

UNIVERSIDAD DE OVIEDO



INGENIERÍA DE SISTEMAS
Y AUTOMÁTICA

PROFIBUS

Comunicaciones Industriales

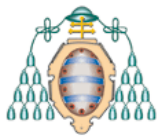
□ PROcess Field BUS

- estándar abierto e independiente del fabricante:
 - Estándar europeo EN 50 170, a partir de DIN 19 245
 - Estándar internacional IEC 61158, “Digital data communication for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems”
 - IEC 61158-1 Introducción
 - IEC 61158-2 Capa Física (servicios y especificación)
 - IEC 61158-3 y 4 Capa de Enlace (servicios y protocolo)
 - IEC 61158-5 y 6 Capa de Aplicación (servicios y protocolo)
- origen alemán
- impulsado por Siemens.

□ PROFIBUS User Organization

- administra y desarrollar la tecnología,
- certifica los productos,
- impulsa PROFIBUS como estándar internacional.

- ❑ Transmite pequeñas cantidades de datos
- ❑ Cubre necesidades de tiempo real
- ❑ Número de estaciones bajo (32 sin repetidores, 127 con repetidores max).
- ❑ Fácil configuración: Plug & Play.
- ❑ Bajo coste de conexión y cableado
- ❑ Permite integrar dispositivos inteligentes y otros “menos inteligentes”.
- ❑ Protocolos simples.
- ❑ Propone dos tipos de estaciones:
 - Maestras (activas): pueden controlar el bus e iniciar transferencias
 - Esclavas (pasivas): sólo pueden reconocer mensajes o responder a peticiones remotas.
- ❑ Configuración mínima:
 - Dos maestras
 - Una estación maestra y una esclava

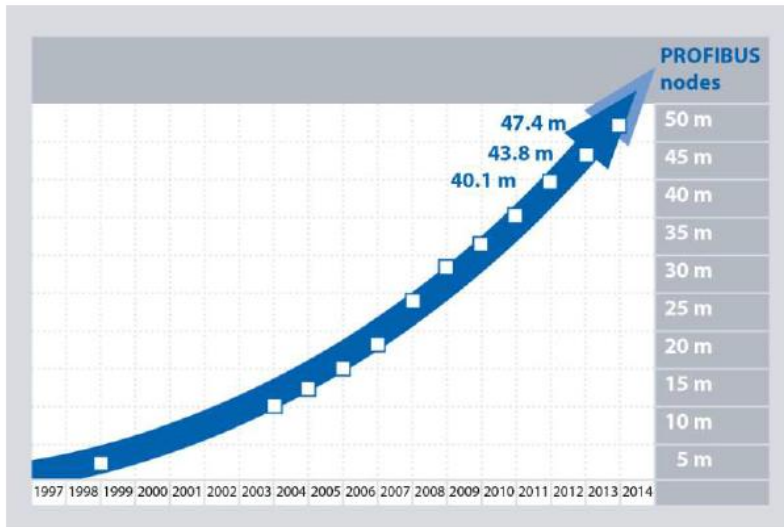


Familia Profibus

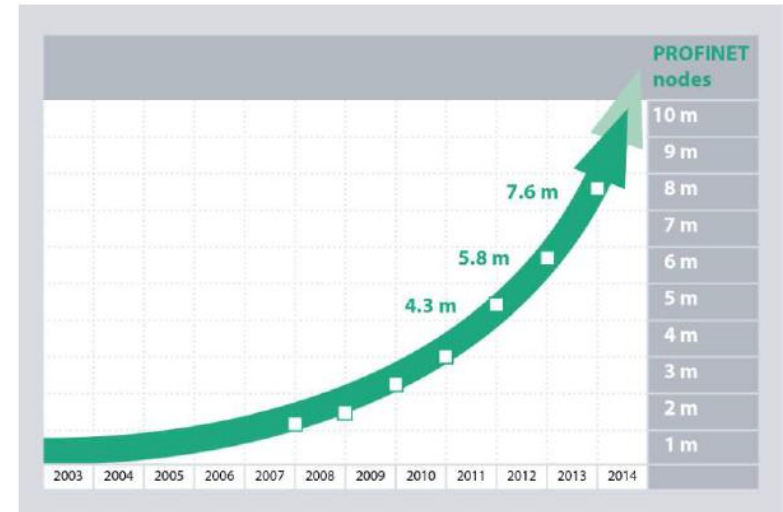
EN 50170 Volume 2		
PROFIBUS-FMS Automatización de Propósito General <ul style="list-style-type: none">- Amplio rango de aplicaciones- Nivel de célula- Flexibilidad- Tareas de comunica. complejas- Comunicación Multi-maestro	PROFIBUS-DP Automatización de planta <ul style="list-style-type: none">- Alta velocidad. Rápida- Plug & Play- Eficiente y barato- Comunicación de sistemas de control y E/S distribuidas a nivel de dispositivo	PROFIBUS-PA Automatización de procesos <ul style="list-style-type: none">- Orientado a la aplicación- Alimentación de los dispositivos a través del bus- Seguridad intrínseca



