

MANUAL USUARIO

**Sensor de vibración
industrial con MQTT**



Escuela Colombiana de Ingeniería
Julio Garavito

Santiago Cortés Tovar
Anthony J. Gomez

Contenido

1.Introducción	
1.1 Descripción de Producto.....	
1.2 Características Principales	
1.3 Contenido del Paquete	
2.Advertencias de Uso	
2.1 Condiciones Ambientales de Operación	
2.2 Seguridad Eléctrica y Manejo de Batería	
2.3 Manipulación Física del Dispositivo	
3.Especificaciones Técnicas	
3.1 Características Físicas	
3.2 Características Operativas	
4.Instalación Rápida	
4.1 Montaje del Dispositivo en la Maquinaria	
4.2 Primer Encendido y Verificación de Estado...	
5.Configuración Básica	
5.1 Conexión LoRa	
5.2 Ajuste de Parametros	
6.Integración Aplicaciones MQTT	
6.1 Conexión Plataformas Genéricas	
7.Mantenimiento Básico	
8.Garantía	
9.Avisos Legales y Normativas	

1.Introducción

1.1 Descripción de Producto

El Dispositivo IoT de Monitoreo de Vibración de Maquinaria es una solución tecnológica avanzada diseñada para la supervisión continua y en tiempo real de la vibración en equipos industriales. Su propósito es facilitar el mantenimiento predictivo al permitir la detección temprana de anomalías, lo que contribuye a optimizar el rendimiento y prolongar la vida útil de la maquinaria crítica.

Este dispositivo se presenta en un formato compacto y robusto, protegido por una carcasa de plástico duradero (como ABS o PLA). Sus dimensiones finales, incluyendo la caja, no exceden los 100x100x60 milímetros, lo que asegura una fácil integración en diversos entornos industriales.

1.2 Características Principales

El Dispositivo IoT de Monitoreo de Vibración de Maquinaria ha sido diseñado con un enfoque en la fiabilidad, la eficiencia y la adaptabilidad a entornos industriales exigentes. Sus características principales son:

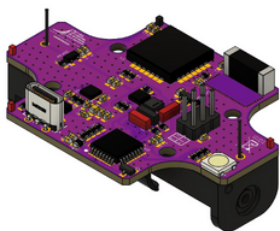
- **Sensado de Vibración Triaxial de Alta Precisión:** Equipado con un sensor de vibración capaz de medir movimientos en los tres ejes espaciales (X, Y y Z).
- **Conectividad LoRaWAN para Envío de Datos en Tiempo Real:** La integración de la tecnología LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) asegura una comunicación inalámbrica de bajo consumo y largo alcance. El dispositivo utiliza la banda AU915 Clase A para enviar los datos de vibración, nivel de batería y temperatura de forma periódica y en tiempo real.
- **Operación con Batería de Larga Duración (Mínimo 1 Año):** Una de las ventajas más significativas del dispositivo es su autonomía energética. Está optimizado para funcionar con batería por un mínimo de un año, con reportes cada 15 minutos.
- **Diseñado para Uso Industrial:** El dispositivo está concebido para resistir las condiciones típicas de los entornos industriales. Se presenta ensamblado en su propia caja de plástico tipo ABS, PLA, etc., que no supera las dimensiones de 100x100x60 milímetros. Esta construcción robusta y compacta facilita su montaje directo en la maquinaria, garantizando su durabilidad y desempeño en ambientes exigentes como fábricas, plantas de producción y otras instalaciones industriales.

1.3 Contenido del Paquete

Al adquirir su Dispositivo IoT de Monitoreo de Vibración de Maquinaria, asegúrese de que la caja contiene los siguientes elementos:



La carcasa externa del equipo, fabricada en plástico duradero. Esta caja puede tener el diseño para resistencia IP en cualquiera de sus categorías dependiendo de la necesidad del usuario y de elementos extra a lo que tiene la caja.



Se refiere a la unidad de monitoreo de vibración completamente ensamblada y programada o abierta a la programación que quiera el usuario.



El manual de usuario Un documento que proporciona toda la información necesaria para el correcto uso, instalación, configuración y mantenimiento del dispositivo.

