

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO CON  
ARDUINO PARA EL APRENDIZAJE DEL LENGUAJE BRAILLE PARA  
PERSONAS INVIDENTES DE VILLA EL SALVADOR.”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER  
ASTUVILCA LLANCAN, JORGE MANFREDY**

**Villa El Salvador**

**2017**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación va dedicado, a Dios por haberme permitido alcanzar una de mis grandes metas, y nunca haberme abandonado en este camino de mi formación profesional.

A mis padres y familiares, por su gran cariño, respeto, paciencia y sobretodo por el esfuerzo que han realizado por sacarme adelante a pesar de las circunstancia.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios por darme las fuerzas y motivación durante toda mi etapa como universitario y haberme guiado por el camino del progreso y superación.

A mi madre Juana que siempre ha estado pendiente de mi, brindándome su comprensión, amor, y aconsejándome para ser una mejor persona día tras día.

A mi tía Alberta que siempre ha estado presente en todas mis luchas, enseñándome a ser una persona educada, responsable y sobretodo seguir siempre adelante a pesar de los problemas.

A mi padrastro Victor, que siempre me ha aconsejado y alentado en cada oportunidad que se presentaba.

A mi tío Humberto por la paciencia, confianza, y apoyo que desde muy pequeño me brindo.

A mis hermanas Nadia y Nubia que me han guiado durante mi carrera y me han apoyado incondicionalmente.

A mi Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, en especial a los docentes de la carrera de Ingeniería electrónica y telecomunicaciones que aportaron con los conocimientos necesarios para formar mi vida profesional y personal.

A mis familiares y amigos que han estado en los buenos y malos momentos brindándome su apoyo.

## ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE .....	vi
LISTADO DE FIGURAS .....	ix
LISTADO DE TABLAS .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	xvi
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	17
1.2. Justificación del proyecto .....	19
1.3. Delimitación del proyecto .....	20
1.3.1. Teórica .....	20
1.3.2. Espacial .....	20
1.3.3. Temporal .....	20
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	20
1.4.1. Problema General .....	20
1.4.2. Problema Específicos .....	20
1.5. OBJETIVO .....	21
1.5.1. Objetivo General .....	21
1.5.2. Objetivo Específicos .....	21
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>22</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
2.1.1. Antecedente internacional .....	22
2.1.2. Antecedente nacional .....	23
2.2. BASES TEÓRICAS .....	24
2.2.1. Discapacidad visual .....	24
2.2.2. Niveles de deficiencia visual .....	26
2.2.3. Sistema Braille .....	27
2.2.3.1. Historia .....	27
2.2.3.2. Estructura del sistema braille .....	29
2.2.3.3. Método de lectura del sistema braille .....	35
2.2.3.4. Método de escritura del sistema braille .....	36
2.2.3.5. La enseñanza del braille .....	39
2.2.3.6. Métodos de enseñanza del sistema braille .....	39
2.2.3.7. Dispositivos electrónicos para el aprendizaje del sistema braille .....	43
2.2.3.8. Aprendizaje del manejo de equipos y sistema braille.....	48
2.2.3.9. Dispositivos electrónicos usados para el ensamblaje del sistema electrónico .....	59
2.2.3.9.1. ARDUINO .....	59

<b>CAPITULO III: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN .....</b>	<b>70</b>
<b>3.1. Desarrollo del sistema electrónico .....</b>	<b>70</b>
<b>3.2. Nivel de conocimiento del sistema braille .....</b>	<b>71</b>
<b>3.3. Método de enseñanza del sistema braille .....</b>	<b>71</b>
<b>3.4. Diseño del sistema electrónico .....</b>	<b>72</b>
<b>3.5. Diagrama de bloques .....</b>	<b>73</b>
<b>3.6. Diagrama físico .....</b>	<b>74</b>
<b>3.7. Ingreso de datos .....</b>	<b>75</b>
<b>3.8. Procesamiento de datos .....</b>	<b>76</b>
<b>3.8.1. Selección de la placa arduino .....</b>	<b>76</b>
<b>3.8.2. Selección del módulo de audio .....</b>	<b>79</b>
<b>3.8.2.1. Memoria micro sd .....</b>	<b>81</b>
<b>3.9. Salida de información .....</b>	<b>81</b>
<b>3.10. Funcionamiento del sistema electrónico .....</b>	<b>82</b>
<b>3.11. Herramientas adicionales de software y hardware .....</b>	<b>82</b>
<b>3.11.1 Lenguaje C ++ .....</b>	<b>82</b>
<b>3.11.2. Programa de simulación Arduino .....</b>	<b>84</b>
<b>3.11.3. Grabador de audio .....</b>	<b>85</b>
<b>3.12. Diagrama de flujo .....</b>	<b>89</b>
<b>3.13. Diagrama y simulación .....</b>	<b>91</b>
<b>3.14. Programa en arduino .....</b>	<b>91</b>
<b>3.15. Implementación .....</b>	<b>92</b>
<b>3.15.1. Elaboración de la carcasa .....</b>	<b>92</b>
<b>3.15.2. Ubicación de placas electrónicas .....</b>	<b>93</b>
<b>3.15.3. Cableado de la placa electrónica hacia los pulsadores .....</b>	<b>94</b>
<b>3.15.4. Colocación de pulsadores .....</b>	<b>94</b>
<b>3.16. Aplicación del sistema electrónico .....</b>	<b>95</b>
<b>3.17. Resultados .....</b>	<b>97</b>

<b>3.18. Pasos y tiempo de aprendizaje .....</b>	<b>98</b>
<b>3.19. Presupuesto .....</b>	<b>99</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>101</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>103</b>
<b>BIBLIOGRAFÍAS .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>114</b>

## LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1.1. GRAVEDAD DE LA LIMITACIÓN EN EL PERÚ 2012 .....	18
FIGURA 2.1: DISTANCIAS Y MEDIDAS DEL SISTEMA BRAILLE .....	29
FIGURA 2.2: SECUENCIA DEL SISTEMA DE PUNTOS BRAILLE .....	30
FIGURA 2.3: SISTEMA BRAILLE PARA INVIDENTES .....	31
FIGURA 2.4: LETRAS EN EL SISTEMA BRAILLE – 1 .....	31
FIGURA 2.5: LETRAS EN EL SISTEMA BRAILLE – 2 .....	31
FIGURA 2.6: LETRAS EN EL SISTEMA BRAILLE – 3 .....	32
FIGURA 2.7: LETRAS EN EL SISTEMA BRAILLE – 4 .....	32
FIGURA 2.8: SIMBOLOS EN EL SISTEMA BRAILLE .....	32
FIGURA 2.9: VOCALES CON TILDE EN EL SISTEMA BRAILLE .....	33
FIGURA 2.10: SIGNOS DE PUNTUACIÓN EN EL SISTEMA BRAILLE .....	33
FIGURA 2.11: SIGNOS EN EL SISTEMA BRAILLE - 1.....	33
FIGURA 2.12: LETRAS EN MAYUSCULA EN EL SISTEMA BRAILLE .....	34
FIGURA 2.13: NÚMEROS EN EL SISTEMA BRAILLE .....	34
FIGURA 2.14: SIGNOS EN EL SISTEMA BRAILLE – 2 .....	35
FIGURA 2.15: REGLETA .....	36
FIGURA 2.16: PUNZÓN .....	37
FIGURA 2.17: REPRESENTACIÓN DE LA LECTURA Y ESCRITURA EN BRAILLE .....	37
FIGURA 2.18: MÁQUINA DE ESCRIBIR PERKINS – BRAILLE .....	38
FIGURA 2.19: ANOTADOR PARLANTE .....	43
FIGURA 2.20: BRAILLE 'N PRINT .....	44
FIGURA 2.21: CAJA ARITMETICA PARA INVIDENTES .....	44
FIGURA 2.22: CALCULADORA PARLANTE .....	45

FIGURA 2.23: SOFTWARE – JAWS PARA INVIDENTES .....	45
FIGURA 2.24: IMPRESORA BRAILLE .....	46
FIGURA 2.25: LÍNEA BRAILLE .....	46
FIGURA 2.26: PIZARRA BRAILLE .....	47
FIGURA 2.27: ROTULADORA EN BRAILLE DYMO .....	47
FIGURA 2.28: THERMOFORM .....	48
FIGURA 2.29: NIÑA TRABAJANDO CON LA TABLETA .....	49
FIGURA 2.30: LÍNEA BRAILLE .....	50
FIGURA 2.31: TELEFONO CON TECLAS GRANDES, PARLANTE Y MEMORIA .....	50
FIGURA 2.32: RELOJ PARLANTE CON VOZ .....	51
FIGURA 2.33: CALCULADORA PARLANTE .....	53
FIGURA 2.34: MÁQUINA DE ESCRIBIR – PERKINS .....	54
FIGURA 2.35: ETIQUETADORA BRAILLE .....	56
FIGURA 2.36: ANILLO PARA LEER .....	57
FIGURA 2.37: PLACA ARDUINO UNO R3 .....	60
FIGURA: 2.38: CABLE JUMPER MACHO-MACHO .....	61
FIGURA 2.39: LECTOR SD Y MICRO SD .....	63
FIGURA 2.40: TIPOS DE RESISTORES .....	63
FIGURA 2.41: CÓDIGO DE COLORES .....	64
FIGURA 2.42: BUFFER 0.5 WATTS .....	65
FIGURA 2.43: TIPOS DE TRANSISTORES .....	66
FIGURA 2.44: PINES Y SIMBOLOGÍA ELECTRÓNICA .....	66
FIGURA 2.45: ESTADOS DE FUNCIONAMIENTO DEL TRANSISTOR .....	67
FIGURA 2.46: POLARIZACIÓN PNP Y NPN .....	67

FIGURA 2.47: PULSADORES NORMALMENTE ABIERTO .....	69
FIGURA 3.1: ENUMERACIÓN DE LOS SEIS PUNTOS DEL SIMBOLO BRAILLE – LECTURA .....	71
FIGURA 3.2: SIMBOLOGÍA DEL ABECEDARIO EN EL SIMBOLO BRAILLE LECTURA .....	72
FIGURA 3.3: MEDIDAS DE NUESTRO SISTEMA ELECTRÓNICO .....	72
FIGURA 3.4: DIAGRAMA DE BLOQUES .....	73
FIGURA 3.5: DIAGRAMA FISICO .....	74
FIGURA 3.6: ARDUINO PRO-MINI .....	76
FIGURA 3.7: ARDUINO NANO .....	77
FIGURA 3.8: ARDUINO UNO R3 .....	77
FIGURA 3.9: DISTRIBUCIÓN DE PINES .....	78
FIGURA 3.10: ESTRUCTURA DEL MODULO SD .....	80
FIGURA 3.11: CONEXIÓN ARDUINO Y MODULO MICRO SD .....	80
FIGURA 3.12: MEMORIA MICRO-SD 128MB .....	81
FIGURA 3.13: BUFFER .....	81
FIGURA 3.14: ESTRUCTURA - SOFTWARE ARDUINO .....	82
FIGURA 3.15: FUNCIONES – SOFTWARE ARDUINO .....	83
FIGURA 3.16: VARIABLES – SOFTWARE ARDUINO .....	83
FIGURA 3.17: ENTORNO DEL PROGRAMA ARDUINO .....	85
FIGURA 3.18: ENTORNO DEL PROGRAMA AUDACITY .....	86
FIGURA 3.19: PROGRAMA ONLINE – CONVERTIDOR DE AUDIO .....	86
FIGURA 3.20: GRABACIÓN DE AUDIO .....	87
FIGURA 3.21: DETENER GRABACIÓN DE AUDIO .....	87
FIGURA 3.22: SELECCIONAR EL AUDIO .....	88

FIGURA 3.23: ESPECIFICACIONES DEL AUDIO .....	88
FIGURA 3.24: DIAGRAMA DE FLUJO .....	89
FIGURA 3.25: DIAGRAMA DE FLUJO – PROCESO 1 .....	90
FIGURA 3.26: SIMULACIÓN EN PROTEUS .....	91
FIGURA 3.27: PRIMERA PARTE DEL PROGRAMA EN ARDUINO .....	91
FIGURA 3.28: SEGUNDA PARTE DEL PROGRAMA EN ARDUINO .....	92
FIGURA 3.29: CARCASA DE NUESTRO SISTEMA ELECTRÓNICO .....	93
FIGURA 3.30: UBICACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO .....	93
FIGURA 3.31: CABLEADO DE PULSADORES HACIA LA PLACA ELECTRÓNICA .....	94
FIGURA 3.32: COLOCACIÓN DE PULSADORES .....	94
FIGURA 3.33: COLABORADOR 1, INTERACTUANDO CON EL SISTEMA ELECTRÓNICO .....	95
FIGURA 3.34: COLABORADOR 2, INTERACTUANDO CON EL SISTEMA ELECTRÓNICO .....	96
FIGURA 3.35: COLABORADOR 3, INTERACTUANDO CON EL SISTEMA ELECTRÓNICO .....	96
FIGURA 3.36: COLABORADOR 4, INTERACTUANDO CON EL SISTEMA ELECTRÓNICO .....	97
FIGURA A1.1. VISTA DE PLANTA .....	115
FIGURA A1.2. VISTA POSTERIOR .....	115
FIGURA A1.3. VISTA LATERAL .....	116
FIGURA A1.4. COMPARACIÓN SISTEMA BRAILLE Y EL SISTEMA ELECTRÓNICO .....	116
FIGURA A1.5. BATERIA DE 9V. ....	117

FIGURA A1.6. BROCHE DE BATERIA .....	117
FIGURA F 1.1. PLACA PCB DEL SISTEMA ELECTRÓNICO .....	128

## LISTADO DE TABLAS

TABLA 2.1: CIFRAS SOBRE LA DISCAPACIDAD VISUAL-1 .....	24
TABLA 2.2: CIFRAS SOBRE LA DISCAPACIDAD VISUAL-2 .....	25
TABLA 2.3: CIFRAS SOBRE LA DISCAPACIDAD VISUAL-3.....	25
TABLA 2.4: CIFRAS SOBRE LA DISCAPACIDAD VISUAL-4.....	25
TABLA 2.5: MEDIDAS EN MILIMETROS .....	30
TABLA 3.1: DISTANCIA DEL CÓDIGO BRAILLE .....	73
TABLA 3.2: DISTANCIA DEL SISTEMA ELECTRÓNICO .....	73
TABLA 3.3: PLACAS ARDUINO .....	76
TABLA 3.4: ASIGNACIÓN DE PINES DEL ARDUINO UNO R3 .....	78
TABLA 3.5: MODULOS AUDIO .....	79
TABLA 3.6: RELACIÓN DE PERSONAS INVIDENTES QUE USARON EL SISTEMA ELECTRÓNICO .....	95
TABLA 3.7: CALIFICACIÓN DE PERSONAS INVIDENTES QUE USARON EL SISTEMA ELECTRÓNICO .....	98
TABLA 3.8: TIEMPO DE APRENDIZAJE Y ENTRENAMIENTO .....	99
TABLA 3.9: LISTA DE MATERIALES Y PRECIOS .....	100
TABLA E1.1. DIAGRAMA DE GRANT .....	127

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación lleva por título **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO CON ARDUINO PARA EL APRENDIZAJE DEL LENGUAJE BRAILLE PARA PERSONAS INVIDENTES DE VILLA EL SALVADOR”**, para optar el título de Ingeniero Electrónico y Telecomunicación, presentado por el bachiller Jorge Manfredy Astuvilca Llanca.

Hoy en día, una de las mayores dificultades en personas no videntes, es acoplarse al desarrollo tecnológico, con la misma facilidad que una persona vidente puede hacerlo, en ocasiones recurren a aparatos especializados y muchas veces caros, para poder desarrollarse e integrarse a una sociedad que cada día es más tecnológica.

El sistema electrónico desarrollado, contará con una placa arduino uno r3 que junto con su software libre será el procesador principal, para su funcionamiento, este sistema cuenta con una área de lectura, en la cual, podrá usarlo para iniciar en el aprendizaje de las vocales y letras.

El sistema cuenta con 6 botones, el cual representa el código braille, usado por personas invidentes, al presionar la combinación correcta, se activará una voz, la cual le indicará a que letra corresponde dicha combinación.

Como resultados del uso de este sistema electrónico, tendremos personas no videntes, más independientes al momento, de escribir, leer y sobretodo aprender, las vocales y letras en

código Braille, brindándoles una mejor calidad de vida ampliando sus conocimientos, acoplándose al desarrollo y evolución de la tecnología, a un precio muy cómodo.

Este sistema electrónico, se presenta a través de la siguiente estructura:

En el primer capítulo, se describe el problema que se manifiesta en personas invidentes para el acoplamiento a la sociedad y al uso de las tecnologías de manera sencilla, económica y proactiva.

En el segundo capítulo dos, veremos el marco teórico donde se citan antecedentes de la investigación, basados en el sistema Braille, representación del alfabeto, símbolos, números, etc. Adicionalmente, se menciona el tipo de tecnología electrónica, a usarse (Hardware y software), como consideraciones básicas para el uso correcto del sistema electrónico.

En el tercer capítulo, se exponen los diseños, implementación y desarrollo del sistema electrónico (hardware y software).

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

Actualmente en el Perú y el mundo existen millones de personas invidentes, quienes presentan dificultades para adecuarse o adaptarse al desarrollo tecnológico, social, laboral, académico, etc. La principal razón por la cual no pueden adaptarse a estos saltos cuánticos de desarrollo, es básicamente porque existen muy pocos libros o aparatos tecnológicos hechos para ellos a un bajo costo, con el cual puedan aprender, educarse, formarse y sobresalir como una persona sin esta discapacidad.

A esto se le suma que un alto porcentaje de personas invidentes, son de bajos recursos económicos, por lo que no pueden educarse de manera correcta y personalizada, siendo una razón más por la que quedan excluidos, literalmente, de la sociedad.

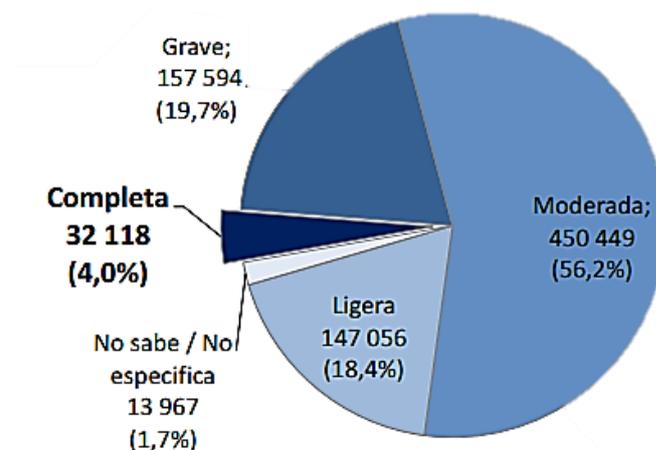
En ocasiones, son víctimas de discriminación, como la negación de oportunidades educativas, en muchas ocasiones se les impiden ejercer plenamente libertades y derechos básicos, como la igualdad ante la ley, la libertad de tránsito, el derecho al sufragio, a la salud, entre otros.

Sin embargo, este tipo de limitaciones en oportunidades, no solo afecta a la persona discapacitada, sino también a la sociedad, pues existen muchas personas invidentes con un

alto potencial para realizar actividades cotidianas, que incluso lo podrían desarrollar mucho mejor que una persona sin discapacidad visual. Es oportuno y necesario recurrir a una educación, basada en valores para cambiar la percepción y conceptos relacionados con la discapacidad, y de esta manera ser más tolerante y permitirles mayores oportunidades dentro de la sociedad.

Es por eso, que es necesario defender y promover los derechos de las personas con discapacidad, haciendo hincapié en el desarrollo e implementación de leyes públicas, inclusivas para ofrecerles mejores e iguales oportunidades dentro de la sociedad.

En nuestro país existe la **ONCIP (ORGANIZACIÓN NACIONAL DE CIEGOS DEL PERÚ)**, una Asociación Sin Fines de Lucro formada por y para personas con discapacidad visual de todas las edades, religiones y razas del Perú. Cuya finalidad es contribuir en forma didáctica al desarrollo integral de la persona invidente y/o de baja visión, para poder incorporarlos a su entorno social como es, la familia y amigos, motivar cambios positivos en la manera de pensar de la sociedad hacia los invidentes, practicando y promoviendo la solidaridad, respeto de nuestra dignidad y búsqueda de la autonomía.



**FIGURA 1.1. GRAVEDAD DE LA LIMITACIÓN EN EL PERÚ 2012**  
**FUENTE: INEI [1]**

## **1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

En la actualidad el desarrollo e implementación de materiales lúdicos y tecnológicos, accesibles para personas con discapacidad visual, son de gran importancia, pues estos complementarían su aprendizaje intelectual y desarrollo social en cada uno de ellos. Pues estos, facilitarían a la independización, de las personas invidentes, al momento de educarse y aprender el lenguaje braille. Con lo cual podrán, leer, escribir y sobretodo comunicarse e integrarse a la sociedad.

Gracias a la intervención de organizaciones que defienden, respaldan y apoyan a personas con este tipo de discapacidad, existen empresas tecnológicas que se dedican al desarrollo de dispositivos electrónicos. Estos dispositivos electrónicos cuentan con tecnologías que ofrecen independencia a las personas invidentes, para que puedan realizar actividades cotidianas del día a día sin necesidad de un guía.

Es por esto que el sistema electrónico desarrollado, ayudará al aprendizaje del lenguaje universal braille, de manera fácil, didáctica e independiente a corto plazo, a personas con discapacidad visual. Al igual que una persona sin esta discapacidad cuenta con un sistema de letras, números, simbología, etc. Una persona con discapacidad visual cuenta con el lenguaje braille, con el cual puede leer, escribir y comunicarse con las demás personas.

Este sistema electrónico permitirá que la persona invidente pueda aprender el lenguaje braille (alfabeto, símbolos, tildes, etc), permitiendo no solo el aprendizaje del sistema braille, sino también mejorar su educación, comunicación y adaptarse al desarrollo de las tecnologías de manera sencilla, pero sobretodo a un precio muy cómodo.

Por consecuencia podemos decir, que el desarrollo de este sistema electrónico será de gran beneficio para todas las personas invidentes que desean integrarse a la sociedad a través de

tecnologías hechas a su medida, y evitar que el índice de alfabetización en personas con esta discapacidad aumente. Por el contrario ayudaremos a su independencia, integración y sobretodo mejorar su calidad de vida.

### **1.3 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACION**

#### **1.3.1. Teórica**

En el presente proyecto de investigación se usaron recursos y herramientas tecnológicas y/o electrónicas como módulo micro sd, arduino uno r3, pulsadores, transistores de amplificación, software libre, software audacity, programación en c++, etc.

#### **1.3.2. Espacial**

El presente proyecto de investigación se realizó en la Ciudad de Lima, Provincia de Lima, distrito de Villa El Salvador a un grupo de personas no videntes.

#### **1.3.3. Temporal**

El presente proyecto de investigación se desarrolló en un periodo de cinco meses, el cual se dio inicio en Enero del 2017 y se finalizó en Junio del 2017.

### **1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.4.1. Problema general**

¿Cómo diseñar e implementar un sistema electrónico con arduino para el aprendizaje del lenguaje braille para personas invidentes de villa el salvador?

#### **1.4.2. Problemas específicos**

1. ¿Cómo desarrollar el análisis del mercado de sistemas electrónicos que permitan el aprendizaje del lenguaje braille?

2. ¿Cómo desarrollar la simulación del sistema electrónico con arduino para el aprendizaje del lenguaje braille para personas invidentes de villa el salvador?

3. ¿Cómo desarrollar una aplicación para el equipo celular, que ayude al aprendizaje del lenguaje braille a personas invidentes de villa el salvador.

4. ¿Cómo elaborar e implementar, el sistema electrónico orientado a la enseñanza del Lenguaje Braille a personas invidentes.

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. Objetivo general**

Diseñar e implementar un sistema electrónico con arduino para el aprendizaje del Lenguaje Braille a personas invidentes.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

1. Desarrollar el análisis del mercado de sistemas electrónicos que permitan el aprendizaje del lenguaje braille

2. Desarrollar la simulación del sistema electrónico con arduino para el aprendizaje del lenguaje braille para personas invidentes de villa el salvador

3. Desarrollar una aplicación para el equipo celular, que ayude al aprendizaje del lenguaje braille a personas invidentes de Villa el salvador.

4. Elaborar e implementar, el sistema electrónico orientado a la enseñanza del Lenguaje Braille a personas invidentes.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### **Antecedente internacional**

En la presente investigación, se han citado diversos trabajos realizados a nivel nacional e internacional, donde se han desarrollado estudios similares sobre la educación e integración de personas invidentes a la sociedad, los cuales se describen a continuación:

Alfredo blanco (2012). *El lápiz electrónico para braille, profesor de idiomas y científico, de la ciudad de ojeda, Venezuela*. Las conclusiones de este trabajo son las siguientes [2]:

El lápiz electrónico para Braille es un dispositivo cuya finalidad es facilitar al estudiante invidente a poder comunicarse con el resto de la clase.

Este dispositivo está formado por un chip de voz, 14 teclas combinables que representan el sistema Braille y un sistema denominado PRD que las simplifica, es un tablero que permite escribir y transmitir mediante comunicación bluetooth a un cuaderno electrónico, de esta manera los datos ingresados a través de las teclas podrán ser interpretados, visualizados y leídos por personas videntes y escuchados por todos, (Videntes e invidentes).

Oscar Patricio Loza Peñaloza (2006). *Sistema electrónico braille para la ayuda en el aprendizaje de personas no videntes*, en la Universidad Politécnica Salesiana (Quito). Las conclusiones de este trabajo son las siguientes [3]:

La investigación hace hincapié y reconoce las limitaciones que muestra una persona invidente al momento de realizar ciertos tipos de tareas, entre ellas saber que es lo que se está escribiendo o se tiene escrito en un computador, es por ello que desarrollo un programa que interprete el texto editado y enviarlo a través de un puerto serial o USB de un computador, para posteriormente ser analizado por un módulo electrónico que maneje dispositivos mecánicos y así representar el alfabeto braille acorde al texto inicial.

