

C I C E I I

Centro Inteligente de
Capacitación e Innovación
en Industria 4.0



Contenido

1. INTRODUCCIÓN	4
2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	5
2.1. DISEÑO EXTERIOR	5
2.2. COMPONENTES INTERNOS	7
2.3. DIAGRAMA DE CONEXIONES	8
3. OPERACIÓN DEL DISPOSITIVO	9
3.1. INSTALACIÓN	9
3.2. MODO APRENDIZAJE	12
3.3. MODO DETECCIÓN	19
3.4. POSIBLES ESTADOS MOSTRADOS EN EL EARS	21
3.5. BATERÍA Y CARGA DEL DISPOSITIVO	21
4. ASOCIACIÓN A PLATAFORMA CICEII	23

1. INTRODUCCIÓN

Los dispositivos de monitoreo E.A.R.S (Electronic Acoustic Revision System por sus siglas en inglés) tienen el propósito de ser la interfaz de conexión entre la máquina herramienta que desea monitorearse y el servidor que recibe los datos y clasifica el estado de la máquina. Los dispositivos se encargan de tomar muestras de audio de la máquina en un intervalo de tiempo determinado; estos datos son procesados y enviados al servidor asociados al EARS específico en el que se generaron.

Cada EARS en operación se asocia a una máquina específica, de forma que todos los datos obtenidos por medio de dicho dispositivo estén vinculados a la máquina en operación, teniendo la capacidad de determinar el estado en el que se encuentra en determinado momento. El propósito de este modelo es el de obtener información de operación de cada máquina y que pueda ser utilizarlo para toma de decisiones en base al funcionamiento real de la máquina.

A continuación, se describirán las partes principales que componen un EARS, su forma de operación y utilización, así como también su vínculo con la plataforma del CICEII.

2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

2.1. DISEÑO EXTERIOR



Figura 1: Vista Isométrica exterior 1

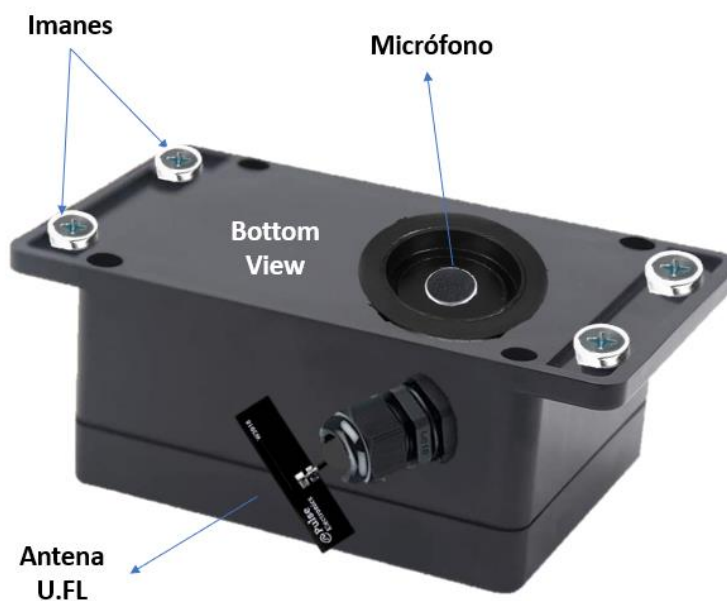


Figura 2: Vista Isométrica exterior 2

Componente:	Descripción de funcionamiento
<i>Interruptor de Apagado / Encendido</i>	Apagado y encendido del dispositivo.
<i>Interruptor de Selección de Modo</i>	Selección de modo: Detección o Aprendizaje.
<i>Conector de Carga</i>	Carga del dispositivo por medio de interfaz micro USB.
<i>LED indicador</i>	Indicador del estado de funcionamiento del dispositivo.
<i>Imanes</i>	Imanes para la instalación del dispositivo en máquina.
<i>Micrófono</i>	Adquisición de muestras de audio de la máquina.
<i>Antena U.FL</i>	Antena de conectividad Wi-Fi

Tabla 1: Descripción de componentes exteriores.

