



UNIÓN DE ASOCIACIONES
DE INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES Y GRADUADOS
EN LA INGENIERÍA DE LA
RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA

UNIÓN DE ASOCIACIONES DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES Y GRADUADOS EN INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA (UAIIE)

“CONVOCATORIA 2026”

XI PREMIO NACIONAL DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN
TECNOLÓGICA

Título del Trabajo:

***“NEUROBAND, PULSERA INTELIGENTE PARA
DETECCIÓN DE ATAQUES EPILÉPTICOS”***

AUTOR/ES:

**JESUS GIL MARTINEZ
PATXI VERGARA RUIZ DE AZUA
FERMIN VALERIO PALACIO
LEONARDO FRANCO CÁRDENAS DE LA CRUZ
RODRIGO MUSITU URCEY**

BLOQUE TEMÁTICO:

INDUSTRIA 4.0

NIVEL EDUCATIVO:

GRADO SUPERIOR (CURSO ESPECIALIZACIÓN)

COORDINADOR:

JONATHAN CARRANZA PASCUAL

MARZO DE 2026



ÍNDICE

<u>1.</u>	RESUMEN	3
<u>2.</u>	PALABRAS CLAVE	4
<u>3.</u>	INTRODUCCIÓN	4
<u>4.</u>	OBJETIVOS	6
<u>5.</u>	METODOLOGIA	8
<u>6.</u>	RESULTADOS	12
<u>7.</u>	CONCLUSIONES	15
<u>8.</u>	REFERENCIAS	17

1. RESUMEN

El proyecto **Neuroband** consiste en el diseño y prototipado de una **pulsera/brazalete inteligente** basada en tecnología Arduino, orientada a la **detección temprana de ataques epilépticos**. El sistema integra el sensor biométrico MAX30102, capaz de monitorizar de forma no invasiva parámetros fisiológicos como la frecuencia cardíaca y la saturación de oxígeno en sangre.

En el contexto de la epilepsia, las crisis pueden clasificarse de forma general en dos tipos: **motoras** y **no motoras**. Las crisis motoras incluyen manifestaciones como las crisis tónico-clónicas generalizadas (CGTC), caracterizadas por rigidez y movimientos rítmicos de las extremidades, así como crisis atónicas (pérdida del tono muscular), tónicas (rigidez mantenida) y mioclónicas (movimientos breves e involuntarios). Por otro lado, las crisis no motoras pueden implicar desconexión del entorno, incapacidad para hablar o sensaciones subjetivas como una percepción ascendente desde el estómago.

Dado este contexto, **el sistema Neuroband se enfoca principalmente en la detección de crisis con componente motor**, ya que estas generan patrones de movimiento identificables. Para ello, se propone el **uso combinado de variables fisiológicas y cinemáticas**. En particular, se considera relevante la **detección de movimientos rítmicos de las extremidades durante un intervalo aproximado de entre 20 y 30 segundos**, umbral coherente con la duración típica de las crisis tónico-clónicas generalizadas.

Adicionalmente, se incorpora el análisis de la frecuencia cardíaca como parámetro complementario. La detección simultánea de movimientos rítmicos sostenidos junto con un aumento significativo de la frecuencia cardíaca permitiría generar una señal de alerta con mayor precisión. Los **datos obtenidos se procesan en tiempo real** mediante el microcontrolador y **se transmiten a través de Bluetooth a una aplicación móvil desarrollada con App Inventor**. Esta aplicación analiza la información recibida y, en caso de **detectar anomalías** compatibles con un posible **episodio epiléptico**, activa automáticamente alertas de emergencia y genera **alarmas acústicas en el móvil**.



2. PALABRAS CLAVE

- Neuroband.
- MAX30102.
- Arduino.
- App Inventor.
- Epilepsia.
- Monitorización Biométrica.
- Salud Digital.

3. INTRODUCCIÓN

La **epilepsia** es un trastorno neurológico crónico que **afecta a millones de personas** en todo el mundo, y **en el caso de los niños, presenta un desafío aún mayor, especialmente durante el sueño**. Muchas crisis epilépticas ocurren por la noche, cuando la supervisión es más limitada, lo que puede generar una gran preocupación en las familias debido al riesgo de que no se detecten a tiempo.