#### **Antecedente nacional**

Quezada Castillo Juan Manuel (2014). *Diseño e implementación de un dispositivo electrónico de ayuda de desplazamiento para personas ciegas* Pontificia Universidad Católica del Perú. Las conclusiones son las siguientes [4].

Este trabajo busca ayudar al desplazamiento de personas invidentes, a un bajo costo y sencillo de manipular. Este dispositivo analiza el ambiente, detecta obstáculos ubicados frontalmente y desniveles.

Para lo cual usa 5 sensores ultrasónicos, para detectar obstáculos frontales y posibles desniveles, estos sensores sirven de interfaz entre el medio ambiente y los motores, cuya función es de vibrar a diferentes intensidades, dependiendo de la distancia y/o altura del obstáculo o desnivel, alertando a la persona invidente de lo que está por encontrar.

Valdivieso Adolfo (2014). *Teclado Para Invidentes en la Universidad Nacional de Ingeniería*. Las conclusiones de este trabajo son las siguientes [5]:

Este trabajo busca facilitar la integración de personas invidentes a la sociedad a través de la tecnología. El teclado para invidentes, a diferencia de la convencional, cuenta con 6

“teclas” que representan las 27 letras del alfabeto, puede ser conectado a cualquier ordenador con entrada usb.

Este proyecto está constituido por un pliego rectangular (microporoso), placa de cobre que representaran las 6 teclas , placa arduino Leonardo el cual es el sistema principal para interpretar las combinaciones de las teclas usadas y ser representadas en el monitor de la pc y/o laptop.

“El ser invidente en lugar de ser una desventaja podría ser una ventaja por la alta capacidad de concentración que tienen”, consideró Adolfo.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. DISCAPACIDAD VISUAL**

Podemos decir, que todas las personas tenemos algún tipo de acercamiento a este tipo de enfermedad, pues en cualquier momento, dentro de nuestra rutina social, corremos el riesgo de sufrir un accidente, heredarlo de un familiar o adquirirlo por una afección. Existe la Fundación Unicornio, ellos definen la discapacidad visual como el descenso de la capacidad y redistribución de las capacidades o reorganización adaptativa.

La ONU (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS), considera tres tipos de discapacidades: mental, física y sensorial. El tema tratado en esta oportunidad, es considerado una discapacidad sensorial. (ONU, 2013) [6]

**TABLA 2.1 CIFRAS SOBRE LA DISCAPACIDAD VISUAL -1**  
**FUENTE: OMS [7]**

<b>DATOS Y CIFRAS</b>			
<b>PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL</b>	<b>CIEGAS</b>	<b>BAJA VISIÓN</b>	<b>TOTAL</b>
	39 Millones	246 Millones	285 Millones

**TABLA 2.2 CIFRAS SOBRE LA DISCAPACIDAD VISUAL-2**  
**FUENTE: OMS [7]**

<b>DATOS Y CIFRAS</b>			
<b>DONDE AFECTA MÁS LA DISCAPACIDAD VISUAL</b>	<b>PAÍSES ECON. ESTABLE</b>	<b>PAÍSES ECON. BAJOS</b>	<b>TOTAL</b>
		10 %	90 %

**TABLA 2.3. CIFRAS SOBRE LA DISCAPACIDAD VISUAL-3**  
**FUENTE: OMS [7]**

<b>DATOS Y CIFRAS</b>			
<b>EDAD QUE AFECTA MÁS LA DISCAPACIDAD VISUAL</b>	<b>De 0 a 49 Años</b>	<b>Mayores de 50 Años.</b>	<b>TOTAL</b>
		18 %	82 %

**TABLA 2.4. CIFRAS SOBRE LA DISCAPACIDAD VISUAL-4**  
**FUENTE: OMS, 2014. [7]**

<b>DATOS Y CIFRAS</b>			
<b>% DE CURACIONES DE LA DISCAPACIDAD VISUAL</b>	<b>SE CURA O EVITA</b>	<b>NO SE CURA O EVITA</b>	<b>TOTAL</b>
		80 %	20 %

La Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10, 2006), subdivide en cuatro niveles la función visual:

- Visión normal
- Discapacidad visual moderada
- Discapacidad visual grave

- Ceguera.

La discapacidad visual moderada, grave y la ceguera representan conjuntamente el total de casos de discapacidad visual.

Principales causas de discapacidad visual:

- Errores de refracción (miopía, hipermetropía o astigmatismo) no corregidos: 43%;
- Cataratas no operadas: 33%;
- Glaucoma: 2%. (OMS, 2014.)[7]

### **2.2.2. NIVELES DE DEFICIENCIA VISUAL**

Cuando hablamos de deficiencia visual, nos referimos a la ceguera o complicaciones en el sentido de la vista, cuyas características son la pérdida total o muy seria de la misma.

En esta ocasión, nos referiremos a todo tipo de malestar visual, desde personas con ceguera en su totalidad, personas que tienen una ligera percepción de luz (pueden ser capaces de distinguir entre luz y oscuridad, pero no la forma de los objetos), y personas que con la mejor corrección posible podrían ver o distinguir, aunque con gran dificultad, algunos objetos a una distancia muy corta. En la mejor de las condiciones, algunas de ellas pueden leer la letra impresa cuando ésta es de suficiente tamaño y claridad, pero, generalmente, de forma más lenta, con un considerable esfuerzo y utilizando ayudas especiales.

En otras palabras, es la capacidad para identificar los objetos situados frontalmente (pérdida de la visión central) o, caso contrario, para detectarlos cuando se encuentran a un lado, encima o debajo de los ojos (pérdida de visión periférica), la que se ve afectada en estas personas.

Por tanto, es importante diferenciar a las personas con deficiencia visual de aquellas con ceguera, pues éstas conservan todavía un resto de visión útil para su vida diaria (desplazamiento, tareas domésticas, lectura, etc.) (ONCE, 2016) [8]

### **2.2.3. SISTEMA BRAILLE**

#### **2.2.3.1 HISTORIA**

Desde muchos años atrás, se vienen desarrollando proyectos para agilizar y facilitar el aprendizaje de la lectura y escritura en las personas invidentes (letras de madera, letras en relieve, regletas, etc.), pero su uso fue limitado, pues su alcance en las personas fue muy pobre, por los obsoletos códigos y materiales utilizados en su fabricación. La ceguera se convertía, por tanto, en una barrera para el acceso a la comunicación escrita e integración a la sociedad mundial.

Cuando llegamos a la segunda mitad del siglo XVIII empieza a cambiar el comportamiento y actitud de la sociedad ante todo tipo de discapacidad y en particular de la ceguera.

Valentin Haüy (Paris - 1784) fundó el primer centro educativo para personas invidentes, la cual llamo; “Institution National des Jeunes Aveugles”, aquí usó su propio sistema para leer, que consistía en la grabación en alto relieve de los caracteres que se utilizan en vista. Con este sistema las personas ciegas podían leer.

En 1821, Charles Barbier de la Serre, presenta en el centro educativo de Haüy un sistema puntiforme (escritura nocturna o sonografía), este invento consistía en una escritura con relieve, usado para que los soldados se puedan comunicar a través de mensajes, pues la ventaja de este tipo de escritura era que pueden ser entendido al tacto y con una luminosidad mínima. Eran signos que representaban sonidos que se leían con las yemas de los dedos y que

se podían escribir con una pauta y un punzón. Pero los signos resultaban demasiado grandes y no representaban la ortografía de las palabras, sino su sonido.

Louis Braille (1827), fue estudiante del instituto fundado por Haüy, Louis analiza el sistema de Barbier y realiza distintas modificaciones: reduce el tamaño de los signos e inventa un nuevo sistema. En 1827 se publica, finalmente, su sistema adaptado para la lectura, escritura, matemáticas, música, ciencia para personas invidentes: el sistema braille.

El sistema braille no fue aceptado ni difundido fácilmente ya que suponía un cambio drástico con respecto a la tendencia anterior. Es en el año 1840 cuando se acepta oficialmente. En 1878, en el Congreso Internacional celebrado en París, se decide promoverlo como método universal al considerarlo el mejor sistema de lectoescritura para personas con ceguera, por su probada utilidad didáctica.

Fernández del Campo (2004) sintetiza de esta forma la importancia del sistema braille: *¿Fue consciente Louis Braille de la importancia de su sistema, del instrumento que ponía en manos de los ciegos?*, pues su invento supera las expectativas de su propio interés y de las soluciones, sin pérdida de coherencia, permite responder a un sinnúmero de retos no vislumbrados en el momento de la creación. Como tantas otras veces a lo largo de la historia, la obra, cual dotada de vida propia, honraba a su creador, rindiendo frutos inesperados. (ITE, 2016) [9]

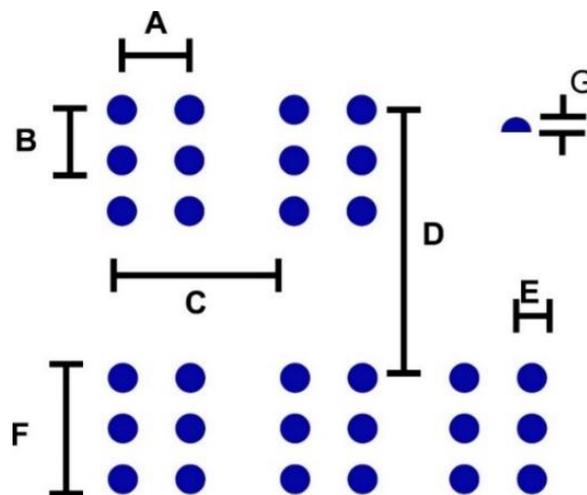
La difusión del sistema braille como método universal de comunicación escrita para personas ciegas ha sido un factor decisivo en favor de la integración social y educativa de las personas con discapacidad visual. Hoy en día, el acceso a la información de estas personas es una realidad gracias, al sistema braille. (Barrientos, 2017) [12]

### 2.2.3.2. ESTRUCTURA DEL SISTEMA BRAILLE

El sistema braille se adecua estructural y fisiológicamente a las características del sentido del tacto. Se adapta perfectamente a las terminaciones nerviosas de la yema de los dedos, y así los signos son transmitidos al cerebro, como una totalidad.

Este sistema está diseñado para ser utilizado a través del tacto, por medio de puntos en relieve. La unidad básica o signo generador es el cajetín o celdilla. En este espacio se sitúan los 6 puntos en relieve, distribuidos en dos columnas de tres puntos cada una. Esta celdilla o cajetín, mide aproximadamente unos 5 mm de alto por 2,5 mm de ancho. La distancia horizontal entre celdillas es de unos 6,30 milímetros y la vertical entre líneas es de 10,20 milímetros, aproximadamente. Estas medidas hacen que la información quepa dentro de la yema de un dedo.

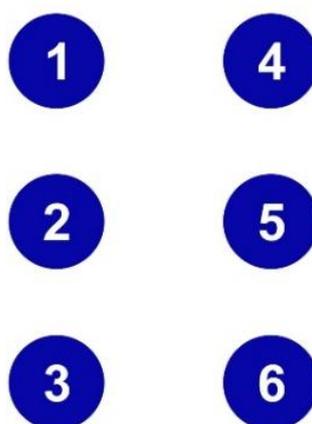
Cada letra o signo se representa en un solo cajetín, en el que aparecen o no los 6 puntos en relieve, que son percibidos a través del tacto por las yemas de los dedos. En un texto en braille los cajetines no están presentes, siendo visibles sólo los puntos. Para identificar los puntos, se les atribuye un número del 1 al 6. (ITE, 2016) [10].



**FIGURA 2.1: DISTANCIAS Y MEDIDAS DEL SISTEMA BRAILLE**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

**TABLA 2.5. MEDIDAS EN MILIMETROS**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

<b>DIMENSIONES EN MILIMETROS</b>							
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
<b>Español</b>	2.5	2.5	6.0	10.0	1.2	6.5	0.5



**FIGURA 2.2: SECUENCIA DEL SISTEMA DE PUNTOS BRAILLE**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

Mediante las diferentes combinaciones de puntos en un mismo cajetín se pueden obtener 64 formas distintas de disposición de los puntos, incluyendo el cajetín en blanco, que se utiliza para separar las palabras. Como el número de posibilidades es limitado, por economía del sistema, un mismo signo braille puede significar cosas distintas, según el contexto donde lo utilizemos o si le antepongamos otro signo.

En braille cada letra se representa con una combinación de puntos en relieve. Para dejar espacios en blanco entre palabras, se emplean también un espacio o cajetín en blanco. Al comenzar a escribir se dejan dos espacios en blanco (sangría) y, entre párrafo y párrafo, es conveniente dejar un renglón en blanco, igual que en tinta. Estos espacios son muy útiles para

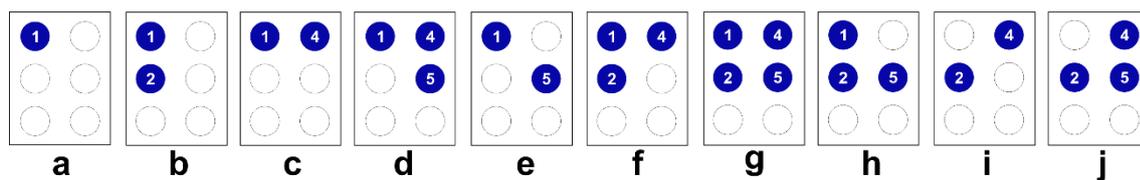
que el lector pueda localizar fácilmente el inicio de cada párrafo y, así, darle facilidades para ubicarse en el texto. (ONCE, 2016) [11]



**FIGURA 2.3. SISTEMA BRAILLE PARA INVIDENTES**  
**FUENTE: FUNDACIÓN ONCE (Organización Nacional de Ciegos de España) [11]**

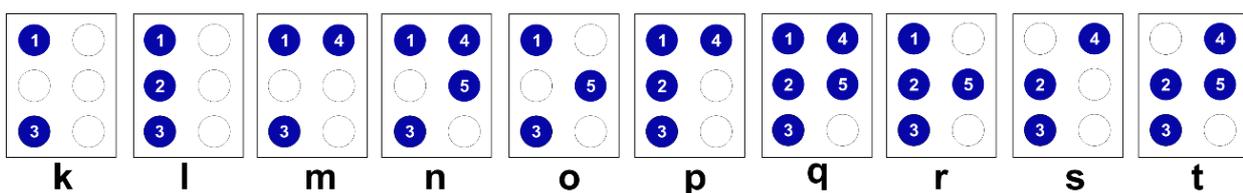
El código está diseñado de manera lógica, mediante las series que se describen a continuación:

**1º serie:** Se utilizan, los cuatro puntos superiores (1, 2, 4, 5) y con ellos se forman las diez primeras letras del alfabeto. [10]



**FIGURA 2.4. LETRAS EN EL SISTEMA BRAILLE -1**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

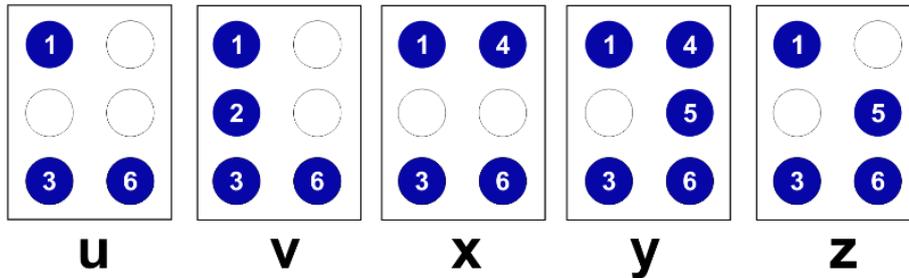
**2º serie:** Se forma con los puntos de la primera serie, añadiéndoles el punto número 3: (ITE, 2016) [10]



**FIGURA 2.5. LETRAS EN EL SISTEMA BRAILLE - 2**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

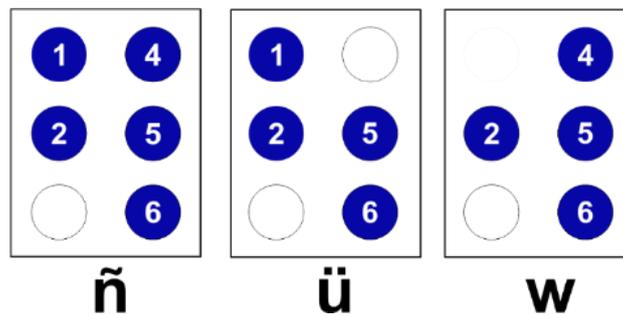
3ª serie: Se forma con los puntos de la serie 2ª, añadiendo el punto número 6: (ITE, 2016)

[10]



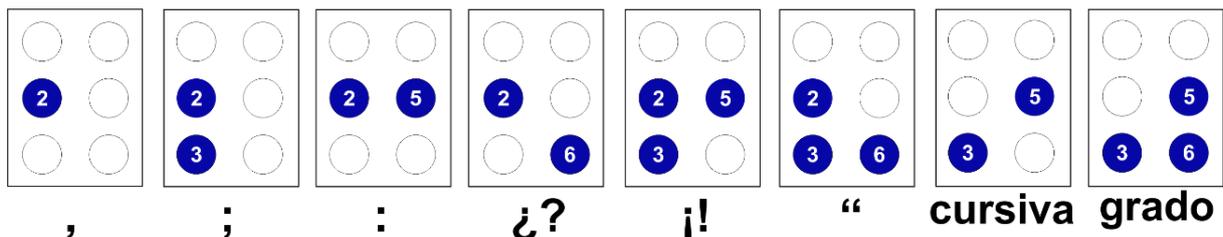
**FIGURA 2.6. LETRAS EN EL SISTEMA BRAILLE - 3**  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4ª serie: Son los elementos de la 1ª serie, añadiendo el punto número 6. (ITE, 2016) [10]



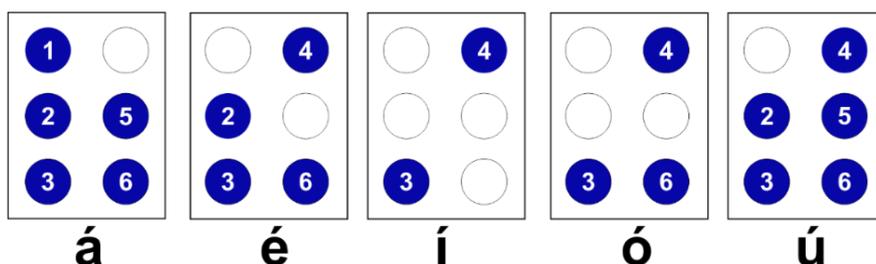
**FIGURA 2.7. LETRAS EN EL SISTEMA BRAILLE - 4**  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

5ª serie: Son los signos de la primera serie, pero utilizando los puntos de la mitad inferior de la celdilla o cajetín. (ITE, 2016) [10]



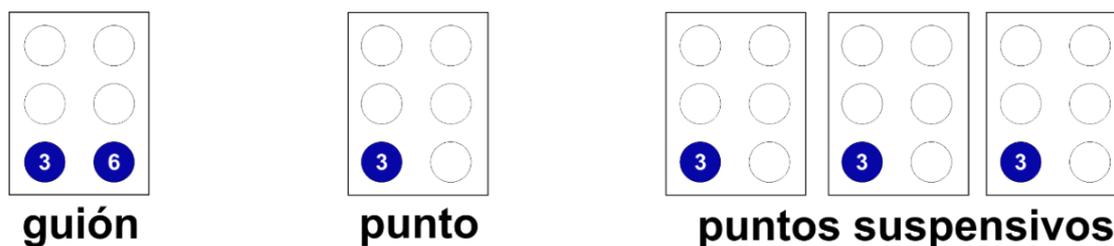
**FIGURA 2.8. SIMBOLOS EN EL SISTEMA BRAILLE**  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Las vocales con tilde se representan mediante estas combinaciones de puntos:



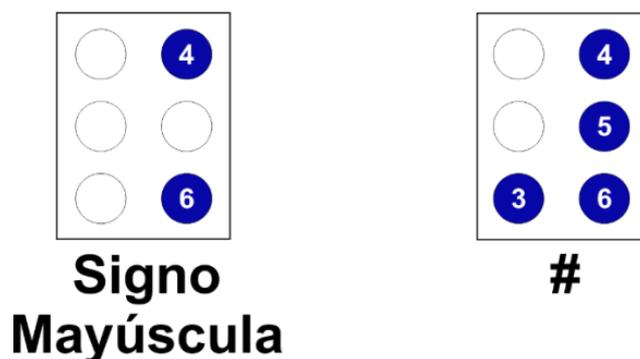
**FIGURA 2.9. VOCALES CON TILDE EN EL SISTEMA BRAILLE**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

Signos de interés:



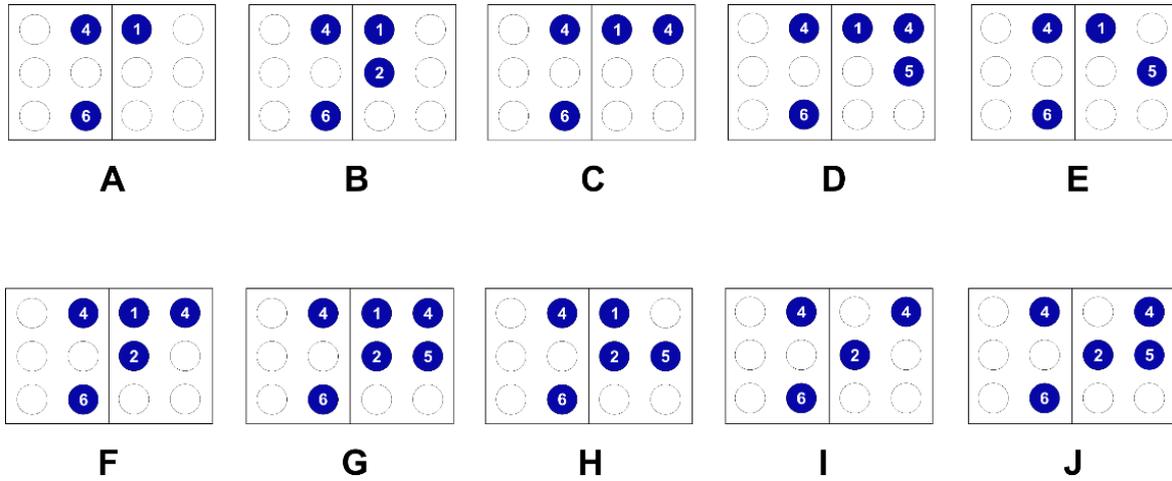
**FIGURA 2.10. SIGNOS DE PUNTUACIÓN EN EL SISTEMA BRAILLE**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

Como las 64 combinaciones posibles son insuficientes para la formación de todos los grafemas necesarios, es necesario utilizar signos complementarios que, antepuestos a una determinada combinación de puntos, convierten una letra en mayúscula, cursiva, número o nota musical: (ITE, 2016) [10]



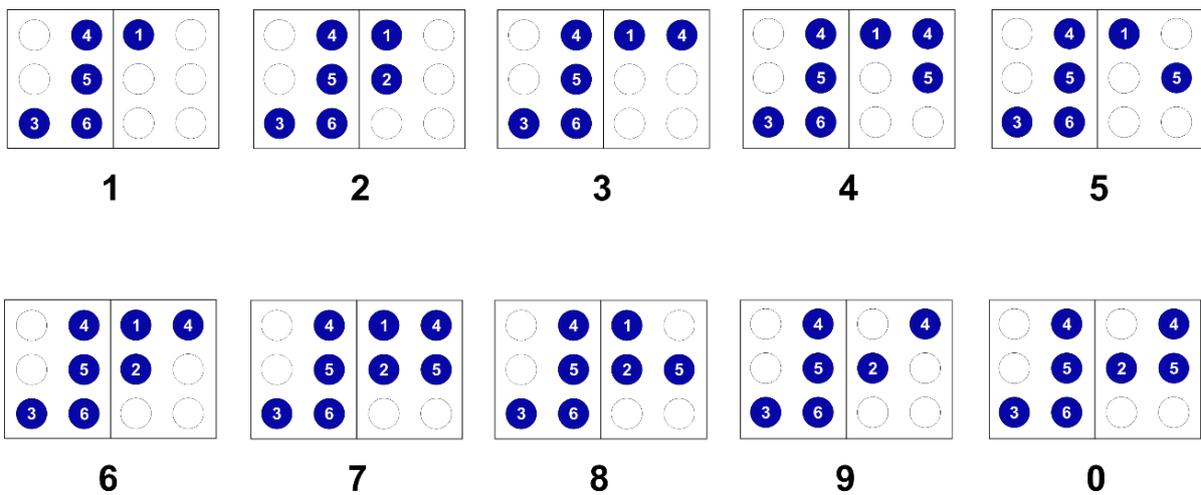
**FIGURA 2.11. SIGNOS EN EL SISTEMA BRAILLE - 1**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

Es decir, anteponiendo el signo de mayúscula, formado por los puntos 4 y 6, a cualquier letra, obtenemos las letras mayúsculas. Ejemplos:



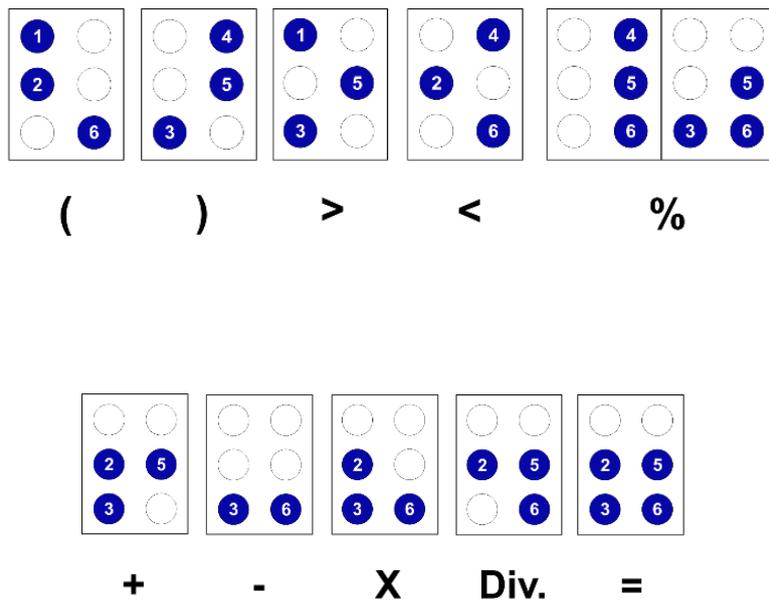
**FIGURA 2.12. LETRAS EN MAYUSCULA EN EL SISTEMA BRAILLE**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

De la misma forma, anteponiendo el signo de número, formado por los puntos 3, 4, 5 y 6, a la primera serie, obtenemos los números del 1 al 0:



**FIGURA 2.13. NÚMEROS EN EL SISTEMA BRAILLE**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

Signos matemáticos básicos:



**FIGURA 2.14. SIGNOS EN EL SISTEMA BRAILLE - 2**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

### 2.2.3.3. MÉTODO DE LECTURA DEL SISTEMA BRAILLE

Lo más común es que la lectura se realice con el dedo índice, el cual se desliza sobre los signos Braille, con la presión necesaria para una óptima percepción. Durante la lectura, los dedos realizan tres tipos de movimientos: horizontales verticales y de presión en donde se produce el rastreo. Del mismo modo, las manos deben desplazarse en una línea de izquierda a derecha. Generalmente la mano derecha practicará la lectura y la izquierda debe seguirla y apoyarla al finalizar la línea de lectura y bajar al próximo renglón. El niño que comienza su proceso lector debe ser estimulado a utilizar una mano para leer, mientras la otra lo apoya como punto de referencia y guía. En períodos más avanzados, además de utilizar los dedos índices podrá incorporar los dedos medios u otros sistemas que faciliten su aprendizaje. (Barrientos, 2017) [12]

#### **2.2.3.4. MÉTODO DE ESCRITURA DEL SISTEMA BRAILLE**

La escritura, en algunos casos, es más rápida que la lectura y suele presentar menos dificultad.

