

INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO	3
4. COMUNICACIONES INDUSTRIALES	4
4.1. Sistemas de cableado.....	4
4.1.1. Cableado clásico	4
4.1.2. Sistemas de precableado.....	5
4.1.3. Entradas y salidas distribuidas.....	5
4.1.4. Buses de campo.....	5
4.2. Pirámide CIM.....	6
4.3. Modelo de referencia OSI	8
4.4. Tipos de buses de campo.....	9
4.4.1. AS-i (<i>Actuator-Sensor Interface</i>).....	9
4.4.2. CAN (<i>Control Area Network</i>).....	10
DeviceNet	11
CANOpen	12
4.4.3. Profibus (<i>Process Field Bus</i>).....	12
4.4.4. Interbus	14
4.4.5. Ethernet.....	14
4.5. Futuro	16
4.6. Evaluación tema 4.....	17
4.7. Resolución.....	17
4.8. Glosario básico.....	19
4.9. Bibliografía del capítulo	19



Introducción al capítulo

En este capítulo se realiza una perspectiva histórica de los métodos de cableado utilizados hasta la actualidad. Incidiendo de una manera más importante en los buses de comunicación: tipologías y capacidades, que son los más utilizados en la actualidad. Estos buses tienen diferentes características según el uso al que se los destine. Por ejemplo existen buses de campo* más sencillos para trabajar a nivel de proceso, ya que deben transportar menos cantidad de información o más sencilla. Los diferentes niveles de un sistema de producción se detallan en la pirámide CIM.

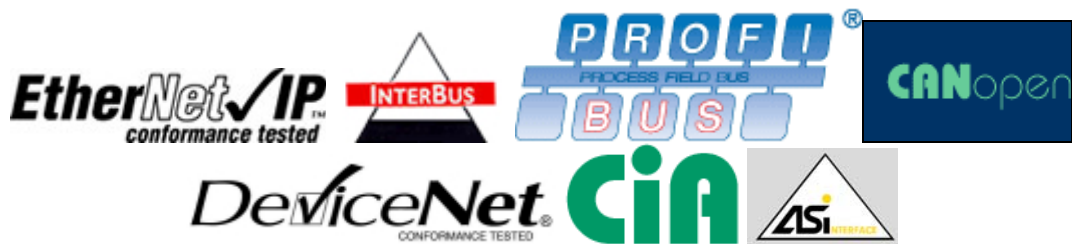


Figura 4.1: Ejemplos de los buses de comunicaciones más usuales

* Referenciados en el Glosario



4. Comunicaciones industriales

Las comunicaciones industriales son aquellas que permiten el flujo de información del controlador a los diferentes dispositivos a lo largo del proceso de producción: detectores, actuadores, otros controladores... Los procesos a automatizar acostumbran a tener un tamaño importante y este hecho provoca que exista una gran cantidad de cables entre el autómatas y los sensores y actuadores.

Existen diferentes maneras de comunicar los diferentes dispositivos dependiendo de la complejidad de la red creada y/o el presupuesto destinado a su creación. A continuación se muestran los métodos de cableado más usuales.

4.1. Sistemas de cableado

Los primeros autómatas se cableaban hilo a hilo directamente a los borneros de los módulos de entrada y salida (cableado clásico). Este método presentaba numerosos inconvenientes que se expondrán a continuación. Actualmente existen diferentes alternativas, debidas principalmente a los avances tecnológicos conseguidos: [1]

- Cableado mediante bases de precableado
- Entradas y salidas distribuidas
- Buses* de campo

4.1.1. Cableado clásico

Los captadores se cablean hilo a hilo a las entradas del autómatas por borneros de tornillos y las salidas se cablean a los preactuadores, normalmente en el propio armario del autómatas. De este armario saldrá también el cableado de potencia para los diversos actuadores. [1]

Este método presenta diferentes problemas debido a: la longitud excesiva del cableado (con las consiguientes caídas de tensión que provoca) y el ruido producido entre los cables de potencia y de señal. [1]

Los cables de sensores y captadores se llevan a cajas de campo donde se cablean en borneros, de donde salen mangueras de cables hacia el armario. [1]



* Referenciados en el Glosario

4.1.2. Sistemas de precableado

Existen autómatas de pequeño tamaño que admiten módulos de entrada y salida de alta densidad. Estos módulos tienen una serie de conectores (diferentes a los borneros) donde se enchufan unos cables de conexión que en el otro extremo se conectan a unas bases de precableado a tornillo, donde se pueden conectar los cables de captadores y preaccionadores. Los cables que unen las bases de precableado con los módulos del autómata son realmente una manguera de cables. [1]

De todas maneras se sigue teniendo el problema de la existencia de las mangueras de cables que van conectadas a las bases de precableado.