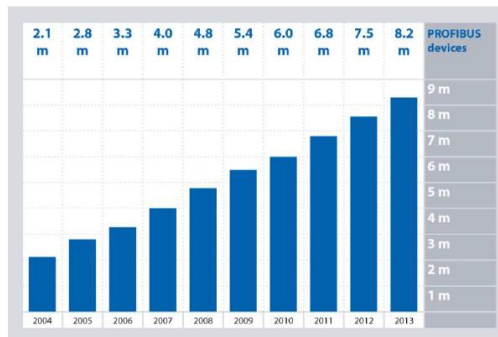
PROFIBUS nodes



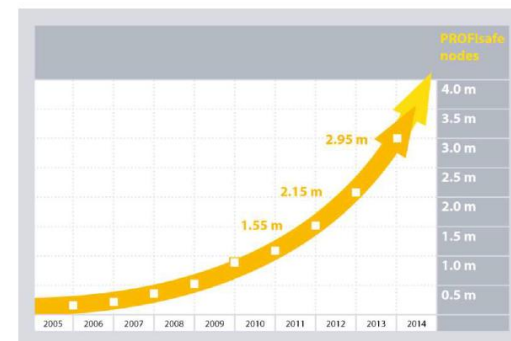
PROFINET nodes



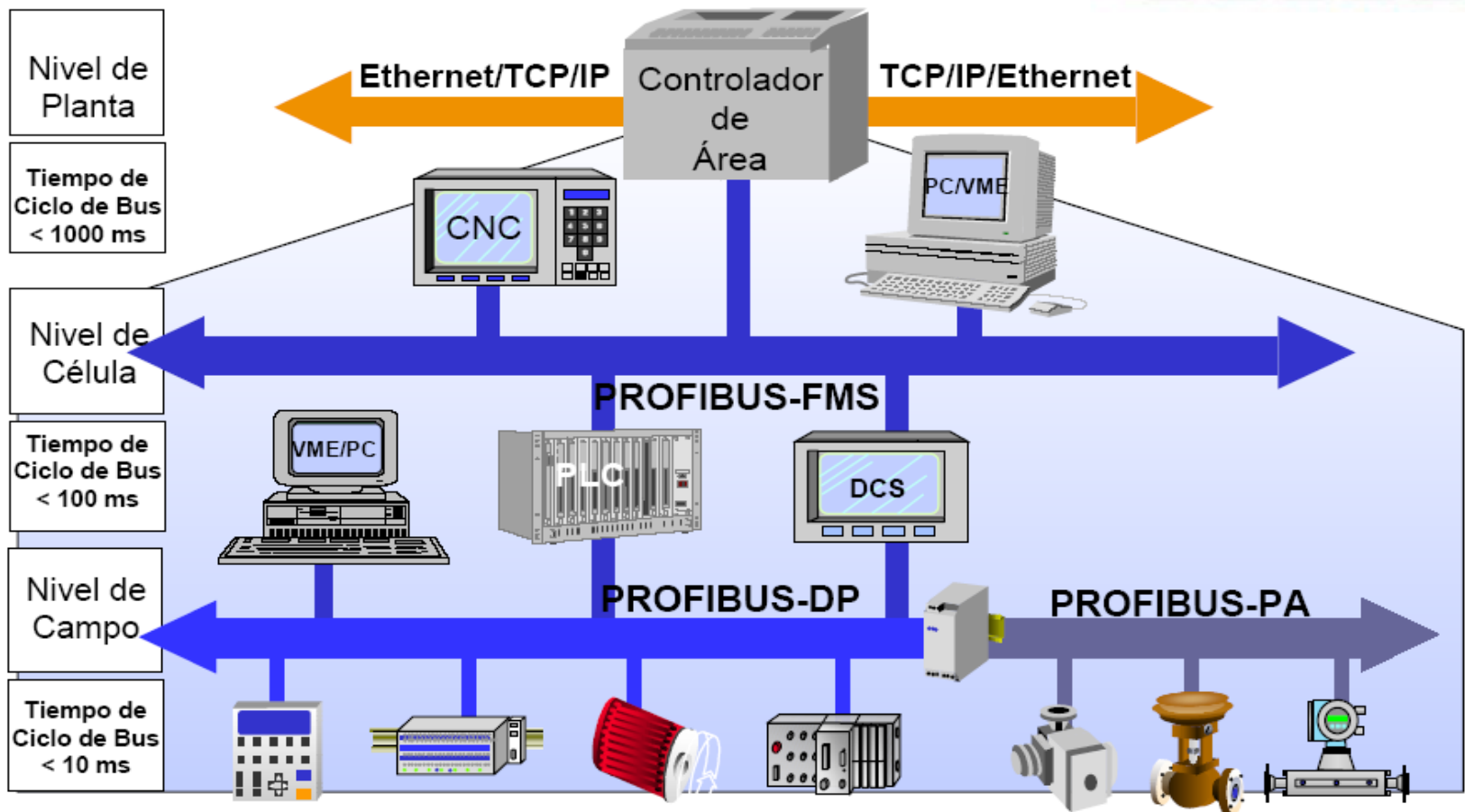
PROFIBUS nodes in process automation

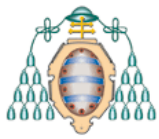


PROFIsafe nodes

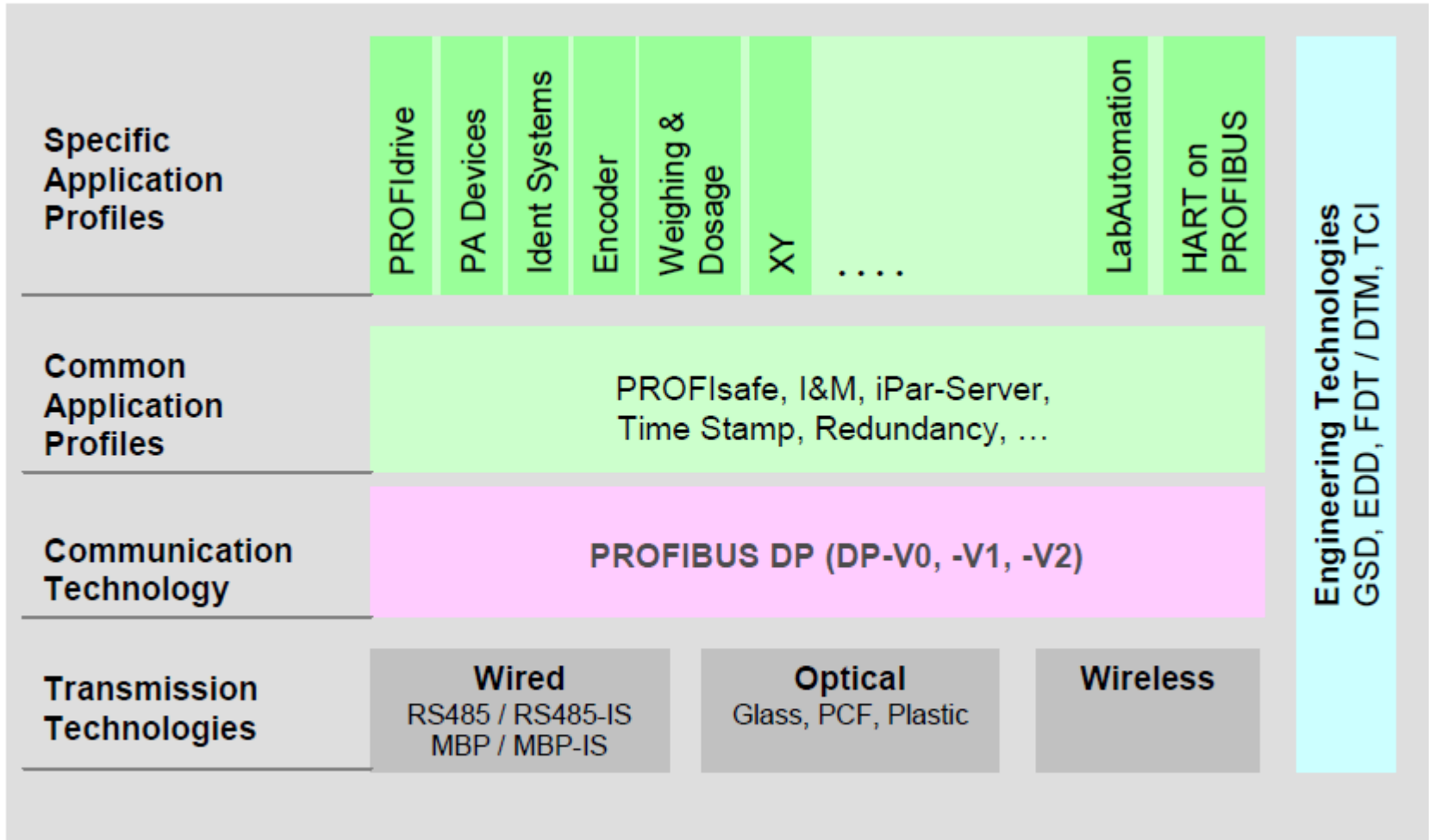


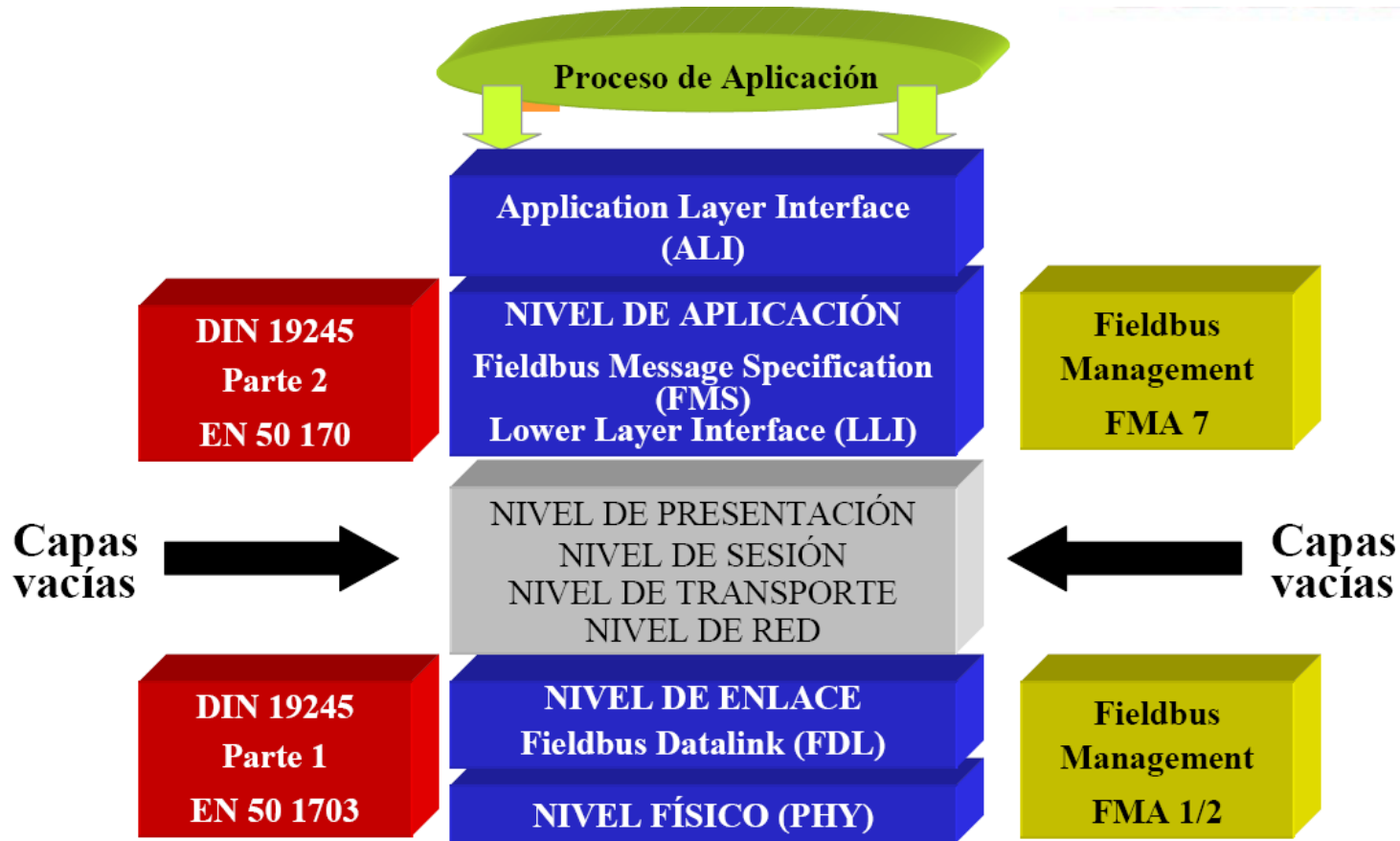
Ubicación

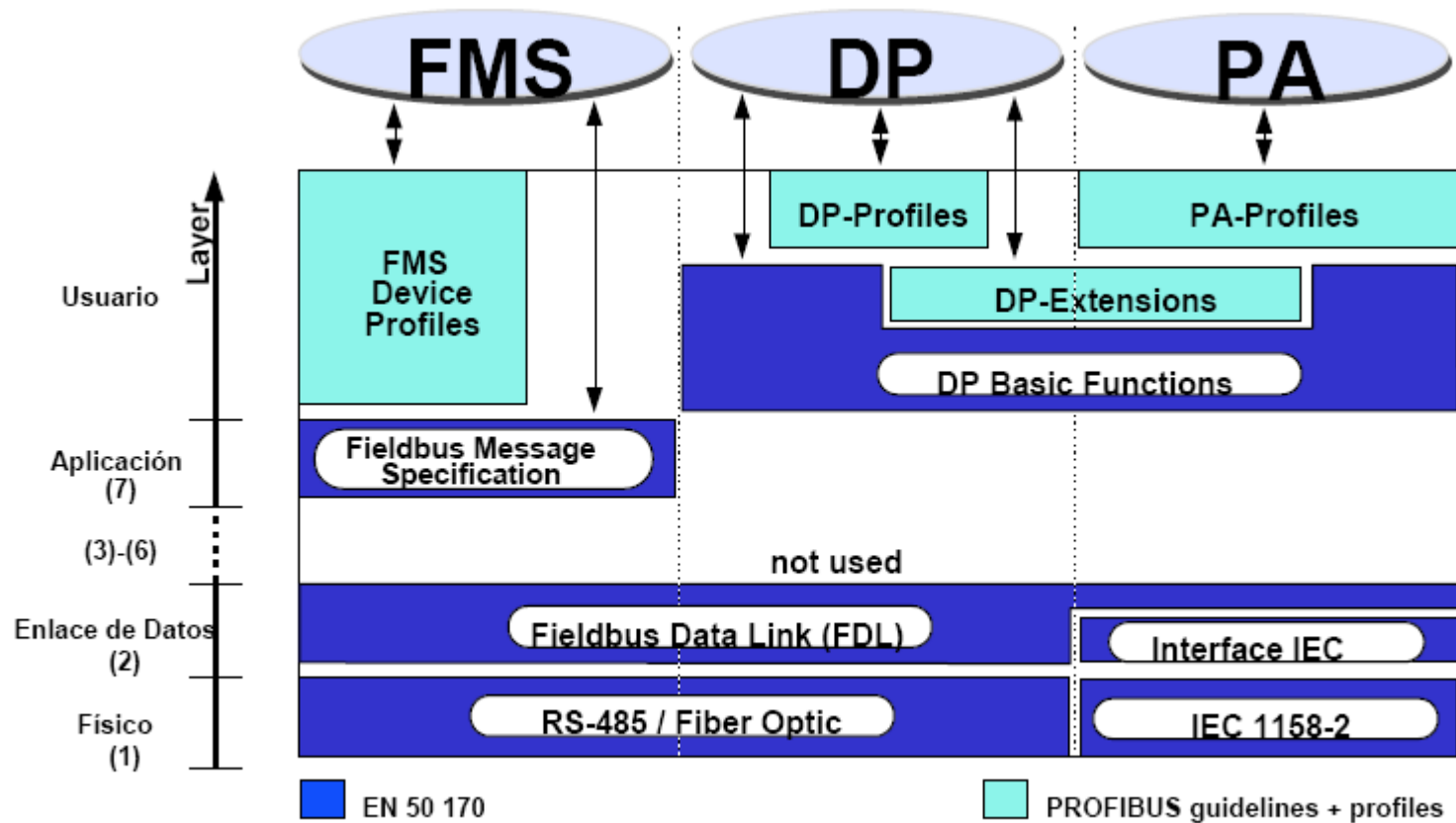




Perfiles







Versiones de PROFIBUS

Tipo	Aplicación	Transmisión	Protocolo	Perfiles de aplicación típicos
Profibus DP	Automatización de fábrica	RS-485	DP v0-v2	Ident Systems, Robots/NC
Profibus PA	Automatización de procesos	MBP-IS	DP v1	PA Devices
Motion control	Motores	RS-485	DP-v2	PROFIDrive
PROFIsafe	Aplicaciones con seguridad	RS-485/MBP-IS	DP v0-v2	PROFIsafe

