Sistemas Informáticos Industriales

Apuntes de

Fundamentos de redes de comunicación

Licencia

Grado en Electrónica y Automática
Departamento de Informática de Sistemas y Computadores
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Ángel Perles

fundamentos_redes_de_comunicaciones_r10.odt

Contenido

6. Fundamentos de redes de comunicación....3
6.1 Introducción....3
6.2 Objetivos....4
6.3 El modelo OSI de la ISO....4
6.3.1 Capa 1. Nivel físico....6
6.3.2 Capa 2. Nivel de enlace de datos....7
6.3.3 Capa 3. Nivel de red....7
6.3.4 Capa 4. Nivel de transporte....8
6.3.5 Capa 5. Nivel de sesión....8
6.3.6 Capa 6. Nivel de presentación....9
6.3.7 Capa 7. Nivel de aplicación....9
6.3.8 Resumen OSI....9
6.4 Interconexión de subredes....10
6.5 La "topología"....13
6.6 El control de flujo....13
6.7 El medio de transmisión....14
6.7.1 Características de algunos medios físicos....15
6.7.2 El par trenzado....16
6.7.3 El cable coaxial....17
6.7.4 La fibra óptica....18
6.7.5 Resumen medios guiados....19
6.8 Concepto de DTE y DCE....20
6.9 Bibliografía comentada....20

6 FUNDAMENTOS DE REDES DE COMUNICACIÓN

6.1 INTRODUCCIÓN

Las comunicaciones industriales, entendidas como redes para transmitir datos en los ambientes industriales, suponen una revolución en la forma de gestionar los procesos, sin límites espaciales y con una enorme flexibilidad.

Aplicar estos conceptos en esta asignatura precisa unos conocimientos teóricos mínimos sobre sus fundamentos, que permitan comprender las implicaciones en el ambiente industrial y su aplicación práctica. Este es el propósito de este tema introductorio.

Las comunicaciones de datos son algo cotidiano, prácticamente presente en cualquier ámbito. Inicialmente se desarrollaron en el ámbito de los computadores, siendo los principales objetivos:

- Compartir los recursos.
- Ahorrar dinero.
- Proporcionar alta fiabilidad (si un recurso falla se puede acudir a otro)

En función del ámbito geográfico que cubren, la manera de plantear un sistema de comunicación puede cambiar sustancialmente, por lo que las redes de comunicación de datos se suelen clasificar en:

Nombre	Distancia	Ambito
LAN (Local Area Network)	10 ... 1000 m	Habitación, edificio, campus
WAN (Wide Area Network)	10 ... 1000 Km	Ciudad, país
VLAN (Very Large Area Network)	> 1000 Km	Continente, planeta

En los ambientes industriales suelen predominar las LAN, complementándose actualmente las LAN industriales con accesos VLAN a través de Internet o telefonía móvil.

Este tema está pensado para trabajarlo de forma lineal sin necesidad de acudir a otras fuentes ni materiales adicionales.

En puntos concretos se intercalan actividades que permitirán practicar los conocimientos adquiridos.

En caso de dificultad en la resolución de actividades sí se recomienda acceder a fuentes externas, por ejemplo, a la bibliografía recomendada.

6.2 OBJETIVOS

Conocer la organización en pilas de las redes de comunicaciones.

Conocer la jerga básica de redes de comunicación para computadores.

Comprender las implicaciones del uso de distintos medios físicos de comunicación.

6.3 EL MODELO OSI DE LA ISO

En las primeras implementaciones comerciales, cada fabricante proveía su propio y "oscuro" sistema de comunicaciones. Hoy en día todos intentan ponerse de acuerdo a partir de series de "estándares internacionales", que permiten ofrecer productos compatibles a diversos fabricantes dentro de un mercado competitivo.

Como modelo de referencia para estos estándares está OSI (Open Systems Interconnection), que se basa en el principio enunciado por Julio Cesar: "divide para conquistar". La idea es diseñar las redes como una secuencia de niveles, cada uno basado en el previo. Así, reduciendo el estudio del todo al estudio de las partes, el trabajo es más manejable.

El diseño actual de redes sigue este modelo muy estructurado, que busca reducir la complejidad del diseño organizándolo en ***capas*** o ***niveles***.

La cantidad de capas, su nombre y el contenido de cada capa cambia de unas redes a otras, pero, en todas las redes de comunicaciones de datos, el propósito de cada capa es ofrecer determinados servicios a los niveles superiores, aislando a los niveles superiores sobre cómo están implementados los niveles inferiores.

Para entender esto se puede utilizar el siguiente símil:

Supónganse dos filósofos, uno en Kenia y otro en Indonesia. No tienen lengua en común y uno quiere comunicarle al otro que le gusta el "oryctolagus cuniculus". Para poder comunicarse utilizan el esquema de la Figura 3-1.

