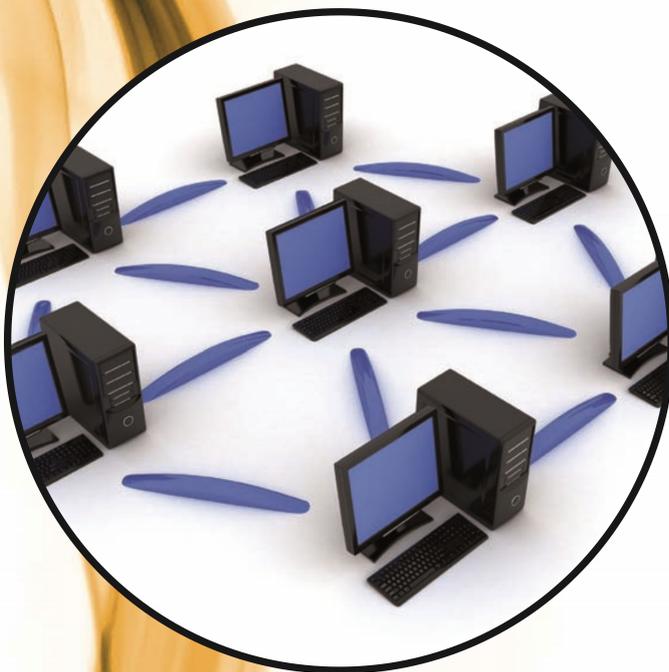


# Unidad

# 1

## Caracterización de redes locales



### En esta unidad aprenderemos a:

- Conocer las fuentes de información de estándares.
- Identificar los distintos tipos de redes.
- Identificar los elementos de una red.
- Reconocer las distintas topologías de red.
- Conocer la composición de la arquitectura de red estándar OSI.

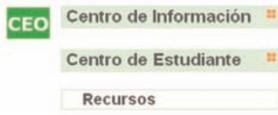
### Y estudiaremos:

- Las familias de protocolos.
- Las topologías de red.
- El modelo de referencia OSI para redes.
- Los dispositivos que se pueden conectar a las redes.



## CEO

En el **Centro de Enseñanza Online** de este libro <http://www.mhe.es/cf/informatica> encontrarás todos los documentos mencionados en los cuadros CEO.



## Vocabulario

**Teleinformática** o **Telemática**: es la técnica que trata de la comunicación remota entre procesos. Para ello, debe ocuparse tanto de la interconectabilidad física —forma del conector, tipo de señal, parámetros eléctricos, etc.—, como de las especificaciones lógicas: protocolos de comunicación, detección y corrección de errores, etc.

**Red entre iguales, peer-to-peer o p2p**: es una red en la que todos los nodos se comportan como clientes y servidores simultáneamente de modo que cualquier servicio es brindado a la red directamente al cliente que lo solicita sin necesidad de intermediarios.

**Tasa de error**: en una transmisión es la proporción entre los bits erróneos y los bits totales transmitidos. En la jerga profesional, cuando la tasa de error de una transmisión se dispara, se dice que la «línea tiene ruido».



## Investigación

Utiliza la información que puedes encontrar en Wikipedia ([es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org)) por la voz *peer to peer* para descubrir los distintos tipos de redes punto a punto que hay, así como sus diversos campos de aplicación.

## 1. Introducción

Las redes de área local se organizan como un conjunto de protocolos de comunicación que operan sobre una topología bien definida que les indican cómo se conectan los ordenadores de la red.

En esta unidad estudiaremos algunos modelos básicos de redes de área local así como algunas de sus implementaciones, especialmente de las redes TCP/IP como núcleo tecnológico de Internet y del modelo de referencia internacional estándar OSI.

Los ordenadores son máquinas especializadas en procesar información de acuerdo con las instrucciones recogidas en un programa. Sin embargo, no siempre la información se produce o se almacena en el lugar donde se procesa. Esto añade la necesidad de transportar los datos desde su lugar de origen o almacenamiento hasta el de su proceso, originando una comunicación.

La base de cualquier comunicación es una transmisión de señal. Las redes de ordenadores vienen a cubrir estos dos aspectos: transmisión y comunicación.

A través del cableado de la red se pueden transmitir señales eléctricas adecuadas a la naturaleza del cable, pero la red no solo debe entregar esta señal en su destino, sino que además debe garantizar que la información que originó el emisor llega al receptor, de modo que el mensaje permanezca íntegro durante el recorrido.

## 2. Redes de área local

Una red de área local (LAN, *Local Area Network*) es un conjunto de elementos físicos y lógicos que proporcionan interconexión entre dispositivos en un área privada y restringida. La red de área local tiene, entre otras, las siguientes características:

- Una restricción geográfica: el ámbito de una oficina, de la planta de un edificio, un edificio entero, e incluso, un campus universitario: depende de la tecnología con que esté construida.
- La velocidad de transmisión debe ser relativamente elevada.
- La red de área local debe ser privada, toda la red pertenece a la misma organización.
- Fiabilidad en las transmisiones. La **tasa de error** en una red de área local debe ser muy baja.

Desde el punto de vista operativo, la principal función de una red consiste en que los ordenadores de la red puedan compartir recursos mediante el intercambio de paquetes de datos entre los distintos equipos conectados a la línea de transmisión.

Hay dos maneras fundamentales de conexión de ordenadores personales en una red dependiendo de la ubicación de los recursos. La forma básica consiste en hacer que todos los ordenadores pongan a disposición de los demás los recursos de que disponen, fundamentalmente discos e impresoras. Bajo esta concepción de red, ningún ordenador está privilegiado, todos tienen las mismas funciones.

Tecnológicamente, este modo de organización es muy simple, pero se hace muy difícil el control de los recursos, puesto que los accesos cruzados son posibles en cualquier dirección. A este tipo de redes se les llama **redes entre iguales**.



**Fig. 1.1.** Tres vistas de un armario de servidores. En el centro, vista lateral con las puertas del armario desmontadas para facilitar la instalación. A la izquierda y a la derecha, dos vistas frontales.

Un segundo modo de organizar la red consiste en privilegiar al menos a uno de los ordenadores añadiéndoles capacidades en forma de servicios, por ello a estos ordenadores se les llama servidores o *servers*. El resto de los ordenadores de la red solicitarán servicios a estos servidores que estarán altamente especializados en la función para la que fueron diseñados, creando así una estructura centralizada en la red.

Este tipo de organización es mucho más fácil de controlar puesto que la administración de los servicios de la red está centralizada, lo que permite automatizar en mayor grado el trabajo del administrador. Los servidores de red llevan incorporado un sistema de cuentas y contraseñas de entrada que restringe los accesos a usuarios no autorizados. A este tipo de organización de la red se le llama **cliente-servidor**.

### ● 3. Redes de área extensa

Una red de área extensa o extendida (WAN, *Wide Area Network*) es una red que interconecta equipos en un área geográfica muy amplia.

Las transmisiones en una WAN se realizan a través de líneas públicas. La capacidad de transmisión de estas líneas suele ser menor que las utilizadas en las redes de área local. Además son compartidas por muchos usuarios a la vez, lo que exige un acuerdo en los modos de transmisión y en las normas de interconexión a la red.

Las tasas de error en las transmisiones en las redes de área extensa son mayores —unas mil veces superior— que su equivalente en las redes de área local.

Las posibilidades de las redes de área extendida son enormes: distintos tipos de redes de área local que interconectan, equipamientos de diversos fabricantes, multitud de protocolos de comunicación, posibilidad de diferentes líneas de transmisión, etc. Las tecnologías también son muchas: Red Digital de Servicios Integrados (RDSI o ISDN), *Frame Relay*, ATM, X.25 o las redes de satélites.

Internet es un ejemplo de red de servicios estructurada sobre una red de área extensa de alcance mundial que utiliza todas las tecnologías a que aludíamos en el párrafo anterior.



#### Actividades

1. Utiliza la red de área local del aula para habituarte a trabajar en su entorno. Consigue una cuenta de usuario en alguna de las estaciones de la red e inicia una sesión. Describe los nodos y servicios que puedes ver a través de la red. Crea un mapa lógico de estos servicios (discos, impresoras, páginas web útiles) y prueba la funcionalidad de cada uno de ellos.
2. Instala en un ordenador una aplicación p2p para practicar la descarga de algunos ficheros.
3. Una instalación de red quiere añadir dos impresoras a la red. Cada impresora se conecta a través de su interfaz de red. Sobre la primera impresora se desea que puedan imprimir todos los usuarios de la red, pero sobre la segunda impresora se quieren mantener unas ciertas restricciones. ¿Qué modelo de red —cliente/servidor o *peer to peer*— sería el más apropiado para cada una de las impresoras? Razona la respuesta.



#### Seguridad

La tecnología *peer to peer*, aunque extraordinariamente flexible, entraña unos riesgos importantes: supone una fuente frecuente de transmisión de virus y malware, puede llegar a consumir gran parte del ancho de banda de que dispongamos y puede generar problemas legales por violación de la propiedad intelectual.

En la dirección <http://video.google.com/videoplay?docid=-7012884909062999701&q=sgae> puedes visualizar la video-grabación de una conferencia sobre la tecnología p2p.

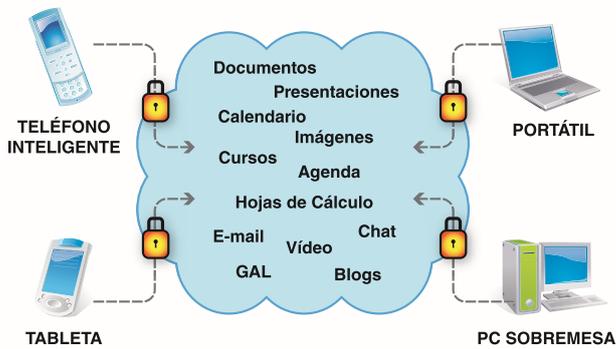


Fig. 1.2. La computación en la nube proporciona acceso seguro a las aplicaciones desde cualquier dispositivo.



### CEO

SMR\_RL\_AAbad\_01\_eyeOS.pptx

Documento que contiene información sobre la secuencia de pasos para probar eyeOS desde su sede web sin necesidad de instalación.

Además, los servicios consumidos se facturan por uso, lo cual disminuye sensiblemente las inversiones iniciales en tecnología que tienen que hacer las corporaciones cuando comienzan sus despliegues de sistemas y aplicaciones.

Las nubes pueden ser **privadas**, en donde toda la infraestructura necesaria es propiedad del propietario; **públicas**, en donde la infraestructura se contrata con proveedores externos a la corporación que proporcionan servicios públicos; o **híbridas**, en las que se dispone de infraestructuras privadas complementadas con otras públicas.



### Laboratorio

#### Utilización de un escritorio virtual web en la nube mediante EyeOS

EyeOS es un sistema operativo en la nube que permite a los usuarios utilizar un escritorio digital en la nube (aplicaciones y datos) a través del explorador de Internet.