Figura 4.2: Base de precableado [2]

4.1.3. Entradas y salidas distribuidas

Las distancias que existen en una planta industrial entre detectores, actuadores y controladores pueden llegar a ser muy importantes. Por ese motivo se colocan cajas de entradas y salidas distribuidas a lo largo de la instalación, con las que el autómata se comunica mediante un módulo de comunicaciones. Estas cajas se sitúan cerca del proceso a controlar y si es posible en la propia máquina. [1]

De esta manera se consigue que los cables de los sensores sean más cortos y que los preaccionadores estén más cerca de los accionadores. Esto también provoca que los cables de potencia sean más cortos, disminuyendo las posibles perturbaciones en los cables de señal y evitando las caídas de tensión. [1]



Figura 4.3: Entradas y salidas distribuidas [3]

De todas maneras el cableado de captadores y accionadores a nivel local sigue siendo igual de complicado que en el cableado clásico. [1]

4.1.4. Buses de campo

A finales de los 80 y sobre todo en los 90 aparecen en el mercado nuevas opciones de comunicación, los buses de campo. Estos buses permiten conectar los captadores y accionadores al autómata con un solo cable de comunicación. Las modificaciones y ampliaciones de las instalaciones se pueden realizar fácilmente sólo con ampliar el cable del bus y conectar los nuevos componentes. [1]



Este tipo de comunicación permite ir más allá que la simple conexión con actuadores o captadores de tipo "todo o nada" o de tipo analógico, además permite conectar los dispositivos llamados inteligentes. Estos dispositivos pueden ser variadores de velocidad, controladores de robot, arrancadores, reguladores PID, terminales de visualización, ordenadores industriales... El intercambio de información requerido es del orden de Kbytes. o Mbytes. Un envío de información de este tipo se realiza en pequeños paquetes por medio de las funciones suministradas por el protocolo de comunicación usado. [1]

Los buses de campo han favorecido las comunicaciones industriales como las conocemos hoy en día. Gracias a estos avances es posible la fabricación flexible y los sistemas de producción integrados como los llamados CIM (*Computer Integrated Manufacturing*), mediante la cual todo el proceso de fabricación está controlado por sistemas informáticos (apartado 4.2).

A continuación se presentan las características propias de los buses de campo, así como sus ventajas respecto los otros sistemas mencionados.

Servicios que debe proporcionar	Ventajas respecto otros sistemas de comunicación
<ul style="list-style-type: none"> • Respuesta rápida a mensajes cortos. • Alta fiabilidad del método de señalización y del medio. • Una red mantenible y ampliable por el personal de la planta. • Una red que pueda ser conectada al sistema de comunicaciones principal de la empresa. • Conectabilidad a diferentes componentes de distintas marcas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del cableado. • Mayor precisión. • Diagnóstico de instrumentos de campo. • Transmisión digital. • Calibración remota. • Mecanismos fiables de certificación. • Reducción del ciclo de puesta en marcha de un sistema. • Operación en tiempo real.

Figura 4.4: Propiedades de los buses de campo [4]

4.2. Pirámide CIM

En una red industrial las comunicaciones se suelen agrupar jerárquicamente en función de la información tratada. Cada subsistema debe tener comunicación directa con los subsistemas del mismo nivel y con los niveles inmediatamente superior e inferior. Así aparecen cinco niveles (figura 4.5), representados a continuación por medio de la pirámide CIM:



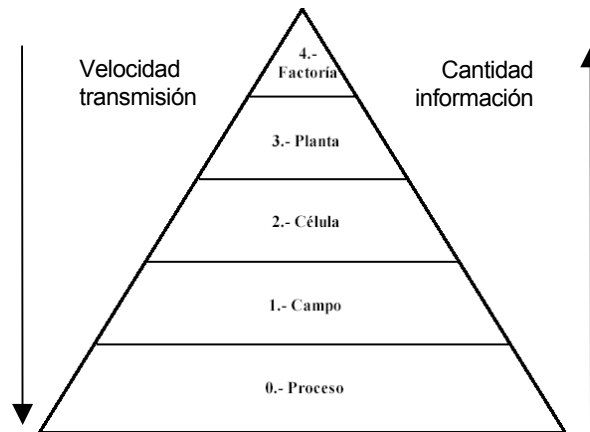


Figura 4.5: Pirámide CIM [5]

0) Nivel de Proceso: en este nivel se realiza el control directo de las máquinas y sistemas de producción. Los dispositivos conectados son sensores, actuadores, instrumentos de medida, máquinas de control numérico, etc. Se suele utilizar cableado tradicional o buses de campo: AS-i. [5]