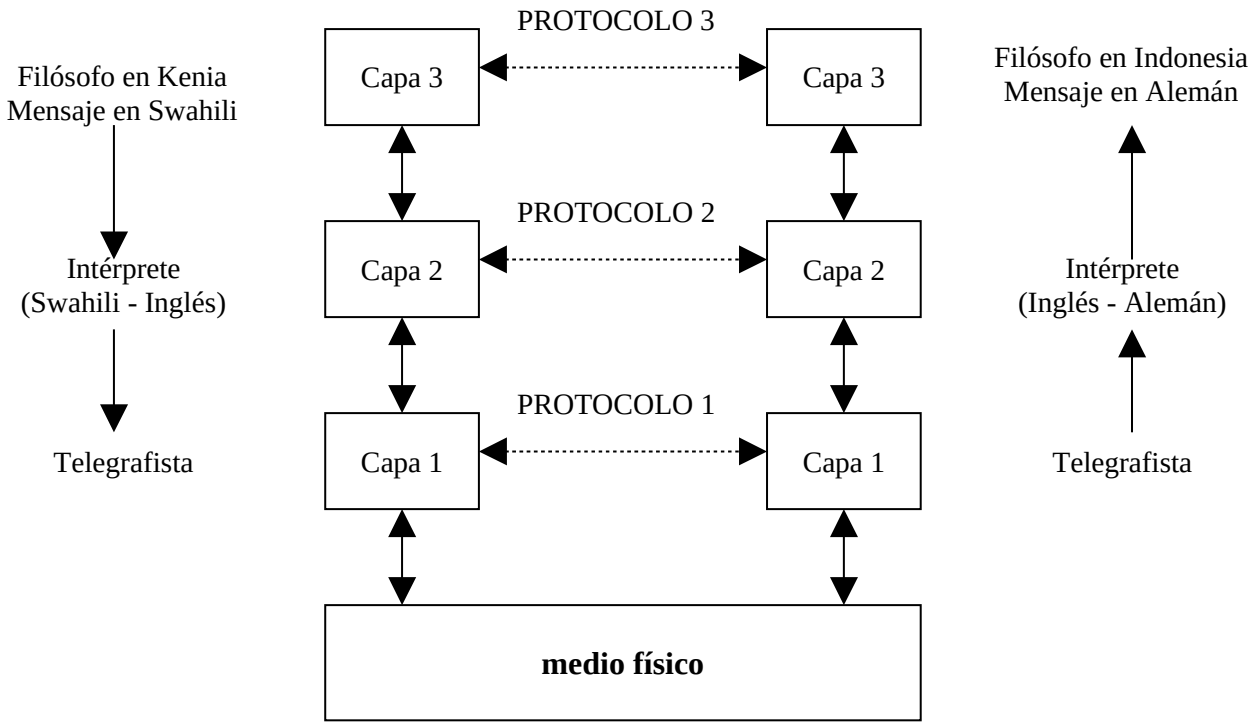


Figura 3-1. Esquema de la comunicación entre los dos filósofos

Obsérvese que con dicho esquema sería posible cambiar el interprete inglés por uno alemán, y que, en lugar de utilizar un telegrafista, sería posible utilizar un teléfono.

Se establece un ***protocolo*** en cada nivel, cada nivel tiene la impresión de que habla con su homólogo en el nivel del lado contrario. Un protocolo es un convenio de conversación, de intercambio de información, es el conjunto de normas que regulan el diálogo.

Entre cada nivel hay una ***interfaz***. La interfaz define qué primitivas de operaciones y servicios ofrece un nivel al inmediatamente superior.

La comunicación real ocurre en el nivel inferior, aunque sean los niveles superiores los que quieren comunicarse.

El servicio siempre es de abajo a arriba, no puede un nivel inferior pedir ayuda al superior.

Con esta idea, el "International Standard Organization" (ISO) propuso un modelo de capas con el objeto de estandarizar varios protocolos. El modelo se llama OSI (Open Systems Interconnection) y es un modelo de referencia para la especificación de protocolos para ***sistemas abiertos***, que significa que son sistemas que están abiertos para comunicarse con equipos de diferentes fabricantes.

Son siete niveles que han salido de aplicar los siguientes principios:

a. Se debe crear una nueva capa cuando se necesita un nivel de abstracción diferente.

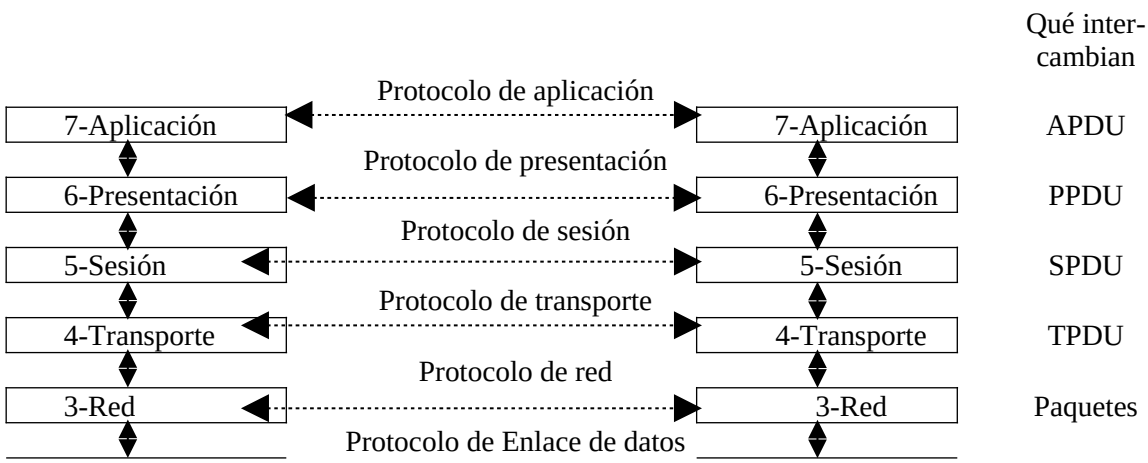
b. Cada capa debe realizar una tarea muy concreta.

c. La función de cada nivel debe elegirse con la idea de definir protocolos estándar internacionales.

d. Los límites de las capas se deben definir de manera que se minimice el flujo de información a través de las interfaces.

e. El número de capas debe ser lo suficientemente grande como para que funciones distintas no tengan que ser puestas en una capa, y suficientemente pequeño para que la arquitectura no se vuelva inmanejable.

En la Figura 3-2 hay un esquema de la propuesta del modelo OSI. Destacar que ISO simplemente dice qué es lo que debe hacer cada nivel y no cómo hacerlo.



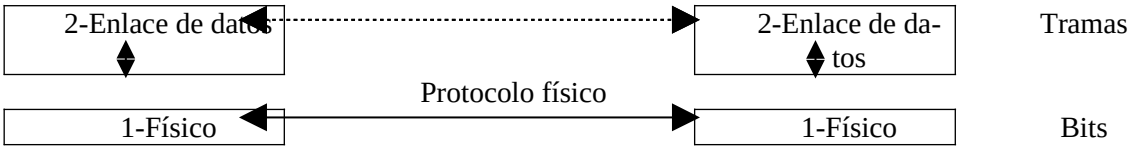


Figura 3-2. Niveles del estándar OSI

6.3.1 CAPA 1. NIVEL FÍSICO

Esta capa fundamental es la que tiene que ver con transmitir secuencias de datos sobre cables y otros medios físicos. Se encarga de transmitir la información en forma de bits por los canales y garantizar que ninguno ha alterado su valor.