Con este sistema se consiguen, entre otras, las siguientes ventajas:

- Ubicuidad:** se puede acceder a los propios documentos desde cualquier lugar y desde cualquier dispositivo capaz de ejecutar un navegador de Internet.
- Capacidad de colaboración:** varios usuarios pueden compartir sus archivos en la nube.
- Seguridad:** cada usuario del sistema puede proteger su información con un sistema de permisos.
- Bajo coste:** como en otras aplicaciones en la nube, los costes de despliegue se reducen significativamente.

Algunas de las aplicaciones que permite utilizar el escritorio de EyeOS son:

- Ofimáticas:** eyeDocs, eyeSheets, eyePresentation, eyeCalendar, eyeContacts, eyePdf, eyeNotes.
- Educativas:** eyePlot, eyeCalc.
- Red:** eyeFeeds, eyeNav, eyeMail, eyeBoard, eyeUpload, eyeFTP, eyeMessages.
- Multimedia:** eyeMp3, eyeVideo.

EyeOS se puede descargar desde la web [www.eyeos.org](http://www.eyeos.org) e instalarlo localmente; sin embargo, para utilizarlo no hace falta hacer una instalación. Desde la misma web se puede utilizar una versión de prueba.

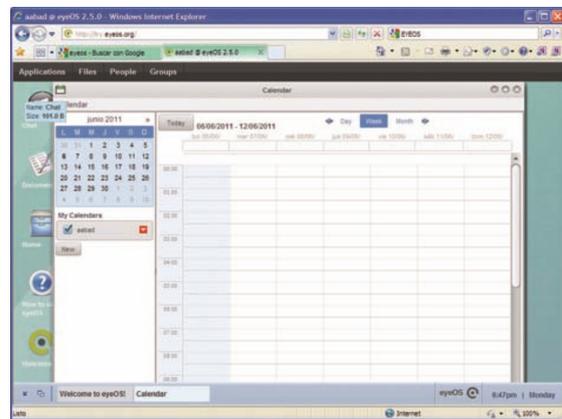


Fig. 1.3. Escritorio virtual.

La operación en este ejercicio de laboratorio consistirá en conectarte a Internet, acudir a la web de eyeOS, buscar la página de pruebas y probar el sistema en la nube.

Para ello, una vez que accedas a la página web que te da acceso al escritorio virtual, el sistema te pedirá un nombre de usuario y contraseña.

Crema una nueva cuenta mediante el registro y utilízala para probar el sistema.

Finalmente puedes escribir un documento que describa tu experiencia de usuario respecto a este sistema en la nube.

## 3.1. Computación en la nube

La computación en la nube (*cloud computing*) es un nuevo modelo de utilización de los recursos informáticos de modo que todo se brinda como servicio deslocalizado. Por ejemplo, aunque se esté trabajando desde un ordenador personal, el espacio de almacenamiento en donde se guardan los ficheros puede estar en un proveedor de almacenamiento al otro lado de Internet (en la nube). Si en un momento dado cambiamos de PC, los datos seguirán estando disponibles en la nube puesto que no residen en el PC local.

Un ejemplo parecido lo tendríamos si ponemos en la nube no solo el almacenamiento, sino también las propias aplicaciones y las bases de datos. El objetivo funcional de la nube es que los usuarios puedan utilizar los recursos desde cualquier dispositivo electrónico (PC, portátil, Smartphone, etc.) situado en cualquier lugar, utilizando como herramienta un navegador de Internet o una aplicación local similar y como medio de acceso Internet.



## ● 4. Otras redes

Nos dedicaremos en los siguientes epígrafes a explicar brevemente las características de otras redes: las redes metropolitanas (MAN), redes de área personal (PAN) y las redes de área local inalámbricas (WLAN).

### ● 4.1. Redes metropolitanas

Una red metropolitana es una red de distribución de datos para un área geográfica en el entorno de una ciudad. Este tipo de redes es apropiado, por ejemplo, para la distribución de televisión por cable en el ámbito de la población sobre la que se extiende geográficamente la red. Las compañías operadoras de cable compiten activamente con las de telefonía, proporcionando a través del cable toda una oferta de servicios entre los que se encuentran TV, vídeo, Internet y la telefonía tradicional.

### ● 4.2. Redes de área personal

Actualmente los ordenadores ya no solo están en los escritorios sino también en las PDA, Tablets, lectores de e-Books, teléfonos móviles, etc. Sin embargo, todos estos dispositivos pierden funcionalidad si permanecen aislados. Esta necesidad de conexión ha llevado a desarrollar una tecnología de redes que recibe el nombre genérico de Redes de Área Personal (PAN, *Personal Area Network*).

Las redes PAN tienen algunas características que las hacen peculiares. Mencionamos aquí algunas de ellas:

- La configuración de acceso a la red debe ser muy sencilla o incluso automática.
- El radio de acción de la red debe ser geográficamente muy limitado, con objeto de que dos redes no colisionen fácilmente entre sí.
- El medio de transmisión por excelencia, aunque no de modo exclusivo, es el inalámbrico.
- Los costes de la red, tanto de instalación como de explotación, deben ser pequeños y en algunas ocasiones sin coste, como en el caso de la conexión de ratones inalámbricos, impresoras por infrarrojos, Bluetooth o Wi-Fi, etc. Por ejemplo, la instalación doméstica de una red Wi-Fi es muy barata, pero el servicio de conexión a Internet que se proporciona a través de esa red inalámbrica tiene el coste exigido por el proveedor de Internet.

### ● 4.3. Redes inalámbricas

La comodidad de una instalación sin cables junto con el descenso significativo de los costes de fabricación ha redundado en un importante auge de las comunicaciones telemáticas inalámbricas. Más adelante desarrollaremos exhaustivamente estas tecnologías, pero de momento mencionaremos Bluetooth e Infrarrojos para bajas tasas de transferencia, Wi-Fi para redes de área local y WiMAX para redes metropolitanas. Todas estas tecnologías se agrupan bajo el nombre WLAN (*Wireless Local Area Network*).

Una WLAN tiene muchas ventajas pero también inconvenientes:

- Al ser aéreo el medio de transmisión y, por tanto abierto a cualquier dispositivo que se encuentre en las cercanías, las redes inalámbricas exponen una mayor superficie de ataque, lo que brinda más posibilidades a los **crackers**.
- Como el canal de transmisión es compartido por todas las estaciones, los sistemas inalámbricos tienen que multiplexar las señales de transmisión repartiendo el ancho de banda del canal entre todas las estaciones inalámbricas, lo que frecuentemente produce situaciones de congestión.

La seguridad es siempre importante en toda comunicación, pero cobra un especial relieve en las redes inalámbricas. Esto, a veces, complica las instalaciones, reduciendo la gran ventaja que tienen de no tener que instalar cables para conectar en red los equipos.



#### Actividades

4. Utiliza los teléfonos móviles, portátiles y *palm*s o *pocket-pc* que dispongan de tecnologías de infrarrojos o Bluetooth para ensayar conexiones punto a punto o multipunto entre ellos, transferir mensajes y ficheros o utilizar de sus servicios remotos.

Tendrás que ayudarte de los manuales de usuario de estos dispositivos o de su ayuda en línea.

Ten en cuenta que la tecnología de infrarrojos es altamente direccional, es decir, los dispositivos no solo tienen que estar cerca sino que además deben poder verse en línea recta enfrentando sus ventanas de emisión/recepción.

Haz una prueba de cobertura en cada una de las tecnologías. Para ello, intenta hacer una conexión colocando los dos dispositivos uno al lado del otro.

Repite el procedimiento varias veces alejando los dispositivos progresivamente. El límite de cobertura será el punto en donde ya no puedas realizar la conexión. Compara ahora la cobertura de cada una de las tecnologías inalámbricas.

5. ¿Cuántos tipos de nubes hay en relación con el propietario de los servicios?
6. ¿Dónde residen los datos cuando se utiliza cloud computing? ¿Y las aplicaciones?



## CEO

*SMR\_RL\_AAbaad\_01\_EstandaresAsociaciones.docx*

Documento que contiene información sobre:

1. Estándares de red.
2. Asociaciones de estándares.



## Vocabulario

**Host o nodo:** es un ordenador con capacidad de interactuar en red o capaz de alojar algún tipo de servicio de red.

**Estándar:** es un conjunto de reglas que regulan algún aspecto de una comunicación para que los productos de distintos fabricantes logren la interoperabilidad entre ellos. Los estándares se recogen en documentos que se hacen oficiales cuando una asociación de estándares internacionales los aprueba.

**Protocolo:** es el conjunto de reglas que dos ordenadores deben seguir, y que por tanto comparten, para que puedan entenderse.



## Investigación

Estudia algunas páginas de información sobre protocolos de red para que puedas descubrir sus funciones más importantes y algunos ejemplos de protocolos estándar que se utilizan en las comunicaciones con redes de ordenadores. Puedes empezar tu búsqueda en Wikipedia por la voz «protocolo de red».

Otra página de interés es [http://fmc.axarnet.es/redes/tema\\_06.htm](http://fmc.axarnet.es/redes/tema_06.htm) y <http://vgg.uma.es/redes>



## CEO

*SMR\_RL\_AAbaad\_01\_Organizacion\_Red.docx*

Documento que contiene información sobre:

1. Modo de organización de una LAN, sistemas.
2. Sistemas distribuidos frente a centralizados.
3. Factores que hacen necesaria la LAN.

## 5. Características de la LAN

Salvo las redes p2p, cualquier red de área local está muy lejos de parecerse a una conjunción caótica de ordenadores. Toda la estructura de la red está organizada por la posición geográfica de sus **nodos**, los servicios que provee, la custodia segura de la información, etc.

La organización de **estándares** IEEE proporciona una definición oficial del concepto de red de área local del siguiente modo:

«Una red de área local se distingue de otros tipos de redes de datos en que las comunicaciones están normalmente confinadas a un área geográfica limitada tal como un edificio de oficina, un almacén o un campus; utilizando un canal de comunicación de velocidad moderada o alta y una tasa de error baja».

En esta definición de la IEEE se observan claramente los elementos esenciales de cualquier red de área local: ámbito, seguridad y velocidad.

Otro elemento que caracteriza profundamente a una red es el conjunto de **protocolos** que utiliza para comunicarse.

Denominamos protocolo abierto a aquel que se acoge a los estándares internacionales y que es implementado por muchos fabricantes. Frente a este, tenemos el protocolo cerrado o propietario, que es diseñado por compañías concretas y se exigen licencias de uso a cuantos fabricantes quieran incorporarlos a sus sistemas de comunicación.