1) Nivel de Campo: se realiza el control individual de cada recurso. Los dispositivos conectados son autómatas de gama baja y media, sistemas de control numérico, transporte automatizado,...Se utilizan las medidas proporcionadas por el nivel 0 y se dan las consignas a los actuadores y máquinas de dicho nivel. Se usan buses de campo del tipo: AS-i, Device Net, Profibus DP o Interbus S. [4,5]

Los niveles de proceso y campo utilizan paquetes de información del orden de los bits o bytes.[4]

2) Nivel de Célula: incluye los sistemas que controlan la secuencia de fabricación y/o producción (dan las consignas al nivel de campo). Se emplean autómatas de gama media y alta, ordenadores industriales, etc. Se usan buses de campo y redes LAN* (*Local Area Network*) del tipo: Profibus FMS, Profibus PA, Ethernet, CAN,... [4,5]

3) Nivel de Planta: corresponde al órgano de diseño y gestión en el que se estudian las órdenes de fabricación y/o producción que seguirán los niveles inferiores y su supervisión. Suele coincidir con los recursos destinados a la producción de uno o varios productos similares (secciones). Se emplean autómatas, estaciones de trabajo, servidores de bases de datos y *backups*,...Se usan redes LAN del tipo Ethernet TCP/IP. [5]

Los niveles de célula y planta utilizan paquetes de información del orden de los K-bytes.[4]

4) Nivel de Factoría: gestiona la producción completa de la empresa, comunica las distintas plantas, mantiene las relaciones con los proveedores y clientes y proporciona las consignas básicas para el diseño y la producción de la empresa. Se emplean ordenadores, estaciones

* Referenciados en el Glosario



de trabajo y servidores de distinta índole. Se usan redes del tipo Lan o WAN* (*Wide Area Network*) usando Ethernet TCP/IP, Modbus plus,... La transferencia de datos que realiza son programas completos. [4,5]

El flujo de información existente en la pirámide CIM debe ser:[5]

- Vertical: incluye las órdenes enviadas por el nivel superior al inferior (descendente) y los informes sobre la ejecución de las órdenes recibidas (ascendente).
- Horizontal: debe existir un intercambio de información entre entidades de un mismo nivel.

4.3. Modelo de referencia OSI

Los sistemas de fabricación automatizados empezaron por sistemas cerrados de interconexión propios de cada fabricante, por lo que se optó por crear un estándar interconectar los diferentes buses. Por ello se crearon entre 1977 y 1984 los Sistemas de Interconexión Abiertos (OSI) en los que se jerarquiza el sistema de comunicación en 7 capas.[6]

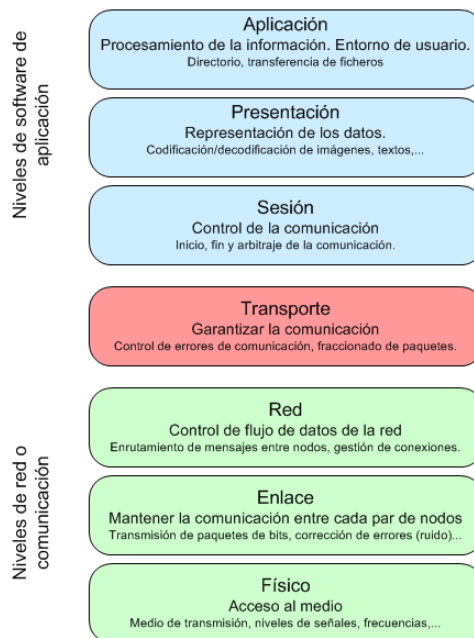


Figura 4.6: Capas OSI [6]

Las diferentes capas corresponden a:[4,6]

- Capa 7 (Aplicación). Proporciona un entorno que facilite el entendimiento entre usuarios de distintas máquinas, sin importar medios ni protocolos de comunicación (interfaz de usuario).
- Capa 6 (Presentación). Facilita la comunicación a nivel de lenguaje y formato de presentación entre el usuario y la máquina que da acceso a la red (traductor). Interpretación y normalización de datos, encriptación, transformación de códigos y formatos...



* Referenciados en el Glosario

- Capa 5 (Sesión). Control de la comunicación. Control del inicio y fin de la misma, arbitrando quién transmite y quién recibe información en cada instante (moderador).
- Capa 4 (Transporte). Establece y garantiza un medio de comunicación sin errores en ambos sentidos. Si es necesario fracciona el mensaje (mensajero)
- Capa 3 (Red). Responsable del encaminamiento del mensaje, conmutación de paquetes, subredes de comunicación, control de flujo y congestión de red, recuperación de errores (servicio de mensajería).
- Capa 2 (Enlace). Mantiene la comunicación entre cada par de nodos de la red, apoyándose en el medio físico (centralita)
- Capa 1 (Físico). Medios materiales que garantizan el enlace entre nodos (cable, fibra óptica, drivers,...). Transmisión de bits entre nodos de la subred de comunicación, control eléctrico, mecánico y funcional del circuito de datos, etc...

