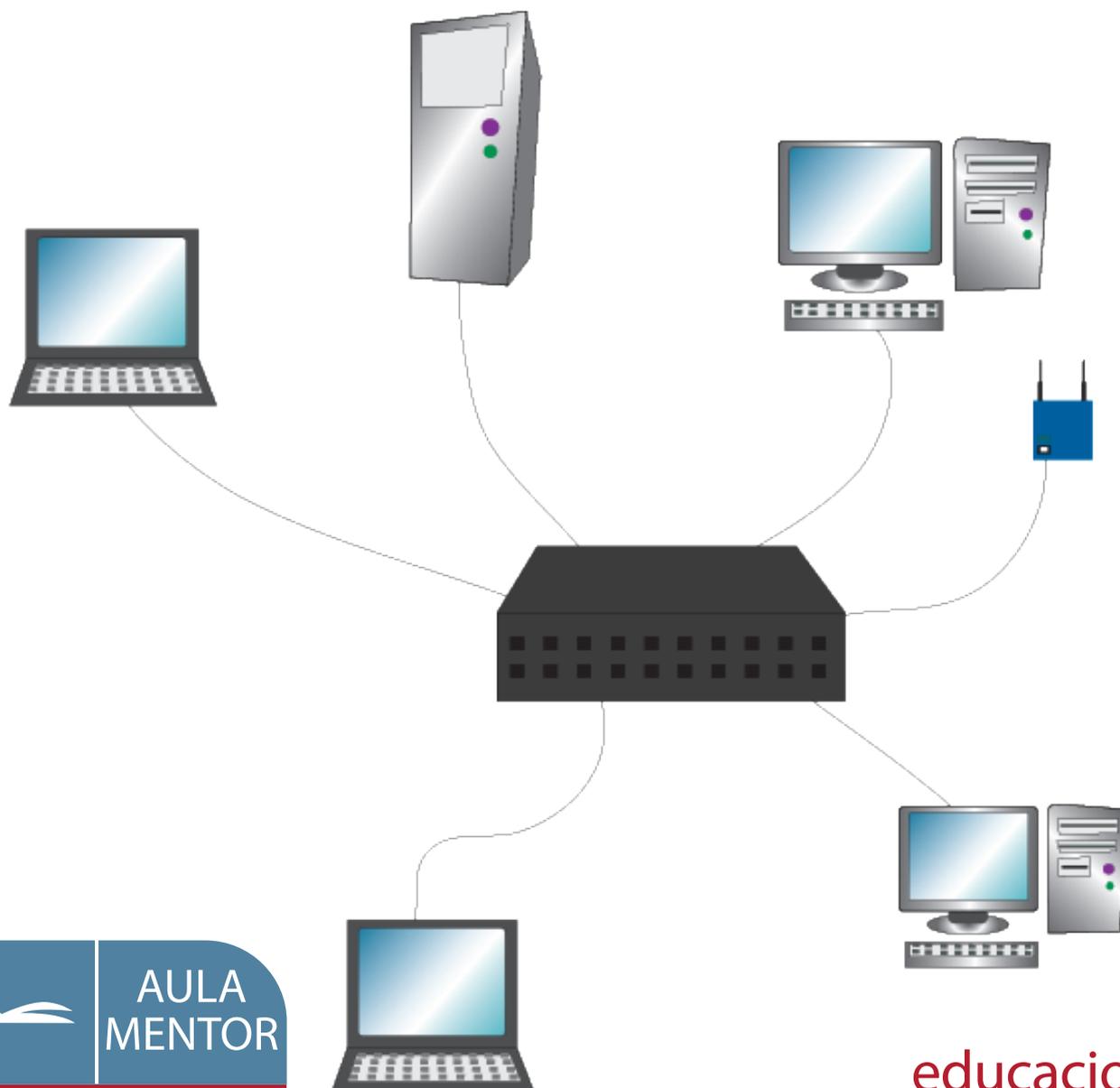




Redes LAN





Nipo: 651-06-020-7

Autoría:
Alberto Ruíz

Edición y maquetación de contenidos:
María Folgueira Hernández

Coordinación pedagógica:
María Folgueira Hernández

Ilustraciones de portada:
María Guija Medina

Redes LAN



Objetivo general del curso

Este curso pretende dar un enfoque teórico-práctico de las redes de área local (en inglés "Local Area Network" – LAN) de forma que el alumno adquiera los conocimientos y habilidades principales que necesita para conocer y aprovechar las ventajas de las Redes de Área Local, así como para la puesta en marcha y el mantenimiento de las mismas.

Materiales

Manual navegable y manual en PDF, disponibles en la mesa de trabajo del curso.

Método de trabajo

Mentor dispone de un entorno virtual de aprendizaje que facilita el acceso a materiales, evaluaciones y ejercicios prácticos. Además, permite el contacto del alumno con su tutor así como con el resto de alumnos del mismo curso.

El tutor, experto en los contenidos del curso, va resolviendo las dudas, corrigiendo las prácticas y siguiendo de forma efectiva el aprendizaje del alumno a través del correo electrónico y otras herramientas de evaluación y comunicación.

El curso puede realizarse desde el propio domicilio o desde el Aula Mentor más cercana si no se dispone de ordenador conectado a Internet. En el aula se contará con la ayuda del administrador para facilitar las primeras comunicaciones telemáticas.

El alumno deberá realizar y enviar al tutor las actividades en cada capítulo. Al finalizar el curso, deberá resolver un caso práctico relacionado con el diseño y la configuración de una red informática de una empresa.

Contenidos del curso

1. Introducción a las redes
2. Redes LAN
3. Redes WAN
4. Internet
5. Sistemas operativos
6. Administración y gestión de redes
7. Mecánica de red
8. Comunicación entre dos ordenadores
9. Redes en estrella
10. Configuración de conexiones
11. Compartir recursos

El curso está claramente dividido en dos partes, una teórica (Capítulos del 1 al 6) y otra práctica (Capítulos del 7 al 11)

Teoría de redes: Capítulos del 1 al 6

Las redes de ordenadores se constituyen, junto con la llegada del hombre a la luna, como el fenómeno más importante del Siglo XX. La evolución tecnológica que ha hecho posible la revolución de Internet ha provocado un cambio en la forma de ver y entender nuestra propia civilización.

El soporte teórico que dio origen a esta revolución es complejo y se ha generado a partir de las aportaciones de la psicología, la física, la filosofía, etc. La teoría que ha permitido desarrollar toda la comunicación entre equipos se nutre, del mismo modo, de múltiples ramas del conocimiento humano.

Este módulo "Teoría de Redes" consiste en una aproximación clara y sencilla a este fenómeno. Su estructura ha sido organizada con el fin de presentar los contenidos a partir de núcleos sólidos de conocimiento. Existen muchas otras alternativas de organización, sin embargo, se ha pensado en un desarrollo más didáctico.

Al finalizar este módulo se tendrán los conocimientos necesarios para entender el funcionamiento de las redes de ordenadores, desde una sencilla red LAN hasta la complejidad de Internet.

Redes paso a paso: Capítulos del 7 al 11

Una red LAN de ordenadores necesita para su creación, utilización y mantenimiento de un gran número de operaciones. En la mayoría de los casos son procesos sencillos pero que requieren de un conocimiento básico de aspectos de hardware y sistemas operativos.

En el Módulo "Redes Paso a Paso" hemos diseccionado los procesos de trabajo relacionados con las redes informáticas, desde la creación de un cable hasta la configuración de una VLAN. Todos los procesos están explicados de una forma clara y sencilla y acompañados de imágenes que permiten un mejor seguimiento de cada una de las tareas.

Uno de los aspectos que más se han cuidado en el desarrollo del presente módulo es su fundamentación teórica puesto que se ha buscado, de forma consciente, la interrelación entre todos los apartados que forman el presente curso. Así, cualquiera de los procedimientos que se explican tiene su conexión directa con el módulo de teoría, detallando, si así es necesario, aspectos que permitan comprender en profundidad el sentido de cada una de las operaciones realizadas.

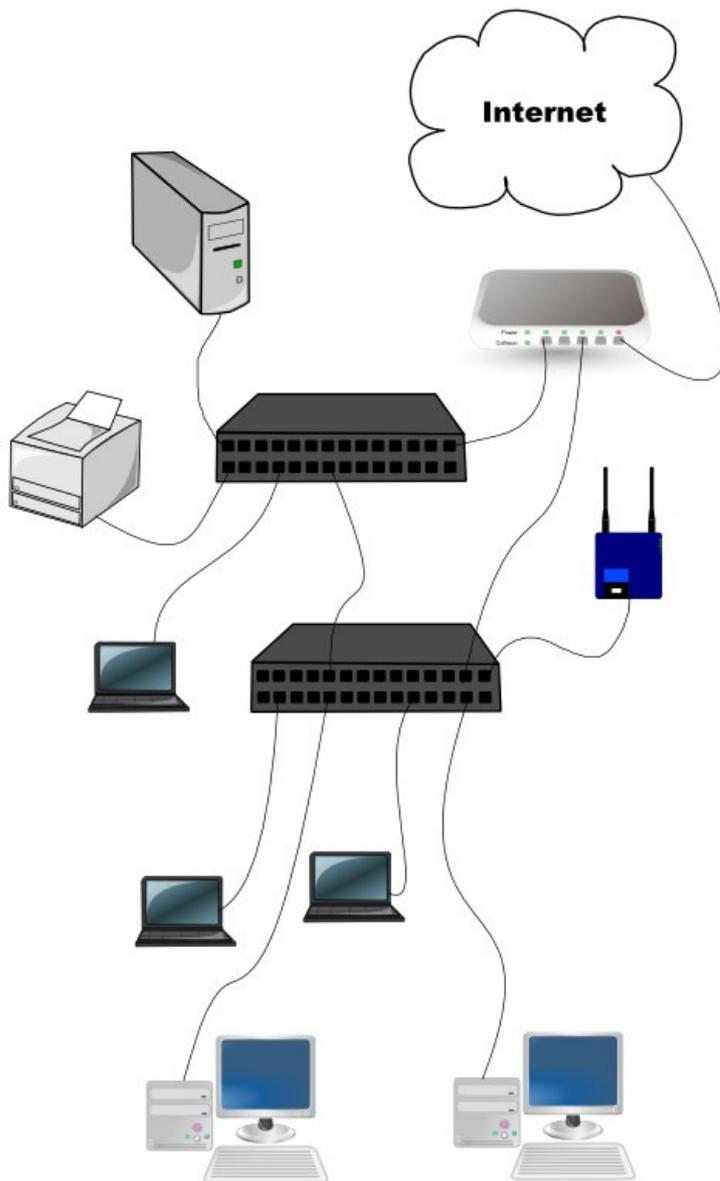
Certificación final

Al finalizar el curso y una vez superada la prueba final, el alumno/a obtiene un certificado de aprovechamiento expedido por el Ministerio de Educación, y en su caso, de la Consejería de la Comunidad Autónoma correspondiente.

En este curso se certifican 70 horas.