Ante esta situación, la tecnología ofrece una oportunidad clave para desarrollar soluciones accesibles que permitan **una vigilancia continua sin interferir en el descanso del niño**. En este contexto surge Neuroband, una pulsera inteligente diseñada específicamente para ser utilizada durante el sueño, cómoda y no invasiva, capaz de monitorizar constantes vitales relevantes que puedan indicar el inicio de una crisis.

El sistema se basa en el **uso de hardware abierto como Arduino** y en el **desarrollo de una aplicación móvil mediante App Inventor**, lo que permite crear una **solución de bajo coste y fácilmente adaptable**. La pulsera recoge datos en tiempo real y, en caso de detectar valores anómalos o patrones asociados a una posible crisis, envía automáticamente una alerta a un teléfono móvil a través de una aplicación.

De este modo, Neuroband **no solo permite una supervisión constante durante la noche, sino que también garantiza una respuesta rápida por parte de los padres o cuidadores**. El objetivo es mejorar la seguridad del niño mientras duerme, reducir la ansiedad de las familias y proporcionar una herramienta eficaz que contribuya a una mejor calidad de vida.



4. OBJETIVOS

Objetivos generales

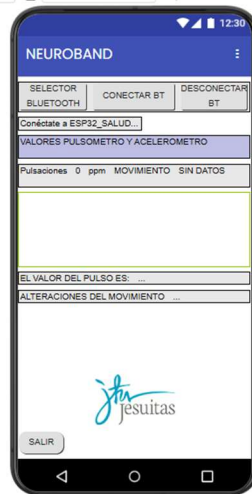
El objetivo principal de este proyecto es crear una pulsera que, al estar en contacto con la piel, te analice las constantes vitales y así pueda mandar un aviso o señal a una aplicación conectada por Bluetooth cuando el cuerpo de la persona portadora de la pulsera esté sufriendo una crisis epiléptica.

- **Monitorizar las constantes vitales del usuario (BPM y SpO₂) mediante el sensor MAX30102 de forma continua.**

Desarrollar un sistema de adquisición de datos biométricos basado en el sensor MAX30102, capaz de medir de forma no invasiva la frecuencia cardíaca (BPM) y la saturación de oxígeno en sangre (SpO₂). Se busca garantizar una lectura estable, precisa y en tiempo real mediante el uso del protocolo I2C y la implementación de algoritmos de filtrado y promediado de señal que reduzcan el ruido y mejoren la fiabilidad de los datos obtenidos. Además, se plantea la integración de un acelerómetro ADXL345 para complementar la detección de movimientos bruscos asociados a crisis.

- **Desarrollar una aplicación móvil en App Inventor que reciba, visualice y genere alertas ante patrones asociados a crisis epilépticas.**

Diseñar una aplicación móvil utilizando MIT App Inventor que permita recibir los datos biométricos enviados por Bluetooth desde la pulsera. La app deberá mostrar en tiempo real los valores registrados mediante representaciones gráficas intuitivas, facilitar el seguimiento del estado del usuario y activar notificaciones automáticas cuando se detecten valores fuera de los rangos de seguridad previamente establecidos. Asimismo, deberá incorporar sistemas de aviso sonoro, vibración o envío de mensaje de emergencia.



- **Garantizar una comunicación estable y redundante entre la pulsera y el teléfono móvil para minimizar fallos de alerta.**

Implementar un sistema de comunicación inalámbrica basado en Bluetooth que asegure la transmisión continua de datos sin pérdidas significativas. Se pretende optimizar la estabilidad de la conexión mediante control de errores, verificación de recepción y reconexión automática en caso de desconexión. Este objetivo es clave para asegurar la fiabilidad del sistema en situaciones críticas donde una interrupción en la comunicación podría comprometer la seguridad del usuario.

- **Integrar la pulsera con sistemas de asistencia externa, como dispositivos robóticos, para detener cualquier actividad de riesgo en caso de emergencia.**

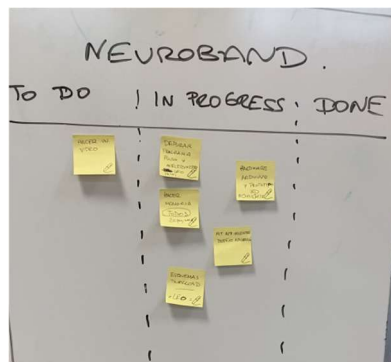
Desarrollar un protocolo de actuación que permita que la pulsera envíe una señal externa cuando se detecte una anomalía fisiológica grave. Como prueba de concepto, se plantea la integración con el brazo robótico xArm 2.0, logrando la interrupción inmediata de su funcionamiento ante una alerta. Este objetivo refuerza el enfoque de Industria 4.0, conectando dispositivos biométricos con sistemas automatizados para aumentar la seguridad en entornos industriales o educativos.



5. METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto se dividió en dos partes principales:

Por un lado, la conexión y programación de los sensores, y por otro, la lógica para interpretar los datos obtenidos.



Parte 1. Hardware y Programación

Sensores utilizados

Se utilizaron dos dispositivos principales:

- MAX30102: sensor de pulsaciones
- ADXL345: acelerómetro
- ESP-32D: placa usada para la conexión bluetooth.

Los sensores funcionan mediante el protocolo I2C, lo que permite conectarlos a los mismos pines de la placa.

Conexiones

Las conexiones realizadas fueron:

- SDA → pin 18
- SCL → pin 19
- VCC y GND → alimentación común

De esta forma, los dos sensores pueden comunicarse correctamente con el ESP32.

Funcionamiento del sensor de pulso

El MAX30102 mide las pulsaciones usando luz:

- emite luz en el dedo
- detecta cómo cambia al pasar la sangre
- esos cambios corresponden a los latidos

Para calcular las pulsaciones:

- se detectan los latidos
- se mide el tiempo entre ellos
- se calcula el valor en BPM (latidos por minuto)

Además, se aplican algunos filtros para mejorar la medición:

- se eliminan valores demasiado bajos o altos
- se suavizan los datos usando un promedio
- se aplica un pequeño ajuste para mejorar la precisión

Según ese valor, se clasifica el movimiento en:

- bajo (Valor inferior a 60 BPM)
- medio (ENTRE 60-120 BPM)
- alto (valor Superior a 120 BPM)

Funcionamiento del acelerómetro

El ADXL345 mide el movimiento en tres direcciones (X, Y, Z).

Su función en el proyecto es:

- detectar si la persona se está moviendo
- saber si la medición puede ser poco fiable
- ayudar a interpretar mejor los datos del pulso

Para ello, se calcula cuánto cambia la posición entre lecturas.

Según ese valor, se clasifica el movimiento en:

- bajo
- medio
- alto



Parte 2. Lógica de Detección

En esta parte se desarrolló el sistema que interpreta los datos y toma decisiones.

Detección del dedo

Uno de los problemas principales fue saber cuándo el dedo está bien colocado.

Para solucionarlo:

- se analiza la señal del sensor
- no se toma una decisión inmediata
- se espera unos segundos antes de considerar que no hay dedo

Esto evita errores cuando:

- el dedo se mueve
- no está bien colocado
- hay cambios en la presión

Sistema de alertas

Se definió un rango de pulsaciones normales:

- entre 60 y 120 BPM

Si el valor se sale de ese rango:

- el sistema genera una alerta

Además, se tiene en cuenta el movimiento:

- si no hay movimiento → la alerta es más precisa
- si hay mucho movimiento → la medición puede no ser fiable

Envío de datos por Bluetooth

El sistema envía la información mediante Bluetooth a una aplicación externa.

Los datos que se envían son:

- pulsaciones (BPM)
- nivel de movimiento
- estado del sistema

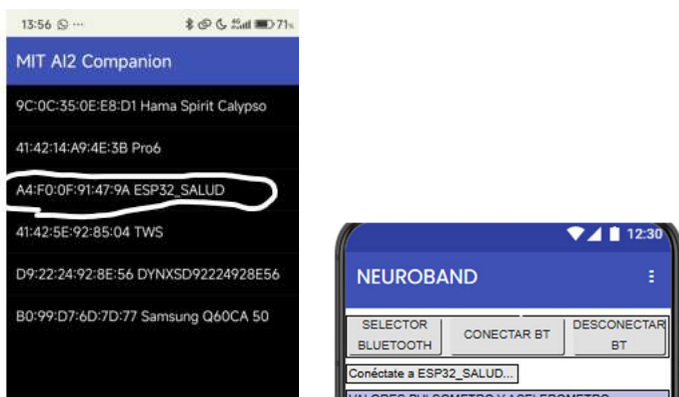
Esto permite visualizar la información en tiempo real desde otro dispositivo.



