

enviTRUE NDR-NCX

Nodo de monitorización de salud estructural

Datasheet técnico / especificaciones mínimas de referencia

Aplicación: monitoreo estructural distribuido, adquisición triaxial y operación sincronizada con base de monitorización

Características principales

Parámetro	Especificación	Nota
Arquitectura de medición	Nodo triaxial con acelerómetro MEMS digital embebido	Adquisición de tres componentes para monitoreo estructural.
Modo de operación	Adquisición continua y por disparo remoto desde la base de monitorización	Incluye detección de eventos, datalogger configurable y reinicio automático.
Capacidad de adquisición	Captura mínima de 100 muestras/s y operación hasta 2000 muestras/s	Almacenamiento continuo local y operación sin pérdida de datos dentro del rango operativo.
Sincronización	Referencia temporal, señal PPS, marca temporal o disparo provisto por la base; RTC interno de respaldo	Desfase menor que 1 ms respecto al reloj maestro.
Procesamiento	Procesador embebido RISC-V de 32 bits, doble núcleo, hasta 360 MHz	Autodiagnóstico, comunicación, almacenamiento y procesamiento local.
Comunicaciones	RS485/MODBUS principal con PPS; SPI, USB 2.0 HS, SD/MMC y Ethernet según versión	Intercambio de comandos, estados y datos operativos con la base.
Registro de datos	microSD industrial removible con controlador SD/MMC de 4 bits y soporte UHS-I SDR104	Compatible con exportación / encapsulación hacia miniSEED mediante la base.
Protección	Contenedor IP54 con blindaje EMC tipo jaula de Faraday	Diseño compacto, sellado y apto para operación estructural.
Telemetría	Alimentación, temperatura/humedad, CPU, velocidad de muestreo, errores y heartbeat	Disponible para la base y/o unidad de gestión.

Descripción funcional

El enviTRUE NDR-NCX es un nodo compacto de monitorización de salud estructural diseñado para adquirir aceleración triaxial en forma continua o por disparo remoto desde una base de monitorización. Su arquitectura integra sensado MEMS, procesamiento embebido, almacenamiento local, comunicaciones de campo, telemetría y sincronización respecto al reloj maestro del sistema, manteniendo integridad de datos y continuidad operativa.

El equipo se integra con una base o concentrador de monitorización mediante RS485/MODBUS o interfaz equivalente, desde donde recibe comandos, referencia temporal, señal PPS o disparo. **Los datos registrados pueden ser encapsulados, convertidos o exportados hacia miniSEED u otro formato compatible requerido para la gestión de datos sísmicos y estructurales mediante la unidad de gestión del sistema.**

- Adquisición triaxial MEMS de bajo ruido, baja deriva térmica y bajo consumo.
- Operación sincronizada o disparada por la base de monitorización, con desfase < 1 ms frente al reloj maestro.
- Comunicación principal RS485/MODBUS para comandos, estados y datos operativos, con recepción de PPS o referencia equivalente.

- Almacenamiento local continuo en microSD industrial, con controlador SD/MMC de 4 bits y soporte UHS-I SDR104.
- Procesamiento embebido de alto desempeño para adquisición continua, telemetría, autodiagnóstico y recuperación de configuración.
- Contenedor compacto con blindaje electromagnético y conectores industriales anti-ambigüedad.

1. Unidad de sensado – acelerómetro triaxial MEMS

Parámetro	Especificación	Nota
Tecnología	Acelerómetro MEMS digital triaxial de bajo ruido, bajo consumo y baja deriva térmica	Para aplicaciones de alto rendimiento y bajo ruido.
Canales	3 componentes ortogonales embebidas	Adquisición triaxial para monitoreo estructural.
Rangos seleccionables	± 2 g, ± 4 g y ± 8 g	Configurable por software.
Conversión digital	20 bits	Capacidad máxima.
Sensibilidad típica	3.9 $\mu\text{g}/\text{LSB}$ en ± 2 g; 7.8 $\mu\text{g}/\text{LSB}$ en ± 4 g; 15.6 $\mu\text{g}/\text{LSB}$ en ± 8 g	Capacidad máxima.
Ruido	$\leq 22.5 \mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$ en ± 2 g	Desempeño típico esperado.
Sensibilidad cruzada	$\leq 1\%$	Criterio máximo entre ejes.
Deriva de offset 0 g	$\leq 0.15 \text{ mg}/^\circ\text{C}$; comportamiento típico del orden de $\pm 0.01 \text{ mg}/^\circ\text{C}$	Estabilidad térmica requerida.
Tasa de salida del sensor	Configurable hasta 4000 Hz	Cubre operación sísmica y estructural configurable.
Filtrado digital	Pasa-bajo programable con corte hasta 1000 Hz o superior; pasa-alto programable	Acondicionamiento digital interno.
Monitoreo térmico	Sensor interno de temperatura	Diagnóstico y compensación / seguimiento térmico.

