

**Universidad Autónoma de San Luis Potosí**

**Facultad de Ingeniería**

Área Mecánica y Eléctrica-Proyecto Integrador IMT

2024-2025/II

## **Traductor de braille a voz**

No. proyecto: 2425-2-572501-02

### **Integrantes:**

Flores González Jesús Ricardo (IMA)

Cerrillo Martínez Mauricio Enrique (IMA)

Pérez Santillán Ernesto Carlos (IMT)

Torres Romero José Ángel (IMT)

Ramírez Galván Manuel (IMT)

**Supervisor:** Dr. González Murillo Luis Alberto

**Asesor del proyecto:** MDDIV. Kado Mercado Elias Jully





FPR-040

## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

### REGISTRO DE FIRMAS PARA DOCUMENTOS

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ÁREA MECÁNICA ELÉCTRICA



Este registro deberá estar incluido en la siguiente hoja posterior a la portada del documento.

Las firmas en la columna izquierda indican la aceptación del documento para que el equipo pueda presentarse a examen en la instancia correspondiente (con al menos una semana previa al examen), y de acuerdo con los términos que implican para cada sinodal. La ausencia de firmas en esta columna implicará que el equipo no podrá presentarse en la instancia de examen para el cual está aplicando y deberá proceder a la siguiente instancia bajo la misma normativa.

Las firmas en la columna derecha indican la aprobación del documento por parte de los sinodales en conformidad con los criterios evaluados. La ausencia de firmas en la columna derecha implicará que el documento no fue aprobado por lo que deberá ser corregido para quedar en conformidad.

#### MANUAL DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Firmas para Presentar Examen	Firmas de Versión Definitiva
<hr/> <b>Nombre y firma del asesor</b> En conformidad con el contenido y presentación del documento	<hr/> <b>Nombre y firma del asesor</b>
<hr/> <b>Nombre y firma del profesor de la asignatura</b> De haber recibido en tiempo la copia del documento	<hr/> <b>Nombre y firma del profesor de la asignatura</b>
<hr/> <b>Nombre y firma del tercer sinodal</b> De haber recibido en tiempo la copia del documento	<hr/> <b>Nombre y firma del tercer sinodal</b>

**Importante:** El Centro de Desarrollo Tecnológico no dará por recibido el documento si hay ausencia de firmas en cualquiera de las instancias, lo que será un adeudo al Laboratorio.



## ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Descripción del dispositivo	1
2.1 Especificaciones técnicas	2
2.2 Componentes	3
3. Seguridad	4
3.1 Simbología	4
3.2 Advertencias de uso para el responsable del usuario	5
4. Manual de mantenimiento	5
5. Manual de operaciones	6
5.1 Requisitos básicos para su uso	6
5.2 Conexión eléctrica	7
5.3 Encendido	7
5.4 Apagado	7
5.5 Botones de escritura	8
5.6 Botón de confirmación (Enter)	8
5.7 Botón de espacio	9
5.8 Botón de borrado	9
5.9 Botón de mayúsculas y minúsculas	10
5.10 Botón de números	10
5.11 Modo de escritura	11
5.12 Modo de lectura	11
5.13 Diagrama de uso	12
5.14 Secuencia de Operación	12
5.14.1 Encendido del sistema	12
5.14.2 Selección de modo de operación	13
5.14.3 Ingreso de caracteres Braille	13
5.14.4 Confirmación de entrada	13
5.14.5 Reproducción de contenido	14
5.14.6 Confirmación de frase completa	14
5.14.7 Apagado del sistema	14
6. Ensamble y desensamble	14
6.2 Mantenimiento de componentes	14
6.2.1 Botones	15
6.2.2 Componentes electrónicos	15
6.2.3 Batería recargable	15
6.2.4 Procedimiento de mantenimiento para la Raspberry Pi:	16
6.2.5 Procedimiento de mantenimiento para el ventilador:	16
6.2.6 Estructura	17
6.3.1 Posibles problemas y soluciones	18
6.3.2 Raspberry	19
6.3.3 Estructura	20
7. Parámetros para reposición de piezas	21

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Dispositivo traductor de braille a voz .....	6
Ilustración 2 Dibujo de los elementos que componen el dispositivo.....	8
Ilustración 3 Conexiones del dispositivo .....	12
Ilustración 4 Botón de encendido y apagado del sistema .....	13
Ilustración 5 Botones de escritura del dispositivo .....	13
Ilustración 6 Botón de confirmación (enter).....	14
Ilustración 7 Botón de espacio .....	14
Ilustración 8 Botón de borrado.....	14
Ilustración 9 Botón de mayúsculas y minúsculas.....	15
Ilustración 10 Botón de números.....	15
Ilustración 11 Switch de modo de escritura .....	16
Ilustración 12 Switch de modo de lectura .....	16
Ilustración 13 Diagrama de uso del dispositivo .....	17

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones técnicas.....	7
Tabla 2 Tabla de componentes externos del dispositivo .....	8
Tabla 3. Simbología de seguridad .....	10
Tabla 4 Posibles fallas en la alimentación eléctrica del dispositivo y sus soluciones .....	23
Tabla 5 Posibles fallas en la Raspberry del dispositivo y sus soluciones .....	24
Tabla 6 Posibles fallas en la estructura del dispositivo y sus soluciones .....	25

# 1. Introducción

Este manual proporciona las instrucciones necesarias para la correcta operación, ensamblaje y mantenimiento del dispositivo traductor de braille a voz **Brailify**.

