

REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIALES.

Buses de campo

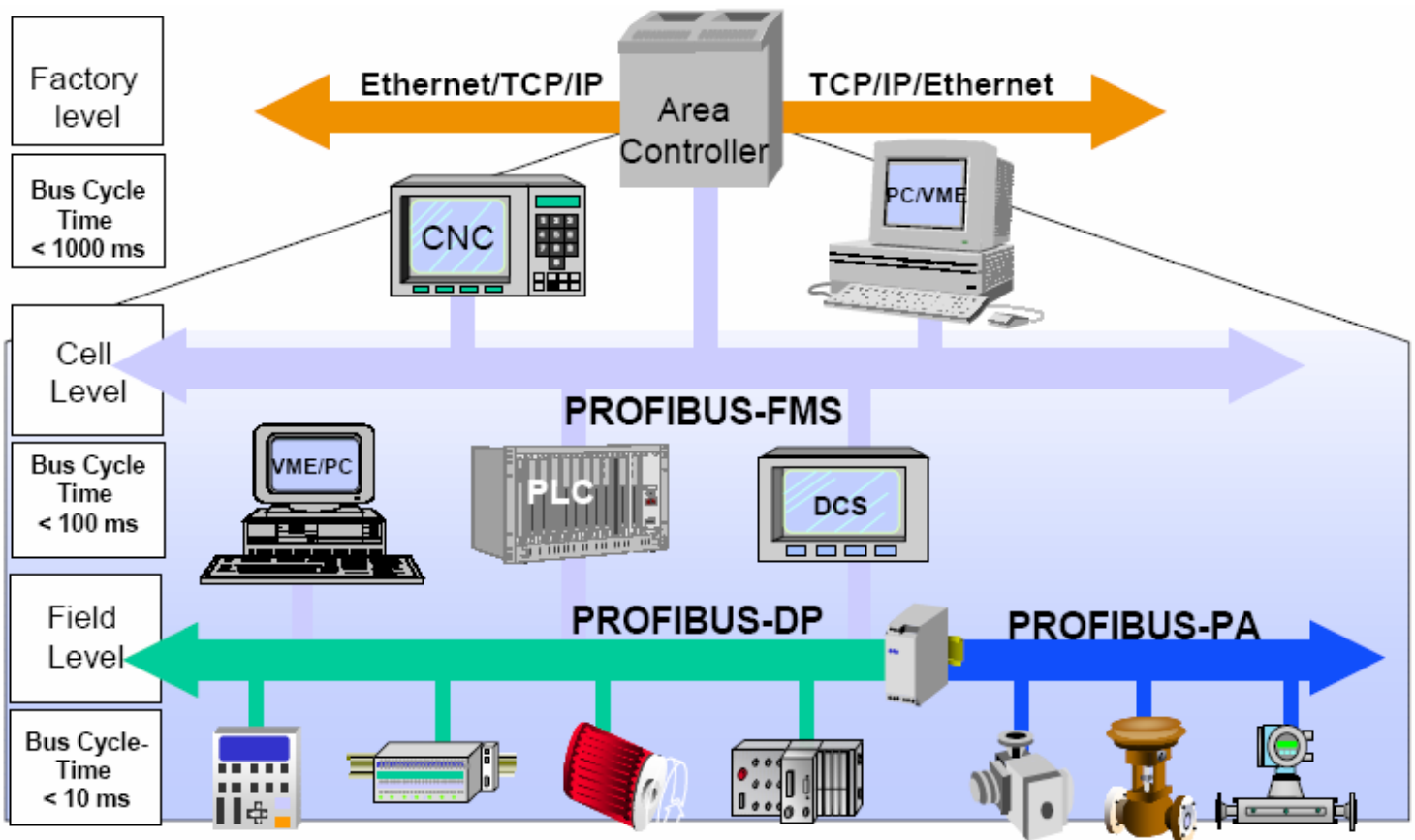
Introducción

- ❑ **Bus de Campo:** Redes digitales bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie que conectan dispositivos de campo como transductores, actuadores, sensores, módulos de E/S, controladores de velocidad, terminales de operador con los sistemas de control: PLC´s, PC´s, NC, RC, etc..
- ❑ Normalmente son sistemas abiertos. Buses DeviceNet, WorldFip, Foundation Fieldbus, Modbus, Interbus y **Profibus**.
- ❑ Comunicación en el Nivel de Campo, requisitos:
 - Sistema robusto y resistente al ambiente industrial.
 - Requisitos temporales críticos, transmisión de los datos del proceso en tiempo real (determinística), en forma cíclica.
 - Comunicación de datos de diagnóstico, parámetros y mensajes transmisión acíclica, según demanda.
 - Facilidad de instalación y mantenimiento.
 - Reducción de costos por: instalación, mantenimiento y modificación.