Pese a OSI continúan los problemas de interconexión entre fabricantes y se procede a estandarizar los buses con carácter abierto. Se crean organizaciones independientes para mantener y revisar los estándares*, incorporando las nuevas tecnologías a la mayor brevedad. [6] Por ejemplo: AS-i *trade organization* [7], Profibus *trade organization* [8],....

4.4. Tipos de buses de campo

A continuación se expondrán algunos de los tipos de buses de campo más utilizados actualmente en el mercado.

Para unir redes con otras de un nivel superior se usan las llamadas pasarelas.

4.4.1. AS-i (*Actuator-Sensor Interface*)



AS-i es un bus muy simple para conectar sensores y actuadores binarios con un PLC de manera económica. Típicamente se habla de un ahorro de entre el 15 y 40 % respecto al cableado tradicional. Usa un sistema de comunicación maestro/esclavo y la configuración de los nodos esclavos se realiza desde el maestro, usando el mismo bus, que es de topología libre. [7]

* Referenciados en el Glosario



Fue creado por el AS-i *Consortium* en 1993. Una de sus características principales es el tipo de cableado que utiliza llamado *Flat Yellow Cable* (figura 4.6). Este cable incluye dos hilos que incorpora conjuntamente la señal de alimentación (+30 V.) y la señal de control.[7]

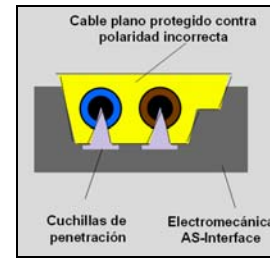


Figura 4.6: Conexión *Flat Yellow Cable* [7]

Características principales: [7]

- Longitud máxima 100 m (300 m. con repetidores)
- Comunicaciones maestro-esclavo, con un máximo de 31 esclavos y un solo maestro.
- La velocidad de transferencia (*Baudrate*) es de 167 Kbit/s.
- Tiempo de ciclo máximo (con 31 esclavos): 5 ms.
- Mensajes: 8 bits (4 de entrada y 4 de salida) por nodo y mensaje, con un formato tipo *Strobing*. Este consiste en que el maestro vaya preguntando uno por uno a los esclavos si quieren enviar un mensaje y esperando la respuesta.
- Admite cualquier topología de red (anillo, bus, estrella, rama, árbol). [9]

Ventajas: Extrema simplicidad, coste bajo, mundialmente aceptado, alta velocidad, alimentación disponible en la red. [7]

Inconvenientes: Pobrementemente equipado para conectar entradas/salidas analógicas, tamaño de la red limitado. [7]

4.4.2. CAN (*Control Area Network*)



Este sistema fue diseñado originariamente por Bosch (1986) para su uso dentro de los automóviles reduciendo la cantidad de hilos conductores a principios de 1980. Actualmente se usa como bus multi-maestro para conectar dispositivos inteligentes de todo tipo (robots, ascensores, equipamiento médico,...)[10]

Esta estandarizado como ISO 11898-1 en 1993. Sólo define el protocolo hasta la capa 2 de enlace (apartado 4.3). Sobre CAN se han desarrollado otros protocolos como: *DeviceNet* y *CANOpen*. Es decir, podríamos comparar el protocolo CAN con una máquina de escribir, en



la que tenemos los caracteres definidos pero aún queda definir la gramática, el idioma, las palabras y el vocabulario para comunicar (que son los otros protocolos). [10]

Para la transmisión de datos no se direccionan los nodos, sino que el contenido del mensaje incorpora un identificador que es único en la red. Los mensajes tienen un formato *broadcast* (productor/consumidor). El identificador define el contenido y la prioridad del mensaje. Así la competición por el acceso al bus se basa en la prioridad dada en el identificador. [10]

Las velocidades de transmisión van de 50 Kbit/s. (distancia 1m.) a 1Mbit/s. (distancia 40m.) con un volumen de información de 64 bits de datos de usuario. [10]

DeviceNet



Impulsado por Allen Bradley en 1994 se implementa un protocolo de la capa 7 (aplicación) orientada a la conexión, sobre un protocolo CAN. Se trata de un link de comunicaciones de bajo coste que conecta dispositivos industriales a la red y elimina los caros cableados a mano. [11]