Su contenido está dirigido a los usuarios responsables de su manipulación, y tiene como propósito asegurar su uso eficiente y seguro, mediante la aplicación de procedimientos estandarizados.

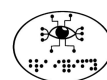
Se incluyen secciones dedicadas al mantenimiento preventivo y correctivo, con apoyo en simbología técnica, diagramas e ilustraciones que facilitarán el ensamblaje, conexión, encendido y apagado del equipo.

## 2. Descripción del dispositivo

El dispositivo incluye seis botones correspondientes a los puntos del sistema Braille, un botón para borrar, uno para espacio, uno para mayúsculas, uno para números y un botón de confirmación (enter).



*Ilustración 1 Dispositivo traductor de braille a voz*

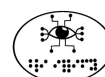


## 2.1 Especificaciones técnicas

En este apartado se presentan las especificaciones técnicas del dispositivo, las cuales son fundamentales para comprender sus capacidades y requerimientos. En la **Tabla 1** se proporciona un desglose de estas especificaciones para facilitar su consulta.

*Tabla 1 Especificaciones técnicas*

Características	Descripción
<b>Peso</b>	3.5Kg (Kilo gramos)
<b>Material</b>	Estructura: Impresión 3D con filamento PLA
<b>Largo del dispositivo</b>	19 cm (centímetros)
<b>Alto del dispositivo</b>	20.4 cm (centímetros)
<b>Ancho del dispositivo</b>	20 cm (centímetros)
<b>Alimentación a batería.</b>	CD 9V (volts), 2A (Amper)
<b>Alimentación a Raspberry Pi</b>	CD 5V (volts), 3A (Amper)
<b>Potencia consumida</b>	20 W (vatios)





## 2.2 Componentes

Antes de comenzar el proceso de desensamble, consulte la **Tabla 2**, que presenta el listado de componentes que integran el dispositivo. Para facilitar su localización y reconocimiento, la Imagen 8 muestra un desglose visual con numeración correspondiente a cada pieza.

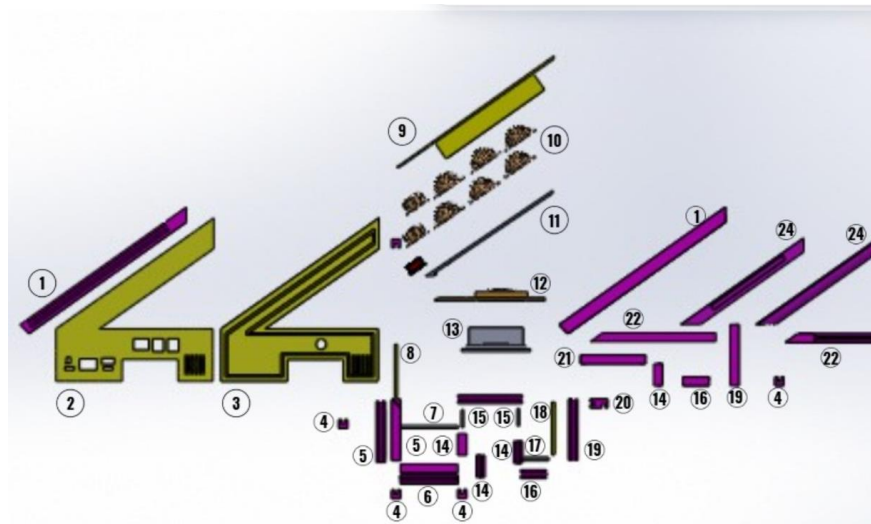
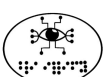


Ilustración 2 Dibujo de los elementos que componen el dispositivo

Tabla 2 Tabla de componentes externos del dispositivo

No. Pieza	Componentes externos	Descripción	Cantidad
1	Agarraderas de botonera	Base hecha para detener la botonera en base a este soporte se mantiene alineada la botonera en un ángulo de 35°.	2
2	Base izquierda A	Base con salidas para la raspberry pi, adaptada para que entren o salgan los audífonos.	1
3	Base derecha B	Base con salidas para agregar el switch de cambio de modo	1
4	Agarraderas largas de bases	Base que une las agarraderas 8, 7, 18 y 15	4
5	Agarraderas delanteras	Base que une la base 8, 3 y 2. Esta base incluye una inclinación de 35° para poder unir las base 2 y 3.	2
6	Agarraderas base de Rasp	Base que sirve para centrar la raspberry pi.	2
7	Suelo A	Base que detiene la pila, está hecho de forma que se pueda manipular el componente interno.	1
8	Frente del modelo	Esta base detiene los componentes como la proto y la pila.	1
9	Botonera	Este elemento detiene todos los botones del sistema, tiene un grosor de 3.5 mm, especialmente hecho con el fin de soportar la fuerza puesta en este.	1
10	Botones del prototipo	Botones hechos especialmente para generar una sensación de textura y poder soportar el uso rudo que se le puede dar.	12
11	Base trasera botonera	Esta base hace que la parte 9 se una con la estructura, además contiene los botones físicos.	1