Profibus

- ❑ Se inicia con un proyecto de 21 empresas e institutos de investigación alemanes en el año 1987.
 - Objetivo: Bus de campo, bit serial que soporte manufactura y procesos.
- ❑ PROFIBUS es actualmente el líder de los sistemas basados en buses de campo en Europa y goza de una aceptación mundial (20% del mercado en 1999).

- ❑ Todos los fabricantes líderes en tecnología de automatización ,ofrecen interfaces PROFIBUS para sus dispositivos.
- ❑ Es estándar europeo **EN 50170** e internacional **IEC 61158**.
- ❑ PROFIBUS puede ser usado tanto para transmisión crítica en el tiempo de datos, a alta velocidad, como para tareas de comunicación extensas y complejas.
- ❑ Esta versatilidad viene dada por las tres versiones compatibles que componen la familia PROFIBUS (ver figura)



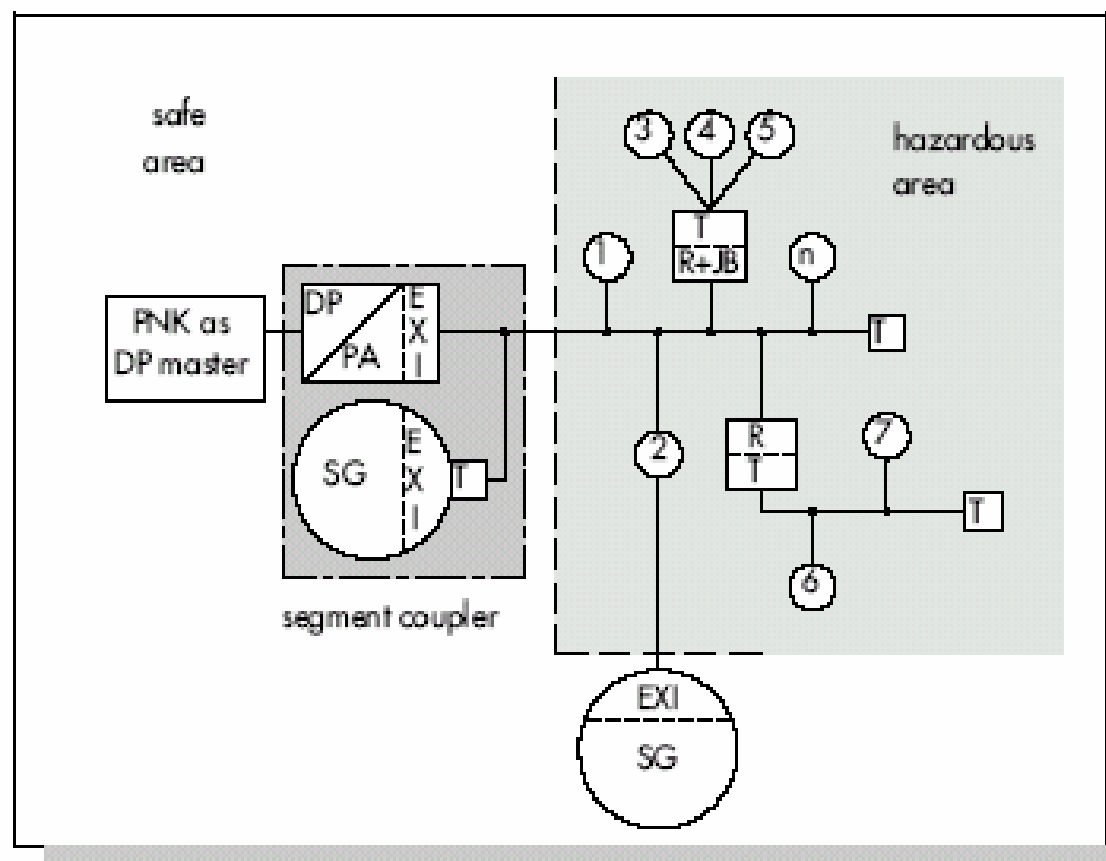
- Características principales de las versiones:
 - **Profibus-DP** (Periferia Descentralizada)
 - Optimizado para alta velocidad y costo reducido.
 - Intercambio de datos cíclico.
 - Transferencia de pequeñas cantidades de datos.
 - Plug & Play.
 - Diseñado especialmente para la comunicación entre los sistemas de control de automatismos y las entradas/salidas distribuidas en procesos de manufactura.
 - **Profibus-PA** (Automatización de Procesos)
 - Básicamente es la ampliación de Profibus-DP con una tecnología apta para ambientes peligrosos y con riesgo de explosión, MBP technology (estándar IEC 1158-2).
 - Permite la conexión de sensores y actuadores a una línea de bus común en áreas especialmente protegidas.
 - Comunicación de datos y energía en el bus mediante el uso de 2 conductores.
 - Destinado a reemplazar la tecnología en lazo 4 a 20 mA en instrumentación y control.
 - **Profibus-FMS** (Fieldbus Messages Specifications)
 - Diseñado para un gran número de aplicaciones y comunicaciones al nivel de célula, donde PC's y PLC's se comunican entre sí.
 - Comunicaciones de propósito general, supervisión, configuración,... Transmisión de grandes cantidades de datos: programas y bloques de datos.
 - Intercambio acíclico de datos con tiempos no críticos, par a par (peer to peer), entre estaciones inteligentes.
- Homologado: Con ensayo de conformidad e interoperabilidad realizado en laboratorios de ensayos autorizados por la **Asociación de Usuarios de Profibus (PNO)**.
- **Profibus Internacional** (www.profibus.com) y la **PNO** coordinan el desarrollo y la distribución de los productos Profibus en el mercado.