Características principales:[11]

- Permite escoger velocidades de transmisión: 125 Kbit/s. (500 m.), 250 Kbit/s. (250 m.) y 500 Kbit/s. (100m.).
- Puede tener hasta 64 nodos
- Tamaño máximo del mensaje: 8 bytes de información por nodo y por mensaje.
- Formato de mensaje: polling, strobing, change-of-state, cyclic, productor/consumidor
- Topología lineal, con datos y alimentación proporcionada para el mismo bus

Ventajas: bajo coste, gran aceptación, alta fiabilidad y uso eficiente del ancho de banda, alimentación disponible en la red. [11]

Inconvenientes: Ancho de banda limitado, así como el tamaño de los mensajes y la longitud de la red. [11]

La asociación que se encarga de dar soporte a este protocolo es la *Open Devicenet Vendor Association* (ODVA), <http://www.odva.org>.



CANOpen



Se originó en el 1993 para el mundo de la automoción. Es un concepto de red basado en un sistema de bus serie CAN (*Controller Area Network*) y la capa de aplicación CAL (*CAN Application Layer*). Sus ventajas principales son su simplicidad, alta fiabilidad de transmisión y tiempos de reacción extremadamente cortos. [12]

Características principales: [12]

- Distancia: 100 a 500 m.
- Puede tener hasta 64 nodos
- Velocidades de transmisión: 125, 250, 500 y 1000 Kbit/s.
- Puede enviar mensajes de 8 bytes como máximo por nodo y por mensaje.
- Formato de los mensajes: *polling*, *strobing*, *change-of-state*, *cyclic* y otros.

Ventajas: [12]

- Mejor caracterizado para control de movimiento de alta velocidad así como para lazos de realimentación cerrados que otros buses CAN.
- Alta fiabilidad, uso eficiente del ancho de banda de la red y alimentación disponible en la misma.

Inconvenientes: [12]

- Aceptación limitada fuera de Europa
- Limitación de ancho de banda, tamaño de los mensajes y longitud máxima de la red.

4.4.3. Profibus (Process Field Bus)



Es un estándar abierto, independiente de un vendedor en concreto. Se ha estandarizado en las normas europeas EN 50170 y EN 50254. Fue desarrollado en 1989 por el gobierno alemán junto con empresas del sector de la automatización. [8]

Consta de tres formatos compatibles: [8, 13]



- PROFIBUS DP (*Distributed Peripherals*). Alta velocidad, precio económico y transferencia de pequeñas cantidades de datos. Estructura maestro-esclavo clásica. Es el más difundido y se usa a nivel de campo o célula. Actúa a nivel de campo.



Figura 4.7: Aplicación de profibus DP [8]

- PROFIBUS PA (*Process Automation*). Como DP pero adaptado a zonas intrínsecamente seguras, es decir, para ambientes peligrosos y con riesgo de explosión. También actúa a nivel de campo.
- PROFIBUS FMS (*Fieldbus Messages Specifications*). De propósito general, supervisión y configuración. Es multi-maestro (paso de testimonio entre maestros, maestro-esclavo con los demás dispositivos). Se usa a nivel de planta o célula.

Características principales: [8]

- Longitud máxima: 9 Km. con medio eléctrico, 150 Km. con fibra óptica de vidrio, 150 m. con infrarrojo.
- Puede tener hasta 126 nodos
- Velocidad de transmisión entre 9.6 Kbit/s. y 12 Mbit/s.
- Puede transferir un máximo de 244 bytes de información por nodo y ciclo.
- Topología: estrella, árbol, anillo y anillo redundante
- Formato de los mensajes: polling, peer-to-peer

Ventajas: Es el estándar más aceptado a nivel mundial, sobretodo en Europa pero también utilizado en Norteamérica, Sudamérica, partes de África y Asia. Con las tres versiones DP, FMS y PA quedan cubiertas la casi totalidad de las aplicaciones de la automática. [8]

Inconvenientes: para mensajes cortos es poco efectivo ya que el mensaje lleva una parte muy importante de direccionamiento, no lleva la alimentación incorporada, ligeramente más caro que otros buses. [8]



4.4.4. Interbus



Se originó en Phoenix Contact en 1984. Usa una estructura maestro-esclavo para acceder al medio, más un sistema de "suma de tramas" (*summation-frame*) que envía todas las respuestas en un solo telegrama. El medio más usado es un anillo sobre cableado RS-485 utilizado para hacer conexiones punto a punto. Interbus tiene el estándar DIN 19258. [14]

Características principales: [14]

- Distancia: 400 m. por segmento y 12.8 Km. en total.
- Número máximo de nodos: 256
- Velocidad de transmisión: 500 Kbit/s.
- Tamaño del mensaje: 512 bytes de información por nodo.