Otras características que aparecen frecuentemente en las redes de área local y que están relacionadas entre sí son:

- Los canales de transmisión suelen ser de tipo multiacceso. Los nodos utilizan un único canal para comunicarse con el resto de los equipos que componen la red. Todos los paquetes de red, que los nodos escriben en el canal, son enviados indistintamente a todos los nodos de la red o bien a subconjuntos concretos de estos equipos.
- Las líneas de comunicación suelen ser multipunto, a diferencia de las redes WAN en donde la conexión suele ser punto a punto a través de centrales de conmutación o equipamientos de funcionalidad semejante.
- El tipo de red depende del tipo de cableado. Un cableado apropiado para el acceso a una red WAN, como el cable de pares telefónico, no tiene la calidad requerida para cumplir las especificaciones de velocidad en una red de área local.
- El tipo de red también depende de la topología y de los protocolos utilizados. Las redes de área local admiten cualquier topología, mientras que las redes WAN suelen ser mallas de nodos y centrales conmutadoras. Difícilmente una red en anillo puede constituir el núcleo de una gran red de área extensa, los anillos más grandes no pueden superar los 200 km de perímetro.



## Actividades

7. Sobre una instalación de red real identifica los ordenadores que tienen la función de servidores y aquellos otros que hacen de clientes. Localiza las zonas de la instalación que son cliente-servidor, las distribuidas y, si las hubiera, las islas de información. Puedes realizar esta identificación sobre la red del aula o laboratorio o programar una visita a las instalaciones de una empresa que tenga un despliegue informático en red.
8. Una interconexión de ordenadores en que cada uno se puede comunicar con cualquier otro sin intermediarios, ¿es propio de una red de área local o de una red de área extensa?
9. Enumera en una doble lista un conjunto de protocolos de red y otro conjunto de servicios de red. ¿Te ayudan estas listas a comprender las diferencias entre servicio y protocolo?

## 6. Topologías de red

La topología de una red es la propiedad que indica la forma física de la red, es decir, el modo en que se disponen los equipos y el sistema de cableado que los interconecta para cumplir su función. Aunque es posible especificar tres topologías básicas, que describiremos a continuación, en las instalaciones reales se suelen mezclar varias topologías.

### 6.1. Topología en estrella

En las redes que tienen su topología en estrella, las estaciones se conectan entre sí a través de un nodo especialmente privilegiado que ocupa la posición central de la red, y que forma con el resto de las estaciones una estrella (Fig. 1.4). A este nodo se le denomina estación concentradora de la estrella.

Puesto que a cada nodo le llega un único cable de red, las conexiones suelen ser más estructuradas que en el caso del cableado en bus. Sin embargo, el problema de la topología en estrella se presenta en el entorno del concentrador ya que todos los segmentos deben terminar en él, lo que produce una importante madeja de cables.

### 6.2. Topología en anillo

Una red en anillo conecta todos sus equipos en torno a un anillo físico (Fig. 1.5). Tampoco presenta problemas de congestión de tráfico; sin embargo, una rotura del anillo produce el fallo general de la red. Un ejemplo concreto de red en anillo es la red «Token Ring», que sigue el estándar IEEE 802.5. Las redes en anillo utilizan protocolos libres de colisiones con técnicas de paso por testigo.

### 6.3. Topología en bus

Los puestos de una red en bus se conectan a una única línea de transmisión (bus) que recorre la ubicación física de todos los ordenadores (Fig. 1.6). Esta red es muy simple en su funcionamiento, sin embargo es muy sensible a problemas de tráfico o a las roturas de los cables. Ethernet sobre cable coaxial es un ejemplo de red con topología en bus que sigue el estándar IEEE 802.3.

Las redes de área local con topología en bus son las más sencillas de instalar. No requieren dispositivos complicados para realizar las conexiones físicas entre nodos. Todos los equipos que se conectan a la red lo hacen a través de componentes pasivos o que requieren poca electrónica.

El medio de transmisión que forma la red es un único bus multiacceso compartido por todos los nodos, por lo que se debe establecer una contienda para determinar quién tiene derechos de acceso a los recursos de comunicación en cada instante. Este sistema de contienda determina el tipo de red.

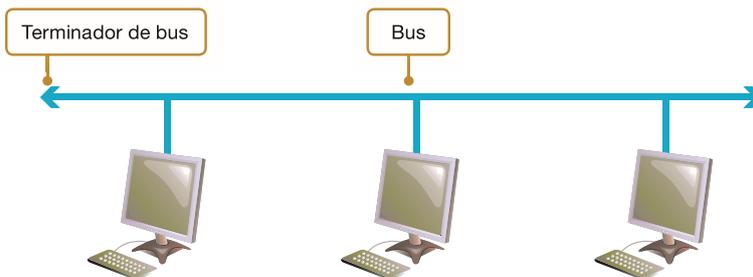


Fig. 1.6. Topología de red en bus.

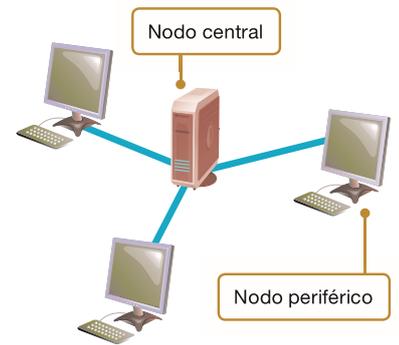


Fig. 1.4. Esquema de topología de red en estrella.

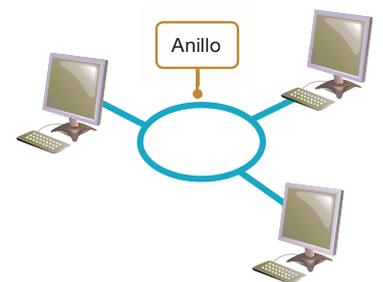


Fig. 1.5. Topología de red en anillo.



### Actividades

10. Seguimos trabajando sobre la instalación de red de área local de ejercicios anteriores. Ahora, identifica los rasgos topológicos de la red. Si es una red grande, ten en cuenta que probablemente la instalación no siga una topología concreta y perfectamente definida, sino que participará de una mezcla de topologías básicas.
11. Comenta qué problemas se pueden generar en una red de cada topología estudiada cuando se rompe uno de los segmentos de red, por ejemplo, la conexión entre dos estaciones contiguas en un anillo, el bus de una red en árbol, etc.
12. ¿Cómo se llaman los estándares de la red Ethernet? ¿Y el de la red Token Ring?

## A Vocabulario

**Protocolo:** es un conjunto de reglas perfectamente organizadas y convenidas de mutuo acuerdo entre los participantes en una comunicación, cuya misión es regular algún aspecto de esta.

## CEO

*SMR\_RL\_AAbaad\_01\_*  
*OtrasTopologiasRed.doc*

Documento que contiene información sobre:

1. Topologías de red menos comunes.
2. Topologías mixtas.

## Ejemplos

Imaginemos un viaje en tren. El viajero debe adquirir un billete, y para ello utiliza un servicio concreto. Pero para llegar a su destino no basta con adquirir el billete. La compañía ferroviaria debe conducirlo al tren y situarlo en su asiento. A su vez, el tren requiere fluido eléctrico suministrado por la compañía eléctrica para que se pueda producir el fenómeno del transporte. Cada uno de estos acontecimientos pertenece a una capa. Solo pueden solicitarse servicios a las capas adyacentes, por ejemplo, el viajero no puede pedir a la compañía eléctrica el fluido, solo el tren es el que está capacitado para alimentarse eléctricamente de los tendidos de tensión eléctrica.

## 7. Familias de protocolos

El estudio de las tecnologías de redes se simplifica estructurando las distintas tecnologías involucradas en las comunicaciones en familias de protocolos de comunicación en las que se definen perfectamente las relaciones de unos con otros.

### 7.1. Conceptos preliminares

Es habitual que los protocolos estén expuestos públicamente como normativas o recomendaciones de las asociaciones de estándares. Los fabricantes que se ajustan a estas normativas tienen la seguridad de ser compatibles entre sí en aquellos aspectos regulados por el **protocolo**.

#### A. El concepto de capa o nivel

Con el fin de simplificar la complejidad de cualquier red, los diseñadores de redes han convenido estructurar las diferentes funciones que realizan y los servicios que proveen en una serie de niveles o capas.

Además, en esta estructuración también se consiguen normalizar o estandarizar las técnicas de comunicación favoreciendo la conectividad entre equipos de diversos fabricantes que comparten estándar.

Las capas están jerarquizadas. Cada capa se construye sobre su predecesora. El número de capas y, en cada una de ellas, sus servicios y funciones varían con cada tipo de red. Sin embargo, en cualquier red, la misión de cada capa es proveer servicios a las capas superiores haciéndoles transparentes el modo en que esos servicios se llevan a cabo. De esta manera, cada capa debe ocuparse exclusivamente de su nivel inmediatamente inferior, a quien solicita servicios, y del nivel inmediatamente superior, a quien devuelve resultados.

#### B. La interfaz entre capas

Hemos asentado que dos capas consecutivas establecen relaciones de comunicación. Podemos afirmar que estas relaciones son las únicas que existen en las redes estructuradas como sucesión ordenada de capas. Esto nos lleva a definir el modo en que cada capa negocia los servicios y se comunica con las capas adyacentes. Llamamos interfaz o *interface* de capa a las normas de intercomunicación entre capas.

#### C. La arquitectura de una red

**La arquitectura de red** es el conjunto organizado de capas y protocolos que la red utiliza para producir sus comunicaciones entre nodos.

Esta organización de la red debe estar suficientemente clara como para que los fabricantes de software o hardware puedan diseñar sus productos con la garantía de que funcionarán en comunicación con otros equipos que sigan las mismas reglas, es decir, para que sean **interoperables**.

## Ejemplos

En el ejemplo del epígrafe anterior existe una forma concreta de solicitar un billete: hay que dirigirse a la ventanilla, esperar un turno, solicitar un destino, etc. Para subirse al tren hay que averiguar el número de andén, desplazarse hasta el mismo, buscar el asiento, etc.

Se dice que dos equipos son **interoperables** cuando siendo de distinta tecnología o de diferentes fabricantes son funcionalmente compatibles entre sí.

Obsérvese que no se han incluido en la arquitectura los interfaces. Ello es debido a que la estructura de capas los oculta totalmente. Una interfaz concreta requiere ser conocido exclusivamente por las dos capas adyacentes a las que separa.

## D. Los sistemas abiertos

El concepto de sistema abierto fue propuesto inicialmente por la ISO (*International Organization for Standardization*) como «aquél sistema compuesto por uno o más ordenadores, el software asociado, los periféricos, los procesos físicos, los medios de transmisión de la información, etc., que constituyen un todo autónomo capaz de realizar un tratamiento de la información».



### Claves y consejos

En la práctica profesional es muy importante fijarnos en cómo los distintos elementos de la red, proporcionados por los fabricantes, cumplen con los estándares internacionales. En ocasiones se venden dispositivos que implementan una funcionalidad no recogida en un estándar concreto que aún está en fase de aprobación. En este caso, hay que asegurarse de que el dispositivo se podrá actualizar al nuevo estándar una vez que haya sido terminado de definir y aprobado por las organizaciones internacionales de estándares.

## 7.2. Familias de protocolos usuales

OSI define un modelo de referencia para el estudio de las redes del que nos ocuparemos más adelante en profundidad. Sin embargo, las redes comerciales no son totalmente OSI, participan de su modo de estructurar los protocolos, pero cada compañía diseña la red de acuerdo con las tecnologías de las que es propietaria.