Un texto en Braille puede ser elaborado de 2 maneras diferentes:

##### **1. La escritura a mano**

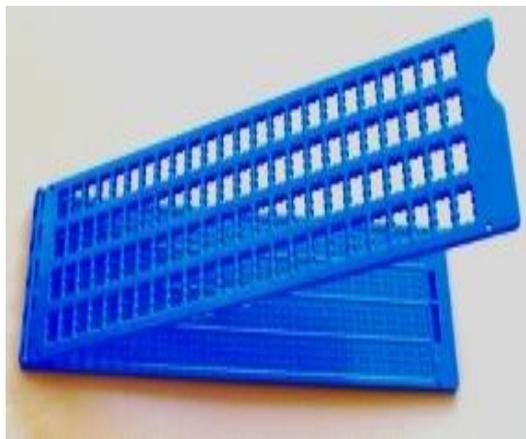
Los materiales que por lo general son usados para la escritura a mano son:

##### **1.1. Una regleta**

Conocidas también como pautas de bolsillo, son instrumentos para la escritura del sistema braille, pueden ser de plástico o metal y de diferentes tamaños.

Las regletas constan de dos planchas, la superior tiene las celdas Braille alineadas en filas y columnas, la placa inferior los puntitos que marcarán el carácter Braille. Entre ambas planchas se coloca el papel donde quedarán señalados los caracteres en Braille.

Los caracteres Braille en una regleta se escribirán punto a punto, por ello resultará más tedioso que si se utilizara una máquina de escribir, un anotador parlante o una impresora o línea Braille. (Compartolid, 2016) [13]



**FIGURA 2.15. REGLETA**

**FUENTE: BANCO DE IMÁGENES - COMPARTOLID [13]**

## 1.2. Un punzón

Especie de lezna para escribir braille a mano. La punta es de acero redondeado para que no rompa el papel. Hay diversos modelos, en plástico, madera o metal. Existe un punzón borrador, para realizar correcciones en la escritura braille. (TIFLONEXOS, 2016) [15]



**FIGURA 2.16. PUNZÓN**

**FUENTE:** Tiflonexos – Venta de artículos para invidentes (TIFLONEXOS, 2016) [15]

Es necesario tener en cuenta los siguientes principios:

a) Para que lo escrito a mano pueda realizarse normalmente de izquierda a derecha, es necesario empezar a escribir de derecha a izquierda, invirtiendo la numeración de los puntos del cajetín. De esta manera el rehundido que se hace al escribir quedará como un punto en relieve situado en el lugar correcto cuando se le da la vuelta al papel.



**FIGURA 2.17. REPRESENTACIÓN DE LA LECTURA Y ESCRITURA EN BRAILLE**

**FUENTE:** ELABORACIÓN PROPIA

b) Antes de empezar conviene adquirir precisión mecánicamente en el punteado por lo que se pueden hacer series de puntos.

c) Todos los puntos deben tener un relieve idéntico. Para ello hay que adquirir una gran precisión mecánica.

## **2. La escritura a máquina**

Una máquina para la escritura en Braille contiene 6 teclas, una para cada uno de los puntos del cajetín generador de Braille. También tiene un espaciador, una tecla para el retroceso y otra para el cambio de línea.

Existe un modelo de máquina, fabricado por la Perkins School of the Blinds en USA, es la máquina más comúnmente empleada.

Las teclas se pueden pulsar cada una por separado o bien simultáneamente, permitiendo construir la combinación que constituye un elemento Braille de una sola vez.

Cada tecla debe pulsarse con un dedo determinado, de forma que la escritura se realiza con la máxima rapidez y el mínimo esfuerzo, procurando que la disposición de las manos sea lo más cómoda y eficiente posible. (ONCE, 2016) [17]



**FIGURA 2.18. MÁQUINA DE ESCRIBIR PERKINS - BRAILLE  
FUENTE: ONCE (Organización Nacional de Ciegos Españoles) [17]**

### **2.2.3.5. LA ENSEÑANZA DEL BRAILLE**

Para la enseñanza del sistema Braille la persona invidente, necesita haber adquirido un cierto grado de desarrollo madurativo en diferentes áreas para poder iniciarse en las destrezas básicas de lectura y escritura.

El entrenamiento táctil ha de ser muy superior al de una persona vidente, aunque ambos necesitan adquirir conceptos a través de su desarrollo motor, el ciego, no solo habrá de utilizar sus destrezas motoras finas para manejar los instrumentos para la escritura, sino que el tacto será su única fuente de información en el proceso de adquisición de la lectura.

El niño debe adquirir destrezas y conceptos en las distintas áreas del desarrollo previos a la iniciación en la lectoescritura en Braille.

1. Destrezas motrices.
2. Desarrollo senso - perceptivo.
3. Desarrollo de la memoria, atención y observación. (SISTEMA BRAILLE, 2014) [16]

### **2.2.3.6. METODOS DE ENSEÑANZA DEL SISTEMA BRAILLE**

Una vez conseguidas la capacidad táctil previa y alcanzadas las destrezas generales y específicas propuestas en los epígrafes anteriores, se puede empezar a abordar la enseñanza del sistema braille propiamente dicha.

Cada método defiende su propio orden en la presentación de las letras. Sin embargo, podemos decir que lo más aconsejable es seguir, siempre que sea posible, el mismo método de aprendizaje de la lectoescritura en tinta establecido en el aula para el resto de los

compañeros videntes del alumno con ceguera, ya que este es el caso de la mayoría de los alumnos con discapacidad visual.

Muchos métodos se basan en que el niño debe conocer previamente el espacio rectangular que ocupan los 6 puntos de la celdilla y su ubicación. Para ello, se pueden utilizar algunos materiales que reproducen la celdilla braille en grande y facilitan al niño el aprendizaje. Existen, por ejemplo, pizarras macrobraille, con celdillas grandes en las que hay que insertar pivotes con los que el alumno se va familiarizando con los signos. No obstante, nos sirve cualquier material de desecho que tenga esta forma entre ella cajas de huevos, etc.

Nuestro idioma favorece la utilización de métodos analíticos para el aprendizaje de la lectoescritura, es decir letra a letra o, como mucho, sílaba a sílaba, que es, precisamente la metodología que presentan la mayoría de los métodos de aprendizaje del sistema braille.

El método sintético o globalizado no sería adecuado para el aprendizaje del braille, ya que parte de la frase, para ir descendiendo a la palabra, la sílaba y la letra. No obstante, con mucha práctica, es posible llegar a reconocer en braille algunos grupos de sílabas o palabras (imagen táctil) lo cual hace aumentar considerablemente la velocidad de lectura.

A continuación presentamos los métodos más utilizados:

#### **\*ALBORADA**

Cartilla para el aprendizaje de la lectura. Presenta las letras en un orden bastante lógico, con frases de creciente complejidad. Aunque el contenido de las frases ha quedado algo desfasado, resulta un método fácil de utilizar y motivador para los alumnos adultos ya que, desde las primeras páginas, leen palabras y frases con significado. El orden de presentación de las letras tiene en cuenta la sencillez o complejidad de los signos: a, o, u, e, l, p, i, b, m, s, n, v, d, ñ, g, t, f, ll, r, c, y, j, q, h, z, x, ch, k, punto, signo de mayúscula, sílabas trabadas, á, é,

ó, coma, punto y coma, dos puntos, guion, í, ú, ü, w, interrogación, admiración y signo de número.

### **\*BLISEO**

Es un método para aprendizaje del sistema braille para adultos alfabetizados. Empieza profundizando en el conocimiento especial del signo generador y va introduciendo las letras de la primera serie (de la «a» a la «j»), para seguir con la siguiente serie, añadiendo el punto 3 (de la «k» a la «t», excepto la «ñ») y las 5 últimas letras, añadiendo el punto 6.

### **\*PÉRGAMO**

Método de alfabetización para personas ciegas adultas. Realiza una presentación de letras pensada para evitar confusiones y facilitar la percepción en braille. Comienza el método con ejercicios para discriminar las posiciones de los puntos en el cajetín, independientemente de su significado. El orden de presentación de las letras es el siguiente: a, e, i, o, u, l, s, p, m, f, d, n, t, ñ, c, h, á, é, b, v, ll, y, r, í, ó, ú, g, j, z, mayúsculas, punto y coma. Al final, se introducen las letras que suelen aparecer menos: x, q, ch, k, w, ü. Después van apareciendo las sílabas trabadas (pl, cl, bl, dr, tr, etc.), el signo de número y signos de puntuación: guion, dos puntos, punto y coma, interrogación, admiración, comillas, paréntesis, etc.

### **\*PUNTO A PUNTO**

Se presenta en castellano y catalán. Consta de dos series de 5 y 4 tomos, respectivamente. La primera serie presenta un programa de pre-lectura y pre-escritura y la segunda se dedica a la enseñanza del sistema braille propiamente dicho:

**Primera serie:** en los tres primeros tomos se ofrecen una serie de ejercicios de pre-lectura, para el reconocimiento de formas (cuadrado, círculo, triángulo, rectángulo) y tamaños, líneas horizontales y verticales, y seguimiento de líneas y orientación espacial con cuadrados, líneas y series de varios elementos (conjuntos de puntos), para proceder a su discriminación, aun sin

darles un significado. En el cuarto tomo es cuando se inicia el aprendizaje del sistema braille: el signo generador, en grandes caracteres con el objetivo de ir disminuyendo el tamaño e ir reconociendo las diferentes posiciones y las primeras letras: a, b, l, e, o. También se comienza la pre-escritura. En el último tomo se hacen consideraciones metodológicas para el profesor.

**Segunda serie:** en los tres primeros tomos, se van presentando una a una todas las letras del alfabeto, se hacen ejercicios de reconocimiento táctil, identificación y discriminación, combinando con las letras ya sabidas, para pasar a la lectura de sílabas, palabras y frases. El orden de presentación de las letras es el siguiente: a, o, u, e, l, p, b, m, n, f, i, signo de mayúscula y punto, r, s, apóstrofe, t, ll, c, admiración, d, interrogación, g, j, á, í, ú, v, coma, x, h, q, punto y coma, ñ, z, dos puntos, é, ó, ü, t y k; (en la versión en catalán, se añaden las letras è, ò, ç, ï) El cuarto tomo está dedicado a los maestros, donde se les explica en qué consiste el método y cómo utilizarlo.

Se acompaña de dibujos en relieve para motivar al alumno y de ejercicios para reforzar la discriminación de las letras.

### **\*TOMILLO**

Es un método de iniciación a la lectura braille dirigido, especialmente, a la población infantil. Apoya la presentación de contenidos significativos, al mismo tiempo que respeta las peculiaridades de la exploración táctil. Además, se adecua a la edad a la que va dirigido, utilizándose palabras y frases cortas con sentido, con estructuras lingüísticas familiares para el niño. Se emplean materiales atractivos para estas edades, con representaciones en relieve. Además ofrece ejercicios. La secuencia de presentación de grafemas es: a, o, u, e, l, p, á, b, c, d, m, signo de mayúscula, punto, i, n, v, ó, s, g, t, f, r, í, ll, j, z, ñ, é, h, y, ch, ú, q, rr, r, gu. Es decir, se presentan, en primer lugar, las letras que se perciben más fácilmente al tacto, las que no presentan dificultades fonéticas y se evita unir letras simétricas. Se van introduciendo

desde el principio las vocales con tilde. Utilizan doble espacio para facilitar la lectura y el cambio de línea.

Como hemos ido analizando, existen diferentes factores que inciden en la capacidad lectora: la motivación, la cantidad de estímulos lectores que recibe el niño, la edad de comienzo de la lectura, el grado de desarrollo de las destrezas previas, la maduración del alumno, los apoyos que encuentra en el entorno y la metodología empleada. En función de todas estas variables, debemos elegir el método a utilizar. No obstante, para respetar la inclusión del niño en su centro educativo, se debería utilizar el método con el que se esté trabajando en el aula realizando las adaptaciones de material que fueran necesarias. (ITE, 2016) [18]

### **2.2.3.7. DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA EL APRENDIZAJE DEL SISTEMA BRAILLE**

#### **ANOTADORES PARLANTES (PAC MATE)**

Sistema portátil de almacenamiento, procesamiento y edición de la información. Se introducen los datos mediante teclado braille y la salida se produce a partir de síntesis de voz. Se puede almacenar la información en disquetes, imprimir en braille y tinta, etc. Incluye funciones de cronómetro, reloj, alarma, calendario, directorio telefónico y calculadora. (ITE, 2016) [19]



**FIGURA 2.19. ANOTADOR PARLANTE**  
**FUENTE: BANCO DE IMÁGENES DE LA ONCE. (ONCE, 2016) [17]**

## **BRILLE'N PRINT**

Sistema electrónico para incorporar en la parte inferior de la máquina Perkins, que permite la conversión de un texto braille a tinta, a través de una impresora convencional. (ITE, 2016) [19]



**FIGURA 2.20. BRILLE'N PRINT**

**FUENTE: Museo de la Casa de la Impresión Americana para los Ciegos.[20]**

## **CAJA DE ARITMÉTICA**

Caja de madera para realizar operaciones aritméticas. En una de sus tapas tiene una retícula para insertar las fichas de plástico que llevan escritos los símbolos braille (existe un modelo que lleva los signos en braille y en tinta) y, la otra tapa, está subdividida en pequeños compartimentos donde se colocan las fichas. Es muy sencilla de utilizar, realizándose las cuentas de la misma forma que en tinta. Tiene como desventaja la lentitud, ya que hay que colocar las fichas en su lugar correspondiente, cada vez que se utiliza. (ITE, 2016) [19]



**FIGURA 2.21 CAJA ARITMETICA PARA INVIDENTES**

**FUENTE: Centro de recursos de Educación Especial de Navarra [21]**

## CALCULADORA PARLANTE

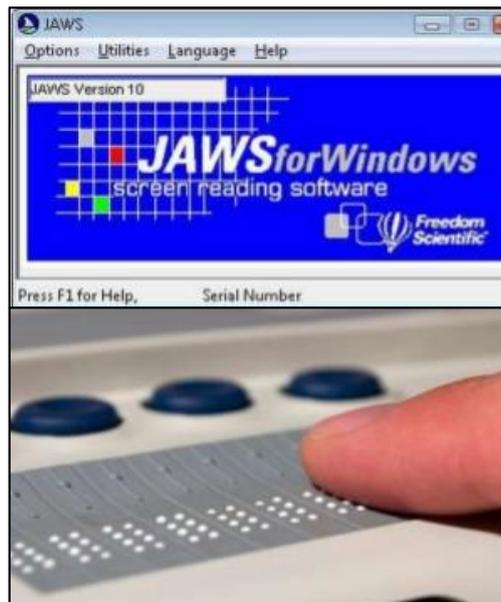
Calculadora para realizar operaciones matemáticas, con voz. Existen diferentes modelos, ofreciendo diferente grado de funciones matemáticas (elementales o de nivel superior) Todas tienen auriculares. Tiene además función de reloj con alarma y fecha. (ITE, 2016) [19]



**FIGURA 2.22 CALCULADORA PARLANTE**  
**FUENTE: Banco de imágenes de la ONCE. [17]**

## EXPLORADOR JAWS

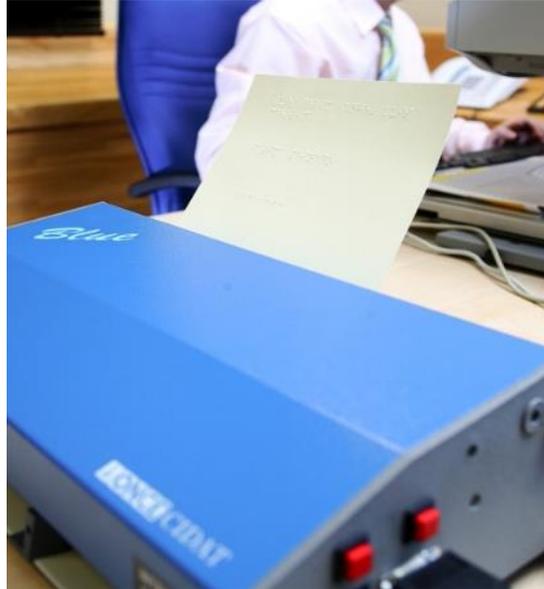
Instrumento electrónico de lectura y acceso a la información del ordenador. Es un producto software que permite trabajar en el entorno windows, ofreciendo respuesta de voz y/o braille. (TIFLOINFORMATICA, 2016) [22]



**FIGURA 2.23 SOFTWARE – JAWS PARA INVIDENTES**  
**FUENTE: TIFLOINFORMATICA [22]**

## **IMPRESORA BRAILLE**

Impresora para braille, que funciona con la información enviada desde un ordenador personal. (ITE, 2016) [19]



**FIGURA 2.24 IMPRESORA BRAILLE**  
**Fuente: Banco de imágenes de la ONCE.[17]**

## **LÍNEA BRAILLE**

Periférico para el ordenador personal que permite ir leyendo en braille (braille efímero) la información que aparece en la pantalla del ordenador. (ITE, 2016) [19]



**FIGURA 2.25 LÍNEA BRAILLE**  
**Fuente: Banco de imágenes de la ONCE.[17]**

### **PIZARRA BRAILLE**

Tablero perforado que permite la composición de los signos braille de mayor tamaño que los originales, mediante clavitos que se insertan en los agujeros creados al efecto, con la forma del cajetín braille. (ITE, 2016) [19]



**FIGURA 2.26 PIZARRA BRAILLE**

**Fuente: Banco de imágenes INFOCIEGOS - PERÚ.[23]**

### **ROTULADORA EN BRAILLE DYMO**

Rotuladora en braille de cinta DYMO, provista de una ruleta con los caracteres del abecedario en tinta y braille. Admite cinta para rotular de 6, 9 y 12 mm. (ITE, 2016) [19]



**FIGURA 2.27 ROTULADORA EN BRAILLE DYMO**

**Fuente: Banco de imágenes de la ONCE.[17]**

## **THERMOFORM**

Este instrumento es útil para realizar reproducciones rápidas de copias en relieve de papel plastificado de cualquier material (escritura en braille, gráficos, dibujos, esquemas, etc.) a partir de maquetas en tres dimensiones.



**FIGURA 2.28 THERMOFORM**

**Fuente: Banco de imágenes de la MDC ENGINEERING [24]**

## **UNILOCK**

Sistema lúdico que es utilizado para el aprendizaje del sistema braille, está compuesto de un tablero plástico, con renglones guía, donde se colocará fichas que representan las letras del alfabeto en braille y en braille. (ITE, 2016) [19]

### **2.2.3.8. APRENDIZAJE DEL MANEJO DE EQUIPOS Y SISTEMAS BRAILLE:**

Desde hace unos años venimos demostrando en diversos países la utilidad del uso de las TIC en el aula para el niño con discapacidad visual y hemos visto cómo el manejo del ordenador facilita la labor tanto al maestro como al niño, a la vez que sirve como herramienta de inclusión al tratarse de una herramienta conocida por todos, y para la cual no es necesario que las personas videntes adquieran unos conocimientos demasiado específicos para poder apoyar y relacionarse con el niño ciego. Siendo esto así, a principios del curso 2011-2012,

pensamos en la posibilidad de trabajar el aprendizaje del braille a través de la tecnología. Hasta ese momento habíamos comprobado la utilidad de las TIC para niños de estas edades con audio y con la tableta digitalizadora. Esta tableta es un periférico, usado habitualmente por diseñadores gráficos, consistente en una plancha magnética de material plástico que se coloca horizontalmente sobre la mesa y sobre la cual, mediante un lápiz magnético (que hace las veces de ratón) se puede dibujar, escribir, navegar, etc. Cuyo manejo por parte de los niños ciegos se basa en la elaboración de fichas a partir de la adaptación en relieve de los elementos clave presentes en la pantalla.



**FIGURA 2.29 Niña trabajando con la tableta**  
**FUENTE: Banco de imágenes (ONCE) [11]**

En las investigaciones llevadas a cabo hasta entonces, se demostró que la tableta digitalizadora es una herramienta muy adecuada para el apoyo a los aprendizajes a través del ordenador para los alumnos sin visión, que incrementa enormemente su motivación ante el aprendizaje, que su manejo no les supone gran dificultad y que los maestros aprenden a manejarla rápidamente y perciben sus ventajas frente al uso exclusivo de métodos tradicionales. Sin embargo, la tableta permite el manejo del braille para la lectura, pero no para la escritura; además, las láminas que pueden colocarles en la tableta son estáticas y tienen que estar preparadas con anterioridad a su uso y por tanto, no permiten la improvisación que requiere en muchos momentos el aprendizaje de la lecto-escritura ni la

corrección inmediata esencial en el aprendizaje. Por este motivo, decidimos probar con estos niños una herramienta que hasta ahora en España ha sido utilizada únicamente por alumnos de educación postobligatoria y por adultos, y que en otros países empieza a usarse como herramienta de aprendizaje del braille.



**FIGURA 2.30 LÍNEA BRAILLE**  
**FUENTE: Banco de imágenes (ONCE) [11]**

Nos referimos a la línea braille, un periférico que permite la salida en braille de cuanta información textual existe en la pantalla. Pretendíamos con ella valorar su utilidad en niños pequeños, las posibilidades de programación de actividades interactivas motivadoras para la enseñanza del braille y las ventajas de su manejo en el proceso de aprendizaje en entornos inclusivos. (GASTON E., 2012) [42]

A continuación presentamos, el proceso de aprendizaje de algunos equipos y sistemas, que son usados por personas invidentes o de baja visión:

### **1.-TELÉFONO DE TECLAS GRANDES CON PARLANTE Y MEMORIA**



**FIGURA 2.31 TELÉFONO CON TECLAS GRANDES, PARLANTE Y MEMORIA**  
**FUENTE: Banco de imágenes (TECNOAYUDAS) [43]**

### **Discapacidad y usuarios que apoya:**

- Diseñado para personas con dificultades visuales que le impide ver adecuadamente los números en un teléfono convencional.
- Facilita su uso a personas con dificultades motrices
- Personas de la tercera edad
- Personas con párkinson

### **Características:**

- Posee altavoz de gran potencia
- Dimensiones: 16 x 20 cm y 6 de alto
- Tamaño de cada tecla 3 cm
- Posee iluminación que enciende al sonar y al estar en uso
- Memoria para teléfonos (Tecnoayuda, 2015) [44]

### **Aprendizaje y uso:**

\*Como primer punto, se aconseja ponerse en una posición cómoda, tanto para la persona de baja visión, como para el instructor.

\*Debido a que nuestro artefacto, cuenta con el mismo diseño que los teléfonos convencionales, esto será de gran ayuda para la adaptación de la persona en entrenamiento.

\*El entrenador solo deberá indicarle, las funciones con las que cuenta el teléfono, para que puedan ser aprovechados al máximo por la persona con discapacidad.

## **2.-RELOJ PARLANTE CON VOZ**



**FIGURA 2.32 RELOJ PARLANTE CON VOZ**  
**FUENTE: Banco de imágenes (TECNOAYUDAS) [43]**

## **Discapacidad y usuarios que apoya**

- Personas con dificultades visuales y personas ciegas

## **Características**

- Reloj de pulsera parlante con voz femenina en español.
- Pantalla LCD.
- Unisex
- Con solo pulsar un botón pronuncia la hora claramente en español.
- Tiene la función de señal horaria y si la activamos,
- A cada hora en punto nos dice automáticamente la hora que es.
- También tiene la función de alarma para que nos avise a la hora deseada. (Tecnoayuda, 2015) [45]

## **Aprendizaje y uso:**

\*Como primer punto, se aconseja ponerse en una posición cómoda, tanto para la persona de baja visión, como para el instructor.

\*Por obvias razones, el reloj debe ser calibrado y actualizado por el entrenador, si en caso fuese necesario programarlo para que nos diga la hora cada hora y/o programar una alarma personalizada.

\*Se debe indicar a la persona invidente, la posición en el que se colocará el reloj, para una mayor facilidad y uso del mismo.

\*Una vez realizado estos parámetros, se deberá indicar a la persona en entrenamiento, que para hacer uso del reloj y enterarse en tiempo real de la hora, simplemente debe presionar un botón ubicado en la parte lateral del mismo, y este automáticamente mencionará la hora.