Capítulo 1. Introducción a las redes

En este capítulo, haremos una introducción a las redes de ordenadores. Veremos los conceptos básicos de una red, cuál fue su origen, los elementos principales que la componen, los recursos que se pueden compartir y los diferentes tipos de redes y modelos conceptuales.

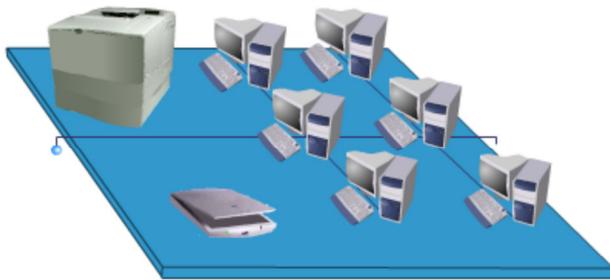


1.1 Concepto de red

Las redes de ordenadores son un fenómeno relativamente reciente que, sin embargo, están teniendo un desarrollo vertiginoso, paralelo a la evolución sufrida en este ámbito tecnológico (hardware y software) y, sobre todo, de Internet.



Pese a tratarse de una tecnología compleja, su desarrollo ha buscado siempre la transparencia para el usuario y la facilidad en su integración, de manera que en la actualidad son pocos los hogares que no disponen de una conexión a Internet y las empresas o centros educativos que no trabajan sobre una red LAN.



Aula en red:
Serie de ordenadores que se comunican entre sí con el fin de compartir recursos

En este capítulo, vamos a explicar los conceptos más básicos sobre los que se sustentan las redes de ordenadores, los tipos de redes, aspectos elementales sobre tecnologías de comunicación y expondremos el modelo teórico que sustenta la comunicación entre equipos.

En esencia, una red es un conjunto de equipos informáticos interconectados entre sí. En toda red, hay una parte física y otra parte lógica. La parte física, está compuesta por todos los elementos materiales (hardware), y los medios de transmisión. La parte lógica (software), son los programas que gobiernan o controlan esa transmisión y la información o datos que es transmitida.

De este modo, una red de ordenadores puede ser entendida desde dos vertientes distintas:

- Conjunto de equipos interconectados con el fin de compartir recursos y transmitir información.
- Sistema de comunicación de datos entre equipos distintos.

Una red es, en definitiva, un sistema de dos o más ordenadores (autónomos) que, mediante una serie de [protocolos](#), dispositivos y medios físicos de interconexión, son capaces de comunicarse con el fin de compartir datos, hardware y software, proporcionando así, acceso a un mayor número de recursos con un menor coste económico y facilitando, su administración y mantenimiento.

La existencia de las redes de computadores ha facilitado enormemente el trabajo colaborativo y el uso de recursos compartidos, además de crear mecanismos de comunicación mucho más rápidos y eficientes dando origen al concepto de "autopista de la información". Para las empresas supone un gran ahorro de material puesto que permite disponer de periféricos y recursos de hardware más potentes y con mejores prestaciones. Todo ello realizado de forma transparente para el usuario de la red.



Pregunta Verdadero-Falso

¿El software es la parte física de una red?

Verdadero Falso

1.2 Origen de las redes de ordenadores

El origen y desarrollo de las redes de computadoras está basado en la colaboración de científicos de numerosos campos. Las investigaciones y el trabajo tecnológico se han apoyado en un mundo de ideas creadas por psicólogos, filósofos, economistas, etc. y en la colaboración de organismos gubernamentales, universidades y empresas.



Línea de Tiempo:

Desarrollo cronológico de la 1ª Comunicación entre Ordenadores

Aunque los primeros avances en el estudio de redes de computadoras se dieron en los Estados Unidos, el elemento detonador de todo el proceso es necesario buscarlo en otro país, la URSS. Tras el primer lanzamiento del satélite artificial Sputnik, por parte de la URSS, en los Estados Unidos se abrió un período de crisis, se sentían derrotados en la guerra fría y necesitaban una revisión de las políticas de desarrollo científico y tecnológico que se habían realizado hasta entonces. En este marco es en el que surge en 1957 la agencia ARPA (Advanced Research Projects Agency, Agencia de proyectos avanzados de investigación) dependiente del Departamento de Defensa. Evidentemente, sus objetivos estaban vinculados con el desarrollo tecnológico aplicado a la defensa, pues se consideraba altamente peligroso que la URSS fuese por delante en las distintas carreras emprendidas en la guerra fría.

A pesar de habernos remontado a finales de los años cincuenta, no se producen verdaderos avances hasta comienzos de la década de los '60, y estos avances se centran más en aspectos conceptuales que tecnológicos. Así, en 1962 J.C.R. Licklider (psicólogo e informático) en ARPA propuso la interconexión de ordenadores para el desarrollo de trabajo colaborativo entre investigadores. Simultáneamente, en el MIT (Instituto tecnológico de Massachusetts) L. Kleinrock escribió el primer artículo "Flujo de información entre Redes amplias de comunicación" sobre tecnología de comunicación por cable mediante conmutación de paquetes, sentando así las bases para la comunicación entre computadores.

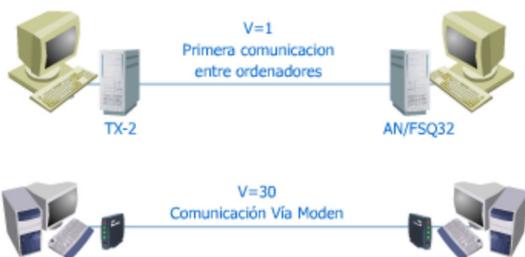


Tabla de velocidades:

Comparativa de velocidades de transmisión de datos entre la primera comunicación entre ordenadores y una transmisión vía MODEM



En 1964 J.C.R. Licklider abandona ARPA y marcha al MIT para trabajar junto a W. Clark. Fruto de esta colaboración es su publicación "Online Man Computer Communication" donde presentan la necesidad de la colaboración a través del uso de computadoras. Un año después, P. Barand realiza la primera propuesta realmente viable para la utilización de redes de ordenadores basando su comunicación en la conmutación de paquetes.

Con el patrocinio de ARPA, un año después, dos máquinas situadas en el MIT y en System Development Corporation de Santa Mónica se unen mediante una línea dedicada cuya velocidad de transmisión era de 1200bits por segundo. El ordenador del MIT se denominaba XT-2 y el de Santa Mónica AN/FSQ-32.

A partir de la publicación en 1966 de "Towards a Cooperative Network of Time-Shared" (Hacia una red cooperativa de computadoras de tiempo compartido) por parte de L.G. Roberts del MIT, se sientan las bases para la creación de ARPANET (red de computadores de ARPA) y de la primera red de ordenadores. Tres años después y tras la creación de la primera interfaz para enrutar la comunicación entre distintos nodos (router) el IMP (interfaz Message Processor, Interfaz de mensajes para procesadores), se construye ARPANET, primera red de computadores, constituida por cuatro nodos situados en la Universidad de California-Los Ángeles, el Stanford Reseach Institute (San Francisco, California), la Universidad de California en Santa Bárbara y la Universidad de Utah.

La primera comunicación se produjo entre Stanford y UCLA el 20 de octubre de 1969, exactamente tres meses después de que el hombre pisara por primera vez la luna. Se había dado el primer paso para la mayor revolución tecnológica del Siglo XX.

Internet, la comunicación entre computadoras, el correo electrónico, el teletrabajo, la videoconferencia, son elementos que se han integrado en nuestra rutina y que van a provocar la mayor revolución cultural que haya expedientado la humanidad en el Siglo XXI.



Nota

Un bit es un número que puede tener asociado un valor de 1 ó 0. Es la unidad de transmisión de datos en el mundo de la Informática y de Internet. Como sabemos, el sistema de numeración que sólo emplea unos y ceros es el binario. De manera que un número de ocho dígitos en base dos puede tener un valor máximo de 2 elevado a 8, es decir, de 256 valores distintos (desde el 0 al 255 inclusive, en numeración decimal). Por lo tanto, con ocho bits podemos diferenciar únicamente 256 objetos, de ahí, que para transmitir una letra sean necesarios ocho bits.

Si la primera línea dedicada permitía una transmisión de 1200 bits por segundo, se estaban transmitiendo 150 letras por segundo. Comparándolo con la velocidad de una mecanógrafa experta sería 40 veces más rápido, pero si lo comparamos con la velocidad de transmisión de un MODEM de 36.000 bits/s sería unas 30 veces más lenta y con respecto a una línea ADSL podría llegar a ser 800 veces más lenta.



Pregunta Verdadero-Falso

Las primeras redes transmitían la información a una velocidad de 1200 bits por segundo. Si tuviéramos que descargar una canción en formato MP3 que ocupa 5 MB a dicha velocidad, ¿tardaríamos más de 9 horas?

Verdadero Falso

1.3 Elementos de una red

Para determinar los elementos que componen una red debemos diferenciar entre los elementos físicos y los componentes lógicos. Entendemos por componentes físicos todo el hardware y medios físicos necesarios para la comunicación entre ordenadores. Los componentes lógicos son los protocolos de comunicación y el software que permite esa comunicación.

Resulta evidente que, dependiendo del tamaño de la red y las prestaciones que deseemos que nos ofrezca, estos componentes pueden aumentar en número y complejidad. Para facilitar su comprensión, vamos a centrarnos inicialmente en una red formada por dos ordenadores:

- Elementos físicos:
 - Dos PCs
 - Tarjetas de red: Una en cada equipo
 - Un medio físico para la transmisión de datos
- Elementos lógicos:
 - Software
 - Protocolos de comunicación



Conexión de dos ordenadores:

Dos ordenadores pueden emplear distinto tipo de tecnología para su conexión, desde cable serie o paralelo a par trenzado, coaxial o USB, sin descartar cualquier tipo de conexión inalámbrica



La unión física entre ambos ordenadores podrá realizarse a través de un cable de red conectado a un switch, aunque si se tratara de dos equipos sólo, se puede hacer a través de un cable de red de tipo cruzado. Otra posibilidad es utilizar redes inalámbricas basadas en el estándar 802.11x.



Conexión a una Red:

La comunicación entre ordenadores exige protocolo de comunicación, elementos de software y hardware



Cuando nos encontramos con redes constituidas por más de dos equipos, debemos empezar a emplear otros tipos de dispositivos de interconexión. En estos casos, la red estaría constituida por:

- PCs
- Tarjetas de red en cada PC
- Dispositivos de interconexión: switches, puntos WIFI, routers, etc.
- Medio físico para el transporte de datos:
 - Medios guiados: par trenzado y fibra óptica
 - Medios no guiados: ondas de radio, infrarrojos, etc.
- Software de conexión y protocolos de comunicación



Nota

En la actualidad, como medio físico se utiliza el cable de par trenzado y la fibra óptica, pero hace unos años se utilizaba el cable coaxial, ya en desuso para redes de área local. Lo mismo ocurre con los dispositivos de interconexión, ya que actualmente solo se utilizan switches y routers pero hasta hace unos años se utilizaban hubs y bridges, dispositivos que han quedado totalmente en desuso. Si todavía queda algún hub en su red, la recomendación es cambiarlo inmediatamente por un switch, pues el rendimiento del switch es varias veces mayor que el de un hub.



