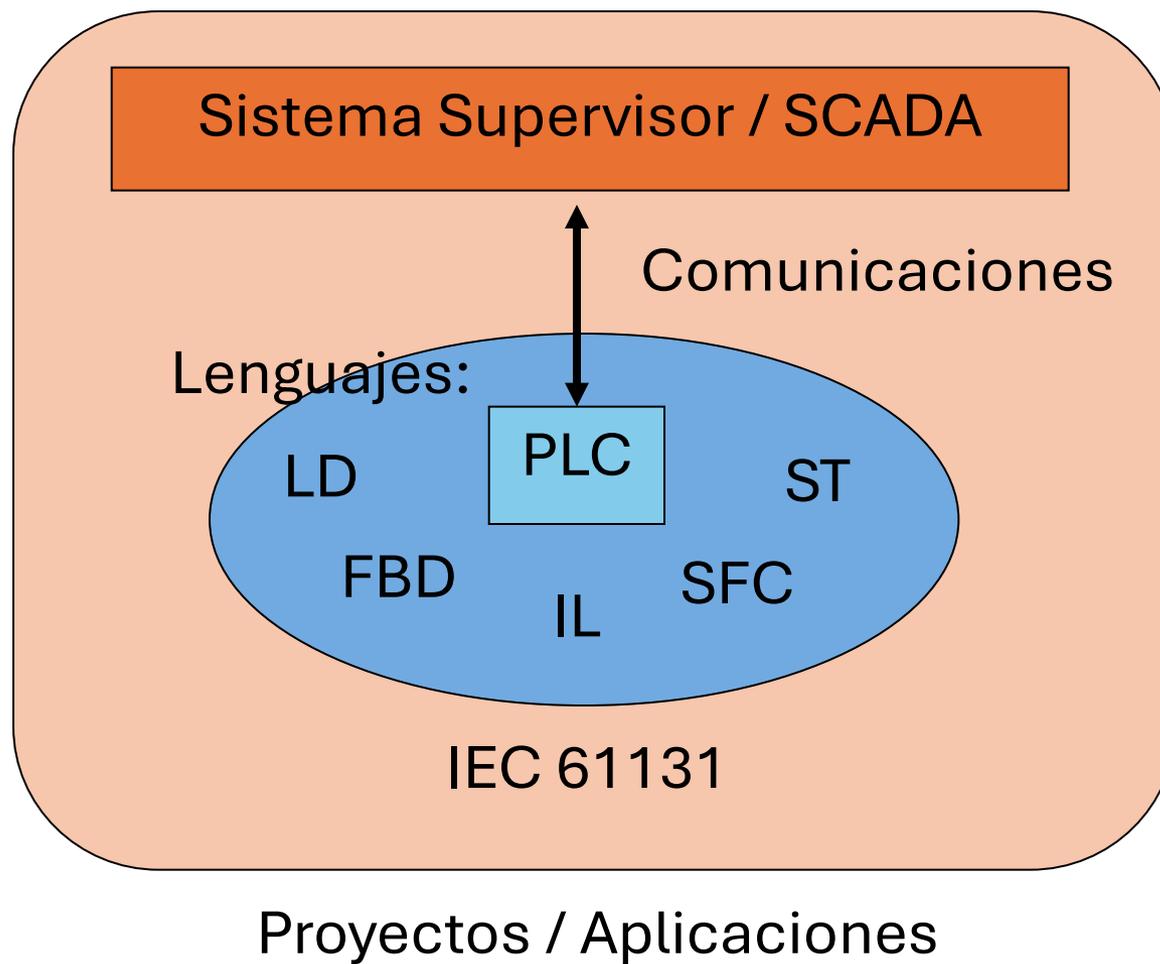


# Comunicaciones

## Controladores Lógicos Programables

# Programa del Curso



# Introducción

## Medios para transmitir señales:

### Conexión por lazo de corriente 4 – 20 mA

Transmisión analógica: corriente proporcional a una magnitud

Extremo receptor incluye un conversor A/D

### Comunicaciones digitales

La magnitud a transmitirse se digitaliza en el extremo transmisor

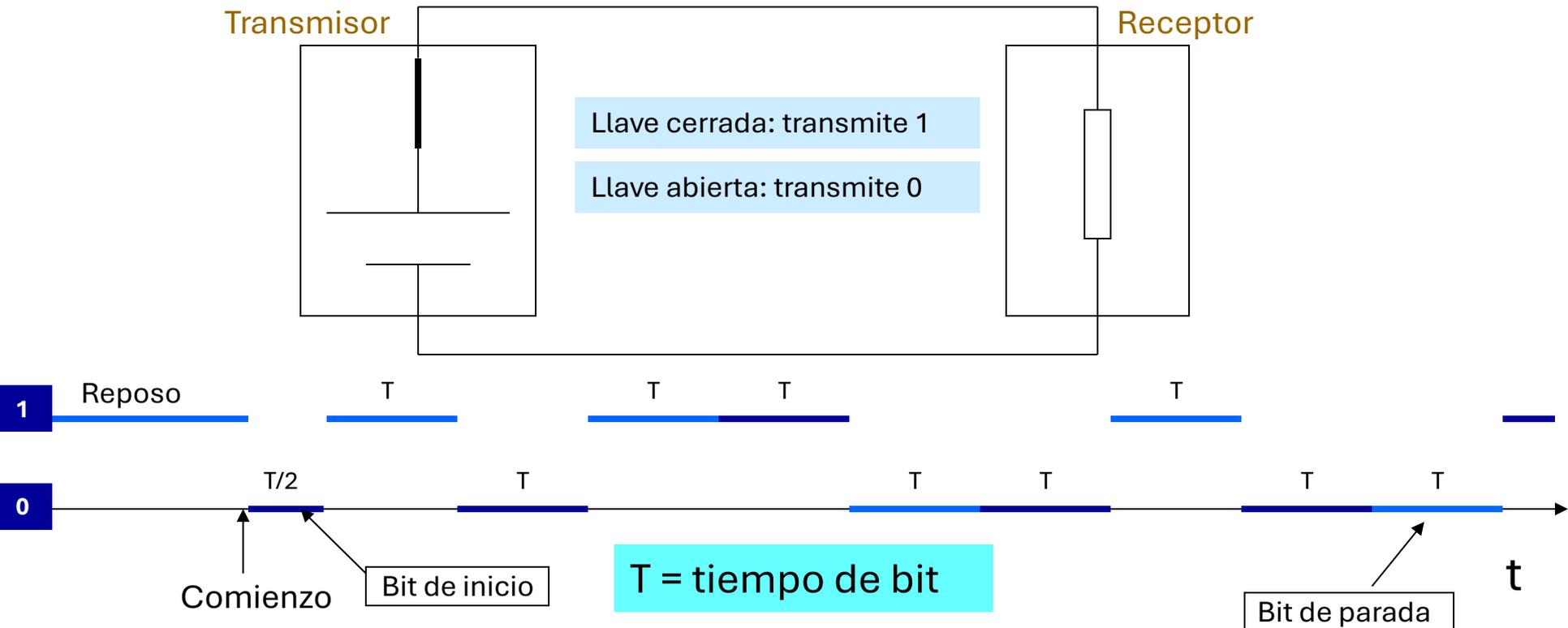
Cada dato se envía por bytes

Cada byte se envía en forma serial, por dos cables a velocidad prefijada (baudios)

# Introducción

## Modelo de comunicación digital serial

Ejemplo: Dato a transmitir: 10110010 binario



# Introducción

## Parámetros de una comunicación serial:

Velocidad de transmisión: baudios

Ejemplo: 4800, 9600 o 19200 baudios

Paridad

Par, impar o ninguna

Bits de parada: 1, 1.5 o 2

1, 1.5 o 2

Tipo de control de flujo

Sin control de flujo o con handshake

# Redes Físicas

## Protocolos para comunicación serial:

Definen la interfaz eléctrica y física de la comunicación

Tipos de cables, niveles de tensión, impedancia de los receptores, etc.

Redes más comunes: las redes multidrop

Los nodos de la red (2 o más) comparten un bus físico

En un instante dado sólo puede haber un dispositivo activo (transmitiendo)

Todos los dispositivos reciben. Sólo el dispositivo aludido los procesa

Protocolo más comunes: RS-485 o RS-422

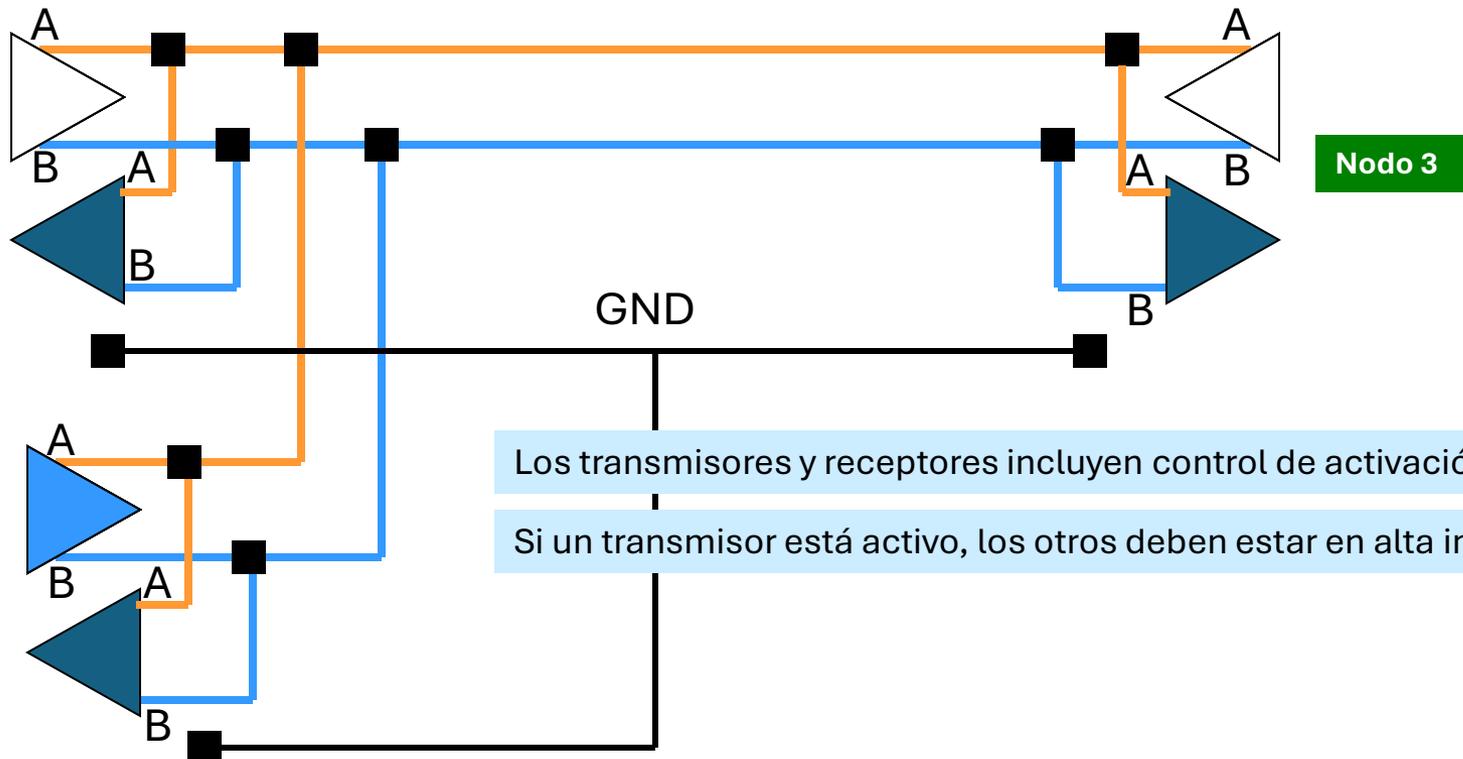
Red multidrop con máximo 32 dispositivos

Distancia máxima: 1600 m

Transmisión diferencial 0.2 V

# Redes Físicas

## Ejemplo: red RS-485 con 3 nodos



Los transmisores y receptores incluyen control de activación

Si un transmisor está activo, los otros deben estar en alta impedancia

# Protocolos maestro esclavo

## Protocolos de PLCs sobre redes multidrop: maestro - esclavo



Un PLC puede ser maestro en un puerto y esclavo en otro

Esclavo en comunicación con PC (interfaz gráfica)