2. Capacidad de adquisición y modos de operación

Parámetro	Especificación	Nota
Captura mínima	100 muestras/s	Capacidad mínima para operación estructural.
Capacidad máxima operativa	Hasta 2000 muestras/s	Sin pérdida de datos dentro del rango operativo.
Canales adquiridos	Aceleración triaxial embebida	Tres componentes coherentes temporalmente.
Modos de adquisición	Continua y por disparo remoto desde la base	Incluye operación por evento o comando remoto.
Almacenamiento local	Registro continuo local en memoria removible industrial o de alta durabilidad	Asegura continuidad ante interrupciones de comunicación.
Coherencia temporal	Operación sincronizada respecto a reloj maestro, referencia temporal o disparo de la base	Desfase menor que 1 ms durante operación normal.
Integridad	Adquisición sin pérdida de muestras dentro del rango operativo	Flujo de datos local y transmisión operativa.

3. Unidad de procesamiento y control

Parámetro	Especificación	Nota
Procesador principal	Procesador embebido de alto desempeño con CPU dual núcleo RISC-V de 32 bits	Adquisición continua, sincronización, almacenamiento, comunicación y diagnóstico.
Frecuencia de operación	Hasta 400 MHz para subsistema principal	Capacidad máxima.
Núcleo auxiliar	Hasta 40 MHz de bajo consumo	Supervisión y operación eficiente.
Flash interna	768 KB de memoria interna de alto desempeño	Capacidad máxima.
Flash externa	32 MB	Configurable.
SRAM bajo consumo	32 KB	Capacidad máxima.
SRAM Externa	32 MB	Configurable.
Scratchpad	8 KB	Capacidad máxima.
ROM total	144 KB	Capacidad máxima.
SPI maestro	SPI de propósito general hasta 80 MHz	Comunicación de alta velocidad con periféricos.
USB	USB 2.0 OTG de alta velocidad hasta 480 Mbit/s	Transferencia confiable hacia gestión y almacenamiento.

4. Memoria embebida y almacenamiento

Parámetro	Especificación	Nota
Medio removible	Tarjeta microSD de grado industrial o de alta durabilidad	Apta para operación continua, escritura frecuente y condiciones de monitoreo estructural.
Interfaz	Controlador SD/MMC con ancho de bus mínimo de 4 bits	Interfaz de control.
Modo microSD	Soporte mínimo UHS-I SDR104 en 4 líneas y 200 MHz	Rendimiento suficiente para registro continuo sin pérdida.
Confiabilidad	Capacidad, velocidad de escritura, tolerancia térmica, ciclos de escritura y durabilidad acordes a operación continua	Alta confiabilidad.
Persistencia	Conservación de configuración y registros ante reinicio	Recuperación operativa con última configuración válida.

5. Sincronización temporal y disparo

Parámetro	Especificación	Nota
Referencia principal	Base de monitorización mediante distribución de referencia temporal, señal PPS	El nodo opera enlazado al reloj maestro del sistema.
RTC local	RTC interno de alta precisión como respaldo local	Respaldo ante pérdida de señal PPS proveniente de la base.
Conmutación	Selección automática del RTC ante pérdida de PPS	Mantiene estabilidad temporal local.
Exactitud de desfase	< 1 ms respecto al reloj maestro del sistema	Estable durante la operación.
Disparo remoto	Desde la base de monitorización mediante línea dedicada	Permite adquisición por evento o comando remoto.