12	Salida de aire del dispositivo	Esta base incluye el logo del equipo y además tiene la salida de aire del ventilador de la raspberry pi.	1
13	Base Rasp	Esta base incluye ventilación y un dibujo a medida para la raspberry pi.	1
14	Agarraderas base	Estas piezas cuentan con un grosor ideal para que la base se pueda mantener en pie y no gane el peso de la raspberry pi.	4
15	Barras de base	Estas barras son un soporte para que el dispositivo se detenga de forma correcta, estas piezas se pueden romper fácilmente en caso de problemas.	2
16	Agarraderas anti derrape	Bases del modelo, estas bases cuentan con un acabado anti-derrapes y caídas.	2
17	Base suelo	Esta base del modelo es el soporte de las bocinas y cuenta con un acabado anti-derrape.	1
18	Base trasera	Base adaptada para una agarradera y que tiene un grosor de 3.5 mm.	1
19	Agarradera base trasera	Esta agarradera detiene la estructura trasera del dispositivo.	2
20	Agarradera de salida de aire	Agarradera que detiene el sistema de enfriamiento del sistema.	1
21	Agarradera botonera A	Esta agarradera detiene las bases de la pieza 12 y esta lijada con el fin de dejar que las piezas que se unen aquí se puedan mover hacia delante y detrás.	1
22	Agarradera botonera B	Esta agarradera detiene las bases de la pieza 12 y esta lijada con el fin de dejar que las piezas que se unen aquí se puedan mover hacia delante y detrás.	2
23	Agarradera usuario	Esta agarradera detiene la pieza número 11, además cuenta con agarraderas que dan un soporte y mayor fijación al sistema.	2

## 3. Seguridad

Esta sección reúne las indicaciones clave para garantizar la seguridad del usuario y del equipo durante su uso. Se presentan las advertencias y símbolos de riesgo que acompañan al dispositivo, así como las medidas preventivas que deben observarse al operarlo, ensamblarlo o manipularlo.

### 3.1 Simbología

Esta sección presenta los símbolos utilizados en el dispositivo, los cuales advierten sobre riesgos o condiciones especiales de uso. La **Tabla 3** muestra cada símbolo junto con su significado para facilitar su correcta interpretación y aplicación.

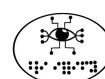




Tabla 3. Simbología de seguridad

Símbolo	Descripción
	<b>Manéjese con cuidado:</b> Indica zonas del dispositivo que requieren manipulación delicada para prevenir fallos o daños. Se recomienda tratarlas con precaución y seguir las instrucciones correspondientes para su uso seguro.
	<b>Riesgo eléctrico:</b> Advierte sobre la presencia de componentes del dispositivo que pueden estar sujetos a corrientes eléctricas peligrosas. El usuario debe evitar el contacto directo con estas partes para prevenir descargas eléctricas, y deben seguirse las recomendaciones del fabricante y protocolos de seguridad antes de realizar cualquier intervención.

## 3.2 Advertencias de uso para el responsable del usuario

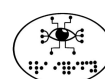
Es importante leer y seguir las siguientes indicaciones para evitar riesgos y asegurar una experiencia adecuada.

- No operar el dispositivo mientras esté en proceso de carga, para preservar la integridad de la batería.
- Mantener el dispositivo alejado de líquidos; no es resistente al agua ni cuenta con protección IP.
- Realizar el mantenimiento exclusivamente según lo indicado en este manual.
- En caso de fallos o comportamientos anómalos, contactar al servicio técnico autorizado.
- No realizar mantenimiento con el equipo energizado.
- No sustituir componentes sin consultar previamente las especificaciones indicadas en este manual.

## 4. Manual de mantenimiento

Este apartado describe las acciones generales de mantenimiento necesarias para conservar el dispositivo en óptimas condiciones de funcionamiento. Las actividades aquí descritas combinan tanto medidas preventivas —orientadas a evitar fallos— como correctivas —destinadas a resolver problemas que puedan surgir durante su uso.

Antes de realizar cualquier procedimiento de mantenimiento, **verifique que el dispositivo esté completamente apagado y desconectado de la fuente de alimentación**. Se recomienda



también el uso de una pulsera antiestática durante las intervenciones sobre la placa o sus componentes, con el fin de evitar descargas eléctricas.

Las tareas sugeridas incluyen:

- Limpiar los conectores (USB, HDMI, GPIO, etc.) y la superficie de la placa utilizando **aire comprimido en lata o un cepillo de cerdas suaves y antiestático**, aplicándolo siempre a una distancia prudente.
- Inspeccionar visualmente el dispositivo para detectar **signos de suciedad, humedad, corrosión o daño físico**.
- Verificar el estado y funcionamiento de la **batería recargable**, evitando su uso en ciclos de descarga profunda y asegurando cargas completas.
- Confirmar que **los botones físicos y los indicadores LED** responden correctamente, y que no existan interferencias mecánicas o eléctricas.
- Si se detecta una falla en la operación del dispositivo (por ejemplo, problemas con la reproducción de voz o con la respuesta de los botones), se recomienda revisar las conexiones internas y el código de ejecución, así como reemplazar componentes en caso necesario.

En situaciones donde el problema no esté contemplado en este manual, se sugiere **suspender el uso del equipo** y contactar al **soporte técnico del proyecto Brailify** para su evaluación y reparación especializada.

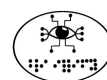
## 5. Manual de operaciones

Este capítulo presenta las instrucciones necesarias para operar el dispositivo de manera segura y eficiente. Se detallan los procedimientos iniciales, incluyendo los requisitos previos, la conexión eléctrica, y las acciones necesarias para el encendido y apagado del equipo.

También se proporciona una descripción de la interfaz de usuario, con el propósito de asegurar un uso adecuado de todas las funciones del dispositivo.