Pregunta Verdadero-Falso

¿Los switches son los dispositivos principales de interconexión de una red local?

Verdadero Falso

1.4 Compartición de recursos

La arquitectura cliente-servidor es la base para la utilización de los recursos disponibles en una red:

- **Cliente:** entendemos como tal, cualquier ordenador conectado a una red, de cualquier tipo.
- **Servidor:** es también, un ordenador, conectado a una red, pero que tiene algún recurso que puede ofrecer a la red.

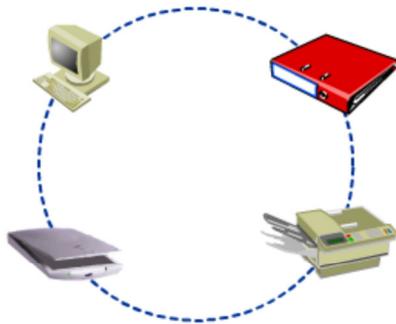
Como vemos estos dos términos son inseparables, los servidores ofrecen recursos y los clientes hacen uso de ellos. Es un proceso cooperativo entre cliente y servidor.

Normalmente, el servidor es un ordenador más potente y con más recursos que el cliente, pero no siempre es así.

Entendemos por recurso:

- **Hardware:** distintos periféricos de entrada o salida, impresoras, escáneres, cámaras, sistemas de almacenamiento de datos, etc.
- **Software:** cualquier tipo de aplicaciones, paquetes de programas, etc.
- **Información:** todo tipo de datos de texto, numéricos, documentos, bases de datos, imágenes, audio, video, etc.

Como ya hemos indicado, una red de ordenadores es “un conjunto de ordenadores conectados entre sí y que pueden compartir información y recursos”. Es decir, los recursos instalados en un equipo pueden ser utilizados por el resto de equipos y usuarios de la red. Para limitar los accesos de los usuarios se pueden aplicar permisos y políticas.



Compartición de recursos:

Las redes de ordenadores permiten el acceso a recursos de un equipo desde cualquier otro, lo que facilita el trabajo colaborativo y una gestión optimizada de dichos recursos

a) Principales recursos para compartir

Conviene destacar que, de todos los recursos que pueden ser utilizados en una red local, los que nos van a ofrecer mayores ventajas a la hora de ser compartidos son:

Unidades de almacenamiento

En una red pueden compartirse, discos duros, unidades de DVD, carpetas, etc. Proporcionándonos un gran ahorro en la adquisición de estos materiales. Sin embargo, más importante que este ahorro, es el poder tener la información centralizada, evitando la repetición y la dispersión de estos archivos. Esto facilita el trabajo en común, ahorrando esfuerzo y costos a la vez que se garantiza la seguridad ante pérdidas o deterioro de la información, ya que al estar centralizada, las copias de seguridad son más sencillas de realizar.



Compartir unidades de almacenamiento:

Un servidor u otro equipo de la red pueden prestar distintas particiones o unidades de almacenamiento para que el resto de equipos de la red guarden sus archivos



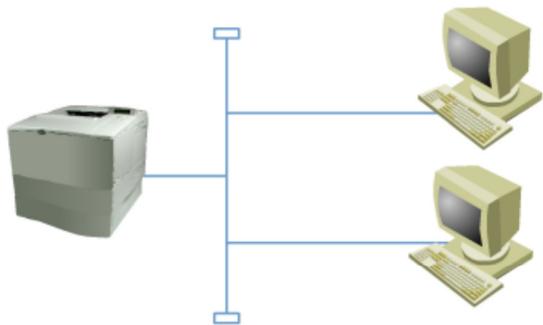
Servidor de aplicaciones

En lugar de tener una misma aplicación instalada en cada ordenador, es mejor tener una única para todos los que la utilicen. Con esto ahorraremos costes y facilitaremos el mantenimiento (reparaciones, actualizaciones, etc...).

En este sentido, son muy importantes las aplicaciones tipo groupware, que son aquellas que se utilizan para trabajar en grupo, por ejemplo: calendarios de grupo, planificación de trabajos de grupo, correo electrónico, etc... El incremento de productividad que esta forma de trabajar conlleva, es obvio.

Impresoras

Las impresoras, son uno de los elementos más caros de los periféricos de una red informática, por tanto, el hecho de poder minimizar el número de ellas, redundará en un importante ahorro de costes al realizar un uso más racional en la adquisición de este tipo de recursos. Evitamos tener que trasladarnos con la información de un equipo a otro y ahorramos tiempo y espacio en nuestra empresa. Así, podremos adquirir mejores impresoras en lugar de disponer de un mayor número de ellas, aunque de menor calidad.



Impresora compartida:
Las impresoras son los recursos que más posibilidades y mejor rendimiento ofrecen a la hora de compartirse



Acceso compartido a Internet

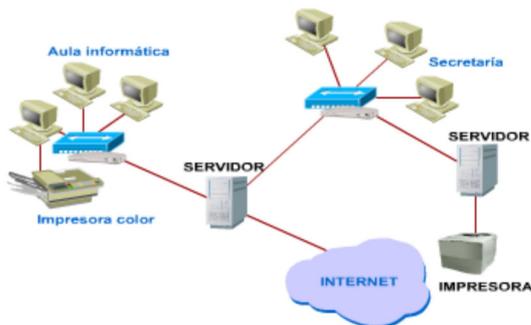
Otra de las grandes ventajas de una red es el poder acceder a Internet a través de un servidor o mediante un acceso compartido. Todos los equipos, empleando una única conexión, pueden obtener las ventajas de los servicios de Internet: correo electrónico, FTP, web, etc.

Cuando disponemos de un acceso a Internet de este tipo, podemos, además, establecer una serie de medidas de seguridad mediante un cortafuegos que evite el acceso a contenidos no permitidos en nuestra empresa a la vez que protegemos nuestra red del ataque de intrusos.

b) Recursos según la organización de la red

Según su tipo de organización, podemos tener una red:

- **Distribuida:** en este caso los recursos estarán distribuidos entre los distintos ordenadores que conforman la red y cada uno podrá, o no, ofrecer a los demás los recursos de que disponga.
- **Centralizada:** en este caso los recursos estarán centralizados en uno o varios servidores. Los demás ordenadores serán meros clientes que accederán a los recursos compartido por el servidor.
- **Mixta:** es una mezcla de ambas, con parte distribuida y parte centralizada. El grado de centralización puede ser variable en cada caso.



Red distribuida:
Observamos como en ésta red existen una serie de servidores que pueden gestionar distintas aplicaciones mientras que en otras dependencias del centro existen redes de igual a igual

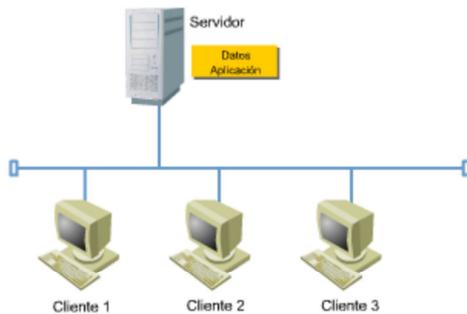
Arquitectura cliente-servidor

La arquitectura de tipo Cliente-Servidor, se caracteriza porque tiene sus recursos distribuidos entre los distintos ordenadores que forman la red y cada uno podrá, o no, ofrecer a los demás los recursos que posea. El grado, menor o mayor, en que estén distribuidos, puede ser muy variable. Esto implica un tráfico por la red, de todo tipo de objetos, no sólo datos. La red se convierte así en un elemento crítico y, con ella, la figura de administrador de la red. El objetivo es proporcionar más potencia al usuario final, con el objetivo de aumentar la operatividad.

El hecho de adoptar este tipo de arquitectura, aparte de afectar al entramado de hardware y software, supone cambios en la estructura de funcionamiento de un sistema de información.

La arquitectura Cliente-Servidor supone, normalmente, una mezcla de hardware, software y componentes de red, de distintos fabricantes. Por tanto tienen que ser arquitecturas de sistemas abiertos capaces de utilizar hardware y software de distintos fabricantes, en contraste con los sistemas cerrados, o de un sólo fabricante.

Si se quieren minimizar los costes de software y mantenimiento, el software debería residir en el servidor y, cuando el cliente lo ejecute, cargarlo en su memoria.



Modelo cliente-servidor:

Uno de los equipos actúa como servidor del resto prestando, generalmente, las herramientas integradas en el sistema operativo que permiten el control y gestión de la red

a) Seguridad

Un tema importante en este modelo es la seguridad. Normalmente los servidores, debidamente configurados por el administrador, son los encargados de pedir las contraseñas necesarias, de identificar a los usuarios, de conceder los permisos pertinentes para acceder a los distintos recursos, etc.

La seguridad es un tema clave a la hora de determinar una arquitectura. Cuando utilizamos un modelo centralizado garantizamos la seguridad desde todos los puntos de vista, sin embargo, cuando empleamos redes entre iguales obtendremos un nivel de seguridad mucho más bajo.

b) Modelos de arquitectura cliente-servidor

- **Modelo basado en servidor:** en este modelo los datos residen en el servidor, pero además, hay una serie de procesos que se ejecutan también en él. Las aplicaciones cliente-servidor, en realidad se componen de dos partes, aplicación cliente, que se ejecuta en él, y aplicación servidor, que se ejecuta en el servidor.
- **Las redes "entre iguales":** se pueden considerar un caso particular de este tipo de redes. Estas redes no tienen servidores, propiamente dichos, aunque, cada ordenador puede tener algunos recursos y puede ofrecerlos al resto de los ordenadores, o a algunos. En este sentido, se les puede considerar servidores. Aquí, los ordenadores pueden ser tanto clientes como servidores, dependiendo de que soliciten u ofrezcan algún recurso.
- **Basada en correo electrónico (e-mail):** todas las funciones son ejecutadas por el cliente y sólo las funciones de mensajería están en el servidor.
- **Base de datos compartida:** todas las funciones son ejecutadas por el cliente, pero los datos están en el servidor. El cliente carga la aplicación en su memoria y esta aplicación hace las llamadas necesarias al servidor de datos.



Pregunta Verdadero-Falso

En una red "entre iguales" la seguridad es mayor y son más fáciles de administrar.

Verdadero Falso

1.5 Tipos de redes

Clasificación de las redes por su tecnología de transmisión

Básicamente hay dos tipos de Tecnología de transmisión usada para la conexión entre ordenadores: redes broadcast o de difusión y redes punto a punto.

Redes de difusión

En las redes de difusión, también llamadas redes broadcast, hay un único medio de comunicación, compartido por todos los ordenadores de la red. Los ordenadores envían mensajes cortos, denominados tramas, que llegan al resto de los ordenadores de la red. Sin embargo, esto no quiere decir que todos los mensajes tengan como destinatarios, siempre, la totalidad de los ordenadores de la red.

Normalmente estas redes utilizan topología en bus, topología en anillo o topología en estrella con un hub.