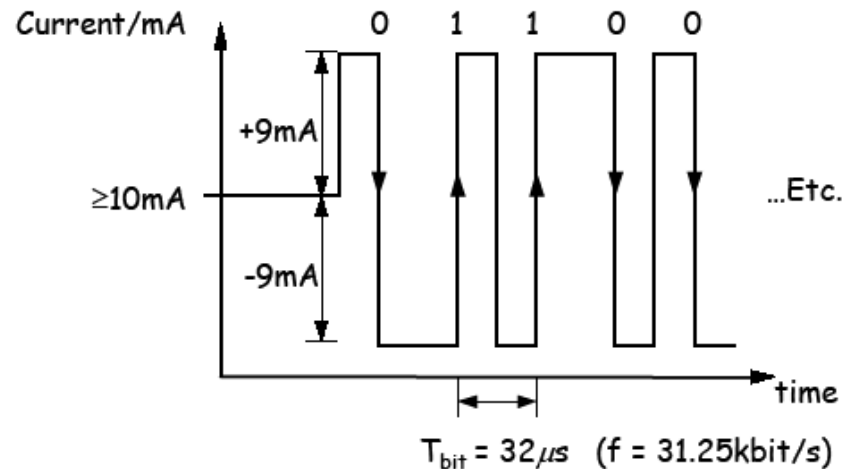
- ❑ RS-485.
 - Transmisión serie balanceada sobre par trenzado apantallado de hasta 1200m de longitud.
 - Velocidades desde 9.6 Kbps hasta 12 Mbps (según longitud)
 - Topología en bus lineal con terminadores.
- ❑ RS-485-IS.
 - Cable de dos pares trenzados con protección especial para áreas potencialmente explosivas. Tensiones y corrientes limitadas. Transmisión balanceada.
 - Topología en bus lineal con terminadores.
- ❑ Fibra óptica.
 - Topología en estrella o anillo. Posible topología en bus lineal.

Todos ellos con transmisión serie asíncrona, bits de start/stop, paridad par y codificación NRZ

Distancia Hamming

- ❑ La integridad de los datos se asegura mediante varios métodos, entre ellos que los mensajes tienen distancia Hamming (HD) = 4.
- ❑ La Distancia Hamming (HD) entre dos códigos mide el número de cambios (errores) que hay que realizar al primer código para obtener el segundo
- ❑ Por ejemplo: La distancia Hamming entre 1011101 y 1001001 es 2

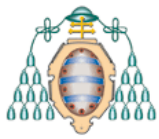
- ❑ Transmisión MBP (Manchester Coding Bus Powered): Transmisión serie síncrona con codificación Manchester.
- ❑ Dos métodos para integrarlo en el bus:
 - Los acopladores de segmento convierten y modulan las señales RS-485 a MBP y viceversa. La velocidad máxima se reduce a 31.25 Kbps.
 - Los enlaces (links) tienen su propia inteligencia y mapean todos los dispositivos del segmento como un sólo esclavo para el bus RS-485. Se permiten velocidades mayores.



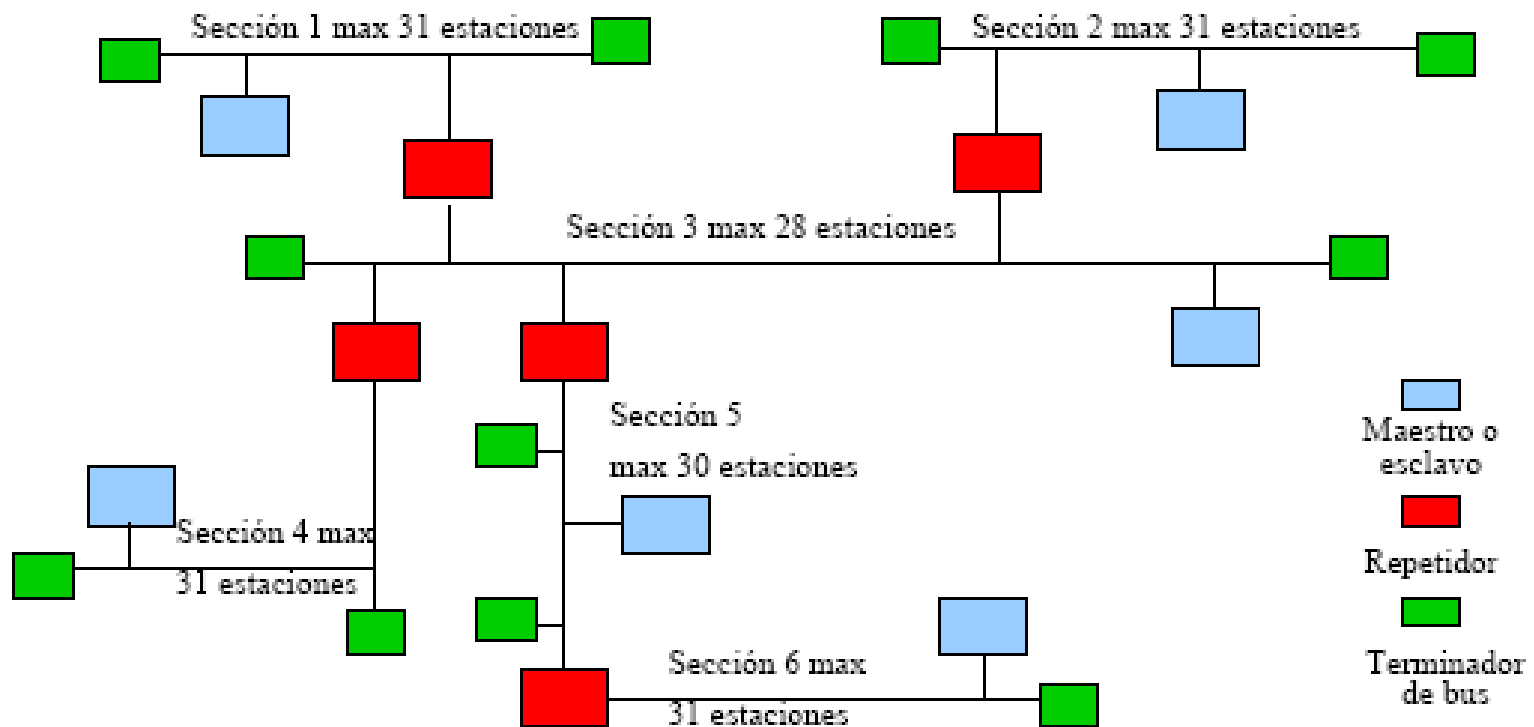
Topología de red

- Generalmente en bus lineal o árbol, permitiéndose el uso de repetidores.