El hardware y el software que opera a este nivel tiene que ver con conectores, niveles eléctricos, señales, formas de compartir el medio, etc.

A este nivel se especifican cosas como:

- Qué voltios se necesitan para especificar un 0 y un 1.
- Cuántos microsegundos dura un bit.
- Si la comunicación puede ser simultáneamente en dos direcciones.
- Cómo se establece la comunicación inicial y cómo se indica que ha terminado.
- Cómo es el conector y qué hace cada pin.
- Qué tipo de cable se usa.

A este nivel aparecen problemas como:

- Ponerse de acuerdo en el tipo de señal que transporta la información.
- Velocidad de transmisión, ponerse de acuerdo en cuál es el intervalo significativo de tiempo.
- Estar de acuerdo en la lógica de la señal.
- Sincronización.
- Normalización de las conexiones.

Probablemente el estándar más conocido del nivel físico sea el RS-232; un estándar de cableado y señales que define qué hace cada pin del conector y cuándo un nivel de tensión indica un 1 o un 0.

El nivel físico lleva las señales por encargo de todos los niveles superiores. Si se desconecta el enchufe, no habrá manera de comunicarse; pero sin los otros niveles, poca cosa se puede decir (comunicar).

6.3.2 CAPA 2. NIVEL DE ENLACE DE DATOS

La tarea del nivel de enlace es usar una facilidad que permita transmitir ráfagas de datos (nivel 1) y transformarlo en una línea que parezca libre de errores al nivel de red, proporcionando un servicio eficaz y libre de errores a dicho nivel.

Básicamente, toma el flujo de información recibido por el nivel 1, lo examina y lo pasa al nivel 3 si no existen errores. En caso de error, la estación transmisora deberá retransmitir la trama.

Esto se consigue haciendo que el que envía fragmente el mensaje de entrada en ***tramas*** (normalmente centenas de bytes), transmita las tramas secuencialmente y procese las tramas de reconocimiento que se envían como respuesta del receptor.

Como el nivel físico simplemente recibe y envía secuencias de bits, sin preocuparse de su significado o estructura, es el nivel de enlace el que se encarga de crear y reconocer los extremos de las tramas (por ejemplo, añadiendo una secuencia especial de bits al principio y al final de la trama).

Un ruido en la línea puede destruir una trama. En este caso, el nivel de enlace del que transmite debe retransmitir la trama.

Otro cometido del nivel de enlace es parar a un transmisor rápido cuando el receptor lento no es capaz de absorber la información al mismo ritmo. Se trata de establecer las reglas para regular el tráfico.

A este nivel aparecen problemas como:

- Detección de errores y corrección.
- Control de flujo, que uno no pueda tomar toda la información que le están mandando, no pueda digerirla.

6.3.3 CAPA 3. NIVEL DE RED

El nivel de red se encarga de controlar cómo se trabaja en la **subred**. Su trabajo clave es determinar cómo se ***encaminan*** los ***paquetes*** del fuente al destino.

Puede haber muchos paquetes circulando por una subred al mismo tiempo, por lo que este nivel se encarga también de gestionar la congestión en la red, encaminando adecuadamente los paquetes.

A este nivel aparecen problemas como:

- Encaminar información: el camino a seguir puede no estar establecido a priori. Puede en algún momento estar una u otra zona muy cargada o estar una línea rota, con lo que se deberá redirigir el tráfico.

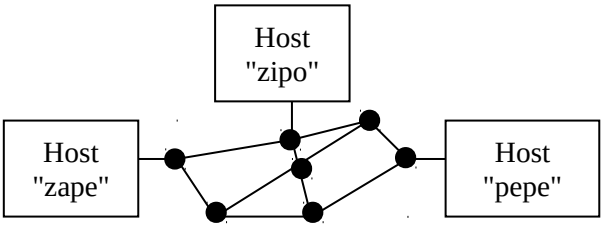


Figura 3-3. Ejemplo de red

Uno de los protocolos más impuestos a este nivel es el IP (Internet Protocol). En IP, cada nodo está identificado por una dirección IP (por ejemplo, 158.42.37.25) que se utiliza para especificar el origen y el destino de un paquete.

6.3.4 CAPA 4. NIVEL DE TRANSPORTE

La función básica del nivel de transporte es aceptar datos del nivel de sesión, trocearlos en fragmentos más pequeños si es necesario, pasarlos al nivel de red, y asegurarse de que todas las piezas llegan correctamente y ordenadas al otro extremo.

Normalmente, el nivel de transporte crea una conexión de red distinta por cada sesión de transporte requerida por el nivel de sesión. Ello significa que, en una máquina, pueden haber varias conexiones de transporte simultáneas.

El nivel de transporte también determina qué tipo de servicio provee al nivel de sesión, y, en definitiva, a los usuarios de la red.

A este nivel aparecen problemas como:

- Gestión de buffers, si llegan bloques y falta alguno.
- Si un paquete posterior llega antes debido a que a seguido un camino por la red diferente a uno previo.

El tipo de conexión de transporte más popular son las conexiones ***punto-a-punto*** libres de errores con garantía de que los paquetes llegan en orden.

Ejemplos del nivel de transporte son: TCP/IP (Transmision Control Protocol), UDP/IP (User Datagrama Protocol), NetBIOS/NetBEUI de Microsoft, IPX (Internetwork Protocol Exchange) de Novel.

6.3.5 CAPA 5. NIVEL DE SESIÓN

Realiza las funciones que permiten a 2 aplicaciones (o dos partes de una misma aplicación) comunicarse a través de la red, realizando las funciones de seguridad, reconocimiento de nombres, entrada de usuario, administración, etc.