Maestro de red de PLCs e instrumentación

# Capas

Los datos transmitidos por la red física se agrupan (abstraen) en tramas según un protocolo lógico

Red física: capa 1 de comunicaciones

Tramas de datos: capa 2 de comunicaciones

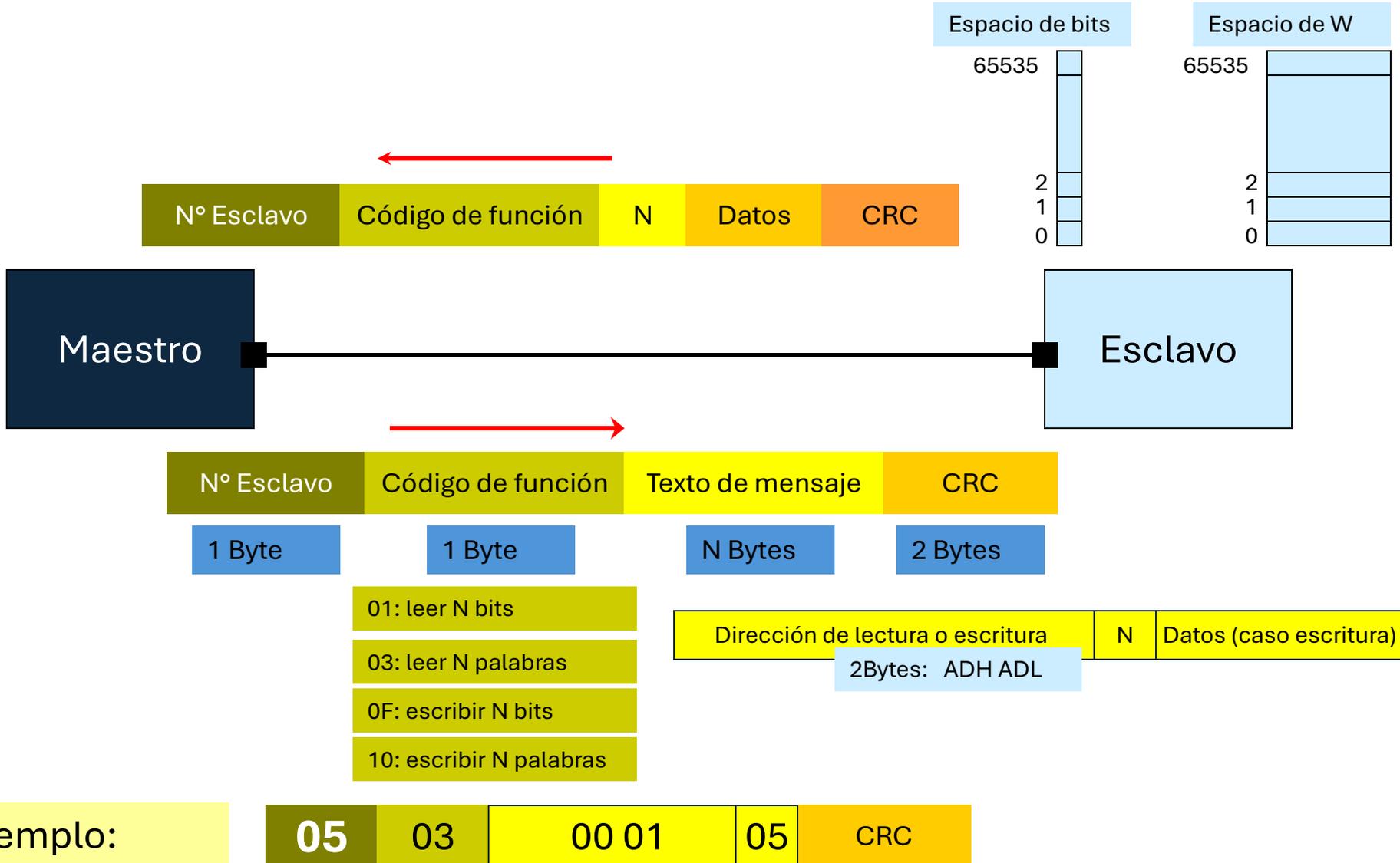
Existen muchos protocolos lógicos

Se analiza uno de los más difundidos: MODBUS

Protocolo maestro – esclavo: cada esclavo tiene un número de esclavo

Incluye tiempos de espera de respuesta y mensajes de error

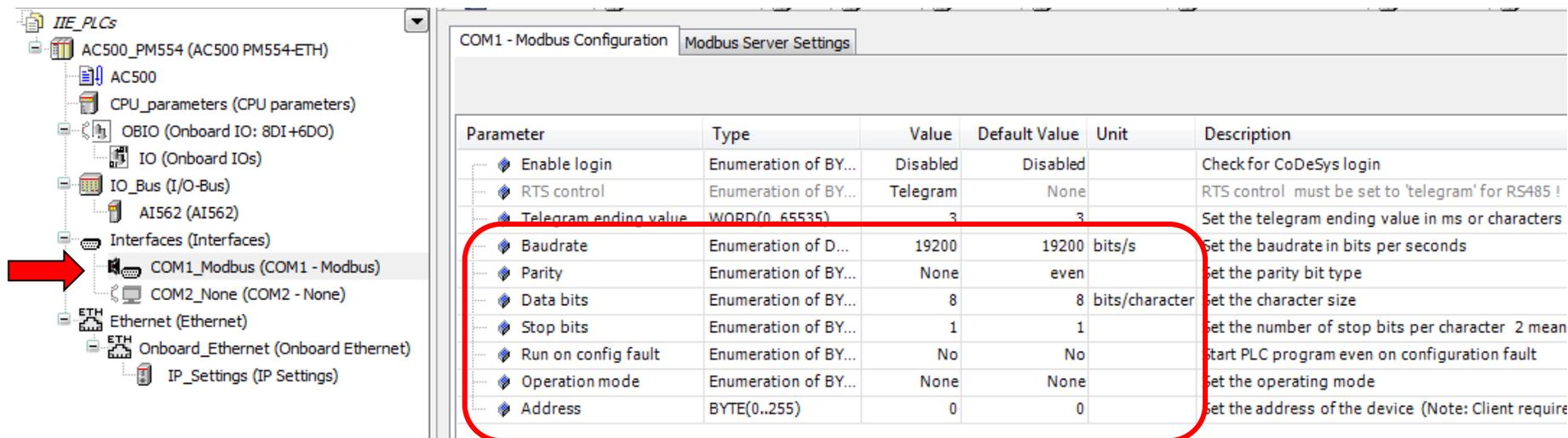
# Protocolo MODBUS



# Protocolo MODBUS

- Mensajes de error: transmitidos ante recepción de un mensaje erróneo
- PLC como Modbus esclavo independiente del programa (resuelto por el SO)
- Requisitos:
  - Número de esclavo del PLC
  - Direcciones de memoria a acceder
- Orientado a bits o palabras: pueden ser necesarias conversiones para otros formatos

# MODBUS en PLC del Lab

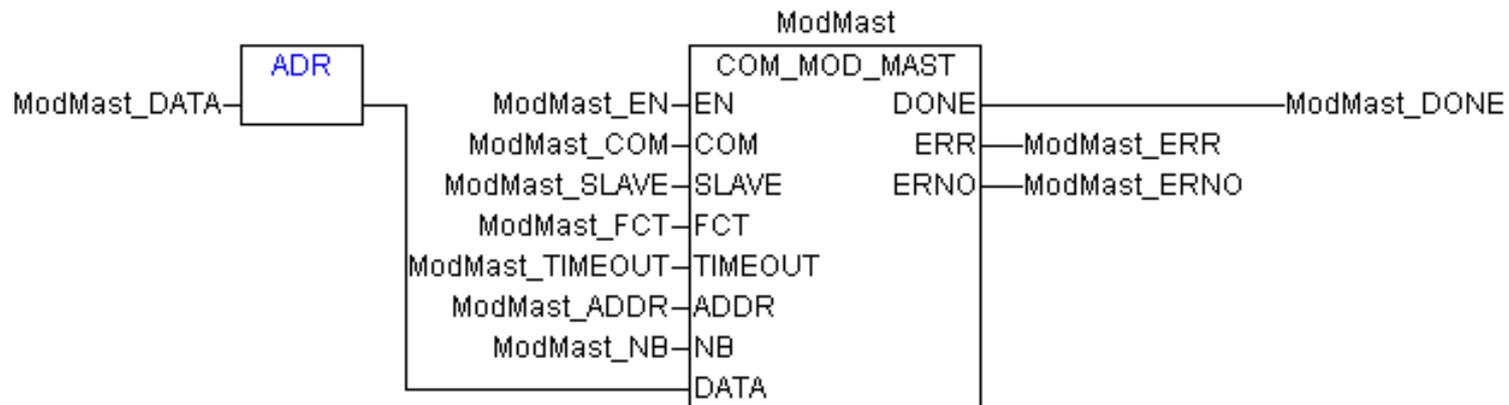


The screenshot displays the configuration of a Modbus server on a PLC. The left pane shows the project tree with 'COM1\_Modbus (COM1 - Modbus)' selected. The right pane shows the 'Modbus Server Settings' table.

Parameter	Type	Value	Default Value	Unit	Description
Enable login	Enumeration of BY...	Disabled	Disabled		Check for CoDeSys login
RTS control	Enumeration of BY...	Telegram	None		RTS control must be set to 'telegram' for RS485 !
Telegram ending value	WORD(0..65535)	3	3		Set the telegram ending value in ms or characters
Baudrate	Enumeration of D...	19200	19200	bits/s	Set the baudrate in bits per seconds
Parity	Enumeration of BY...	None	even		Set the parity bit type
Data bits	Enumeration of BY...	8	8	bits/character	Set the character size
Stop bits	Enumeration of BY...	1	1		Set the number of stop bits per character 2 mean
Run on config fault	Enumeration of BY...	No	No		start PLC program even on configuration fault
Operation mode	Enumeration of BY...	None	None		Set the operating mode
Address	BYTE(0..255)	0	0		Set the address of the device (Note: Client require

# MODBUS en PLC del Lab

- Código en PLC Maestro:



∃:

# Conclusión

## Ventajas de la comunicación digital:

Baja dramáticamente el costo del cableado y el PLC

Preserva la precisión analógica del instrumento

Transmite gran cantidad de información

## Desventajas de la comunicación digital:

No existe un único estándar

Existen muchos protocolos: Modbus, Profibus, Interbus, etc.

Requiere mayores conocimientos

# Ethernet TCP/IP

## Controladores Lógicos Programables

# Redes Ethernet TCP/IP

- TCP/IP es el protocolo de transporte más extendido en Internet
- Ethernet: estándar de facto en redes empresariales
- Costo de Ethernet se ha reducido mucho
- Utilización de TCP/IP a nivel de planta permite integrar red empresarial con red de planta
- Tendencia: Ethernet TCP/IP estándar de redes industriales

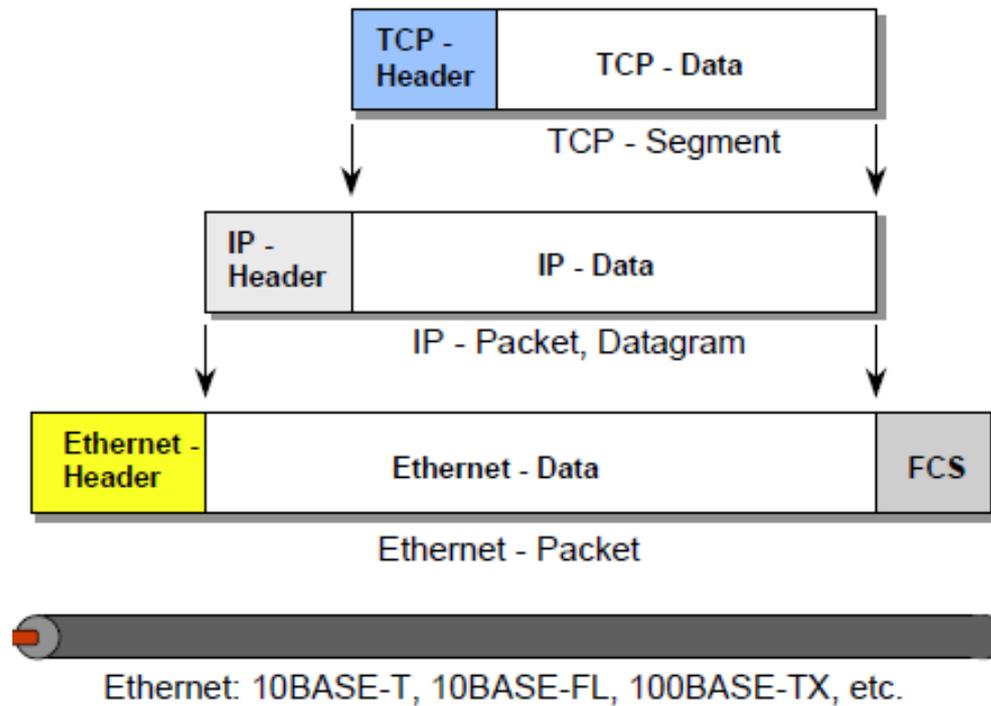
# Redes Ethernet TCP/IP

- Red de comunicaciones: conjunto de nodos conectados por enlaces físicos
- Esquema de comunicaciones: la red se compone de nodos clientes y servidores
- Nodo servidor: escucha la red en forma permanente
- Nodo cliente: encargado de inicio de comunicación con servidor
- Un nodo puede ser cliente y servidor simultáneamente