Topología de red



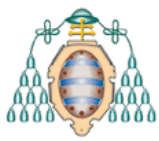


Tabla resumen

	RS485	RS485-IS	MBP	MBP-IS	Fiber Optic
Data transmission	Digital; differential signals acc. to RS485, NRZ (no return to zero)	Digital; differential signals acc. to RS485, NRZ	Digital, bit-synchronous, Manchester coding	Digital, bit-synchronous, Manchester coding	Optical, digital, NRZ
Transmission rate	9.6 to 12000 Kbit/s	9.6 to 1500 Kbit/s	31.25 Kbit/s	31.25 Kbit/s	9.6 to 12000 Kbit/s
Data security	HD=4; parity bit; start/end delimiter	HD=4; parity bit; start/end delimiter	Preamble; fail-safe start/end delimiter	Preamble; fail-safe start/end delimiter	HD=4; parity bit; start/end delimiter
Cable	Twisted, shielded two-wire cable, cable type A	Twisted, shielded two-wire cable, cable type A	Twisted, shielded two-wire cable, cable type A	Twisted, shielded two-wire cable, cable type A	Multi- and single mode glass fiber; PCF; plastic fiber
Remote power supply	Possible using additional cores	Possible using additional cores	Optional using signal cores	Optional using signal cores	Possible using hybrid cable
Ignition protection types	None	Intrinsic safety Ex ib	None	Intrinsic safety Ex ia/ib	None
Topology	Line topology with termination	Line topology with termination	Line topology with termination	Line and tree topology with termination; also combined	Star and ring topology typical; line topology possible
Number of nodes	Up to 32 nodes per segment. Max. total 126 per network	Up to 32 nodes per segment. Max. total 126 per network	Up to 32 nodes per segment. Max. total 126 per network	Up to 32 nodes per segment. Max. total 126 per network	Up to 126 nodes per network
Number of repeaters	Max. 9 with signal refreshing	Max. 9 with signal refreshing	Max. 4 with signal refreshing	Max. 4 with signal refreshing	Unlimited with signal refreshing; note signal propagation delay

- ❑ El intercambio de mensajes tiene lugar en **ciclos**.
- ❑ Un **ciclo de mensaje** (*action frame*) consiste en el envío de una trama por una estación maestra y el reconocimiento o respuesta por parte del destinatario.
- ❑ Las únicas excepciones son:
 - Transmisión de datos sin reconocimiento
 - Transmisión del testigo
- ❑ El testigo se pasa entre estaciones según orden ascendente de dirección. Cada estación conoce su antecesora y su sucesora. Periódicamente busca nuevos maestros dentro de su rango.
- ❑ Este anillo lógico es configurado en la inicialización.
- ❑ Un sistema periódico se encarga de reconocer cambios en el anillo lógico:
 - Cada estación guarda una “lista de estaciones activas” (LAS). Si se recibe el testigo de una estación que no es PS, no se acepta en el primer intento. Si se produce un reintento se asume que el anillo ha cambiado.

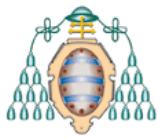


- ❑ Existen mensajes de alta y de baja prioridad.
- ❑ Temporización del testigo entre maestros:
 - T_{RR} (Real Token Rotation Time)
 - Tiempo sin testigo.
 - Lo calcula cada estación
 - T_{RT} (Token Rotation Time)
 - Máximo tiempo de rotación
 - Especificado al configurar la red
 - $T_{HT} = T_{RT} - T_{RR}$
 - Calculado por cada maestro
 - > 0 : Ejecuta órdenes de comunicación pendientes (primero alta prioridad) hasta $=0$.
 - ≤ 0 : Ejecuta la orden de alta prioridad más antigua.

- ❑ Longitud máxima de trama:
 - 244 bytes de datos + 11 bytes de cabeceras/colas
- ❑ Transmisión asíncrona.
 - Caracteres de 11 bits:

Start (0)	8Bits Info	Paridad (Par)	Stop(1)
-----------	------------	---------------	---------

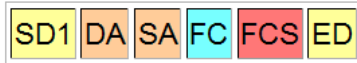
- ❑ Hay tres tipos de mensajes:
 - Sin datos
 - Con datos de longitud fija (8 Bytes de datos)
 - Con datos de longitud variable



Tramas PROFIBUS

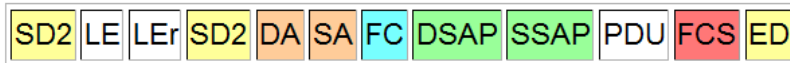
(fuente: wikipedia)

No data: SD1 = 0x10



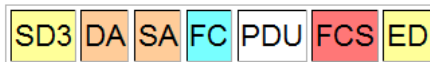
Variable length data:

SD2 = 0x68



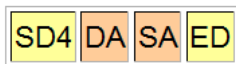
Fixed length data:

SD3 = 0xA2



Token:

SD4 = 0xDC



Brief acknowledgement:

SC = 0xE5



SD: Start Delimiter

LE: Length of protocol data unit, (incl. DA,SA,FC,DSAP,SSAP)

LEr: Repetition of protocol data unit, (Hamming distance = 4)

FC: Function Code

DA: Destination Address

SA: Source Address

DSAP: Destination [Service Access Point](#)

SSAP: Source [Service Access Point](#)

PDU: Protocol Data Unit (protocol data)

FCS: Frame Checking Sequence

ED: End Delimiter (= 0x16 !)

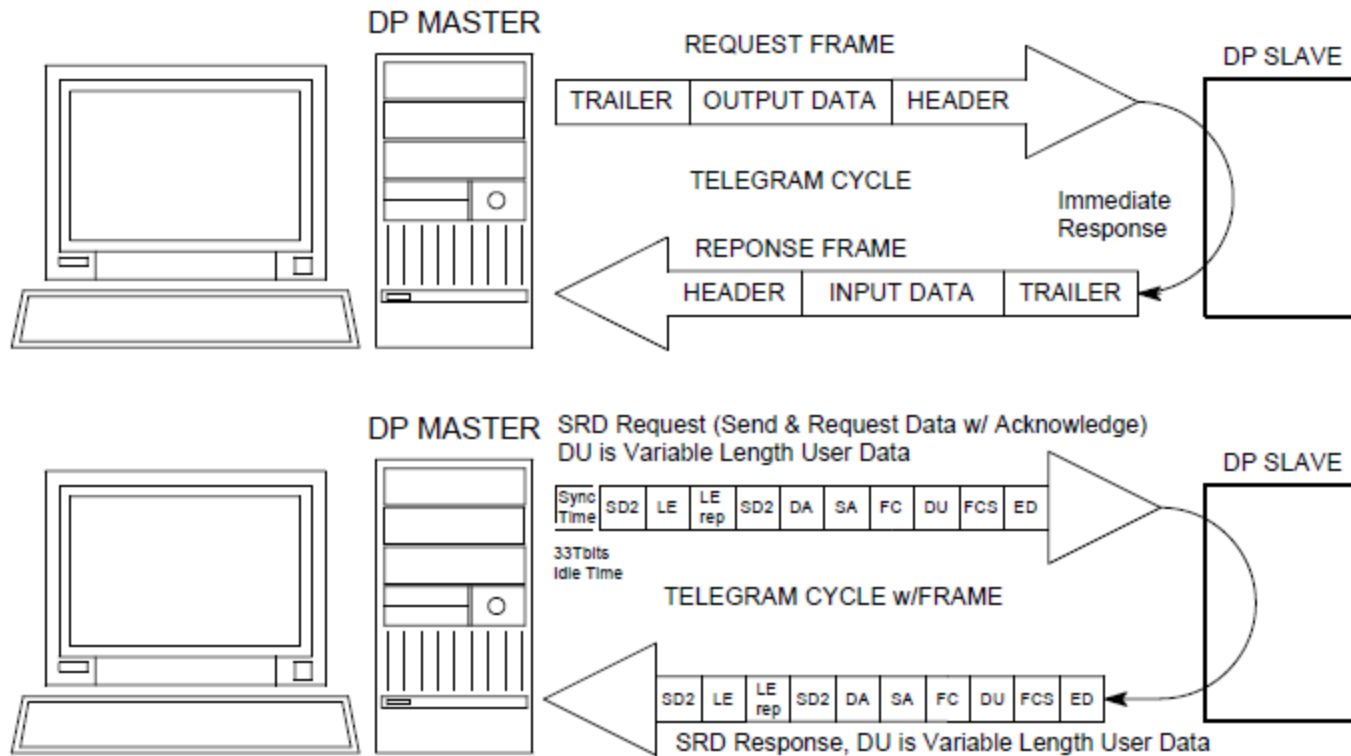
- ❑ Dos tipos de maestros:
 - Clase 1: Maestros con acceso normal a la información de los esclavos: PLCs, controladores basados en PCs, etc.
 - Clase 2: Maestros con funcionalidad avanzada: herramientas de configuración, dispositivos de diagnóstico, etc.
- ❑ Direccionamiento:
 - 128 direcciones diferentes (0-127), reservando:
 - 127: broadcast
 - 126: genérica de dispositivos sin dirección, para configurar direcciones de dispositivos a través del propio bus.
 - Se configuran por switches, a través del bus (maestros de clase 2) y líneas serie con herramientas especiales.