2.2.COMPONENTES INTERNOS

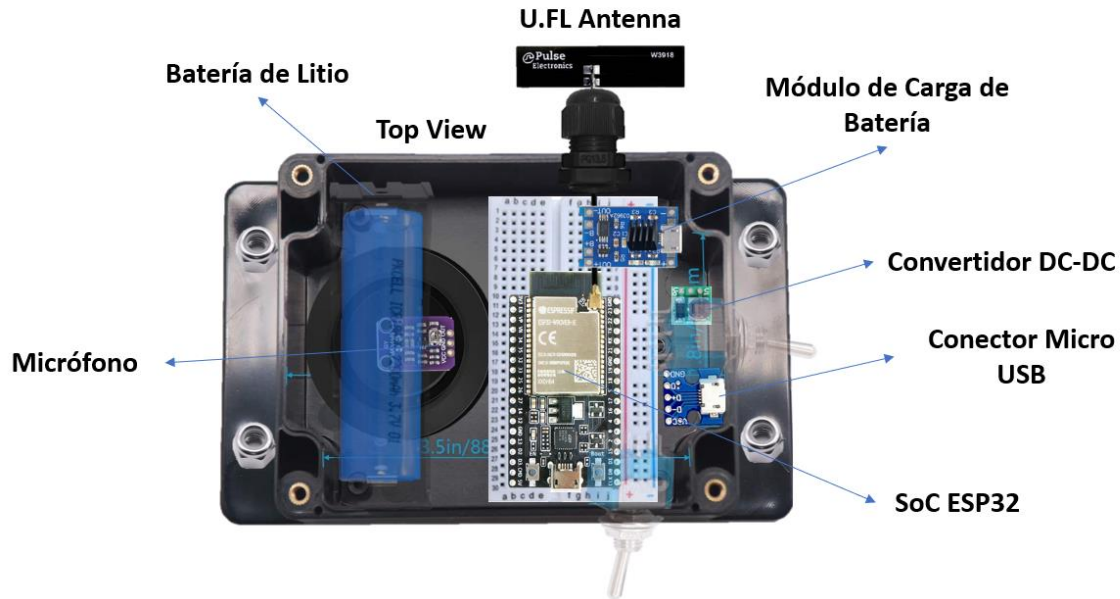


Figura 3: Vista superior del interior del EARS.

Componente:

Descripción de funcionamiento

Batería de Litio	Fuente de energía principal del dispositivo. 3.7 VDC 2500 mAh
Módulo de Carga de Batería	Módulo encargado de administrar la carga de la batería.
Convertidor DC-DC	Convertidor “booster” de voltaje 3.3 VDC a 5 VDC
SoC ESP32	Controlador principal del dispositivo. Cuenta con procesador, memoria, entradas y salidas análogas y digitales. Incorpora conectividad Wi-Fi y Bluetooth.

Tabla 2: Descripción de componentes interiores.

