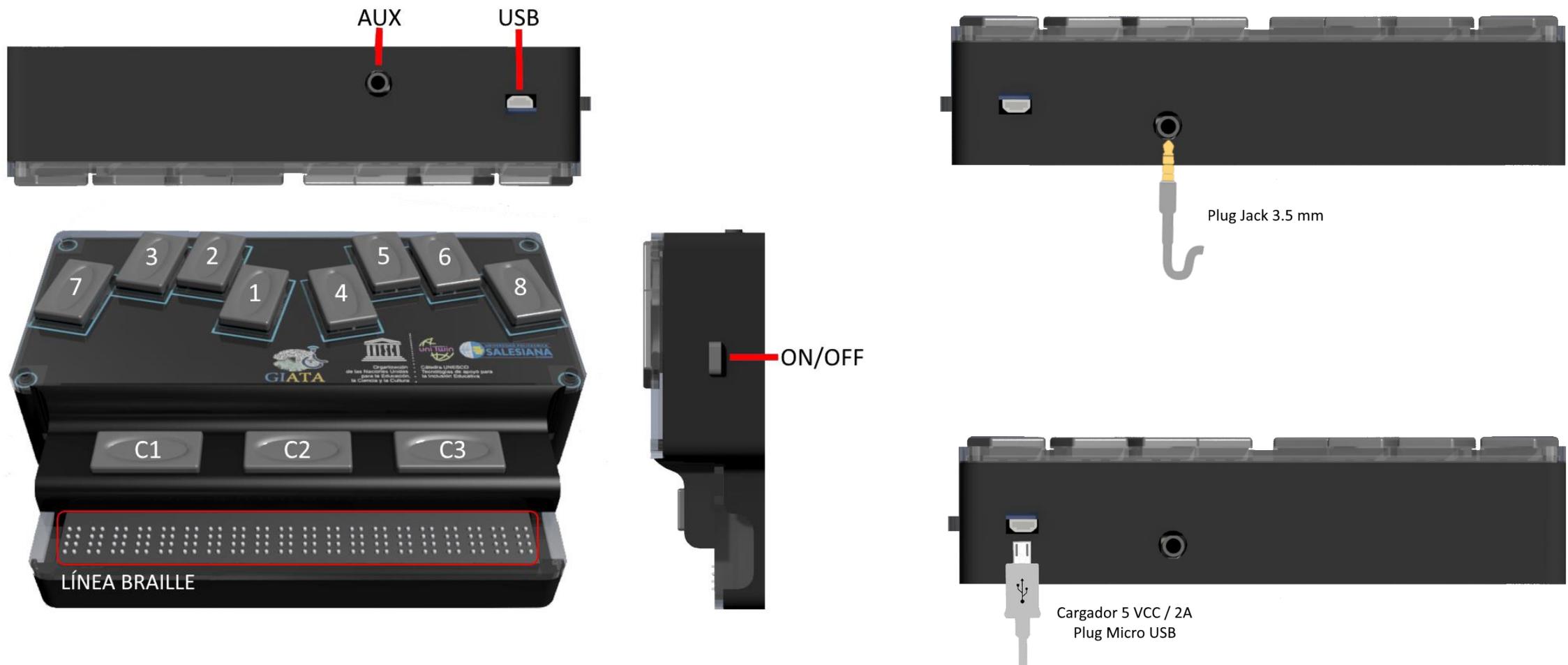
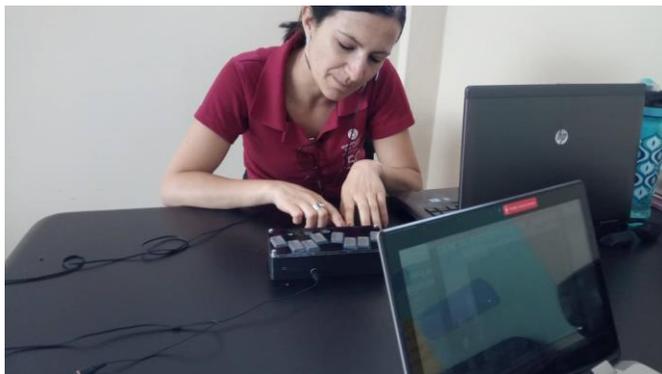


Figura 2. Botones de línea Braille.