Aquí vamos a registrar unas breves referencias de algunas de estas familias más comunes, aunque la más extendida desde el advenimiento de Internet es, sin duda alguna, la familia TCP/IP.

### A. Familia NetWare

**NetWare**, fabricado por Novell, ha sido el sistema operativo de red más utilizado a nivel mundial. Su alto rendimiento, su capacidad de crecimiento (escalabilidad) y, fundamentalmente, la optimización de los recursos requeridos tanto en las estaciones clientes como en las servidoras, han promocionado su utilización masiva.

Los servidores NetWare han sido tradicionalmente dedicados, es decir, no pueden actuar como clientes. El resto de las estaciones son exclusivamente clientes de estos servidores. NetWare utiliza un protocolo propietario desarrollado por Novell, denominado **IPX/SPX** (*Internetwork Packet eXchange/Sequenced Packet eXchange*, Intercambio de paquetes entre redes/Intercambio secuencial de paquetes), derivado de la red de Xerox XNS (*Xerox Network Service*, Servicio de red de Xerox) de Xerox.

Algunos sistemas operativos como Windows, incorporan protocolos clónicos del IPX. En concreto los sistemas de Microsoft lo llaman NWLink (Fig. 1.7).

En la Fig. 1.7. (arriba) se ven instalados los protocolos IPX/SPX propios de la red NetWare (NWLink en Microsoft) y TCP/IP. Obsérvese que ambos protocolos pueden convivir perfectamente sobre la misma interfaz de red (en nuestro caso una tarjeta de red Broadcom NetXtreme).

Abajo configuramos un número de red, que la identifica unívocamente y además elegimos el tipo de trama (nivel 2 de OSI) que escuchará nuestra red.



### Vocabulario

**Arquitectura de una red:** es el conjunto organizado de capas y protocolos que la red utiliza para producir sus comunicaciones entre nodos.



Número que identifica la red



Fig. 1.7. Instalación y configuración de los protocolos NetWare en una estación Windows XP.

NWLink no basta para beneficiarse de los servicios proporcionados por un servidor NetWare. IPX o NWLink son protocolos equivalentes de la capa de red en OSI. Para conseguir la utilización de los servicios necesitan crear sesiones basadas en estos servicios, lo que se consigue incorporando un **REDIRECTOR**. En estaciones Windows, este redirector se denomina «Servicio cliente de NetWare» (Fig. 1.8), aunque a partir de Windows Vista Microsoft ya no incorpora los protocolos de la red NetWare de modo nativo.



Fig. 1.8. Instalación y configuración de redirectores de red para redes NetWare (a la izquierda) y para redes Microsoft (a la derecha) en una estación Windows conviviendo sobre la misma interfaz de red.



### Truco

Actualmente, aunque todos los sistemas Windows de Microsoft «hablan» NetBeui, lo más frecuente, además de recomendado, es construir redes de sistemas de Microsoft utilizando TCP/IP, protocolo que también incorporan como nativo.

## B. Familia NetBeui

Microsoft dispone de diversos sistemas operativos para resolver las comunicaciones en las redes de área local, todos ellos pensados para convivir en una red. Los sistemas operativos de Microsoft son una base para la construcción de redes entre iguales utilizando **NetBeui**, que es un protocolo desarrollado por IBM en 1985.

Algunos protocolos se encargan exclusivamente de la manipulación de datos, otros, en cambio, se ocupan del intercambio de mensajes entre las aplicaciones de red. NetBeui es un protocolo que controla tanto los datos como los mensajes entre aplicaciones. Cuando un sistema operativo de red implementa el protocolo NetBeui, los servicios son alcanzados a través de la interfaz **NetBIOS** que actúa como su REDIRECTOR nativo.

Como NetBIOS es una interfaz de software que separa dos niveles de red, puede recibir peticiones de las capas superiores de la red y comunicar con los niveles inferiores con independencia de la tecnología de estas capas inferiores. Por ello, si el fabricante del software de la red lo ha programado, podrá utilizarse la interfaz NetBIOS en su red. En el caso de la figura, se ha conectado NetBIOS tanto a la red NetWare (NWLink) como a la red TCP/IP.

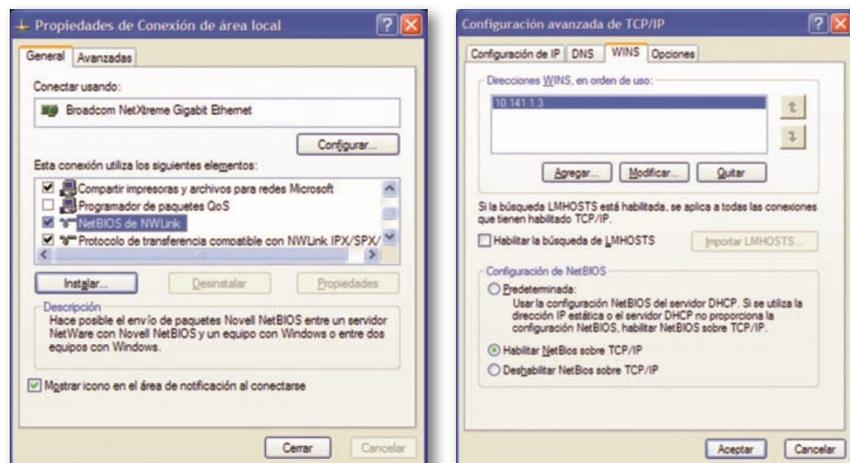


Fig. 1.9. Instalación y configuración de la interfaz NetBIOS para redes NetWare y TCP/IP en Windows.

## C. Familia AppleTalk

**AppleTalk** es el nombre de la red entre iguales diseñada por Apple para sus Macintosh. El diseño original se pensó para compartir ficheros e impresoras entre los usuarios de la red de modo que su configuración fuera tan sencilla que incluso un usuario no experto pudiera realizarla.

El primer diseño de AppleTalk fue una sencilla red que resolvía la conexión de un Macintosh a una impresora. Sin embargo, con AppleTalk se pueden confeccionar redes muy amplias y complejas.

Actualmente el sistema operativo de Apple está fundamentado en un núcleo UNIX y, por tanto, sin abandonar totalmente AppleTalk, la red nativa que incorpora es una red TCP/IP, que es la específica de los sistemas UNIX.

## D. Familia TCP/IP

El sistema operativo UNIX se ha comunicado en red utilizando un conjunto de protocolos que se ha extendido mundialmente. De hecho, esta familia de protocolos se ha convertido en un estándar *de facto*.

La tecnología TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*, Protocolo de control de la transmisión/Protocolo de Internet), está definida en un conjunto de documentos denominados **RFC** (*Request For Comments*) o Petición de comentarios.

La importancia de TCP/IP es tan grande que la mayor parte de las redes hablan TCP/IP, sin perjuicio de que además puedan incorporar otras familias nativas de protocolos. En este libro la mayor parte de los ejemplos sobre configuración de redes se llevarán a cabo siguiendo la tecnología propuesta por esta familia de protocolos, por ello, le prestaremos mucha más atención.



### Investigación

Cuando en la práctica profesional se deben adquirir dispositivos de red o decidir sobre los sistemas operativos que se instalarán en los equipos es frecuente tener que tomar las decisiones en función de los protocolos que admiten. Todos estos protocolos están recogidos en los RFC, por eso es conveniente que te familiarices con este tipo de documentos leyendo algunos de ellos. Puedes encontrar información por la voz «request for comments» en Wikipedia. En la web <http://www.faqs.org/rfcs/> puedes encontrar muchos de estos documentos. Por ejemplo, el comentario RFC 821, que puedes leer en la web anterior (<http://www.faqs.org/rfcs/rfc821.html>) y que fue publicado en 1982 explica cómo es el protocolo SMTP utilizado en el envío de correo electrónico.



### Actividades

13. Sobre la red de área local objeto de nuestro estudio en estos ejercicios, identifica las familias de protocolos que se utilizan en las comunicaciones entre nodos. Para ello deberás iniciar una sesión en cada ordenador, especialmente en los servidores, para averiguar los protocolos de red instalados a partir de las fichas de características de conexiones de red.
14. ¿Cuál es la familia de protocolos de red más utilizada en la actualidad?
15. ¿Qué es y para qué sirve un RFC?
16. ¿Cuál es el protocolo de red nativo para las redes de ordenadores de Microsoft? ¿Puede convivir este protocolo con otros de otras familias?

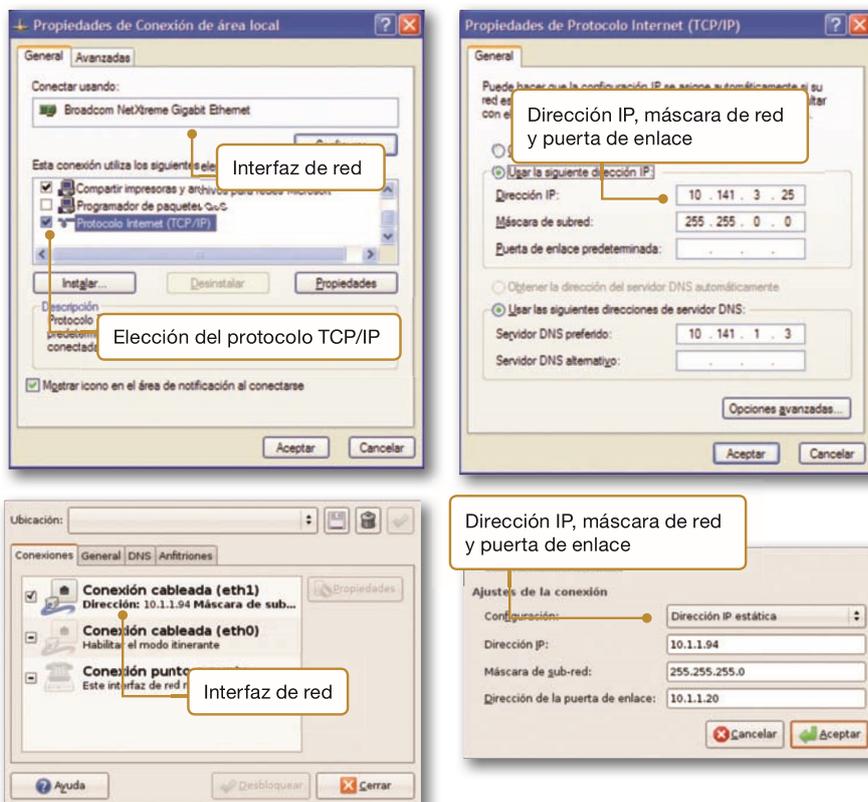


Fig. 1.10. Instalación y configuración de la red TCP/IP en Windows (arriba) y en Linux (abajo).

## 8. El modelo de referencia OSI

OSI es el nombre del modelo de referencia de una arquitectura de capas para redes de ordenadores y sistemas distribuidos, propuesta por la ISO como estándar de interconexión de sistemas abiertos.