2.3. DIAGRAMA DE CONEXIONES

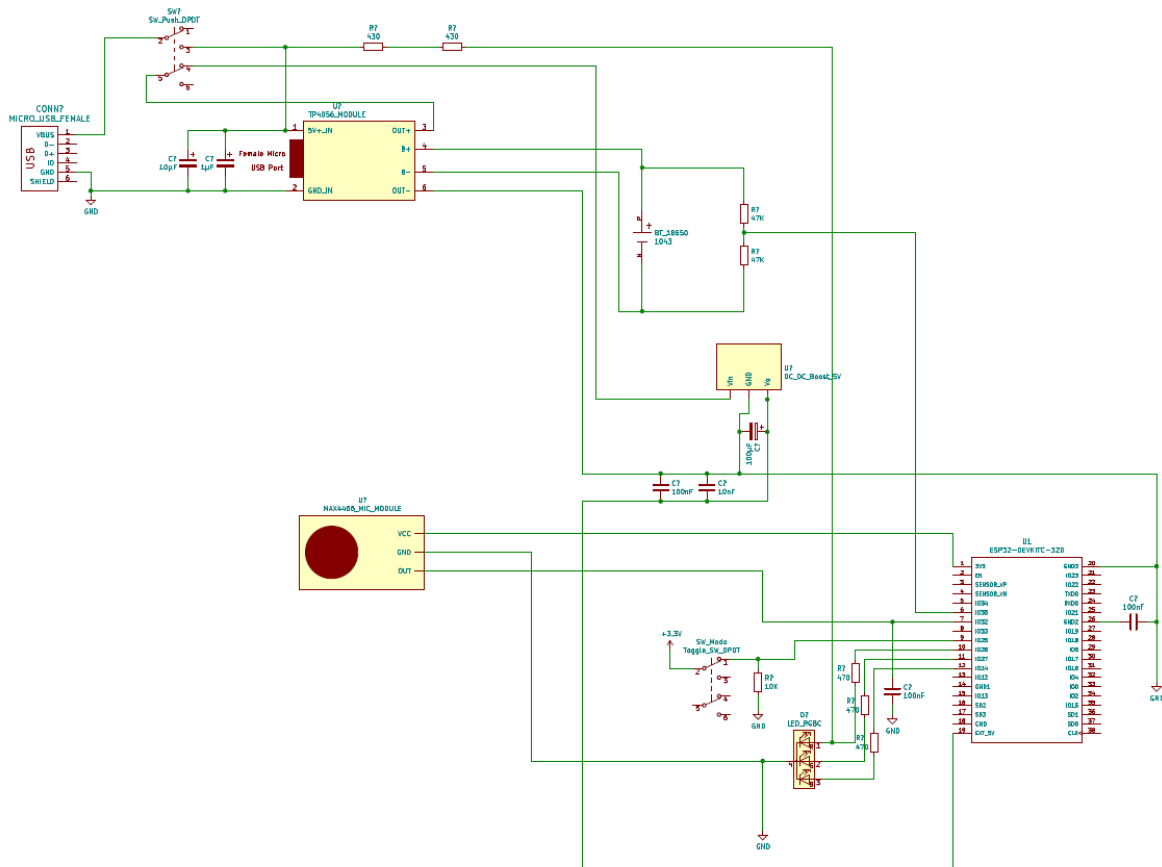


Figura 4: Diagrama de conexiones del EARS.

3. OPERACIÓN DEL DISPOSITIVO

3.1. INSTALACIÓN

Debido a que el modo de operación y detección del EARS es en base a sonido, los resultados de detección variarán considerablemente en base al tipo de máquina, tipo de proceso y maquinado, posición de la máquina dentro de la planta, ruido ambiental y posicionamiento del dispositivo.

Es por esta razón que el instalador deberá evaluar la mejor posición de instalación del EARS en la máquina de forma que el micrófono pueda detectar claramente los cambios de sonido dentro de la máquina y al mismo tiempo esté lo más aislado posible del ruido exterior. La instalación es sencilla, solamente se requiere de una superficie ferrosa (normalmente lámina de acero) y colocar el EARS en ella, los imanes lo sostendrán en su lugar.

La primera opción (y menos recomendada) sería su instalación externa a la máquina, solamente si la vibración / sonido de maquinado es suficientemente fuerte para ser detectado por el dispositivo a través de la pared de la máquina:

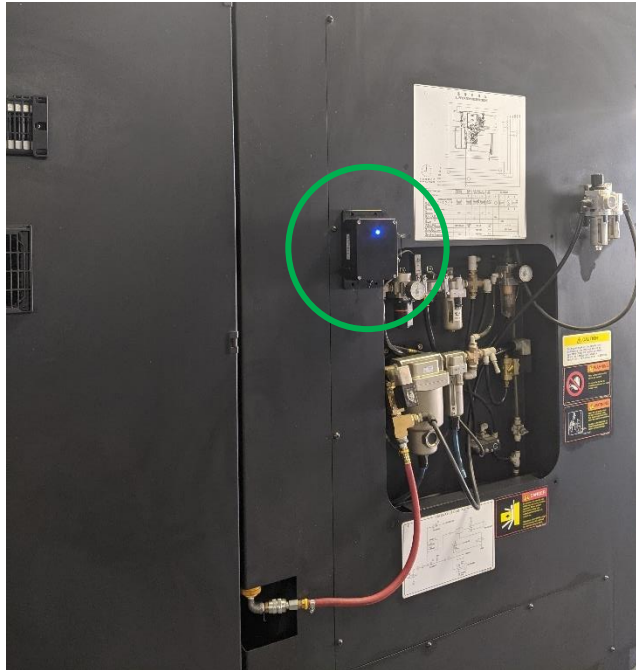


Figura 5: Instalación externa.