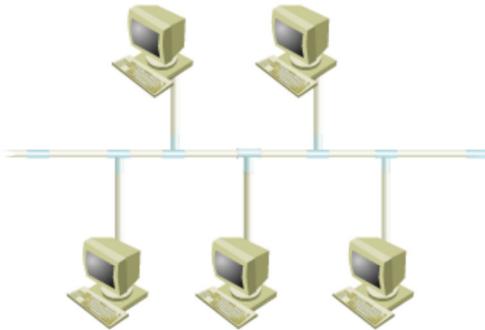
Los [protocolos](#) que se utilizan en estas redes deben permitir determinar cuándo un mensaje se envía a todos los computadores o cuándo lo hacen únicamente a uno, del mismo modo, deben preocuparse de controlar que no se produzcan [colisiones](#)

En la trama, aparte de la información propiamente dicha, hay un campo que indica el origen y el destino de dicha información. Pudiendo determinarse si el mensaje se envía a todos, a uno, o varios ordenadores en concreto.

Cuando el mensaje se dirige teniendo como remitentes al resto de los equipos de la red estamos enviando un mensaje de Broadcast. En el caso de que un host realice esta operación, todos los ordenadores reciben el mensaje y lo procesan. Sin embargo, si el mensaje no es de Broadcast, al ser un medio compartido y, dependiendo del dispositivo de interconexión, puede que todos los equipos lo reciban, pero, en este caso, si la trama no iba dirigida a él, la ignora.

En una red se producen mensajes de Broadcast en situaciones muy diversas, por ejemplo cuando un ordenador se conecta a una red envía un mensaje de este tipo en busca de un servidor que le pueda asignar una dirección IP, también, cuando desconoce una [dirección MAC](#) (dirección de la tarjeta de red del host de destino) de un equipo, envía otro mensaje de Broadcast al resto de los host de su red para que alguno le pueda proporcionar esta información.

En definitiva, al tratarse de un medio compartido, todos los equipos reciben los mensajes enviados por el resto, sin embargo, estos mensajes pueden estar, efectivamente, dirigidos a todos (mensaje de Broadcast) o sólo a uno de ellos, en cuyo caso el resto de los equipos ignoraría la trama recibida.



▶ **Redes de difusión :**
Los ordenadores en las redes de broadcast comparten un mismo medio por cuyo acceso y utilización compiten.

En este tipo de redes, el problema principal, es la asignación del canal, ya que éste es único, y debe ser compartido por todos los ordenadores. Para solucionar esto, se han creado múltiples protocolos, que pertenecen al nivel MAC (Control de Acceso al Medio). Hay dos métodos:

- **Asignación estática:** usa la [multiplexación](#), para dividir el ancho de banda del canal entre los ordenadores que lo usan. Es decir, si un canal posee 100 Mb de ancho de banda y disponemos de diez host conectados al medio, éste es dividido en diez partes de 10 Mb, reservando una de ellas para cada uno de los host. Este sistema de asignación permite que cada ordenador no dependa del resto para comunicar, aunque, si sólo necesita enviar datos uno de ellos, los otros 90 Mb están desaprovechados. Su mayor ventaja es que se evitan las interferencias y colisiones.



Multiplexación:

La multiplexación permite aumentar la velocidad de transmisión mediante la creación de nuevos canales.

- **Asignación dinámica:** que permite gestionar la utilización de un único medio en función de las necesidades de comunicación de los equipos en cada momento; reparte el ancho de banda más eficazmente. En este tipo de asignación se parte de los siguientes supuestos:
 - Existe un número de equipos indefinido.
 - Sólo se dispone de un canal de comunicación.
 - Si se envían dos mensajes a la vez (tramas) se produce una colisión.
 - Los host pueden observar la red y comprobar si el canal está ocupado. También se puede establecer un sistema en que esto no sea necesario.

En función de estos supuestos, se han creado distintos protocolos de acceso al medio, en redes Ethernet uno de los protocolos más usados, es CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). El ordenador que quiere transmitir, examina si el canal lo está usando otro, en este caso espera para transmitir. Si hubiera un choque, la transmisión se detendría. El conjunto de normas IEEE 802.3, siguen este protocolo.

Redes punto a punto

La otra tecnología, son las redes punto a punto. En este caso, cada PC dispone de su propio medio de comunicación independiente y no se producen colisiones.

Este tipo de redes, usa dos tecnologías diferentes:

- **Conmutación de circuitos:** en las que se establece un "circuito" entre los dos puntos, mientras dura la conexión.
- **Conmutación de paquetes:** en las que el mensaje se divide en partes, denominadas paquetes, que se envían independientemente unos de otros, incluso desordenados y por distintos caminos, hasta su destino, donde se debe reordenar y recomponer el mensaje.

Normalmente estas redes utilizan topología en estrella con un switch.

Clasificación de las redes por su tamaño

Por su tamaño, las redes pueden dividirse en:

Redes de área local (LAN: Local Area Network)

Son redes privadas con un medio físico de comunicación propio. Se consideran restringidas a un recinto determinado: centro docente, empresa, etc. aunque puedan extenderse en varios edificios empleando distintos mecanismos y medios de interconexión. En las redes de área local, la longitud máxima de los cables, que unen los diferentes ordenadores, puede ir desde 100 metros, con cable de par trenzado, hasta algunos kilómetros en segmentos unidos por fibra óptica. La velocidad de transmisión típica va desde los 100 Megabit/ hasta los 10 Gigabit/ en la actualidad.

Redes metropolitanas (MAN: Metropolitan area network)

Este tipo de redes es similar en su estructura y funcionamiento a las LAN, si bien ocupan una mayor extensión geográfica como la unión de un campus universitario a lo largo de una ciudad. Pueden ser públicas o privadas.



Red MAN:

▶ Está compuesta por una serie de redes LAN interconectadas

Redes de área extensa (WAN: wide area network)

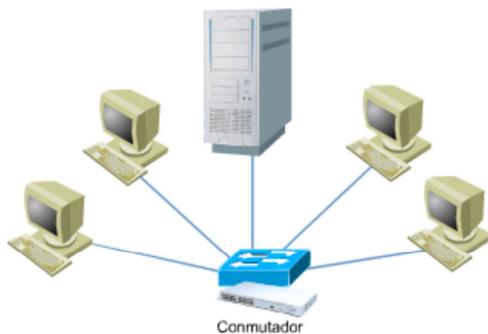
Consisten en ordenadores y redes de área local y metropolitanas, unidas a través de grandes distancias, conectando equipos y redes a escala nacional o internacional.

Sus características son:

- Velocidades de transmisión menores comparadas con redes de área local.
- Protocolos de enrutamiento dinámico para adaptarse a posibles contingencias.
- Técnicas de almacenamiento y reenvío (Store and Forward) en los nodos de comunicación.

Están compuestas por un conjunto de nodos interconectados donde los datos son encaminados a través de los mismos, desde un emisor hasta el receptor. La comunicación entre los nodos se puede establecer mediante dos sistemas de conmutación:

- **Conmutación de circuitos:** Se establece una comunicación dedicada entre los nodos. El camino queda fijado durante toda la llamada, se transmitan o no datos. El circuito de llamada se establece de manera similar a una llamada telefónica y se comporta como un circuito dedicado, aunque solo mientras dura la conexión. Este sistema sería similar a lo que sucede cuando se desplaza un alto cargo en un vehículo oficial de un lugar a otro. Se establece una ruta entre su domicilio y el lugar al que se desplaza, la policía bloquea todos los accesos a esa ruta y el vehículo oficial realiza el traslado sin que llegue a coincidir con ningún otro vehículo. Una vez que ha finalizado el desplazamiento se vuelven a abrir las carreteras.



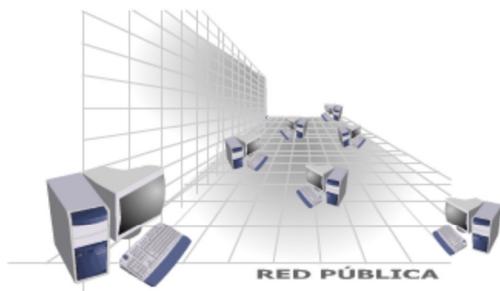
Circuito Dedicado:

▶ Se consigue cuando a través de mecanismos electrónicos se crea un circuito permanente entre dos equipos.

- **Conmutación de paquetes:** Consigue mejor rendimiento. La información se divide en paquetes -grupos de bits- que tienen una parte destinada a los datos propiamente dichos y otra a las señales de control como son el origen y el destino, los mecanismos de recuperación de errores, etc. Tienen una longitud máxima permitida y si se excede pueden ser divididos en paquetes más pequeños. Se retransmiten nodo a nodo y se certifica sin están libres de errores antes de reenviarlos al nodo siguiente.

Internet

Internet es una red de redes, aún más, es "la red de redes". Conecta millones de redes, de distinta índole, tamaño, características, etc., distribuidas por todo el mundo. Las redes pueden ser públicas (institucionales, educativas. etc.), o privadas (empresariales, de ocio, etc.). La conexión es posible entre redes de distintas plataformas y ambientes.

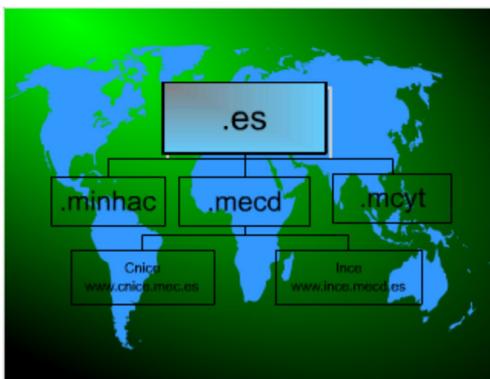


Esta conexión, entre redes tan distintas, es posible porque todas utilizan el mismo protocolo de comunicación, el TCP/IP. En realidad son dos protocolos, TCP (Transmisión Control Protocol) e IP (Internet Protocol).

Los ordenadores se suelen comunicar usando la tecnología punto a punto, por medio de paquetes, que contienen, por un lado, la dirección del origen y el destino, y por otro, los datos a transmitir. Todo este proceso, está regido por una serie de normas incluidas en los protocolos [TCP/IP](#).

Cada ordenador está identificado inequívocamente por su dirección IP. Está constituida por cuatro números entre 0 y 255, separados por puntos, por ejemplo: 172.244.232.16 (cuatro octetos binarios). Las tramas de datos circulan por las distintas redes dirigidas por los enrutadores, hasta que llegan a la dirección de destino.

Además de la dirección IP, también puede identificarse un ordenador por su nombre de dominio. Estos tienen una estructura jerárquica. Son una serie de letras separadas por puntos, por ejemplo: www.educacion.es. Los nombres de dominio son más fáciles de recordar que las direcciones IP, ya que cada palabra entre los puntos suele tener un significado.



Estructura de nombres de dominio

Entre la dirección IP y el nombre de dominio hay una relación biunívoca. De esta forma, siempre que se da el nombre de un ordenador, se puede averiguar su dirección IP y viceversa.