❑ Cíclicos:

- CSRD (Cyclic Send and Request Data with replay)
- Consulta periódica a los esclavos

❑ Acíclicos:

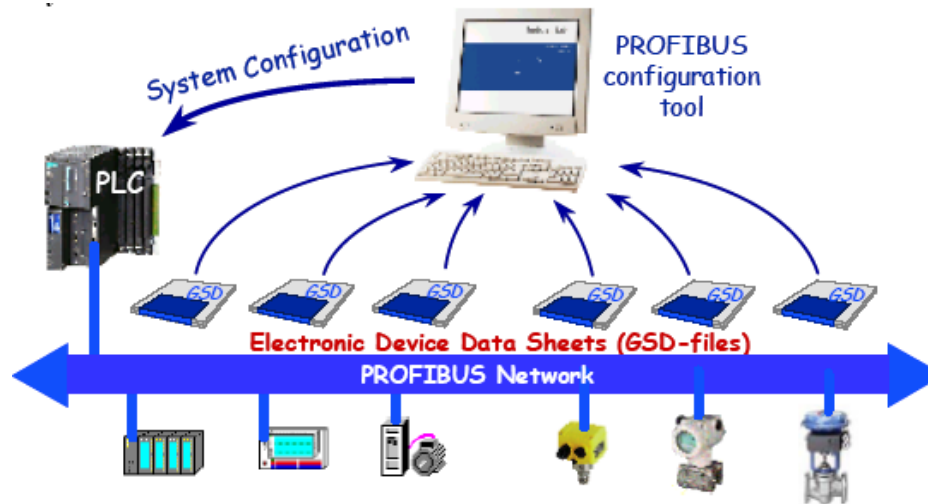
- SRD (Send and Request Data with acknowledge)
 - El maestro envía datos y el esclavo responde con datos. Por ejemplo (E/S).
- SDN (Send Data with No acknowledge)
 - Para mensajes broadcast y multicast.
- SDA (Send Data with Acknowledge)
 - Breve confirmación por parte del esclavo.
 - No se usa en DP, sólo en FMS



Cronológicamente:

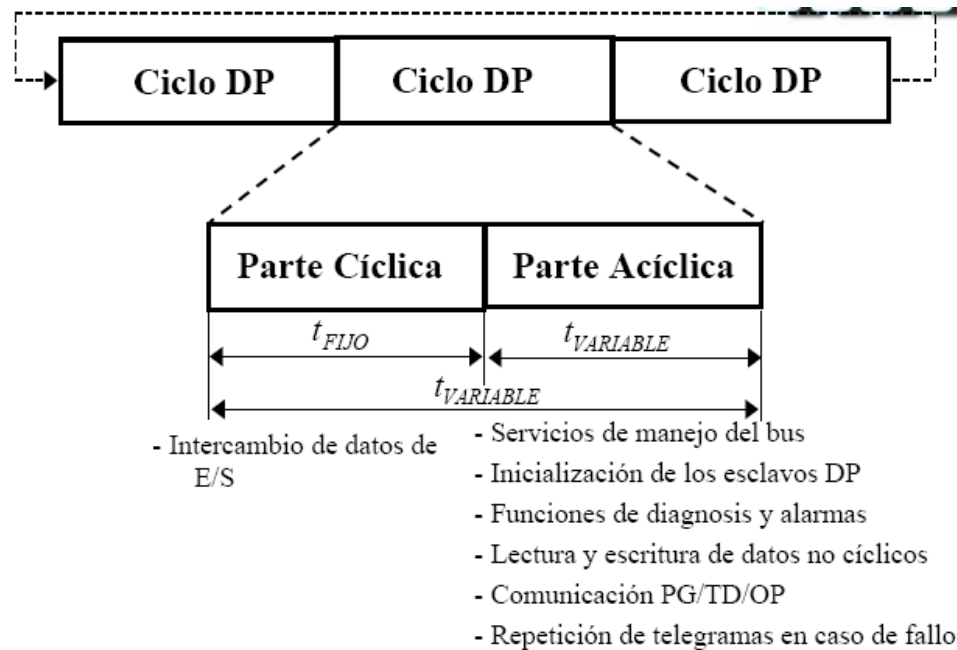
- DPv0
- DPv1
- DPv2

- ❑ Protocolo de comunicación básico DP (*decentralized peripherals*) versión 0:
 - Intercambio de datos cíclico.
 - Diagnóstico de estaciones y del bus.
 - Configuración del bus a través de ficheros GSD (*General Station Description*).