La segunda opción (y más recomendable) es la instalación del EARS dentro del gabinete de la máquina, en donde el dispositivo está más aislado del ruido externo, y a su vez puede ser instalado en un lugar más óptimo para la detección del sonido del maquinado, por ejemplo, en paralelo a la zona de movimiento del husillo de la máquina:

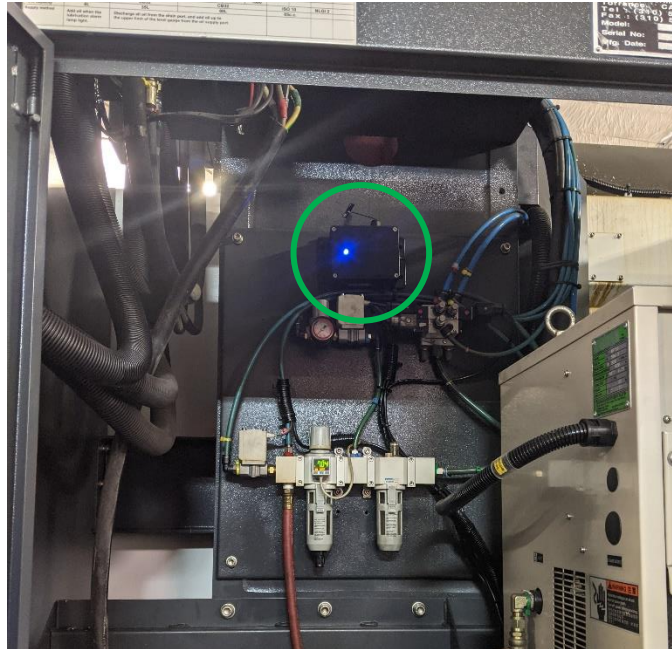


Figura 6: *Instalación en gabinete interno.*

Lineamientos Generales:

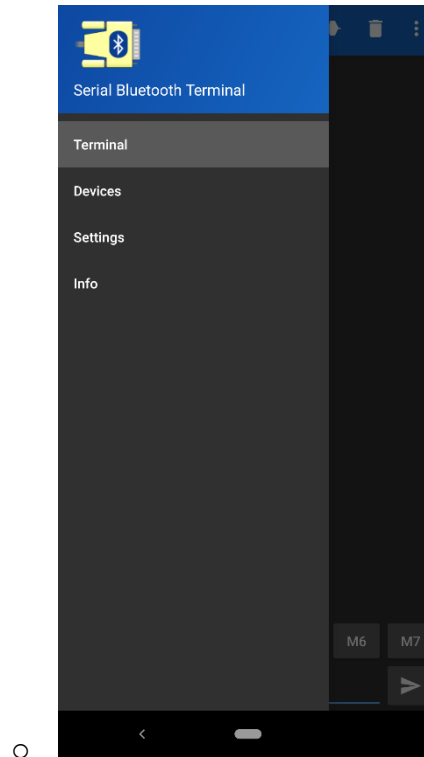
- El dispositivo no deberá exponerse a una zona de vibración demasiado fuerte, debido a que podría perder fricción y caer de su lugar.
- El dispositivo no debe de estar expuesto a agua, aceite ni ningún otro líquido, ni a zonas de humedad extrema (arriba de 70%).
- La zona designada a su instalación debe ser seleccionada debido a su alto aislamiento de ruido externo y buena detección de vibración / sonido de la máquina trabajando.