Ventajas: La capacidad de autodireccionarse hace que las puestas en marcha sean muy fáciles, capacidad de diagnóstico extensivo, aceptación amplia en todo el mundo (especialmente en Europa), respuesta rápida y uso eficiente del ancho de banda, junto con alimentación para dispositivos de entrada. [14]

Inconvenientes: Una conexión fallida incapacita todo la red, capacidad limitada para transferir grandes cantidades de información. [14]

4.4.5. Ethernet



La red Ethernet se originó por Digital Equipment Corporation, Intel y Xerox en 1976. Se basado en el estándar IEEE 802.3. [15]

Como para el protocolo* Profibus, también existen diferentes versiones de Ethernet según la velocidad de transmisión: 10Base-T (10 Mbit/s.), *Fast Ethernet* (100 Mbit/s.), *Gigabit Ethernet* (1000 Mbit/s., aún en pruebas). [16]

Características principales: [15]

- Distancia: de 100 (para 10Base-T) a 50 Km (usando fibra óptica).
- Número máximo de nodos: 1024, extensible con routers.
- Velocidad de transmisión: 10 Mbit/s. a 100 Mbit/s.



- Tamaño del mensaje: 46 a 1500 bytes.
- Formato del mensaje: peer-to-peer.

Ventajas: es el estándar de red más reconocido internacionalmente. Puede tratar con grandes cantidades de información a una velocidad muy rápida sirviendo para instalaciones muy grandes. [15]

Inconvenientes: Para mensajes con poca información no es eficiente, no lleva la alimentación incorporada, los conectores (RJ45) son vulnerables físicamente. [15] No tiene la propiedad de determinismo por el que los buses de campo pueden asegurar las respuesta de la red para cada carga. [4]



Figura 4.8: Conector RJ45

Ethernet y TCP/IP (*Transmisión Control Protocol/Internet Protocol*) son dos conceptos distintos pero que se suelen utilizar conjuntamente, Internet es una aplicación de TCP/IP, pero es solo un caso y existen muchas otras muy diferentes. [4]

- TCP/IP se desarrollo en la Universidad de Stanford en 1970 y consiste en un conjunto de protocolos que pueden funcionar sobre diversos medios físicos, cubrirían entre el nivel 3 y 7 de la torre OSI (pero no son OSI). Por ejemplo si estamos bajando un documento en formato pdf podemos ver como la velocidad de transmisión va variando dependiendo de los niveles de tráfico de la red. TCP/IP es el que se encarga de dividir la información en diferentes paquetes durante la transmisión y luego los reúne. [4]
- Ethernet es un estándar de comunicaciones que incluye los niveles OSI 1 y 2. La red Ethernet tiene como aplicación básica la gestión e información global de un sistema automatizado. Se situaría en el nivel más alto y sirve de lazo de comunicación entre los dispositivos de gestión central ("sala de control") con los autómatas principales, que a su vez se conectarán con otros autómatas de más bajo nivel, con lo que se puede obtener datos de la planta. [4]

Montando TCP/IP sobre Ethernet se obtiene un sistema de comunicaciones completo.[4]

Ethernet industrial es la aplicación de la tecnología LANs al campo de la automatización. El objetivo es sustituir los existentes buses de campo por dispositivos de comunicaciones compatibles con Ethernet. De esta manera la misma LAN de la oficina se puede aplicar en otros niveles de la jerarquía de control. [4]



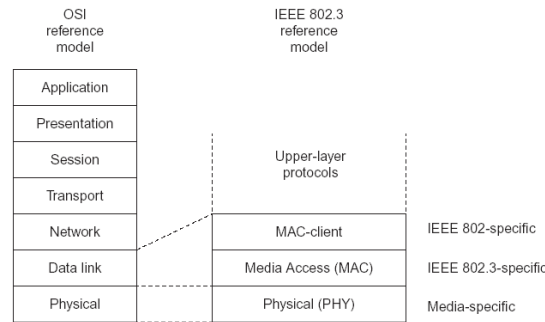


Figura 4.9: Correspondencia de Ethernet con el Modelo de referencia OSI [16]

4.5. Futuro

Las tendencias para el futuro en el campo de las comunicaciones industriales son las tecnologías inalámbricas (*wireless*), es decir aquellas tecnologías que no utilizan el cableado físico y se comunican por ondas a través del aire.