Hace casi lo mismo que el nivel de transporte añadiendo un poco más de servicio.

A este nivel aparecen problemas como:

- Cómo llevar un cierre con acuerdo entre 2 extremos: un emisor quiere cerrar y le manda un paquete de cierre. Pero antes de que llegue, el receptor le manda información, que se perderá porque el 1º había cerrado.
- Control de diálogo, marcas de sincronismo, alguna forma de guardar la información para poder reanudar si se estropea, sin necesidad de volver a esperar.

Algunas implementaciones de redes colocan en una misma capa el transporte y la sesión (NetBIOS y Named Pipes).

6.3.6 CAPA 6. NIVEL DE PRESENTACIÓN

La mayoría de los programas no intercambian una secuencia aleatoria de bits, sino cosas como nombres de personas, fechas, cantidades de dinero, etc. Esto se representa mediante cadenas de caracteres (por ejemplo ASCII, EBCDIC), enteros (complemento a uno, complemento a dos, exceso a N), coma flotante (IEEE-754), etc.

Para que dos computadores con diferente representación (por ejemplo PC y un móvil) se puedan comunicar, las estructuras de datos se deben convertir a una representación abstracta común.

Las capas anteriores tienen que ver con mover información de un sitio a otro. La capa de presentación, por el contrario, se encarga de la sintaxis y la semántica de la información que se envía, es decir, de la interpretación de la estructura de la información intercambiada.

A este nivel aparecen otros problemas a resolver como:

- Compresión de la información: mandar la misma información con menos código.
- Criptografía: mecanismo por el cual la información pueda ser preservada de intrusos.

6.3.7 CAPA 7. NIVEL DE APLICACIÓN

Es la última capa y con la que los programas comunican realmente.

Toma los datos del exterior como algo a lo que hay que añadir una cabecera.

Provee una variedad de protocolos de uso común para servicio del usuario. Por ejemplo, transferencia de ficheros, correo electrónico, noticias, compartición de ficheros, impresión en red, ...

A este nivel aparecen problemas como:

- Ponerse de acuerdo en la gestión de aplicaciones.

Ejemplos típicos de este nivel serían: FTP (File Transfer Protocol), SMTP (Simple Mail Transport Protocol), NDPS (Novell Distributed Print Services), NDS (Netware Directory Services), NNTP (Network News Transfer Protocol), POPx (Post Office Protocol).

6.3.8 RESUMEN OSI

A medida que la información va bajando aumenta (cada nivel le añade su cabecera) y si el nivel 4 no la fragmenta se haría muy grande.

Con todo esto, ¿que ocurre cuando se transfiere información de un proceso a otro?. La figura ##

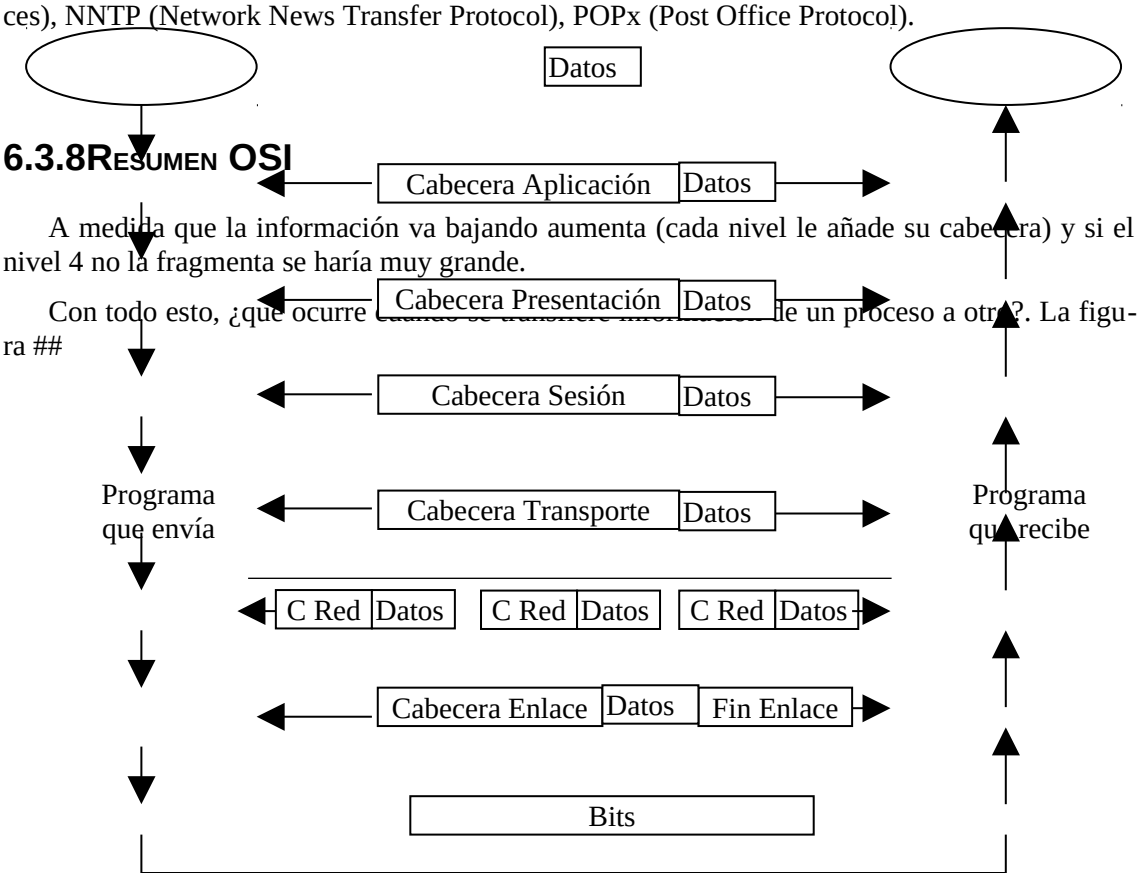
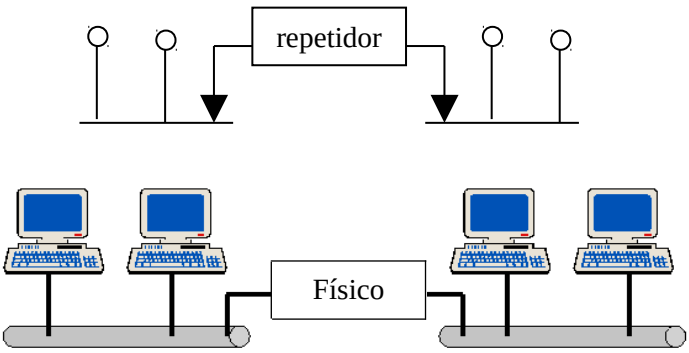