### 3.-CALCULADORA PARLANTE



**FIGURA 2.33 CALCULADORA PARLANTE**  
**FUENTE: Banco de imágenes (TECNOAYUDAS) [43]**

#### **Discapacidad y usuarios que apoya**

Calculadora diseñada para personas con dificultades de visión (estudiantes y profesionales), utilizada tanto por personas invidentes como personas con dificultades visuales.

#### **Características**

- Display de 8 dígitos
- Apagado automático, volumen ajustable de la voz (o puede ser desactivado)
- Incluye auriculares para escuchar en privado
- Color: Negro con teclas blancas
- 8 dígitos pantalla
- Alimentación: 2 pilas AA (Tecnoayuda, 2015) [46]

#### **Aprendizaje y uso:**

\*Como primer punto, se aconseja ponerse en una posición cómoda, tanto para la persona de baja visión, como para el instructor.

\*Se debe indicar a la persona invidente, las características y forma de la calculadora, para que pueda usarlo correctamente.

\*De igual manera se le indicará la posición del regulador de volumen, y la posición de los auriculares, por si desea usarlo en una biblioteca o lugares públicos, donde se recomienda el uso de los auriculares, para su comodidad.

\*Una vez realizada estas indicaciones, se iniciará con el entrenamiento del uso, mostrándoles a través del tacto y memoria la posición y significado de cada tecla, de manera general, para facilitar su adaptación y uso de la calculadora.

\*La ventaja de usar una calculadora parlante, es que la persona en entrenamiento podrá usarlo independientemente, en corto plazo.

#### **4.-MÁQUINA DE ESCRIBIR PERKINS**



**FIGURA 2.34 MÁQUINA DE ESCRIBIR - PERKINS**  
**FUENTE: Banco de imágenes (TECNOAYUDAS) [43]**

##### **Discapacidad y usuarios que apoyo:**

Diseñada para personas con discapacidad visual.

##### **Características:**

- Más fácil de sostener y llevar: 25 por ciento más ligero que la máquina Perkins Classic
- Más silencioso: el ruido del golpe de teclado se reduce, además de la campana de fin de línea es audible pero silenciado.
- Teclas más fácil de pulsar.

- Mandos de la alimentación del papel son más fáciles de mantener
- Colores de alto contraste para usuarios de baja visión
- Diseño elegante con materiales táctiles amigable
- Colores: Elija Frambuesa Roja o Azul Medianoche
- Fácil mantenimiento para reparaciones menores: El fondo de la Brailleur se puede desenroscar para acceder a los mecanismos internos. Se adapta a papel de tamaño más común - 28 celdas; ajusta hasta 8,5 pulgadas de ancho y largo de papel de 14 pulgadas (21,6 cm WX 35.6 cm L).

### **Aprendizaje y uso:**

\*Como primer punto, se aconseja ponerse en una posición cómoda, tanto para la persona de baja visión, como para el instructor.

\*Se recomienda trabajar la escritura Braille en paralelo a la lectura.

\*Lo primero es enseñar a la persona en entrenamiento, las diferentes partes que componen la máquina Perkins, sus funciones y movimientos, a través de explicaciones claras y sencillas.

\*Es muy importante indicar a la persona discapacitada la posición de, donde debe posicionar, los dedos, (TECLAS).

\*Otro aspecto importante es indicarle, donde y como colocar el papel, de manera correcta.

\*También es importante enseñarle el paso a paso de como, sacar el papel, a través de las siguientes indicaciones:

-Mostraremos como girar las perillas hacia afuera, hasta que se paren o utilizar el cambio de línea para este procedimiento.

-Liberar el papel, utilizando las palancas, para poder retirarlo.

\*El entrenador le indicará a la persona en entrenamiento, que para escribir se ha de presionar todas las teclas que componen el símbolo que se quiere expresar. Esta presión debe

ser simultánea, aunque no intensa. La claridad de los puntos es muy buena en la máquina Perkins.

\*Es importante indicar que al finalizar la escritura de un símbolo se debe dejar que las teclas se recuperen (vuelvan a su posición original), en caso contrario no funcionará la cabeza escritora.

\*Al cambiar de renglón se debe retroceder, mediante la palanca, la cabeza escritora hasta su posición inicial (lado izquierdo). (Tecnoayuda, 2015) [47]

## 5.-ETIQUETADORA BRAILLE



**FIGURA 2.35 ETIQUETADORA BRAILLE**  
**FUENTE: Banco de imágenes (TECNOAYUDAS) [43]**

El dispositivo puede ser manejado fácilmente por personas videntes que no tienen conocimiento de braille ya que las etiquetas se realizan seleccionando las letras impresas, así mismo las personas invidentes pueden crear las etiquetas basándose en la impresión braille que se encuentran impresas en su disco superior.

### **Características:**

- Para uso con cinta de 3/8 y 1/2
- Dimensiones del producto 60,45 mm x 254,00 mm

### **Aprendizaje y uso:**

\*Como primer punto, se aconseja ponerse en una posición cómoda, tanto para la persona de baja visión, como para el instructor.

\*Lo primero es enseñar a la persona en entrenamiento, las partes que componen este dispositivo, sus funciones y movimientos.

\*El entrenador deberá indicar que la rueda que posee el dispositivo se rota para seleccionar la letra que se desea imprimir en la cinta, una vez ubicada, el invidente deberá presionar con fuerza sobre el mango para generar la impresión.

\*Este dispositivo facilitará y ayudará a personas videntes y no videntes a comprender mejor el sistema braille.

\*No requiere baterías ni conexión eléctrica

\*Dispositivo independiente del computador. (Tecnoayuda, 2015) [48]

### **6.-ANILLO PARA LEER**



**FIGURA 2.36 ANILLO PARA LEER**  
**FUENTE: Banco de imágenes (OPENMIND) [49]**

Muchos aprendimos a leer arrastrando el dedo por el papel para no perdernos. Ese gesto intuitivo puede ayudar a las personas ciegas o con visión reducida a interpretar textos impresos gracias a un dispositivo similar a un anillo capaz de reconocer texto y leerlo en voz alta.

El anillo, desarrollado por investigadores del MIT Media Laboratory, utiliza un algoritmo creado especialmente para reconocer las palabras, que pasan a un programa que las lee en voz alta. A medida que la persona mueve el dedo por la página el aparato emite señales –bien sonidos o vibraciones- para evitar que se cambie de renglón sin darse cuenta.

En su estado de desarrollo actual, el anillo debe estar conectado a un ordenador que es el que realiza la interpretación y la lectura del texto, pero sus creadores ya están desarrollando una versión que podría ejecutarse en un teléfono móvil. (OpenMind, 2017) [49]

### **Aprendizaje y uso:**

\*Como primer punto, se aconseja ponerse en una posición cómoda, tanto para la persona de baja visión, como para el instructor.

\*Lo primero es enseñar a la persona en entrenamiento, las partes que componen este dispositivo, sus funciones y movimientos.

\*El entrenador deberá indicar la manera correcta de colocar el anillo hacia el dedo índice, para el uso correcto del dispositivo.

\*Es importante que la persona en entrenamiento tenga un desarrollo del tacto, para poder ubicarse correctamente entre las líneas y párrafos del texto a leer.

\*El entrenador enseñará al invidente, que el anillo vibrará cada vez que llegue al final de la línea de texto y de igual manera al inicio del texto.

\*La función del entrenador es esencialmente, ayudar a que el invidente se ubique correctamente dentro de la lectura, pues el anillo, hará el resto del trabajo.

## **2.2.3.9. DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS USADOS PARA EL ENSAMBLAJE DEL SISTEMA ELECTRONICO**

### **2.2.3.9.1. ARDUINO**

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basado en hardware y software fácil de usar. Las Placas Arduino son capaces de leer las entradas analógicas (intensidad de luminosidad, pulsadores, control PWM, ON y OFF de un led, etc), a través de sensores. Es una plataforma completa que se puede usar para múltiples tareas cotidianas a través de su microcontrolador, para ello se utiliza el lenguaje de programación de Arduino (basado en el cableado ), y el software de Arduino (IDE) , sobre la base de procesamiento .

Arduino se ha convertido, con el paso de los años, muy útil para el desarrollo de miles de proyectos, desde aplicaciones cotidianas hasta parte de automatización y control. (ARDUINO, 2017) [25]

#### **\*PLACA ARDUINO UNO R3**

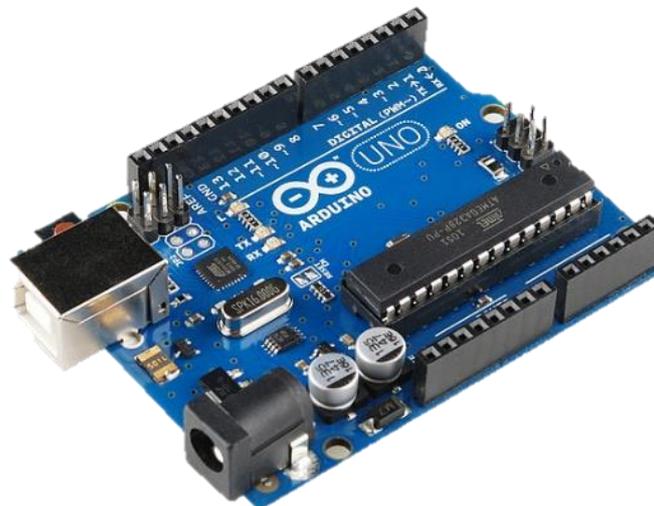
Esta versión de arduino tiene como cerebro principal el microcontrolador ATmega328. No se necesitan drivers para Linux o Mac (el archivo “inf” para Windows es necesario y está incluido en el IDE de Arduino).

En las últimas versiones se ha añadido pines SDA (manda datos por cada ciclo generado por el SCL) y SCL(es un “reloj” que envía datos a través de pulsos), adicionalmente a estos pines se tiene el IOREF, que permite a los shields adaptarse al voltaje brindado por la tarjeta. El otro pin no se encuentra conectado y está reservado para propósitos futuros. La tarjeta trabaja con todos los shields existentes y podrá adaptarse con los nuevos shields utilizando esos pines adicionales.

El Arduino Uno R3 es una simple tarjeta basada en entradas y salidas y un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje Processing/Wiring. El Arduino Uno R3 puede ser utilizado para desarrollar objetos interactivos o puede ser conectado a software de tu computadora (por ejemplo, Flash, Processing, MaxMSP). El IDE open-source puede ser descargado gratuitamente (actualmente para Mac OS X, Windows y Linux). (ARDUINO UNO R3, 2017) [26]

Características:

- Microcontrolador ATmega328.
- Voltaje de entrada 7-12V.
- 14 pines digitales de I/O (6 salidas PWM).
- 6 entradas análogas.
- 32k de memoria Flash.
- Reloj de 16MHz de velocidad.

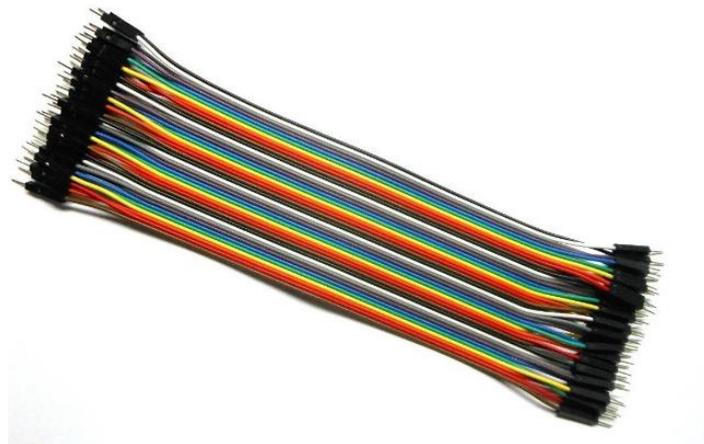


**FIGURA 2.37. PLACA ARDUINO UNO R3**  
**FUENTE: Banco de imágenes web ARDUINO[26]**

### **\*CABLE JUMPER**

Es un elemento que permite interconectar, crear puentes, entre 2 o más componentes electrónicos, entre ellos las tarjeta arduino. Estos elementos por lo general se usan al momento de probar circuiterías antes de implementarlo en tarjetas impresas, pues facilitan la conexión y desconexión entre los componentes del circuito.

Por lo general son conectores del tipo (MACHO-MACHO; HEMBRA-MACHO; HEMBRA-HEMBRA), dependiendo del tipo de cable elegido se realizan inserciones de su o sus extremos en las ranuras de la placa de prueba (Protoboard), en otros casos estos claves pueden ser utilizados para recibir información e integrar otro cable por encima de este, de esta manera se pueda transmitir data o señales eléctricas hacia los componentes, que participen del diseño electrónico.



**FIGURA: 2.38. CABLE JUMPER MACHO-MACHO**

**FUENTE: Banco de imágenes ELECTROTEC [27]**

### **\*LECTOR SD Y MICRO SD**

Las tarjetas SD y micro SD se han convertido en un estándar, desplazando a otros medios de almacenamiento de datos debido a su gran capacidad y pequeño tamaño. Por este motivo

han sido integradas en una gran cantidad de dispositivos, siendo en la actualidad componentes frecuentes en ordenadores, tablets y Smartphone, entre otros. Dentro del mundo de Arduino, es posible encontrar lectores de bajo coste tanto para tarjetas SD como micro SD. Los primeros en aparecer fueron los lectores SD y posteriormente los micro SD. Por tanto, en general, los módulos con micro SD son modelos más modernos que los de SD.

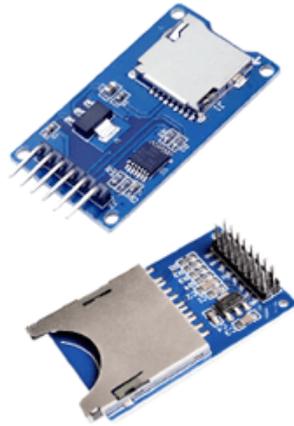
En ambos tipos de lectores, la lectura puede realizarse a través de bus SPI. Aunque pueden disponer de otros interfaces, como bus I2C o UART, normalmente es preferible emplear SPI por su alta tasa de transferencia.

Respecto a las tarjetas empleadas, podemos emplear tarjetas SD o SDSC (Standard Capacity) o SDHC (High Capacity), pero no SDXC (Extended Capacity). Deberá estar formateada en sistema de archivos FAT16 o FAT32.

La tensión de alimentación es de 3.3V, pero en la mayoría de los módulos se incorpora la electrónica necesaria para conectarlo de forma sencilla a Arduino, lo que frecuentemente incluye un regulador de voltaje que permite alimentar directamente a 5V.

Emplear una tarjeta SD o micro SD en con Arduino tiene la ventaja de proporcionar una memoria casi ilimitada para nuestros proyectos. Además es no volátil (resiste cuando se elimina la alimentación), y puede ser extraída y conectada a un ordenador con facilidad.

La gran desventaja es que supone una importante carga de trabajo para Arduino. Sólo el programa ocupará el 40% de la memoria Flash, y casi el 50% de la memoria dinámica. El uso del procesador también es exigente. (Llamas, 2015) [28]



**FIGURA 2.39. LECTOR SD Y MICRO SD**  
**FUENTE: Banco de imágenes de la Web Luis Llamas [28]**

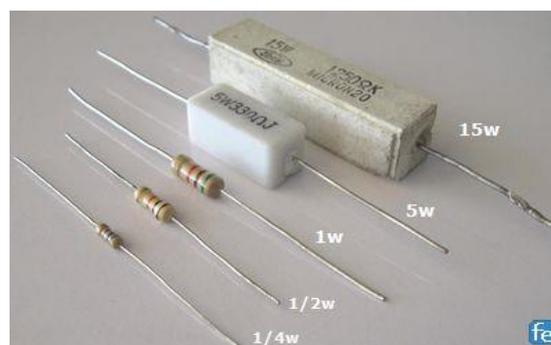
## **RESISTENCIA**

También llamado **resistor**, es un componente electrónico que se opone al paso de la corriente, causando en sus terminales una diferencia de tensión (un voltaje).

La máxima cantidad de corriente que puede pasar por una resistencia, depende del tamaño de su cuerpo o potencia resistiva.

Los valores de potencia comunes de las resistencias son: 1/4, 1/2, 1 watt, aunque hay de valores mayores.

Las resistencias se representan con la letra **R** y el valor de éstas se mide en **Ohmios** ( $\Omega$ ).  
(UNICROM, 2016) [29]



**FIGURA 2.40. TIPOS DE RESISTORES**  
**FUENTE: Foro de electrónica – resistencias [30]**

## EL CÓDIGO DE COLORES

Las resistencias por lo general, usan bandas de colores, estos colores representan un código especial, que determina el valor de la resistencia. Este código, que utiliza tres, cuatro o cinco líneas de colores pintadas alrededor del cuerpo del resistor, sirve para indicar su valor en Ohmios y su precisión. Para leer el código de colores de un resistor, ésta se debe tomar en la mano y colocar de la siguiente forma: la línea o banda de color que está más cerca del borde se coloca a la izquierda, quedando generalmente a la derecha una banda de color dorado o plateado. (CIE, 2013) [30]

<p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9</p> <p>0 Negro</p> <p>1 Marrón</p> <p>2 Rojo</p> <p>3 Naranja</p> <p>4 Amarillo</p> <p>5 Verde</p> <p>6 Azul</p> <p>7 Púrpura</p> <p>8 Gris</p> <p>9 Blanco</p> <p>±1% Marrón</p> <p>±2% Rojo</p> <p>±5% Dorado</p> <p>±10% Plateado</p>	<p>fe</p> <p>±1%</p> <p>±2%</p> <p>±5%</p> <p>±10%</p> <p>1.5K</p> <p>0 X1</p> <p>1 1 X10</p> <p>2 2 X100</p> <p>3 3 X1000</p> <p>4 4 X10000</p> <p>5 5 X100000</p> <p>6 6 X1000000</p> <p>7 7 ÷10</p> <p>8 8 ÷100</p> <p>9 9</p>	<p>±1%</p> <p>±2%</p> <p>±5%</p> <p>±10%</p> <p>15K</p> <p>0 0 X1</p> <p>1 1 1 X10</p> <p>2 2 2 X100</p> <p>3 3 3 X1000</p> <p>4 4 4 X10000</p> <p>5 5 5 ÷10</p> <p>6 6 6 ÷100</p> <p>7 7 7</p> <p>8 8 8</p> <p>9 9 9</p>	<p>±1%</p> <p>±2%</p> <p>±5%</p> <p>±10%</p> <p>100</p> <p>50</p> <p>25</p> <p>15</p> <p>10</p> <p>5</p> <p>1</p> <p>620K</p> <p>0 0 X1</p> <p>1 1 1 X10</p> <p>2 2 2 X100</p> <p>3 3 3 X1000</p> <p>4 4 4 X10000</p> <p>5 5 5 ÷10</p> <p>6 6 6 ÷100</p> <p>7 7 7</p> <p>8 8 8</p> <p>9 9 9</p>
Código de Colores	Resistencias de 4 Bandas	Resistencias de 5 Bandas	Resistencias de 6 Bandas

FIGURA 2.41. CÓDIGO DE COLORES

FUENTE: Foro de electrónica – Código de colores [30]

## BUFFER 8OHMIOS/0.5WATTS

Pequeño altavoz o parlante usado para proyectos de electrónica. Tiene como principal función de reproducir sonidos o melodías generados por un microcontrolador como Arduino. Su pequeño tamaño facilita su integración en proyectos con limitaciones de espacio.

Para poder utilizar el altavoz, correctamente, es necesario utilizar un pequeño circuito amplificador, es posible elegir entre algo tan sencillo como un transistor BJT o un circuito integrado como el PAM8403. (NAYLAM-MECHATRONICS, 2017) [31]

Especificaciones:

- Potencia nominal: 0.5 W
- Impedancia:  $8 \Omega$  (a 1KHz)
- Rango de frecuencias: ~600-10KHz
- Omnidireccional
- Distorción armonica: 5% (TMD%)
- Diámetro: 28 mm



**FIGURA 2.42. Buffer 0.5 watts**

**FUENTE: Naylampmechatronics – Sensores de sonido [31]**

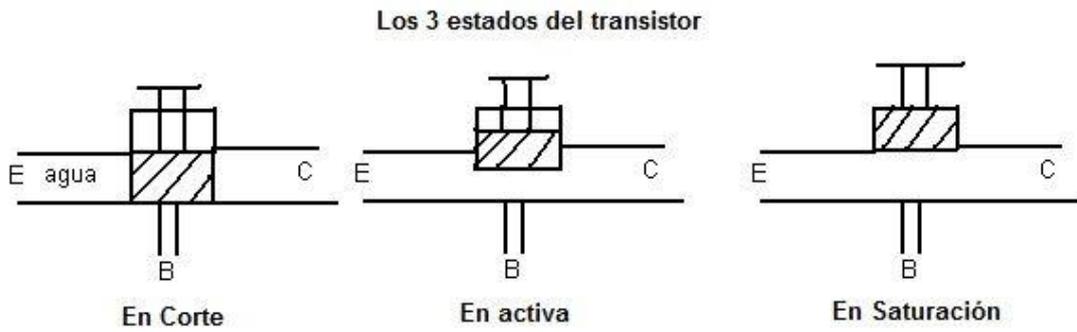
## **TRANSISTORES**

Es un dispositivo electrónico que regula el flujo de corriente o voltaje, actuando como un interruptor o amplificador para señales electrónicas.

El transistor está formado por materiales semiconductores, de uso muy común, pues lo encontramos en aparatos de uso cotidiano como las radios, alarmas, automóviles, ordenadores, etc.

Los transistores son unos elementos que han facilitado, en gran medida, el diseño de circuitos



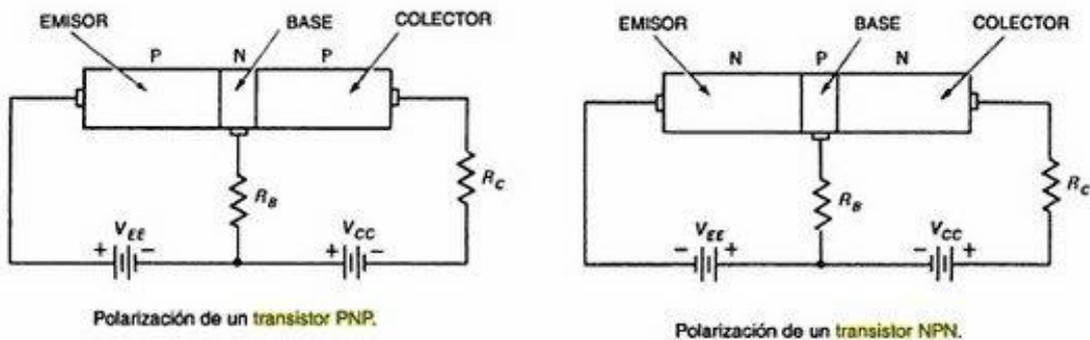


**FIGURA 2.45. ESTADOS DE FUNCIONAMIENTO DEL TRANSISTOR**  
**FUENTE: Área tecnológica [32]**

### Polarización de un Transistor

Polarizar es aplicar las tensiones adecuadas a los componentes para que funcionen correctamente.

Un polo P estará polarizado directamente si se conecta al positivo, el polo N estará polarizado directamente si se conecta al polo negativo, de la fuente. Si en caso se hiciera al contrario estarían polarizados inversamente.



**FIGURA 2.46 POLARIZACIÓN PNP Y NPN**  
**FUENTE: Área tecnológica [32]**

## **PULSADORES**

Es un componente electrónico, que cuando se oprime, permite el paso de la corriente eléctrica y, cuando se deja de oprimir, lo interrumpe.

Se emplea en los timbres, las máquinas expendedoras de refrescos, los teclados de los ordenadores, para seleccionar el piso en los ascensores y en otras muchas aplicaciones.

Por lo general los pulsadores son normalmente abiertos, sin embargo existen también pulsadores cerrados; es decir, la corriente estará circulando hasta que lo usemos. Al pulsar, el circuito se abre y deja de funcionar. Este tipo de pulsadores se utilizan normalmente para la parada de emergencia de máquinas. (ABC, 2017) [33]

### **TIPOS DE PULSADORES:**

**-Por medio de llaves:** Como sucede en el contacto de los coches, las cerraduras eléctricas de seguridad, las llaves para bloqueo.

**-Por temperatura:** Constan de una lámina que se deforma con la temperatura y hace contacto con otra que está inmóvil. El termostato de una plancha eléctrica funciona al revés: cuando aumenta la temperatura, la lámina se deforma, abre el contacto y deja de calentar.

**-Por presión:** Se accionan por la presión que ejerce una persona o fluido. Por ejemplo, por la presión del aceite, aire, agua, botoneras, etc.

**-Por campos magnéticos:** Es el caso de los llamados interruptores REED, que constan de dos láminas metálicas separadas que están colocadas dentro de una ampolla de vidrio. Al acercarles un imán, las láminas se unen y cierran el circuito.

**-Por la propia corriente eléctrica:** Su funcionamiento está basado en el electroimán: un

núcleo de acero que se magnetiza al pasar la corriente por una bobina de cobre que tiene a su alrededor. (ABC, 2017) [33]



**FIGURA 2.47. PULSADORES NORMALMENTE ABIERTO**  
**FUENTE: Shoptronica – Interruptores y pulsadores[34]**

## **CAPITULO III**

### **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN**

#### **3.1. DESARROLLO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO**

Hoy en día, existen distintos sistemas y/o dispositivos electrónicos, que facilitan y aportan a la educación de personas invidentes, mediante la escritura y/o lectura en su lenguaje universal (Braille), sin embargo muchos de estos dispositivos son destinados para personas cuyo nivel socioeconómico sea equilibrada o estable, dejando de lado a los invidentes de bajos ingresos económicos, que no pueden adquirir este tipo de tecnología, por consecuencia el nivel de analfabetismo en este sector aumenta y sobretodo se les impide la oportunidad de poder integrarse a la sociedad. Es por este motivo, por el cual se desea desarrollar un sistema electrónico para ayudar a erradicar la analfabetización en personas invidentes, a través de la lectura.