Nota

En las redes locales actuales no se emplean tecnologías de difusión por ser menos eficientes y más costosas de mantener que las redes conmutadas. Ya no se utilizan redes en bus con cables coaxiales ni redes en anillo. Las redes en bus con cable coaxial evolucionaron a redes en estrella con un nodo central compuesto por un hub y cableado de par trenzado desde el hub hacia cada PC, no obstante, en la actualidad ni tan siquiera se utilizan hubs ya que, al utilizar el hub un sistema de comunicación por difusión, el número de colisiones era elevado y el rendimiento se reducía bastante, por eso, en la actualidad, todos los hubs han sido sustituidos por switches. Si en su red todavía queda algún hub, sustitúyalo inmediatamente por un switch y verá como mejora la velocidad.



Pregunta Verdadero-Falso

Las velocidades de transmisión de una WAN son mayores que las velocidades de transmisión de una LAN

Verdadero Falso

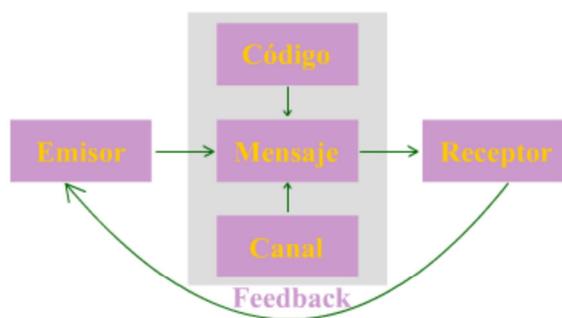


Actividad

1.6 Modelos conceptuales

Protocolos y arquitecturas de protocolos

Siempre que se pretende una comunicación del tipo que sea, se deben cumplir una serie de requisitos básicos, como son el tipo de lenguaje a utilizar, el tipo de información a transmitir, el momento, el modo, etc. Cuando dos equipos intentan establecer una comunicación deben hablar el mismo lenguaje y ponerse de acuerdo en una serie de normas. Estas normas son lo que denominamos protocolo. Un **protocolo** es, por tanto, el conjunto de normas mutuamente aceptadas que van a regir el diálogo entre los equipos de una red.



Esquema de comunicación:

La comunicación entre ordenadores sigue el mismo esquema conceptual que los mecanismos de comunicación humana

Pero, ¿cómo se comunican dos ordenadores? Evidentemente, estamos ante un tema complejo, ya que se están poniendo en juego múltiples elementos. Pensemos, por ejemplo, en el proceso que aparece desde que damos la orden en un procesador de textos para que se imprima un documento en un equipo, hasta que esa orden llega a otro PC que está compartiendo la impresora y se imprime el archivo.

En principio, disponemos de EMISOR que, a través de un MEDIO y empleando un CÓDIGO, envía un MENSAJE a un equipo RECEPTOR, pero, el código que van a emplear los ordenadores para comunicarse debe adaptarse al medio por el que debe circular el mensaje, por lo que se deben implementar unos elementos que codifiquen y descodifiquen la información para que pueda circular por el medio físico del que disponga esa red.

La manera de solucionar este problema tan complejo, fue tratar de dividirlo en subproblemas más fáciles de resolver. A estos subproblemas los denominamos niveles o capas. Así, la comunicación entre ordenadores queda estructurada por niveles y forma lo que llamaríamos una **arquitectura de protocolos de comunicaciones**.

Trabajando con estas arquitecturas, la comunicación entre máquinas era un hecho, sin embargo, uno de los problemas que se tenía al principio era que cada fabricante trabajaba con su propio protocolo, encontrándonos con redes imposibles de interconectar debido a que trabajaban con distintas arquitecturas y protocolos. Eran los modelos llamados "cerrados o propietarios". En estos casos, la comunicación entre equipos pertenecientes a redes con distintos protocolos era totalmente inviable. Evidentemente, se requería una arquitectura normalizada que sirviera como estándar o modelo de referencia.



Modelos Propietarios:
 Impedían la comunicación entre equipos que no estuvieran configurados y desarrollados por una misma empresa

Modelo de referencia OSI

La comunicación

El modelo de referencia OSI intenta crear una estructura de manera que el problema de la comunicación entre equipos pueda ser abordado del mismo modo por todas aquellas personas encargadas de desarrollar hardware y software para una red.

Evidentemente, este modelo se tuvo que crear debido a la complejidad del problema y, aunque es simplemente un marco de referencia teórico, ha permitido y potenciado el extraordinario desarrollo que se está dando tanto en las LAN como en Internet.



Modelo de referencia OSI
 Se trata de un modelo teórico de comunicación entre equipos informáticos que ha permitido crear arquitecturas abiertas de redes de ordenadores

Cuando realizamos una llamada telefónica no nos planteamos qué está sucediendo, simplemente descolgamos el auricular, marcamos el número y hablamos. Sin embargo, bajo esta sencilla acción subyacen muchos procesos que las hacen efectivas.

¿Qué sucede si cuando estamos hablando con otra persona no entendemos lo que nos ha dicho?, ¿Con qué idioma nos comunicamos?, ¿Si hay interferencias o se nos va la señal del móvil, cómo quedamos para seguir hablando? Estas y otras cuestiones son las que se presentan cuando nos planteamos una comunicación entre equipos, y el modelo OSI lo que hace es establecer qué debe suceder en cada caso y quiénes se deben encargar de cada una de las funciones. Este problema ha aparecido siempre que el hombre ha deseado crear sistemas de comunicación artificiales (comunicación telegráfica, lenguaje braille, etc.) , en unos casos se ha tenido que convenir un código, pero en otros se han debido crear todos y cada uno de los elementos que participan en una acción comunicativa.

Siguiendo con nuestro símil telefónico, podríamos plantearnos los siguientes puntos:

1. Quiero ponerme en contacto con una persona y en primer lugar, decido cómo lo voy a hacer, por teléfono, visitándole, enviando una carta, etc.
2. Esta persona con la que quiero establecer la comunicación es sueca, no domina el español, por lo tanto, debemos establecer un idioma común de comunicación, por ejemplo el inglés. También podríamos decidir si deseamos emplear una clave específica de comunicación para que nadie que esté escuchando pueda entender lo que decimos.
3. Todo esto lo hemos hecho sin plantearnos qué es ese timbre que suena, qué quiere decir el bip que se escucha al descolgar el teléfono. ¿Cómo sabe mi amigo que le llaman? ¿Cómo sé que puedo utilizar el teléfono? Éstos son también acuerdos que ya existen y que empleamos apenas sin darnos cuenta, pero que hubo que definir en la comunicación entre equipos informáticos.
4. A continuación, me debo plantear cómo ha de ser el mensaje, en qué situación se va a dar, cómo puedo localizar a la persona,... Creo una estructura del mensaje, un guión de la comunicación que quiero establecer.
5. Ahora procedo a marcar el número de teléfono, preguntar por la persona con la que quiero hablar, identificarla e identificarme. Comprobamos que la calidad de la comunicación es adecuada. Puede suceder que se den muchas interferencias y que necesitemos volver a ponernos en contacto, acordamos cómo hacerlo.
6. Estoy hablando con mi amigo y no entiendo algo que me ha dicho, le pido que me repita esa última palabra, a él le puede suceder lo mismo.

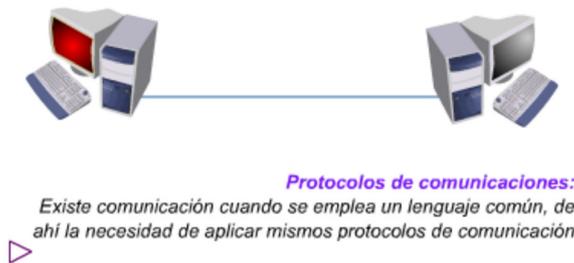
7. Por último, ¿Cómo y dónde se transforma la voz en un impulso eléctrico?, ¿Qué características debe tener?, ¿Cómo debe funcionar un teléfono?, ¿Cómo han de ser las conexiones?

Este proceso de comunicación es, con muchos matices y, salvando las distancias, los niveles 7 a 1 del modelo de referencia OSI. Debemos comprender que, en su momento, con la existencia de [modelos propietarios](#), era necesaria la creación de un estándar común y un análisis profundo de las necesidades asociadas a la comunicación de computadoras.

Características fundamentales del modelo OSI

En el modelo de referencia OSI se pueden distinguir tres características fundamentales:

- Arquitectura, en la cual se definen los aspectos básicos de los [sistemas abiertos](#).
- Servicios, proporcionados por un nivel al nivel inmediatamente superior.
- Protocolos, es decir, la información de control transmitida entre los sistemas y los procedimientos necesarios para su interpretación.



Arquitectura OSI

Spongamos que una empresa desea modificar su funcionamiento, hacerlo más operativo y homogéneo. Se reúne un equipo de consultores expertos que, tras largas deliberaciones presenta un informe. En este documento se definen los puestos de trabajo (desde el director general hasta el último empleado), se define la estructura jerárquica de la empresa y se explica cómo han de trabajar cada uno de los distintos empleados en función del puesto que ocupa y las funciones asignadas a ese puesto (convenio).

Por ejemplo, los mensajeros deben llevar los paquetes y cartas de un sitio a otro de la empresa o a otras empresas, sin embargo, no trabajan con cualquier tipo de carta o paquete, éstos, deben seguir unas claras normas a la hora de indicar dirección, formato etc. Además, sólo pueden recibir los paquetes de su jefe de servicio. Éste, se traslada por los distintos departamentos recogiendo los paquetes, identificando los que no están bien hechos y entregando a los mensajeros aquellos que se pueden enviar. Pero, se comunica únicamente con los gerentes de cada departamento que, entre sus funciones, están la recogida de documentación que se va a enviar, para supervisarla y entregársela al jefe de servicios de mensajeros. Evidentemente, este modelo se asemeja mucho a las típicas estructuras burocráticas.

La arquitectura de esta empresa la compondrían los distintos puestos de trabajo, las tareas que desempeña cada empleado y cómo presta servicio a los de rango superior. Además, explica cómo van a circular las órdenes y decisiones entre los empleados de las distintas capas. Pero, todo está pensado para que los trabajadores, sean del rango que sean, trabajen, aunque no tengan contacto directo, para cumplir las órdenes del director general de la empresa. Es decir, se ha contestado a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué soy?
- ¿Qué hago para mi jefe?
- ¿Cómo lo tengo que hacer?
- ¿Cómo me debo comunicar?

En la arquitectura OSI, para definir un nivel, hay que especificar qué [servicios](#) proporciona ese nivel y el protocolo o protocolos que van a utilizar las entidades de ese nivel. Las entidades son elementos activos, Hardware o Software, dentro de dicho nivel, las cuales, cooperan siguiendo un diálogo que aplica las normas de un protocolo.