3.2. MODO APRENDIZAJE

El modo aprendizaje está diseñado para que un usuario pueda conectarse por medio de Bluetooth al EARS y enviar comandos indicando si la máquina se encuentra en uno de los 3 estados principales: Apagada, Encendida y Operación. El usuario es el responsable de indicar el momento en el que la máquina está en determinado estado, por lo cual es crítico que sean correctos, debido a que estos datos enviados serán aquellos que el algoritmo de aprendizaje en el servidor utilizará para crear los perfiles de detección para la máquina en cuestión. En pocas palabras, entre menos fiables sean estas muestras, menor la calidad de detección que se obtendrá del dispositivo.

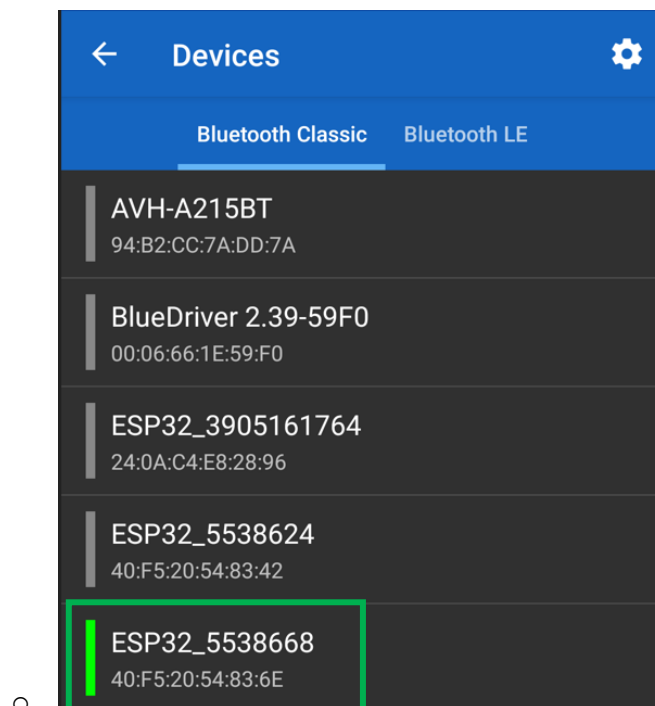
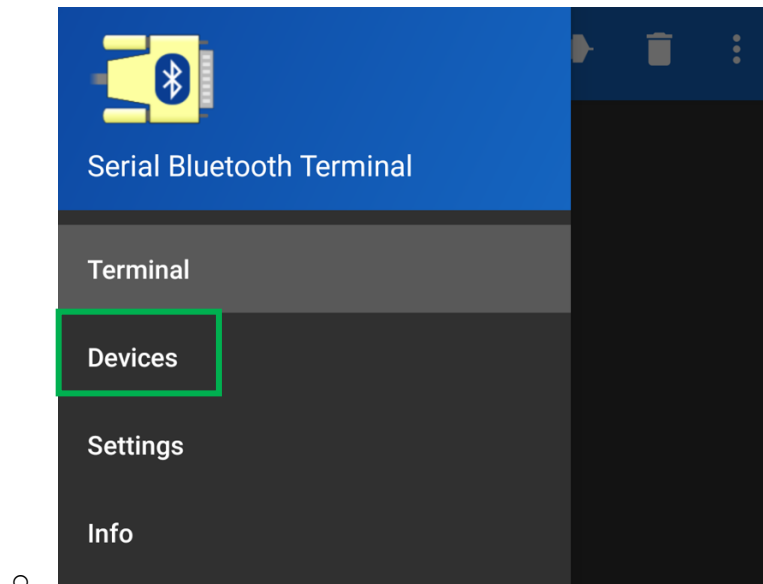
- **Activar el modo Aprendizaje:**
 - Encender el dispositivo.
 - Cambiar posición del interruptor “Apagado / Encendido” a encendido.
 - Cambiar el interruptor de selección de modo al modo “Aprendizaje”
 - Para verificar que el modo aprendizaje se está ejecutando, observe el LED indicador, si parpadea intermitentemente en color azul, entonces el modo es correcto.