# Arquitectura de capas

- La forma en que se transmite el mensaje por Ethernet es transparente a programas cliente y servidor
- Esta arquitectura se conoce como “arquitectura de capas”

# Ethernet TCP/IP



## ISO/OSI- model

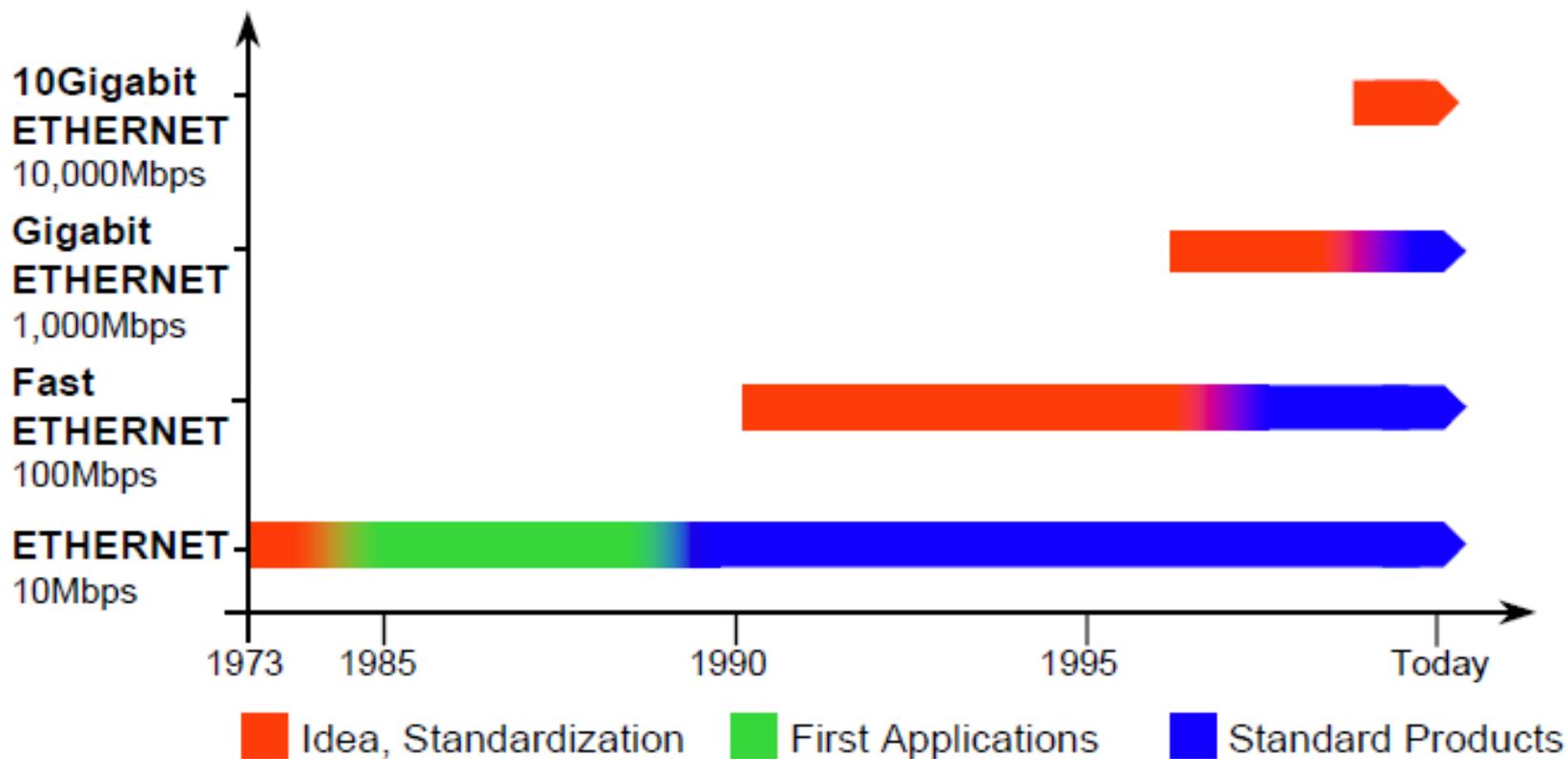
4: Transport Layer  
(Data transport)

3: Network Layer  
(Routing)

2: Data Link Layer

1: Physical Layer  
(Bit transmission)

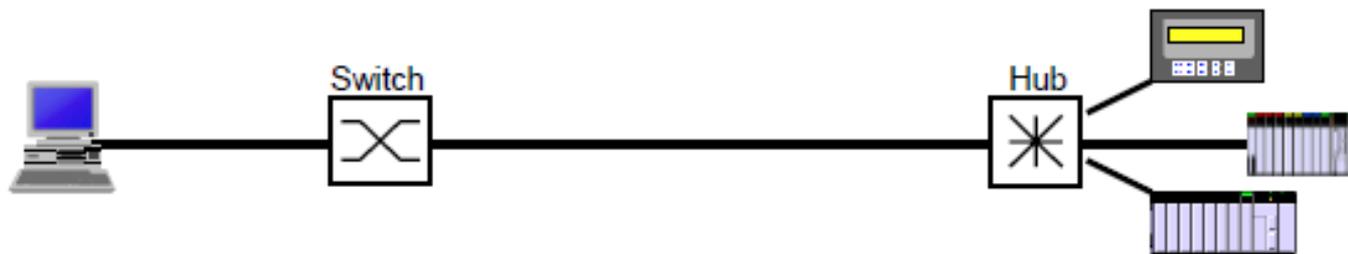
# Ethernet, Fast Ethernet



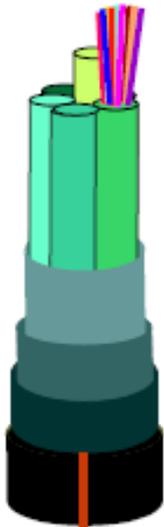
# Ethernet: 10BaseT, 100BaseTX

## Twisted Pair Ethernet

Medium: 2-pair Category 5 cable  
Data rate: 10 Mbit/s (10BASE-T),  
100Mbit/s (100BASE-TX)  
Segment length: max.100 m / 330 ft (Point-to-Point)  
Connection: RJ45 Connector



# Ethernet: 10BaseFL, 100BaseFX



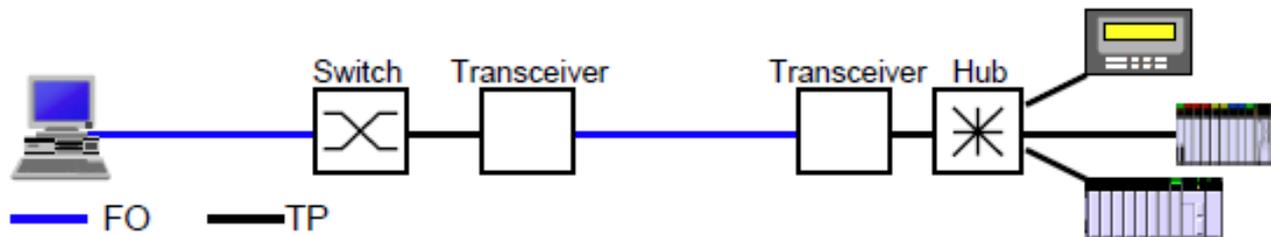
## Fiber Optic Ethernet

Medium: 2 Fibers  
(50/125 or 62,5/125)

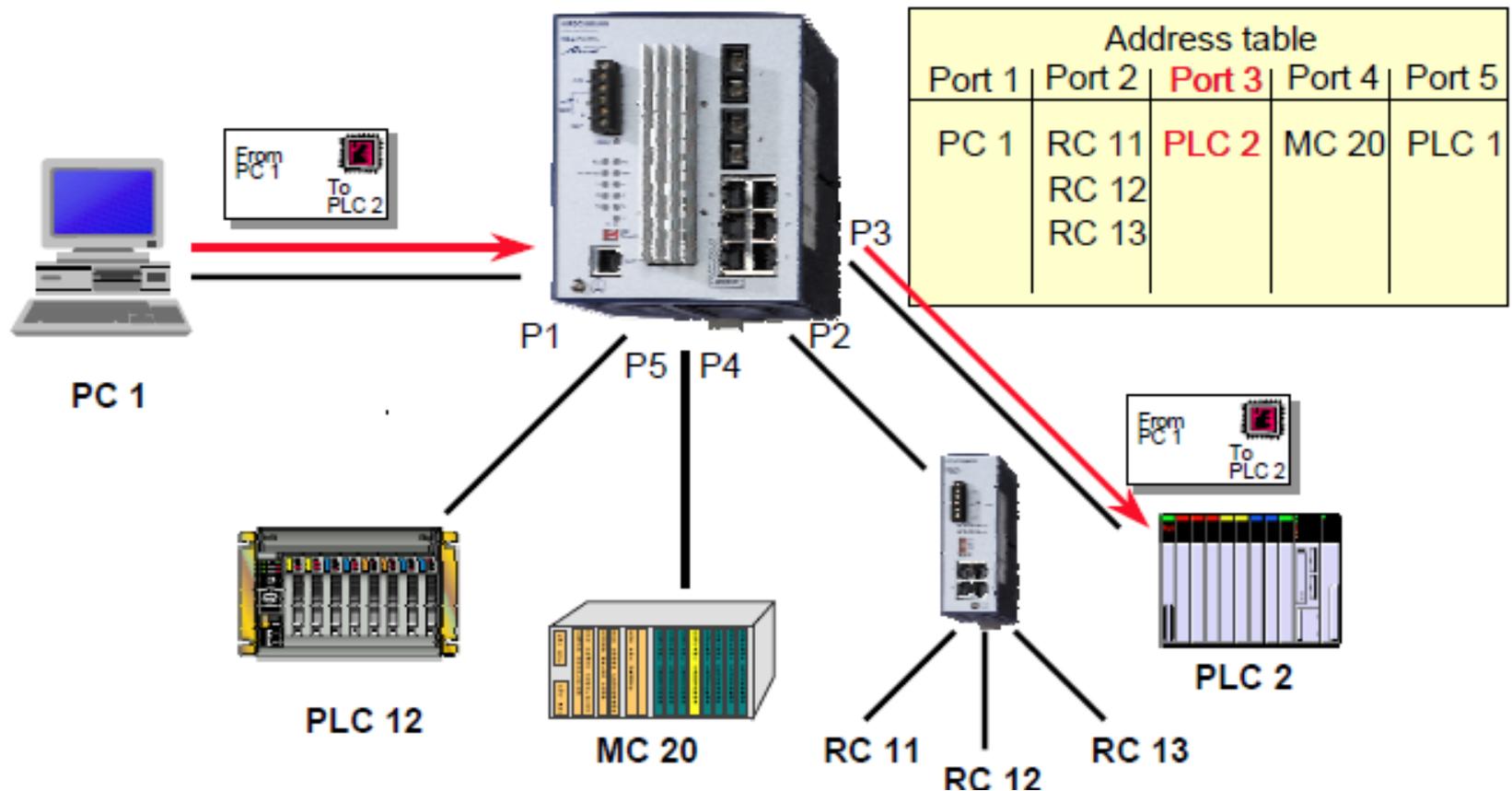
Data rate: 10 Mbps (10BASE-FL)  
100Mbps (100BASE-FX)

Segment length: max. 3.100 m / 10.000 ft (Point-to-Point)