### 5.1 Requisitos básicos para su uso

- Leer completamente el manual de usuario, incluyendo las secciones de operación, seguridad y mantenimiento preventivo.
- Verificar que la batería esté completamente cargada antes del uso. Se recomienda que

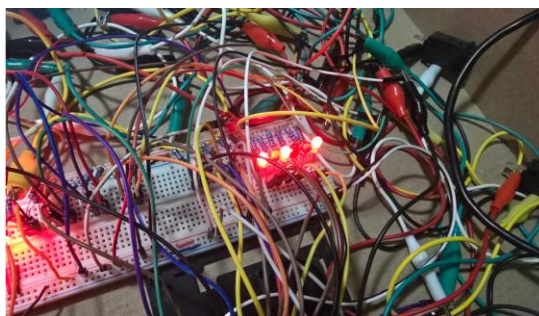


este proceso sea supervisado por una persona con capacidad visual, debido a la necesidad de observar indicadores externos de carga.

- Comprobar que los componentes estén correctamente conectados y no presenten signos visibles de daño o desgaste.

## 5.2 Conexión eléctrica

El dispositivo opera de forma autónoma mediante una batería recargable, lo que elimina la necesidad de conexión permanente a una fuente de energía durante su uso. Para recargar la batería, se debe utilizar una fuente de alimentación con entrada de 120 V AC y salida de 5 V a 9 V DC. Se recomienda verificar que el cargador utilizado sea compatible con las especificaciones del dispositivo para evitar daños en el sistema eléctrico.



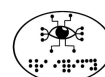
*Ilustración 3 Conexiones del dispositivo*

## 5.3 Encendido

Para encender el dispositivo, localice el botón de encendido en el lateral derecho del equipo (ver Imagen 2) y presiónelo una vez. Al hacerlo, el sistema se activará. Si el programa no se ejecuta automáticamente, deberá iniciarse manualmente por el usuario. Tenga en cuenta que el dispositivo no emite señales sonoras durante el encendido. En caso de duda, verifique la activación mediante los indicadores visuales disponibles.

## 5.4 Apagado

Para apagar el dispositivo, presione nuevamente el botón de encendido. Antes de hacerlo, asegúrese de que el programa haya finalizado correctamente para evitar conflictos al reiniciar el sistema. El apagado es silencioso y no emite señales sonoras de confirmación.

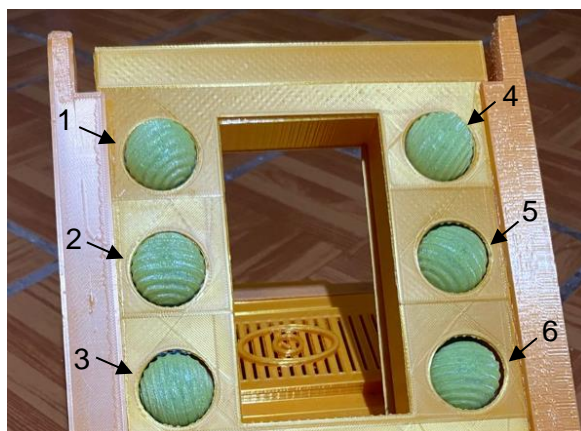




*Ilustración 4 Botón de encendido y apagado del sistema*

## 5.5 Botones de escritura

El dispositivo dispone de seis botones físicos que representan los puntos del sistema Braille (del 1 al 6). El usuario puede presionar uno o varios de estos botones de manera simultánea para formar un carácter. Cada botón cuenta con retroalimentación visual (LED encendido) mientras permanece presionado. Al confirmar la combinación, se activa una retroalimentación auditiva que indica la letra generada, lo que permite validar en tiempo real la entrada realizada.



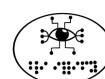
*Ilustración 5 Botones de escritura del dispositivo*

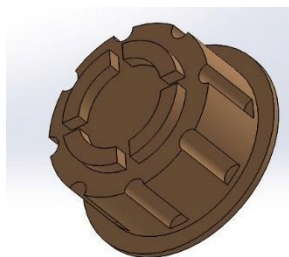
## 5.6 Botón de confirmación (Enter)

El botón de confirmación tiene una función multifase basada en el número de veces consecutivas que se presiona:

- Con una pulsación, el sistema reproduce en audio el carácter ingresado.
- Con dos pulsaciones, se guarda la palabra formada hasta ese momento.
- Con tres pulsaciones, el sistema reproduce en audio la palabra completa escrita.

Este comportamiento permite al usuario controlar el proceso de escritura de forma clara y escalonada, recibiendo retroalimentación auditiva en cada etapa.

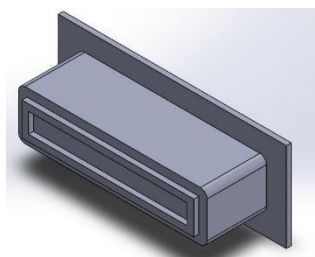




*Ilustración 6 Botón de confirmación (enter)*

## 5.7 Botón de espacio

El botón de espacio se utiliza exclusivamente para agregar un espacio entre palabras. Esta acción no activa retroalimentación auditiva ni visual, pero el sistema reconoce internamente la separación para efectos de construcción de frases.



