

AGRICULTURA

Saber que el grano está bien. Sin subir a cada silo.

Nodos de radio solares leen el CO2 de cada silo y un PLC lo envía a la nube.

[Ver el caso de estudio interactivo online >](#)

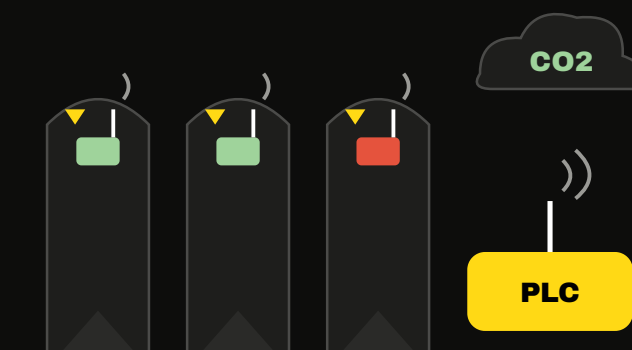


Ilustración esquemática

30 min

entre dos lecturas de cada silo

1

nodo de radio solar por silo, sin cables entre silos

600 ppm

de CO2: por encima, el grano empieza a cambiar

0

viajes para mirar dentro de un silo si las lecturas son normales

Grano que se estropea donde nadie mira.

Cada año se pierde una gran cantidad de grano almacenado por hongos e insectos. La investigación en zonas de cultivo de trigo muestra que el CO2 es un indicador eficaz de la calidad del grano. El cliente tenía decenas de silos repartidos en grandes extensiones y los revisaba a simple vista, lo que suponía ir hasta cada uno. Un cambio dentro de un silo podía pasar desapercibido hasta perder una parte o todo el grano, o su valor.

01

Medir el CO2

El CO2 como indicador clave del estado del grano, con otros sensores en los mismos nodos.

02

Sin cables entre silos

Un nodo de radio por silo, alimentado por un panel solar.

03

Una lectura cada 30 minutos

Los nodos leen y envían a un maestro, que se comunica con un PLC conectado a la nube.

04

Cambiarlo sin hardware nuevo

Scripts en Python y bash fáciles de cambiar: tiempos de lectura, sensores, señales a los actuadores.



El CO2 cuenta la historia del grano

El aire ambiente tiene de 350 a 400 ppm. Una masa de grano estable tiene de 400 a 600 ppm. De 600 a 1.500 ppm empieza el moho. De 1.500 a 4.000 ppm o más hay moho grave o una plaga de insectos.

CÓMO FUNCIONA

Tres trabajos: leer el grano, mantener vivos los nodos, vigilar la finca.

Trabajo 1 · Leer el grano

La franja de CO2 dice qué pasa dentro.

Cada nodo lee el CO2 de su silo y lo envía. El PLC compara el valor con las franjas del caso: grano estable, moho que empieza, moho grave o insectos. Una subida por encima de la franja estable es la señal para actuar antes de perder el grano.

- De 400 a 600 ppm: grano estable
- De 600 a 1.500 ppm: empieza el moho
- Más de 1.500 ppm: moho grave o insectos

Trabajo 2 · Mantener vivos los nodos

Despertar, leer, enviar y dormir. El sol hace el resto.

Los nodos esclavos se despiertan cada 30 minutos, leen sus sensores, envían al maestro y vuelven a dormir. Un panel solar mantiene cargada cada batería, y el nodo puede avisar con antelación cuando su batería se va a agotar. El maestro pasa los datos al PLC, que los envía a la nube.

- 48 lecturas por silo y día
- Energía solar, sin cambiar baterías
- Un aviso antes de que se agote una batería

Trabajo 3 · Vigilar la finca

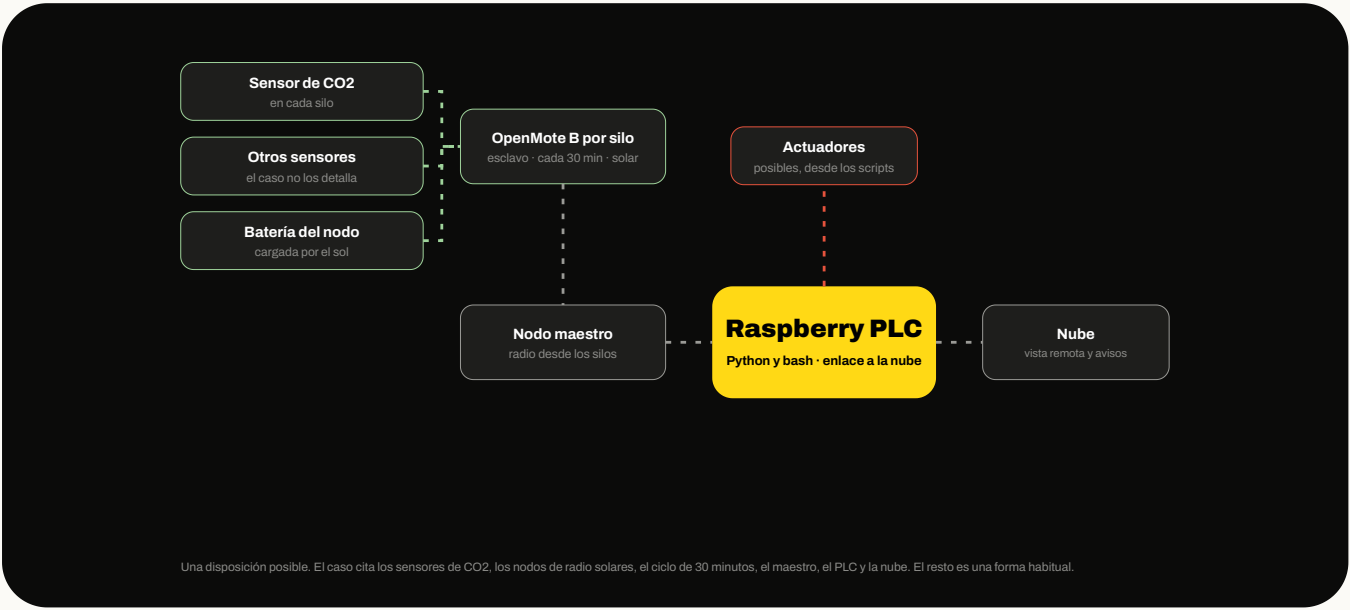
Solo hay que visitar el silo que cambia.