- ❑ La Organización Profibus International (PI), con más de 1100 (año 2004) miembros es la organización de buses de campo más grande del mundo.

Elementos del bus.

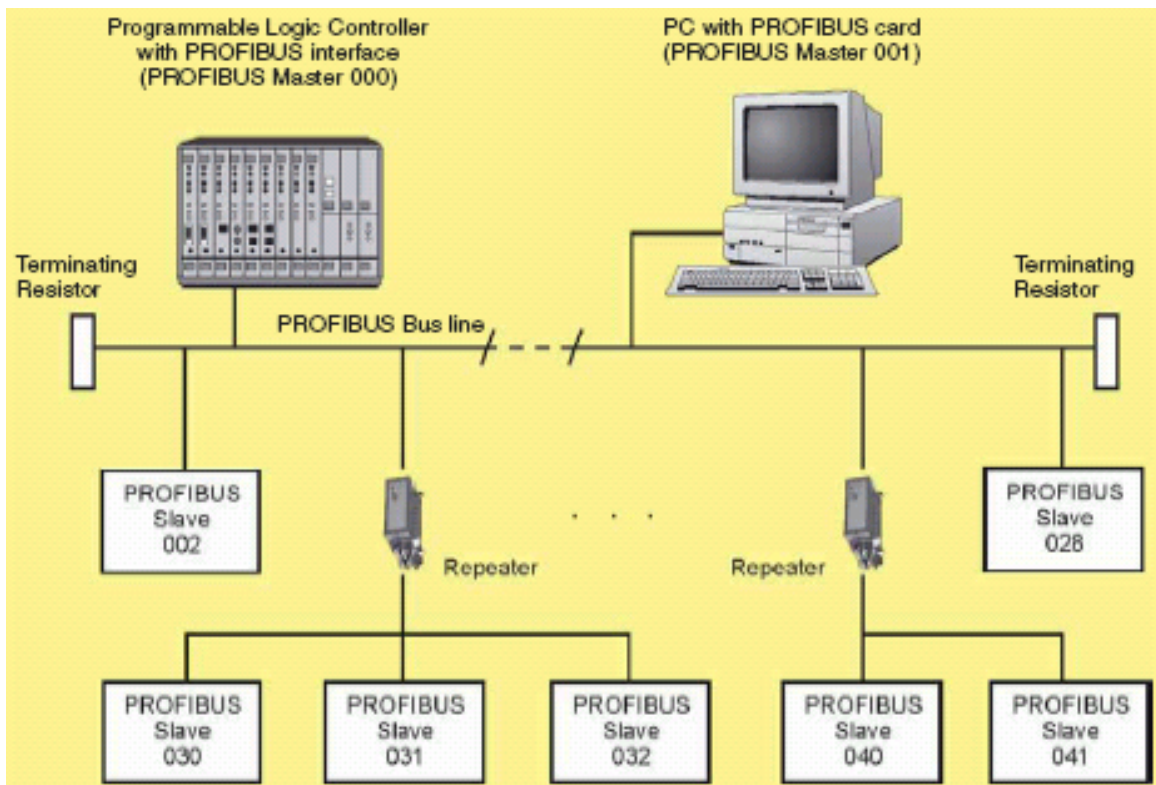
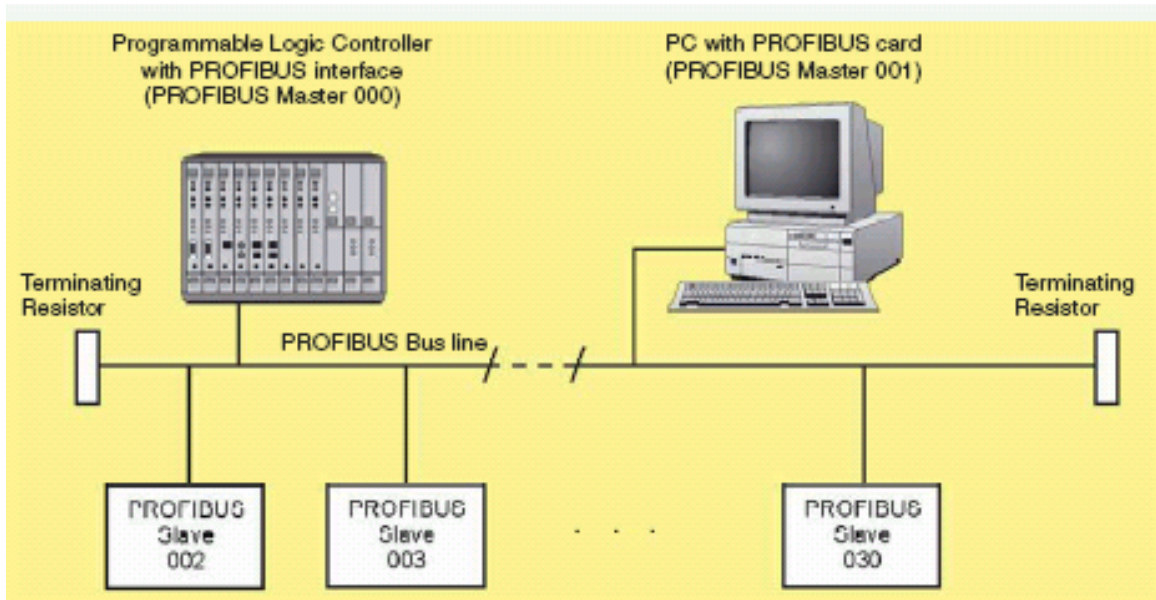
- ❑ **Nodos:** Son los elementos esenciales del bus.
 - **Activos:** son nodos que pueden actuar como **maestro del bus**, tomando enteramente el control del bus.
 - **Pasivos:** son nodos que únicamente pueden actuar como esclavos y no tienen capacidad de control sobre el bus. Dialogan con los nodos activos mediante un mecanismo de pregunta-respuesta, pero no pueden dialogar directamente entre sí.
- ❑ **Repetidores:** Son simples transceptores bidireccionales para regenerar la señal (amplificadores).

PNK: process-near component
 EXI: barrier (intrinsically safe)
 SG: power supply unit
 JB: distributor
 R: repeater
 T: bus termination
 1... 7: field devices



Topología.