PROPUESTA DEL SISTEMA: FOTOS EN PRUEBA DE CAMPO



CONTENIDOS DE LA PRESENTACIÓN

- RESUMEN
- INTRODUCCIÓN
- PROPUESTA DEL PROYECTO
- **RESULTADOS**
- CONCLUSIONES
- TRABAJO FUTURO



RESULTADOS: ENCUESTA APLICADA

- Se aplicó una encuesta para determinar la percepción de las personas con discapacidad visual respecto al prototipo de línea Braille.
- La encuesta fue previamente validada mediante la aplicación de un plan piloto en el cual se aplicó de forma no probabilística a 26 personas de 18 a 65 años de edad de Sonva “Sociedad de no videntes del Azuay” , y de igual forma en la Unidad de educación especial Sonva “UEES”.
- Se obtuvo un valor de 0.7, con lo cual se puede indicar que la encuesta refleja una coherencia interna entre los ítems.

RESULTADOS: ENCUESTA APLICADA

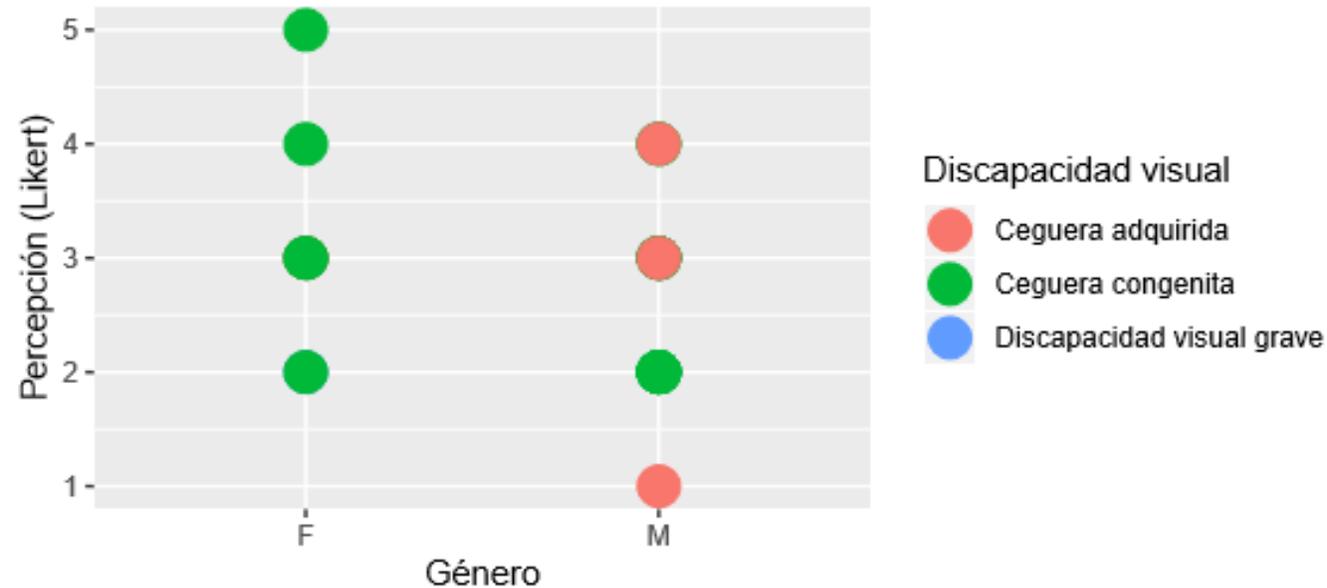


Figura 3. Percepción sobre la lectura en el prototipo de línea Braille.