Coherencia de datos	Marca temporal para registros triaxiales	Base para exportación posterior a miniSEED.
----------------------------	--	---

6. Comunicaciones e integración con la base

Parámetro	Especificación	Nota
Interconexión principal	RS485 con protocolo MODBUS	Intercambio de comandos, estados y datos operativos.
Sincronización por enlace	Recepción de PPS por la misma interconexión	Garantizar el desfase máximo de 1ms o menor.
Alimentación por sistema	Alimentación suministrada desde la base de monitorización	Alimentación por base.
Transmisión de datos	Comunicación de datos operativos con integridad de formato	Trazabilidad del registro.
Interfaces de integración	SPI, USB 2.0 HS, SD/MMC y MAC Ethernet	Disponibles según la arquitectura del nodo.
Compatibilidad con supervisión	Telemetría y estados disponibles para la base y/o unidad de gestión	Soporte de diagnóstico remoto.

7. Funciones de operación y compatibilidad de datos

Parámetro	Especificación	Nota
Adquisición	Continua y por disparo remoto	Operación configurable desde la base.
Detección de eventos	Función de detección local de eventos	Según parámetros configurables del sistema.
Datalogger	Configurable con almacenamiento continuo local	Registro local ante latencias o pérdida temporal de enlace.
Reinicio automático	Recuperación manteniendo la última configuración válida	Continuidad tras reinicio o condición anómala.
Formato de integración	Encapsulación, conversión o exportación hacia miniSEED mediante base/unidad de gestión	Aplica cuando el sistema cuente con conexión con base.
Supervisión remota	Integración con servicios de supervisión remota del sistema	Permite verificación de operación y diagnóstico.
Integridad	Transmisión de datos con integridad de formato	Evita alteración de registros durante la transferencia.

8. Alimentación y protección eléctrica

Parámetro	Especificación	Nota
Fuente de alimentación	Suministro desde la base de monitorización	Arquitectura de nodo dependiente de la base.
Inversión de polaridad	Protección contra inversión de polaridad	Evita daño por conexión errónea.
Sobre corriente	Protección contra sobre corriente	Seguridad eléctrica y continuidad operativa.
Sobre temperatura	Protección contra sobre temperatura	Mitigación de fallas térmicas.
Filtrado de línea	Filtrado para inmunidad frente a perturbaciones de línea	Mejora la estabilidad de medición y comunicación.
Respaldo local	Para reinicio seguro y conservación de estado operativo	No afecta integración con la base ni operación sincronizada.

9. Telemetría y autodiagnóstico

Parámetro	Especificación	Nota
Disponibilidad	Telemetría interna disponible para la base de monitorización	Supervisión operativa.
Alimentación	Estado de alimentación	Verificación de suministro y condiciones operativas.
Ambiente interno	Temperatura y humedad interna del contenedor	Detección de condiciones anómalas.
Procesamiento	Temperatura de CPU o unidad de procesamiento	Diagnóstico térmico del procesador.
Adquisición	Velocidad de muestreo	Diagnóstico de configuración y operación.
Errores	Códigos de error	Trazabilidad de fallas.
Heartbeat	Estado de funcionamiento tipo heartbeat	Verificación continua de operación.
Objetivo de diagnóstico	Identificar fallas o condiciones anómalas y facilitar diagnóstico durante la operación	Soporte para mantenimiento y supervisión.

10. Contenedor, protección y conectores

Parámetro	Especificación	Nota
Grado de protección	Capacidad IP54	Apto para condiciones de monitoreo estructural en interiores.
Blindaje EMC	Jaula de Faraday y apantallamiento	Reduce interferencias electromagnéticas.
Diseño mecánico	Compacto, estable y resistente para operación continua	Orientado a integración distribuida en estructuras.
Conectores externos	IP54, metálicos, codificación anti-ambigüedad	Evita conexiones erróneas por interfaz.
Comunicación / sincronización	Conector para MODBUS-RS485 y señal PPS de sincronización	Comunicación de datos y referencia temporal con la base.
Alimentación	Conector de alimentación de 2 polos	Integración con alimentación desde la base.
Protección de conexión	Geometría anti-ambigüedad	Reduce riesgo de daño u operación incorrecta.

Revisión

Campo	Detalle
Código de equipo	enviTRUE NDR-NCX
Tipo de equipo	Nodo de monitorización de salud estructural
Versión del documento	Rev. A v1.1 - especificación técnica preliminar
Fecha	20 de enero de 2026