Este tipo de tecnologías se van introduciendo en nuestras vidas de manera muy visible en los últimos años. Desde la telefonía móvil hasta las salas VIP de los aeropuertos españoles. Por tanto era de esperar que la industria no se hiciera esperar, aunque de momento no existe una uniformidad entre los diferentes sistemas existentes, hay muchos estándares que están en continua evolución. [17]

Algunos ejemplos de esta tecnología son: *Bluetooth*, *Wi-fi*, *UWB*,... Se pueden revisar sus estándares en: [18]

- <http://www.bluetooth.org> o <http://www.bluetooth.com>
- <http://www.uwb.org>

Esta tecnología permitirá llegar a velocidades mucho más importantes, con un transporte mucho mayor de información y sin los problemas de espacio ni interferencias.



Figura 4.10: Aplicaciones de tecnología inalámbrica [17]

Existen actualmente diferentes aplicaciones en funcionamiento. Algunas de las cuáles se pueden visionar en las siguientes direcciones:



- Gestión, control y automatización en almacenes.
<http://www.forowireless.com/documentos/Ficha%2013%20-%20IAT%20-%20Gestion%20Almacen.pdf> (22 de octubre de 2004)
- Sistema móvil para provisión de servicios de asistencia técnica.
<http://www.forowireless.com/documentos/Ficha%2007%20-%20ROB%20-%20mSAT.pdf> (22 de octubre de 2004)

4.6. Evaluación tema 4

1. ¿Cuál es la función de las comunicaciones industriales?
2. ¿Qué tipo de alternativas de comunicación existen para comunicar los diferentes dispositivos que forman un sistema industrial?
3. ¿Qué problemas presenta el cableado clásico?
4. ¿Qué ventajas presentan los buses de campo respecto a los otros métodos de cableado?
5. ¿Qué niveles jerárquicos presenta la pirámide CIM? Nómbralos
6. ¿Qué tipo de bus se utilizaría en el nivel de proceso de la pirámide CIM?
7. ¿Qué peculiaridad tiene el cableado del bus AS-i respecto a los demás?
8. ¿Cuál es el futuro de las comunicaciones industriales?

4.7. Resolución

1. ¿Cuál es la función de las comunicaciones industriales? (Página 4)

Permiten el flujo de información del controlador a los diferentes dispositivos a lo largo del proceso de producción: detectores, actuadores, otros controladores...

2. ¿Qué tipo de alternativas de comunicación existen para comunicar los diferentes dispositivos que forman un sistema industrial? (Página 4)
- Cableado mediante bases de precableado
 - Entradas y salidas distribuidas



- Buses de campo

3. ¿Qué problemas presenta el cableado clásico? (Página 4)

Este método presenta diferentes problemas debido a: la longitud excesiva del cableado (con las consiguientes caídas de tensión que provoca) y el ruido producido entre los cables de potencia y de señal.

4. ¿Qué ventajas presentan los buses de campo respecto a los otros métodos de cableado? (Página 6)

- Reducción del cableado.
- Mayor precisión.
- Diagnóstico de instrumentos de campo.
- Transmisión digital.
- Calibración remota.
- Mecanismos fiables de certificación.
- Reducción del ciclo de puesta en marcha de un sistema.
- Operación en tiempo real.

5. ¿Qué niveles jerárquicos presenta la pirámide CIM? Nómbralos. (Página 7)

- Nivel 0: de proceso
- Nivel 1: de campo
- Nivel 2: de célula
- Nivel 3: de planta
- Nivel 4: de factoría

6. ¿Qué tipo de bus se utilizaría en el nivel de proceso de la pirámide CIM? (Página 7)

En el nivel de proceso sería adecuada la utilización del bus AS-i, ya que es el más adecuado para cablear dispositivos como actuadores o sensores de forma barato y eficiente.

7. ¿Qué peculiaridad tiene el cableado del bus AS-i respecto a los demás? (Página 10)

Una de sus características principales es el tipo de cableado que utiliza llamado *Flat Yellow Cable* (figura 4.6). Este cable incluye dos hilos que incorpora conjuntamente la señal de alimentación (+30 V.) y la señal de control.



8. ¿Cuál es el futuro de las comunicaciones industriales? (Página 16)

Las tendencias para el futuro en el campo de las comunicaciones industriales son las tecnologías inalámbricas (*wireless*).