Figura 3-4. Proceso que sufren los datos al atravesar las capas

6.4 INTERCONEXIÓN DE SUBREDES

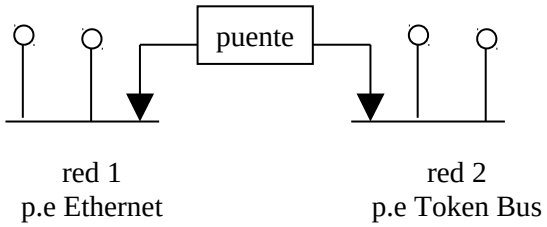
Suele ser habitual que diferentes redes se interconecten entre sí. En función del tipo de red y de los servicios que provee se debe recurrir a dispositivos que implementan diferentes capas. Si se emplea el modelo OSI, hay una serie de términos que identifican los dispositivos necesarios para la interconexión de redes a distintos niveles.

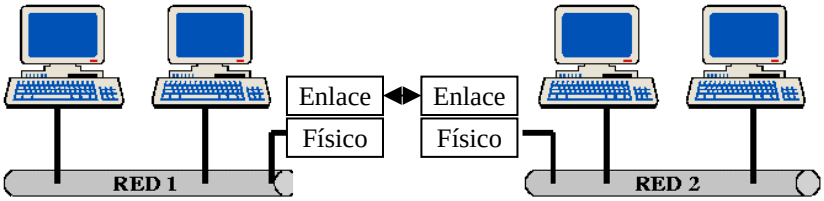
- Un ***repetidor*** (repeater) sirve para unir segmentos de red del mismo tipo. Se trata básicamente de amplificadores de señal que permiten extender la red. Se corresponden con el nivel 1 (físico) de OSI.



Por ejemplo, un hub ethernet es un repetidor.

- Un ***puente*** (bridge) permite interconectar dos redes al nivel 2 (enlace). Esto sirve, por ejemplo, cuando dos redes tienen diferentes niveles de enlace pero el mismo nivel de red.



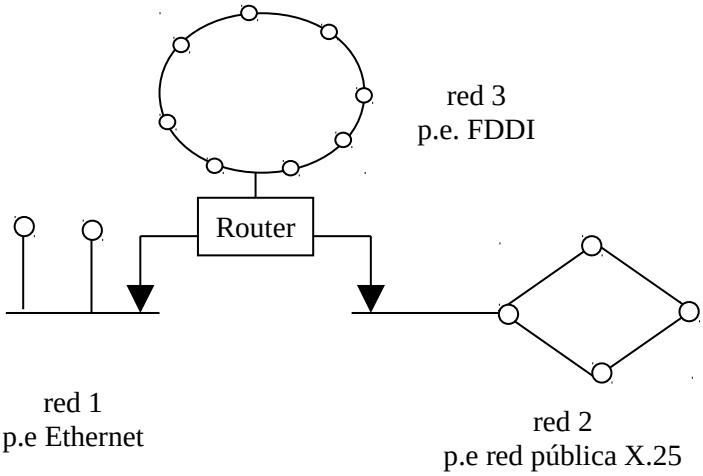


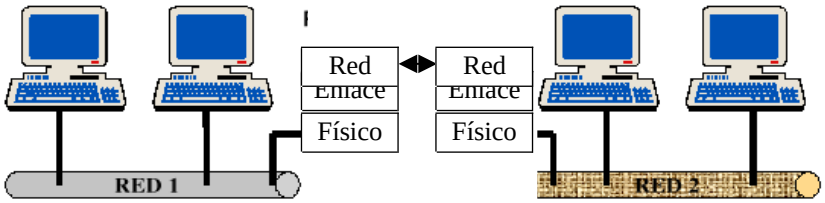
(DRETS)

Por ejemplo hay puentes que permiten convertir tramas Ethernet a Token Bus y viceversa, con lo que se pueden enlazar las dos redes.

Normalmente los puentes son inteligentes y son capaces de copiar sólo el tráfico que necesita ser pasado de un lado al otro del puente.

- Un ***enrutador*** (router) se necesita cuando dos redes usan el mismo nivel de transporte pero niveles de red diferentes.

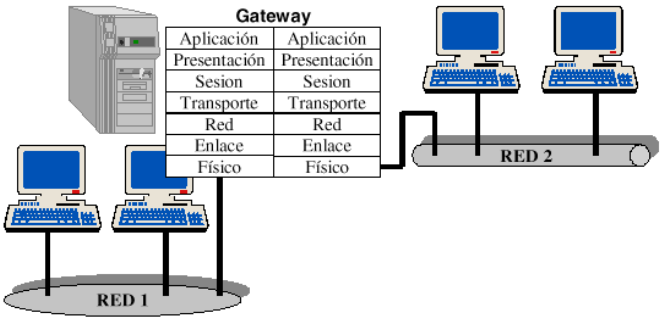




Tiene capacidad de decidir el camino a seguir por un paquete por las distintas redes.

- Una ***pasarela*** (gateway) se suele usar para interconectar redes que no emplean el modelo de niveles OSI o son muy distintas.

En muchos casos la conversión se hace al nivel de aplicación.