2.Advertencias de Uso

2.1 Condiciones Ambientales de Operación

Para garantizar el funcionamiento óptimo y la durabilidad de su Dispositivo IoT de Monitoreo de Vibración de Maquinaria, es fundamental que se instale y opere dentro de las condiciones ambientales especificadas. El incumplimiento de estas recomendaciones puede afectar el rendimiento del dispositivo, reducir su vida útil o causar daños permanentes.

- **Temperatura de Operación:** El dispositivo está diseñado para funcionar en un rango de temperatura industrial como son -20°C a 80°C. Tenga precaución con su uso, si al excederse de los límites no ve cambios de operación, igualmente comuníquese a soporte técnico.
- **Humedad:** Evite la exposición directa a líquidos, lluvia o niveles excesivos de humedad. Aunque la carcasa ofrece cierta protección, el dispositivo no es sumergible a menos que se especifique una certificación IP adicional. La humedad puede provocar cortocircuitos o corrosión de los componentes internos.
- **Vibraciones Externas Excesivas:** Aunque el dispositivo mide vibraciones, su correcto funcionamiento depende de un montaje estable en el punto de interés. Evite instalarlo en ubicaciones donde esté expuesto a vibraciones externas excesivas o golpes que no correspondan a la maquinaria que se desea monitorear, ya que esto podría comprometer la integridad física del dispositivo o la precisión de sus mediciones.
- **Campos Electromagnéticos (CEM):** Procure instalar el dispositivo alejado de fuentes potentes de interferencia electromagnética, como motores de alta potencia, transformadores o equipos de soldadura que no estén correctamente aislados o aislando el dispositivo. Las interferencias de CEM pueden afectar la comunicación LoRaWAN o la precisión de los sensores.

2.2 Seguridad Eléctrica y Manejo de Batería

El Dispositivo IoT de Monitoreo de Vibración de Maquinaria opera con batería y ha sido diseñado para un bajo consumo energético. Sin embargo, es crucial observar las siguientes precauciones para garantizar la seguridad eléctrica y la correcta manipulación de la batería, evitando riesgos para el usuario y el dispositivo.

- **Fuente de Alimentación:** Este dispositivo está diseñado para operar exclusivamente con la batería interna suministrada o una de sus especificaciones exactas. No intente alimentar el dispositivo con fuentes de energía externas o adaptadores no aprobados por el fabricante. El uso de fuentes de alimentación incorrectas puede dañar los circuitos internos y anular la garantía.
- **Manejo de la Batería:**
 - 1.No perforar, aplastar o incinerar: Las baterías dañadas o expuestas a calor excesivo pueden incendiarse o explotar.
 - 2.Evitar cortocircuitos: No cortocircuite los terminales de la batería. Esto puede generar calor excesivo, chispas o fuego, y dañar la batería o el dispositivo.
 - 3.Reemplazo de la Batería : Aunque el dispositivo está diseñado para una autonomía de al menos un año, si es necesario reemplazar la batería, asegúrese de utilizar únicamente el tipo y modelo especificado por el fabricante. La sustitución incorrecta o el uso de baterías no compatibles pueden presentar riesgos de seguridad.
 - 4.Descarte Responsable: Deseche las baterías usadas de acuerdo con las normativas locales y ambientales. Las baterías contienen sustancias que pueden ser perjudiciales si no se gestionan adecuadamente.
- **No Abrir el Dispositivo:** La carcasa del dispositivo no está diseñada para ser abierta por el usuario. Intentar abrir el dispositivo puede exponerlo a componentes eléctricos, anular la garantía y dañar el equipo. Cualquier reparación o mantenimiento interno debe ser realizado únicamente por personal técnico cualificado.
- **Limpieza:** Para la limpieza del dispositivo, desconéctelo de cualquier fuente de alimentación externa (si aplica) y utilice un paño seco y suave. No utilice líquidos, aerosoles o disolventes, ya que pueden filtrarse y dañar los componentes internos.

2.3 Manipulación Física del Dispositivo

El diseño del dispositivo tiene una carcasa que protege el dispositivo y mantiene el dispositivo protegido y listo para quedar bien anclado, sin embargo.