Este proyecto está dirigido para niños, jóvenes y adultos, que se inician en la lectura, y con una buena asesoría, podrán interpretar la escritura en el sistema braille, adicionalmente a esto, el dispositivo será muy fácil de llevar, será económico y fácil de usar.

Antes de hacer uso del sistema electrónico, se han considerado algunos requisitos previos tales como:

### **3.2. NIVEL DE CONOCIMIENTO DEL SISTEMA BRAILLE**

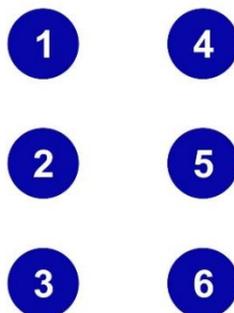
El sistema desarrollado está dirigido a personas invidentes que se inician en el aprendizaje del alfabeto en el sistema Braille, el discapacitado aprenderá letra por letra, vocal por vocal, aportando a su conocimiento, comprensión y aprendizaje del abecedario.

Es importante que el invidente trabaje junto a un tutor o un familiar, quien apoye a su comprensión y adaptación al sistema desarrollado. Una de las ventajas que ofrece este dispositivo es la reproducción de audio, para cada letra y vocal del abecedario, de esta manera el invidente puede usar el dispositivo de manera independiente en un corto plazo.

### **3.3. MÉTODO DE ENSEÑANZA DEL SISTEMA BRAILLE**

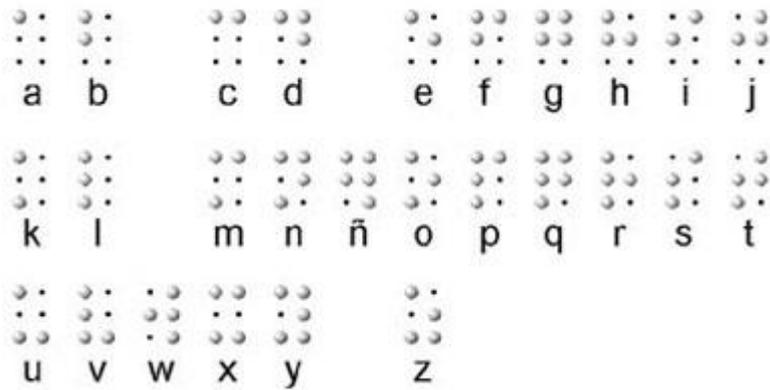
Para usar el sistema electrónico, como una herramienta, a la enseñanza del código Braille, se sugiere que el tutor tenga un conocimiento básico del sistema, para que pueda transmitir esa seguridad a la persona en entrenamiento.

Al comenzar, con el entrenamiento del aprendizaje del abecedario en el sistema Braille, el no vidente deberá entender, en primera instancia, la enumeración de los seis puntos del símbolo generador del Braille, en el modo lectura. Esto permitirá al invidente diferenciar y comprender que en el sistema Braille, la lectura se realiza de izquierda a derecha, mientras la escritura de derecha a izquierda.



**FIGURA 3.1 ENUMERACIÓN DE LOS SEIS PUNTOS DEL SIMBOLO BRAILLE  
- LECTURA**

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

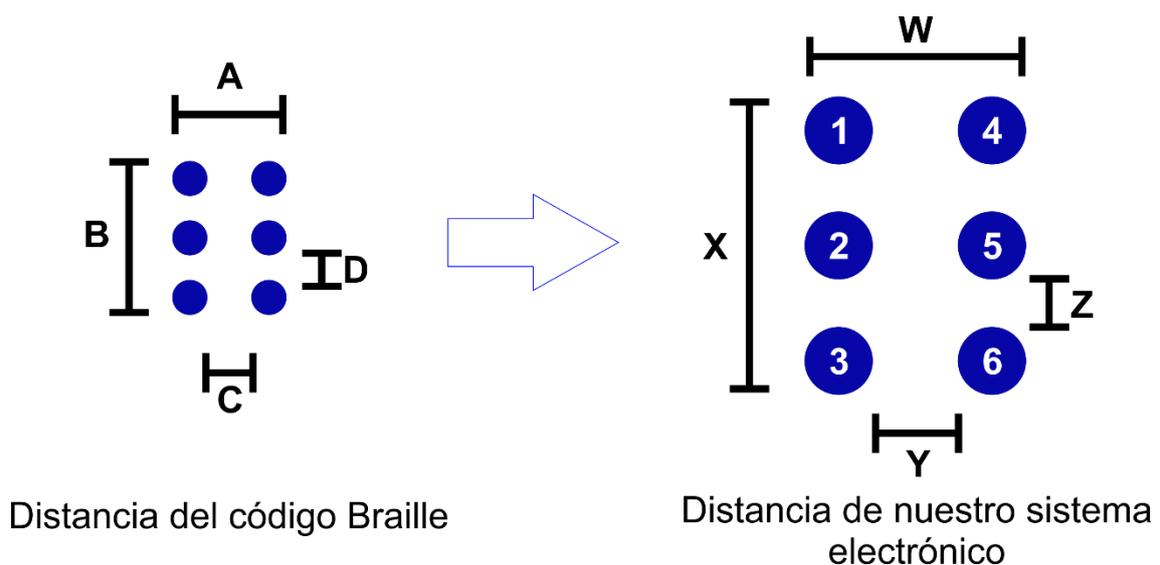


**FIGURA 3.2 SIMBOLOGÍA DEL ABECEDARIO EN EL SIMBOLO BRAILLE LECTURA**

**FUENTE: INSTITUCIÓN FBU [35]**

### 3.4. DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Para el desarrollo del presente sistema electrónico, se ha adaptado a escala las dimensiones normalizadas del sistema braille, pues de esta manera se facilitará el uso de nuestro prototipo.



**FIGURA 3.3. MEDIDAS DE NUESTRO SISTEMA ELETRÓNICO**

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

**TABLA 3.1. DISTANCIA DEL CÓDIGO BRAILLE**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

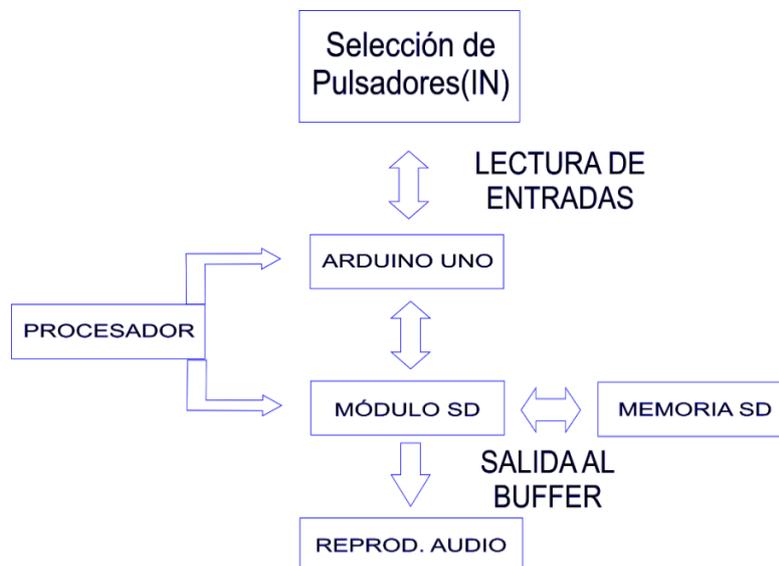
DIMENSIONES EN MILIMETROS				
	A	B	C	D
<b>Español</b>	3.7	6.5	1.3	0.7

**TABLA 3.2. DISTANCIA DEL SISTEMA ELECTRÓNICO**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

DIMENSIONES EN MILIMETROS				
	W	X	Y	Z
<b>Español</b>	38	98	15	30

### 3.5. DIAGRAMA DE BLOQUES

Nuestro sistema electrónico está formado por distintos subsistemas, que explican de manera más clara y concisa la estructura y funcionamiento del prototipo, los mismos que se presentan a través del siguiente diagrama de bloques.



**FIGURA 3.4. DIAGRAMA DE BLOQUES**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

En la Figura 3.5. podemos observar que el inicio de todo el proceso de funcionamiento es a partir de la combinación de pulsadores presionados, que representan cualquier letra o vocal del abecedario en el braille, que dentro de la electrónica, se interpretan como las entradas del sistema electrónico.

Como segundo proceso, encontramos al microcontrolador ATMEGA328P del arduino uno, quien interpretará la combinación de pulsadores elegida, que ha su vez se comunicará con el modulo micro SD, para finalmente enviarla a la salida a través de uno, de los audios previamente almacenados previamente.

### 3.6. DIAGRAMA FÍSICO

En la Figura 3.5, se presenta el Diagrama Físico del sistema electrónico, en el cual se muestran algunos de los componentes electrónicos que se utilizaron en cada parte de la construcción del prototipo y que se mostraron anteriormente en cada sección del diagrama de bloques.



**FIGURA 3.5 DIAGRAMA FISICO**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

A continuación procederemos a describir el funcionamiento y elementos que intervinieron en cada sección del diagrama de bloques:

### **3.7. INGRESO DE DATOS**

Para iniciar el uso del sistema electrónico, debemos encenderlo a través del interruptor, el cual se colocó con la intención de hacerlo portátil y utilizar su fuente de energía solo en casos se esté haciendo uso del sistema.

Posteriormente, junto a un profesor o familiar, se procede a presionar, los pulsadores, con las combinaciones del abecedario en el sistema braille, en caso no exista una guía personal, posteriormente se podría usar una hoja impresa con el abecedario con los puntos formados.

Cabe mencionar que para cada pulsador (normalmente abierto) se uso un diseño de resistencias pull-up (usadas para generar valores HIGH y LOW) de 10kohm. Se tomo este valor de resistencia por los siguientes parámetros electrónicos:

#### **DATOS:**

Voltaje de alimentación = 9 [V]

Amperaje que soporta cada pin del microcontrolador = 25[mA]

#### **FORMULA (LEY DE OHM):**

$V$  (voltaje) =  $I$  (corriente) \*  $R$  (resistencia)

**Tenemos entonces:**  $R = V/I$

**Reemplazando nuestros valores:**  $R = 9 / (25 * 10^{-3})$

**Lo cual nos da:**  $R = 360$  ohm

El valor obtenido de la resistencia pull-up es de 360[Ω], este valor representa el límite de la capacidad de corriente que soporta cada pin del ATMEGA328P, lo cual podría afectar nuestra circuitería, por lo general se recomienda usar una resistencia que se encuentre entre los valores de 1[KΩ] a 10[KΩ] para que el microcontrolador pueda trabajar de manera

eficiente, es por este motivo que se escogió una resistencia de 10[KΩ], para el interfaz entre los pulsadores y nuestro sistema electrónico.

### 3.8. PROCESAMIENTO DE DATOS

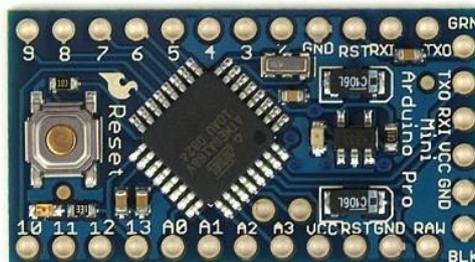
Para el desarrollo de nuestro sistema electrónico, realizamos una investigación y exhaustiva comparación entre distintos componentes, con la finalidad de escoger los más competitivos y económicos.

#### 3.8.1. Selección de la placa arduino

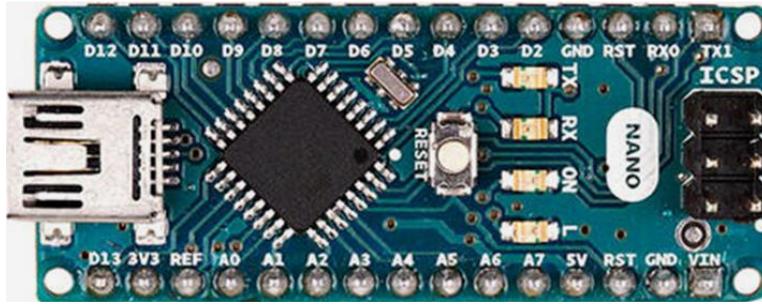
En la siguiente tabla 3.3, se realizó comparaciones entre plataformas arduino, con el fin de elegir la más económica y factible para este proyecto:

**TABLA 3.3. PLACAS ARDUINO**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**  
**PLATAFORMAS ARDUINO**

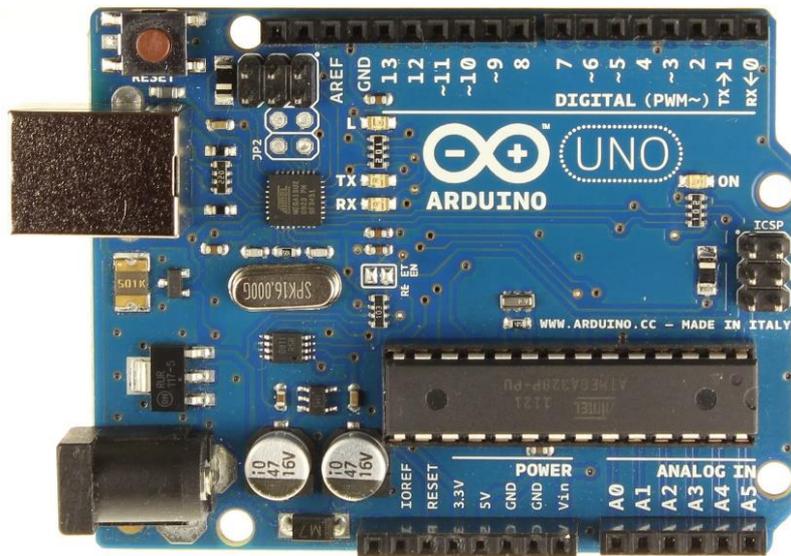
Placa Arduino	Precio	Microcontrolador	E/S Digitales	PWM	Memoria Flash
Arduino pro-mini	\$2	ATmega328	14	6	16kb
Arduino nano	\$4.5	ATmega328	22	6	32kb
Arduino uno R3	\$3	ATmega328	14	6	32kb



**FIGURA 3.6. ARDUINO PRO-MINI**  
**FUENTE: TIENDA ELECTRÓNICA 330OHM [36]**



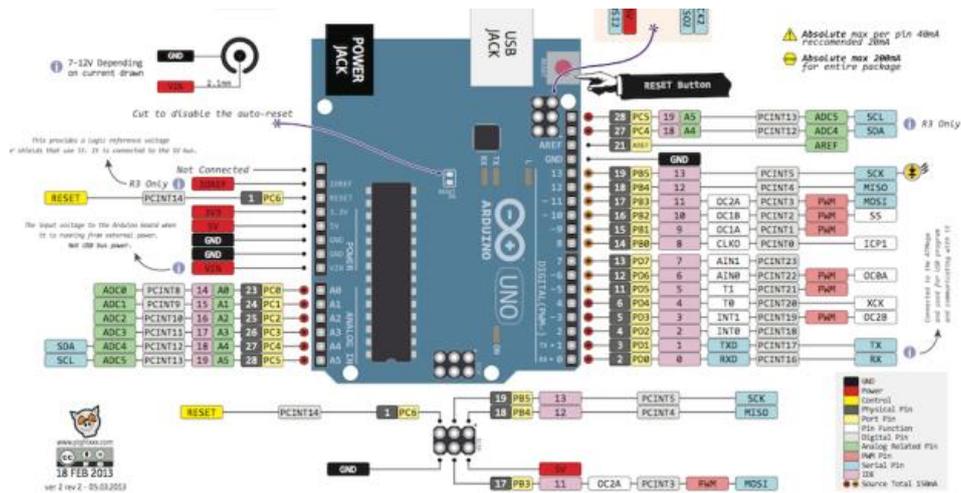
**FIGURA 3.7. ARDUINO NANO**  
**FUENTE: PÁGINA OFICIAL ARDUINO [26]**



**FIGURA 3.8. ARDUINO UNO R3**  
**FUENTE: PÁGINA OFICIAL ARDUINO [26]**

En base a las características que mostramos en la Tabla N° 3.3. podemos verificar que el ARDUINO UNO R3, es la mejor opción para el desarrollo de nuestro sistema electrónico, debido a la memoria flash, su precio bajo, aumentando los beneficios.

En la siguiente FIGURA 3.9. se muestra los pines de distribución del ARDUINO UNO R3.



**FIGURA 3.9. DISTRIBUCIÓN DE PINES**  
**FUENTE: BANCO DE IMÁGENES - APRENDIENDO ARDUINO [37]**

En la siguiente tabla 3.4. se muestra los pines que asignamos a nuestro sistema electrónico.

**TABLA 3.4. ASIGNACIÓN DE PINES DEL ARDUINO UNO R3**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

ASIGNACIÓN DE PINES	
Descripción	PIN
Alimentación micro SD	3.3V
Alimentación arduino uno R3	5V
Tierra común	GND
Pulsador 1	2
Pulsador 2	3
Pulsador 3	7
Pulsador 4	5
Pulsador 5	6
Pulsador 6	4
Salida al Buffer	9
CS	10
MOSI	11
CLK	12
MISO	13

Como podemos observar en la Tabla N° 3.4., a cada uno de los pines y/o puertos del ATMEGA328P se han asignado sus respectivas funciones.

### 3.8.2. Selección del módulo de audio

Es un dispositivo electrónico que permite reproducir sonidos almacenados previamente en una memoria externa SD o micro SD. Para realizar la reproducción de estos sonidos es necesario contar con un microcontrolador, que realice la identificación de entradas y poder relacionarlas a las salidas (audios) respectivos, como por ejemplo la implementación de este módulo con pulsadores, donde cada pulsador tiene por salida un audio específico.

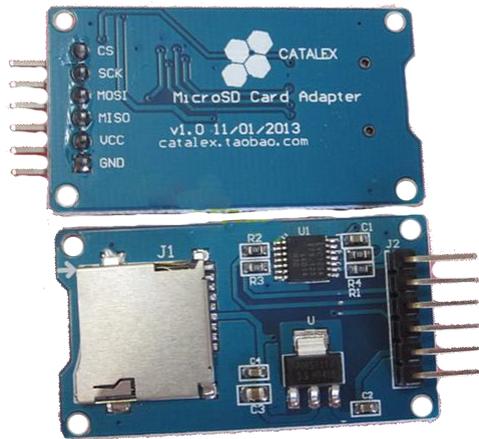
En la siguiente tabla 3.5. se realizó una comparación entre distintos módulos de audio y sus características:

**TABLA 3.5. MODULOS AUDIO**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

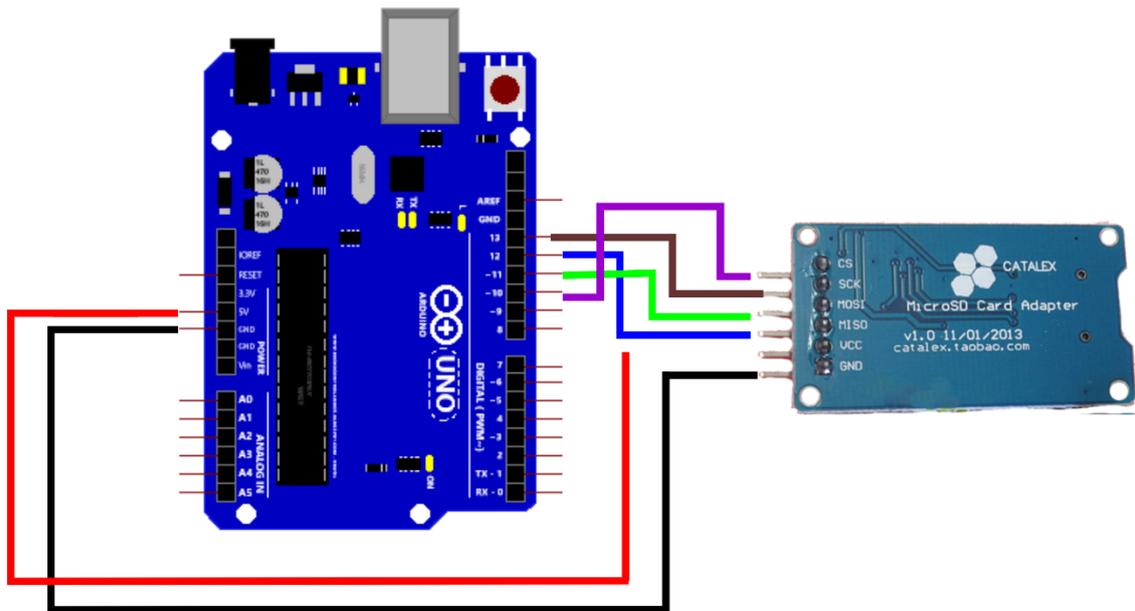
<b>MODULO AUDIO</b>				
<b>Módulos</b>	<b>Precio</b>	<b>Soporte memoria externa</b>	<b>Compatible</b>	<b>Formato de audio</b>
<b>WT9501M03</b>	\$13	32MB	Arduino	MP3 y wav
<b>Micro sd</b>	\$1	2GB	Arduino	MP3 y Wav
<b>MP3 ARDUINO</b>	\$3.5	4GB	Arduino	MP3, Wav y wam.

De acuerdo a nuestra Tabla 3.5, la mejor opción para nuestro sistema electrónico, es el módulo micro sd, debido a que soportar una memoria externa de hasta 2GB, que son más que suficientes para nuestro propósito, maneja una excelente compatibilidad con nuestra placa arduino, es pequeño y sobretodo uy económico.

En la Figura N° 3.10 y Figura 3.11, se presentan la estructura y conexión al arduino, de nuestro módulo MICRO SD, respectivamente.



**FIGURA 3.10. ESTRUCTURA DEL MODULO SD**  
**FUENTE: PÁGINA OFICIAL ARDUINO [26]**



**FIGURA 3.11. CONEXIÓN ARDUINO Y MODULO MICRO SD**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

En la imagen 3.11. observamos las conexiones realizados entre el arduino uno y el modulo micro SD.

### 3.8.2.1. Memoria micro sd

Para nuestro sistema electrónico hemos usado una memoria micro-sd de 128mb, el cual es más que suficiente para los audios almacenados. Una memoria micro-sd se basa en la tecnología Flash – NAND, la cual se basa en celdas de memoria NAND de tipo no volátil, que permiten conservar la información guardada, sin necesidad de una fuente de alimentación eléctrica, hasta por 10 años.



**FIGURA 3.12. MEMORIA MICRO-SD 128MB**  
**FUENTE: MEDIA MARKT – TIENDA TECNOLOGICA [38]**

### 3.9. SALIDA DE INFORMACIÓN

Para nuestro sistema electrónico hemos definido como salida, la reproducción de los audios del símbolo leído de la persona invidente a través del buffer.



**FIGURA 3.13. BUFFER**  
**FUENTE: Naylampmechatronics – SENSORES DE SONIDO [31]**

### 3.10. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

El funcionamiento de nuestro sistema electrónico se basa en la presión de pulsadores correctos, cuya combinación debe representar una letra o vocal del abecedario en el sistema braille, pues a cada combinación se le asignó un audio que representa dicha letra o vocal. Al presionar una combinación correcta el microcontrolador ATMEGA328P lo identificará dentro de su programación, enviará esta información al módulo micro-sd, el cual buscará el audio correspondiente dentro de nuestra memoria sd de 128mb y lo emitirá a través del buffer.

### 3.11. HERRAMIENTAS ADICIONALES DE SOFTWARE Y HARDWARE

A continuación se realizó una lista de las herramientas adicionales que usamos para la programación de nuestra placa arduino, para la grabación de audios, etc.

#### 3.11.1 Lenguaje C ++

En esta ocasión nuestro sistema electrónico maneja en su programación el lenguaje c++, que es totalmente compatible con las placas arduinos, sin embargo cabe resaltar que existen una lista de comandos propios del arduino. En la figura 3.14. podemos ver la estructura en la que se basa la programación de placas arduinos.

Structure	Further Syntax	Comparison Operators	Bitwise Operators
- setup() - loop()	- ; (semicolon) - {} (curly braces) - // (single line comment) - /* */ (multi-line comment) - #define - #include	- == (equal to) - != (not equal to) - < (less than) - > (greater than) - <= (less than or equal to) - >= (greater than or equal to)	- & (bitwise and) -   (bitwise or) - ^ (bitwise xor) - ~ (bitwise not) - << (bitshift left) - >> (bitshift right)
<b>Control Structures</b> - if - if...else - for - switch case - while - do...while - break - continue - return - goto	<b>Arithmetic Operators</b> - = (assignment operator) - + (addition) - - (subtraction) - * (multiplication) - / (division) - % (modulo)	<b>Boolean Operators</b> - && (and) -    (or) - ! (not) <b>Pointer Access Operators</b> - * dereference operator - & reference operator	<b>Compound Operators</b> - ++ (increment) - -- (decrement) - += (compound addition) - -= (compound subtraction) - *= (compound multiplication) - /= (compound division) - %= (compound modulo) - &= (compound bitwise and) -  = (compound bitwise or)

**FIGURA 3.14. ESTRUCTURA – SOFTWARE ARDUINO**  
**FUENTE: PÁGINA OFICIAL ARDUINO – SOFTWARE [39]**

En la figura 3.15. podemos ver las funciones usados en la programación de placas arduinos.

