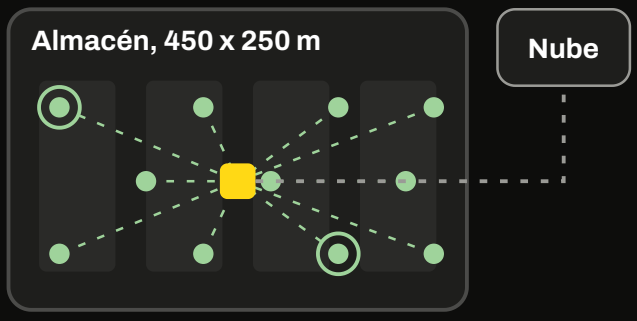
ALMACÉN · SENSORES INALÁMBRICOS

Un almacén enorme. Once nodos de radio leen el aire.

Temperatura y humedad cada minuto, por radio hasta la nube.

Ver el caso de estudio interactivo online ›



once puntos, una pasarela
Ilustración esquemática

11 puntos de medida en un almacén de 450 x 250 m	**60 s** entre dos lecturas de temperatura y humedad en cada punto	**2 x AA** pilas por nodo, con el objetivo de funcionar más de un año	**10 min** para instalar un nodo; el objetivo era de 15 minutos

EL RETO

Un almacén de este tamaño no se mide desde un solo punto.

En los lugares de trabajo, la temperatura y la humedad relativa tienen que estar dentro de una zona de confort. En este almacén las bandas son de 23 a 27 °C en verano y de 17 a 24 °C en invierno, con 23 °C como valor habitual, y del 30 al 70 % de humedad relativa todo el año, con el 50 % como valor habitual. Los rangos se tienen que vigilar de forma automática, con sensores repartidos por una nave de 450 x 250 m, más de 100.000 m².

01

La humedad cambia de noche

Con el calor del día, la humedad puede estar en torno al 30 % o menos. De noche puede llegar al 70 u 80 %.

02

Medir las dos a la vez

La humedad relativa depende de la temperatura del aire: si la temperatura sube, la humedad relativa baja. Indica lo cerca que está el aire de la saturación, así que temperatura y humedad se leen a la vez.

03

Sin cables por la nave

Cada nodo lee la temperatura y la humedad cada minuto, con una resolución de 0,1 °C y 1 % de HR. Los nodos tienen que funcionar más de un año con pilas e instalarse en menos de 15 minutos.

04

Saber cuándo falla un nodo

Con 11 nodos en una nave grande, un nodo que deja de emitir se tiene que encontrar rápido. Cada nodo también informa del estado de su enlace de radio, así que un fallo indica qué nodo es y qué tipo de fallo tiene.

Por qué importa la humedad

Una humedad alta favorece el moho, la corrosión y el óxido en la mercancía almacenada.

CÓMO FUNCIONA

Tres tareas: enviar cada lectura, mapear la nave y vigilar los enlaces.

Tarea 1 · Enviar cada lectura

Despertar, medir, enviar nueve tramas y dormir.

Cada 60 s un nodo se despierta, lee la temperatura y la humedad y prepara un paquete pequeño. Envía el paquete tres veces, y cada vez con tres modulaciones: SUN-FSK, SUN-OQPSK y SUN-OFDM.

- Una lectura cada 60 s y después reposo

Tarea 2 · Mapear la nave

Once puntos, una banda para cada estación.

Cada punto se compara con la banda del caso, no solo con la media de la nave. Por la tarde el aire está caliente y seco; de noche, la misma nave puede llegar al 70 u 80 % de humedad.

- Temperatura: de 23 a 27 °C en verano, de 17 a 24 °C en invierno

Tarea 3 · Vigilar los enlaces

La red informa de sí misma.