Con todos los silos en una pantalla, el agricultor ve al momento cuál sale de la franja estable, y solo va hasta allí cuando hace falta. Sigue una semana en la finca.

- Todos los silos en una pantalla
- Avisos por franja, silo a silo
- Menos viajes, acción más temprana

¿Cómo se monitoriza el CO2 de muchos silos de grano con un PLC?

Cada silo tiene un nodo de radio OpenMote B con un sensor de CO2 y otros sensores, alimentado por un panel solar. Cada 30 minutos, los nodos esclavos envían sus lecturas por radio a un nodo maestro, que las pasa a un PLC conectado a la nube. Unos scripts en Python y bash procesan los datos, los muestran a distancia y pueden gobernar actuadores. En el esquema original la radio funciona a 868 MHz.



— Sensores y nodos — Salidas — Radio y nube

Señales

Señal	Entre	Tipo	Función
CO2 del grano	Sensor → nodo del silo	Sensor en el nodo	Indicador clave de la calidad del grano
Otros valores	Otros sensores → nodo	Sensor en el nodo	El caso dice "no solo CO2"
Lecturas cada 30 min	Nodos esclavos → nodo maestro	Radio, banda sin licencia	Sin cables entre silos
Todas las lecturas	Nodo maestro → PLC	Enlace local	Proceso en Python y bash
Vista remota y avisos	PLC → nube	Internet	Revisar los silos sin ir hasta ellos
Estado de la batería	Nodo → maestro (forma habitual)	Radio	Avisar antes de que se agote una batería

Nodos de radio solares y un PLC Linux.



OPCIÓN ACTUAL

RASPBERRY PLC CPU-Gateway FLEX

El caso cita un PLC conectado a la nube, programado con scripts en Python y bash, y no publica el modelo.

Función en este diseño	Recibe el nodo maestro, ejecuta los scripts, envía los datos y los avisos
Procesador	Raspberry Pi 4, cuatro núcleos de 64 bits a 1,5 GHz, 2, 4 u 8 GB de RAM
Puertos	1 Ethernet Gigabit y 1 Ethernet 10/100, wifi, Bluetooth LE, 2 USB 2.0, 2 USB 3.0, 2 RS-485
Ampliación	Una placa opcional: CAN, LoRa o 4G (LTE-M/NB-IoT o LTE Cat 4)
Software	Debian de 64 bits preinstalado; ejecuta Python, Node-RED y C/C++

Si el mismo PLC también tiene que gobernar ventiladores u otros actuadores en el lugar, el [RASPBERRY PLC 21 FLEX](#) añade 13 entradas y 8 salidas. Donde no hay internet por cable, la placa 4G da el enlace con la nube.

[Ver el CPU-Gateway FLEX >](#)



OpenMote B (imagen del caso original)

Un OpenMote B por silo, en modo esclavo, con sus sensores y un panel solar.

Sensores	CO2 y otros; el caso no los detalla
Ciclo	Leer y enviar cada 30 minutos
Radio	Banda sin licencia; 868 MHz en el esquema original
Alimentación	Panel solar, sin cambiar baterías
Ampliación	Puertos libres para más sensores o actuadores

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

[Pregunta por los nodos >](#)

Un número que significa algo

Las franjas de CO2 distinguen grano estable, moho que empieza y daño grave, como muestra la investigación que cita el caso.

Sin cables por la finca

Radio entre silos y energía solar en cada nodo, así un silo lejano no cuesta una zanja.

Lento es suficiente

El grano cambia en horas y días, así que una lectura cada 30 minutos basta y deja los nodos en bajo consumo.

¿UN PROYECTO SIMILAR?

Cuéntanos cómo son tus silos. Te responderá un ingeniero.

Dinos cuántos silos o almacenes tienes, a qué distancia están, qué quieres medir y adónde tienen que ir los datos. Te diremos qué nodos, qué radio y qué controlador encajan.

LÉELO ONLINE

industrialshields.com/es_ES/case-study-grain-silo-co2-monitoring-wireless-sensors

EMAIL

info@industrialshields.com

TELÉFONO

[\(+34\) 938 760 191](tel:+34938760191)