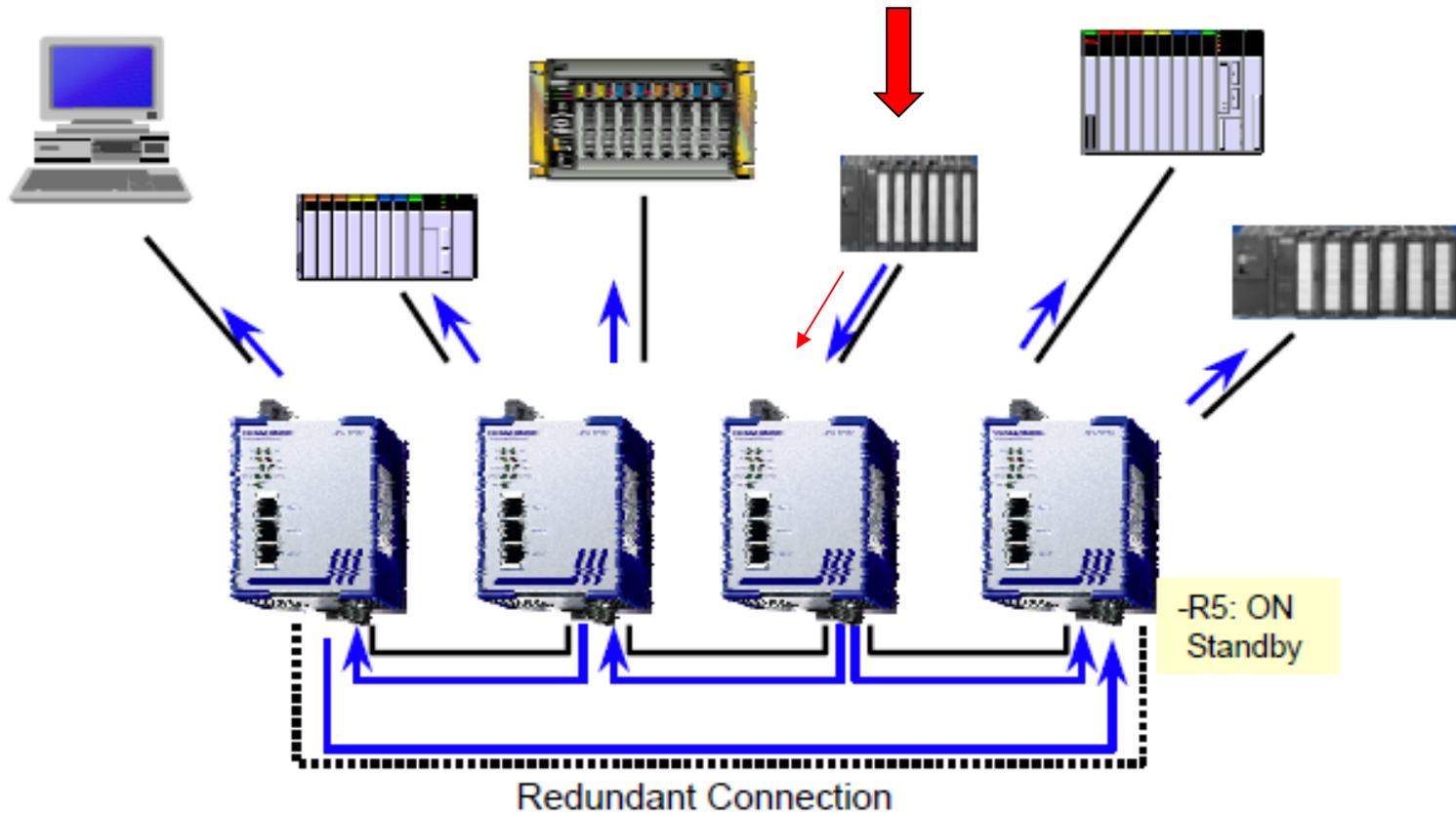
Connection: BFOC / ST Connector (10BASE-FL)  
Duplex SC Connector (100BASE-FX)



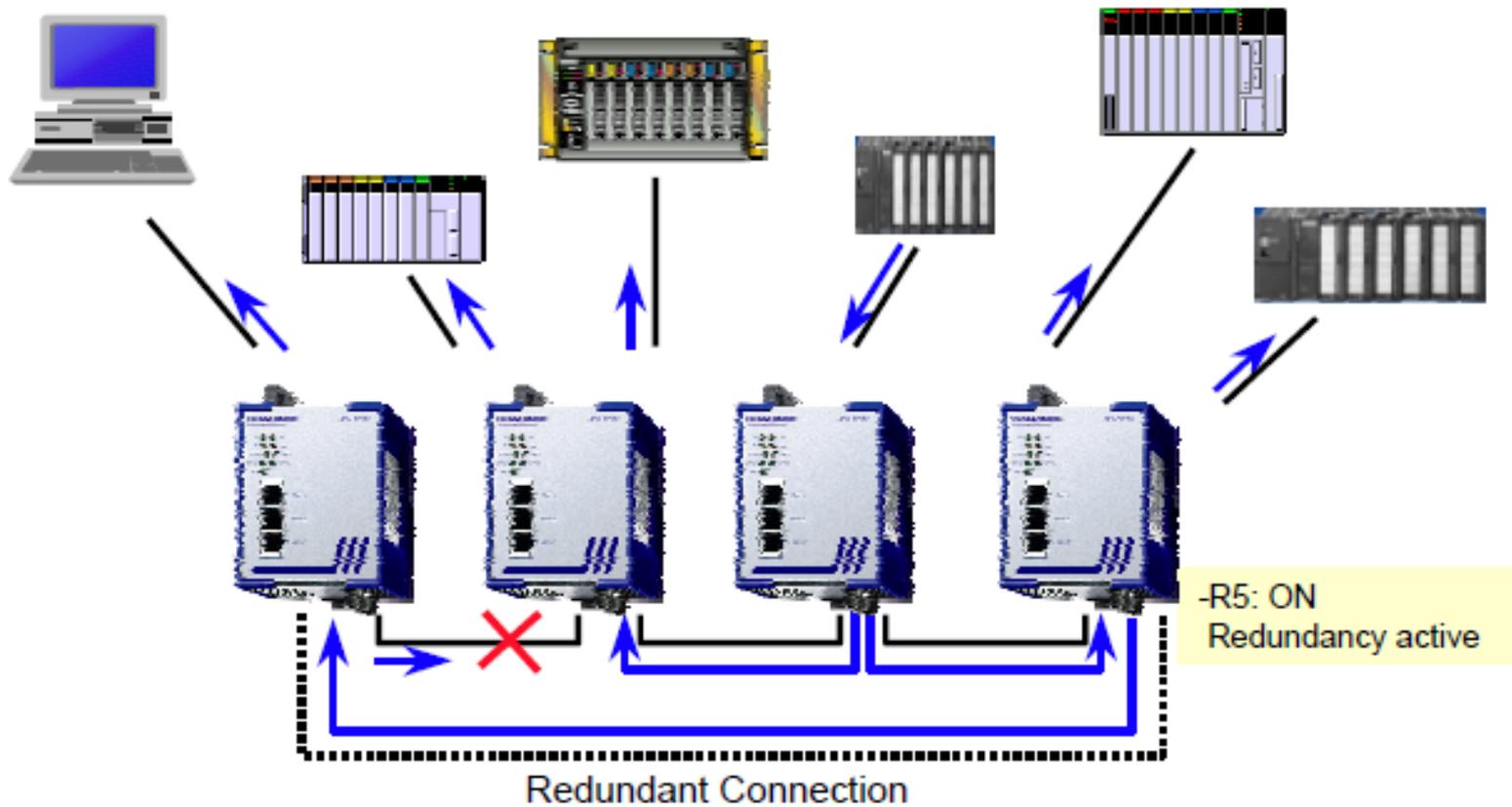
# Ethernet: Operación con Switches



# Topología de Anillo



# Topología de Anillo



# Modbus/TCP

Controladores Lógicos Programables

# Protocolo Modbus/TCP

- Marzo de 1999: Modbus/TCP, 1.0. Schneider Electric (MODICON)
- Combina: TCP/IP, Ethernet y Modbus
- Diferencias con Modbus Serial:
  - Protocolo cliente – servidor
  - Diferencias en la trama de datos: encabezado distinto (Unit Id por Slave Id; se incluye largo del mensaje y no hay CRC)
- Protocolo cliente - servidor:
  - El cliente establece una conexión al puerto 502 del servidor
  - Una estación MODBUS/TCP puede ser simultáneamente cliente y servidor

# Protocolo Modbus/TCP

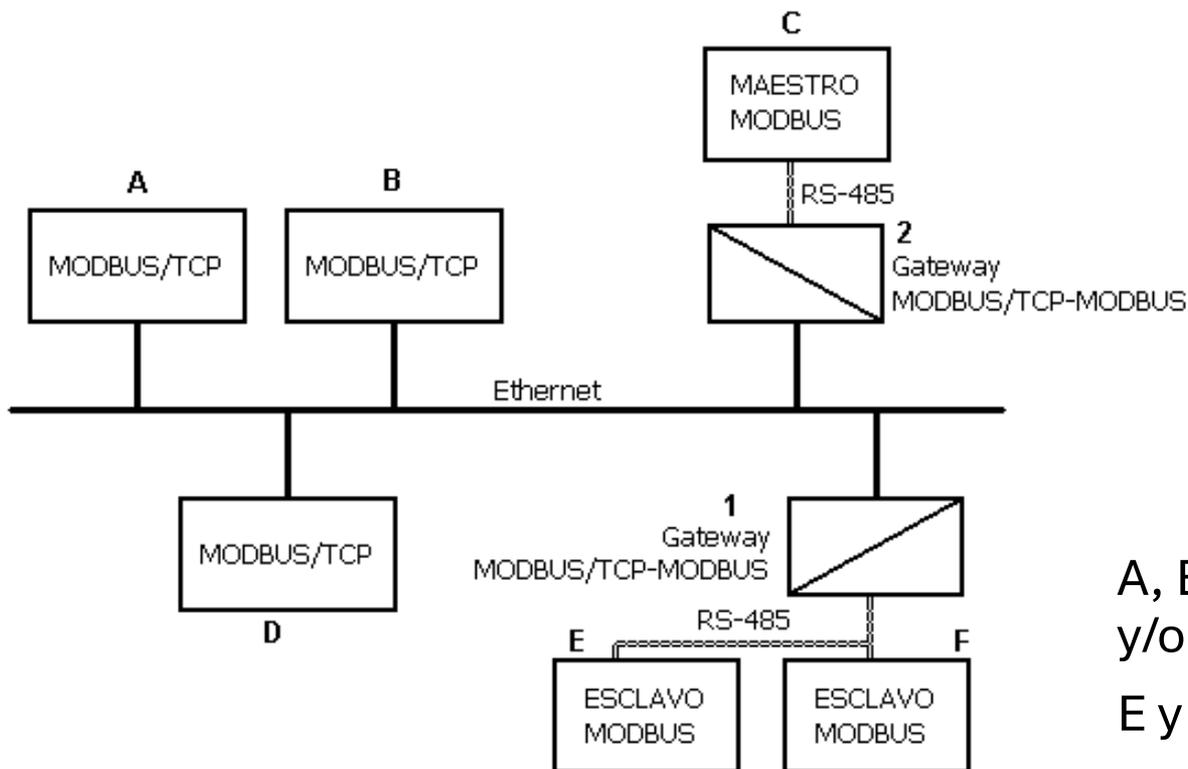
- Trama de datos:



- Tipos de datos de MODBUS/TCP: bits y palabras (16 bits)

# Protocolo MODBUS/TCP

- Ejemplo de red MODBUS/TCP:



A, B, D: Modbus/TCP (cliente y/o servidor)