Functions			
<b>Digital I/O</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pinMode()</li> <li>- digitalWrite()</li> <li>- digitalRead()</li> </ul>	<b>Advanced I/O</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tone()</li> <li>- noTone()</li> <li>- shiftOut()</li> <li>- shiftIn()</li> <li>- pulseIn()</li> </ul>	<b>Trigonometry</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sin()</li> <li>- cos()</li> <li>- tan()</li> </ul>	<b>Random Numbers</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- randomSeed()</li> <li>- random()</li> </ul>
<b>Analog I/O</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- analogReference()</li> <li>- analogRead()</li> <li>- analogWrite() - PWM</li> </ul>	<b>Time</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- millis()</li> <li>- micros()</li> <li>- delay()</li> <li>- delayMicroseconds()</li> </ul>	<b>Characters</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- isAlphaNumeric()</li> <li>- isAlpha()</li> <li>- isAscii()</li> <li>- isWhitespace()</li> <li>- isControl()</li> <li>- isDigit()</li> <li>- isGraph()</li> <li>- isLowerCase()</li> <li>- isPrintable()</li> <li>- isPunct()</li> <li>- isSpace()</li> <li>- isUpperCase()</li> <li>- isHexadecimalDigit()</li> </ul>	<b>Bits and Bytes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lowByte()</li> <li>- highByte()</li> <li>- bitRead()</li> <li>- bitWrite()</li> <li>- bitSet()</li> <li>- bitClear()</li> <li>- bit()</li> </ul>
<b>Due &amp; Zero only</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- analogReadResolution()</li> <li>- analogWriteResolution()</li> </ul>	<b>Math</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- min()</li> <li>- max()</li> <li>- abs()</li> <li>- constrain()</li> <li>- map()</li> <li>- pow()</li> <li>- sqrt()</li> </ul>	<b>External Interrupts</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- attachInterrupt()</li> <li>- detachInterrupt()</li> </ul>	<b>Interrupts</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- interrupts()</li> <li>- noInterrupts()</li> </ul>

**FIGURA 3.15. FUNCIONES – SOFTWARE ARDUINO**  
**FUENTE: PÁGINA OFICIAL ARDUINO – SOFTWARE [39]**

En la figura 3.16. podemos ver las variables usados en la programación de placas arduinos.

Variables		
<b>Constants</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- HIGH   LOW</li> <li>- INPUT   OUTPUT   INPUT_PULLUP</li> <li>- LED_BUILTIN</li> <li>- true   false</li> <li>- integer constants</li> <li>- floating point constants</li> </ul>	<b>Data Types</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- void</li> <li>- boolean</li> <li>- char</li> <li>- unsigned char</li> <li>- byte</li> <li>- int</li> <li>- unsigned int</li> <li>- word</li> <li>- long</li> <li>- unsigned long</li> <li>- short</li> <li>- float</li> <li>- double</li> <li>- string - char array</li> <li>- String - object</li> <li>- array</li> </ul>	<b>Conversion</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- char()</li> <li>- byte()</li> <li>- int()</li> <li>- word()</li> <li>- long()</li> <li>- float()</li> </ul>
		<b>Variable Scope &amp; Qualifiers</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- variable scope</li> <li>- static</li> <li>- volatile</li> <li>- const</li> </ul>
		<b>Utilities</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sizeof()</li> <li>- PROGMEM</li> </ul>

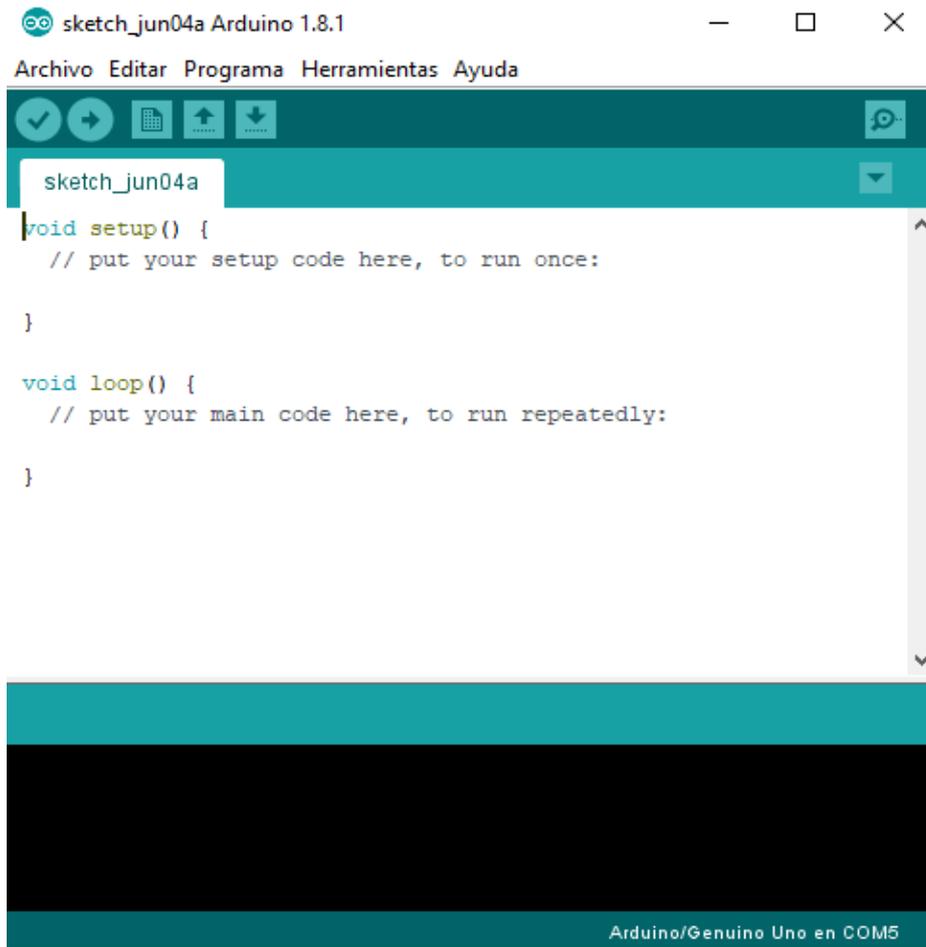
**FIGURA 3.16. VARIABLES – SOFTWARE ARDUINO**  
**FUENTE: PÁGINA OFICIAL ARDUINO – SOFTWARE [39]**

Estas son algunas librerías generales usados en la programación de placas arduinos.

- EEPROM: Para leer y escribir permanentemente en el almacenamiento.
- ETHERNET / ETHERNET 2: Para conexiones a internet a través de conexiones Ethernet.
- FIRMATA: Para comunicarse con aplicaciones en el equipo utilizando un protocolo estándar en serie
- GSM. Para la conexión a una red GSM / GPRS con el módulo GSM.
- LIQUIDCRYSTAL: Para controlar pantallas de cristal líquido (LCD)
- SD: Para la lectura y escritura de tarjetas SD
- SERVO: Para el control de servomotores
- SPI: Para la comunicación con los dispositivos que usan la interfaz periférica serie Bus (SPI).
- SOFTWARESERIAL: Para la comunicación serie en cualquier pines digitales.
- STEPPER: Para el control de motores paso a paso
- TFT: Para la elaboración de texto, imágenes y formas en la pantalla TFT de Arduino.
- WIFI: Para conectar a Internet utilizando la placa Arduino WiFi.
- WIRE: Interfaz de dos cables (TWI / I2C ) para enviar y recibir datos a través de una red de dispositivos o sensores. (ARDUINO, 2017) [40]

### **3.11.2. Programa de simulación Arduino**

El programa fue desarrollado dentro de la plataforma ARDUINO, el cual se caracteriza por tener una apariencia muy amigable e intuitiva, brindando al usuario un sencillo acceso al hardware de los distintos dispositivos.

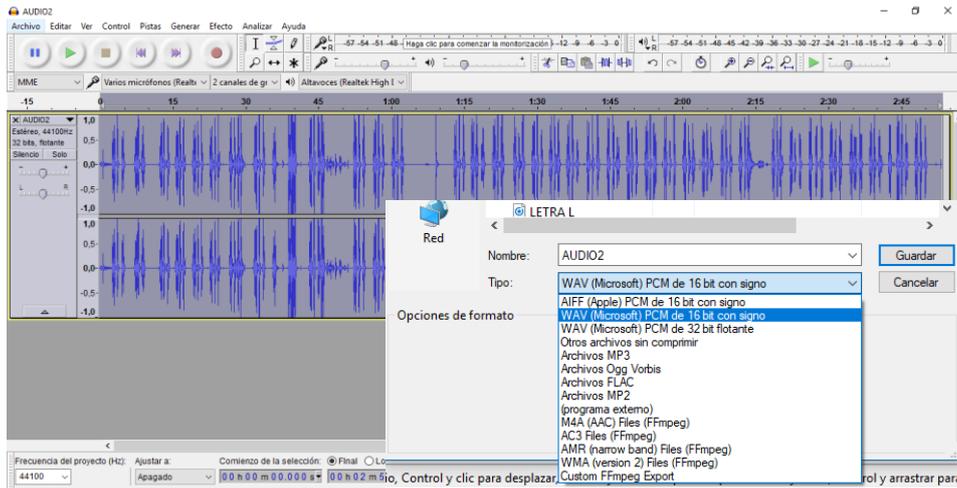


**FIGURA 3.17. ENTORNO DEL PROGRAMA ARDUINO  
FUENTE: PROGRAMA ARDUINO**

El programa arduino, es una excelente herramienta para aquellas personas que desean iniciarse en el mundo de la programación, realizando proyectos desde lo más básico hasta más avanzados.

### **3.11.3. Grabador de audio**

El software utilizado para la grabación de los audios, para nuestro sistema electrónico es AUDACITY, el cual permite grabar, editar y reproducir audio. Este software almacena los audios en los siguientes formatos: AIFF (16Bits), WAV (16Bits), WAV (32Bits), MP3, FLAC, MP2, M4A, AC3, AMR y WMA.



**FIGURA 3.18. ENTORNO DEL PROGRAMA AUDACITY  
FUENTE: PROGRAMA AUDACITY**

En este caso particular usaremos un audio con las siguientes especificaciones: formato WAV de 8bits, frecuencia de 16000 y con canal MONO, para que pueda funcionar correctamente al momento de la implementación y reproducción de los audios.

Para esto usaremos un programa ONLINE, llamado convertidor de audios, el cual nos permitirá transformar nuestros audios a las especificaciones mencionadas anteriormente. (ONLINE-CONVERTER, 2017) [41]

NOTA: Es probable que con otras configuraciones solo se escuche ruido y no se distinga las frases de los audios.

**Carga el archivo de audio que deseas convertir a WAV:**  
 Ningún archivo seleccionado

**O introduce la URL del archivo que deseas convertir a WAV:**  
  
(e.g. <http://www.jpl.nasa.gov/videos/vise/20120608/vise20120608-1280.m4v>)

**O selecciona un archivo de tu nube de almacenamiento para una conversión a WAV:**

**Ajustes opcionales**

Modificar bits de resolución:

Modificar la tasa de muestreo:

Modificar canales de audio:

Recortar audio:  to

Normalizar audio:

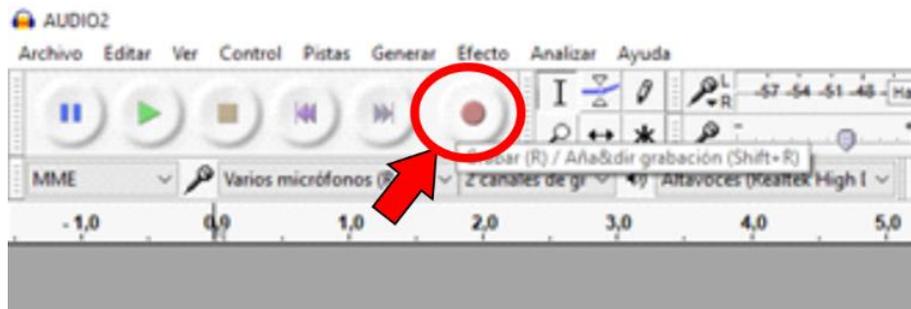
(al hacer clic confirmas que comprendes y aceptas nuestras condiciones)

**FIGURA 3.19. PROGRAMA ONLINE – CONVERTIDOR DE AUDIO  
FUENTE: CONVERTIDOR DE AUDIO [41]**

## PROCEDIMIENTO PARA OBTENER LOS AUDIOS

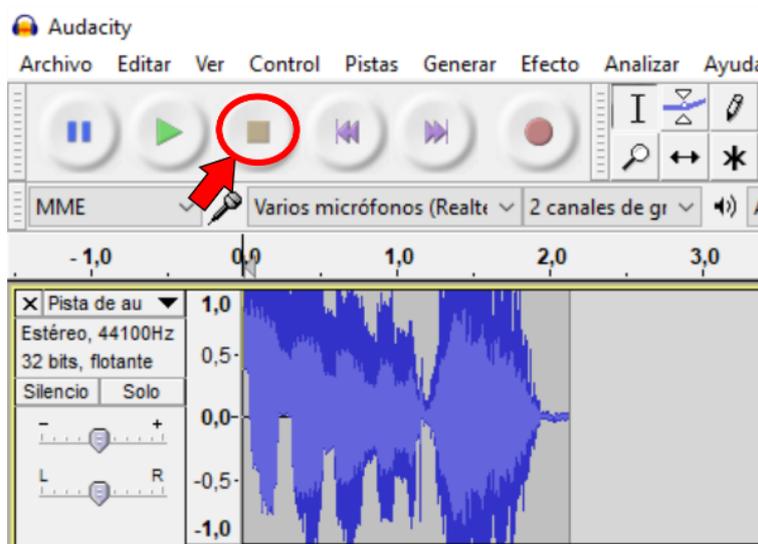
1.-Una vez abierto el programa, haremos uso del micrófono incorporado de su ordenador o en todo caso podemos adecuar un micrófono externo, pues a través de este se grabará las letras del abecedario.

2.-Una vez instalado el micrófono, nos vamos al icono de grabación del programa, al darle click, este automáticamente comenzará a grabar lo que digamos por el micrófono.



**FIGURA 3.20. GRABACIÓN DE AUDIO  
FUENTE: PROGRAMA AUDACITY**

3.-Una vez culminada la grabación, presionamos el botón de STOP, para detener la grabación.



**FIGURA 3.21. DETENER GRABACIÓN DE AUDIO  
FUENTE: PROGRAMA AUDACITY**

4.-Posteriormente, procedemos a guardar el audio, de preferencia en el formato WAV, de 16 bits. (Archivo – Exportar audio – Seleccionamos el formato deseado – Guardar.)

5.-Realizamos el mismo experimento con cada una de las letras del abecedario.

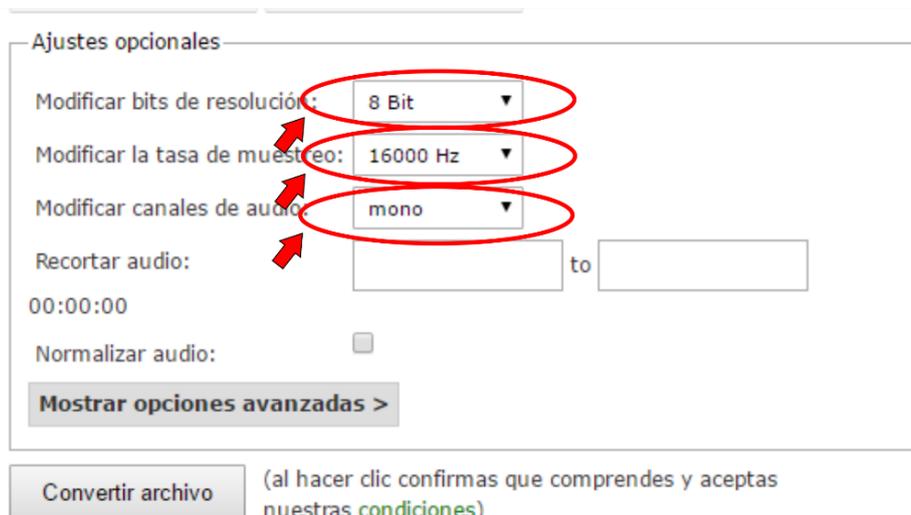
6.-Una vez obtenida todas las letras del abecedario, procedemos a usar el programa ONLINE, para dar las características mencionadas anteriormente.

7.-Una vez abierto el programa ONLINE, seleccionamos el audio, al cual le daremos las especificaciones deseadas.



**FIGURA 3.22. SELECCIONAR EL AUDIO**  
**FUENTE: CONVERTIDOR DE AUDIO - ONLINE [41]**

8.-Dentro de las opciones, se despliega una serie de formatos y frecuencias, en este punto seleccionamos, las especificaciones que se muestran en la siguiente figura 3.23.



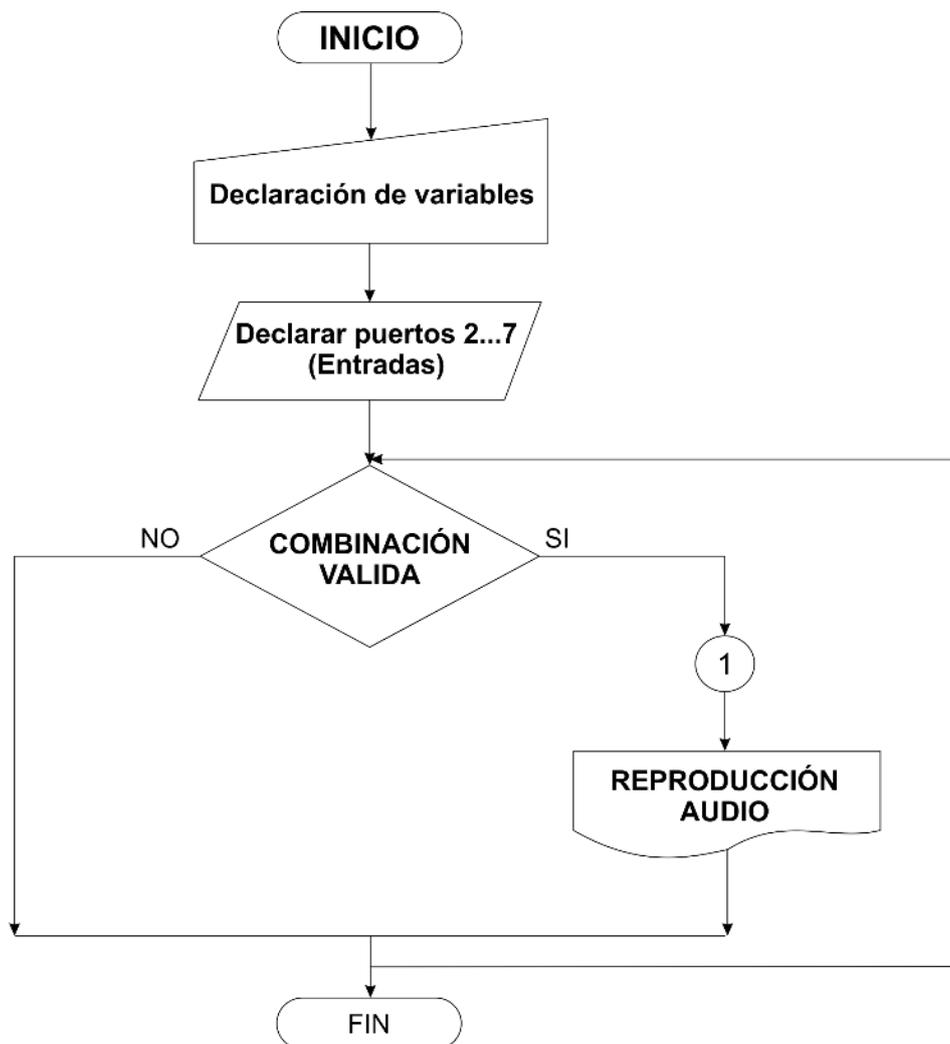
**FIGURA 3.23. ESPECIFICACIONES DEL AUDIO**  
**FUENTE: CONVERTIDOR DE AUDIO - ONLINE [41]**

9.-Seleccionamos la opción “CONVERTIR AUDIO”, y automáticamente procederá a convertir nuestro audio con las especificaciones deseadas y se guardará en nuestra PC u ordenador.

10.-Realizamos la misma operación con cada uno de los audios, y por último procedemos a guardar estos audios en nuestra memoria SD.

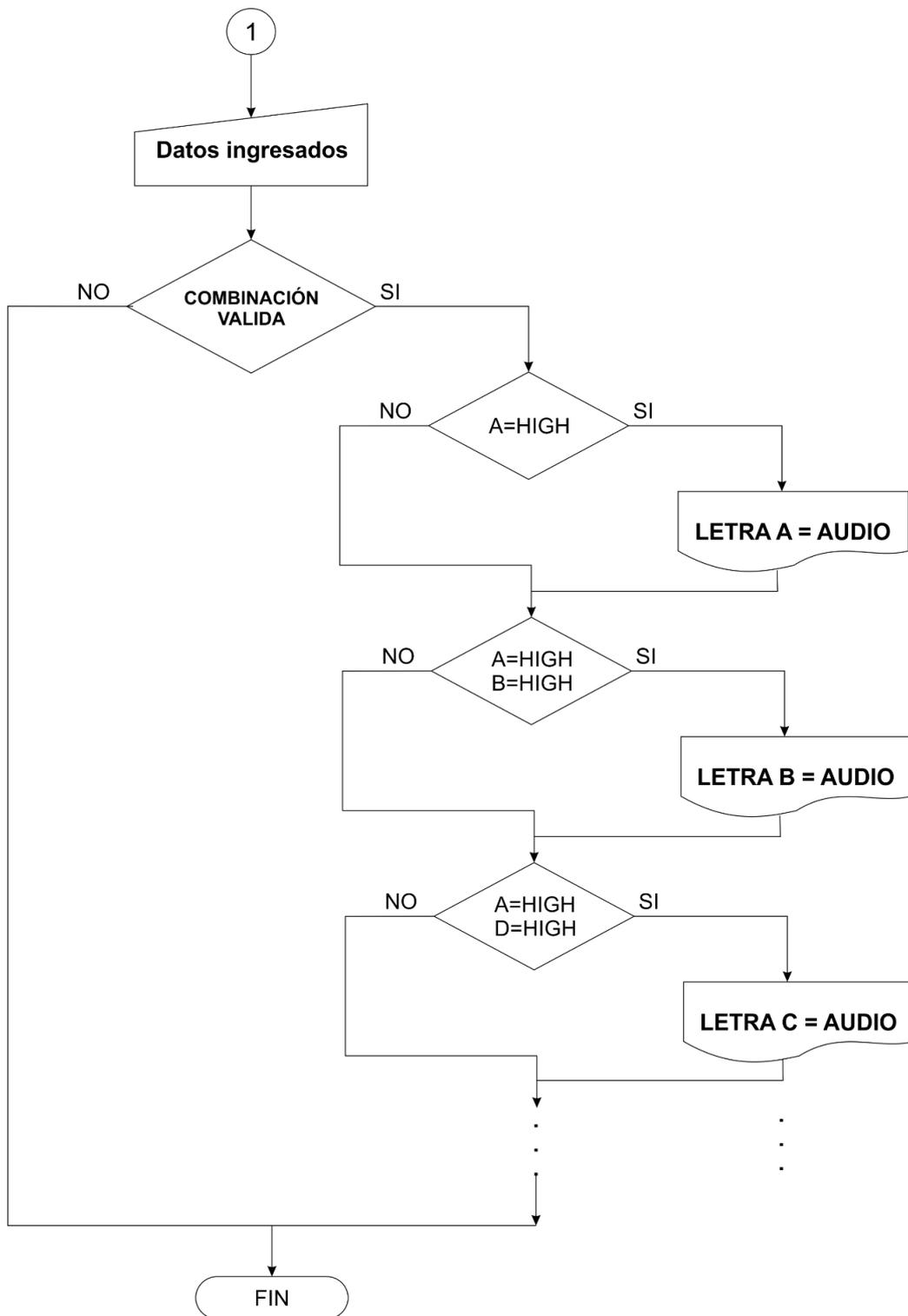
### 3.12. DIAGRAMA DE FLUJO

En la siguiente figura 3.24, se muestra en forma general, la estructura del programa realizado para nuestro sistema electrónico.



**FIGURA 3.24. DIAGRAMA DE FLUJO  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

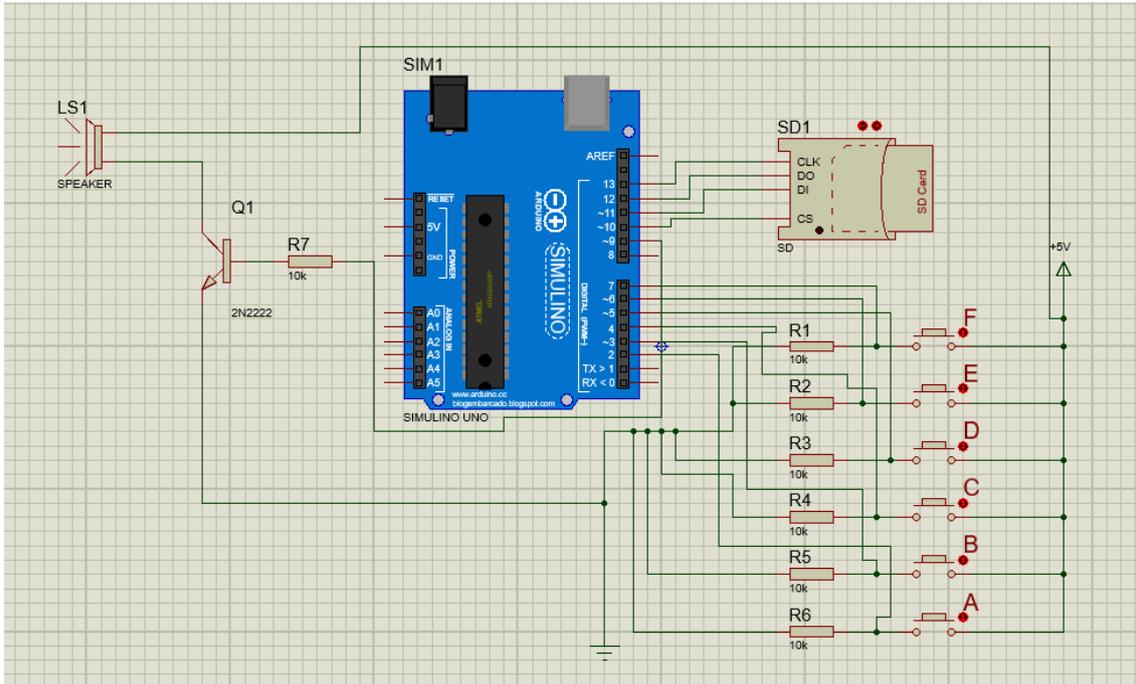
En la siguiente figura 3.25. se muestra el diagrama de flujo, correspondiente al proceso de lectura, de nuestro sistema electrónico.