- Se puede apreciar cómo las mujeres con ceguera congénita (predomina esta discapacidad en el género femenino) la facilidad varía entre "totalmente fácil" hasta "un poco difícil", mientras que en los hombres en quienes predomina la ceguera adquirida, parecería que la lectura resulta más complicada, pues las respuestas varían entre lectura "muy fácil" hasta lectura "totalmente difícil".

RESULTADOS: ENCUESTA APLICADA

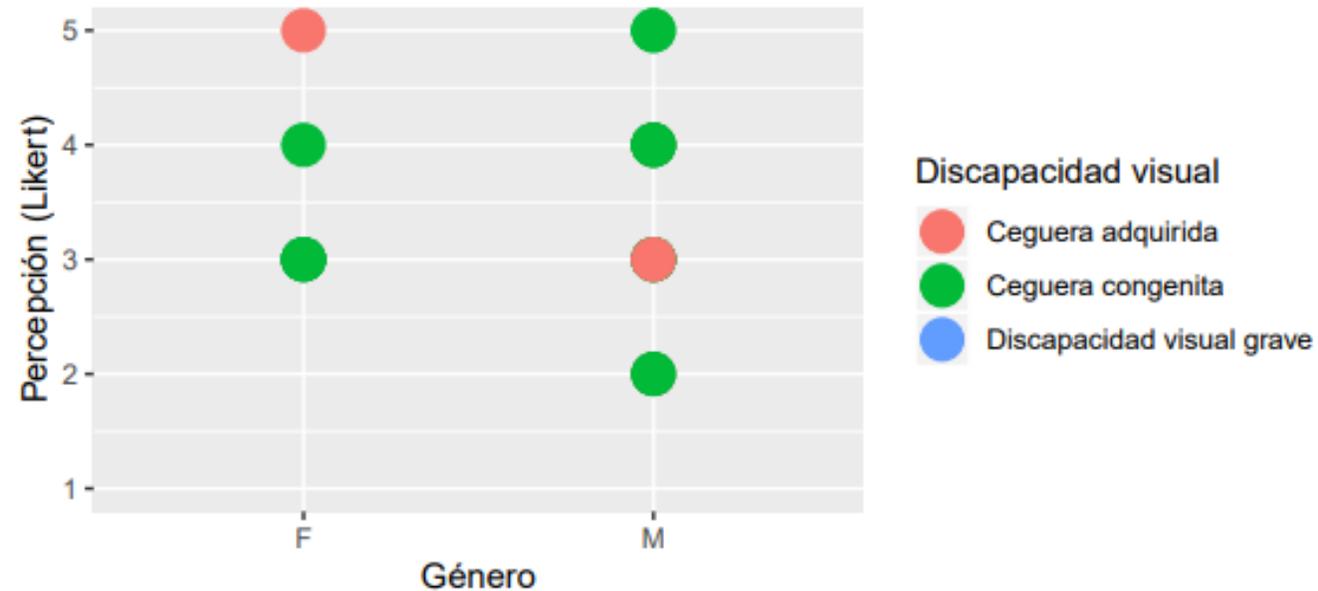


Figura 45. Percepción sobre la voz del prototipo de línea Braille.

- En este panel se puede observar que tanto hombres como mujeres con discapacidad adquirida y congénita aprecian la voz como "totalmente agradable" hasta "poco agradable". Es decir, varía en independencia del tipo de discapacidad y género. Esto se debe a que están familiarizados en su gran mayoría con sistemas de lectura que cuentan con sintetizador de voz.