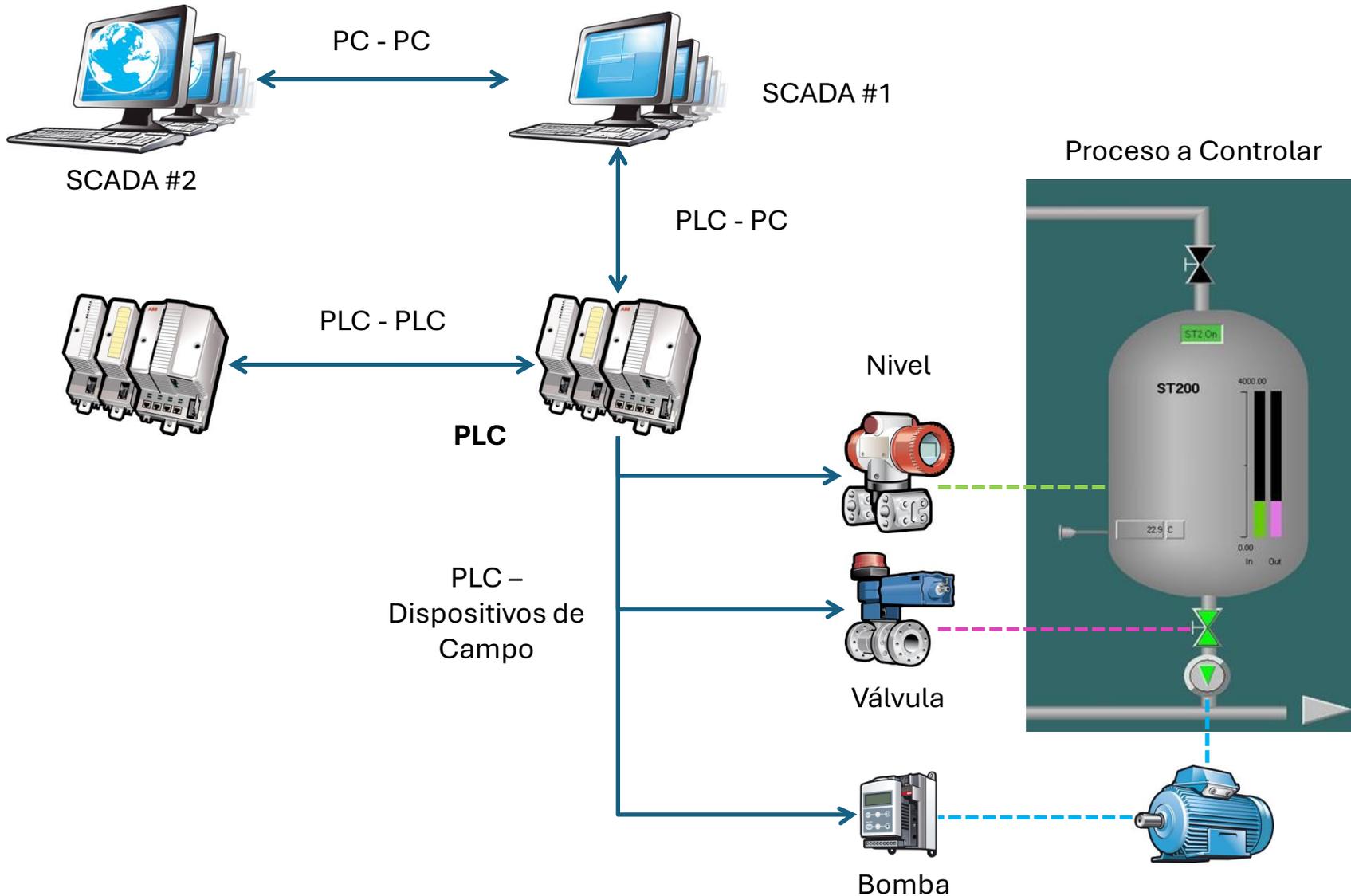
E y F: esclavos Modbus/RTU

C: maestro MODBUS/RTU

# Comunicaciones Industriales

## Controladores Lógicos Programables

# Tipos de Comunicaciones Industriales

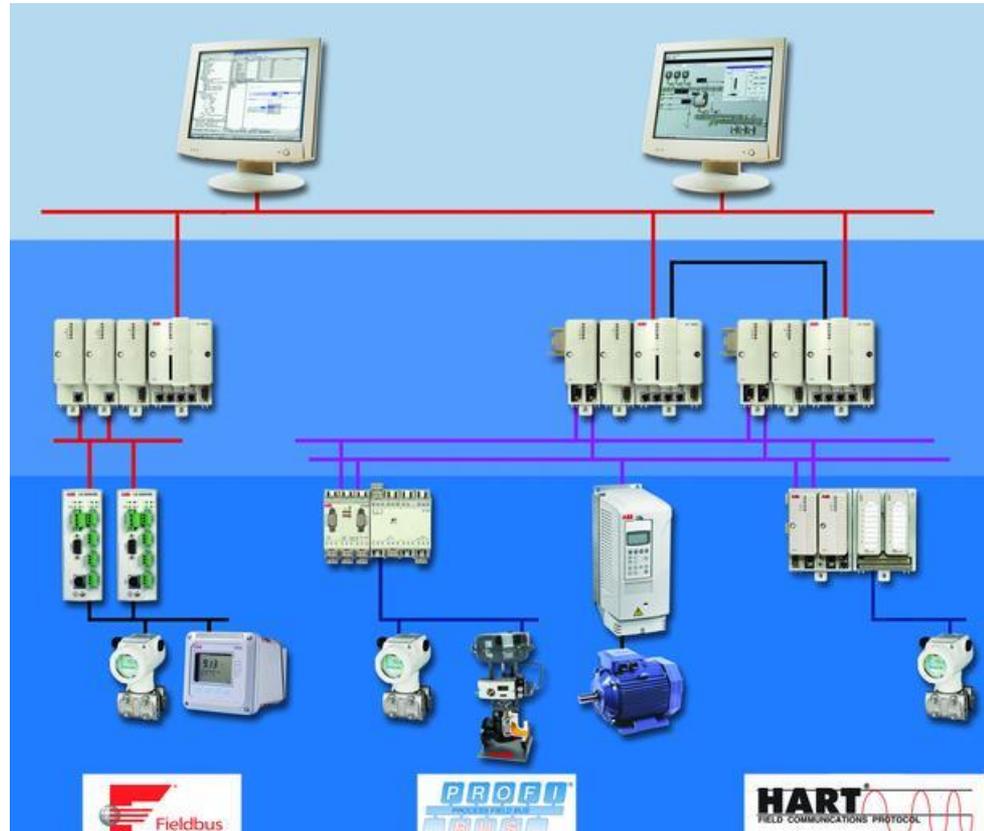


# Niveles dentro de un Sistema de Control

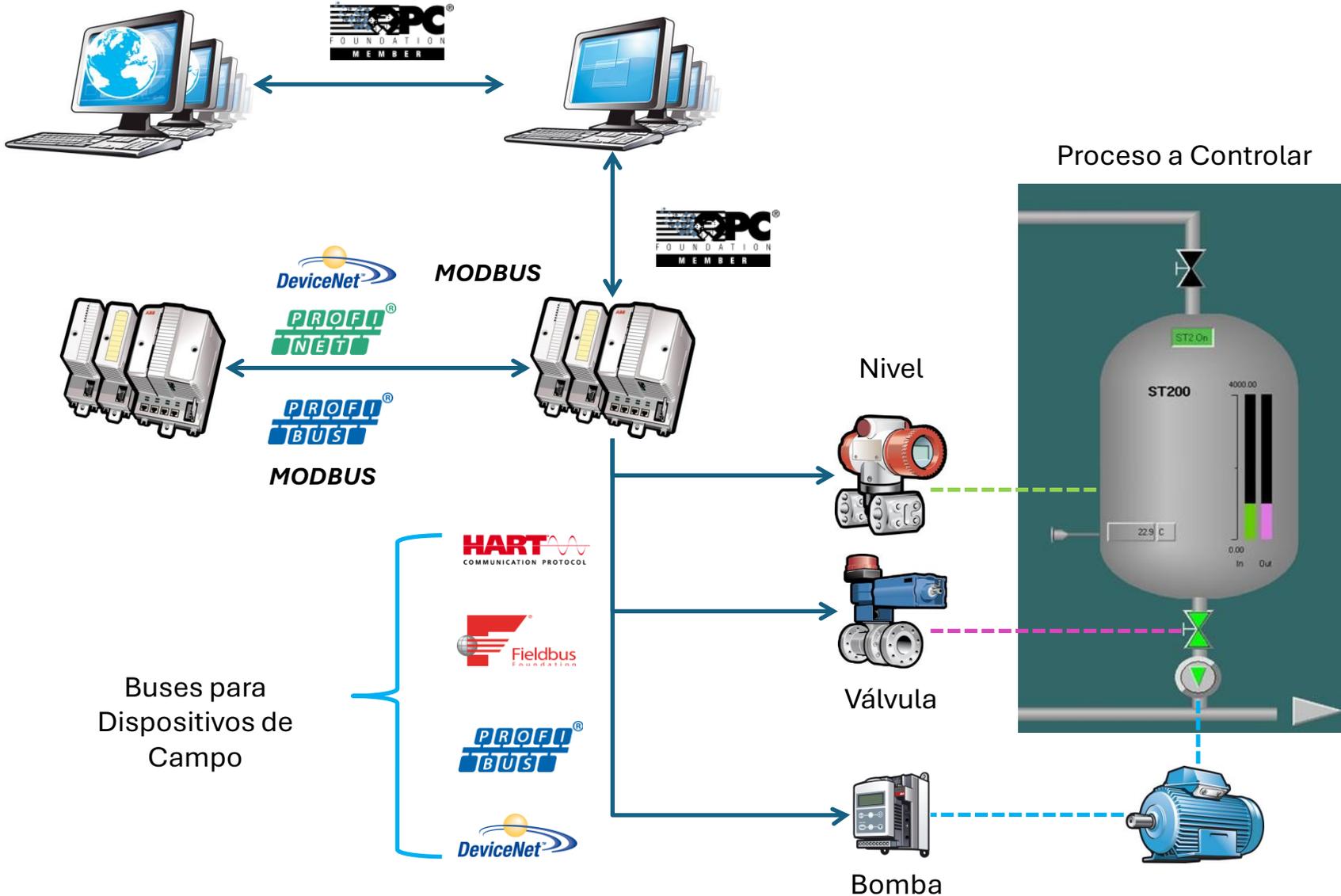
Nivel de Operación

Nivel de Control

Nivel de Campo



# Principales Protocolos Abiertos



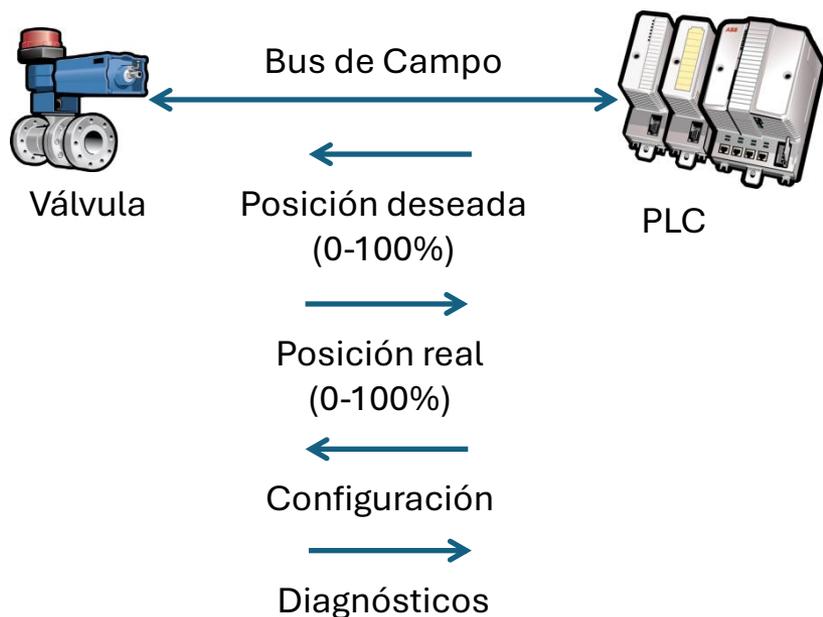
# Tecnología de Bus de Campo

## Cableado Tradicional



- Un cable por señal
- Posible pérdida de precisión
- Señal fácil de diagnosticar (Tester)
- Robusto ante defectos de instalación