- En caso de ver otra secuencia de colores / otro comportamiento, apague el dispositivo, cambie la posición del interruptor de selección de modo, y vuelva a encender el dispositivo.
- **Conexión Bluetooth al EARS en modo Aprendizaje:**
 - Instalar aplicación de conectividad Serial por medio de Bluetooth.
 - La opción principal y la que se utilizará de base para este manual es la aplicación “Serial Bluetooth Terminal” siendo utilizada en la plataforma Android, sin embargo, existen otras opciones de conectividad serial BT que también son válidas, incluso para otras plataformas, ejemplo iOS, Windows, etc.



- Desde el dispositivo en el que se use la aplicación (Teléfono inteligente Android es usado como ejemplo) abrir la configuración BT y realizar una nueva búsqueda de dispositivos y realizar la conexión.
 - El nombre de la conexión BT de cada EARS tendrá el siguiente formato: ESP32_”ID EARS”, donde ID EARS simboliza el identificador único de 7 dígitos de cada EARS.
- Una vez que se ha agregado y conectado el EARS al dispositivo en cuestión, se puede verificar una conexión satisfactoria si el LED indicador del EARS muestra un color azul sólido, sin intermitencia.

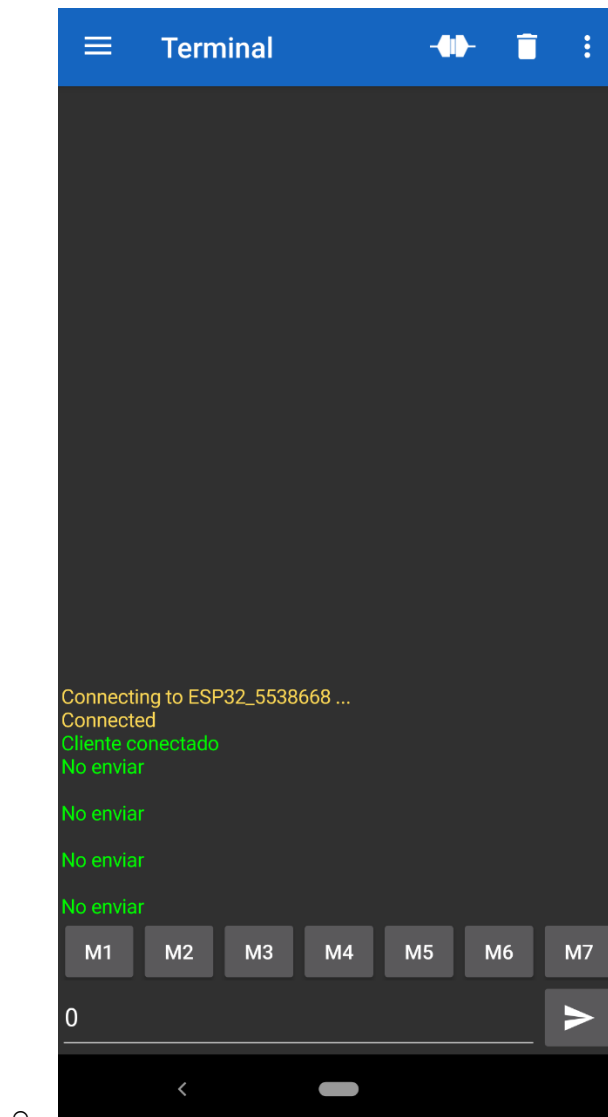
- Desde la aplicación Serial Bluetooth Terminal, se inicia la conectividad serial seleccionando el dispositivo desde el menú desplegable:



- Una vez seleccionado el dispositivo correcto, se mostrará el icono de conexión activo:



- Automáticamente después de establecer la conexión, la pantalla comenzará a mostrar la información enviada por el EARS, que en primera instancia será el mensaje "Cliente conectado" seguido de el mensaje "No enviar" continuo:

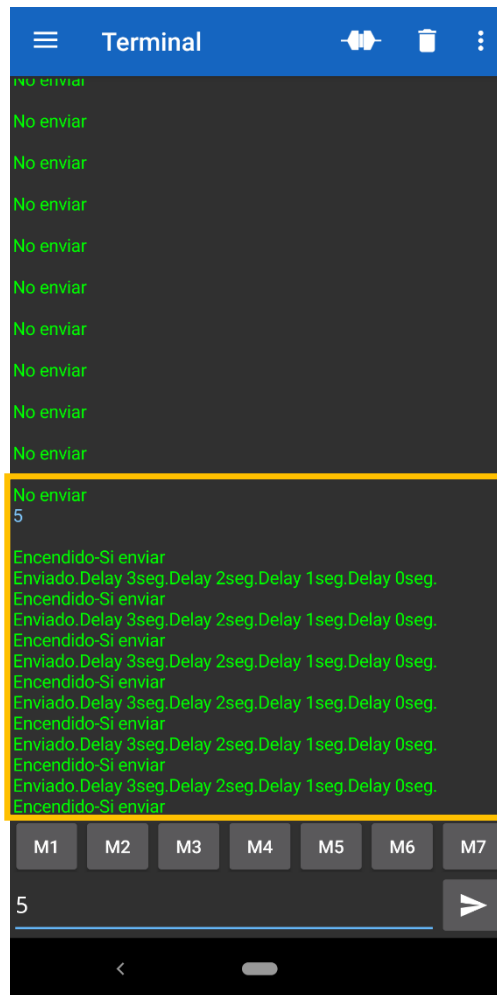


- En este punto, el EARS está listo para ser comandado, pero no enviará dato alguno si no hasta que se le envíe el comando correcto.
- Los posibles comandos son los siguientes (En rojo es el número que deberá escribirse y enviarse al EARS, el significado de dicho comando se explica abajo):

Caracter 0	Caracter 4	Caracter 5	Caracter 6
Bit 0: 0	Bit 0: 0	Bit 0: 1	Bit 0: 0
Bit 1: 0	Bit 1: 0	Bit 1: 0	Bit 1: 1
Bit 2: 0	Bit 2: 1	Bit 2: 1	Bit 2: 1
Bit 3: 0	Bit 3: 0	Bit 3: 0	Bit 3: 0
Bit 4: 1	Bit 4: 1	Bit 4: 1	Bit 4: 1
Bit 5: 1	Bit 5: 1	Bit 5: 1	Bit 5: 1
Bit 6: 0	Bit 6: 0	Bit 6: 0	Bit 6: 0
Ultimo estado: 48	Ultimo estado: 49	Ultimo estado: 52	Ultimo estado: 53
Estado:	Estado: Apagada	Estado: Encendida	Estado: Operación
¿Enviar datos? NO	¿Enviar datos? SI	¿Enviar datos? SI	¿Enviar datos? SI
Señal	Señal	Señal	Señal
Envío: 0	Envío: 0	Envío: 0	Envío: 0

Tabla 3 – Posibles comandos enviados al EARS y su significado.

- En la tabla 1 se puede observar en rojo el número que deberá enviarse al EARS. El campo Estado indica el significado del dato actual, es decir, si el usuario observa la máquina operando, enviará el número “6” al EARS.
- Una vez que se envía cualquiera de los 3 posibles estados (4, 5 o 6) el EARS enviará muestras de audio continuamente cada 3 segundos, como se muestra en la pantalla siguiente:



- Según el comando enviado, se mostrarán los mensajes de retroalimentación del EARS indicando el estado ingresado, y justo después la retroalimentación del envío de datos, donde un envío satisfactorio se indicará como “Enviado” y un envío insatisfactorio se indicará como “No enviado”.
- Mientras se esté conectado al EARS y el comando no se cambie, se seguirán enviando muestras de audio cada 3 segundos. Para dejar de enviar muestras, deberá enviarse el

número “0”, lo cual dejará al EARS en un estado de espera sin enviar ninguna muestra.