6.5 LA "TOPOLOGÍA"

La ***topología*** especifica la configuración física en que se interconectan varios emisores/receptores. Cada topología tiene sus ventajas e inconvenientes y, en función de las necesidades, se puede optar por una u otra.

La Figura 3-5 muestra algunos ejemplos de topologías.

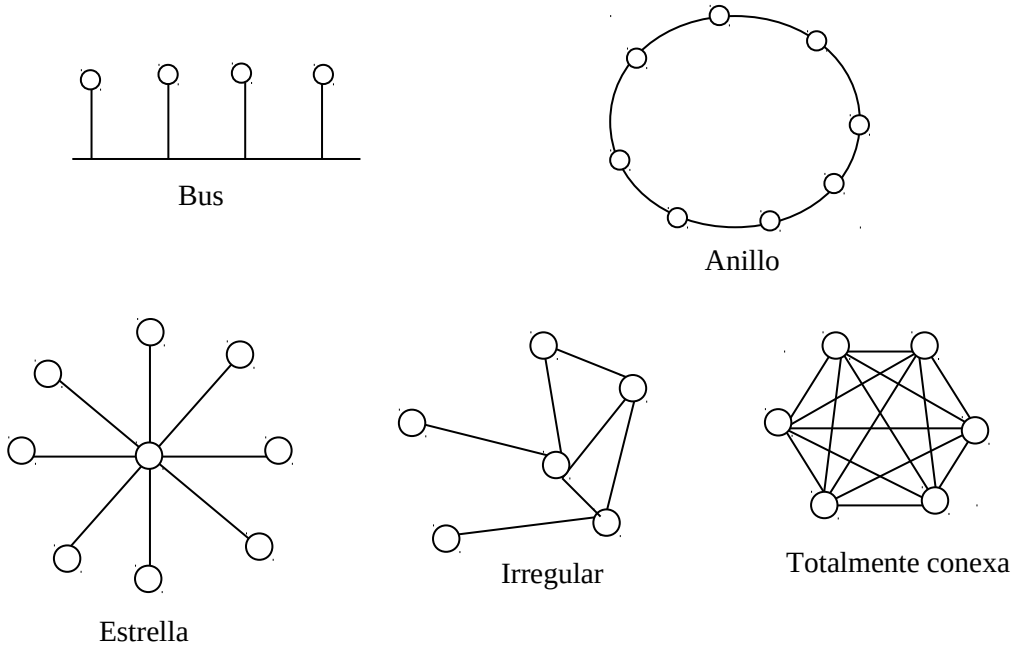


Figura 3-5. Ejemplos de topologías

Estas topologías se pueden interconectar empleando los elementos de interconexión de redes descritos anteriormente para dar lugar a jerarquías más complejas.

Actividad

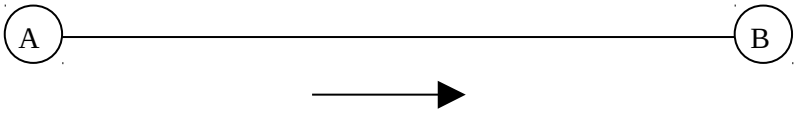
Discute las ventajas e inconvenientes de cada topología en cuanto a:

- Velocidad
- Fiabilidad
- Coste económico

6.6 EL CONTROL DE FLUJO

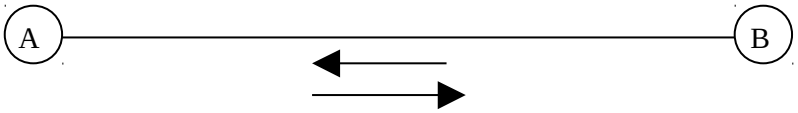
Por ***control de flujo*** se entiende el control del sentido del flujo de información. Ello da lugar a 3 modos de transmisión:

- Transmisión en un solo sentido, denominada Simplex



Simplex (Simple)

- Transmisión en ambos sentidos, pero no simultáneamente. Denominada Half-duplex



Half Duplex (Semiduplex)

- Posibilidad de transmisión simultánea en ambos sentidos. Denominada Full-duplex

Full Duplex (Duplex)

6.7 EL MEDIO DE TRANSMISIÓN

Para transportar la información es un necesario un camino físico entre los extremos que se denomina ***medio de transmisión***.

Los medios de transmisión se clasifican en ***guiados*** y ***no guiados***.

Algunos ejemplos de distintos tipos de soporte podrían ser:

- Soporte medios guiados: par trenzado, cable coaxial, fibra óptica, …
- Soporte medios no guiados: vacío, aire, agua, …

En un medio guiado las señales se confinan en un medio sólido, como por ejemplo: un par trenzado, un cable coaxial o una fibra óptica.

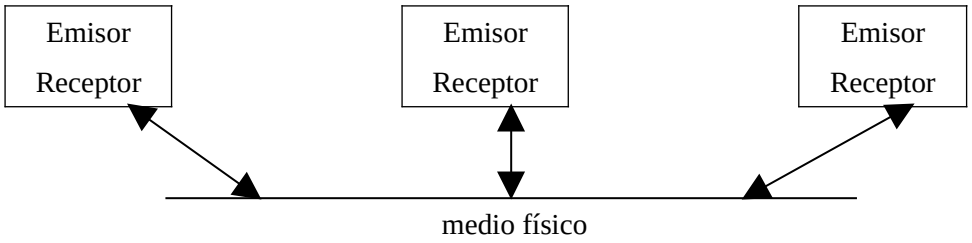
La atmósfera o el espacio exterior son ejemplos de medios no guiados. Proporcionan un medio de transmisión de señales pero sin confinarlas. Este tipo de transmisión se denomina también ***inalámbrica***.

Las características y calidad de la transmisión están determinadas tanto por el tipo de señal como por el medio.

La conexión entre los emisores/receptores a través del medio físico, ya sea guiado o no guiado, se puede clasificar en dos categorías: ***punto-a-punto*** y ***multipunto***.

En una conexión punto a punto hay exclusivamente dos nodos que comunican entre sí.