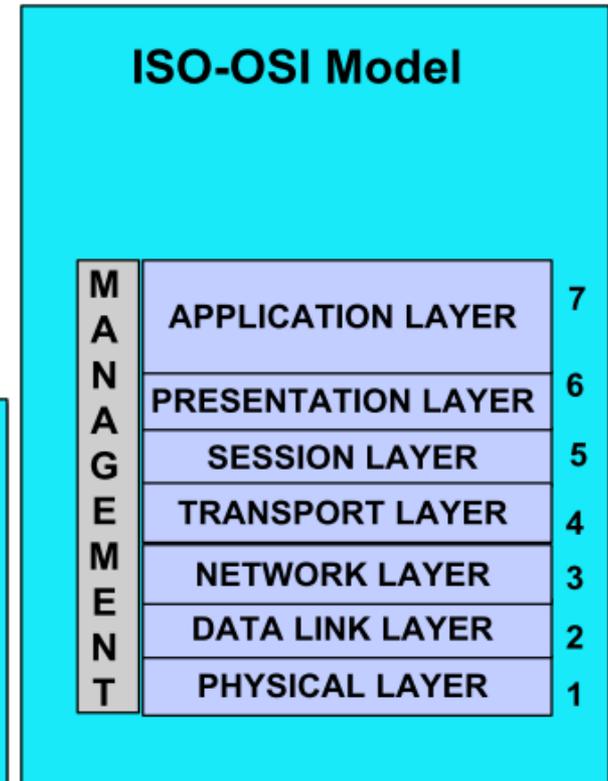
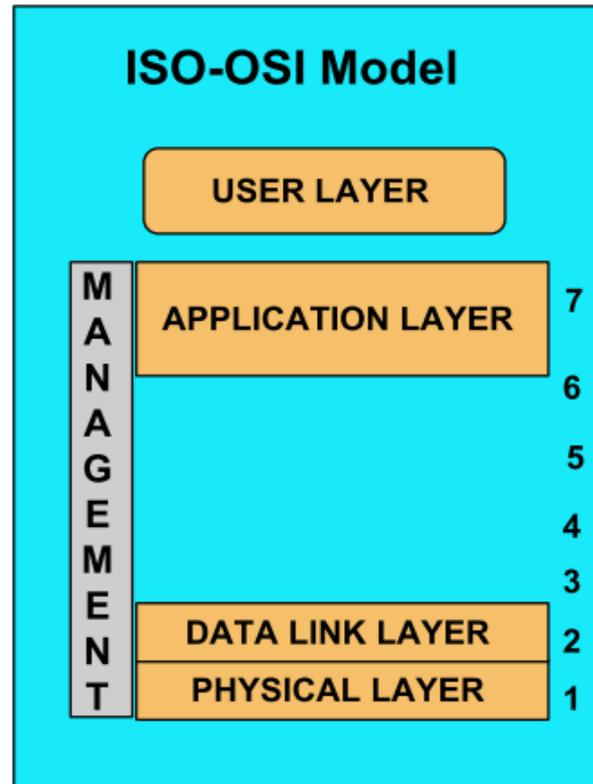
## Comunicación Digital



- Un solo cable para varios dispositivos y señales
- Mantiene la precisión de la medida
- Requiere mayor conocimiento y herramientas sofisticadas ante problemas
- Sensible a defectos de instalación

# Modelo ISO/OSI

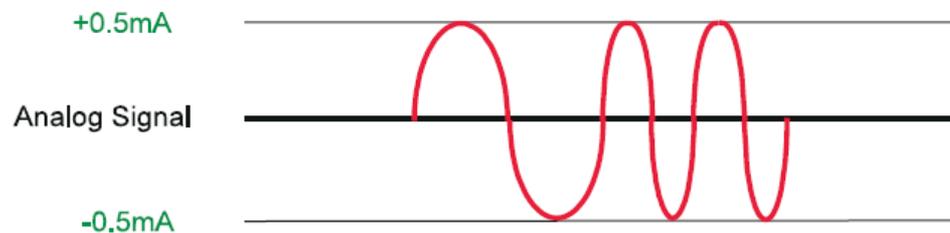
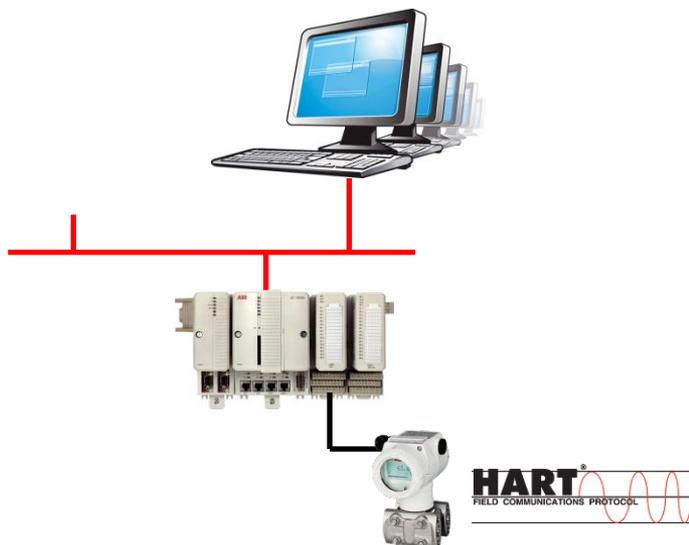
- Estructura para un sistema de comunicaciones abierto
- No es necesario utilizar las 7 capas
- Bus de Campo en general:



# Protocolo vs Medio Físico

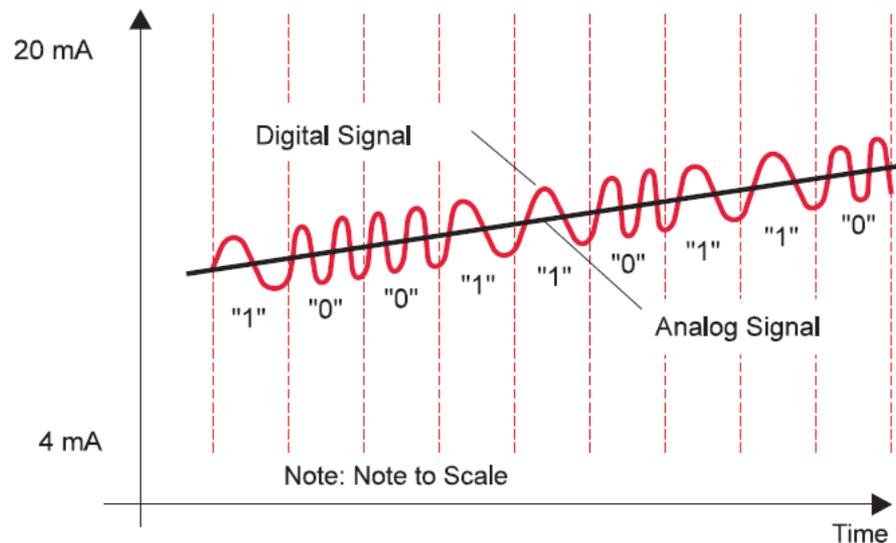
- Importante diferenciar cuales términos hacen referencia realmente a protocolos de comunicación y cuales al medio físico
- Términos vagos como “Comunicación Ethernet”, “Comunicación RS485”
- Ejemplo: Modbus RTU
  - Puede utilizar RS485 o RS232 como capa física

# Bus de Campo HART

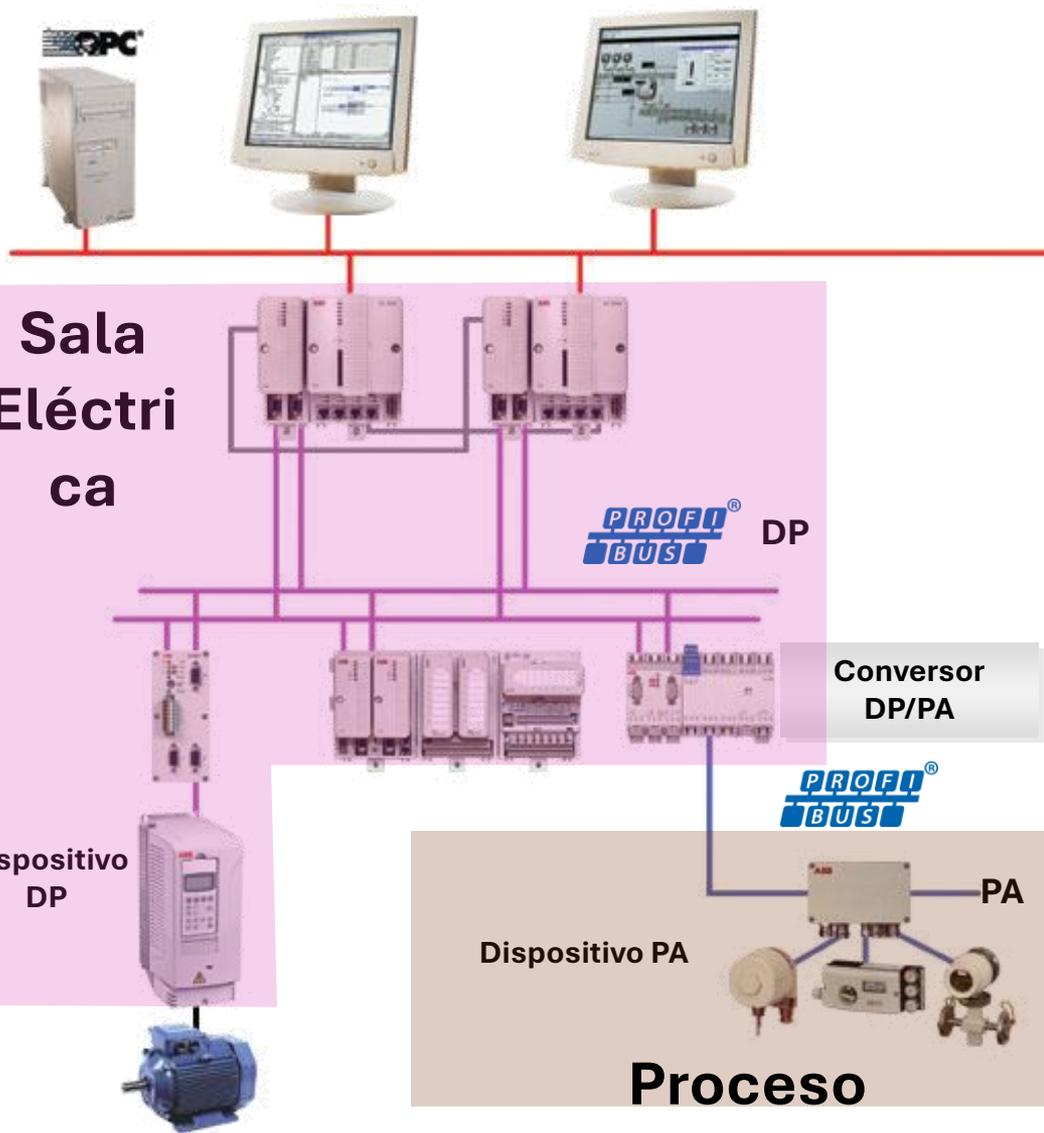


FSK freq:	1200 Hz	2200 Hz
Logical:	"1"	"0"

- Highway Addressable Remote Transducer
- Señal digital sobreimpuesta en 4..20 mA
- FSK (Frecuency Shift Keying)
- 1200 bps, máx 15 nodos