*Ilustración 7 Botón de espacio*

## 5.8 Botón de borrado

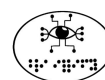
El botón de borrado permite eliminar información ingresada y cuenta con diferentes funciones según el número de veces que se presione de forma consecutiva:

- Con una pulsación, se elimina el último carácter ingresado, y el sistema emite un mensaje de voz indicando que se ha borrado una letra.
- Con dos pulsaciones, se elimina la última palabra registrada, acompañada de un mensaje de voz que lo confirma.
- Con tres pulsaciones, el sistema elimina toda la frase escrita hasta ese momento y reproduce un mensaje auditivo indicando que la frase completa ha sido borrada.

Cada acción se ejecuta de inmediato tras presionar el botón, brindando retroalimentación auditiva clara que informa al usuario sobre el contenido eliminado.

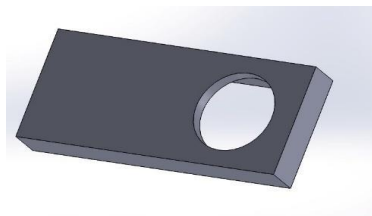


*Ilustración 8 Botón de borrado*



## 5.9 Botón de mayúsculas y minúsculas

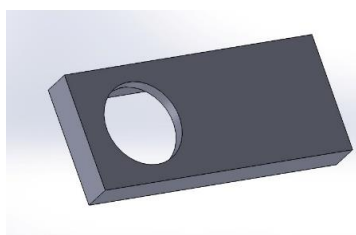
El botón de mayúsculas permite activar o desactivar el modo de ingreso en letras mayúsculas. Por defecto, el sistema inicia en modo minúsculas. Al activar el botón, cualquier letra confirmada será interpretada y reproducida como mayúscula. Este botón es exclusivo respecto al botón de números: al activarse, desactiva automáticamente el modo numérico, evitando conflictos entre modos. El sistema proporciona retroalimentación auditiva que indica si el modo mayúsculas ha sido activado o desactivado.



*Ilustración 9 Botón de mayúsculas y minúsculas*

## 5.10 Botón de números

Este botón activa o desactiva el modo de ingreso numérico en Braille. Cuando está activo, las combinaciones ingresadas se interpretan como dígitos en lugar de letras. De forma automática, al activar el modo números se desactiva el modo mayúsculas, ya que ambos modos son excluyentes. El sistema reproduce una señal de voz cada vez que el estado del modo cambia, indicando si el ingreso numérico está activo o no.



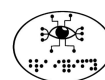
*Ilustración 10 Botón de números*

## 5.11 Modo de escritura

En este modo, los puntos se registran conforme son presionados, sin requerir que el usuario siga el orden tradicional del sistema Braille.

Este modo está optimizado para tareas de escritura y transcripción, especialmente para personas que utilizan el dispositivo como herramienta de aprendizaje o práctica. El sistema inicia por defecto en modo Escritura, permitiendo al usuario comenzar a formar caracteres de inmediato sin configuraciones adicionales.

Al cambiar al modo Escritura, se desactiva el modo Lectura si estaba activo. El sistema emite un mensaje de voz indicando el cambio de modo para confirmar la acción al usuario.







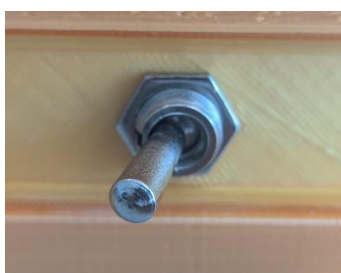
*Ilustración 11 Switch de modo de escritura*

## 5.12 Modo de lectura

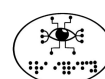
El switch de modo Lectura permite cambiar el funcionamiento del dispositivo al modo de lectura estándar del sistema Braille, en el cual los puntos se presentan y procesan en su orden lógico tradicional (de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo). Este modo está diseñado para usuarios que ya dominan el sistema Braille y desean repasar o verificar combinaciones sin necesidad de reorganizar mentalmente la estructura de puntos.

Cuando se activa este switch, el dispositivo abandona el modo de escritura manual y procesa las combinaciones según la disposición convencional. El sistema conservará la funcionalidad de retroalimentación visual y auditiva, permitiendo confirmar cada carácter ingresado de forma clara.

Se recomienda utilizar este modo para fines de práctica, verificación o enseñanza del Braille en su forma estructurada.

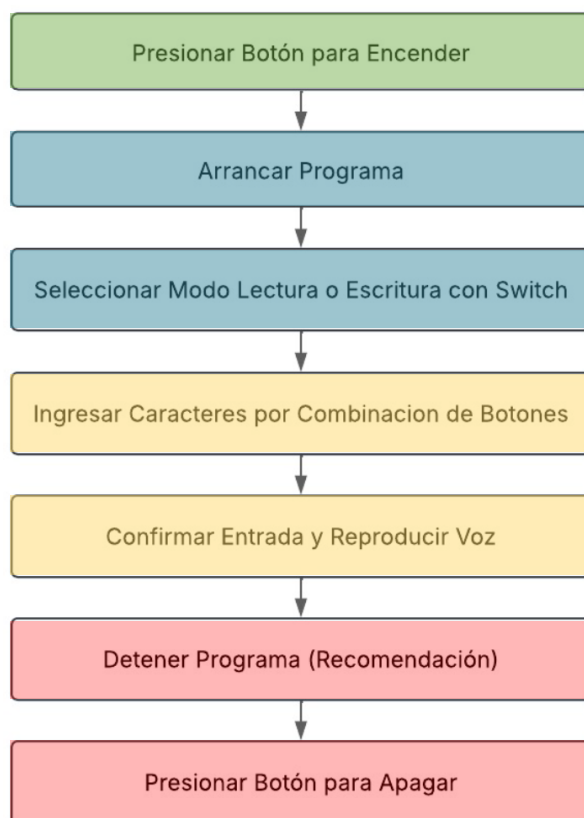


*Ilustración 12 Switch de modo de lectura*



## 5.13 Diagrama de uso

A continuación, se presenta el diagrama de la imagen 7, con el propósito de facilitar la comprensión del funcionamiento general del dispositivo. En él se muestra la secuencia recomendada de pasos para su correcta operación, desde el encendido hasta el apagado.