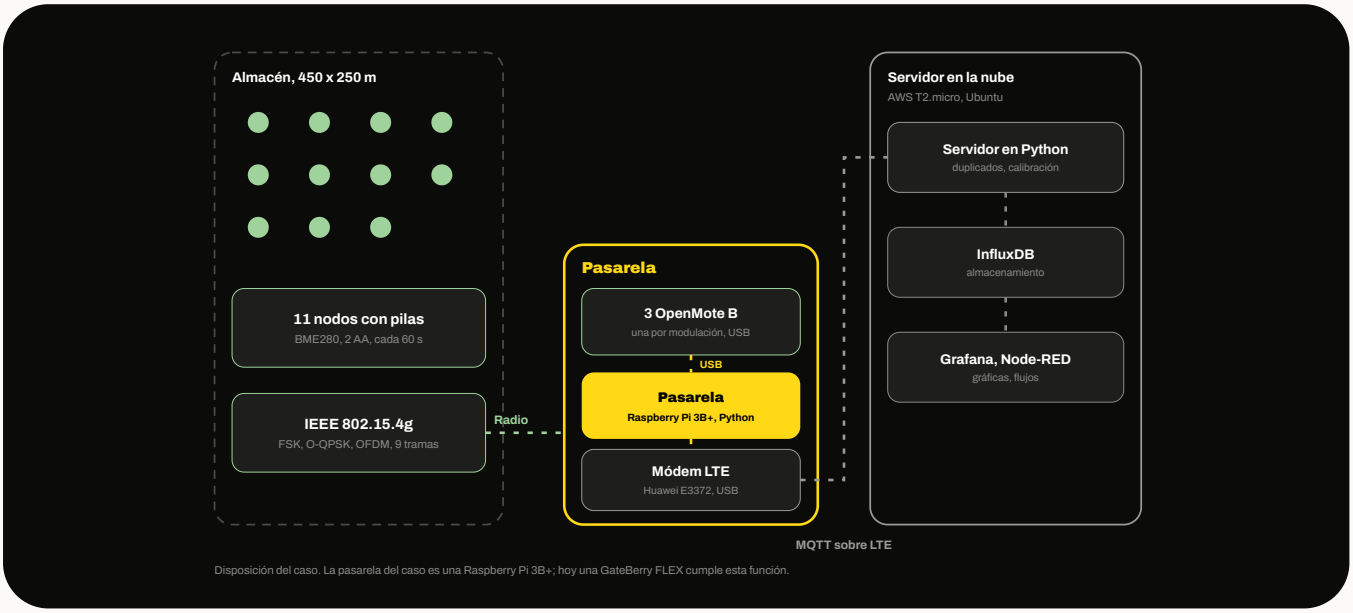
Con pilas y radio, un nodo puede quedarse callado sin que nadie lo note. Cada nodo envía la potencia de la señal (RSSI) y el ruido del canal cuando transmite (CCA RSSI).

- RSSI y CCA RSSI de cada nodo

ARQUITECTURA DEL SISTEMA

¿Cómo se monitorizan la temperatura y la humedad de un almacén grande sin cables?

Once nodos con pilas leen la temperatura y la humedad y las envían por radio, IEEE 802.15.4g, con tres modulaciones. En la pasarela, una Raspberry Pi con tres placas de radio OpenMote B recibe las tramas por USB. Un servidor en Python de la pasarela envía los datos por MQTT, a través de un módem LTE, a un servidor en la nube de Amazon AWS. Allí, un segundo servidor en Python elimina los paquetes duplicados y aplica la calibración, InfluxDB guarda los datos, y Grafana y Node-RED los muestran.



Radio, IEEE 802.15.4g · USB y software de la pasarela · MQTT sobre LTE · Servicios en la nube

