

CLASE 3 — TELEMETRÍA ALAMBRICA

3.1 Definición y Características Generales

La telemetría alámbrica utiliza conductores físicos (cables) como medio de transmisión de datos. Es la tecnología más tradicional y sigue siendo la preferida en entornos industriales donde se requiere máxima confiabilidad, seguridad y ausencia de interferencias.

3.2 Medios de Transmisión Alambéricos

A) Par Trenzado (Twisted Pair)

- Consiste en dos conductores de cobre entrelazados helicoidalmente
- El trenzado cancela interferencias electromagnéticas (EMI) por principio de inducción mutua
- Tipos: UTP (sin blindaje) y STP/FTP (con blindaje)
- Velocidad: hasta 1 Gbps en Cat6 (10 Gbps en Cat6A)
- Distancias: hasta 100 m sin repetidores (Ethernet estándar)
- Aplicaciones: Modbus RTU, Profibus DP, redes Ethernet industrial

B) Cable Coaxial

- Núcleo central de cobre rodeado de dieléctrico, malla metálica y cubierta exterior
- Excelente blindaje contra interferencias externas
- Impedancia típica: 50 Ω (transmisión de datos) y 75 Ω (video/TV)
- Velocidad: varios cientos de Mbps
- Distancias: hasta 500 m (Thick Ethernet) o 185 m (Thin Ethernet)
- Uso actual: sistemas de video industrial (CCTV), RF industrial

C) Fibra Óptica

- Transmite luz (pulsos ópticos) a través de núcleo de vidrio o plástico
- Inmune total a interferencias electromagnéticas (EMI/RFI)
- Tipos: monomodo (SMF) y multimodo (MMF)
- Ancho de banda: hasta 100 Gbps y más
- Distancias: SMF hasta 80 km sin repetidores; MMF hasta 2 km
- Aplicaciones: SCADA en subestaciones eléctricas, plantas químicas, minería

3.3 Características Técnicas Comparativas

Parámetro	Par Trenzado	Cable Coaxial	Fibra Óptica
Velocidad máx.	1–10 Gbps	Cientos de Mbps	100 Gbps+
Distancia máx.	100 m (Ethernet)	185–500 m	2–80 km
Inmunidad EMI	Media (STP buena)	Alta	Total (inmune)
Costo instalación	Bajo	Medio	Alto (especializado)

Parámetro	Par Trenzado	Cable Coaxial	Fibra Óptica
Peso y flexibilidad	Alto / muy flexible	Medio / rígido	Bajo / frágil
Aislamiento eléctrico	No	No	Sí (total)
Mantenimiento	Fácil, sin herram. especial	Medio, conectores coax	Requiere fusionadora óptica
Uso típico en industria	Redes de planta, buses Modbus/Profibus	Circuito cerrado de TV (CCTV)	Subestaciones, minería, plantas químicas

3.4 Estándares de Comunicación Alámbrica Industrial

Estándar	Velocidad	Distancia	Topología	Uso principal
RS-232	Hasta 115,2 kbps	15 m	Punto a punto	Configuración de equipos
RS-485	Hasta 10 Mbps	1.200 m	Bus multipunto	Modbus industrial
Modbus RTU	9,6–115,2 kbps	1.200 m (RS-485)	Bus (32 nodos)	Sensores, PLC, variadores
Profibus DP	9,6 kbps–12 Mbps	200–1.200 m	Bus (126 nodos)	Automatización de fábricas
CAN Bus	Hasta 1 Mbps	40 m (1 Mbps) / 1 km (50 kbps)	Bus diferencial (110 nodos)	Automotriz, robótica, mecatrónica embebida
Ethernet Ind.	100 Mbps–1 Gbps	100 m (cat5e+)	Estrella/bus/anillo	SCADA, HMI, IoT industrial
HART	1.200 bps	3.000 m	Bus/punto–punto	Instrumentación de campo

3.5 Ventajas y Desventajas de la Telemetría Alámbrica

☑ VENTAJAS	✗ DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor confiabilidad y estabilidad • Menor latencia en la transmisión • Sin interferencias inalámbricas • Mayor seguridad (difícil interceptar) • No requiere gestión del espectro • Bien normado y estandarizado 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de instalación elevado • Limitación por distancia • No apto para nodos móviles • Requiere obra civil (canaletas) • Mantenimiento de cables complejo • Difícil modificar una vez instalado