*Ilustración 13 Diagrama de uso del dispositivo*

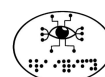
## 5.14 Secuencia de Operación

Esta sección describe de forma detallada la secuencia de operación del dispositivo. El procedimiento incluye desde el encendido del sistema, la ejecución del programa y la interacción del usuario mediante botones físicos, hasta el apagado final del equipo.

Dado que la ejecución del programa requiere acceso visual a una interfaz gráfica, será necesaria la asistencia de una persona encargada (vidente) para iniciar y detener el funcionamiento del software.

### 5.14.1 Encendido del sistema

- Conecte la fuente de alimentación de la Raspberry Pi.
- Presionar el botón de encendido como se muestra en la imagen 4.
- Espere a que el sistema operativo se inicie completamente.



- Una persona encargada debe conectar pantalla y mouse, y abrir el entorno de desarrollo Thonny.
- Desde Thonny, se debe abrir el archivo del programa principal (**brailify.py**).
- Hacer clic en el botón ► (Ejecutar) para iniciar el programa manualmente.
- El sistema reproducirá una serie de instrucciones de voz, indicando que está listo para operar.

#### 5.14.2 Selección de modo de operación

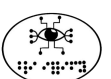
- El usuario debe cambiar el switch físico como se muestra en la imagen 11 y 12 para seleccionar entre:
  - **Modo Lectura:** puntos Braille ordenados de forma estándar.
  - **Modo Escritura:** puntos reordenados para facilitar la escritura.
- El sistema confirma por voz el modo seleccionado: “Modo lectura” o “Modo escritura”.

#### 5.14.3 Ingreso de caracteres Braille

- El usuario presiona combinaciones de los 6 botones principales para formar un carácter Braille. Cada botón encenderá un LED al ser activado, como se muestra en la imagen 5.
- Si desea:
  - Escribir **números**, presione el botón de modo números de la imagen 10.
  - Escribir **mayúsculas**, presione el botón de modo mayúsculas de la imagen 9.
  - El sistema lo indicará por voz: “modo números activado” o “modo mayúsculas activado”.

#### 5.14.4 Confirmación de entrada

- El botón de confirmación que se muestra en la imagen 6 (GPIO 8) tiene tres funciones, dependiendo del número de clics:
  - 1 clic: reproduce por voz el carácter detectado (previsualización).
  - 2 clics: guarda el carácter en la palabra actual y lo confirma.
  - 3 clics: reproduce toda la frase acumulada.
- En caso de error, el usuario puede corregir con el botón de borrado como se muestra en la imagen 8:
  - 1 clic: elimina el último carácter.
  - 2 clics: borra la última palabra.
  - 3 clics: borra toda la frase.
- Para insertar un **espacio** entre palabras, presione el botón de espacio de la imagen 7.



#### 5.14.5 Reproducción de contenido

- El sistema reproduce automáticamente por voz:
  - El carácter ingresado.
  - La palabra al ser confirmada.
  - La frase al final de la entrada.

#### 5.14.6 Confirmación de frase completa

- Tras escuchar la frase, el usuario puede:
  - Confirmar con 3 clics en el botón de confirmación de la imagen 6.
  - Seguir escribiendo otra frase.
  - Finalizar la escritura.

#### 5.14.7 Apagado del sistema

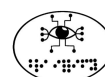
- Una vez concluido el uso, una persona encargada debe:
  - Finalizar manualmente la ejecución en Thonny (botón de detener ■).
  - Apagar el sistema desde el menú del sistema operativo.
  - Presionar el botón de apagado de la imagen 4.
  - Desconectar pantalla y mouse, si se desea.

## 6. Ensamble y desensamble

El dispositivo se entrega completamente ensamblado y listo para su uso. Sin embargo, en caso de que sea necesario realizar tareas de mantenimiento que requieran desmontar el dispositivo, es fundamental seguir los pasos descritos en esta sección para garantizar su correcto manejo. Una vez finalizado el mantenimiento se deben seguir las instrucciones de ensamble descritas al final de esta sección.

### 6.2 Mantenimiento de componentes

El mantenimiento preventivo debe realizarse periódicamente para asegurar el funcionamiento óptimo del dispositivo y prolongar su vida útil.



Este mantenimiento incluye actividades como inspección visual, limpieza de componentes, revisión de conexiones eléctricas y verificación del estado físico de piezas estructurales y electrónicas.

Estas acciones contribuyen a reducir el riesgo de fallos operativos que puedan requerir una intervención correctiva.

A continuación, se indican los componentes que deben ser revisados y atendidos de forma preventiva en intervalos regulares.

### 6.2.1 Botones

Se sugiere realizar la limpieza de los botones al menos una vez a la semana para eliminar el polvo y prevenir cualquier obstrucción que pueda interferir con su funcionamiento.