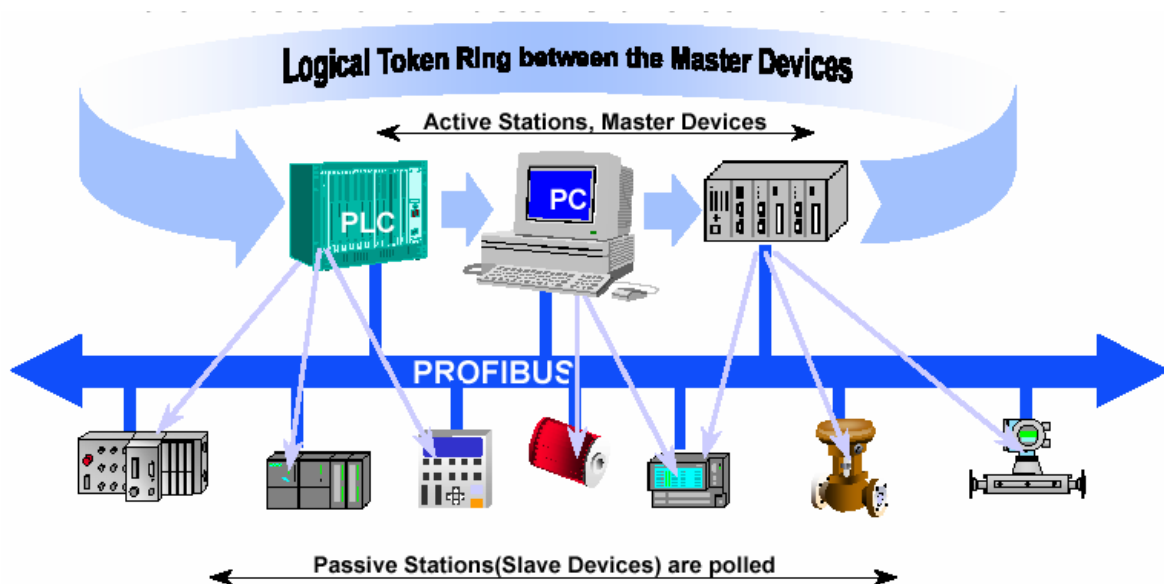
- ❑ La topología puede ser en forma de bus lineal o en forma de árbol, en el que los repetidores constituyen el nudo de partida de una expansión del bus.



Acceso al Bus

- ❑ **Data Link Layer** (Capa 2, Modelo ISO/OSI): Descripción del protocolo de acceso al bus (Medium Access Control: MAC) incluyendo la seguridad de los datos.
 - Procedimiento que determina en que momento una estación puede enviar datos.
 - ISO: International Organization for Standardization.
 - OSI: Open System Interconnection Reference Model. Define los elementos, estructuras y tareas requeridos para una comunicación y las arregla en 7 capas.

- ❑ El **PROFIBUS Bus Access Method** combina comunicaciones **Multi-Maestro y Maestro-Eslavo**.



- ❑ El **protocolo de acceso al bus** es idéntico para los tres perfiles de Profibus.
 - Esto habilita la comunicación transparente entre secciones FMS/DP/PA en una misma red.

- ❑ Debido a que FMS/DP usa el mismo **medio físico** (RS-485/FO), ellos pueden combinarse en el mismo cable.

❑ Acceso al Bus

○ Protocolo de acceso híbrido

Paso de testigo (Token Passing) entre los maestros.

Master Slave entre maestros y esclavos

○ Maestros

Son estaciones activas que pueden tomar el control del bus durante una cantidad de tiempo limitada (Token - Hold - Time)

○ Esclavos

Los esclavos solo responden cuando son interrogados por el maestro; no controlan el bus.

- ❑ El paso de testigo en redes multimaestro debe asegurar que cada maestro posea el **tiempo suficiente** para completar sus tareas de comunicación.
- ❑ El usuario debe configurar el **tiempo de rotación proyectado** para el testigo (Target Token Rotation Time, TTR) tomando en cuenta las posibles tareas de todos los maestros.
- ❑ Cada maestro calcula el **tiempo del que dispone** al recibir el testigo según:

