

# CLASE 2 — SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE DATOS

## 2.1 Tipos de Señales en Telemetría

### Señales Analógicas

Las señales analógicas representan la variable física de forma continua. Son las más utilizadas en instrumentación industrial clásica.

- Rango estándar de corriente: 4–20 mA (la más usada en industria)
- Rango estándar de tensión: 0–10 V DC
- Ventaja: simple, robusta, inmune a ruido eléctrico (lazo de corriente)
- Desventaja: susceptible a interferencias en largas distancias, sin detección de errores

### Señales Digitales

Las señales digitales representan la información en formato binario (0 y 1). Permiten mayor precisión y detección de errores.

- RS-232, RS-485, RS-422 (interfaces serie clásicas)
- Modbus, Profibus, DeviceNet (buses de campo industriales)
- Ethernet industrial, PROFINET, EtherNet/IP

## 2.2 Modos de Transmisión

Modo	Descripción	Ventaja	Desventaja
Símplex	Un solo sentido (emisor → receptor)	Simple y económico	Sin confirmación de recepción
Half-Dúplex	Ambos sentidos, pero no simultáneo	Bidireccional con un canal	Más lento
Full-Dúplex	Ambos sentidos simultáneamente	Rápido y eficiente	Mayor complejidad y costo

## 2.3 Técnicas de Modulación

### 📖 ¿Por qué es necesaria la modulación?

Las señales de información (por ejemplo, la temperatura medida por un sensor) tienen frecuencias muy bajas y no pueden transmitirse directamente a larga distancia por radio, porque las antenas deberían ser enormes y se mezclarían con otras señales. La modulación 'monta' la información sobre una onda de alta frecuencia llamada portadora, que sí puede viajar lejos, atravesar obstáculos y ser sintonizada selectivamente. Sin modulación no existiría la radio, la telefonía móvil, el Wi-Fi ni ningún sistema de telemetría inalámbrica. Ver ejemplos gráficos en el Anexo A al final del documento.

La modulación es el proceso de adaptar la señal de información a las características del canal de comunicación.

Técnica	Sigla	Descripción	Aplicación
Modulación por amplitud	AM	Varía la amplitud de la portadora	Radio AM, telemetría básica

Técnica	Sigla	Descripción	Aplicación
Modulación por frecuencia	FM	Varía la frecuencia de la portadora	Radio FM, instrumentación
Modulación por fase	PM	Varía la fase de la portadora	Comunicaciones digitales
Modulación por turno de frecuencia	FSK	Frecuencias distintas para 0 y 1	Modems, SCADA radial
Modulación por desplazamiento de fase	PSK	Fases distintas para 0 y 1	Wi-Fi, ZigBee, Z-Wave

## 2.4 Topologías de Red en Sistemas de Telemetría

### 📖 ¿Qué es una Topología de Red?

*La topología de red define la forma en que los nodos (sensores, transmisores, receptores, controladores) están interconectados física y lógicamente dentro de un sistema de telemetría. Determina cómo fluye la información, qué ocurre ante una falla en un nodo, y cuánto cuesta instalar y mantener la red. La elección de la topología es una decisión de diseño clave que afecta la confiabilidad, el costo y la escalabilidad del sistema.*

- Punto a punto: un sensor — un receptor (el más simple). Ideal cuando hay un único sensor crítico a distancia.
- Bus: múltiples sensores comparten un mismo canal (Modbus RTU). Económico pero vulnerable: si el cable principal falla, cae toda la red.
- Estrella: todos los nodos conectan a un nodo central (Ethernet industrial). Alta confiabilidad individual; si falla un nodo no afecta a los demás.
- Malla (mesh): cada nodo puede retransmitir datos de otros (ZigBee, LoRa mesh). Máxima tolerancia a fallas; muy usado en redes inalámbricas industriales.
- Anillo: los nodos se conectan en cadena cerrada (Profibus ring). Permite redundancia de comunicación en dos sentidos.