Niveles:

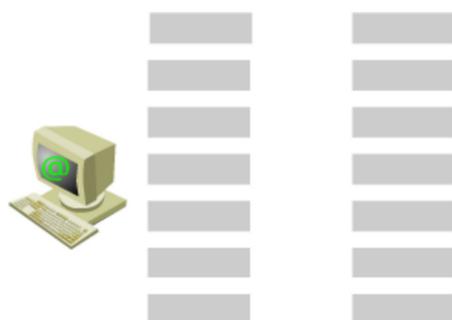
Cada nivel se apoya en los servicios que le ofrece el nivel inferior

Todos los niveles trabajan para dar un servicio al usuario del ordenador que desea comunicarse u obtener un servicio de otro equipo interconectado. La arquitectura OSI, divide todas las tareas en una serie de niveles que cooperan entre sí. Un nivel se sirve del inferior en tanto en cuanto este último, realiza una tarea para él, pero, a su vez, este segundo nivel empleará a otro que esté en la capa inmediatamente inferior.

En definitiva, cada nivel se relaciona con el inmediatamente superior e inferior mediante el concepto de interfaz, formado por un conjunto de elementos físicos y lógicos que relacionan dos niveles adyacentes. Los interfaces entre un nivel n y sus niveles adyacentes $n-1$ y $n+1$, están definidos por los servicios ofrecidos. Por ejemplo, un nivel puede ofrecer al nivel superior la traducción, a un lenguaje común, de la comunicación que se desea enviar (es su traductor), y una vez que ha efectuado su trabajo, cuenta con un nivel inmediatamente inferior que, por ejemplo, va a envolver la información ya traducida, sería su "empaquetador".

Así, gracias al trabajo de los tres niveles hemos logrado que una información que sólo podía ser identificada por una aplicación, ahora sea entendida por el resto de aplicaciones de su mismo nivel y que viaje protegida para que se conserve íntegra. Se ha mejorado la calidad de la comunicación gracias a los servicios que se han prestado unos niveles a otros.

A su vez, para el intercambio de información entre unidades funcionales del mismo nivel, se definen un conjunto de reglas denominadas protocolos. Cada nivel pasa la petición al nivel inferior, sin embargo, la arquitectura del modelo realiza las funciones de tal manera que, aparentemente, un nivel de un ordenador se comunica directamente con el nivel similar de otro ordenador.



Comunicación entre entidades del mismo nivel:

Aunque no existe una comunicación física directa, las entidades de un mismo nivel se comunican directamente de forma virtual

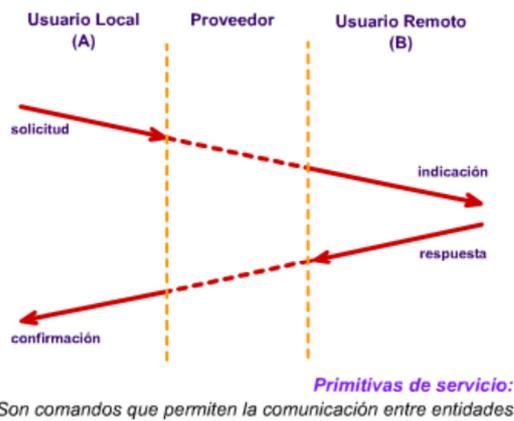
Por ejemplo, si el director general de nuestra empresa desea enviar una carta al director general de otra, amenazándole con una OPA, la comunicación será entre los dos directores generales aunque la carta haya recorrido un largo camino de descenso y ascenso en la jerarquía de ambas empresas, puesto que nadie, en ninguna de las dos empresas, tiene capacidad para intervenir en una comunicación de tan alto nivel.

Otra situación en la que podemos ejemplificar esta comunicación entre niveles, sería con estos mismos directores hablando por teléfono. Realmente, su voz no se transmite directamente a la otra persona, se deben establecer una serie de servicios intermedios (nodos de comunicación, centralitas, operarios, etc.) que van pasando la información, transmitiendo la señal telefónica, para que se produzca una comunicación a distancia.

Especificación de servicios OSI

Para entablar una comunicación, cada nivel, empezando por el más alto, envía la información al nivel lindante inferior, hasta llegar al nivel más bajo que accede directamente al medio físico (cable, ondas de radio, etc.). En la máquina receptora, la información seguirá el camino ascendente hasta llegar al nivel superior. Cada nivel utiliza los servicios del nivel inmediatamente inferior e incorpora una serie de mecanismos que le permiten mejorar dichos servicios ofreciendo al nivel superior servicios más sofisticados. Sin embargo, un nivel no conoce la forma en que el nivel inferior ha realizado el servicio ofrecido, está diseñado para realizar una función con independencia de lo que puedan hacer los otros niveles.

Un nivel solicita los servicios del nivel inferior utilizando una serie de primitivas de servicio. Un proveedor va a informar al usuario del servicio de una serie de sucesos o eventos utilizando las primitivas de servicio. Mediante la primitiva se especifica la función a realizar y con los parámetros que se pasan se transfiere la información de datos y control.



Podemos comparar las primitivas de servicio con una serie de mensajes u órdenes (siempre las mismas) que se emplean para poder realizar un servicio.

En el modelo OSI se utilizan cuatro tipos de primitivas:

- **solicitud**, el usuario del servicio emite esta primitiva para solicitar el servicio y pasar los parámetros que permiten realizar el servicio solicitado.
- **indicación**, el proveedor del servicio emite esta primitiva para informar al usuario del servicio de la acción iniciada por el proveedor o para informarle que se ha solicitado un procedimiento por el usuario del extremo de la conexión y proporcionar los parámetros necesarios.
- **respuesta**, el usuario del extremo emite esta primitiva para reconocer algún procedimiento previamente solicitado por una indicación.
- **confirmación**, el proveedor del servicio emite esta primitiva para conocer o completar algún procedimiento que se ha requerido mediante una solicitud.

Quiero hacer una llamada a cobro revertido, marco el número de telefónica y SOLICITO ese servicio, informando del número con el que me quiero comunicar. La telefonista llama al teléfono que le he señalado e INDICA, que hay una llamada a cobro revertido, en mi casa le RESPONDEN que aceptan la llamada y la telefonista me CONFIRMA que ya puedo hablar.

La secuencia de funcionamiento de las primitivas entre el usuario y el suministrador del servicio se representa mediante la siguiente figura. Un gráfico temporal, en el cual el transcurso del tiempo se muestra de arriba abajo y donde las líneas verticales representan los SAP (Service Access Points), estos últimos son puntos por los cuales el usuario de un servicio accede a los servicios ofrecidos por el nivel inferior.

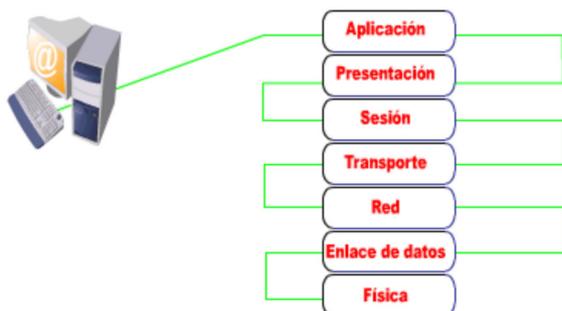
Una entidad en el usuario "A" envía una petición de servicio a su nivel inferior, y éste, su proveedor, la encaminará hacia el usuario "B". A la entidad correspondiente, del mismo nivel del cual partió la solicitud en el usuario "A", en el usuario "B", lo que le llega es una indicación. A su vez, este utilizará la primitiva de respuesta, y lo que llegará al usuario "A" es una confirmación. Las entidades de nivel inferior hacen de intermediarios en la comunicación entre sus respectivas entidades de nivel superior.

Mi director general (empresa A) le pide a su secretario que le ponga en comunicación con el director de la otra empresa (empresa B), su secretario se pone en contacto con el secretario de la empresa competidora y le indica los deseos de su jefe. El secretario de la empresa B habla con su jefe, y si éste acepta, le pasa la comunicación. Los secretarios son los proveedores de servicios y los distintos mensajes que se pasan entre jefes y secretarios para establecer la comunicación serían las primitivas del servicio.

Los servicios pueden ser confirmados o no confirmados. En el servicio confirmado se utilizan las cuatro primitivas, en el servicio no confirmado solo se utilizan las primitivas de solicitud e indicación, es decir, no se espera la respuesta del destinatario para establecer la comunicación.

Especificación de protocolos OSI

Tal como hemos descrito, la comunicación entre dos equipos se hace mediante la relación (lógica) que establecen los niveles similares de los distintos nodos. Esta relación lógica es, en definitiva, una relación de comunicación entre niveles y, para que esta comunicación se pueda producir, se han establecido una serie de normas, lo que hemos definido hasta ahora como protocolos. Así, las entidades de un mismo nivel, emplean protocolos propios.



Circulación de datos a lo largo de las capas del modelo OSI:
Cada nivel añade su propia cabecera que permitirá la comunicación con su mismo nivel de la otra estación.

Evidentemente, el fin de esa comunicación entre niveles es la transmisión de una serie de datos que se han originado en la capa de aplicación. Esos datos, van bajando por las distintas capas donde, cada una de ellas, agrega información en su propio lenguaje (protocolo) para que, cuando esos datos lleguen a su destino, cada nivel entienda la información que recibe y se pueda comunicar con la capa del mismo rango del otro equipo.

Esa información que se van pasando los distintos niveles recibe el nombre de PDU (Protocol Data Unit, Unidad de datos de protocolo) y tiene un formato similar en cada capa, una serie de datos que se reciben de la capa anterior, a la que se le añade la cabecera de la capa del nivel en el que se encuentran los datos. Esta cabecera, propia de cada nivel contiene las opciones que aporta ese nivel al proceso de comunicación.

Todas las unidades de datos deben ser autocontenidas, es decir, deben llevar dirección origen y dirección destino. La estructura de una PDU se puede ver en la figura que se muestra a continuación:

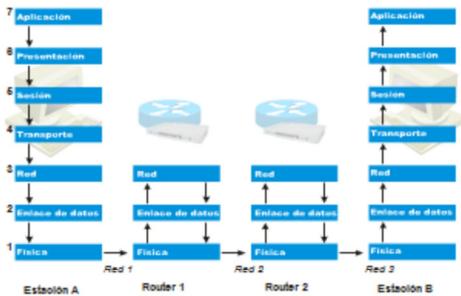
Una PDU de nivel n está formada por una cabecera y la SDU (Service Data Unit, unidad de datos de servicio). En la cabecera se incluye la información de control, formada por el identificador de la PDU y unos parámetros (opciones de servicio). La SDU de nivel n está compuesta de la PDU del nivel n-1, la cual a su vez está formada por las cabeceras de los niveles inferiores, y los datos de usuario con los que se empezó la transmisión. A este proceso se le denomina encapsulación.



Estructura PDU de nivel n:
Formada por cabecera y SDU

Del mismo modo que la información desciende por los distintos niveles hasta llegar a la capa física y los datos van siendo encapsulados sucesivamente, las capas del host de destino leen la cabecera que le envía el nivel análogo del host emisor, la eliminan y pasan el paquete de datos al nivel superior.

Por regla general, y para evitar que el deterioro del paquete de datos provoque una pérdida grave de información, éste puede ser dividido, haciendo corresponder una PDU de nivel n con varias PDU de nivel n-1, operación conocida como segmentación. En el nodo receptor habrá que realizar un reensamblaje para obtener de nuevo la PDU de nivel n.