### 8.1. Descripción básica de OSI

OSI realmente no es una arquitectura de red sino un modelo de referencia, es decir, un punto de mira desde el que calibrar cómo deben relacionarse unas redes con otras por contraste con un modelo teórico, que es OSI. El modelo propuesto por OSI estructura los servicios de red en siete capas o niveles.

La primera capa es la más cercana al medio físico de transmisión mientras que la séptima capa es la más cercana a las aplicaciones de usuario.

Cuando un usuario necesita transmitir datos a un destino, el sistema de red va añadiendo información de control (cabeceras) para cada uno de los servicios que utilizará la red para ejecutar la orden de transmisión.

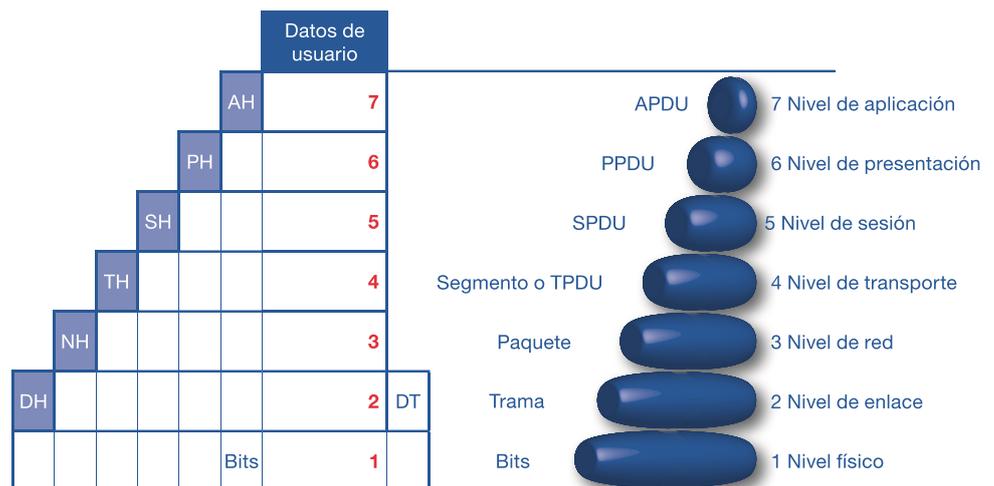


Fig. 1.11. Cabeceras asociadas a cada nivel OSI (a la izquierda) y su correspondencia en la jerarquía de niveles del modelo OSI (a la derecha).

Las cabeceras que cada capa añade a los datos que le llegan de su capa inmediatamente superior llevan la información de control necesaria para la interfaz y para la propia capa.

Estas cabeceras, que son específicas en cada nivel, reciben los nombres de AH (*Application header*), PH (*Presentation header*), etc. El nivel 2 incorpora dos campos, uno de inicio DH y otro de final DT, que delimitan la trama.



#### Ejemplos

Si deseamos enviar un mensaje en papel y es necesario segmentarlo en diversas porciones, cada trozo deberá ir acompañado de una etiqueta identificativa con el fin de poder reconstruir en el destino el mensaje original. La información de numeración de estas etiquetas podría ser la cabecera de cada porción (Fig. 1.11, izquierda).

Cada nivel maneja una unidad de datos que coincide con la información que le pasa la capa inmediatamente superior junto con las cabeceras que la propia capa inserta para el gobierno de la comunicación con su capa homóloga en el ordenador de destino. En la Fig. 1.11 derecha, se enumeran los nombres específicos que reciben algunas de estas unidades de datos. Cada nivel tiene su propia unidad de datos de protocolo: APDU (*Application Protocol Data Unit*) en el nivel de aplicación, PDU (*Presentation Protocol Data Unit*), etc.

**Los siete niveles de OSI** reciben los siguientes nombres de menor a mayor: físico, enlace, red, transporte, sesión, presentación y aplicación.

## 8.2. Niveles OSI orientados a la red

Los niveles inferiores están más próximos a la red, de hecho la capa física se ocupa del hardware. Se dice que las capas física, de enlace y de red están orientadas a la red. Al subconjunto de estas tres capas inferiores se le llama subred.

### A. El nivel físico o nivel 1

La capa física se ocupa de definir las características mecánicas, eléctricas, funcionales y de procedimiento para poder establecer y liberar conexiones entre dos equipos de la red. Es la capa de más bajo nivel, por tanto, se ocupa de las transmisiones de los bits expresados como señales físicas.

### B. El nivel de enlace de datos o nivel 2

La misión de la capa de enlace es establecer una línea de comunicación libre de errores que pueda ser utilizada por la capa inmediatamente superior: la capa de red.

Como el nivel físico opera con bits, la capa de enlace debe fraccionar el mensaje en bloques de datos de nivel 2 o tramas (**frames**). Estas tramas serán enviadas en secuencia por la línea de transmisión a través de los servicios de transmisión que ofrece la capa física, y quedará a la escucha de las tramas de confirmación que genere la capa de enlace del receptor.

El nivel de enlace también se ocupará del tratamiento de los errores que se produzcan en la recepción de las tramas, de eliminar tramas erróneas, solicitar retransmisiones, descartar tramas duplicadas, adecuar el flujo de datos entre emisores rápidos y receptores lentos, etc.

Para un estudio más exhaustivo de las funciones de esta capa, es costumbre subdividir esta capa en dos subniveles, repartiendo las funciones entre ellos. Estos subniveles son los siguientes:

- **Subnivel de Control de Acceso al Medio (MAC o *Medium Access Control*)**. Este subnivel se encarga de averiguar si el canal de comunicaciones está libre para proceder a efectuar la transmisión. En el caso de que los canales tengan que ser compartidos por múltiples comunicaciones, esta subcapa se encargará del reparto de recursos de transmisión entre todos los nodos de la red, por ejemplo, repartiendo canales, asignando tiempos de uso exclusivo del canal, etc. Obviamente las características de este nivel dependerán del tipo de red, por ejemplo, no es lo mismo acceder al canal guiado de un cable de red, algo típico de las redes cableadas, que el acceso a un canal inalámbrico propio de las redes Wi-Fi. En este subnivel MAC se define la dirección física o dirección MAC, que identifica a cada dispositivo de red unívocamente.
- **Control Lógico de Enlace (LLC o *Logical Link Control*)**. En esta capa se sitúan los servicios que gestionan el enlace de comunicaciones, por ejemplo, el control de errores, la formación de las tramas, el control de diálogo entre emisor y receptor y el direccionamiento de la subcapa MAC.



#### CEO

*SMR\_RL\_AAbad\_01\_TiposServiciosOSI.docx*

Documento que contiene información sobre:

1. Servicios orientados a la conexión.
2. Servicios sin conexión o de datagramas.



#### Ejemplos

Debe garantizar la compatibilidad de los conectores, cuántos pines tiene cada conector y la función de cada uno de ellos, el tipo de sistema de cableado que utilizará, la duración de los pulsos eléctricos, la modulación si la hubiera, el número de voltios de cada señal, el modo de explotación del circuito, etc.

## A

## Vocabulario

**Encaminamiento o enrutamiento:** es la técnica por la que se evalúan y deciden las rutas disponibles para transportar un paquete de datos desde su origen en una red hasta su destino en otra red distinta. En la jerga profesional se suele decir «¿por dónde sale el paquete?»

### C. El nivel de red o nivel 3

La capa de red se ocupa del control de la subred. La principal función de este nivel es la del **encaminamiento**, es decir, el tratamiento de cómo elegir la ruta más adecuada para que el bloque de datos del nivel de red (paquete) llegue a su destino. Cada destino está identificado unívocamente en la subred por una dirección.

Otra función importante de esta capa es el tratamiento de la congestión. Cuando hay muchos paquetes en la red, unos obstruyen a los otros generando cuellos de botella en los puntos más sensibles. Un sistema de gestión de red avanzado evitará o paliará estos problemas de congestión.

Entre el emisor y el receptor se establecen comunicaciones utilizando protocolos determinados. El mismo protocolo debe estar representado tanto en el emisor como en el receptor.

Un protocolo está en el mismo nivel de red tanto en el emisor como en el receptor. Esto supone que la comunicación en el nivel físico es vista por el nivel de red N como si la comunicación se llevara a cabo mediante un protocolo de comunicación virtual de nivel N. Así por ejemplo, en la capa de red, el emisor interpreta que está utilizando una comunicación mediante un protocolo de red, aunque la única comunicación real es la transmisión física.

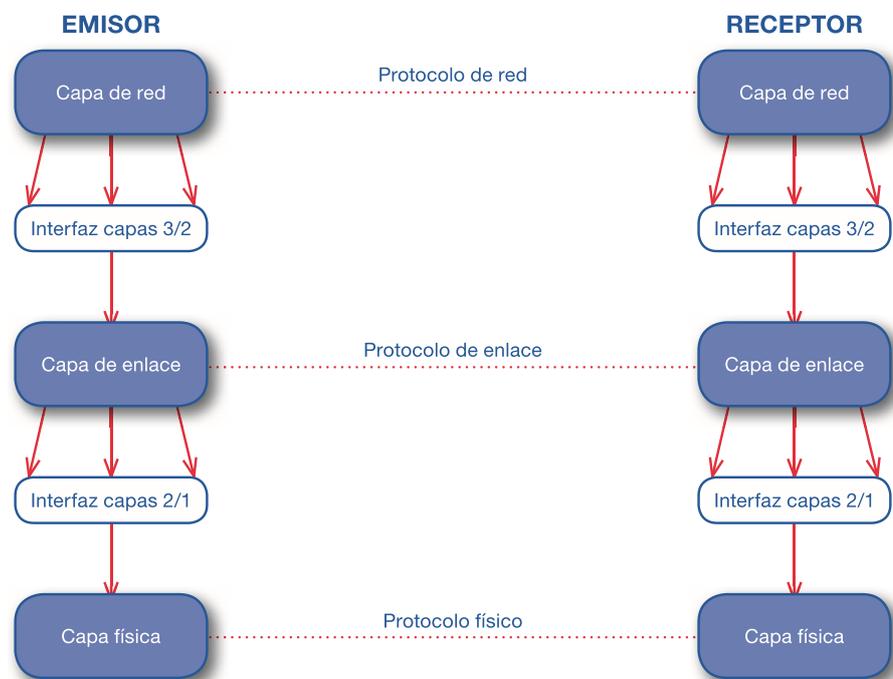
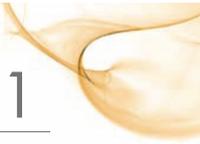


Fig. 1.12. Modelo de comunicaciones entre capas para los niveles OSI orientados a la red.

### 8.3. La capa de transporte

La capa de transporte es una capa de transición entre los niveles orientados a la red (subred) y los niveles orientados a las aplicaciones.

La capa de transporte lleva a cabo las comunicaciones entre ordenadores *peer to peer*, es decir, es el punto en donde emisor y receptor cobran todo su sentido: un programa emisor puede conversar con otro receptor. En las capas inferiores esto no se cumple. Por ejemplo, en el nivel inferior hay transporte de tramas, pero puede ser que para llegar al receptor haya que pasar por varios ordenadores intermedios, que redirijan las comunicaciones o que cambien de red los diferentes paquetes, etc. En el nivel de transporte estos sucesos se hacen transparentes: solo se consideran fuente, destino y tipo de servicio solicitado.