# Bus de Campo PROFIBUS



## ■ Profibus DP

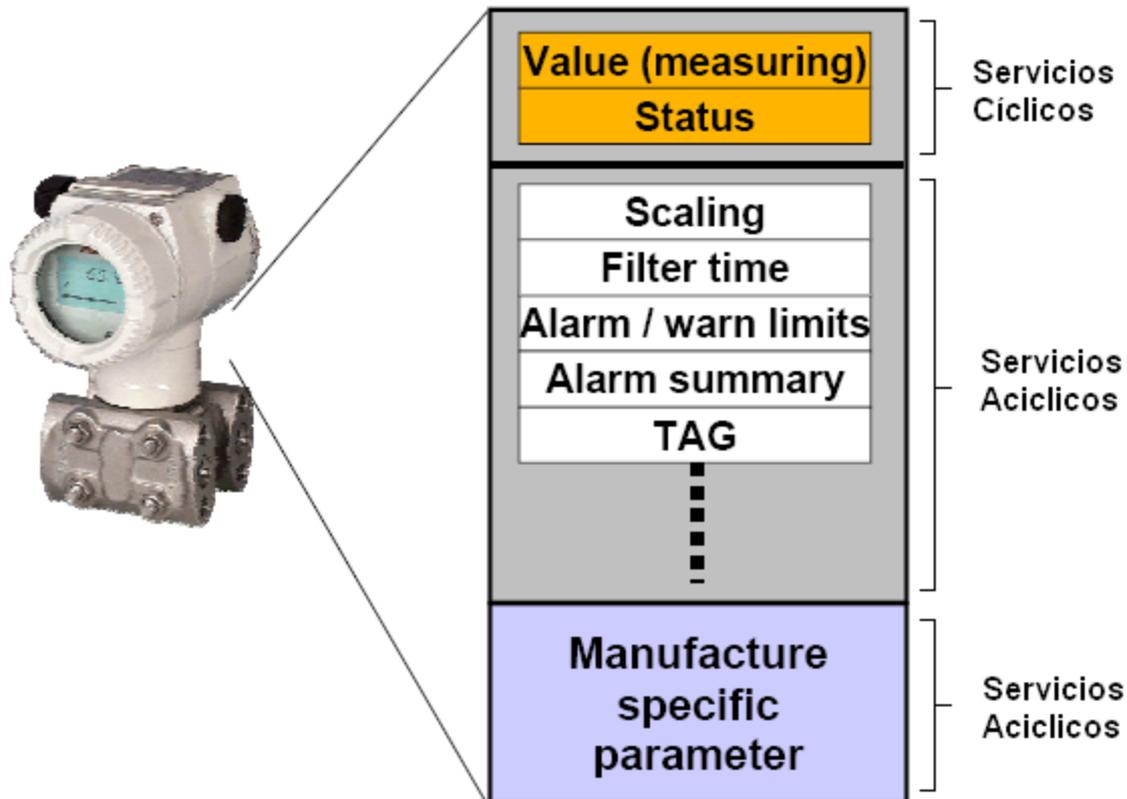
- Decentralized Periphery
- RS-485 hasta 12 Mbps
- Mayormente entre equipos en Salas Eléctricas

## ■ Profibus PA

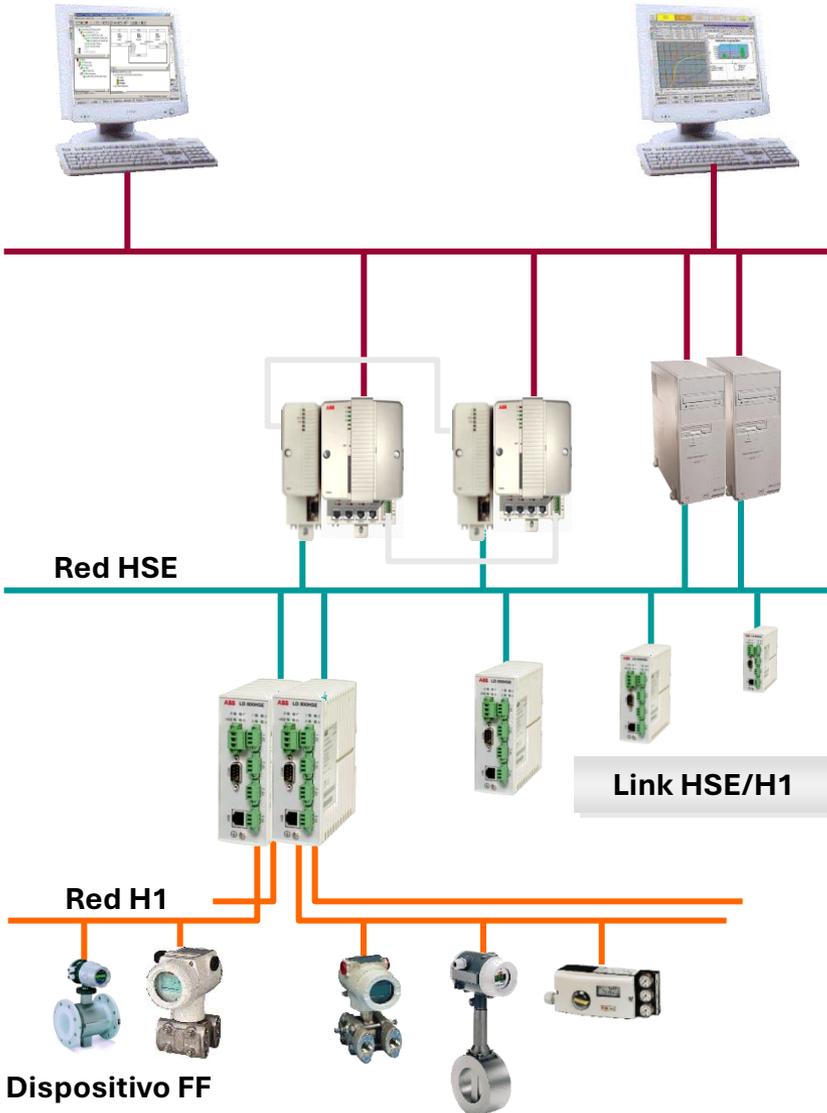
- Process Automation
- Alimentación y comunicación en el mismo cable (2 hilos)
- IEC 61158-2 a 31.25 kbps
- Dispositivos en campo junto al proceso

# PROFIBUS- Comunicación cíclica/acíclica

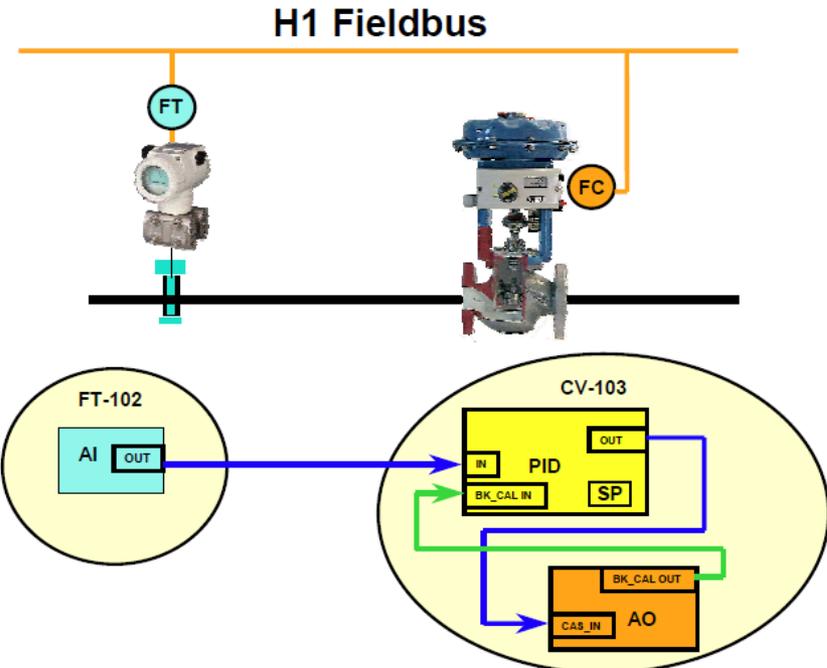
- Intercambio de mensajes en ciclos
- Ciclo de un mensaje consiste de una acción del maestro (envío o pedido de información) y la correspondiente respuesta o reconocimiento



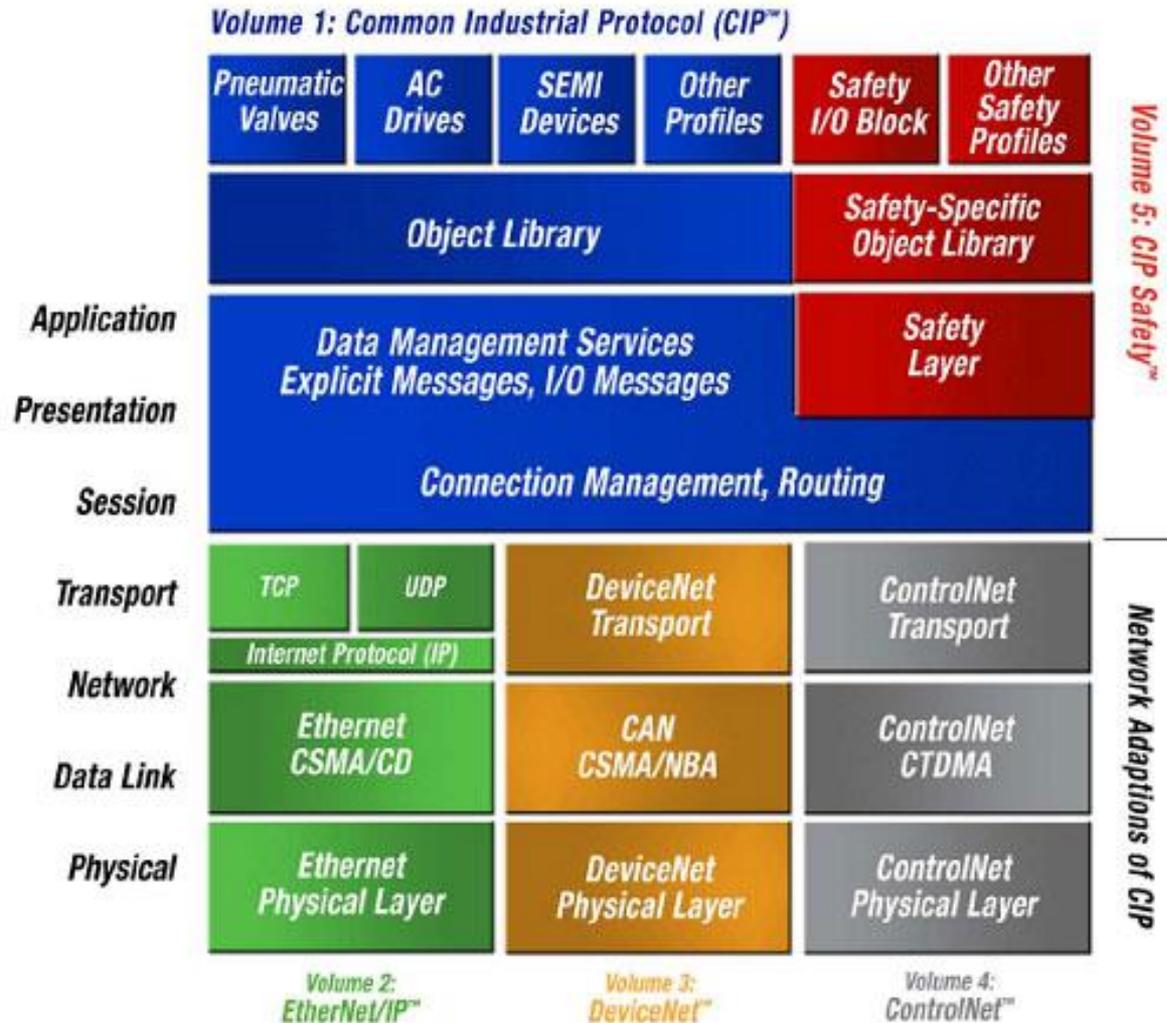
# Bus de Campo Foundation Fieldbus (FF)



- Define dos tipos de redes:
  - **HSE:** High Speed Ethernet (sobre Ethernet 100 Mbps)
  - **H1:** 31.25 kbps IEC 61158-2
- Posibilita control a nivel de campo