En una conexión multipunto, el medio es compartido por dos o más nodos.



La conexión multipunto da lugar a una mayor complejidad:

- Problemática de acceso al medio, pues sólo puede ser utilizado por un nodo en un determinado instante de tiempo. Para su solución se han planteado algoritmos sin colisión y con colisión.
- Retardo debido a diferentes distancias, que limita la forma en que un nodo está seguro de que otro no esté transmitiendo.

Un ejemplo de acceso al medio multipunto es CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect), en el que cada nodo eschucha el medio antes de enviar para evitar colisiones; si se producen colisiones, se detectan y se detiene la transmisión, intentándose de nuevo el proceso. Otro ejemplo es AX.25 (radio packet), un protocolo para transmisión vía radio en el que el medio es compartido en una determinada frecuencia de radio.

Un ejemplo de conexión punto a punto ... nuestra báscula industrial, impresora centronics, etc.

6.7.1 CARACTERÍSTICAS DE ALGUNOS MEDIOS FÍSICOS

La mayoría de las redes industriales emplean medios guiados para la transferencia de la información. El objetivo de este punto es, por tanto, describir los distintos medios de transmisión utilizados en la industria y comentar sus ventajas e inconvenientes.

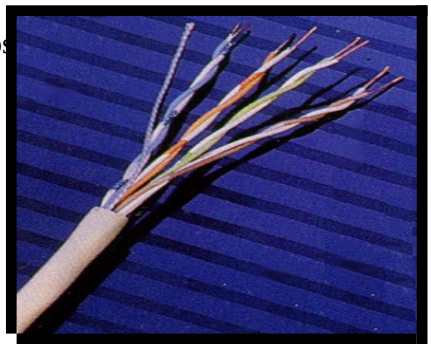
Tres son los medios de transmisión más extendidos:

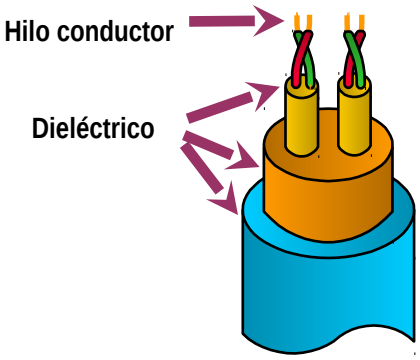
- El par trenzado
- El cable coaxial
- La fibra óptica

Actualmente también están imponiéndose la transmisión inalámbrica.

6.7.2 EL PAR TRENZADO

El "par trenzado" consiste en dos cables aislados





La principal propiedad del trenzado es que reduce las interferencias electromagnéticas, pues, al inducirse por igual en los dos pares, su efecto tiende a anularse si se utilizan modos de transmisión diferencial.

Al no ser totalmente inmune se pueden producir problemas si, por ejemplo, corre paralelo a una línea de 50 Hz.

Los pares adyacentes pueden producir efecto "crostalk" (cruce de lineas). Al aumentar la frecuencia se puede decir que el conductor hace de "antena", es decir, disipa energía al exterior en forma de ondas electromagnéticas.

Por otro lado, un aumento de velocidad de transmisión (aumento de la frecuencia de la señal transmitida) produce el efecto “skin”. La corriente tiende a circular por la periferia del conductor. Esto produce un aumento de resistividad eléctrica, con lo que la señal sufre mayor atenuación.

Se comercializa sin apantallar identificándose por las siglas "UTP" (Unshielded Twisted Pair) o apantallado idéntificándose por "STP" (Shielded Twisted Pair).

La norma EIA-568-A clasifica a los cables con pares trenzados por categorías en función de la frecuencia de trabajo:

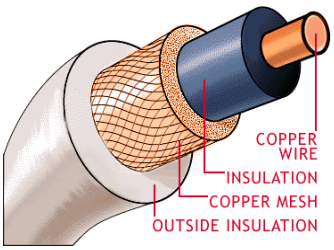
Categoría	Prestaciones	Ejemplo
1ª	sin criterios de prestaciones	
2ª	hasta 1 Mhz	telefonía
3ª	hasta 16 Mhz	Ethernet, 10 Base-T
4ª	hasta 20 MHz	Token-Ring, 10 Base-T
5ª	hasta 100 MHz	100 Base-T, 10 Base-T
...		

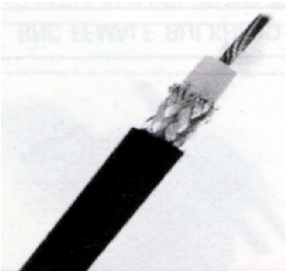
Permite la transmisión tanto de información analógica como digital, en conexiones punto a punto y multipunto.

Es más barato que el coaxial y la fibra óptica, pero suele necesitar de infraestructura adecuada para su instalación, por lo que el coste final puede ser similar a otros medios.

6.7.3 El cable coaxial

Consiste en dos conductores donde uno de ellos recubre al otro formando una pantalla. Entre los dos conductores hay un dieléctrico.





Es menos susceptible a las interferencias que el par trenzado. Para que una señal externa produzca una inducción tiene que pasar por el dieléctrico, por lo que tiene que ser muy grande para que le afecte. El cable es más grueso que en el par trenzado con lo que el efecto skin es mucho menor que en el par trenzado.

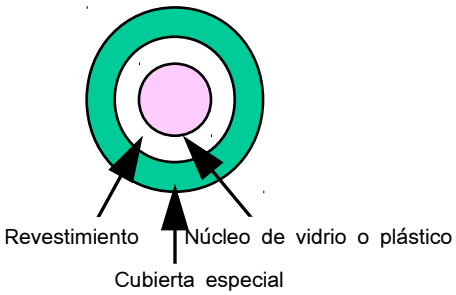
Permite la transmisión tanto de información analógica como digital, en conexiones punto a punto y multipunto. En función de la banda de trabajo se puede hacer conexiones de unos centenares de metros hasta decenas de kilómetros.