4.8. Glosario básico

WAN (<i>Wide Area Network</i>)	Enlaces mayores de 1 o 10 Km., que utilizan enlaces punto a punto y se interconectan a las LAN con un router. [6]
LAN (<i>Local Area Network</i>)	Enlaces de entre 2 m. y 1 Km. que corresponden a redes de propiedad privada (empresa) que conectan ordenadores personales y/o estaciones de trabajo. Disponen de alta velocidad y baja tasas de errores. [6]
Bus	Conjunto de conductores compartidos por dos o más sistemas digitales. [6]
Protocolo	Procedimiento o conjunto de reglas que determinan el modo de realizar la comunicación. [6]
Bus de campo	Bus simple y próximo al proceso de producción, con un protocolo mínimo y que permite intercambiar órdenes y datos entre sus nodos. [6]
Estándar	Normalización de una aplicación tecnológica, mantenida por una o otra asociación de estándares (IEEE, ISO). Permite eliminar las barreras tecnológicas; en telemática existen estándares asociados a cada protocolo, medio físico, etc... [4]

4.9. Bibliografía del capítulo

- [1] Piedrafita, R., *Ingeniería de la automatización industrial*. RA-MA Editorial, 1999, p. 71-157
- [2] SCHNEIDER ELECTRIC. Bases de precableado para autómatas tipo Twido. [<http://twido.schneiderelectric.es/Twido/descargar/twido3234.pdf>], 21 de octubre de 2004]
- [3] ALLEN BRADLEY AUTOMATION SYSTEMS. Entradas y salidas distribuidas. [<http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/104830/2416241/104832/>], 21 de octubre de 2004]



- [4] CENTRE CIM. ICT-UPC. Curs de dissenyador de sistemes de control elèctric. Mòdul de Comunicacions Industrials, Rius, V., Sabaté, F., 2003.
- [5] TUTORIAL VIRTUAL DE ANTONIO BARRAGÁN. DEPARTAMENTO DE ING. ELECTRÓNICA, SISTEMAS INFORMÁTICOS Y AUTOMÁTICA. UNIVERSIDAD DE HUELVA. *Ampliación de Automatización industrial: Jerarquización de las comunicaciones*, [<http://www.uhu.es/antonio.barragan>], 21 de octubre de 2004]
- [6] TUTORIAL VIRTUAL DE ANTONIO BARRAGÁN. DEPARTAMENTO DE ING. ELECTRÓNICA, SISTEMAS INFORMÁTICOS Y AUTOMÁTICA. UNIVERSIDAD DE HUELVA. *Ampliación de Automatización industrial: Introducción a las redes de comunicación industriales*, [<http://www.uhu.es/antonio.barragan>], 21 de octubre de 2004]
- [7] AS-I TRADE ORGANIZATION. [<http://www.as-interface.com/>], 21 de octubre de 2004]
- [8] PROFIBUS TRADE ORGANIZATION. [<http://www.profibus.com/>], 21 de octubre de 2004]
- [9] TUTORIAL VIRTUAL DE ANTONIO BARRAGÁN. DEPARTAMENTO DE ING. ELECTRÓNICA, SISTEMAS INFORMÁTICOS Y AUTOMÁTICA. UNIVERSIDAD DE HUELVA. *Ampliación de Automatización industrial: Nivel de proceso AS-interface*, [<http://www.uhu.es/antonio.barragan>], 21 de octubre de 2004]
- [10] CIA, CAN IN AUTOMATION. [<http://www.can-cia.de/can/>], 21 de octubre de 2004]
- [11] CIA, CAN IN AUTOMATION. DEVICENET. [<http://www.can-cia.de/devicenet/>], 21 de octubre de 2004]
- [12] CIA, CAN IN AUTOMATION. CANOPEN. [<http://www.can-cia.de/canopen/>], 21 de octubre de 2004]
- [13] TUTORIAL VIRTUAL DE ANTONIO BARRAGÁN. DEPARTAMENTO DE ING. ELECTRÓNICA, SISTEMAS INFORMÁTICOS Y AUTOMÁTICA. UNIVERSIDAD DE HUELVA. *Ampliación de Automatización industrial: Nivel de campo*. [<http://www.uhu.es/antonio.barragan>], 21 de octubre de 2004]
- [14] INTERBUSCLUB. [http://www.interbusclub.com/en/doku/pdf/interbus_basics_en.pdf], 21 de octubre de 2004]
- [15] INDUSTRIAL ETHERNET ASSOCIATION. SUPPORTING TRADE ASSOCIATION. [<http://www.industrial-ethernet.com/ethernet.html>], 21 de octubre de 2004]



- [16] CISCO SYSTEMS. *Internetworking Technology Handbook. Ethernet Technologies*.
[http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/ethernet.htm, 21 de octubre de 2004]
- [17] ROBOTIKER TELECOM. CONECTIVIDAD WIRELESS PARA EL SECTOR INDUSTRIAL. *Molinete, B*.
[http://www.robotiker.com/castellano/noticias/eventos_pdf/33/RBTK_Begona.pdf, 21 de octubre de 2004]
- [18] FOROWIRELESS. MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.
[<http://www.forowireless.com> , 21 de octubre de 2004]