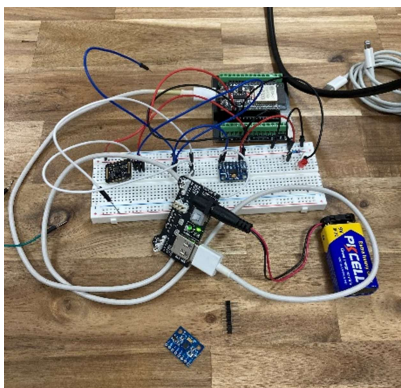
6. RESULTADOS

Tras la fase de diseño, implementación y pruebas del sistema Neuroband, se ha obtenido un prototipo funcional y operativo capaz de monitorizar en tiempo real las constantes vitales del usuario y actuar ante situaciones anómalas. El dispositivo ha demostrado un correcto funcionamiento en la adquisición de datos biométricos, la frecuencia cardíaca (BPM) y la saturación de oxígeno en sangre (SpO_2), mediante el sensor MAX30102.

Durante las pruebas realizadas, el sistema ha sido capaz de detectar variaciones bruscas en el pulso y valores fuera de los rangos considerados normales, activando de manera inmediata la señal de alerta programada. La comunicación Bluetooth entre la pulsera y la aplicación móvil se ha mostrado **estable y fiable**, permitiendo la visualización continua de los datos biométricos y la generación de avisos en tiempo real.



Con el fin de mostrar la implementación práctica del sistema desarrollado, en la imagen se presenta el esquema eléctrico del dispositivo NEUROBAND.

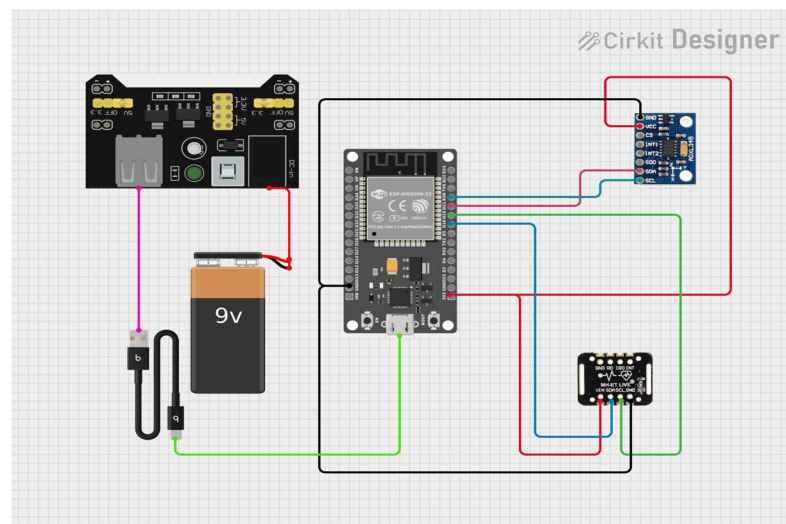


En este esquema se puede observar la conexión entre los diferentes componentes electrónicos, así como la forma en la que se distribuye la alimentación y comunicación entre ellos.

El sistema se basa en un microcontrolador ESP32 como elemento central del sistema, se encarga de recibir datos del sensor biométrico y gestionarlo en tiempo real. Entre los componentes destaca el sensor de frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno, para monitorizar las constantes vitales, así como el acelerómetro que permitirá detectar posibles movimientos bruscos o caídas que puedan estar relacionadas con una situación de riesgo.

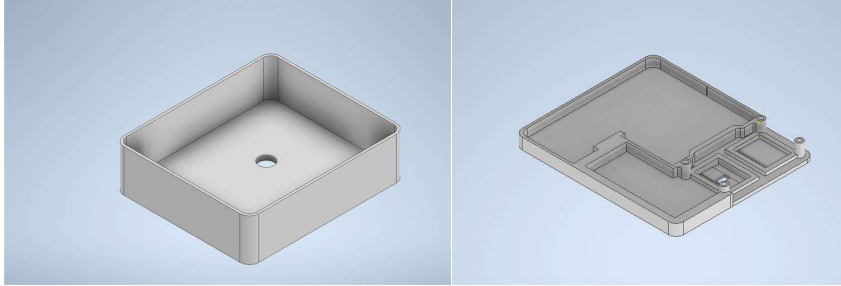
Además se incluye el sistema de alimentación mediante batería, para que el dispositivo pueda funcionar de forma portátil, característica fundamental en una pulsera de monitorización continua.