En cuanto al coste por metro está entre el par trenzado y la fibra óptica.

6.7.4 LA FIBRA ÓPTICA

Se basa en el uso de un medio de plástico o vidrio capaz de transportar la luz.

No le afectan las interferencias electromagnéticas, permitiendo alta fiabilidad.



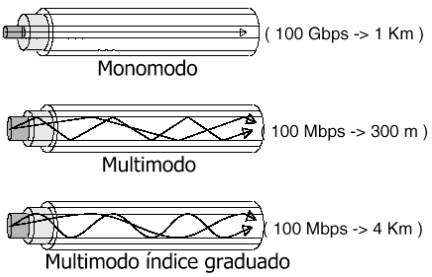
Normalmente se usa en lugares en los que hay un alto nivel de ruido y en sitios donde la seguridad de la información a transmitir es muy importante (y es confidencial).

Características:

- Ancho de banda elevado. Las velocidades de transmisión son elevadas (Gbits/s) a unas distancias de decenas de kilómetros.
- Tamaño y peso reducidos. En un mismo mazo se pueden meter más líneas de fibra óptica que de cable coaxial.
- Atenuación muy baja y constante en un amplio rango. No aumenta con la frecuencia.
- Aislamiento electromagnético debido a la naturaleza del material usado. La línea no irradia energía, no afectará a otras líneas.

Se emplea para transmisión de información digital en conexiones punto a punto. La información se inyecta utilizando un emisor LED o ILD (Injection Laser Diode) y se recoge con un receptor PIN (P Intrinsec N) o APD (fotodiodo de avalancha).

Hay varios tipos en función de la distancia a cubrir y el ancho de banda.



Es más caro que el par trenzado y el coaxial. Los costes de instalación son altos.

6.7.5 RESUMEN MEDIOS GUIADOS

La Tabla 3-1 resume las principales características de los medios de transmisión físicos descritos antes.

	Par trenzado	**Coaxial**	**Fibra**
Ancho de banda	Moderado	Grande	Muy grande
Longitud	Pequeña	Moderada	Muy alta
Fiabilidad de la transferencia	Moderada	Alta	Muy alta
Seguridad	Baja	Moderada	Alta
Complejidad de la instalación	Sencilla	Moderada	Compleja
Coste	Bajo	Moderado	Alto

Tabla 3-1. Comparación de características entre cableados

En la Tabla 3-2 se describen diferentes aplicaciones de cableados a redes tipo Ethernet. Destacar que los tipos 10Base-T y 10Base-F implican el uso de hubs (repetidores).

Nombre	Cable	Max.Segmento	Nodos/seg.
10Base5	Coax.grueso	500 m.	100
10Base2	Coax.fino	200 m.	30
10Base-T	Par Trenzado	100 m.	1024
10Base-F	Fibra óptica	2000 m	1024

Tabla 3-2. Ejemplos de cableado utilizados en Ethernet

Actividad

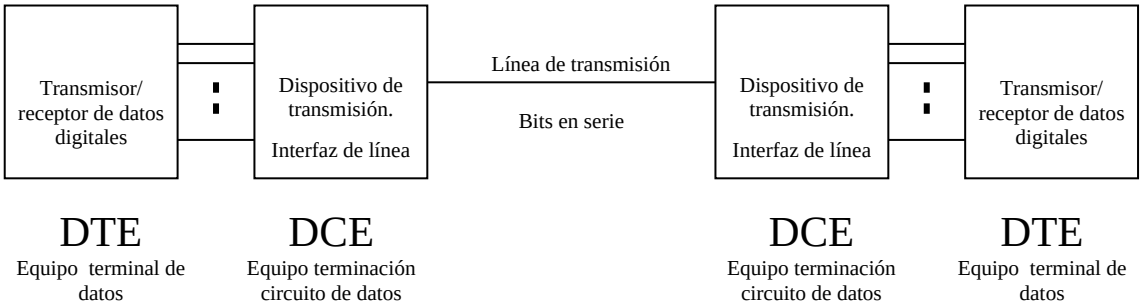
Ordenar de más adecuado a menos adecuado qué tipo de medio físico aplicarías a los siguientes problemas:

- Sistema de autómatas de control de una línea de producción de turrón.
- Sistema de visión artificial para la detección de residuos en botellas de cava (la parte que transporta la señal de vídeo).
- Sistema de comprobación de aisladores para torres de alta tensión (descargas eléctricas de hasta 1 Mvolt).

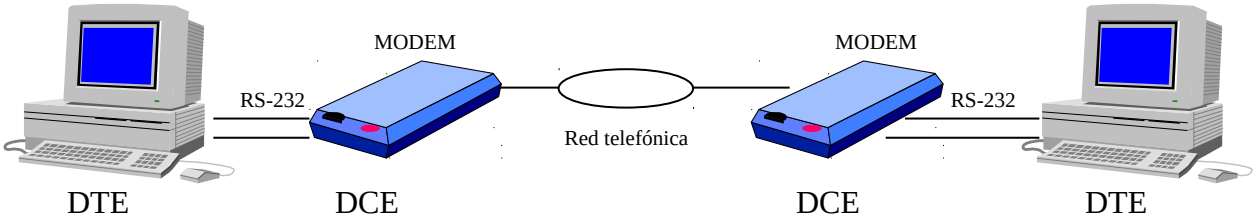
(Ampliar amb altres ejemples.)

6.8 CONCEPTO DE DTE Y DCE

En la terminología de comunicación de información hay dos términos utilizados para especificar el equipo que genera o trata la información (DTE) y el equipo que se encarga de transferir la información al otro extremo de un sistema de comunicaciones.



Un ejemplo de cada elemento se puede apreciar en la figura ##



6.9 BIBLIOGRAFÍA COMENTADA

- Tanenbaum, Andrew S.: *Redes de Computadoras, 3ª Ed.* Prentice-Hall, 1997. ISBN 968-880-958-6

La referencia básica para la compresión de los conceptos de redes de computadores. Muy bueno y fácil de entender.