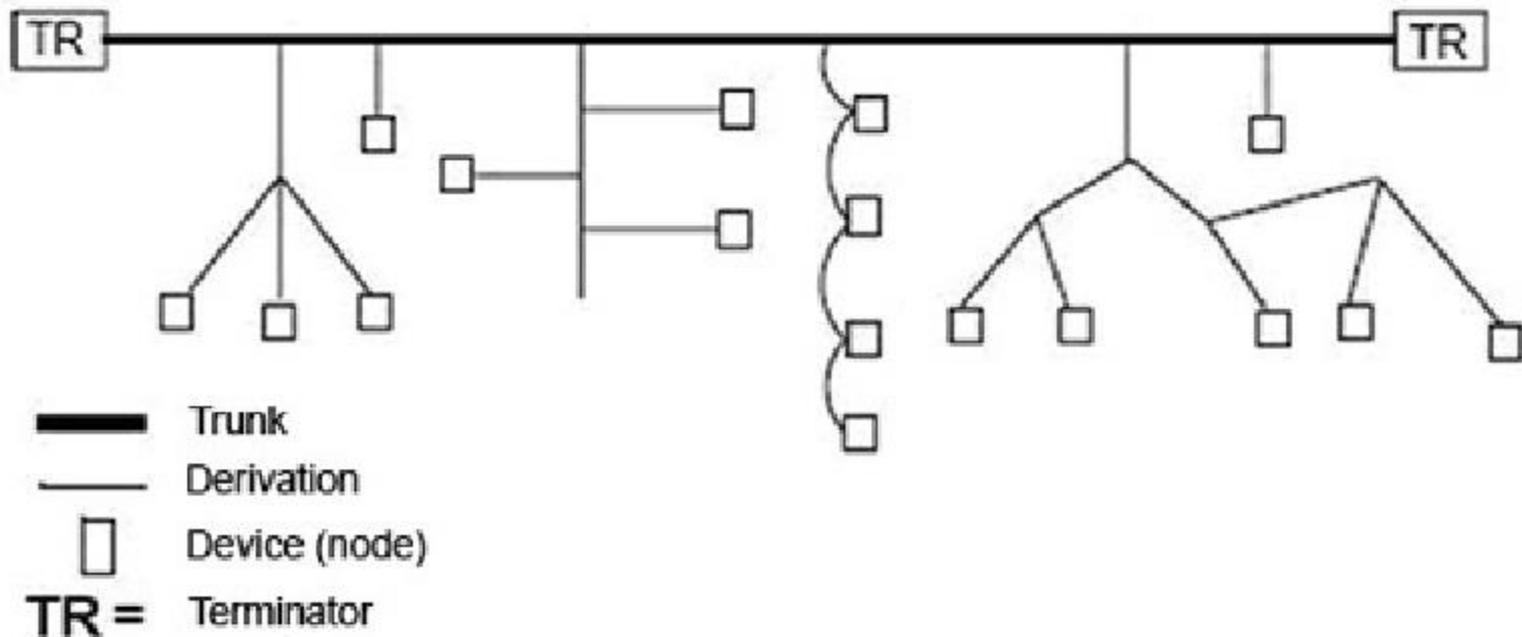


# CIP, Ethernet/IP, DeviceNet, ControlNet

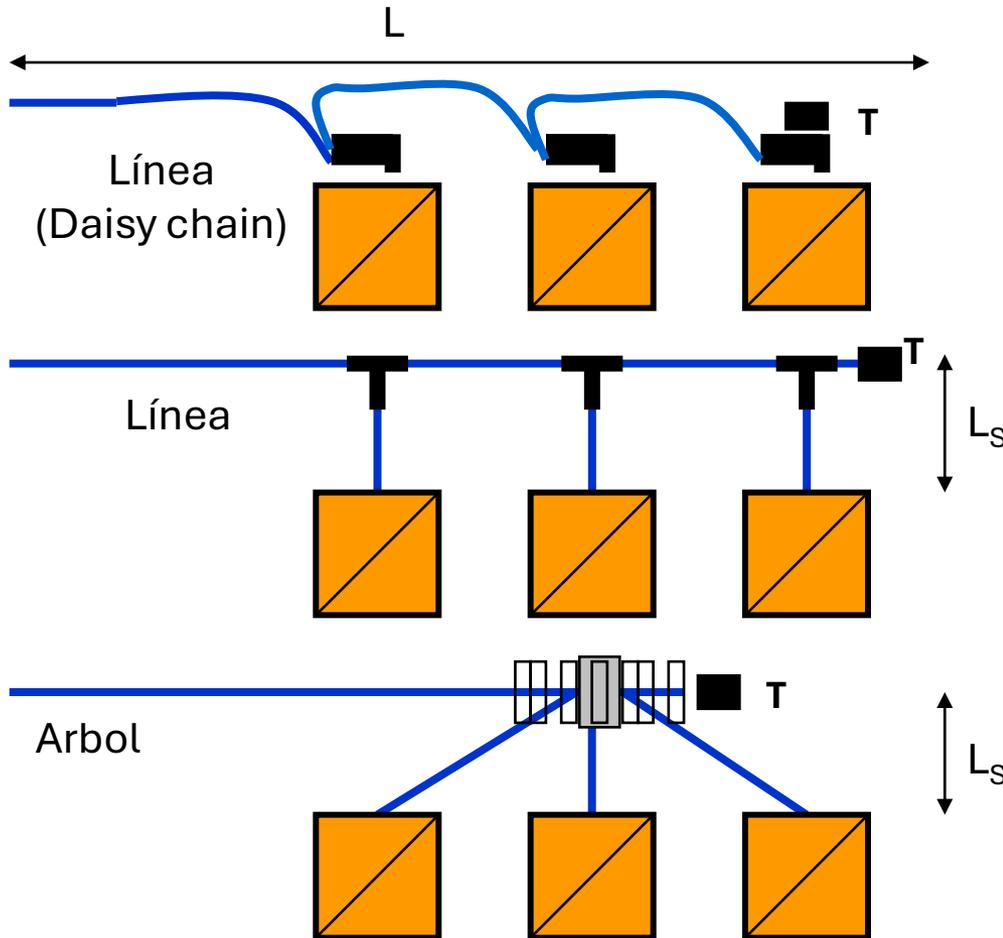


# Topologías de Redes Industriales

- Cada tipo de red industrial a nivel de capa física tiene sus restricciones relativas a la topología soportada, tipo de cable a usar, terminaciones, etc.



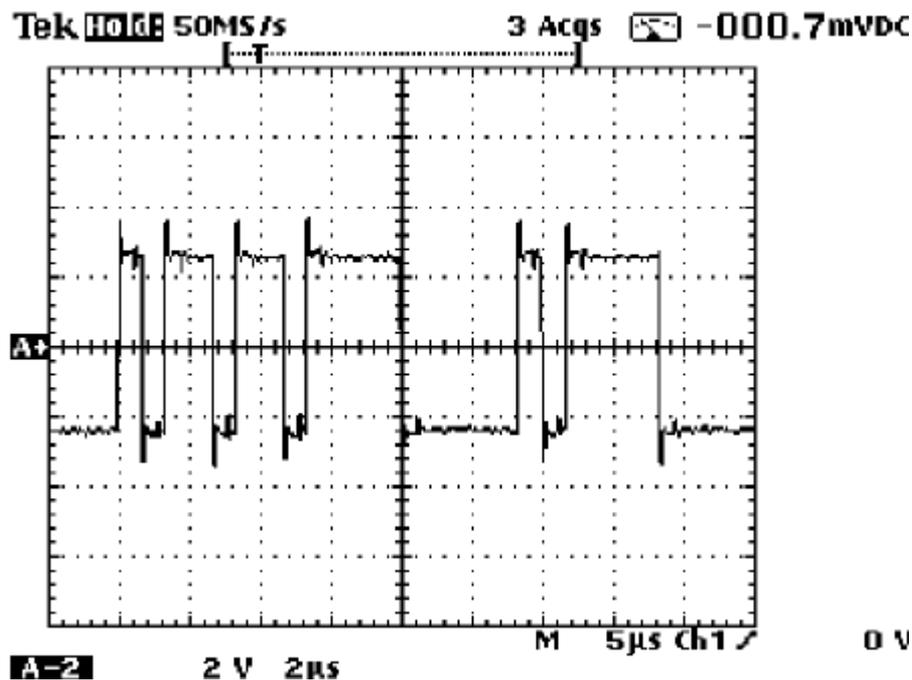
# Ejemplo: Segmentos Profibus DP/PA



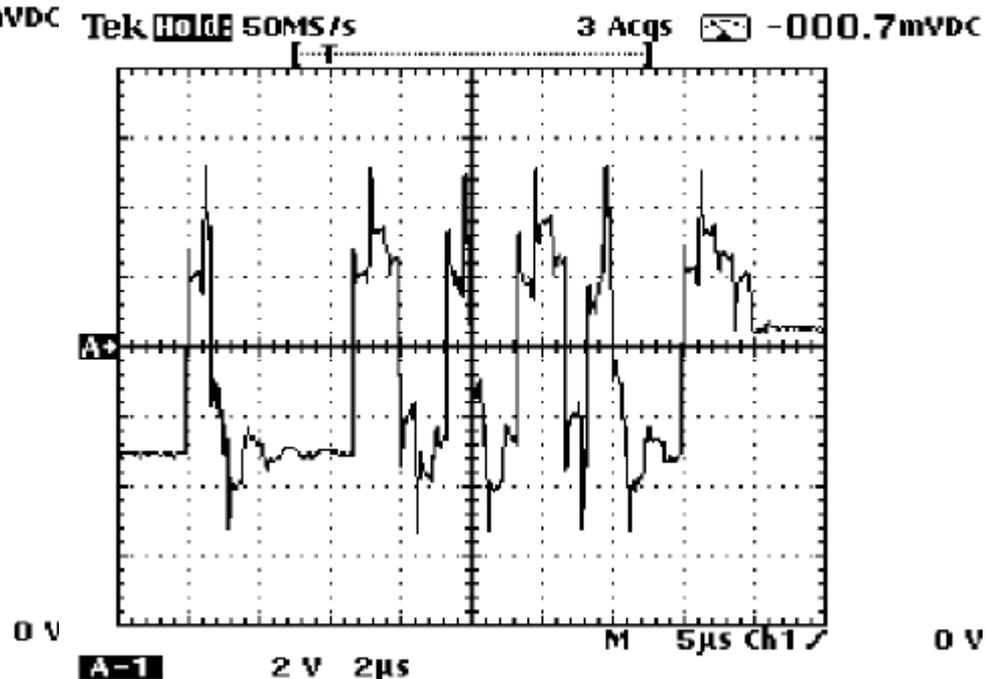
Profibus DP	Profibus PA
$L \leq 1200 \text{ m}$ (para 93.5 kbps)	$L \leq 1900 \text{ m}$
$L_s \leq 0.2 \text{ m}$ $\leq 1.5 \text{ Mbps}$	$L_s \leq 30 \dots 120 \text{ m}$
no permitido	$L_s \leq 30 \dots 120 \text{ m}$

**L** = Largo total Segmento, **Ls** = Largo Spur, **T** = Terminación

# Efectos de Defectos en Topologías



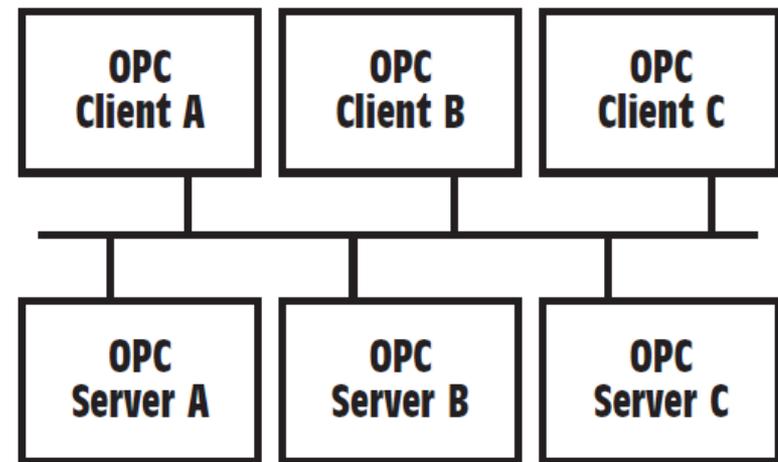
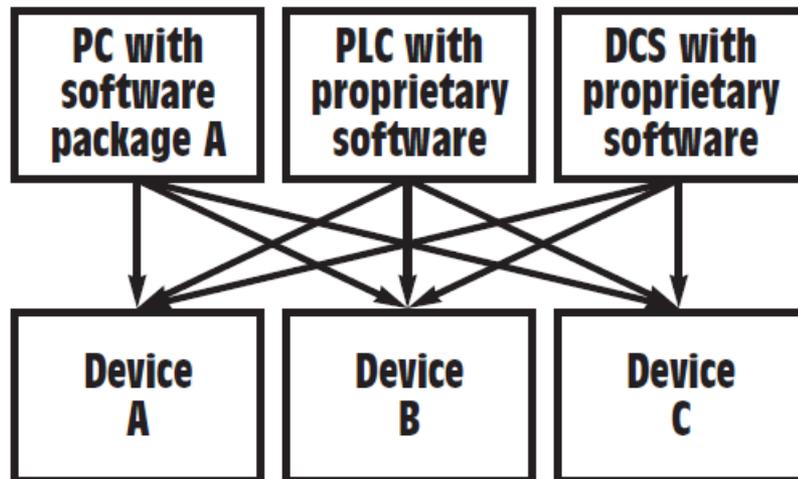
Ok



Fallas

# Comunicación OPC

- **OLE for Process Control**
  - OLE: Object Linking and Embedding (Microsoft ActiveX, COM)
- Estándar abierto para intercomunicar PLCs con SCADAS o entre SCADAS (más usado actualmente)
- Arquitectura Cliente/Servidor



# Comunicación OPC

