

Apéndice A

Redes de telecomunicaciones

Contenido

A.1 Introducción	2
A.2 Los negocios y las redes de computadoras.....	2
A.3 ¿Qué es una red de computadoras?.....	4
A.4 Tecnologías de redes	8
A.5 Topologías de redes	19
A.6 Tipos de redes	23
A.7 Tecnologías inalámbricas.....	26
A.8 Redes inalámbricas	29
A.9 Resumen.....	37

Objetivos

- Examinar la relación entre los negocios y las redes de computadoras.
- Definir el término red de computadoras y comparar y contratar los diferentes tipos de redes.
- Describir los diferentes componentes de una red, los dispositivos y las características/propiedades más destacadas en cada caso.
- Diferenciar las tecnologías de redes, así como las topologías más utilizadas.
- Examinar y analizar las tecnologías inalámbricas de mayor impacto en la actualidad en organizaciones y empresas.
- Identificar las características más sobresalientes de las redes inalámbricas más importantes implementadas y desplegadas en las empresas, describiendo su taxonomía más popular.

A.1 Introducción

Los sistemas de comunicación tienen como objetivo fundamental, permitir y facilitar el intercambio de información entre personas. La telecomunicación es comunicación a distancia y una de las funcionalidades más importantes de un sistema de información moderna y se ha producido tanto dentro como fuera de la organización.

Los sistemas de telecomunicaciones se han implementado mediante redes de comunicaciones (*networks*). Existen dos de redes: *redes telefónicas* y *redes de computadoras*. Las redes telefónicas manejan las comunicaciones de voz y las redes de computadoras, las comunicaciones o tráfico de datos. Hoy en día los servicios de telecomunicaciones han ido evolucionando y los dos tipos de redes están convergiendo en una solo tipo de red: la red de computadoras.

Las redes de computadoras actuales se han expandido de modo que ofrecen servicios de voz, acceso a Internet, servicios de video, etc., y además se han integrado en servicios basados en tecnología de Internet. Hoy día la integración de servicios se está extendiendo sobre plataformas inalámbricas (*wireless*) de modo que teléfonos celulares inteligentes (*smartphones*), *laptops*, *netbooks*, tabletas, video consolas... y su penetración avanza de modo espectacular. Las redes inalámbricas y tradicionales (redes de computadoras) forman parte de nuestras vidas y nuestros negocios. Por eso, no se puede pensar en trabajar o poner en marcha un negocio sin redes. Las redes se necesitan para comunicar con rapidez a los negocios, sus socios (*partners*), sus clientes, los proveedores y los empleados.

En este capítulo, estudiaremos los conceptos fundamentales de redes de computadoras e identificaremos sus categorías más importantes. Describiremos los fundamentos de las redes y dedicaremos una atención especial a la red de redes, Internet y a sus herramientas por excelencia: la *World Wide Web*.

A.2 Los negocios y las redes de computadoras

Las redes son herramientas esenciales de los negocios modernos. ¿Por qué necesita familiarizarse con las redes, un directivo, un empleado, un ingeniero o un usuario? El hecho es simple y evidente: no se puede operar ni ejecutar un negocio sin redes. Es necesario comunicarse con rapidez y en tiempo real con sus clientes, sus socios del negocio, sus proveedores, sus colegas y sus usuarios.

En el siglo XX, y hasta la década de los noventa, en que apareció la Web como piedra fundamental de la red Internet, el sistema de correo postal, el sistema telefónico por voz o la mensajería mediante fax, eran las herramientas más utilizadas en las comunicaciones de los negocios. Desde las primera década del siglo XXI, y sobre todo en la actualidad y en el futuro, los negocios necesitan utilizar computadoras (en sus diferentes categorías), el correo electrónico (*e-mail*) los teléfonos inteligentes con acceso a Internet (*smartphones*), los sistemas de mensajería instantánea (con aplicaciones como WhatsApp, Viber, Line, Telegram...), telefonía por Voz IP que facilita las videoconferencias (conferencias telefónicas con visión de imágenes, figuras, personas... además de voz) dispositivos móviles como tabletas o videoconsolas, etc.