1. Se recomienda realizar la limpieza de los botones al menos una vez por semana, con el fin de eliminar acumulación de polvo y prevenir obstrucciones que afecten el funcionamiento del sistema Braille.
2. Procedimiento de limpieza:
3. Asegurarse de que el dispositivo esté apagado.
4. Utilizar un cepillo de cerdas suaves o un paño seco de microfibra.
5. Limpiar cuidadosamente entre cada tecla impresa en PLA y su interruptor correspondiente.
6. No utilizar líquidos, aire comprimido ni productos abrasivos, ya que pueden dañar los componentes electrónicos internos.

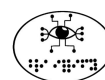
### 6.2.2 Componentes electrónicos

Se recomienda realizar el mantenimiento de los componentes electrónicos cada 3 a 5 meses, dependiendo de la frecuencia e intensidad de uso del dispositivo.

Advertencia: Antes de iniciar, asegúrese de que el dispositivo esté completamente apagado y desconectado de cualquier fuente de energía.

Recomendaciones:

- Utilizar brochas antiestáticas o aire a baja presión para remover polvo acumulado en placas, conectores y pines.
- Evitar el uso de líquidos o productos de limpieza que puedan generar humedad sobre las tarjetas electrónicas.
- No manipular los componentes con las manos desnudas; preferentemente usar guantes de látex o pulsera antiestática si se requiere contacto.



### 6.2.3 Batería recargable

Se recomienda conservar la batería recargable en condiciones óptimas para asegurar el funcionamiento confiable del dispositivo. Las siguientes acciones deben llevarse a cabo de forma periódica:

- Evitar ciclos de descarga profunda: se recomienda recargar la batería antes de que alcance niveles críticos de carga, idealmente por encima del 20 %.
- Realizar cargas completas: para maximizar la vida útil de la batería, es preferible dejar que el ciclo de carga se complete al 100 %.
- Verificar el estado físico de la batería: inspeccionar regularmente que no existan deformaciones, hinchamientos, fugas o daños visibles.
- Limpiar los conectores de carga (USB o terminales) utilizando aire comprimido en lata o soplador manual, manteniendo una distancia prudente para evitar daño físico o acumulación de humedad.
- Evitar el uso del dispositivo mientras se carga, ya que esto puede generar sobrecalentamientos y reducir la eficiencia del sistema de carga.

En caso de presentar fallas como desconexiones repentinas, baja duración o sobrecalentamiento, se recomienda evaluar el reemplazo de la batería por una nueva de características equivalentes.

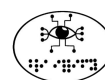
### 6.2.4 Procedimiento de mantenimiento para la Raspberry Pi:

- Utilizar un cepillo de cerdas suaves y antiestático o aire comprimido (soplador manual o aire enlatado) para eliminar partículas de polvo sin dañar los componentes. Evite aplicar aire a corta distancia directamente sobre los conectores.
- Limpiar cuidadosamente el área entre los pines GPIO y alrededor de los conectores (USB, HDMI, alimentación), asegurando que no haya obstrucciones que interfieran con el contacto eléctrico.
- Realizar una inspección visual de la placa para verificar que no existan signos de humedad, corrosión, suciedad adherida o daños visibles.

Se recomienda el uso de pulsera antiestática durante este procedimiento para evitar descargas eléctricas sobre la placa.

### 6.2.5 Procedimiento de mantenimiento para el ventilador:

- Utilizar un cepillo de cerdas suaves o una brocha fina antiestática para remover el polvo acumulado en la carcasa externa y en las ranuras de ventilación.



- Limpiar cuidadosamente las aspas del ventilador, asegurándose de no ejercer presión sobre el eje para evitar deformaciones o desbalance. Esto garantiza un flujo de aire óptimo y previene ruidos por vibraciones.

No aplicar líquidos ni lubricantes en el ventilador. Si se detecta ruido persistente o fallas de giro, considere reemplazar el componente.

### 6.2.6 Estructura

La estructura del dispositivo está fabricada en PLA mediante impresión 3D y ensamblada con adhesivo de alta resistencia. Debido al desgaste por uso, se recomienda realizar este mantenimiento cada 3 meses.

Procedimiento de mantenimiento estructural:

1. Inspeccionar visualmente las uniones para detectar grietas, separación de piezas o zonas debilitadas.
2. Verificar que el adhesivo no haya perdido adherencia en áreas críticas como la base, la tapa o los soportes de botones.
3. Si se detectan desprendimientos parciales, limpiar la zona afectada y reaplicar una pequeña cantidad de adhesivo compatible con PLA (por ejemplo, Loctite 495).
4. Confirmar que no existan deformaciones por calor o impactos.

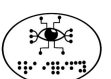
Evitar forzar las piezas durante la limpieza o el transporte para prevenir fracturas.

En caso de daño estructural considerable, identificar la pieza afectada y proceder con su reimpresión y posterior ensamblaje según el modelo original.

Manipular adhesivos en áreas ventiladas, evitando el contacto directo con la piel o los ojos. Consultar la ficha técnica del producto antes de aplicarlo.

### 6.3.1 Posibles problemas y soluciones

A continuación, se presentan algunas de las fallas más comunes relacionadas con la alimentación eléctrica del dispositivo, así como las soluciones recomendadas para su



diagnóstico y resolución. Estas situaciones pueden afectar el encendido, el funcionamiento general o la estabilidad del sistema, por lo que es importante revisarlas antes de considerar fallas internas más complejas.