Este diagrama dentro de los resultados ha sido clave, ya que ha permitido verificar que todas las conexiones son correctas y que la integración de todos los elementos funcionan de manera conjunta y estable.



Para albergar este conjunto tecnológico, se ha diseñado una **carcasa personalizada** mediante fabricación aditiva (impresión 3D), utilizando materiales ligeros y biocompatibles.

El diseño de la envolvente se ha optimizado para garantizar la **estanqueidad** relativa de los componentes frente al sudor y la humedad, manteniendo al mismo tiempo un factor de forma compacto.

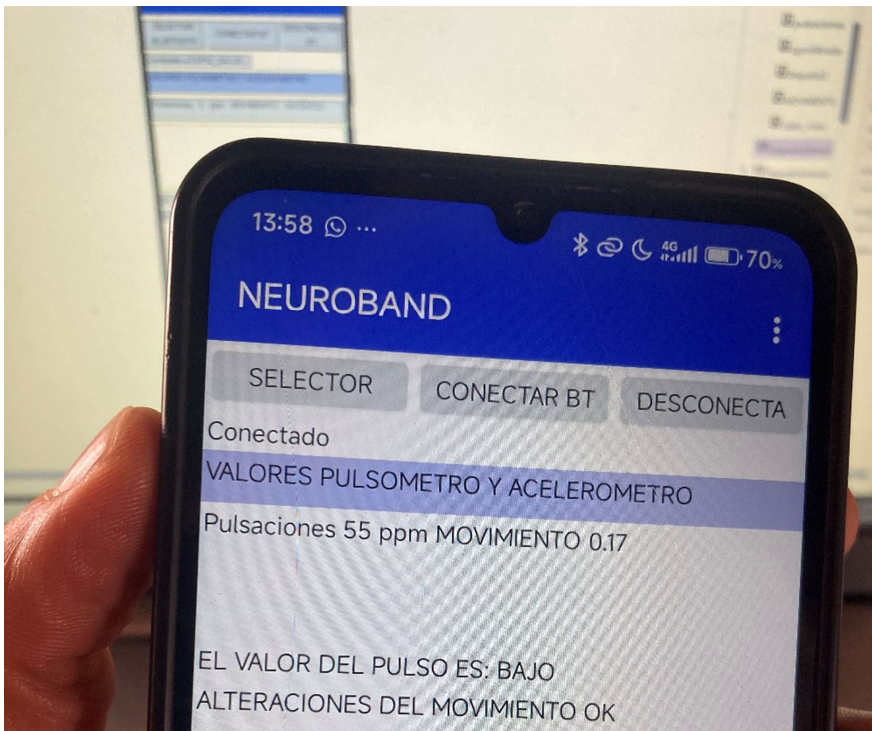


Se han integrado aperturas estratégicas para asegurar que el sensor MAX30102 mantenga un **contacto constante y firme con la piel**, requisito indispensable para evitar ruidos en la señal de PPG (fotopletismografía) durante el movimiento del usuario



7. CONCLUSIÓN

El proyecto Neuroband ha demostrado la viabilidad de desarrollar un sistema portátil de monitorización biométrica orientado a la detección temprana de crisis epilépticas mediante el uso de tecnologías accesibles como Arduino, sensores biométricos y aplicaciones móviles. A lo largo del desarrollo, se ha logrado diseñar e implementar un prototipo funcional capaz de adquirir, procesar y transmitir datos en tiempo real, generando alertas ante situaciones potencialmente peligrosas para el usuario.



Los resultados obtenidos confirman que la combinación de variables fisiológicas, como la frecuencia cardíaca, junto con el análisis del movimiento, permite mejorar la fiabilidad en la detección de eventos anómalos. Además, la correcta integración entre hardware y software va a ser clave para garantizar una comunicación estable y una respuesta rápida del sistema.



No obstante, **al tratarse de un prototipo**, el sistema **presenta ciertas limitaciones**, como la necesidad de realizar **pruebas más extensas en condiciones reales**, mejorar la precisión de los algoritmos de detección y optimizar el consumo energético del dispositivo. Estas **limitaciones abren la puerta a futuras líneas de mejora**, como la incorporación de técnicas de inteligencia artificial, la ampliación del número de sensores o la integración con sistemas médicos profesionales.

En conclusión, **Neuroband representa una solución innovadora dentro del ámbito de la salud digital y la Industria 4.0**, sentando las bases para el desarrollo de dispositivos inteligentes capaces de aumentar la seguridad y la autonomía de las personas con epilepsia, contribuyendo de forma significativa a mejorar su calidad de vida.