**FIGURA 3.25. DIAGRAMA DE FLUJO – PROCESO 1**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

### 3.13. DIAGRAMA Y SIMULACIÓN

La simulación de nuestro sistema electrónico se realizó en el software de PROTEUS 8 PROFESSIONAL, el cual muestro en la figura 3.26.



**FIGURA 3.26. SIMULACIÓN EN PROTEUS  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

### 3.14. PROGRAMA EN ARDUINO

En la figura 3.27 y 3.28, se muestra los códigos utilizados para la programación de nuestro sistema electrónico.

```
#include <SD.h>
#include <SPI.h>
#include <TMRpcm.h>

TMRpcm Audio;
#define pinSD 10

int A=2;
int B=3;
int C=4;
int D=5;
int E=6;
int F=7;

void setup() {
  pinMode(2, INPUT);
  pinMode(3, INPUT);
  pinMode(4, INPUT);
  pinMode(5, INPUT);
  pinMode(6, INPUT);
  pinMode(7, INPUT);
  Audio.speakerPin=9;
  Serial.begin(9600);
  if(!SD.begin(pinSD)) {
    Serial.println("Fallo en la tarjeta SD");
  }
}
```

**FIGURA 3.27. PRIMERA PARTE DEL PROGRAMA EN ARDUINO  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

```

        return;
    }
}
void loop()
{
    if(digitalRead (A)== HIGH && digitalRead (B)== LOW
    && digitalRead (C)== LOW && digitalRead (D)== LOW
    && digitalRead (E)== LOW && digitalRead (F)== LOW )
    {
        Audio.play("A.wav");
        delay(3000);
    }
    if(digitalRead (B)== HIGH && digitalRead (A)== HIGH
    && digitalRead (C)== LOW && digitalRead (D)== LOW
    && digitalRead (E)== LOW && digitalRead (F)== LOW)
    {
        Audio.play("B.wav");
        delay(3000);
    }
    if(digitalRead (D)== HIGH && digitalRead (A)== HIGH
    && digitalRead (C)== LOW && digitalRead (B)== LOW
    && digitalRead (E)== LOW && digitalRead (F)== LOW)
    {
        Audio.play("C.wav");
        delay(3000);
    }
}

```

**FIGURA 3.28. SEGUNDA PARTE DEL PROGRAMA EN ARDUINO  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

NOTA: En la figura 3.28. se mostró únicamente la programación de las entradas y salidas de las tres primeras letras del abecedario, debido a lo similar y largo del programa.

### **3.15. IMPLEMENTACIÓN**

Una vez terminado, la selección de los dispositivos electrónicos, programa, el diseño y simulación de nuestro sistema electrónico, procederemos con la implementación del mismo:

#### **3.15.1 Elaboración de la carcasa**

El sistema electrónico presenta un diseño compacto, en forma de un paralelepípedo rectangular, tal como se ilustra en la figura 3.29.

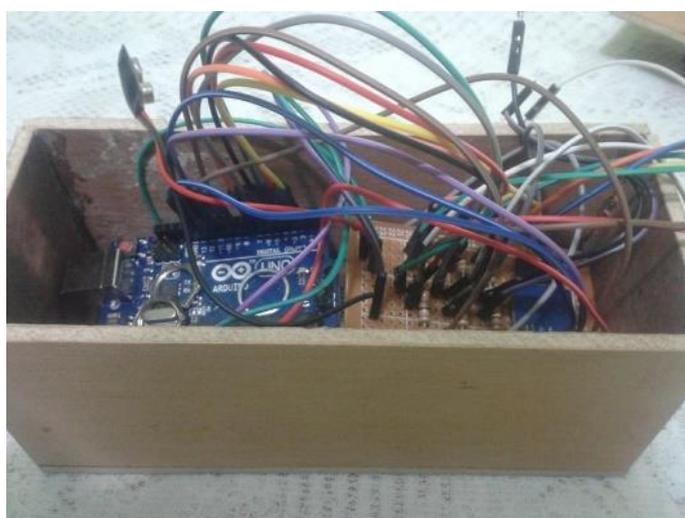


**FIGURA 3.29. CARCASA DE NUESTRO SISTEMA ELECTRÓNICO  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

La carcasa de nuestro sistema electrónico está elaborado en madera, tapizado y pintado de un color blanco, con la intención de hacerla durable, compacta, económico y presentable.

### **3.15.2. Ubicación de placas electrónicas**

En la figura 3.30, se muestra la ubicación de nuestra placa electrónica, la del parlante, medios de alimentación, dentro de la carcasa.



**FIGURA 3.30. UBICACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

### 3.15.3. Cableado de la placa electrónica hacia los pulsadores

En la figura 3.31, se muestra la conexión entre los 6 pulsadores y nuestra placa electrónica, junto al arduino uno r3, los cuales servirán como entradas hacia nuestro microcontrolador ATMEGA328P, quien a su vez representan los 6 puntos de comunicación (lectura y escritura) del sistema braille.



**FIGURA 3.31. CABLEADO DE PULSADORES HACIA LA PLACA ELECTRÓNICA  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

### 3.15.4. Colocación de pulsadores

En la siguiente figura 3.32, se muestra la ubicación de cada uno de nuestras teclas (pulsadores).



**FIGURA 3.32. COLOCACIÓN DE PULSADORES  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

### 3.16. APLICACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

En la tabla 3.6. mostramos una relación de personas no videntes, a los cuales se les puso a prueba, para el manejo del sistema electrónico.

**TABLA 3.6. RELACIÓN DE PERSONAS INVIDENTES QUE USARON EL SISTEMA ELECTRÓNICO**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

PERSONAS QUE UTILIZARON EL SISTEMA ELECTRÓNICO		
N°	EDAD	GENERO
1	16	FEMENINO
2	34	MASCULINO
3	24	MASCULINO
4	43	FEMENINO

En las figuras 3.33, 3.34., 3.35, 3.36. podemos visualizar el momento en el que las personas invidentes interactúan, con nuestro sistema electrónico.

NOTA: Por un tema de respeto y protección, se optó por cubrir el rostro de los colaboradores.



**FIGURA 3.33. COLABORADOR 1, INTERACTUANDO CON EL SISTEMA ELECTRÓNICO**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**



**FIGURA 3.34. COLABORADOR 2, INTERACTUANDO CON EL SISTEMA  
ELECTRÓNICO  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**



**FIGURA 3.35. COLABORADOR 3, INTERACTUANDO CON EL SISTEMA  
ELECTRÓNICO  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**



**FIGURA 3.36. COLABORADOR 4, INTERACTUANDO CON EL SISTEMA ELECTRÓNICO**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

### **3.17. RESULTADOS**

Posteriormente a la interacción de las personas invidentes con el sistema electrónico, se llegó a la conclusión que nuestro el prototipo apporto significativamente en el aprendizaje y comprensión del sistema braille, en el caso de la lectura de las 27 letras del alfabeto.

Las personas invidentes manifestaron que el sistema electrónico es muy sencillo y cómodo de usar, sobretodo resaltaron su diseño pequeño, liviano y portátil, lo cual les facilitaba aún más su aprendizaje y manejo.

Es importante resaltar que nuestros colaboradores, necesitaron un apoyo inicial para adaptarse al funcionamiento y manejo del sistema electrónico, sorprendentemente después de una sesión de aproximadamente una hora, los personas invidentes pudieron adaptarse e independizarse en el uso del sistema electrónico.

En la tabla 3.7. mostramos la calificación que pusieron nuestros colaboradores al sistema electrónico.

**TABLA 3.7. CALIFICACIÓN DE PERSONAS INVIDENTES QUE USARON EL SISTEMA ELECTRÓNICO**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

<b>CALIFICACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO</b>				
<b>Características</b>	<b>MALO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>BUENO</b>	<b>EXCELENTE</b>
<b>PESO</b>			✓	
<b>COSTO</b>				✓
<b>MANIPULACIÓN</b>			✓	
<b>AUDIO</b>			✓	
<b>ADAPTACIÓN</b>			✓	
<b>TECLAS</b>		✓		

Como podemos verificar en la tabla 3.7. se muestra la satisfacción mostrada por nuestros colaboradores, a la misma vez apreciamos el punto que debemos mejorar en el diseño.

### **3.18. PASOS Y TIEMPO DE APRENDIZAJE:**

El proceso de enseñanza y adaptación a nuestro sistema electrónico se describe a continuación:

- 1.-Empezaremos indicando, que es necesario que la persona en entrenamiento tenga un desarrollo básico del sentido del tacto y oído.
- 2.-Luego se recomienda conocer la estructura con la que cuenta el sistema braille, caso contrario se le brindará una asesoría personalizada de identificación de esta estructura.
- 3.-Posteriormente se le mostrará la estructura de nuestro sistema electrónico; realizando a través del tacto, la identificación de la carcasa, switch de ON/OFF y la ubicación de los pulsadores.

4.-Como cuarto punto, se tendrá una hoja impresa con las letras del alfabeto hechas en el sistema braille, el cual nos servirá como guía para transmitir estos relieves a nuestro sistema electrónico.

5.-Al identificar la primera letra o vocal, se le indicará que debe presionar el pulsador que se encuentre en la misma posición del relieve que identifico a través del tacto, en la hoja impresa.

6.-Se le indicará que repita el proceso para cada una de las letras del alfabeto.

A continuación mostramos en la tabla 3.8, el tiempo de aprendizaje y entrenamiento que tuvieron nuestros colaboradores, para adaptarse a nuestro sistema electrónico:

**TABLA 3.8. TIEMPO DE APRENDIZAJE Y ENTRENAMIENTO  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

<b>TIEMPO DE APRENDIZAJE Y ENTRENAMIENTO</b>					
<b>Nº</b>	<b>EDAD</b>	<b>GENERO</b>	<b>Reconocimiento de la Estructura del S. Braille</b>	<b>Reconocimiento de Estructura del S. Electrónico</b>	<b>Uso del S. Electrónico</b>
<b>1</b>	16	FEMENINO	1 día	1 día	1 día
<b>2</b>	34	MASCULINO	1 día	1 día	1 día
<b>3</b>	24	MASCULINO	1 día	1 día	1 día
<b>4</b>	43	FEMENINO	1 día	1 día	1 día

NOTA: La duración de cada sesión por día fue un aprox. de 2 a 3 horas.

### **3.19. PRESUPUESTO**

En la Tabla 3.9., se presenta la lista de materiales que se utilizó para la elaboración del sistema electrónico, junto a su respectivo precio.

**TABLA 3.9. LISTA DE MATERIALES Y PRECIOS**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

<b>LISTA DE MATERIALES Y PRECIOS</b>			
<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>C. UNITARIO</b>	<b>C. TOTAL</b>
<b>ARDUINO UNO R3</b>	1	S/9.80	S/9.80
<b>MODULO MICRO SD</b>	1	S/3.50	S/3.50
<b>MEMORIA MICRO SD 128mb</b>	1	S/4.50	S/4.50
<b>PARLANTE</b>	1	S/3.00	S/3.00
<b>PULSADORES</b>	6	S/1.00	S/6.00
<b>RESISTENCIAS (10Kohm)</b>	6	S/0.03	S/0.18
<b>RESISTENCIA (1Kohm)</b>	1	S/0.03	S/0.03
<b>ESPADINES</b>	14	S/0.15	S/2.10
<b>TRANSISTOR (2N2222)</b>	1	S/0.20	S/0.20
<b>INTERRUPTOR</b>	1	S/0.50	S/0.50
<b>JUMPER PARA ARDUINO</b>	6	S/0.15	S/0.90
<b>BATERIA 9v.</b>	1	S/2.50	S/2.50
<b>BAQUELITA</b>	1	S/1.00	S/1.00
<b>ROLLO ESTAÑO</b>	50gr	S/3.50	S/3.50
<b>BROCHE BATERIA</b>	1	S/0.50	S/0.50
<b>CARCASA</b>	1	S/4.50	S/4.50
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>S/42.71</b>

Como podemos observar en la tabla 3.9, los precios para elaborar nuestro sistema electrónico es muy económico, por lo que un invidente de bajos ingresos económicos podrá adquirirlo y evitar el analfabetismo.

## CONCLUSIONES

El sistema electrónico, como fue mencionado anteriormente, presenta una gran portabilidad, debido al peso, tamaño, comparado con otras máquinas de enseñanza del sistema braille.

Para poder mejorar la enseñanza del código Braille, consideramos que son esenciales, el sentido del tacto y audio, por lo que nuestro sistema electrónico cuenta con la tecnología necesaria para cubrir y/o apoyar a que el aprendizaje de la lectura braille sea más didáctica y sencilla.

El sistema electrónico presenta una sola área de aprendizaje del sistema braille, en nuestro caso particular, para la lectura, sin embargo, si se cuenta con un profesor o familiar preparado, se puede interpretar el método de escritura.

El sistema electrónico presenta un costo de implementación aproximado de 42 soles, por lo que es uno de los prototipos más cómodos del mercado, y como consecuencia, es muy accesible para toda persona invidente que no tenga una economía estable o ingresos altos.

Comprobamos, una vez más, que las plataformas arduino, pueden ser utilizados para todo tipo de proyectos, en nuestro caso particular para el aprendizaje del lenguaje braille en personas invidentes de villa el salvador

Para mejorar el sistema electrónico, se podría realizar una aplicación para los Smartphone, que ayude al aprendizaje del lenguaje braille a personas invidentes de Villa el salvador.

Desarrollamos un nuevo prototipo electrónico, orientado a la enseñanza del Lenguaje Braille a personas invidentes.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda que al inicio, se cuente con un profesor o familiar para la explicación, adaptación y enseñanza del uso del sistema electrónico.

La persona invidente, deberá contar con un desarrollo promedio de los sentidos del tacto y oído.

Para un cómodo y sencillo uso del sistema electrónico, se recomienda utilizarlo en una superficie plana y que la persona en tratamiento se encuentre sentada.

Para un correcto uso del sistema electrónico, se debe realizar una hoja con el código braille, previamente preparada, para que pueda entender las combinaciones a presionar en los pulsadores, y de esta manera se generen los sonidos de cada letra del alfabeto.

Para futuras investigaciones, interesadas en mejorar el sistema electrónico, se recomienda usar un arduino y parlante de menor tamaño, pues de esta manera se reduciría significativamente el tamaño del prototipo. A la misma vez se podría generar mayores combinaciones e integrar símbolos y/o números.

Se recomienda, que el sistema electrónico mantenga una alimentación no mayor de 9v. para conservar y mantener en un óptimo rendimiento los componentes usados.

De igual manera se sugiere que se mantenga en un lugar fresco y seco, para evitar óxidos en las partes electrónicas.

Considerar que cualquier uso brusco, caídas o golpes, pueden afectar el rendimiento y/o funcionamiento del sistema electrónico.

## **BIBLIOGRAFIA**

[1] (INEI, 2012)

Instituto Nacional de Estadística e Informática - Primera Encuesta Nacional Especializada sobre Discapacidad, 2012, Recuperado el 03 del 2017, del Repertorio Digital de:

<https://www.conadisperu.gob.pe/estadisticas-en-discapacidad>

[2] (Blanco, 2012)

Blanco, A. (2012). El lápiz electrónico para braille, profesor de idiomas y científico, de la ciudad de Ojeda, Venezuela. Recuperado el 03 del 2017, de Repositorio Digital de:

<http://www.puntoalfredodigital.com.ve/rse.html>

[3] (Patricio, 2006)

Patricio, O. (2006). Sistema electrónico braille para la ayuda en el aprendizaje de personas no videntes, en la Universidad Politécnica Salesiana (Quito). Recuperado el 03 del 2017, de Repositorio Digital de:

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8518/1/Sistema%20electronico%20braile%20para%20la%20ayuda%20en%20el%20aprendizaje%20de%20personas%20no%20videntes.pdf>

[4] (Quezada, 2014)

Quezada, J. (2014). Diseño e implementación de un dispositivo electrónico de ayuda de desplazamiento para personas ciegas Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado el 03 del 2017, de Repositorio Digital de Tesis PUCP:

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6023>

[5] (Valdivieso, 2014)

Valdivieso, A. (2014). Teclado Para Invidentes en la Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado el 03 de 2017, de Repositorio Digital de:

<http://peru.com/actualidad/mi-ciudad/lima-ingeniero-peruano-crea-innovador-teclado-invidentes-noticia-252359>

[6] (ONU, 2013)

ONU, 2013. Discapacidad Visual. Recuperado el 03 del 2017 de Organización de las Naciones Unidas, de Repositorio Digital de:

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lda/artega\\_j\\_g/capitulo1.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lda/artega_j_g/capitulo1.pdf)

[7] (OMS, 2014)

OMS, 2014. Ceguera y discapacidad visual. Recuperado el 03 del 2017 de Organización Mundial de la Salud, de Repositorio Digital de:

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>

[8] (ONCE, 2016)

ONCE, 2016. Concepto de ceguera y deficiencia visual. Recuperado el 03 del 2017 de Organización Nacional de Ciegos de España, de Repositorio Digital de:

<http://www.once.es/new/servicios-especializados-en-discapacidad-visual/discapacidad-visual-aspectos-generales/concepto-de-ceguera-y-deficiencia-visual>

[9] (ITE, 2016)

ITE, 2016. Educación inclusiva – Personas con Discapacidad Visual, Sistema Braille. Recuperado el 03 del 2017 del Instituto de Tecnologías Educativas, de Repositorio Digital de:

[http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/129/cd/unidad\\_5/m5\\_sistema\\_braille.htm](http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/129/cd/unidad_5/m5_sistema_braille.htm)

m

[10] (ITE, 2016)

ITE, 2016. Educación inclusiva – Personas con Discapacidad Visual, Estructura.

Recuperado el 04 del 2017 del Instituto de Tecnologías Educativas, de Repositorio Digital de:

[http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/129/cd/unidad\\_5/m5\\_estructura\\_sistema.htm](http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/129/cd/unidad_5/m5_estructura_sistema.htm)

[11] (ONCE, 2016)

ONCE, 2016. Banco de Imágenes. Recuperado el 04 del 2017 de la Organización Nacional de Ciegos de España, de Repositorio Digital de:

<http://www.once.es/new/servicios-especializados-en-discapacidad-visual/braille>

[12] (Barrientos, 2017)

Barrientos, T. (2017). Especialista en Educación Diferencial, con Especialidad en Trastornos de la Visión, Universidad de Chile. Recuperado el 04 del 2017 de Aprendiendo Braille, del Repositorio Digital de:

[http://ciapat.org/biblioteca/pdf/861-Aprendiendo\\_braille\\_junto\\_a\\_cantaletas.pdf](http://ciapat.org/biblioteca/pdf/861-Aprendiendo_braille_junto_a_cantaletas.pdf)

[13] (Compartolid, 2016)

Compartolid, 2016. Uso de herramientas y utilidades que permitan el acceso a las TIC de forma accesible teniendo en cuenta las capacidades individuales. Recuperado el 04 del 2017 de Compartolid, del Repositorio Digital de:

<https://www.compartolid.es/regleta-braille-positiva-tece/>

[14] (ITE, 2016)

ITE, 2016. Educación inclusiva – Personas con Discapacidad Visual, Materiales e instrumentos. Recuperado el 04 del 2017 del Instituto de Tecnologías Educativas, de Repositorio Digital de:

[http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/129/cd/unidad\\_5/m5\\_materiales\\_instrumentos.htm](http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/129/cd/unidad_5/m5_materiales_instrumentos.htm)

[15] (TIFLONEXOS, 2016)

TIFLONEXOS, 2016. - Venta de artículos para personas invidentes. Recuperado el 04 del 2017, del Repositorio Digital de:

<http://www.tiflonexos.com.ar/productos.asp>

[16] (SISTEMA BRAILLE, 2014)

SISTEMA BRAILLE, 2014. Discapitados de la visión y sistema auditivo. Recuperado el 04 del 2017, del Repositorio Digital de:

[http://usuarios.discapnet.es/ojo\\_oido/sistema\\_braille.htm](http://usuarios.discapnet.es/ojo_oido/sistema_braille.htm)

[17] (ONCE, 2016)

ONCE, 2016. Banco de imágenes – Organización Nacional de Ciegos Españoles. Recuperado el 04 del 2017, del Repositorio Digital de:

<http://www.once.es/otros/sordoceguera/HTML/capitulo12apendicedebraille.htm>

[18] (ITE, 2016)

ITE, 2016. Educación inclusiva – Personas con Discapacidad Visual, Métodos de enseñanza. Recuperado el 04 del 2017 del Instituto de Tecnologías Educativas, de Repositorio Digital de:

[http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/129/cd/unidad\\_5/m5\\_metodo\\_ensenanza.htm](http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/129/cd/unidad_5/m5_metodo_ensenanza.htm)

[19] (ITE, 2016)

ITE, 2016. Educación Inclusiva – Personas con Discapacidad Visual, Materiales e instrumentos. Recuperado el 04 del 2017 del Instituto de Tecnologías Educativas, del Repositorio Digital de:

[http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/129/cd/unidad\\_5/m5\\_materiales\\_instrumentos.htm](http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/129/cd/unidad_5/m5_materiales_instrumentos.htm)

[20] (MUSEO AMERICANA, 2016)

MUSEO AMERICANA, 2016. Banco de imágenes - Image Courtesy Museum of the American Printing House for the Blind. Note: use of some materials may be restricted, please call before publishing in any format. .Recuperado el 04 del 2017 del Museo la Casa de la Impresión Americana para los Ciegos, del Repositorio Digital de:

<https://www.aph.org/museum-virtual-exhibit/exhibit2/e20036b.htm>

[21] (CREENA, 2017)

CREENA, 2017. Centro de recursos de Educación Especial de Navarra – Venta de equipos visuales. Recuperado el 04 del 2017 del Centro de Recursos de Educación Especial de Navarra, del Repositorio Digital de:

[http://creena.educacion.navarra.es/equipos/visuales/material\\_didactico.php](http://creena.educacion.navarra.es/equipos/visuales/material_didactico.php)

[22] (TIFLOINFORMATICA, 2016)

TIFLOINFORMATICA, 2016. Tecnología para personas con baja visión. Recuperado el 04 del 2017 de Tifloinformatica, del Repositorio Digital de:

<https://tifloinformatica.jimdo.com/inicio/104-tecnolog%C3%ADas-para-personas-con-baja-visi%C3%B3n/>

[23] (INFOCIEGOS, 2016)

INFOCIEGOS, 2016. Sistemas de lectura y escritura para personas con discapacidad visual en el Peru, Recuperado el 04 del 2017, del Repositorio Digital de:

[http://www.infociegos.com/espanol/index.php?option=com\\_content&task=view&id=21](http://www.infociegos.com/espanol/index.php?option=com_content&task=view&id=21)

[24] (MDC, 2017)

MDC, 2017. Thermoform Tooling - Custom thermoform tooling for horizontal form fill seal Packaging, Recuperado el 04 del 2017 del Repositorio Digital de:

<http://mdcengineering.com/cms/tooling/thermoform-tooling/>

[25] (ARDUINO, 2017)

ARDUINO, 2017. PÁGINA OFICIAL DE ARDUINO-INTRODUCCIÓN, Placa electrónica utilizada para realizar distintos proyectos desde lo más básico hasta automatización. Recuperado el 05 del 2017 del Repositorio Digital de:

<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

[26] (ARDUINO UNO R3, 2017)

ARDUINO UNO R3, 2017. PÁGINA OFICIAL DE ARDUINO-PLACA ARDUINO UNO. Plataforma básica, con el cual podemos manipular y controlar, circuitos básicos de iluminación, pwm, motor, etc. Recuperado el 05 del 2017 del Repositorio Digital de:

<http://arduino.cl/arduino-uno/>

[27] (ELECTROTEC, 2017)

ELECTROTEC, 2017. Banco de imágenes. TIENDA DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS – ELECTROTEC. Recuperado el 05 del 2017 del Repositorio Digital de:

<http://electrotec.pe/tienda/accesorios-para-proyectos/>

[28] (Llamas, 2015)

Llamas, 2015. Ingeniería, informática y diseño. Leer y escribir en una tarjeta SD o micro SD con arduino. Recuperado el 05 del 2017 del Repositorio Digital de:

<https://www.luisllamas.es/tarjeta-micro-sd-arduino/>

[29] (UNICROM, 2016)

UNICROM, 2016. Electrónica para el experto y aficionado. Teoría sobre Resistor/Resistencias. Conceptos y unidades. Recuperado el 05 del 2017 del Repositorio Digital de:

<http://unicrom.com/resistor-resistencia/>

[30] (CIE, 2013)

CIE, 2013. Foros de electrónica – Comunidad Internacional de electrónica. Información básica y completa acerca de resistencias. Recuperado el 05 del 2017 del Repositorio Digital de: <http://www.forosdeelectronica.com/tutoriales/resistencia.htm>

[31] (NAYLAM-MECHATRONICS, 2017)

NAYLAMP-MECHATRONICS, 2017. Tienda de artículos electrónicos. Sensores de luz y sonido. Recuperado el 05 del 2017 del Repositorio Digital de:

<http://www.naylampmechatronics.com/39-sensores-luz-y-sonido>

[32] (Área tecnológica, 2013)

Área tecnológica, 2013. Información detallada y confiable acerca de Transistores. Recuperado el 05 del 2017 del Repositorio Digital de:

<http://www.areatecnologia.com/TUTORIALES/EL%20TRANSISTOR.htm>

[33] (ABC, 2017)

ABC, 2017. ABC. Tecnología de Pulsadores e interruptores. Recuperado el 05 del 2017 del Repositorio Digital de:

<http://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/escolar/tecnologia-de-los-pulsadores-e-interruptores-904222.html>

[34] (SHOPTRONICA, 2017)

SHOPTRONICA, 2017. Banco de imágenes - Tienda de venta de componentes electrónicos. Interruptores – Pulsadores. Recuperado el 05 del 2017 del Repositorio Digital de: <http://www.shoptronica.com/interruptores-pulsadores-de-boton/347-pulsadores-de-panel-de-21x10mm-naps10.html>

[35] (FBU, 2015)

FBU, 2015. Institución FBU, dirigido y creado para personas que deseen aprender el sistema Braille. Recuperado el 05 del 2017 del Repositorio Digital de:

<http://www.fbu.edu.uy/informacion/alfabeto/alfabeto2.htm>

[36] (330ohm, 2017)

330ohm, 2017. Banco de imágenes de Tienda Electrónica 330ohm. Arduino Pro mini.