## ● 8.4. Niveles OSI orientados a la aplicación

Las capas situadas por encima de este nivel de abstracción del transporte están orientadas a las aplicaciones y, por tanto, la terminología utilizada está exenta de todo lo que tiene que ver con el transporte de datos, se centra más bien en las funciones de aplicación.

### ○ A. El nivel de sesión o nivel 5

Esta capa permite el diálogo entre emisor y receptor estableciendo una sesión, que es el nombre que reciben las conexiones en esta capa. A través de una sesión se puede llevar a cabo un transporte de datos ordinario (capa de transporte). La capa de sesión mejora el servicio de la capa de transporte.

### ○ B. El nivel de presentación o nivel 6

La capa de presentación se ocupa de la sintaxis y de la semántica de la información que se pretende transmitir, es decir, investiga en el contenido informativo de los datos. Esto es un indicativo de su alto nivel en la jerarquía de capas.

Otra función de la capa de presentación puede ser la de comprimir los datos para que las comunicaciones sean menos costosas, o la de encriptación de la información que garantiza la privacidad de la misma.



#### Ejemplos

Si deseamos transferir un fichero por una línea telefónica que por su excesivo volumen tardará una hora en efectuar el transporte, y la línea telefónica tiene caídas cada quince minutos, será imposible transferir el fichero. La capa de sesión se podría encargar de la resincronización de la transferencia, de modo que en la siguiente conexión se transmitieran datos a partir del último bloque transmitido sin error.



#### Ejemplos

Si el ordenador emisor utiliza el código ASCII para la representación de información alfanumérica y el ordenador receptor utiliza EBCDIC, no habrá forma de entenderse salvo que la red provea algún servicio de conversión y de interpretación de datos. Este es un servicio propio de la capa de presentación.



Función de nivel OSI 3  
(transporte)

Función de nivel OSI 6  
(presentación)

**Fig. 1.13.** Ficha de configuración para que una transmisión de datos por teléfono comprima las cabeceras del protocolo PPP, servicio típico del nivel de presentación en el modelo de red OSI. La elección de la puerta de enlace es una función utilizada por la capa 4 de red, que deberá ser resuelta por el nivel 3.

### ○ C. El nivel de aplicación o nivel 7

Es la capa superior de la jerarquía OSI. En esta capa se definen los protocolos que utilizarán las aplicaciones y procesos de los usuarios. La comunicación se realiza utilizando protocolos de diálogo apropiados. Cuando dos procesos que desean comunicarse residen en el mismo ordenador utilizan para ello las funciones que le brinda el sistema operativo. Sin embargo, si los procesos residen en ordenadores distintos, la capa de aplicación disparará los mecanismos necesarios para producir la conexión entre ellos, sirviéndose de los servicios de las capas inferiores.

Si un usuario de la red quiere comunicarse con otro en la misma o distinta red, elegirá un sistema de comunicación concreto sobre el que pueda intercambiar mensajes. Por ejemplo, podría hacerlo mediante el correo electrónico o a través de un sistema de mensajería electrónica instantánea; también podría elegir una aplicación de transmisión de voz; si tuviera que transmitir información gráfica podrían compartir una pizarra digital, etc. Cada uno de estos sistemas utilizará su propio conjunto de protocolo de aplicación de nivel 7.

El concepto de aplicación a que se refiere esta capa no es el mismo que el de utilidad de software. En comunicaciones se entiende por aplicación a un modo específico de comunicarse. Por ejemplo, una aplicación es el correo electrónico, otro es la carga/descarga de ficheros, otra la consulta de una página web, etc.

Cada una de estas aplicaciones da origen a uno o varios protocolos (habitualmente una familia de protocolos) del nivel 7. Por ejemplo, los protocolos SMTP, POP e IMAP constituyen una familia de protocolos de nivel de aplicación para la gestión del correo electrónico (servidores de correo), HTTP es un protocolo de nivel 7 para uso de la web (servidor web), FTP es el protocolo de aplicación específico para la carga y descarga de ficheros (servidor FTP), etc. Es evidente que el número de protocolos de nivel 7 es muy elevado y no deja de crecer: cada aplicación nueva requiere los protocolos indispensables para su funcionamiento. En las siguientes unidades se irán describiendo algunos de estos protocolos de uso frecuente.

Por otra parte, las aplicaciones de software que manejan los usuarios de los servicios de red se corresponden con estos protocolos de nivel de aplicación. Por ejemplo, un programa que lea y envíe correos electrónicos tendrá que ser capaz de manejar SMTP, POP e IMAP, un navegador web tendrá que utilizar el protocolo HTTP y así sucesivamente.



#### Laboratorio

##### Comprensión de algunos procesos sobre protocolos de red

En las siguientes páginas puedes encontrar animaciones que te ayudarán a aclarar algunos conceptos relacionados con los protocolos y la arquitectura OSI.

Visualiza cada página, intenta comprender cómo funciona y describe brevemente el funcionamiento del proceso que representa. Para realizar un buen trabajo puede que tengas que completar la información utilizando un buscador de páginas web.

- <http://www.iesjuanantoniocastro.es/Profesores/JASORTIZ/Archivos/Flashes/FlashCisco-CapasOSI.swf>
- <http://www.iesjuanantoniocastro.es/Profesores/JASORTIZ/Archivos/Flashes/FlashFOR-IntercambioOSI.swf>
- <http://www.iesjuanantoniocastro.es/Profesores/JASORTIZ/Archivos/Flashes/FlashCisco-EncapsulamientoOSI.swf>
- <http://www.iesjuanantoniocastro.es/Profesores/JASORTIZ/Archivos/Flashes/FlashFOR-ColisionCSMA-CD.swf>



#### Actividades

17. Si OSI es un modelo de arquitectura que no se utiliza comercialmente, ¿por qué es tan importante conocer este modelo con cierta profundidad?
18. ¿Cómo se llaman los siete niveles OSI?
19. Describe una característica concreta de cada uno de los niveles OSI.
20. ¿Qué es una trama de red? ¿Y un paquete de red? ¿Y una N-PDU?



## Ejemplos

**Analogía del modelo OSI con una operación de distribución logística**

Este ejemplo pretende describir con la mayor precisión las funcionalidades de los niveles OSI con una analogía de la actividad humana ordinaria. El ejemplo consistirá en descomponer en fases el transporte de una mercancía desde el lugar de producción hasta el lugar de venta. Supongamos que una cooperativa agrícola tiene como cliente habitual un mercado de abastos de fruta

situado en una ciudad de otro país. Las frutas deben ser recogidas en la cooperativa y trasladadas al mercado de abastos. Vamos a descomponer el proceso de transporte tal y como es visto por la cooperativa clasificando los eventos producidos por analogía en las diferentes capas de OSI. Los datos que aparecerán, aunque son orientativos y tienen un fin exclusivamente didáctico, pueden ser útiles para clarificar los conceptos abstractos.

	Eventos	Observaciones
<b>Nivel 7 o de aplicación</b>	La cooperativa recoge los frutos que aportan los agricultores, negocia un precio de venta con el mercado de abastos y decide proceder al transporte de la mercancía.	Este evento está en contacto directo con los usuarios de la comunicación: el comprador y el vendedor. La aplicación sería una operación comercial de compraventa, que no se puede llevar a cabo sin un fenómeno de transporte.
<b>Nivel 6 o de presentación</b>	Una vez recogidas las frutas deben empaquetarse y presentarse como cestas con un peso bruto determinado. Además, hay que colocar las cestas de modo que ocupen un espacio mínimo con el fin de facilitar el transporte. Las cajas con las cestas van precintadas.	Este evento se ocupa de que las frutas tengan un aspecto (presentación) determinado cara al consumidor. Además, lleva incorporado un proceso de compresión para facilitar el transporte. El precinto de cada caja sirve de encriptación, hace que la carga tenga privacidad.
<b>Nivel 5 o de sesión</b>	El comprador y el vendedor se ponen de acuerdo para enviar todos los lunes, miércoles y viernes 10 toneladas de fruta, sin embargo, la semana que viene habrá una excepción: el viernes es festivo y la fruta se transportará en lunes, miércoles y jueves. Los pagos se harán con letras de cambio con un vencimiento a treinta días.	En este evento se abre una sesión en la que se especifica cómo serán los envíos, es decir, se establece el diálogo sobre cómo proceder para efectuar el transporte. Además se negocia el sistema de pago.
<b>Nivel 4 o de transporte</b>	Ya es lunes. Hoy hay que efectuar un transporte de fruta. Llamamos a la compañía de transportes para que recoja la fruta. Se compromete a entregarla en el mercado de abastos en el plazo fijado de antemano y en las debidas condiciones de salubridad. Comprueba que el terminal de descarga del mercado de abastos tiene previsto que llegará una carga de fruta de diez toneladas en pocas horas.	En este evento se efectúa una conexión. Se negocia la calidad de servicio con parámetros como el plazo de entrega de la carga, el buen estado de la misma, etc. Para cumplir el plazo de entrega la capa inmediatamente inferior deberá elegir medios de comunicación apropiados, suficientemente rápidos (avión o vías terrestres amplias y poco congestionadas, etc.). Además, comprueba que el destinatario puede ofrecer este servicio: en el mercado hay un lugar para la fruta.

*Continúa...*



## Ejemplos

... Continuación

	Eventos	Observaciones
<b>Nivel 3 o de red</b>	<p>La compañía de transportes determina las rutas posibles para efectuar el traslado de la carga, así como la tecnología de transporte más adecuada. Elige el siguiente sistema: cinco toneladas viajarán en avión y las otras cinco toneladas por carretera en camión. Además se decide el rumbo que debe seguir el avión para evitar una zona de borrasca y las carreteras apropiadas para evitar atascos de tráfico. La carga que irá en avión debe empaquetarse en un contenedor especial para la bodega del avión. La carga que viaja por carretera se empaqueta en cajas de cartón acinturadas con plástico. Tanto el contenedor aéreo como cada una de las cajas llevan adheridas las etiquetas que identifican al aeropuerto de destino, o la dirección del terminal de descarga destinatario.</p>	<p>En este evento se estudian las rutas. A partir de esta capa ya se tienen en cuenta las tecnologías físicas o lógicas de bajo nivel que serán utilizadas para producir el fenómeno de transporte. Se seleccionan las rutas más adecuadas. Hay un fraccionamiento de la carga por necesidades del servicio de transporte. La carga se encapsula de un modo apropiado para la tecnología de transporte. Cada unidad de carga (contenedor o caja) lleva la dirección de origen y destino (aeropuerto o mercado, que es donde llegan los medios de transporte). Además, las rutas han sido elegidas de acuerdo con ciertos criterios de eficacia: poca congestión de tráfico, mejora en las condiciones de vuelo, etc.</p>
<b>Nivel 2 o de enlace</b>	<p>Al contenedor de avión se le añade un control de seguridad, se observa que tiene un peso excesivo y se reparte en dos contenedores más pequeños. Se instalan uno a cada lado de la bodega de la aeronave para distribuir proporcionalmente la carga. A la otra mitad de la carga, la que viaja por carretera, se la distribuye en diez camiones frigoríficos. Cada uno se precinta por seguridad. Cada unidad de carga lleva su etiquetado de origen y destino. Cada camión registra la temperatura habida en el viaje. Si no es la prevista, el termómetro del camión frigorífico servirá de prueba para declarar inservible la carga y pedir una nueva carga.</p>	<p>En este evento se expresa el equivalente a los controles de errores: el termómetro, los precintos de seguridad, etc. La carga ha de repartirse para hacer posible el transporte en ese avión concreto en el que viajará o en los camiones frigoríficos, que tienen una tara y un peso máximo autorizado, es decir, debemos ajustarnos a la tecnología concreta de bajo nivel que se utilizará. Si se ha producido error se pedirá una devolución y reposición de la carga (retransmisión).</p>
<b>Nivel 1 o físico</b>	<p>Tanto el avión por vía aérea como los camiones por vía terrestre, transportarán la carga al lugar de destino.</p>	<p>Aquí es donde se produce realmente el transporte de la carga.</p>

## ● 9. Elementos de la red

Con este epígrafe vamos a terminar de componer el mapa de conocimientos necesarios para el técnico de redes. Ya se ha estudiado la necesidad de la red y los problemas que viene a resolver, los estándares a los que se acogen estas redes, sus tipos y topologías. Nos falta por completar una lista con los elementos que componen estas redes y que se irán estudiando con detalle en las siguientes unidades.