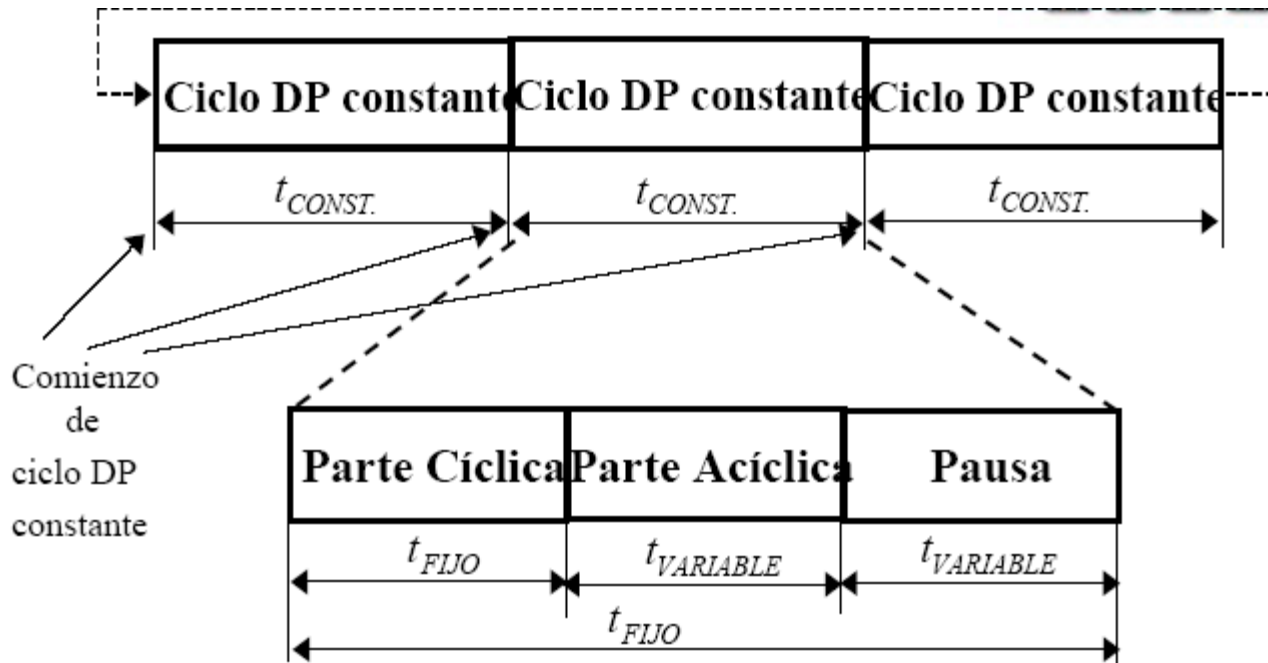
- ❑ Sondeo (*polling*) de estaciones:
 - Cada estación activa sondea varias esclavas de forma transparente para las capas superiores.
 - La lista de esclavos a sondear se suministra por el usuario local.
 - El sondeo se realiza siempre después de procesar los mensajes de alta prioridad.
- ❑ Petición de estado:
 - Se envía una trama “Request FDL Status” a todas las direcciones posibles excepto las de la lista de esclavos y maestros activos para mantener la lista de dispositivos “vivos” (*live list*). Ese proceso se lleva a cabo después de los mensajes de baja prioridad.
- ❑ Acceso a los servicios:
 - Servicios de transferencia de datos a través de un LSAP (*link service access point*) de la capa 2 (FDL). Es la manera de multiplexar entre diferentes tareas (equivalente a los números de puerto):
 - SSAP: LSAP del usuario local
 - DSAP: LSAP del usuario remoto.
 - Servicios de gestión a través de la capa FMA1/2, asociada a las capas 1 y 2.

- ❑ Incluye transmisión de datos acíclicos o asíncronos en el tiempo de ciclo que resta tras el sondeo (*gap time*).
- ❑ Diagnosis mejorada de dispositivos: alarmas y mensajes de estado.