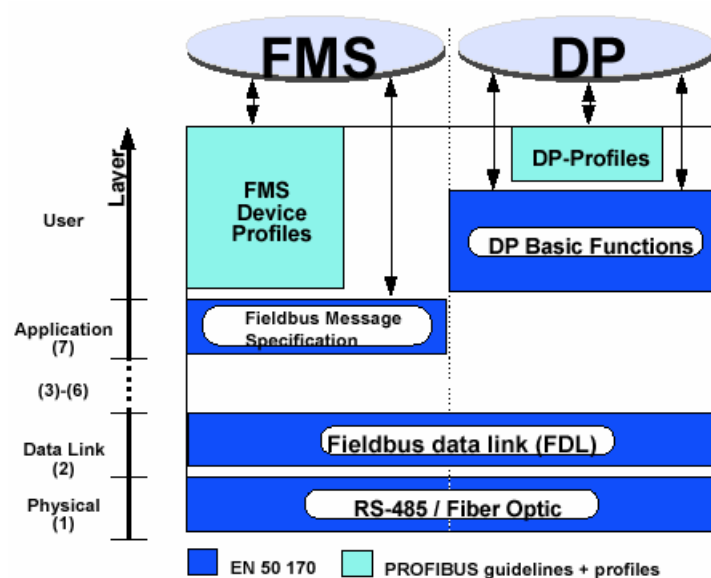
TTH = Token Hold Time

TTR = Target Token Rotation Time

TRR = Real Token Rotation Time

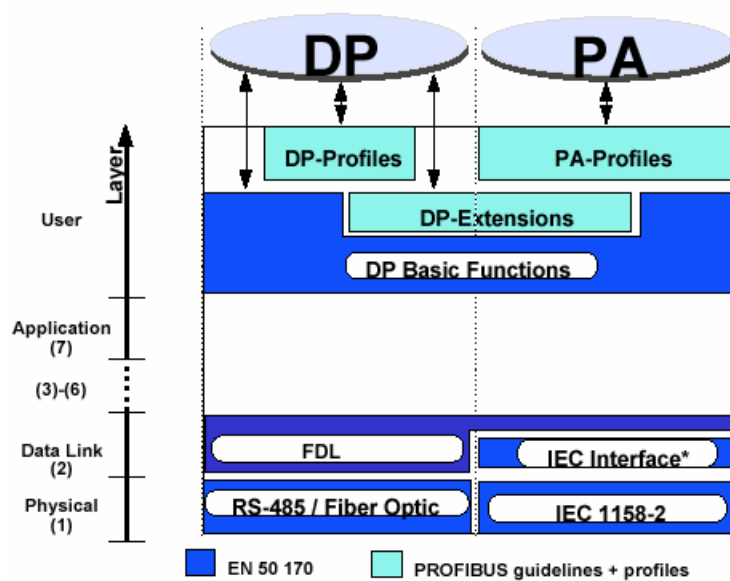
$$T_{TH} = T_{TR} - T_{RR}$$

FMS/DP en común

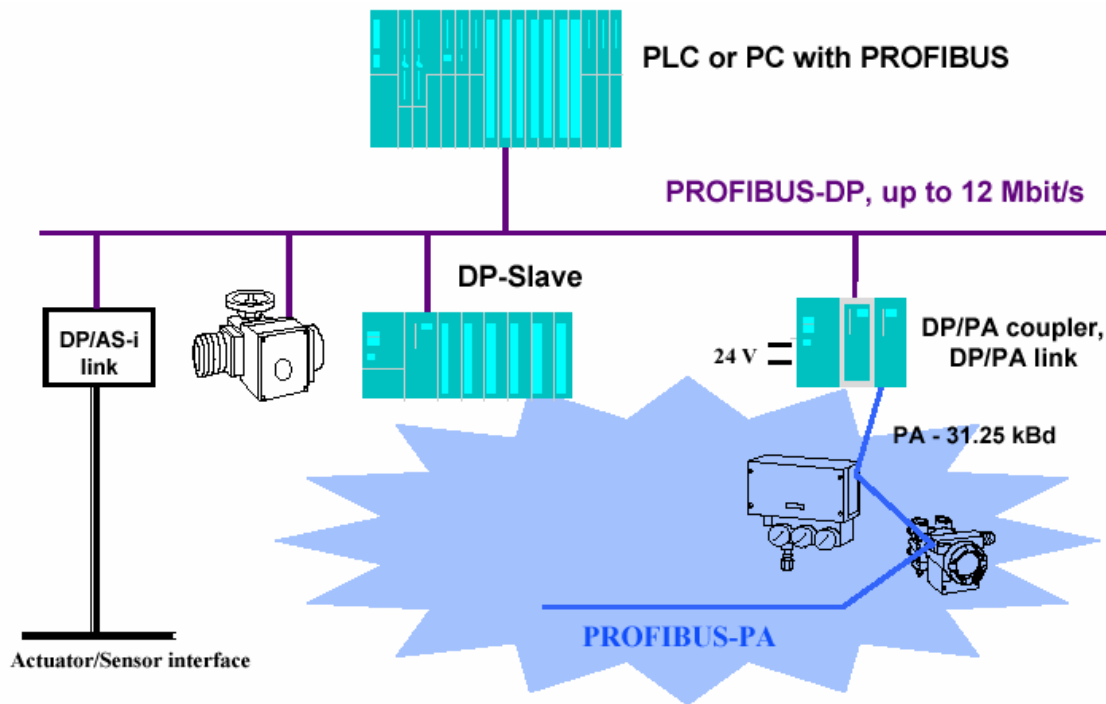


- ❑ **DP and FMS están basados en capas 1 y 2 idénticas:**
 - DP y FMS pueden operar en el mismo bus.
 - Son idénticas los encabezados y la longitud de datos.
 - Las capas físicas son iguales.
- ❑ **Un maestro puede manejar a varios esclavos.**
- ❑ **Varios maestros pueden participar en el bus.**
- ❑ **Velocidades de 9.6 kBd hasta 12 MBd.**
- ❑ **Los datos transmitidos pueden ser entre 1 y 244 bytes.**
- ❑ **Hasta 126 estaciones.**
- ❑ **Sistemas con varios segmentos, con 32 estaciones por segmento (repetidores RS 485)**
- ❑ **Componentes comunes (ahorro en mantenimiento e inventarios de almacén)**
 - Cable, conectores, repetidores, fibra óptica.

PA/DP en común



- ❑ **DP and PA están basados en la misma definición de protocolo de acceso al bus - DP/V1 (extended DP)**
 - DP y PA pueden usar el mismo maestro.
 - Las tramas son idénticas.
 - Las mismas herramientas de configuración.
 - Los datos transmitidos pueden ser entre 1 y 244 bytes.