La manipulación de las redes (*networking*) e Internet son el fundamento del comercio y de los negocios del siglo XXI. El auge de los negocios digitales, y en particular el *e-business* y el *e-commerce*, ha sido posible gracias al desarrollo espectacular de las redes y de Internet. Por esta razón, es necesario el conocimiento de las redes (*networks*) y la operación de redes (*networking*) como un componente esencial de los negocios y la alfabetización en negocios digitales, un elemento clave para el éxito de los sistemas de información. Las principales características de esta nueva era de las telecomunicaciones son:

1. Las computadoras no trabajan aisladas en las empresas y organizaciones modernas.
2. El intercambio continuo de datos, y en la actualidad, los grandes volúmenes de datos (*Big Data*), facilitado por las diferentes redes de telecomunicaciones, computadoras y aplicaciones de software,

proporcionan a las empresas un número muy significativo de ventajas en comparación con las posibles desventajas y riesgos.

3. El intercambio de datos se puede producir a cualquier distancia, y sobre redes de cualquier tipo (fija, inalámbrica y móvil), en cualquier lugar y con cualquier dispositivo.

Las redes de computadoras de las empresas, hoy prácticamente, casi todas, integradas en Internet, han transformado y continuarán transformando el modo en que se hacen los negocios con independencia del tipo de organización o empresa, (grande, pequeña, mediana, con/sin ánimo de lucro, global o local, digital o tradicional, industria, fabricación, logística, eléctrica...), ciencias de la salud, etc. Los nuevos medios de hacer negocios desde la mercadotecnia, a la logística, al comercio electrónico hasta los servicios al cliente, utilizan las redes de computadoras y las redes de comunicaciones que las enlazan. En particular, la red Internet y las redes de computadoras de empresas (*intranets* y *extranets*) están teniendo un gran impacto en las vidas de las personas tanto a nivel individual como profesional.

En las organizaciones modernas, las redes de computadoras son esenciales por muchas razones (Rainer, 2013):

- Los sistemas de redes de computadoras permiten que las empresas sean más flexibles, de modo que se puedan adaptar rápidamente a las condiciones cambiantes de los negocios.
- Las redes facilitan a las empresas compartir hardware, software, aplicaciones de software (*apps*) y datos a través de la empresa y, también, entre diferentes empresas.
- Las redes facilitan que los empleados, clientes, grupos de trabajo... localizados en sitios geográficos dispersos a lo largo del mundo, compartan documentos, fotografías, conocimiento, ideas. Esta compartición alentará la interacción y el trabajo en grupo colaborativo, la gestión del conocimiento propio, de los empleados, favoreciendo la comunicación, colaboración y coordinación para hacer más eficientes y efectivas las relaciones entre las partes interesadas de una empresa (*stakeholders*).

Las redes transmiten señales entre un emisor (fuente) y un receptor (destinatario); las señales transportan voz, datos, audio, video... entre emisor y receptor.



Figura A.1. Transmisión de una señal emisor-receptor.

Los negocios soportan cuatro funciones o necesidades básicas: movilidad, colaboración, relaciones y búsqueda (Turban y Volonino, 2012).

- **Movilidad.** Acceso seguro y fiable desde cualquier lugar a velocidades de transmisión aceptables.
- **Colaboración.** Trabajar en equipo o con otros equipos, de modo tal que sus miembros pueden tener acceso y compartir documentos, archivos, video, fotografía o cualquier otro tipo de información.
- **Relaciones.** Mantener el contacto o interacción con los clientes, socios, empleados, reguladores (*stakeholders*, *shakeholders*, etc).
- **Búsqueda.** Localización y búsqueda de datos, documentos, hojas de cálculo, correos electrónicos, mensajes instantáneos, etc.