8. REFERENCIAS

Arduino. (s.f.). *Arduino Project Hub*.

Recuperado de <https://projecthub.arduino.cc/>

Federación Española de Epilepsia. (s.f.). *FEDE: Federación Española de Epilepsia*.

Recuperado de <https://fedeepilepsia.org/>

Asociación Nacional de Personas con Epilepsia. (s.f.). *ANPE Epilepsia*.

Recuperado de <https://www.anpeepilepsia.org/>

Sociedad Española de Neurología. (s.f.). *Sociedad Española de Neurología (SEN)*.

Recuperado de <https://www.sen.es/>

Sociedad Española de Epilepsia. (s.f.). *Sociedad Española de Epilepsia (SEEP)*. Recuperado de <https://www.seepnet.es/>

Fundación del Cerebro. (s.f.). *Fundación del Cerebro*.

Recuperado de <https://www.fundaciondelcerebro.es/>

Federación Española de Enfermedades Raras. (s.f.). *FEDER*.

Recuperado de <https://www.enfermedades-raras.org/>

Instituto Europeo de Salud y Bienestar Social. (2025). *Apoyo a las personas con epilepsia*.

Recuperado de <https://institutoeuropeo.es/>

Ministerio de Sanidad de España. (s.f.). *Información sobre enfermedades neurológicas*.

Recuperado de <https://www.sanidad.gob.es/>

Massachusetts Institute of Technology. (s.f.). *MIT App Inventor documentation*.

Recuperado de <https://appinventor.mit.edu/>



Maxim Integrated. (s.f.). *MAX30102: High-sensitivity pulse oximeter and heart-rate sensor for wearable health (datasheet)*.

Recuperado de <https://www.analog.com/>

Hiwonder. (s.f.). *xArm 2.0 robotic arm user manual*.

Recuperado de <https://www.hiwonder.com/>

Organización Mundial de la Salud. (s.f.). *Epilepsia*.

Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/epilepsy>



ANEXOS

1. Enlace al vídeo del proyecto:

<https://youtu.be/Zw22JEUzuyA>

2. Código Arduino

<https://drive.google.com/drive/folders/1r5SXXqTsLfLz22Jui1sAXdjtC7jzKYD9?usp=sharing>

g

3. Programación bloques app inventor

```

cuando SALIR .Clic
ejecutar
  cerrar la aplicación

cuando Selector BT .AntesDeSelección
ejecutar
  poner Selector BT .Elementos como ClienteBluetooth1 .DireccionesYNombres

cuando Selector BT .DespuésDeSelección
ejecutar
  poner ESTADO BT .Texto como Selector BT .IndiceSelección

cuando CONECTAR .Clic
ejecutar
  poner Selector BT .Selección como llamar ClienteBluetooth1 .Conectar
  dirección Selector BT .Selección
  poner ESTADO BT .Texto como
  poner ESTADO BT .Texto como Conectado

cuando BT OFF .Clic
ejecutar
  llamar ClienteBluetooth1 .Desconectar
  poner ESTADO BT .Texto como Desconectado

inicializar global LISTA como [] crear una lista vacía

cuando Reloj1 .Temporizador
ejecutar
  si ClienteBluetooth1 .Conectado
  entonces
    si
    entonces
      llamar ClienteBluetooth1 .BytesDisponiblesParaRecibir 0
      entonces
        poner global LISTA a recorta texto llamar ClienteBluetooth1 .RecibirTexto
        númeroDeBytes llamar ClienteBluetooth1 .BytesDisponiblesParaRecibir
        en .
        seleccionar elemento de la lista tomar global LISTA
        poner valor_mov .Texto como seleccionar elemento de la lista tomar global LISTA
        poner Etiqueta5 .Texto como seleccionar elemento de la lista tomar global LISTA
        poner Etiqueta6 .Texto como seleccionar elemento de la lista tomar global LISTA
        si
        entonces
          seleccionar elemento de la lista tomar global LISTA
          entonces
            llamar POSIBLE_CRISIS .MuestraDiálogoMensaje
            mensaje posible crisis
            título ALERTA
            textoEnBotón ACEPTAR
            llamar Sonda1 .Reproducir
            llamar Sonda1 .Vibrar
            milisegundos 1000
  
```