- **Evitar Golpes y Caídas:** No está diseñado para soportar impactos severos o caídas desde alturas considerables. Un golpe fuerte puede dañar los componentes internos, incluyendo el sensor de vibración, la batería o las conexiones electrónicas, comprometiendo su precisión y funcionalidad.
- **No Aplicar Fuerza Excesiva:** Al instalar o desinstalar el dispositivo, no aplique fuerza excesiva que pueda deformar la carcasa, los puntos de montaje o dañar los conectores. Asegúrese de que el montaje se realice de manera segura pero sin forzar ninguna parte del equipo.
- **Limpieza Adecuada:** Para limpiar la superficie exterior del dispositivo, utilice un paño suave y seco. Evite el uso de productos químicos abrasivos, disolventes o limpiadores líquidos directamente sobre el dispositivo, ya que podrían dañar el material de la carcasa o infiltrarse en el interior.
- **Protección contra la Exposición Directa:** Evite la exposición prolongada y directa a la luz solar intensa o a fuentes de calor radiante extremo, ya que esto podría afectar el material de la carcasa y la temperatura interna del dispositivo, impactando en la vida útil de la batería y la precisión de los sensores.
- **Almacenamiento:** Cuando el dispositivo no esté en uso, guárdelo en un lugar seco, fresco y seguro, lejos de vibraciones excesivas o de agentes corrosivos. Si va a ser almacenado por un periodo prolongado, asegúrese de seguir las recomendaciones del fabricante para el almacenamiento de la batería.

3. Especificaciones Técnicas

Esta sección detalla las características técnicas y los rangos de operación del Dispositivo IoT de Monitoreo de Vibración de Maquinaria, proporcionando una referencia clara sobre sus capacidades y limitaciones.

3.1 Características Físicas

- **Funcionalidad Principal:** Medición de vibración de maquinaria en 3 ejes (X-Y-Z).
- **Datos Reportados por Eje:** Vibración máxima detectada, promedio de vibración, desviación estándar, nivel de batería y temperatura del dispositivo.
- **Conectividad:** LoRaWAN en la banda AU915 Clase A.
- **Protocolo de Visualización:** MQTT para integración con aplicaciones móviles estándar.
- **Autonomía de Batería:** Mínimo 1 año con reportes cada 15 minutos.
- **Dimensiones Físicas (Máx.):** 100x100x60 milímetros (dispositivo final en su caja).
- **Herramientas de Configuración:** Permite configurar banda de operación, canales, modo de registro a la red LoRaWAN, claves, tiempo de reporte.

3.2 Características Operativas

- **Rango de Temperatura:** El dispositivo reposrta su temperatura de operación para evitar fallos en medidas ademas de alertar por problemas.
- **Período de Reporte:** Configurable, con un mínimo predeterminado de cada 15 minutos.
- **Banda de Frecuencia:** El dispositivo opera en la banda AU915. Es fundamental que la infraestructura de red LoRaWAN (gateways) en el área de operación sea compatible con esta banda.
- **Modo de Registro a la Red:** El dispositivo debe contar con herramientas que permitan configurar el modo de registro a la red LoRaWAN.

4.Instalación Rápida

Esta sección proporciona una guía concisa para la instalación inicial y el primer encendido de su Dispositivo IoT de Monitoreo de Vibración de Maquinaria. Para una configuración más detallada, consulte las secciones de "Configuración Básica" y "Configuración de Dashboards".

4.1 Montaje del Dispositivo en la Maquinaria

El montaje adecuado del dispositivo es crucial para asegurar mediciones de vibración precisas y consistentes.

1. Selección de la Ubicación: Identifique un punto en la maquinaria que sea representativo de la vibración que desea monitorear. La superficie debe ser lo más plana y estable posible para asegurar un contacto firme.
2. Preparación de la Superficie: Limpie la superficie de montaje de cualquier suciedad, grasa, óxido o pintura suelta. Una superficie limpia y seca es esencial para una adhesión o fijación óptima.
3. Fijación del Dispositivo: Utilice los materiales de montaje provistos (si aplica) o los recomendados para fijar firmemente el dispositivo a la maquinaria. Asegúrese de que el dispositivo esté bien sujeto y no tenga juego, ya que cualquier movimiento del dispositivo no relacionado con la vibración de la máquina afectará la precisión de las mediciones. Verifique que la orientación del dispositivo sea la deseada para los ejes X, Y y Z, si es relevante para su análisis de vibración específico.