Recuperado el 05 del 2017 del Repositorio Digital de:

<https://www.330ohms.com/products/arduino-pro-mini-5v-16mhz>

[37] (ARDUINO, 2017)

ARDUINO, 2017. Aprendiendo a manejar Arduino a profundidad. Hardware Arduino.

Recuperado el 06 del 2017 del Repositorio Digital de:

<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/category/memoria/>

[38] (MEDIA-MARKT, 2017)

MEDIA MARKT, 2017. Tienda tecnológica de artículos de escritorio y computo.

Recuperado el 06 del 2017 del Repositorio Digital de:

<https://tiendas.mediamarkt.es/tarjeta-micro-sd>

[39] (ARDUINO, 2017)

ARDUINO, 2017. PÁGINA OFICIAL DE ARDUINO – SOTWARE. Recuperado el 06 del 2017 del Repositorio Digital de:

<https://www.arduino.cc/en/Reference/HomePage>

[40] (ARDUINO, 2017)

ARDUINO, 2017. PÁGINA OFICIAL DE ARDUINO – SOTWARE/LIBRERIAS.

Recuperado el 06 del 2017 del Repositorio Digital de:

<https://www.arduino.cc/en/Reference/Libraries>

[41] (ONLINE-CONVERTER, 2017)

ONLINE-CONVERTER, 2017. Software online, creado para convertir distintos tipos de formatos de audio, video, documentos, etc. Recuperado el 06 del 2017 del Repositorio Digital de:

<http://audio.online-convert.com/es/convertir-a-wav>

[42] (GASTON E. 2012)

GASTON E., 2012. Las TIC, facilitadoras de la inclusión en el aprendizaje de la lectoescritura para alumnos con discapacidad visual. Recuperado el 07 del 2017 del Repositorio Digital:

<http://diversidad.murciaeduca.es/publicaciones/dea2012/docs/egaston.pdf>

[43] (TECNOAYUDAS, 2015)

Banco de imágenes, TECNOAYUDAS, 2015. Tecnologías y estrategias para la inclusión de personas invidentes. Recuperado el 07 del 2017 del Repositorio Digital:

<http://tecnoayudas.com/index.php/productos-discapacidad-visual>

[44] (TECNOAYUDAS, 2015)

TECNOAYUDAS, 2015. Tecnologías y estrategias para la inclusión de personas invidentes. Recuperado el 07 del 2017 del Repositorio Digital:

<http://tecnoayudas.com/index.php/productos-discapacidad-visual/item/267-telefono-de-teclas-grandes-con-parlante-y-memoria>

[45] (TECNOAYUDAS, 2015)

TECNOAYUDAS, 2015. Tecnologías y estrategias para la inclusión de personas invidentes. Recuperado el 07 del 2017 del Repositorio Digital:

<http://tecnoayudas.com/index.php/productos-discapacidad-visual/item/255-reloj-parlante-con-voz-espanol>

[46] (TECNOAYUDAS, 2015)

TECNOAYUDAS, 2015. Tecnologías y estrategias para la inclusión de personas invidentes. Recuperado el 07 del 2017 del Repositorio Digital:

<http://tecnoayudas.com/index.php/productos-discapacidad-visual/item/253-calculadora-parlante-con-tecla-de-repeticion>

[47] (TECNOAYUDAS, 2015)

TECNOAYUDAS, 2015. Tecnologías y estrategias para la inclusión de personas invidentes. Recuperado el 07 del 2017 del Repositorio Digital:

<http://tecnoayudas.com/index.php/productos-discapacidad-visual/item/237-maquina-de-escribir-braille-perkins>

[48] (TECNOAYUDAS, 2015)

TECNOAYUDAS, 2015. Tecnologías y estrategias para la inclusión de personas invidentes. Recuperado el 07 del 2017 del Repositorio Digital:

<http://tecnoayudas.com/index.php/productos-discapacidad-visual/item/236-etiquetadora-braille-dispositivo-de-marcacion>

[49] (OPENMID, 2017)

OPENMID, 2017. Ejemplos de tecnología para personas ciegas: más allá del Braille. Recuperado el 07 del 2017 del Repositorio Digital:

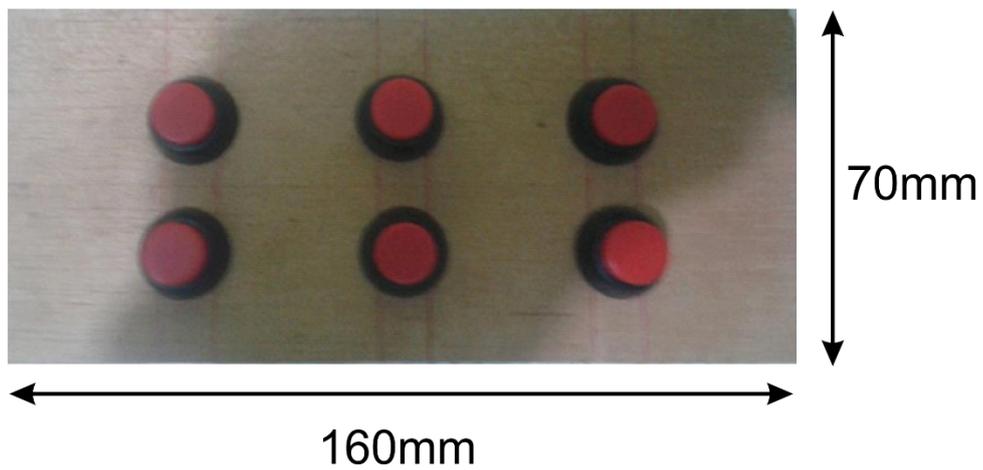
<https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia-para-invidentes-mas-alla-del-braille/>

## **ANEXOS**

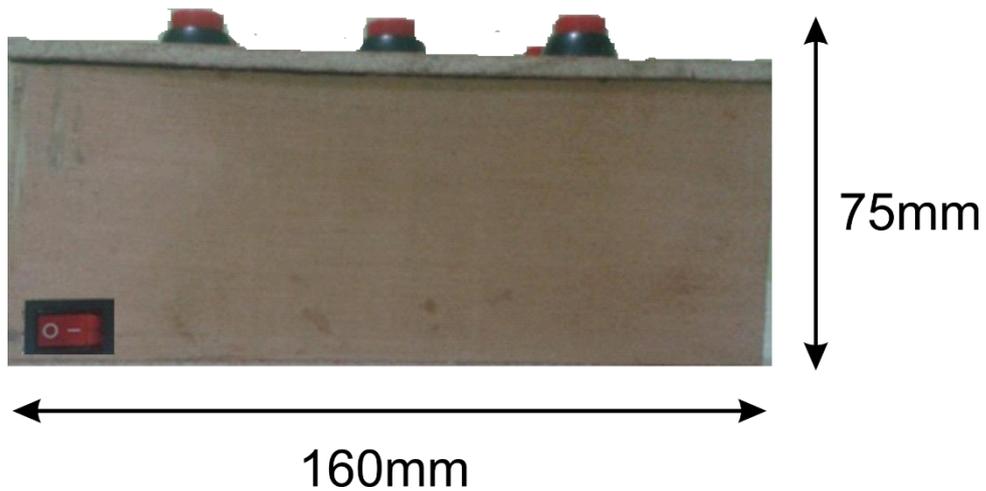
## ANEXO A

### DIMENSIONES DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

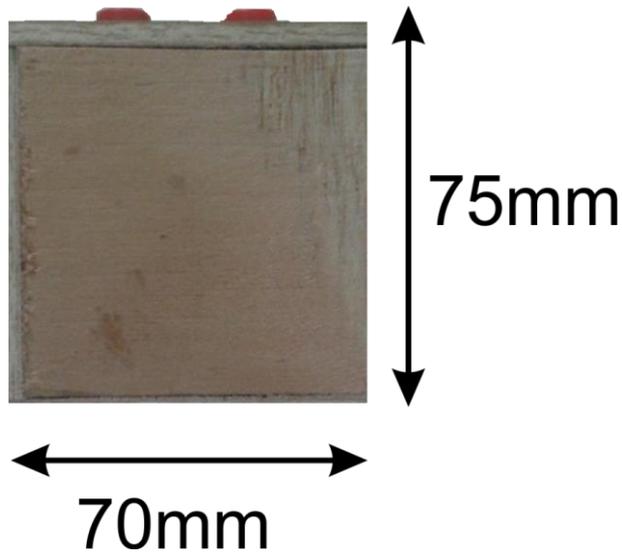
En la figura A1.1., A1.2. y A1.3. se muestra las dimensiones que maneja el sistema electrónico:



**FIGURA A1.1. VISTA DE PLANTA  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**



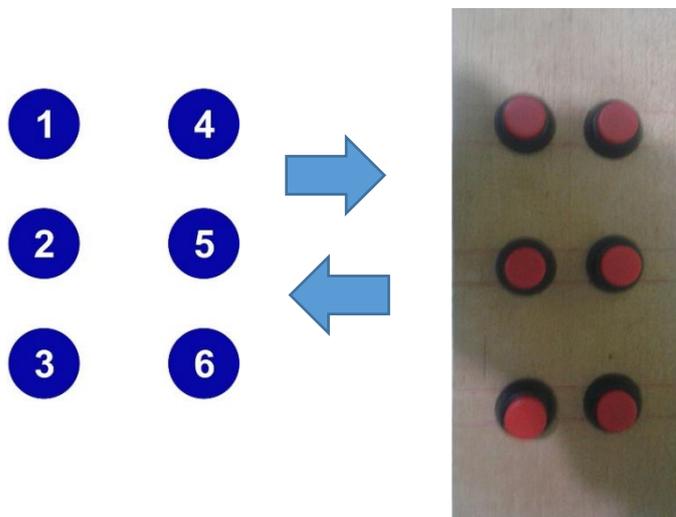
**FIGURA A1.2. VISTA POSTERIOR  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**



**FIGURA A1.3. VISTA LATERAL**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

### **COMPARACIÓN ENTRE EL SISTEMA BRAILLE Y EL SISTEMA ELECTRÓNICO**

En la figura A1.4. podemos observar, la comparación entre el sistema Braille y el sistema electrónico.



**FIGURA A1.4. COMPARACIÓN SISTEMA BRAILLE Y EL SISTEMA  
ELECTRÓNICO**  
**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

## ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

En la figura A1.5. y A1.6., se muestra los elementos complementarios que fueron usados para el funcionamiento (alimentación), de nuestro sistema electrónico.



**FIGURA A1.5. BATERIA DE 9V  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**



**FIGURA A1.6. BROCHE DE BATERIA  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

## USO Y MANIPULACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Se recomienda seguir los siguientes pasos para un uso correcto del sistema electrónico:

- Colocar el sistema electrónico en una superficie plana.
- La persona invidente, en entrenamiento debe encontrarse sentado.
- Cerciorarse que el interruptor del sistema electrónico se encuentre al lado derecho de las manos del invidente.

- Encender el sistema electrónico con la presión del interruptor o switch.
- En un inicio el tutor, deberá indicarle la combinación correcta de símbolos en braille y transferir estas combinaciones al sistema electrónico.
- Por último iniciar con el entrenamiento y aprendizaje de lectura en el sistema braille.

## ANEXO B

### DATASHEET MICROCONTROLADOR ATMEGA 328P



8-bit AVR Microcontrollers

---

**ATmega328/P**

---

DATASHEET COMPLETE

#### Introduction

The Atmel® picoPower® ATmega328/P is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR® enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega328/P achieves throughputs close to 1MIPS per MHz. This empowers system designer to optimize the device for power consumption versus processing speed.

#### Feature

High Performance, Low Power Atmel®AVR® 8-Bit Microcontroller Family

- Advanced RISC Architecture
  - 131 Powerful Instructions
  - Most Single Clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 20 MIPS Throughput at 20MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
  - 32KBytes of In-System Self-Programmable Flash program Memory
  - 1KBytes EEPROM
  - 2KBytes Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data Retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C<sup>(1)</sup>
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
    - In-System Programming by On-chip Boot Program
    - True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
- Atmel® QTouch® Library Support
  - Capacitive Touch Buttons, Sliders and Wheels
  - QTouch and QMatrix® Acquisition
  - Up to 64 sense channels

Atmel-42735B-ATmega328P\_Datasheet\_Complete-11/2016

- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Six PWM Channels
  - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
    - Temperature Measurement
  - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
    - Temperature Measurement
  - Two Master/Slave SPI Serial Interface
  - One Programmable Serial USART
  - One Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I<sup>2</sup>C compatible)
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - One On-chip Analog Comparator
  - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
  - 23 Programmable I/O Lines
  - 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltage:
  - 1.8 - 5.5V
- Temperature Range:
  - -40°C to 105°C
- Speed Grade:
  - 0 - 4MHz @ 1.8 - 5.5V
  - 0 - 10MHz @ 2.7 - 5.5V
  - 0 - 20MHz @ 4.5 - 5.5V
- Power Consumption at 1MHz, 1.8V, 25°C
  - Active Mode: 0.2mA
  - Power-down Mode: 0.1µA
  - Power-save Mode: 0.75µA (Including 32kHz RTC)

## Configuration Summary

Features	ATmega328/P
Pin Count	28/32
Flash (Bytes)	32K
SRAM (Bytes)	2K
EEPROM (Bytes)	1K
General Purpose I/O Lines	23
SPI	2
TWI (I <sup>2</sup> C)	1
USART	1
ADC	10-bit 15kSPS
ADC Channels	8
8-bit Timer/Counters	2
16-bit Timer/Counters	1

Speed [MHz] <sup>(3)</sup>	Power Supply [V]	Ordering Code <sup>(2)</sup>	Package <sup>(1)</sup>	Operational Range
20	1.8 - 5.5	ATmega328-AU ATmega328-AUR <sup>(5)</sup> ATmega328-MMH <sup>(4)</sup> ATmega328-MMHR <sup>(4)(5)</sup> ATmega328-MU ATmega328-MUR <sup>(5)</sup> ATmega328-PU	32A 32A 28M1 28M1 32M1-A 32M1-A 28P3	Industrial (-40°C to 85°C)

### Note:

1. This device can also be supplied in wafer form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
2. Pb-free packaging, complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
3. Please refer to *Speed Grades* for Speed vs. V<sub>CC</sub>
4. Tape & Reel.
5. NiPdAu Lead Finish.

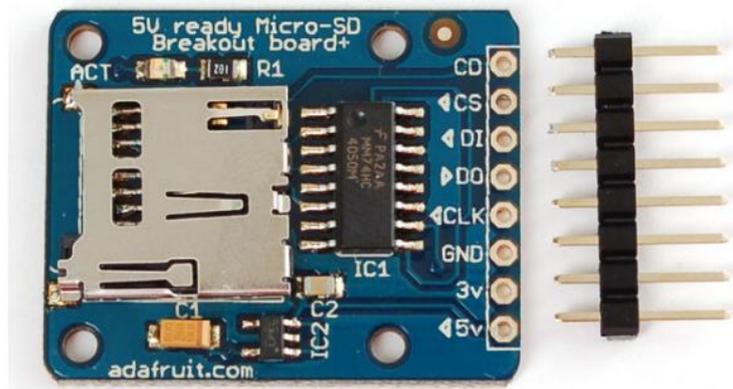
Package Type	
28M1	28-pad, 4 x 4 x 1.0 body, Lead Pitch 0.45mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
28P3	28-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
32M1-A	32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
32A	32-lead, Thin (1.0mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)



## ANEXO C

### Wiring

Now that your card is ready to use, we can wire up the microSD breakout board! The breakout board we designed takes care of a lot for you. There's an onboard ultra-low dropout regulator that will convert voltages from 3.3V-6v down to ~3.3V (**IC2**). There's also a level shifter that will convert the interface logic from 3.3V-5V to 3.3V. That means you can use this board to interact with a 3.3V or 5V microcontrollers.

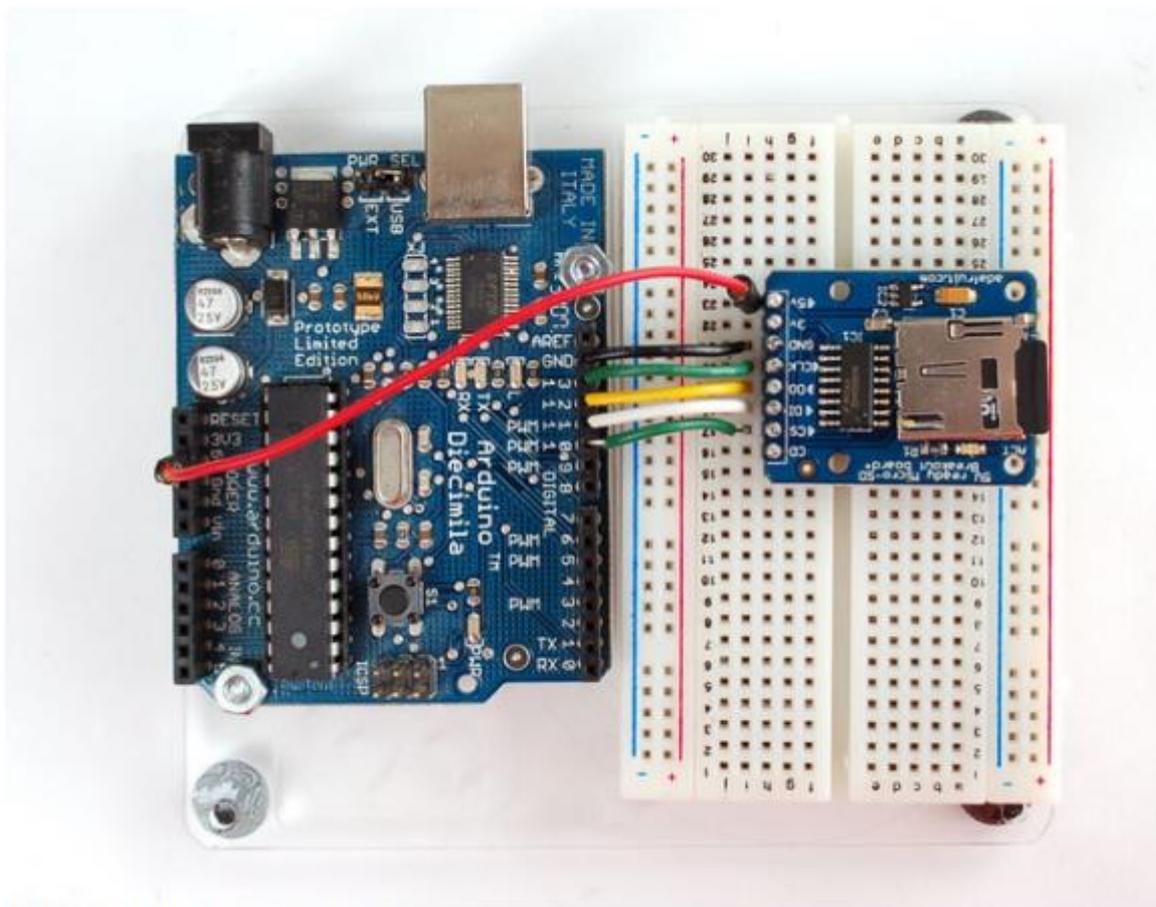


In this tutorial we will be using an Arduino to demonstrate the wiring and interfacing. If you have another microcontroller, you'll need to adapt the wiring and code to match!

Because SD cards require a lot of data transfer, they will give the best performance when connected up to the **hardware** SPI pins on a microcontroller. The hardware SPI pins are much faster than 'bit-banging' the interface code using another set of pins. For 'classic' Arduinos such as the Duemilanove/Diecimila/Uno those pins are **digital 13 (SCK)**, **12 (MISO)** and **11 (MOSI)**. You will also need a fourth pin for the 'chip/slave select' **SS** line. Traditionally this is pin **10** but you can actually use any pin you like. If you have a Mega, the pins are different! You'll want to use digital **50 (MISO)**, **51 (MOSI)**, **52 (SCK)**, and for the CS line, the most common pin is **53 (SS)**. Again, you can change the SS (pin**10** or **53**) later but for now, stick with those pins.

- Connect the **5V** pin to the **5V** pin on the Arduino
- Connect the **GND** pin to the **GND** pin on the Arduino
- Connect **CLK** to pin **13** or **52**
- Connect **DO** to pin **12** or **50**
- Connect **DI** to pin **11** or **51**
- Connect **CS** to pin **10** or **53**

There's one more pin **CD** - this is the Card Detect pin. It shorts to ground when a card is inserted. You should connect a pull up resistor (10K or so) and wire this to another pin if you want to detect when a card is inserted. We won't be using it for now.



That's it! Now you're ready to rock!



## ANEXO D

### FUNCIONES DEL LENGUAJE C

Las librerías y funciones usadas en el sistema electrónico son las siguientes:

`#include`: palabra clave que hace referencia a una instrucción al pre-procesador, se usa para agregar un archivo dentro del código de programación.

Por ejemplo:

- 1) `#include <SD.h>` Permite leer y escribir información en nuestra tarjeta sd.
- 2) `#include <SPI.h>` -- Permite la comunicación entre 2 microcontroladores en distancias cortas.
- 3) `#include <TMRpcm.h>` -- Permite reproducir sonido en arduino.

- int.- Variables de entrada o salida

- void setup.- Definición de entradas, salidas, configuraciones.

- void loop.- Lectura de las entradas, salidas, y funciones.

-if.- librerio de condición.

-High.- Estado activo o alto (1)

-Low.- Estado desactivo o bajo (0)

-DigitalRead.- Lectura del estado.

-delay.- Tiempo de ejecución.

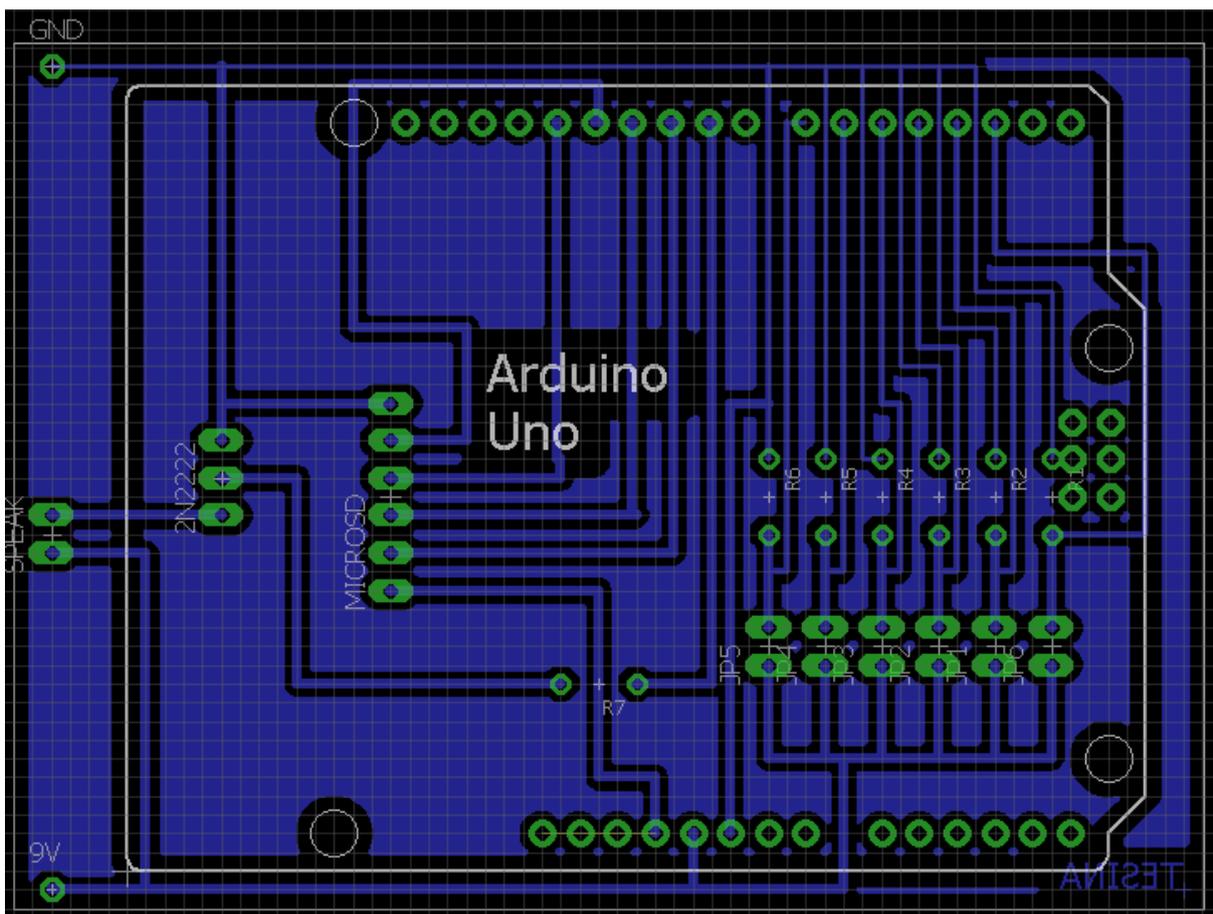
**ANEXO E**

**TABLA E1.1. DIAGRAMA DE GRANT  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>					
	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>
Revisión Bibliográfica						
Análisis del problema						
Marco Teórico						
Revisión de Asesor						
Elaboración de prototipo						
Diseño e implementación						
Conclusiones y recomendaciones						
Anexos						
Entrega final						

## ANEXO F

### DISEÑO DE PLACA PCB DEL SISTEMA ELECTRÓNICO



**FIGURA F1.1.** PLACA PCB DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

**FUENTE:** ELABORACIÓN PROPIA