3.3. MODO DETECCIÓN

El modo detección está diseñado para que el EARS automática y continuamente tome muestras de audio cada 30 segundos, se conecte a la red Wi-Fi preconfigurada y envíe los datos al servidor. En este modo, el EARS en sí mismo no puede “saber” o detectar el estado en el que se encuentra la máquina, así que solamente envía la muestra al servidor con una serie de etiquetas de identificación. Como los datos de aprendizaje debieron de haber sido previamente ingresados, el servidor debería de ser capaz de tomar la muestra enviada en el modo detección, compararla con los datos de aprendizaje (perfil de estado de máquina) e identificarlo como alguno de los 3 posibles: Apagada, Encendida y Operación. En caso de que no pueda identificarse, el dato permanece identificado como “Desconocido”.

- **Activar el modo Detección:**
 - Encender el dispositivo:
 - Cambiar posición del interruptor “Apagado / Encendido” a encendido.
 - Cambiar el interruptor de selección de modo al modo “Detección”

- Para verificar que el modo aprendizaje se está ejecutando, observe el LED indicador, si se muestra un color morado en algún momento del ciclo, entonces es correcto.
- En caso de ver otra secuencia de colores / otro comportamiento (por ejemplo, LED azul intermitente / sólido), apague el dispositivo, cambie la posición del interruptor de selección de modo, y vuelva a encender el dispositivo.
- **Ciclo de Ejecución de modo “Detección”**
 - El EARS “despierta” del modo reposo
 - Se obtiene una muestra de audio y se realiza la conversión y manejo de los datos para envío
 - Se agrupan y ordenan los datos finales
 - Se establece la conexión Wi-Fi
 - Se da retroalimentación si la conexión Wi-Fi fue satisfactoria o no (ver “3.4 POSIBLES ESTADOS MOSTRADOS EN EL EARS” para la especificación del comportamiento del LED)
 - Si la conexión fue satisfactoria, se muestra el LED con color azul y verde intercalándose 3 veces cada uno. Si no, entonces el LED parpadeará 3 veces en color rojo.
 - Se da retroalimentación si se pudieron enviar los datos o no.
 - El LED muestra un color verde si se pudieron enviar los datos al servidor, rojo si no.

- El EARS entra en modo “reposo” donde el controlador activa el modo ahorro de energía durante el tiempo restante hasta cumplir 30 segundos, donde inicia el nuevo ciclo.
- Este es el modo normal de operación del EARS, y el que se ejecutará una vez que se hayan enviado suficientes muestras de aprendizaje al servidor.

3.4. POSIBLES ESTADOS MOSTRADOS EN EL EARS

A continuación, una tabla con todos los posibles estados del LED de retroalimentación incluido en el EARS:

Color LED indicador	Significado
Blanco	Inicialización / Reinicio
Morado	Modo Detección
Verde	Envío satisfactorio de JSON
Rojo	Error de envío de JSON
Rojo Parpadeo 3 Veces	No se pudo conectar a Wi-Fi
Azul / Verde parpadeo	Conexión Wi-Fi satisfactoria
Rojo / Verde parpadeo	No se pudo obtener fecha y hora. Error al generar JSON
Azul / Azul Parpadeo	Modo Aprendizaje (BT)

Tabla 4: Posibles estados mostrados en el LED indicador del EARS.

3.5. BATERÍA Y CARGA DEL DISPOSITIVO

El EARS cuenta con una batería recargable de iones de litio que le permite operar durante 30 horas continuamente sin la necesidad de recarga. Después de este tiempo, el dispositivo deberá apagarse y cargarse antes de ser usado nuevamente.

Indicaciones generales:

- El dispositivo podrá funcionar en modo “Detección” durante 30 horas continuas.
- Para poder realizar la recarga de energía del EARS, el dispositivo deberá estar apagado y conectado al cargador por medio de un cable micro USB.
- Para llegar a una batería llena, el tiempo de recarga es de 5 horas, en caso de que el dispositivo estuviera completamente descargado.
- Al conectar el EARS apagado al cargador, se mostrará el LED indicador en color rojo sólido.
- No existe retroalimentación para mostrar que el dispositivo está completamente cargado, pero el tiempo de 5 horas es suficiente para cualquier recarga.

4. ASOCIACIÓN A PLATAFORMA CICEII