4.2 Primer Encendido y Verificación de Estado

Una vez que el dispositivo esté montado de forma segura, siga estos pasos para el primer encendido:

1. **Activación:** El dispositivo debería encenderse automáticamente una vez que la batería esté conectada (si no viene pre-conectada) o si se realiza la activación inicial según el diseño específico del hardware.
2. **Indicadores de Estado (si aplica):** Observe cualquier indicador LED en el dispositivo. Estos indicadores suelen proporcionar información sobre el estado de encendido, el estado de la batería y la conectividad LoRaWAN. Consulte la sección de "Solución de Problemas" o "Especificaciones Técnicas" para el significado de los diferentes patrones de luz.
3. **Verificación de Conectividad LoRaWAN:** El dispositivo intentará conectarse a la red LoRaWAN en la banda AU915. Este proceso puede tardar unos minutos. Una vez conectado, el dispositivo comenzará a enviar reportes periódicos de vibración, nivel de batería y temperatura.
4. **Confirmación en la Plataforma:** Acceda a su aplicación móvil o dashboard configurado con MQTT para verificar que el dispositivo está reportando datos correctamente. Debería ver los primeros datos de vibración (máxima, promedio, desviación estándar por eje), nivel de batería y temperatura.

5. Configuración Básica

Esta sección describe cómo configurar los parámetros esenciales de su Dispositivo IoT de Monitoreo de Vibración de Maquinaria para asegurar su correcta operación y comunicación con la red LoRaWAN. El dispositivo cuenta con herramientas que permiten ajustar estos parámetros.

5.1. Conexión LoRaWAN

Para que el dispositivo se comuniquen correctamente con la red LoRaWAN, es necesario configurar los parámetros de conexión.

- **Herramienta de Configuración:** Utilice la herramienta de configuración provista (software o interfaz específica) para acceder a los ajustes del dispositivo. La forma de acceso puede variar (por ejemplo, a través de una conexión USB, Bluetooth, o una interfaz de programación específica). Consulte la documentación adjunta a la herramienta para instrucciones detalladas sobre su uso.
- **Selección de Banda de Operación:** Confirme que la banda de operación esté configurada en AU915, de acuerdo con la banda de frecuencia LoRaWAN utilizada en su región y por su proveedor de red.
- **Configuración de Canales de Operación:** Ajuste los canales de operación LoRaWAN según los requisitos de su red. Su proveedor de servicios LoRaWAN o administrador de red le proporcionará la información necesaria sobre los canales activos.
- **Modo de Registro a la Red LoRaWAN:** El dispositivo debe soportar modos de registro como OTAA (Over-The-Air Activation) o ABP (Activation by Personalization).

OTAA (Recomendado): Este modo es el más seguro y flexible. Requiere que configure las siguientes claves en el dispositivo y en su servidor de red LoRaWAN:

DevEUI: (Identificador único del dispositivo)

AppEUI: (Identificador de la aplicación)

AppKey: (Clave de aplicación) Asegúrese de que estas claves coincidan exactamente en el dispositivo y en la plataforma de su proveedor LoRaWAN para permitir la activación.

ABP: Este modo utiliza un conjunto preestablecido de claves que se programan directamente en el dispositivo y el servidor de red. Es menos seguro y menos flexible que OTAA, pero puede ser útil en escenarios específicos. Las claves a configurar son:

DevAddr: (Dirección del dispositivo)

NwkSKey: (Clave de sesión de red)

AppSKey: (Clave de sesión de aplicación)

6. Integración con aplicaciones MQTT

Esta sección describe cómo conectar el dispositivo a plataformas IoT mediante el protocolo MQTT, permitiendo la visualización remota de datos de vibración, batería y temperatura en tiempo real.

6.1. Conexión con Plataformas Genéricas

El dispositivo está diseñado para integrarse con plataformas IoT que soporten el protocolo MQTT (como ThingsBoard, Node-RED, The Things Stack, entre otras). A continuación se describen los pasos generales para realizar la integración:

- **Requisitos Previos:**

- Tener acceso a una red LoRaWAN compatible y funcional.
- Configurar correctamente el gateway y la red LoRaWAN para reenviar los datos al broker MQTT.
- Disponer de un broker MQTT (público o privado).