Routing:

Camino seguido por un paquete de datos a través de distintas redes y niveles de red. En los host intermedios (routers) sólo se llega al nivel 3 (nivel de red) de la arquitectura OSI

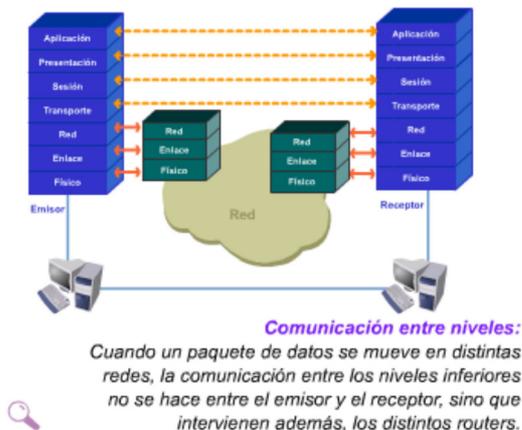


También, se puede hacer corresponder varias PDU de nivel n con una única PDU de nivel n-1, operación conocida como bloqueo. En el nodo receptor habrá que realizar un desbloqueo para obtener de nuevo las PDU de nivel n.

El modo de actuar en la comunicación entre dos nodos de una red que sigue el modelo OSI se puede describir suponiendo que tenemos un nodo emisor y otro receptor. El emisor tiene unos datos que quiere transmitir al receptor. Estos datos los pone a disposición del nivel de aplicación, éste recoge los datos, les añade la información de control propia del nivel y los envía al nivel de presentación. El nivel de presentación, a su vez, añade otros datos de control a la PDU que le llega desde el nivel de aplicación y la nueva PDU se la entrega al nivel de sesión. Así sucesivamente, hasta que se llega al nivel físico. Previamente el nivel de enlace de datos ha fragmentado la PDU en una o más tramas (dependiendo del tipo de red en que se trabaja), crea también una cola que indica el final del paquete y utiliza el método de acceso al medio para poder acceder al medio de transmisión. Estas tramas se transmiten por el hilo de cobre como un flujo de bits (variaciones en el nivel de tensión, las cuales representan unos y ceros del sistema binario).

Cuando las tramas van por la red, los encaminadores usan la información de las direcciones que contienen las tramas para que éstas lleguen a su destino. Es decir, descodifican el flujo de bits que se transmite por la red y abren los paquetes para identificar la dirección de destino de los datos. Una vez que han averiguado hacia dónde se dirige la información, vuelven a encapsular la información y la envían hacia la red correspondiente.

En el receptor, las tramas recibidas sufren el proceso contrario, en el nivel de enlace de datos, se unen otra vez las tramas para formar de nuevo una PDU. A medida que se pasa la PDU de un nivel al inmediatamente superior, se le va quitando la información de control (que puso el emisor) correspondiente al nivel en el que se está trabajando.



Descripción del modelo

En 1977, la ISO (Organización Internacional para la Normalización) crea un comité para definir una arquitectura de protocolos de referencia universal: OSI (Open System Intercommunication), definido en el ISO-TC97-SC16. La norma final (ISO 7498) se publica en 1984.

Este modelo define las bases para el establecimiento de protocolos de comunicaciones entre sistemas informáticos abiertos. No es una arquitectura, es un estándar que define cómo hacer un software de comunicaciones descomponiendo el problema de la comunicación en 7 capas o niveles. Estos son: físico, enlace, red, transporte, sesión, presentación y aplicación.

El modelo OSI explica qué se mandan dos sistemas que quieren comunicarse y las estructuras de datos utilizadas para ello. En cada nivel hay definidas unas funciones que proporcionan unos servicios típicos de dicho nivel, ya sea por hardware o por software, los cuales, se llevan a cabo siguiendo un protocolo del nivel. Cada capa hace uso de las funciones del nivel inferior para realizar sus propias funciones, y a su vez, ofrece servicios al nivel superior. A través de estos niveles se consiguen todas las funciones requeridas para conectar sistemas heterogéneos.

Spongamos que deseo enviar un ramo de flores a alguien. Dependo de la floristería para comprarlo y que lo forme, pero la persona encargada de la tienda debe buscar a otra persona que se encargue de recoger el ramo y llevarlo a su destinatario, y ya con su regalo, alguien debe desenvolverlo y ponerlo en agua. Se ha establecido una cadena de dependencias y servicios entre unas personas y otras. Si no hay florista no hay ramo que enviar, pero sin mensajero el ramo no llegaría nunca. Estos servicios tienen un doble sentido, cuando los datos van bajando hasta el último nivel y cuando, en el equipo receptor ascienden hasta el nivel de aplicación.

El siguiente gráfico muestra el flujo de información entre capas. Veámoslo con un sencillo ejemplo:

La estación A envía un mensaje de correo electrónico a la estación B. Para ello utiliza un programa de gestión de correo, Outlook Express, por ejemplo. Este programa se encuentra en el nivel de Aplicación e inmediatamente encima de él se halla el usuario. La información desciende hasta la capa física que está relacionada de manera directa con el medio de transmisión, o sea, el cableado que utiliza cada red o las ondas o infrarrojos si la red es inalámbrica. En este nivel, los datos viajan por el medio en cuestión en forma de bits hasta la otra estación. Allí, la información sube hasta el nivel de aplicación donde nos encontraríamos otro programa de gestión de correo que facilita al usuario la lectura del mensaje.

Cada capa añade un encabezado (C = cabecera) a los datos que recibe de la capa superior antes de enviárselos a su capa inferior. En la capa de enlace de datos se ha añadido también una serie de códigos al final de la secuencia (F = final) para delimitar no sólo el comienzo sino también el final de un paquete de datos. La capa física no entiende de datos ni de códigos: únicamente envía una secuencia de bits por el medio de transmisión (un cable, el aire, un haz de luz, etc.).

En el caso de tratarse de estaciones situadas en distintas redes nos encontraríamos con máquinas que dirigen la información: los routers. Como podíamos observar en los gráficos anteriores, son las tres primeras capas de estos dispositivos los que se encargan de enrutar, o encaminar la información de una estación a otra. Sin embargo, las capas superiores son exclusivas de los nodos origen y destino.

A medida que se van recibiendo secuencias de bits, se van pasando a las capas superiores. Cada capa elimina su encabezado antes de pasarlo a una capa superior. Obsérvese que el mensaje que envía cada capa de la estación A a su capa inferior es idéntico al que recibe la capa equivalente de la capa B desde una capa inferior. Finalmente los datos llegarán a la capa de aplicación, serán interpretados y mostrados al usuario del host B.

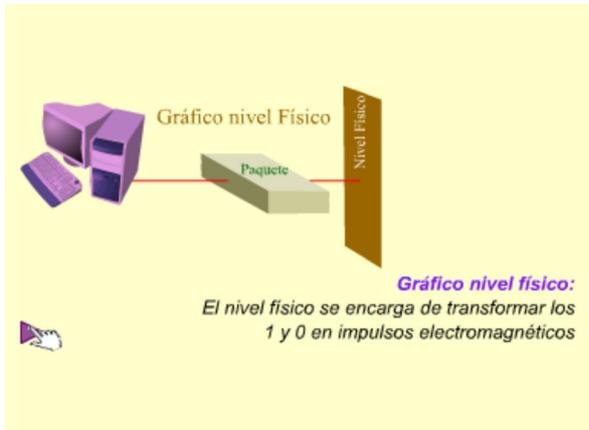
Explicación del modelo

A continuación profundizaremos un poco más en cada uno de los niveles:

- **Nivel físico**, se encarga de la transmisión de bits por un medio de transmisión, ya sea un medio guiado (un cable) o un medio no guiado (inalámbrico). Esta capa define el medio de transmisión y los conectores desde cuatro puntos de vista:
 - Mecánico: tipo de cable (de fibra óptica, cable par trenzado, enlace vía satélite...), aislante, etc...
 - Eléctrico: voltaje que representa un 1 y el que representa un 0, frecuencia, tipo de onda, velocidad de transmisión de cada bit, etc...
 - Funcionales: tipo de conectores, número y uso de los pines, etc...

- De procedimiento: secuencia de eventos por la cual cadenas de bits son intercambiadas.

La capa física no interpreta la información que está enviando: sólo transmite ceros y unos determinando cómo se va a producir un cero o un uno empleando para ello distintos mecanismos en función del medio por el que deba propagarse los datos. Es decir, traduce a señal eléctrica, lumínica o de radio una serie de datos que ha recibido en formato digital. Algunos protocolos de nivel físico son: RDSI, o EIA RS-232, que define la utilización de los puertos serie de los ordenadores.



- **Nivel de enlace**, envía tramas de datos entre estaciones (o routers) de una misma red. Su función es conseguir que exista una transmisión fiable solventando los problemas de ruido que pueda haber en la red.

Debemos pensar que la información que envía un equipo a otro puede recorrer una distancia muy pequeña o, por el contrario, debe de atravesar grandes distancias. En cualquier caso, se pueden provocar situaciones que deterioren la señal que transmite los datos (eléctrica, de radio, luz, etc.) de manera que si se enviara un flujo continuo de información y se deteriorara una pequeña parte, se perdería todo el mensaje, ya que no se llegaría a comprender. Así, se determina enviar tramas de datos (información partida en pedazos) que va acompañada de una serie de códigos para permitir saber dónde empieza y termina cada porción de información y si ha llegado en correcto estado.



Todo esto se hace empleando secuencias de 1 y 0 preestablecidas que son entendidas por el equipo receptor. Una secuencia permite indicar qué es el principio de la trama, otra, qué es el final y, además, se añaden otros 1 y 0 que, según sea el método de detección y control de errores serán de un tipo u otro. Pero, en cualquier caso, siempre será una secuencia completa de 1 y 0 que acompaña a la información que le ha suministrado las capas superiores y que el nivel físico transformará en un tipo de señal eléctrica, lumínica o de radio.

Por otro lado, en el equipo receptor, el nivel de enlace recibiría del nivel físico una secuencia de 1 y 0 que debería interpretar para saber si la información llega en buen estado y donde empieza y termina cada porción de esa información para así, pasársela al nivel superior.

