

## Documentación del Sistema LoRa-RS485

### 1. Endpoint LoRa Simple

Propósito: Dispositivo básico que envía mensajes periódicos por LoRa.

Funcionamiento:

Inicializa comunicación LoRa en 433MHz con configuración específica

Envía mensaje "Hola desde ENDPOINT - ID" cada 15 segundos

Verifica estado del módulo LoRa cada 10 segundos

Implementa sistema de reconexión automática si falla LoRa

Usa LEDs para indicar estado: verde (conectado), amarillo (enviando), rojo (error)

Escucha ACK del gateway y confirma con LED rojo

Características técnicas:

Frecuencia: 433MHz

Spreading Factor: 7

Ancho de banda: 125kHz

Intervalo envío: 15 segundos

Verificación LoRa: 10 segundos

### 2. Gateway ESP32-C3 (Maestro)

Propósito: Coordina sensores RS485 y envía datos agregados por LoRa.

Funcionamiento:

Fase Discovery: Envía comando broadcast para identificar sensores conectados

Fase Lectura: Solicita datos de temperatura/humedad a cada sensor

Fase Envío: Agrupa datos en JSON y transmite por LoRa

Ciclo completo cada 2 minutos (configurable)

Protocolo RS485:

Comandos: DISCOVERY, READ\_SENSOR, CONFIG, STATUS

Formato: "ADDR:DIRECCION|CMD:COMANDO|PARAMS"

Dirección BROADCAST para descubrimiento

Procesa respuestas y almacena datos en estructura

Estructura de datos:

cpp

```
struct SensorData {  
    String address;  
    String type;  
    String location;  
    float temperature;  
    float humidity;  
    String status;  
    unsigned long timestamp;  
};
```

Formato JSON LoRa:

json

```
{  
    "endpoint_id": "EP01",  
    "timestamp": 123456789,  
    "dispositivos_activos": 5,  
    "total_sensores": 5,  
    "sensores": [...]  
}
```

### 3. Micro-sensor ESP8266 (Esclavo)

Propósito: Sensor con AHT10 que responde a comandos RS485.

Funcionamiento:

Espera comandos del gateway por RS485

Comandos soportados: DISCOVERY, READ\_SENSOR, STATUS, CONFIG

Envía heartbeat automático cada 30 segundos

Lee sensor AHT10 cada 5 segundos (monitoreo local)

Implementa CRC simple para integridad de datos

Respuestas a comandos:

DISCOVERY\_RESP:

text

ADDR:01|CMD:DISCOVERY\_RESP|TYPE:AHT10\_SENSOR|LOC:Silo\_Norte|STATUS:READY|TEMP:25.5|HUM:60.0

SENSOR\_DATA:

text

ADDR:01|CMD:SENSOR\_DATA|TEMP:25.5|HUM:60.0|UNIT\_TEMP:C|UNIT\_HUM:%|TIME  
STAMP:123456

Configuración RS485:

Baud rate: 9600

Control DE/RE: GPIO14

RX: GPIO13, TX: GPIO12

Dirección única por dispositivo

Flujo de Comunicación

Descubrimiento: Gateway envía DISCOVERY broadcast → Sensores responden con información

Lectura: Gateway envía READ\_SENSOR a cada dirección → Sensores envían datos actuales

Agregación: Gateway estructura datos en JSON

Transmisión: Gateway envía datos por LoRa al servidor

Confirmación: Servidor responde con ACK

Características de Seguridad

CRC simple para verificación de integridad

Direccionamiento específico para evitar interferencias

Timeouts para evitar bloqueos

Verificación de estado de módulos

Configuración de Tiempos

Endpoint: Envío cada 15s, verificación cada 10s

Gateway: Ciclo completo 2 minutos (120s)

Discovery: 10s

Lectura sensores: 30s

Envío LoRa: 15s

Espera: 65s

Sensor: Heartbeat cada 30s, lectura local cada 5s

Esta documentación explica el funcionamiento de los tres componentes del sistema de comunicación inalámbrica basado en LoRa y RS485.