RESULTADOS: TIEMPO DE RESPUESTA

Acción	Tiempo
Encendido	55 seg
Reproducción de bienvenida del dispositivo en voz y en Braille	6.35 seg
Reproducción del menú en voz y en Braille	8.52 seg
Tiempo de conexión al correo Gmail	5.69 seg
Tiempo de conexión al correo Outlook	6.23 seg
Tiempo en abrir un documento PDF	8.4 seg
Dar hora y estado de la batería	7.99 seg
Apagado	2 seg

Tabla 2. Tiempo de respuesta.

- La velocidad de internet que se usó es de 2.8 Mbps y por ello influye en los tiempos de respuesta de los servidores de correo web.

RESULTADOS: CÁLCULO DE DURACIÓN DE BATERÍA

Prueba	Corriente	Potencia
1	230 mA	0.851 W
2	320 mA	1.18 W
3	265 mA	0.98 W

Tabla 3. Consumo de potencia del prototipo de línea Braille en diferentes escenarios.

$$\text{Duración de la batería} = \frac{\text{Ah de la batería}}{\text{Consumo en A}} * 0.7$$

$$\text{Duración de la batería} = \frac{2.5 \text{ Ah}}{0.32 \text{ A}} * 0.7 = 5.46875 \text{ horas} = 5\text{h}27$$

- El factor de 0.7 permite tolerancias a factores externos que pueden afectar la vida útil de la batería.

RESULTADOS: MEDICIÓN DE DURACIÓN DE BATERÍA

Prueba	Tiempo
1	5h12
2	5h22
3	5h11
4	5h15
5	5h08

Tabla 4. Medición de la duración de batería.

- Los distintos valores de la duración de batería pueden ser debido a condiciones térmicas de la batería, efecto memoria de la batería o temperatura ambiente.

RESULTADOS: ANÁLISIS ECONÓMICO

DENOMINACIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
	Unidades	Dólares (\$)	Dólares (\$)
Raspberry Pi 3B®	1	60.00	60.00
DC/DC LV133	1	6.65	6.65
DC/DC converter Metec AG	1	52.00	52.00
Backplane P20 with 8 pos	2	16.40	32.8
Backplane P20 with 4 pos	1	13.20	13.20
Braille cell P20	20	28.60	572.00
Shipping UPS	1	105.00	105.00
Impuesto Paypal 4%	1	31.70	31.70
Componentes electrónicos	1	15.00	15.00
Placa PCB	1	9.33	9.33
Impresión 3D	1	35.00	35.00
Corte láser de acrílico	1	5.00	5.00
Tasa por conversión de divisa de EUR/USD	1	65.00	65.00
		TOTAL	1002.68

Tabla 5. Costos de desarrollo del prototipo de línea Braille.

CONTENIDOS DE LA PRESENTACIÓN

- RESUMEN
- INTRODUCCIÓN
- PROPUESTA DEL PROYECTO
- RESULTADOS
- **CONCLUSIONES**
- TRABAJO FUTURO



CONCLUSIONES

- Luego de analizar las encuestas se puede concluir que el prototipo de línea Braille para personas no videntes ha causado una gran impresión en las personas no videntes, cuyo rango de edades van desde los 18 a los 65 años. La fiabilidad de las variables que medimos en la encuesta se validó por el test Alfa de Cronbach de 0,7.
- Con el análisis para el diseño y desarrollo del prototipo de línea Braille se logró reducir el costo frente a los dispositivos comerciales dando un promedio de \$50 por celda Braille frente a \$71 del dispositivo más barato de dispositivos Braille comerciales. Además, se pudo notar que el costo por celda Braille varía de acuerdo a la marca y a sus diferentes características.
- La voz del prototipo de línea Braille es bien aceptado entre las personas no videntes, debido a que es habitual el uso de sintetizadores de voz.
- La percepción del tacto de las teclas impresas en 3D para la escritura en Braille, resulta áspero y duro para las personas no videntes, debido a que su sentido del tacto es más desarrollado.