Señales y datos

Señal	Entre	Tipo	Función
Temperatura y humedad relativa	Bosch BME280 → nodo	**En la placa de sensores**	Resolución de 0,1 °C y 1 % de HR, cada minuto. El BME280 también lee la presión
Luz	TI OPT3001 → nodo	**En la placa de sensores**	Disponible en la misma placa de sensores
Paquete de lectura	11 nodos → pasarela	**SUN-FSK, SUN-OQPSK, SUN-OFDM**	21 bytes, AES-128, PSDU de 32 bytes, 3 repeticiones x 3 modulaciones
Estado del enlace	Nodos → pasarela	**RSSI, CCA RSSI, reintentos CSMA**	Potencia de la señal y ruido del canal, y reintentos de cada modulación
Contador de paquetes	En cada paquete	**Contador que solo sube**	Detecta paquetes perdidos y reinicios de nodo
Tramas recibidas	3 OpenMote B → Raspberry Pi 3B+	**Serie por USB**	El servidor en Python de la pasarela lee las tramas
Enlace de subida	Pasarela → nube	**MQTT sobre LTE (Huawei E3372)**	Cada paquete llega al servidor en la nube
Datos limpios	Servidor en Python en AWS	**Entrada MQTT, salida a base de datos**	Elimina los paquetes duplicados y aplica la calibración
Almacenamiento y paneles	InfluxDB, Grafana, Node-RED	**AWS T2.micro, Ubuntu 18.04**	Agregación, almacenamiento y gráficas de temperatura, humedad, RSSI y CCA RSSI

HARDWARE UTILIZADO

La pasarela de hoy. Los nodos del caso.



GateBerry FLEX

La pasarela del caso era una Raspberry Pi 3B+ con tres placas de radio y un módem LTE por USB.

Función en este diseño	**Pasarela: placas de radio por USB, servidor en Python, MQTT hacia la nube**
Procesador	**Raspberry Pi 4 (opción Raspberry Pi 5), de 2 a 16 GB de RAM**
Puertos	**1 Ethernet Gigabit, 2 USB 2.0, 2 USB 3.0, RS-485, I2C, Wi-Fi, Bluetooth LE**
Expansión	**Una placa: 4G (LTE-M/NB-IoT o LTE Cat 4), LoRa, CAN, M-Bus o RS-232**

El caso usaba una Raspberry Pi 3B+ con Raspbian y un módem USB Huawei E3372. La GateBerry FLEX es el equivalente actual de Industrial Shields para la función de pasarela.

Ver la GateBerry FLEX ›



Placa de radio OpenMote B (imagen del caso original)

Cada uno de los 11 puntos de medida es una placa de radio OpenMote B con una placa de sensores OpenMote y dos pilas AA.

Placa de radio	**TI CC2538 y Atmel AT86RF215, FreeRTOS**
Placa de sensores	**Bosch BME280 (temperatura, humedad, presión), TI OPT3001 (luz)**
Alimentación	**2 pilas AA, 3 V, 1500 mAh**
Radio	**IEEE 802.15.4g: SUN-FSK, SUN-OQPSK, SUN-OFDM**

OpenMote B ya no está en el catálogo de Industrial Shields. El patrón sigue siendo válido: nodos de radio de bajo consumo, una pasarela Linux y MQTT.

Consultar por los nodos ›

Una lectura, nueve oportunidades

Tres repeticiones con tres modulaciones dan nueve tramas por lectura. El ruido en una modulación o una ráfaga corta en un momento no hacen perder la lectura. El servidor en la nube se queda con una copia.

Un nodo que duerme

El nodo solo está despierto para leer los sensores y enviar. Después duerme hasta el minuto siguiente. Por eso se espera que dos pilas AA de 1500 mAh duren más de un año.

Respeto en el aire

Antes de cada trama el nodo comprueba el canal (CCA) y espera si está ocupado (CSMA-CA), hasta 3 veces. Los reintentos CSMA y el CSMA RSSI viajan en el paquete, así que se ve qué zona tiene ruido.

¿MONITORIZAS UNA NAVE GRANDE?

Cuéntanos tu nave y tus límites. Te responderá un ingeniero.

Dinos el tamaño del edificio, las variables y sus límites, cuántos puntos quieres y adónde tienen que ir los datos. Te propondremos los nodos, la radio, la pasarela y el software.

LÉELO ONLINE

industrialshields.com/es_ES/case-study-warehouse-temperature-humidity-monitoring-wireless

EMAIL

info@industrialshields.com

TELÉFONO

(+34) 938 760 191