### ● 9.1. El cableado, la conectorización y los espacios en los que se localiza físicamente la red

Es el elemento más específico de la red aunque en ocasiones, como en el caso de las redes inalámbricas, es inexistente y se sustituye por antenas de radiación.

El cableado puede ser de cobre o de fibra óptica, pero no solo nos hemos de fijar en los cables, sino también en los conectores. No todos los conectores pueden ser terminadores de cualquier cable. Cada tipo de cableado lleva su propio sistema de conectorización.

### ● 9.2. Los dispositivos específicos de red

Son máquinas altamente especializadas en alguna función de red. Algunos de estos dispositivos trabajan en alguno de los niveles de red, pero otros absorben funciones de más de una capa.

Entre estos dispositivos están los módems para realizar conexiones remotas mediante líneas telefónicas, concentradores y repetidores para regenerar la señal eléctrica en distintos segmentos de red, conmutadores para el intercambio selectivo de tramas de datos entre diferentes segmentos de la red, encaminadores para transportar paquetes entre redes y, por último, las pasarelas, que son los dispositivos que operan en los niveles más altos de OSI. Algunos ejemplos de pasarelas podrían ser los dispositivos de filtrado de contenidos de Internet, analizadores de antivirus, pasarelas de telefonía, cortafuegos, analizadores de intrusiones, etc.



#### Ampliación

El sistema de cableado tiene que recorrer los recintos sobre los que se ubican los ordenadores que deben comunicarse entre sí. Esto define un conjunto de espacios, armarios y cuartos de comunicaciones en los que se instalan algunos dispositivos de red especializados y se practica parte de la conectorización estructurando el sistema de cableado.

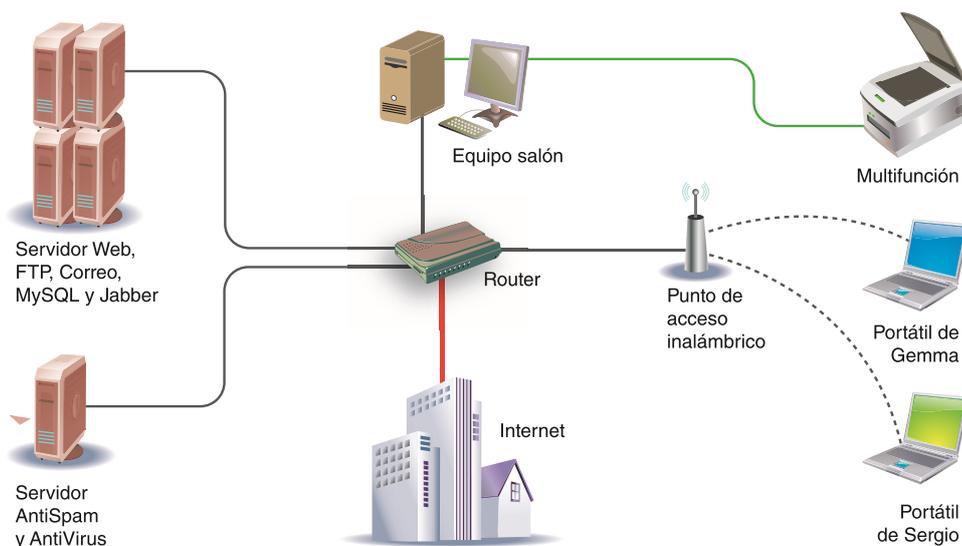


Fig. 1.14. Esquema de una red doméstica real en la que se significan los diferentes elementos de la red.

## A

## Vocabulario

Por extensión, **nodo** en Telemática suele atribuirse a cualquier dispositivo activo conectado a una red. El término **host** suele asociarse a un nodo que aloja un servicio de red y que es proporcionado a los clientes a través de la red a la que se conecta, por ello, un host siempre es un nodo. Por ejemplo, son nodos las estaciones cliente, los servidores, los encaminadores, etc.

## Ampliación

## Ampliación

Este software de red puede ser muy variado. En el nivel inferior se posicionan los controladores de los interfaces de conexión, por ejemplo, de las tarjetas de red o de los módems. Por encima de este software se debe ejecutar la parte del sistema operativo que provee los servicios básicos de comunicación: confección de tramas, recuperación de errores, direccionamiento de red, encaminamiento, etc.

### 9.3. Nodos de la red

Los nodos pueden estar conectados a la red mediante cable o de modo inalámbrico. Cada nodo requiere al menos una interfaz de red que es soportada mediante una tarjeta de red o, de un modo más general, algún dispositivo físico sobre el que pueda interactuar el software de la red. Estas tarjetas o dispositivos de red deberán poseer la interfaz apropiada para la conexión del cable o antena que una el nodo al resto de la red.

### 9.4. Software de red

Todos los dispositivos activos en la red tienen que ejecutar operaciones informáticas avanzadas para cumplir lo establecido por los protocolos de red, por lo que tienen que tener una cierta capacidad de proceso conducida por el software correspondiente. A este software se le denomina software de red.

En el estadio superior se sitúan las aplicaciones que proporcionan los servicios avanzados de la red, aunque estas aplicaciones se proporcionan frecuentemente por los sistemas operativos: correo electrónico, mensajería electrónica, software de colaboración y publicación electrónica, etc. En este nivel se encuentran los programas cliente que manejan directamente los usuarios de la red.

Algunas otras aplicaciones que se utilizan en diferentes niveles son los gestores de red, los recopiladores de estadísticas, analizadores de congestión, etc.

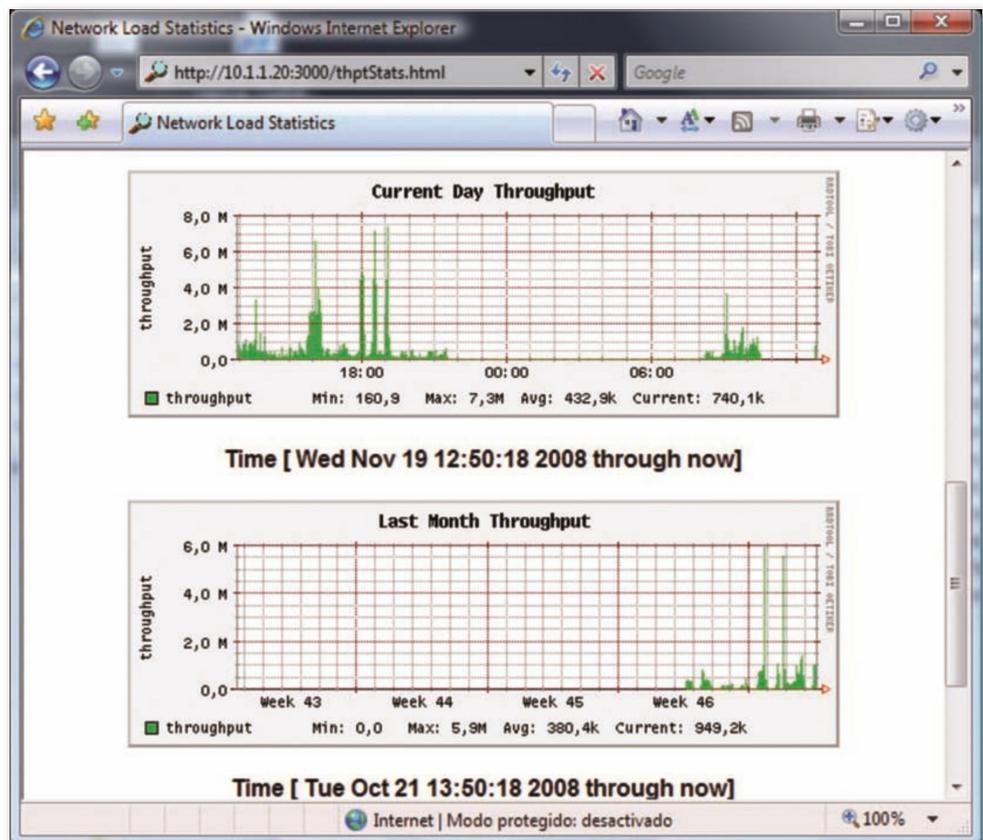
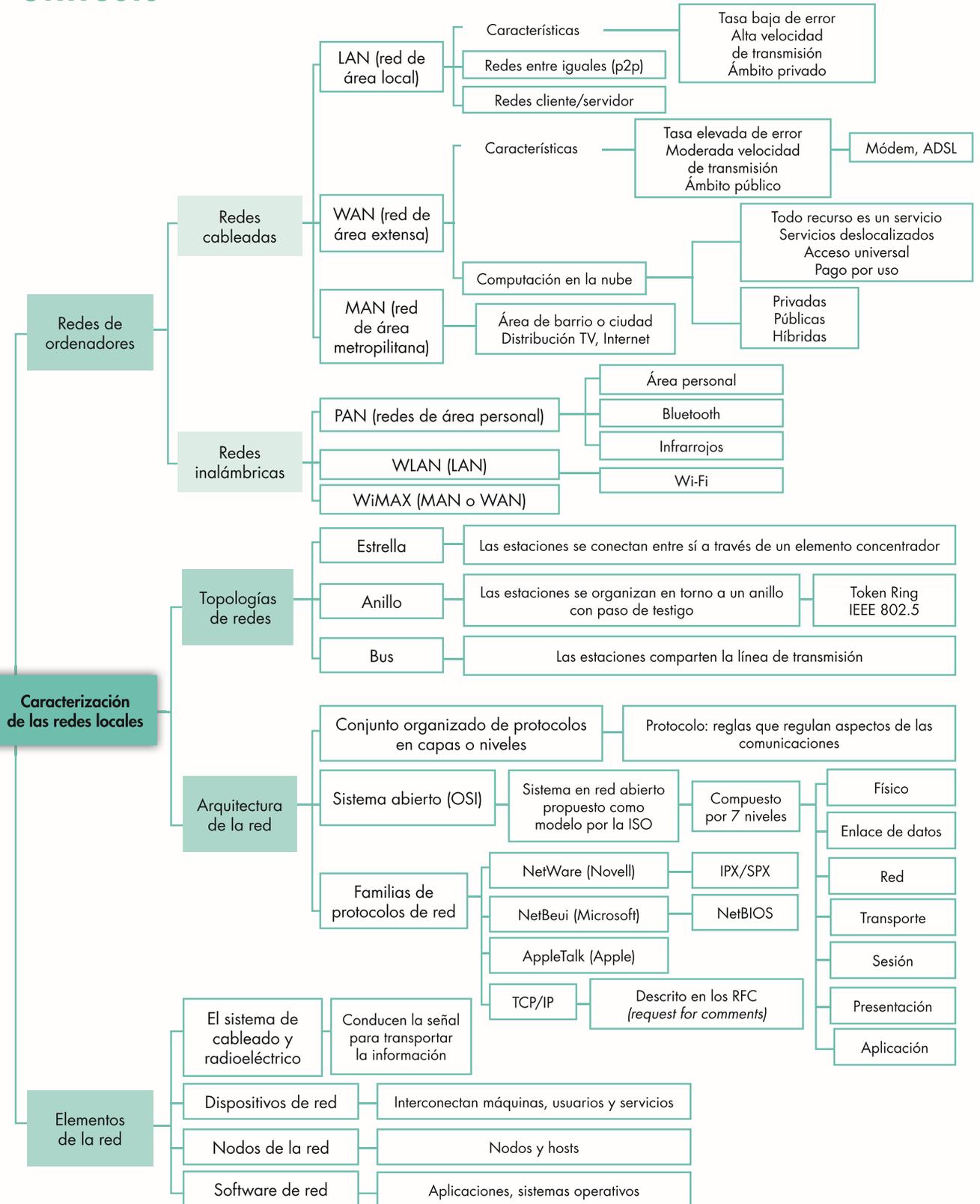