En caso de no lograr resolver la falla tras aplicar las soluciones indicadas, se recomienda suspender el uso del dispositivo y contactar al soporte técnico de Brailify para una revisión especializada.

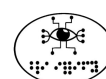
*Tabla 4 Posibles fallas en la alimentación eléctrica del dispositivo y sus soluciones*

<b>Posible falla</b>	<b>Solución</b>
El dispositivo no enciende al conectar la fuente de alimentación.	Verificar que el botón de encendido esté correctamente activado. Confirmar que la fuente de alimentación entregue al menos 5 V y 3 A.
Cables y conectores dañados o rotos.	Inspeccionar visualmente los cables y conectores en busca de daños físicos o puntos de conexión flojos. Si se identifica un cable dañado, reemplazarlo o aislarlo con cinta aislante, asegurándose de que no queden conductores expuestos. Verificar que los conectores estén firmemente ensamblados. En caso de duda, contactar al servicio técnico de Brailify.

### 6.3.2 Raspberry

La Raspberry Pi es el núcleo del sistema y su correcto funcionamiento es esencial para que el dispositivo opere adecuadamente. A continuación, se detallan algunas de las fallas más comunes que pueden presentarse en relación con este componente, así como las soluciones recomendadas.

Estas fallas pueden deberse a problemas de conexión, errores de ejecución de scripts o fallos físicos. Se recomienda realizar una revisión cuidadosa del hardware y del software involucrado antes de considerar una sustitución.





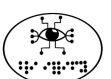
En caso de que las recomendaciones no resuelvan la falla, se aconseja suspender el uso del dispositivo y contactar al soporte técnico del proyecto Brailify para su evaluación.

*Tabla 5 Posibles fallas en la Raspberry del dispositivo y sus soluciones*

<b>Posible falla</b>	<b>Solución</b>
La salida de audio no se escucha.	Revisar todas las conexiones físicas entre la Raspberry y alrededores. Si todas las conexiones físicas están en buen estado, contactar al servicio técnico de Brailify.
El sistema no reconoce combinaciones Braille.	Revisar todas las conexiones físicas entre la Raspberry y alrededores. Si todas las conexiones físicas están en buen estado, contactar al servicio técnico de Brailify.
El modo números o mayúsculas no se activa.	Asegurarse de que el botón correspondiente esté bien conectado y funcional. Verificar el script encargado de cambiar entre modos. Reiniciar el sistema si es necesario.
Mensaje de voz se corta o no se reproduce completo.	Revisar el archivo de audio y la ejecución del código de reproducción. Puede ser necesario ajustar los tiempos de espera en el script.
El ventilador no enciende o hace ruido inusual.	Comprobar conexión del ventilador. Verificar que no haya polvo acumulado en las aspas. Si persiste, contactar al servicio técnico de Brailify.

### 6.3.3 Estructura

La estructura física del dispositivo, conformada principalmente por piezas impresas en 3D, debe mantenerse en buenas condiciones para garantizar la correcta alineación de los componentes y la funcionalidad general del sistema.



A continuación, se enlistan algunas de las fallas estructurales más comunes, así como las acciones sugeridas para su atención. Estas soluciones permiten corregir daños menores y detectar cuándo es necesario reimprimir alguna parte.

Es importante realizar inspecciones periódicas y mantener las superficies limpias para evitar acumulación de polvo o residuos que puedan afectar la fijación entre piezas. En caso de daños mayores o dudas durante la reparación, se recomienda contactar al soporte técnico de Braillify para recibir orientación sobre el reemplazo de componentes estructurales.

*Tabla 6 Posibles fallas en la estructura del dispositivo y sus soluciones*

Posible falla	Solución
Separación o desprendimiento entre piezas ensambladas.	Limpiar cuidadosamente las superficies afectadas para retirar polvo o residuos, y reaplicar adhesivo Loctite 495 en la zona de unión. Mantener la presión durante unos segundos hasta asegurar la fijación.
Fisura o fractura visible en la carcasa 3D.	Si la fisura no afecta el funcionamiento, se puede sellar temporalmente con cinta adhesiva fuerte para evitar ingreso de polvo. En caso de fractura estructural, se deberá reimprimir la pieza dañada. Contactar al servicio técnico de Braillify si se requiere orientación para el reemplazo.

## 7. Parámetros para reposición de piezas

En caso de requerir la reimpresión de alguna pieza del dispositivo, es importante seguir los parámetros de impresión previamente establecidos para asegurar la compatibilidad dimensional y funcional con el diseño original.

A continuación, se presentan las configuraciones recomendadas utilizadas en la fabricación del prototipo:

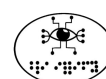


Tabla 7. Configuración de la máquina de impresión 3D

Parámetro	Valor
Software	Ultimaker Cura
Tamaño de cama	22 cm × 22 cm
Temperatura de extrusión	215 °C
Temperatura de la base	70 °C
Altura de capa (modo draft)	0.2 mm
Altura de capa (modo normal)	0.15 mm
Flujo de material (Flow)	100 %
Espesor de pared (Shell thickness)	0.8 mm
Densidad de relleno (Infill density)	0.5 mm (ajustable)

Se recomienda utilizar filamento PLA de 1.75 mm, con buena calidad, para evitar problemas de adhesión o atascos durante la impresión.

Antes de iniciar una nueva impresión, se sugiere verificar la orientación de las piezas, los soportes necesarios y la adhesión a la cama según el modelo de impresora utilizado.