Comunes a todas las funciones de las redes de computadoras son: el *tráfico* (señales) y los *circuitos que transmiten el tráfico*.

Existen dos características fundamentales de las redes computadoras que impactan de modo sobresaliente en los negocios: *conectividad* y *movilidad*. Hoy día la proliferación de soportes móviles y la conectividad de dispositivos facilitan todo tipo de gestión de datos estructurados y no estructurados.

En el trabajo y en la vida diaria de las personas, cada día se necesita mayor conectividad dado el gran volumen de datos de todo tipo: texto, noticias, *apps*, base de datos, *tuits* (*tweets*) de Twitter, mensajes instantáneos de Facebook, LinkedIn, Foursquare, Instagram, Pinterest, Tuenti... La conectividad entre los diferentes modos de las redes de computadoras y, en consecuencia de los usuarios y la conexión a Internet se realiza desde todo tipo de dispositivo y con diferentes redes.

La movilidad o el uso de redes y dispositivos móviles está penetrando a marchas aceleradas y el número de usuarios que accede a Internet móvil paso a paso va desplazando al acceso de usuarios por acceso tradicional vía cable tradicional, ADSL o fibra óptica. Aunque bien es cierto que conectividad y movilidad hoy día son dos términos muy unidos, y cientos de millones de personas utilizan todo tipo de redes móviles, cableadas, por satélite, etc. para la conexión a Internet.

A.3 ¿Qué es una red de computadoras?

Una *red de computadoras* es un sistema que conecta computadoras y otros dispositivos (impresoras, escáneres, unidades de almacenamiento...) mediante soportes de comunicación de modo que los datos y la información se pueden transmitir entre ellos. En esencia, una red es un medio de comunicación que permite a personas o grupos compartir información y servicios. La tecnología de las redes informáticas está compuesta por el conjunto de herramientas que permiten a las computadoras compartir información y recursos.

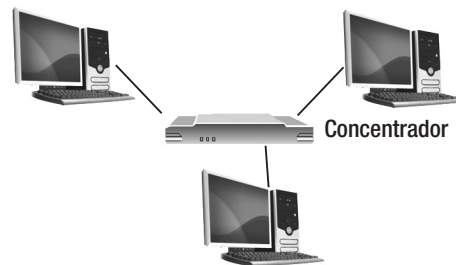


Figura A.2. Red de computadoras.

Las redes de computadoras se caracterizan por su configuración y por su alcance geográfico. La configuración que puede adoptar una red se conoce como *topología de la red* y el alcance geográfico es el espacio en que se extiende la red que puede ir de unos metros a miles de kilómetros. Una red está constituida por equipos denominados *nodos*. Para comunicarse entre sí, los nodos utilizan protocolos –lenguajes– comprensibles por todos ellos.

Las redes de computación (informáticas) actuales están constituidas por computadoras y sistemas operativos heterogéneos que con frecuencia se interconectan a través de Internet. La distribución de recursos se realiza a través de arquitecturas que soportan diferentes capas (*tier*, en inglés). Normalmente, las redes pueden

tener tres capas o cuatro capas. La arquitectura de tres capas consta de capa de presentación (computadoras personales con aplicaciones clientes y navegador Web); capa de aplicaciones con los servidores de aplicaciones y servidor Web; y por último, capa de datos con servidores de almacenamiento de archivos, de contenido, de mensajería, de base de datos, de mensajería, de base de datos, etc.