CONTENIDOS DE LA PRESENTACIÓN

- RESUMEN
- INTRODUCCIÓN
- PROPUESTA DEL PROYECTO
- RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- TRABAJO FUTURO



TRABAJO FUTURO

- Implementar la funcionalidad de detección de voz para mejorar la interfaz humano-máquina.
- Reducir los costos de las celdas Braille, comprando al por mayor al fabricante, de esta manera también se ahorra en costos de envío.
- Transcribir el código de programación a lenguaje C, ya que es más rápido que Python y su consumo energético es menor.
- Mejorar el diseño del prototipo, probar distintos materiales en la fabricación de las teclas.

REFERENCIAS

- [1] B. M. B, “Sinéctica : Revista del Departamento de Educación del ITESO,” Departamento de Educación y Valores del ITESO, Guadalajara, 2011.
- [2] R. R. A. Bourne *et al.*, “Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis,” *Lancet Glob. Heal.*, vol. 5, no. 9, pp. e888–e897, Sep. 2017.
- [3] C. N. para la I. de D. (CONADIS), “Estadísticas de discapacidad en el Ecuador.” Ministerio de Salud Pública, Quito, Ecuador, 2018.
- [4] Andrés Paya Rico, “Políticas de educación inclusiva en América Latina,” *Rev. Educ. inclusiva*, vol. 3, no. 2, p. 18, 2010.
- [5] Asamblea Nacional del Ecuador, *Ley orgánica de discapacidades*, Quito, 2017.
- [6] Van Lansingh., “Cifras de Ceguera en Latinoamérica,” 2014.
- [7] H. Cho, B. Kim, J. Park, and J. Song, “Development of a Braille Display using Piezoelectric Linear Motors,” in *2006 SICE-ICASE International Joint Conference*, 2006, pp. 1917–1921.
- [8] S. Sultana, A. Rahman, F. H. Chowdhury, and H. U. Zaman, “A novel Braille pad with dual text-to-Braille and Braille-to-text capabilities with an integrated LCD display,” in *2017 International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (ICICT)*, 2017, pp. 195–200.
- [9] D. Leonardis and C. Loconsole, “Braille cursor: An innovative and affordable refreshable braille display designed for inclusion,” in *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2019, vol. 776, pp. 302–311.
- [10] B. Mosadegh *et al.*, “Control of soft machines using actuators operated by a Braille display,” *Lab Chip*, vol. 14, no. 1, pp. 189–199, Nov. 2014.

REFERENCIAS

- [11] Baum (USA) Inc, “VarioConnect 40 Cells - American Foundation for the Blind,” 2014. [Online]. Available: <https://www.afb.org/prodProfile.asp?ProdID=1817>. [Accessed: 15-Oct-2018].
- [12] HIMS Inc., “Smart Beetle,” 2016. [Online]. Available: <http://www.hims-inc.com/product/smart-beetle/>. [Accessed: 15-Oct-2018].
- [13] Humanware, “Humanware - Home - Low Vision Aids for Macular Degeneration,” 2012. [Online]. Available: <https://store.humanware.com/asia/brilliant-bi-32-new-generation.html>. [Accessed: 15-Oct-2018].
- [14] HIMS Inc, “BrailleSense U2,” 2012. [Online]. Available: <http://www.hims-inc.com/product/braille-sense-u2/>. [Accessed: 15-Oct-2018].
- [15] D. G. Evans, S. Pettitt, and P. Blenkhorn, “A modified Perkins Braille for text entry into windows applications,” *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.*, vol. 10, no. 3, pp. 204–206, Sep. 2002.
- [16] R. Avila Chaurand, L. R. Prado León, E. L. González Muñoz, and Universidad de Guadalajara. Centro de Investigaciones en Ergonomía., *Dimensiones antropométricas de población latinoamericana*. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño, División de Tecnología y Procesos, Departamento de Producción y Desarrollo, Centro de Investigaciones en Ergonomía, 2001.

PREGUNTAS



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