Hagamos un juego, si repetimos rápidamente la palabra "jamón" observamos que se termina juntando y no sabemos lo que decimos,...

jamónjamónjamónjamónjamónjamónjamónjamónjamón

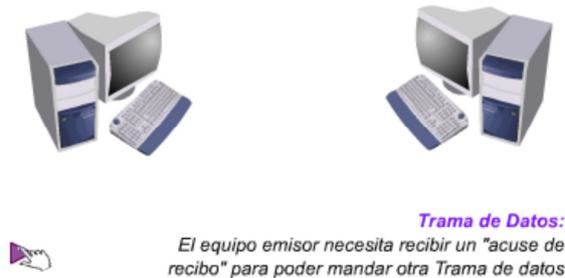
monja o jamón. Sin embargo, si establecemos una clara señal a la hora de separar cada una de las palabras sabremos lo que estamos diciendo, no se mezclarán los sonidos. Además, sabremos si se nos ha quedado cortada alguna de las palabras.

empiezojamóntermino empiezojamóntermino

Otra de las funciones que realiza esta capa es la de control de flujo para evitar la saturación del equipo que recibe la información. Así, se establece el acuerdo sobre cuánta capacidad de información puede asumir el equipo receptor (se habla de ventanas a las que se da una capacidad, 1, 2, 3,...). Se puede decir que esta capa hace de guarda de circulación que controla el flujo de información que debe pasar por una

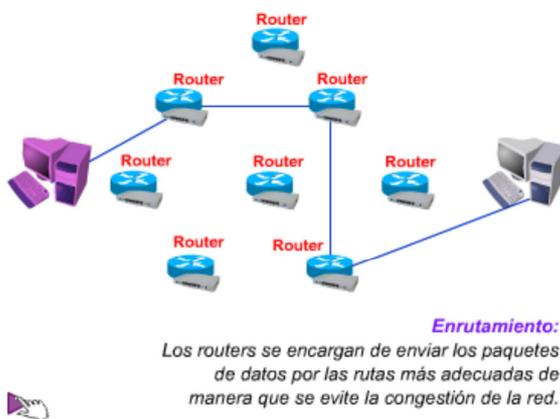
calle para que no se bloquee. El sistema más sencillo es el de parada y espera, el ordenador emisor envía una trama y espera que el receptor confirme la recepción para enviar otra.

En resumen, los protocolos de esta capa son responsables de delimitar las secuencias de bits que envía a la capa física, escribiendo ciertos códigos al comienzo y al final de cada trama. Ofrece la transmisión y recuperación **fiable** de datos, con varias funciones: Control de errores (detección/corrección), delimitación o sincronización de tramas, función de transparencia y control de flujo. El nivel anterior sólo ve bits, debemos determinar donde acaba un mensaje y comienza el siguiente (control de tramas), además se evita que haya ambigüedades en cuanto a dónde empieza y termina cada trama (función de transparencia). La información se enmarca con bits de control. Al estar todos los ordenadores interconectados, se necesita algo que regule el acceso al medio compartido (la red), es lo que se conoce como **control de flujo**.



Algunos protocolos del nivel de enlace: HDLC, LAPB, LLC, LAPD, ALOHA, CSMA, PPP, RDSI, CSMA/CD y Paso testigo.

- **Nivel de red**, se encarga del encaminamiento de paquetes entre el origen y el destino, atravesando tantas redes intermedias como sean necesarias. Los datos se fragmentan en paquetes y cada uno de ellos se envía de forma independiente (modo datagrama). Este nivel se encarga de mandar los paquetes de información por el camino más adecuado para que lleguen en el menor tiempo posible y evitando, a la vez, que las redes se lleguen a saturar. Este nivel no sólo se aplica en los host, existen unos mecanismos de interconexión (routers) que realizan también estas tareas. Serían los responsables de interconectar la información entre redes gestionando su tráfico.



Aparte, este nivel, se ocupa de la conexión y desconexión de redes, su sincronización, control de flujo de la información entre redes, detección de errores de transmisión y recuperación de los errores que se puedan producir.

Tarea importante del nivel de red es ocuparse de **evitar la congestión**, por exceso de paquetes en alguna rama de la subred.

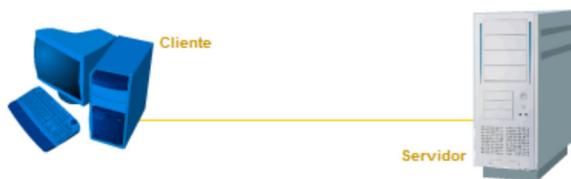
Dentro de un ordenador, este nivel decide si, el mensaje que acaba de llegar, tiene como destino ese equipo y, por lo tanto, lo debe dejar pasar a los niveles superiores del sistema o debe devolverlo a la red. Su función sería similar a la de un cartero que recogiera todas las cartas que circulan y rechazara las que no van a su zona, dejando pasar las que sí estuvieran bien dirigidas. Si el nivel de red recibe una trama que no es para la máquina en que reside, no la pasará a los niveles superiores y la reenviará hacia la máquina destino.

La PDU (Protocol Data Unit) del nivel de red se llama **paquete** o **datagrama**.

Ejemplos de protocolos del nivel de red son: X25, [Frame Relay](#); y [ATM](#) para redes de conmutación, e [IP](#) para redes interconectadas.

Esta capa ofrece como servicio, a los niveles superiores, la identificación de la procedencia y destino de los paquetes de datos, y utiliza al nivel inferior para que los organice de forma efectiva.

- **Nivel de transporte**, es el corazón del modelo OSI. Ofrece mecanismos fiables para el intercambio de datos de un extremo a otro, realiza servicios de detección de errores que aseguran la integridad de los datos así como los niveles de calidad de los servicios y se encarga de la multiplexación entre aplicaciones distintas



Petición de conexión:

El nivel de transporte se encarga de los mecanismos de apertura y cierre de conexión entre equipos

Como sabemos, las tramas de datos viajan sin orden por la red, los niveles inferiores se han encargado de que circulen de la forma mejor posible, pero nada más. El nivel de transporte tiene la función de recomponer la información para que tenga sentido.

Imaginemos que vamos a ver una representación teatral con todo el alumnado del centro. Disponemos de 500 coches, los alumnos vienen por clases pero en cada auto sólo caben cinco, de manera que vamos llenando los vehículos y estos van saliendo. Como circulan por una gran ciudad, cada coche coge el camino que mejor le parece en función del conductor (nivel de red), esto provoca que los coches lleguen en un orden distinto al de salida, luego en el destino, deberemos volver a colocar a cada alumno en su grupo, por orden de lista, para que, cuando debamos entrar al teatro, los alumnos ocupen el asiento que les correspondería en función de su clase y la asignación que le habíamos dado previamente. El nivel de transporte será el encargado de **eliminar las tramas repetidas** y ponerlas todas en el **orden correcto**. Se ocupará de subsanar las posibles deficiencias del nivel de red.

Realiza una conexión extremo a extremo entre los niveles de transporte de las máquinas origen y destino, es decir, solo se ven involucrados los niveles de transporte del origen y destino sin intervenir los de las máquinas intermedias. El nivel de transporte suele realizar operaciones de segmentación y multiplexación (incluir los datos pertenecientes a distintas conexiones del nivel superior por una única conexión del nivel actual). Es decir, se encarga de agrupar o separar los datos procedentes de los niveles superiores para que se obtenga una gestión más eficiente de la red.

Por último, se encarga de establecer la conexión entre el host de origen y de destino, de manera que se pueda controlar todo el tráfico de la información.

Ejemplos de protocolos ISO son: TP0, TP1, TP2, TP3 y TP4. Y ejemplos de protocolos para Internet son: TCP y UDP.

- **Nivel de sesión**, proporciona funciones de organización y sincronización para que las aplicaciones dialoguen entre sí. El diálogo se realiza a través del uso de una conexión que se llama sesión. Son mecanismos complejos que consiguen determinar en qué punto se encuentra exactamente una comunicación si ocurre un error fatal. No se suele usar, son para aplicaciones muy específicas.
- **Nivel de presentación**, se encarga de la presentación de los datos intercambiados entre entidades de nivel de aplicación, es decir, la sintaxis de estos datos. Actúa como un traductor de manera que, cualquiera que sea la aplicación que desea emplear los servicios de la red, los datos se traducen a un formato universal, un "esperanto" de la comunicación entre equipos informáticos. Independiza las sintaxis locales manejadas por el nivel 7 a través de una sintaxis de transferencia universal.

Se ocupa de los aspectos de representación de la información, por ejemplo, se ocupa del tipo de codificación de los datos previamente establecido. También se ocupa de la compresión de los datos y de su encriptación.

Un ejemplo puede ser la codificación de los textos según la tabla ASCII y los números en complemento a dos.

- **Nivel de aplicación**, este nivel enlaza directamente con el usuario real. Son funciones de uso común para muchas aplicaciones, las cuales estarían por encima (emulación de terminales, transferencia de ficheros, correo electrónico...).

Funcionamiento en una red con la pila OSI

La transmisión de datos entre dos nodos de una red que sigue el modelo OSI, necesita que cada nodo tenga los mismos protocolos en cada nivel ya que de otra forma no se entenderían el emisor y el receptor. En el modelo OSI no existe una comunicación directa entre dos niveles a excepción del nivel físico. Realmente lo que hay es una relación lógica entre los niveles.

Modelo OSI



Capas del modelo OSI

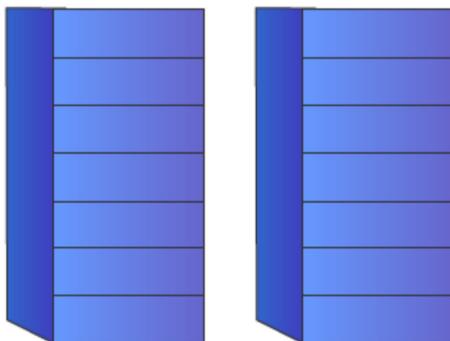
Cuando la comunicación entre dos máquinas debe atravesar una o varias redes será necesario que entre dos máquinas adyacentes se comuniquen hasta el nivel de red, donde se ve la información relativa a dirección destino, sin embargo la comunicación entre emisor y receptor será extremo a extremo a partir del nivel de transporte.

Es decir, en los nodos intermedios solo tienen que tratar la información los tres niveles inferiores, observando la cabecera correspondiente a su nivel y si el paquete va dirigido a ellos y viendo que no, reenviándolo al receptor. El resultado para los cuatro niveles superiores es como si hubieran recibido la información directamente desde su nivel equivalente en la máquina emisora. Por ello, los niveles superiores se denominan protocolos **extremo a extremo**.

Otros Estándares

Modelo IEEE

Con un fin similar al que inspiró a la ISO para crear el modelo OSI, el Institute of Electrical and Electronic Engineers desarrolló una serie de estándares de comunicación de dispositivos para redes LAN y WAN de manera que se pudieran compatibilizar los productos de las distintas empresas orientados a este sector de comunicación. Así, se creó el Comité 802 que elaboró, entre otros, el estándar 802.3, siendo esta familia de protocolos la más extendida en la actualidad, afectando a los niveles físico y de enlace del modelo OSI en redes LAN.



Arquitectura IEEE

- **Nivel físico:** Cumpliría exactamente las mismas funciones que se le asignan a este nivel en el modelo OSI.
- **Nivel de enlace:** El estándar IEEE subdivide este nivel en dos capas:
 - Control de enlace lógico (LLC, Logical Link Control): Maneja los distintos tipos de servicios de comunicación.
 - Control de acceso al medio (MAC, Media Access Control): Aporta la dirección física del equipo y las herramientas para el uso del medio.

El resto de los niveles del sistema OSI no los contempla.

La IEEE es la responsable de la elaboración de la mayoría de los estándares creados hasta este momento y que están vigentes en la comunicación de ordenadores. Por ejemplo el IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g para comunicación inalámbrica, IEEE 802.5 para redes token ring, el IEEE 802.3u para redes fast ethernet, etc.