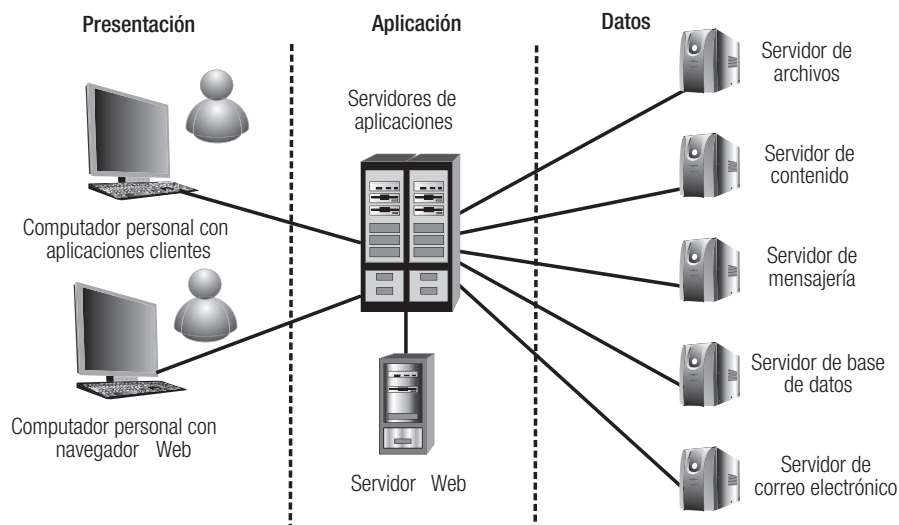


Figura A.3. Red de computadoras de tres capas.

La arquitectura de cuatro capas añade una cuarta **capa de almacenamiento** con infraestructuras SAN o *pool* de almacenamiento.

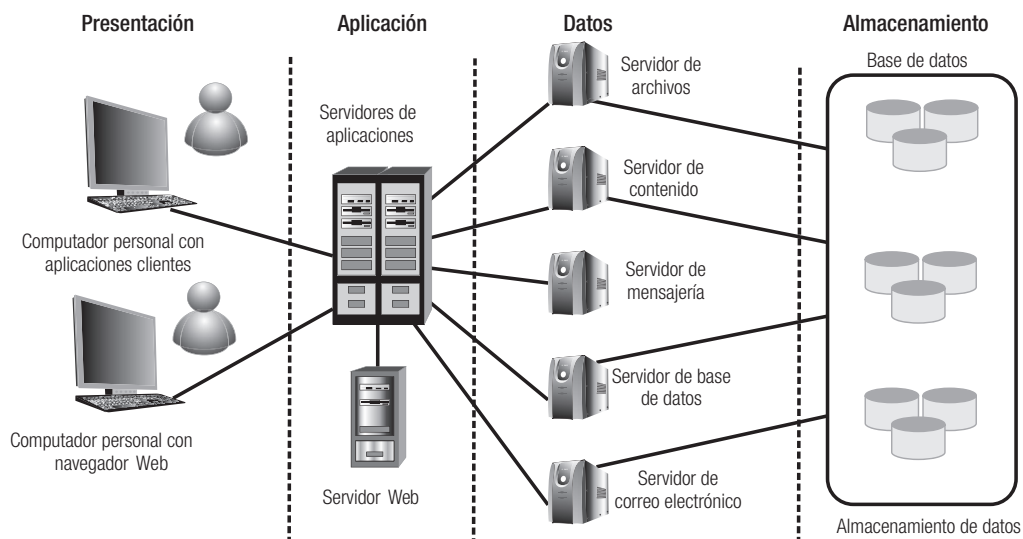


Figura A.4. Red de computadoras de cuatro capas.

A.3.1 Componentes de una red

Los componentes de una red se pueden ver desde dos perspectivas: el hardware y el software. La Figura A.2 ilustra los componentes principales de *hardware*, *software* y elementos de transmisión de una red de computadora típica.