Fig. 1.15. Gráficos proporcionados por NTOP, una aplicación de uso libre para gestionar las estadísticas de tráfico de red.



# Síntesis





## Test de repaso

1. Enlaza los siguientes elementos característicos de distintos tipos de redes:

a) LAN	1) Entorno mundial	i) Entorno público
b) WAN	2) Red doméstica	ii) Difusión de TV
c) MAN	3) Entorno de una ciudad	iii) Entorno privado
d) PAN	4) Entorno de un edificio u oficina	iv) Bluetooth

2. Las redes entre iguales:

- Necesitan un servidor central.
- Posibilitan los accesos cruzados entre todos los nodos de la red.
- Requieren ordenadores con el mismo sistema operativo.
- Solo se pueden utilizar en Internet.

3. Enlaza los siguientes elementos característicos de distintos tipos de redes:

a) WLAN	1) Servicios distribuidos y deslocalizados	i) Acceso universal
b) Nube	2) LAN inalámbrica	ii) Cloud computing
c) Internet	3) WAN	iii) Wi-Fi

4. La topología de una red en estrella requiere:

- Un nodo central.
- Un anillo central.
- Un bus de comunicaciones común a todas las estaciones.
- Un nodo central y un bus común.

5. Enlaza los siguientes elementos característicos sobre familias de protocolos:

1. NetWare	a. Internet	i. NWLink
2. NetBeui	b. NetBIOS	ii. IBM y Microsoft
3. TCP/IP	c. IPX/SPX	iii. RFC

6. La capa física del modelo OSI:

- Se encarga de confeccionar las tramas.
- Especifica cómo son las señales eléctricas en los cables.
- Describe cómo encaminar los paquetes a su destino.
- Cifra y descifra los datos enviados.

7. Las pasarelas son dispositivos de la red que:

- Operan en el nivel más alto del modelo de red OSI.
- Intercambian tramas entre otras dos estaciones de la red.
- Regeneran la señal eléctrica en los sistemas de cableado de la red.
- Comunican distintos segmentos de la red.

8. ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas?

- Los nodos de la red se conectan siempre mediante cables.
- Los nodos requieren de una interfaz de red para conectarse a la misma.
- Una estación se puede conectar inalámbricamente, pero un nodo no.
- Un nodo puede tener más de una tarjeta de red.

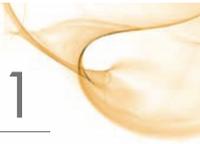
9. El nivel 3 del modelo de red propuesto por OSI:

- Se ocupa de la sintaxis de los mensajes transmitidos.
- Define los protocolos de red utilizados por las aplicaciones de los usuarios.
- Se encarga del encaminamiento de los paquetes.
- Detecta los problemas que surgen en la transmisión eléctrica del cable.

10. Un protocolo de red es:

- La interfaz entre dos capas consecutivas en la arquitectura de red.
- El conjunto organizado de capas.
- Un sistema abierto.
- Un conjunto de reglas que regulan algún aspecto de una comunicación.

**Solución:** 1: a-4-iii, b-1-i, c-3-ii, d-2-iv; 2: b; 3: a-2-iii, b-1-ii, c-3-i; 4: a; 5: a-3-i, b-2-ii, c-1-iii; 6: b; 7: a; 8: son verdaderas b y d; 9: c; 10: d.



## Comprueba tu aprendizaje

### I. Conocer las fuentes de información de estándares

1. Consulta las sedes web de las asociaciones de estándares más importantes y elabora una jerarquía de carpetas de hiperenlaces URL favoritos a las páginas de mayor interés, de novedades, de recursos, etc.

Puedes añadir estos hipervínculos a tu carpeta de favoritos del explorador de Internet que uses habitualmente porque los utilizarás con frecuencia.

2. Busca en Internet información sobre los RFC de los protocolos SMTP, POP e IMAP que son utilizados por las aplicaciones de gestión de correo electrónico. ¿En qué números de RFC se detallan estos protocolos?

### II. Identificar los distintos tipos de redes

3. Clasifica las redes que intervienen en las circunstancias que se citan a continuación según sean PAN, WAN, LAN, MAN, WLAN o *cloud computing*. Razona la respuesta.

- a) Una conexión por módem a Internet.
- b) Un televisor recibe una transmisión televisiva por cable.
- c) Un receptor de radio recibe por su antena la radiodifusión de un programa musical.
- d) Un ordenador se conecta a una red para imprimir por una impresora de red.
- e) Una agenda electrónica sincroniza el correo electrónico utilizando Bluetooth.
- f) Varios usuarios comparten una conexión a Internet sin necesidad de cables.
- g) Dos campus universitarios en la misma ciudad, pero distantes, se conectan mediante fibra óptica.
- h) Una aplicación accede a sus datos en Internet desde cualquier lugar.

4. A continuación se va a especificar un conjunto de palabras, siglas y acrónimos. Se trata de que relaciones cada uno de ellos con los distintos tipos de redes. Razona la respuesta.

- a) Wi-Fi.
- b) Ethernet.
- c) Frame-Relay.

- d) X.25.
- e) Token Ring.
- f) Ondas de radio.
- g) WiMAX.
- h) Bluetooth.

5. Describe los factores que harían necesaria la introducción de una red de área local en el flujo de trabajo de una oficina bancaria. Se propone la discusión de resultados en una tormenta de ideas.

### III. Identificar los distintos elementos de una red

6. De los elementos que se enumeran a continuación, di cuáles son dispositivos activos de interconexión de red y cuáles no. Razona la respuesta.

- a) Encaminador.
- b) Punto de acceso inalámbrico.
- c) Cable coaxial.
- d) Conmutador.
- e) Armario de comunicaciones.
- f) Disco duro.
- g) Sistema operativo de red.
- h) Módem.
- i) Conexión ADSL.
- j) Router ADSL.

7. Dibuja con una aplicación informática de tratamiento de gráficos un ejemplo hipotético de red en el que aparezcan clientes, servidores, algunos dispositivos de red que interconecten clientes con servidores, un encaminador para la conexión a Internet, un punto de acceso inalámbrico y varios clientes inalámbricos.

Identifica cada elemento del gráfico con su correspondiente rótulo. En los nodos de red con sistema operativo añade en un rótulo qué sistema operativo debe llevar.

### IV. Reconocer las distintas topologías de red

8. Averigua si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

- a) Una red en anillo es más rápida que una red en bus.
- b) Una red en bus es más rápida que una red en anillo.
- c) La rotura del anillo de una red impide totalmente la comunicación en toda la red.



## Comprueba tu aprendizaje

- d) La rotura de un segmento de red en una red en árbol impide la comunicación en toda la red.
  - e) Una red en bus es muy sensible a la congestión provocada por exceso de tráfico.
  - f) Una red en bus se adapta mejor a la estructura de cableado de un edificio.
  - g) Una red en anillo se adapta mejor a la estructura de un campus.
  - h) Todas las redes metropolitanas son anillos.
9. Utilizando como herramienta una aplicación de gráficos, dibuja un ejemplo de cada tipo de topología que conozcas. Después indica algunas analogías y diferencias entre esas topologías.
10. Sobre las redes diseñadas en el ejercicio anterior, propón algún ejemplo concreto de instalación para cada una de esas topologías.

Comenta estas ideas en grupo para contrastar las diferentes opiniones que se manifiesten.

Descubrirás que aunque hay topologías que se prestan más que otras a algunas circunstancias, no se puede afirmar rotundamente que a cada topología le corresponda un tipo de instalación.

### V. Conocer la composición de la arquitectura de red estándar OSI

11. Realiza un gráfico que describa la estructura de siete niveles de la arquitectura OSI para redes de ordenado-

res. Escribe en cada capa el nombre que la identifica y agrúpalas en función de que estén orientadas a la red o al usuario.

12. Imagina una estructura en forma de capas, semejante a la realizada en el texto para la cooperativa agrícola, que describa un proceso de distribución de prensa escrita.

Algunos elementos que puedes considerar a la hora de estructurar las operaciones de logística de prensa escrita en capas son los siguientes:

- a) Los periódicos deben estar impresos a cierta hora.
  - b) Se agrupan formando paquetes.
  - c) El etiquetado de los paquetes de periódicos describe los destinos y las rutas de transporte.
  - d) Los camiones que transportan estos paquetes tienen como destino ciudades.
  - e) La distribución a quioscos o puntos de venta se realiza en furgonetas desde la central de transporte de la ciudad.
  - f) Se puede considerar el proceso de devolución de periódicos no vendidos.
13. Consolida la nomenclatura de cada una de las capas OSI rellenando en el siguiente mapa conceptual las cajas que aparecen en blanco con los nombres de las capas y las funciones fundamentales de cada una de ellas.