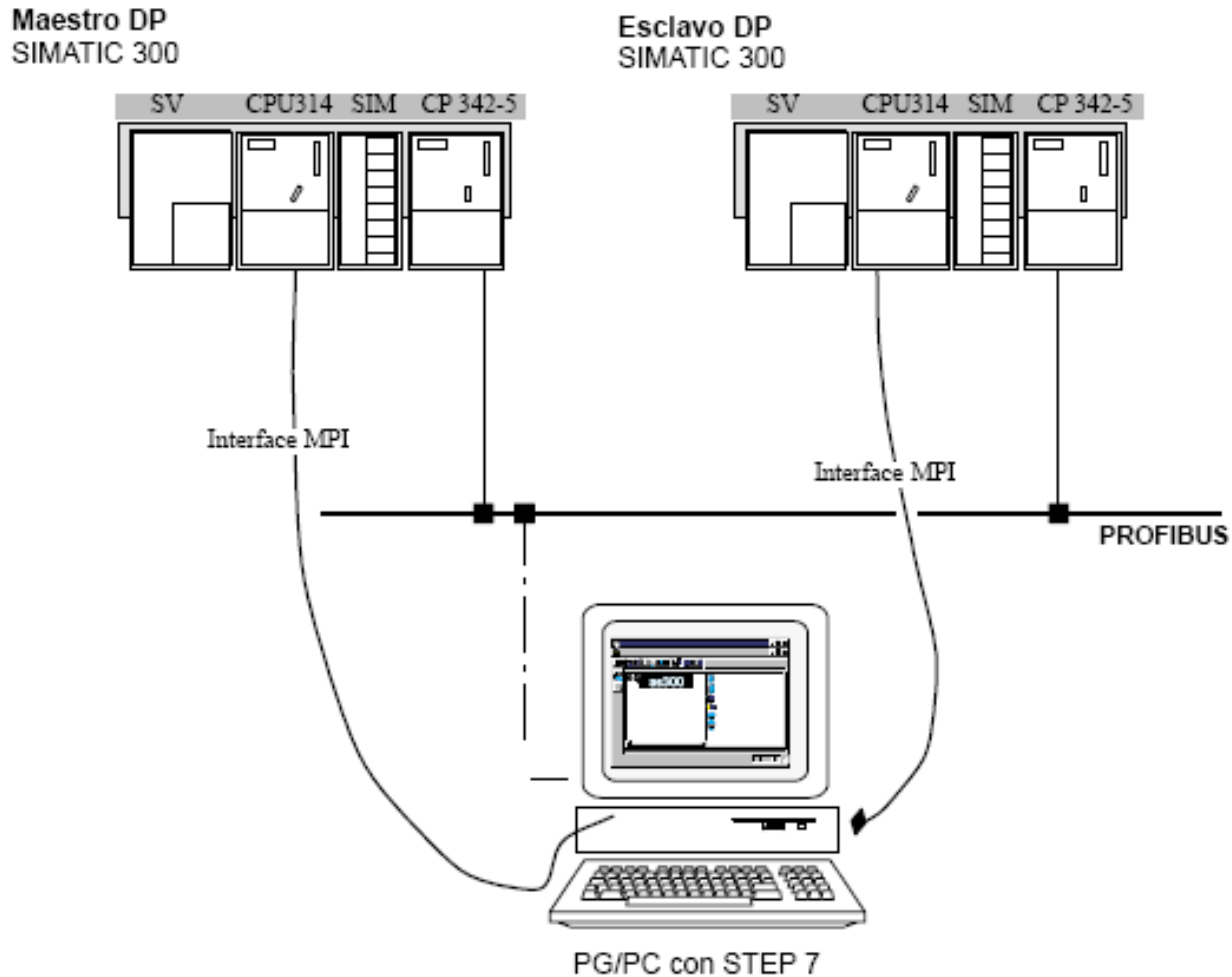


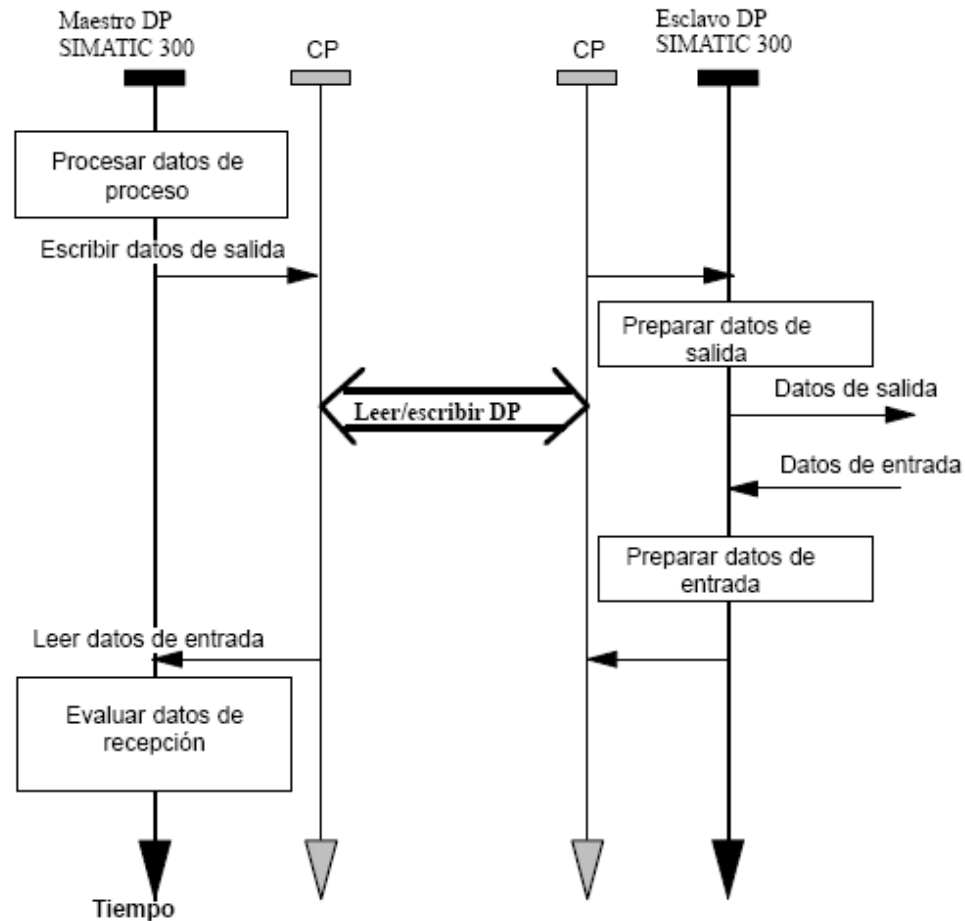
- ❑ Comunicación directa esclavo a esclavo a través de mensajes broadcast: un esclavo publica su información al resto.
- ❑ Modo isócrono: Permite control sincronizado independiente de la carga del bus. Se divide el ciclo de bus en slots reservados para transacciones, accesos de maestros de clase 2 y slots libres. Se utiliza un mensaje especial de control para marcar el inicio de cada ciclo.
- ❑ Control de reloj: Un maestro de tiempos envía *time stamps* para que las estaciones se sincronicen.
- ❑ Carga y descarga de datos: envío de programas o datos de cualquier longitud.
- ❑ Invocación remota de funciones: control remoto de programas o llamadas a funciones de dispositivos remotos.

Protocolo DpV2



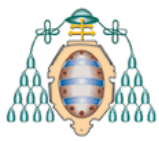
Práctica Profibus DP





- ❑ DP_SEND (FC1)
 - Transfiere datos desde el programa en la CPU a la CP.
- ❑ DP_RECV (FC2)
 - Recibe datos a través del CP.

- ❑ Los datos pueden ser de periferia (E/S), marcas o de bloques de datos

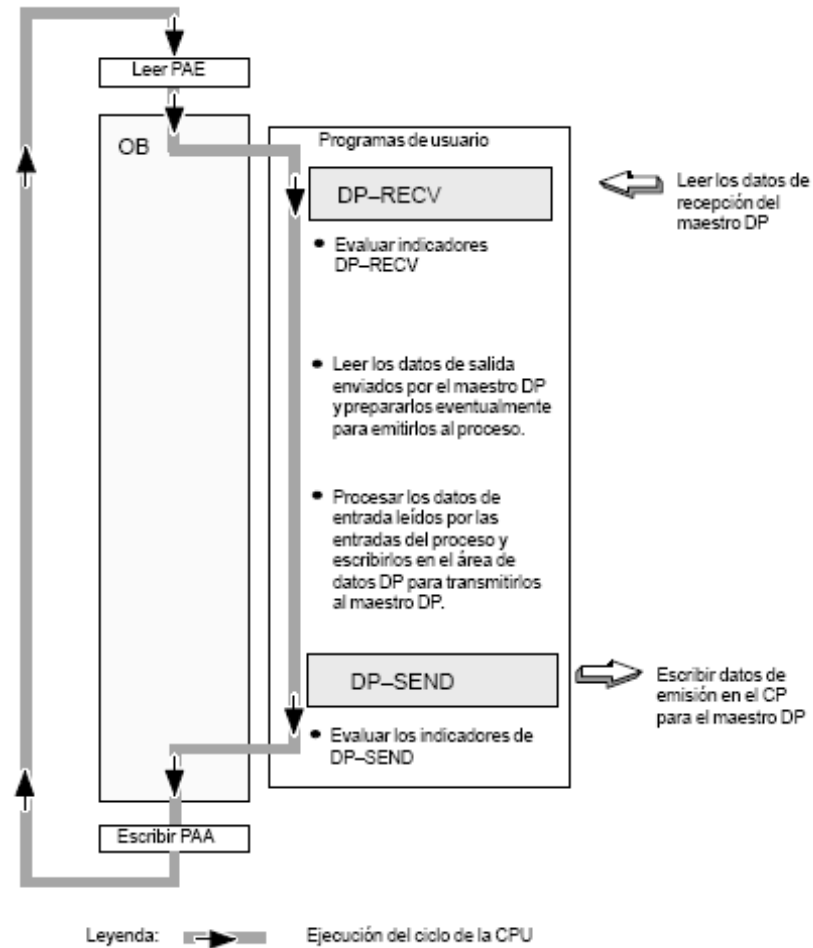


Parámetros

Parámetro	Declaración	Tipo	Valores posibles	Observación
CPLADDR	INPUT	WORD		Dirección inicial del módulo Al configurar el CP con la herramienta de configuración STEP 7 se visualiza la dirección inicial del módulo en la tabla de configuración. Introduzca aquí esta dirección.
SEND	INPUT	ANY		Indicar la dirección y la longitud La dirección del área de datos DP puede señalar un de las siguientes áreas: – Area PA – Area de marcas – Area de bloques de datos La longitud se debe ajustar para – Maestro DP: 1..240 – Esclavo DP: 1..86
DONE	OUTPUT	BOOL	0: – 1: Nuevos datos	El parámetro de estado indica si se han aceptado nuevos datos. Para saber el significado de este parámetro en relación con los parámetros ERROR y STATUS, véase la tabla siguiente.
ERROR	OUTPUT	BOOL	0: – 1:Error	Código de error Para saber su significado en relación con los parámetros DONE y STATUS, véase la tabla siguiente.
STATUS	OUTPUT	WORD	v. tabla siguiente	Código de estado Para saber su significado en relación con los parámetros DONE y ERROR, véase la tabla siguiente.

CALL FC1

CPLADDR	:=	W#16#0110	//272 en hex
SEND	:=	P#E124.0 byte 1	
DONE	:=	M99.1	
ERROR	:=	M99.0	
STATUS	:=	MW104	



- ❑ Se configura en cada interfaz DP la zona de E/S donde se van a volcar los datos entrantes/salientes.
- ❑ Deberán ocupar zonas de la periferia libres (no ocupadas por otras tarjetas)

- ❑ SIEMENS, *Cap. 3. Configurar la periferia descentralizada (DP)*, “Configurar el hardware y la comunicación con STEP 7”, 2006.
- ❑ SIEMENS, *PROFIBUS*, “Fundamentos de los sistemas de bus de campo con SIMATIC S7-300”, pp 45-65, 2002.
- ❑ SIEMENS, *PROFIBUS con STEP 7 v13*, 2014