□ DP/PA couplers

- Redes simples
- Bajos tiempos de procesamiento
- Interfaz entre ambos buses.

□ DP/PA link

- Redes grandes
- Esclavo DP y maestro PA
- Desacopla las comunicaciones

Cableado de Profibus DP/FSM

□ Par trenzado y apantallado

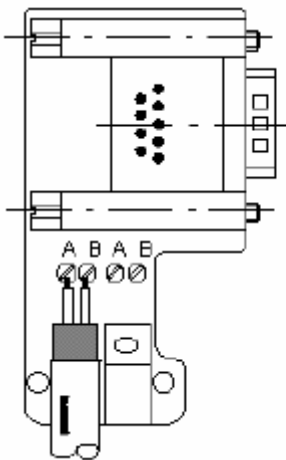
- Características definidas en EN50170
- Se utilizan cables y conectores según el estándar

| Baudrate | Max. Segment length | Max. Expansion |
|----------|---------------------|---------------------|
| 9.6 | 1000m / 3278feet | 10,000m / 32786feet |
| 19.2 | 1000m / 3278feet | 10,000m / 32786feet |
| 93.75 | 1000m / 3278feet | 10,000m / 32786feet |
| 187.5 | 1000m / 3278feet | 10,000m / 32786feet |
| 500.0 | 400m / 1311feet | 4,000m / 13114feet |
| 1,500.0 | 200m / 655feet | 2,000m / 6557feet |
| 3,000.0 | 100m / 327feet | 1,000m / 3270feet |
| 6,000.0 | 100m / 327feet | 1,000m / 3270feet |
| 12,000.0 | 100m / 327feet | 1,000m / 3270feet |

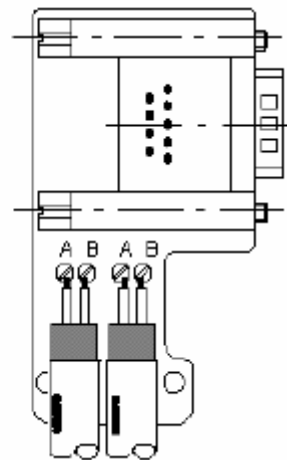
- Se logran baudrates > **1.5MBaud** utilizando conectores especiales.
- Se utiliza preferentemente el conector **9 pin Sub D**. Provee IP20
- Otros conectores son posibles. Ej. M12 para IP65/67.