- **Parámetros de conexión MQTT comunes:**

- Servidor (Broker): IP o dominio del servidor MQTT.
- Puerto: Típicamente 1883 (sin cifrado) o 8883 (con TLS/SSL).
- Usuario/Contraseña: Si se requiere autenticación.
- Topico MQTT: Generalmente tiene esta forma:
 - vibration/{DevEU}/data
- Formato de datos: JSON

- **Dashboards y Visualización:**

- Utiliza dashboards como los de ThingsBoard, Ubidots, o una interfaz propia en Node-RED para visualizar los datos.
- Se recomienda configurar alertas ante desviaciones en los valores promedio o máximos de vibración.

7. Mantenimiento Básico

El mantenimiento del Dispositivo IoT de Monitoreo de Vibración de Maquinaria debe realizarse de forma preventiva y periódica para asegurar un funcionamiento confiable y prolongado. Aunque el diseño del sistema está optimizado para operar sin intervención durante al menos un año, se recomienda seguir las siguientes pautas:

- **Revisión Periódica**

- Cada 6 meses: realizar una inspección visual del estado físico del dispositivo, asegurando que esté firmemente montado, sin signos de daño, corrosión, o suciedad excesiva.
- Estado de la batería: monitorear desde la plataforma de recepción MQTT si el voltaje reportado de la batería cae por debajo del umbral operativo recomendado (típicamente 2.5V).


- **Limpieza**

- Utilizar un paño seco o ligeramente humedecido (sin solventes) para remover polvo o residuos adheridos a la carcasa.
- No abrir el dispositivo ni aplicar líquidos directamente.

- **Sustitución de la batería**

- Una vez que el voltaje sea inferior al mínimo operativo, debe sustituirse la batería con una del mismo modelo especificado por el fabricante (TL4903S).
- El reemplazo debe ser realizado por personal capacitado para evitar daños al sistema o pérdida de garantía.

- **Comprobación funcional**

- Revisar regularmente que el dispositivo esté transmitiendo datos correctamente a través de LoRaWAN.
 - Verificar en el dashboard que se estén recibiendo valores esperados de vibración, temperatura y batería.
- 

8. Garantía

El Dispositivo IoT de Monitoreo de Vibración de Maquinaria cuenta con una garantía limitada ofrecida por el fabricante, válida durante 12 meses a partir de la fecha de entrega del producto, cubriendo exclusivamente defectos de fabricación y funcionamiento bajo condiciones normales de uso.

• Cobertura de la garantía

- Fallos del microcontrolador, sensor triaxial, módulo LoRaWAN u otros componentes internos bajo uso correcto.
- Problemas de ensamblaje o fabricación que afecten el desempeño del dispositivo.

• Exclusiones

La garantía no aplica en los siguientes casos:

- Manipulación física inapropiada o daños mecánicos por caídas, golpes, o exposición a líquidos.
- Uso del dispositivo fuera de los rangos especificados de temperatura, humedad o voltaje.
- Instalación, apertura o modificación del hardware por parte de terceros no autorizados.
- Uso de baterías incompatibles o no autorizadas.

• Trámite de garantía

Para reportar un incidente cubierto por la garantía, el usuario debe:

- Contactar al proveedor o soporte técnico oficial.
- Presentar una descripción detallada del problema, número de serie y comprobante de compra.
- En caso de ser aceptado el reclamo, el producto será reparado o reemplazado sin costo adicional.

9. Avisos legales y normativas

Este dispositivo ha sido diseñado para cumplir con los estándares técnicos y ambientales necesarios para su uso en aplicaciones industriales bajo el marco normativo colombiano e internacional.

- **Normativas aplicables**

- Operación en banda AU915 autorizada para redes LoRaWAN en América del Sur.
- Restricción de sustancias peligrosas conforme a la directiva RoHS: el dispositivo está libre de plomo y materiales prohibidos.
- Cumplimiento de buenas prácticas de diseño electrónico para minimizar interferencias electromagnéticas (EMI).

- **Uso responsable**

-

- El dispositivo está destinado exclusivamente para monitoreo de vibraciones en maquinaria industrial.
- Cualquier modificación, uso fuera del propósito previsto o integración inadecuada puede invalidar su funcionamiento y garantía.

- **Consideraciones sobre reciclaje**

- No deseche el dispositivo junto con residuos domésticos.
- La batería debe ser eliminada en puntos de recolección autorizados, según las normativas locales de gestión de residuos electrónicos y peligrosos.