9 pin sub D

Bus cable connection for **first and last stations** on the bus¹



Bus cable connection for **all other stations** on the bus

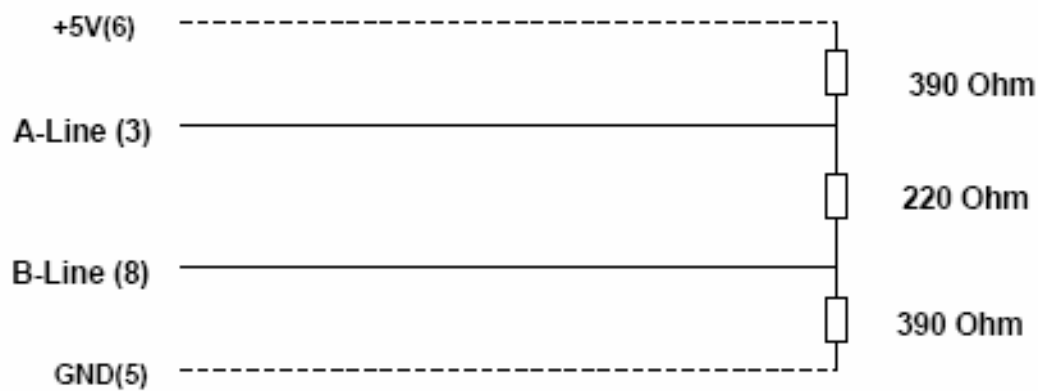


□ Fibra Óptica

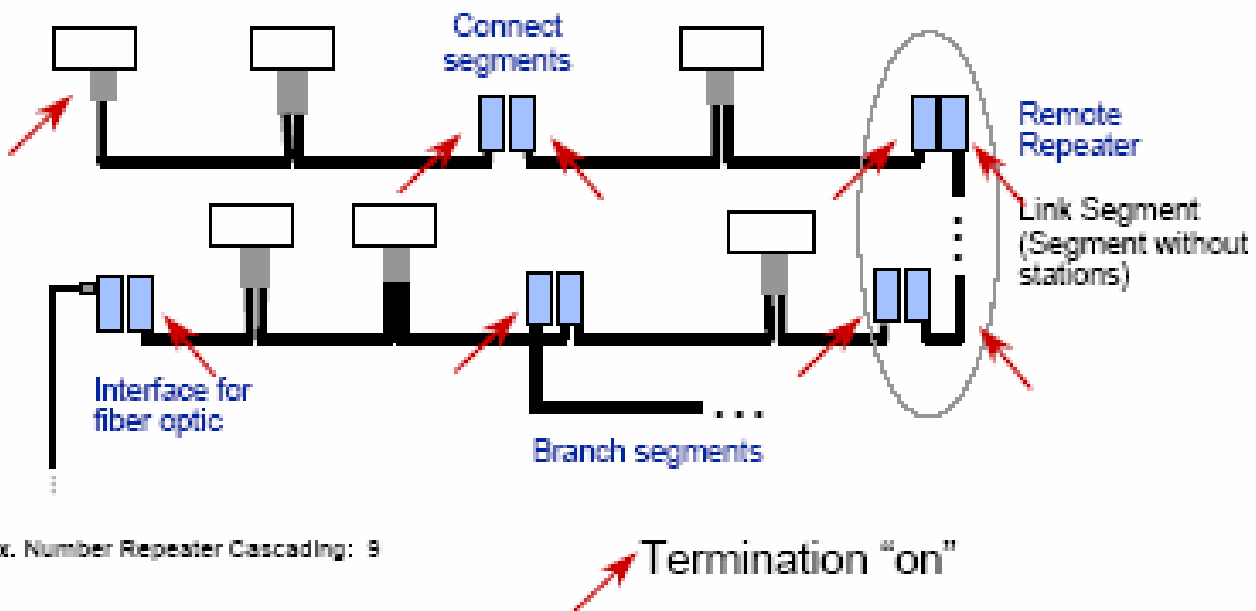
- Fibra de plástico o vidrio
- Se utilizan conectores y módulos específicos
- Ventajas:
 - Inmunidad al ruido
 - Aislamiento galvánica, distintos potenciales
 - Grandes distancias
 - Operación redundante es posible
 - Configuraciones de anillo y estrella

□ Profibus FMS/DP sobre RS485

- Se requieren terminaciones
- La expansión de la red se da a través de segmentos
- **Terminación RS485**
 - Cada segmento debe "terminar" en ambos extremos
 - La terminación debe estar alimentada todo el tiempo
 - Se alimenta desde el dispositivo que la posee
 - Se prefiere colocar en el maestro



○ Estructura de segmentos



○ Segmentos

- **Se necesitan:**
 - Se excede la longitud máxima
 - Se excede la cantidad de dispositivos 32 (incluidos los repetidores)
- **Se pueden usar:**
 - Se quiere ramificar el bus
 - Se quieren utilizar las 126 estaciones disponibles