Desde la perspectiva del software, las redes disponen de un sistema operativo de red que es un sistema complejo que está compuesto a su vez por diferentes capas lógicas (protocolos de comunicación, capa de aplicación...), y que permite a diferentes personas interconectadas físicamente trabajar con los mismos recursos. Proporciona un control de acceso a la red (seguridad de conexión, seguridad en el acceso a los diferentes recursos de la red) coordinando los accesos simultáneos. Las computadoras conectadas a la red se dividen en dos categorías: *cliente* (solicitante de servicios) y *servidor* (entidad lógica que ofrece los servicios). Los clientes suelen ser los puestos de trabajo del usuario (hoy día pueden ser computadores de escritorio, *laptops*, tabletas o teléfonos inteligentes) que solicitan servicios de aplicaciones (archivos, impresión, contenidos audio, video, etc.), y los servidores proporcionan servicios más avanzados y los administran (memoria, espacio en disco, impresoras...). Desde un punto de vista de componentes físicos, los componentes básicos son:

1. *Hardware*, computadora dedicada a la red, denominada *servidor* (puede existir una o varias, es la computadora del sistema de la red), computadora **cliente**, PC, (computadora utilizada por los usuarios de la red, *router* (enrutador), *bridge* (puente), *switch* (conmutador), *gateway* (pasarela), *hubs* (concentradores), etc.
2. *Software*, sistema operativo y software de aplicaciones.

El *sistema operativo de red* (*Network Operating System*) controla y dirige las comunicaciones de la red coordinando los recursos necesarios. Puede residir en todas las computadoras de la red aunque lo más frecuente es que resida principalmente en una computadora dedicada denominada servidor de la red. Un servidor es una computadora que ejecuta funciones importantes de la red para su funcionamiento interno y para todas las computadoras clientes tales como almacenamiento de datos, control de la red, proporcionar alojamiento de sitios Web, etc. Desde el punto de vista de software, los servidores utilizan los sistemas operativos de red, tales como Windows, UNIX, Linux, Mac OS, etc. y las aplicaciones o utilidades que gestionan el funcionamiento del servidor y la conexión con todas las computadoras cliente.

Para que la comunicación en red sea operativa, se necesita, en primer lugar, una *interconexión* consistente en interconectar los equipos entre ellos; normalmente, se utiliza una interfaz por cable como un cable conectado a una tarjeta de red o un modem, también se puede utilizar la interfaz inalámbrica a través de comunicaciones inalámbricas (sin cable) que utilizan ondas radio, infrarrojos, láser, satélite... En segundo lugar, se requiere además del hardware que garantiza la conectividad y el intercambio de las señales de soporte físico o de onda, unas normas de comunicación o *protocolos* que permiten dar un sentido a la señal que circula entre los puestos de trabajo y los servidores, y así administrar el acceso al soporte compartido.

A.3.2 Dispositivos de interconexión

Los dispositivos de interconexión de redes permiten enviar mensajes entre unos servidores (*host*) y otros. Dependiendo de las necesidades de la red se usarán concentradores (*hubs*), puentes (*bridges*) o conmutadores (*switches*) para crear las redes correspondientes y enrutadores (*router*).

- **Router** (*enrutador* o *encaminador*) es un procesador de comunicaciones utilizado para *enrutar* (*encaminar*) paquetes de datos a través de la propia red y otras diferentes, asegurando que los datos se envíen a los lugares o clientes adecuados, identificados por una dirección electrónica.
- **Bridge** (*puente*) es un dispositivo de interconexión de redes que se utiliza para conectar segmentos de red (redes de diferentes velocidades), pasando la información de un segmento a otro. Utiliza una técnica de almacenamiento de “almacenar y enviar”.

- **Hub** (*concentrador*) es un dispositivo que conecta componentes de una red, enviando un paquete de datos a todos los restantes dispositivos conectados. Posee un número determinado de conexiones, denominadas puertos, a los que se conectan los servidores (*host*). Su objetivo consiste en enviar la información que recibe por un puerto a todos los puertos restantes.
- **Switch** (*conmutador*) es un dispositivo de interconexión de redes que permite conectar dos o más segmentos de red. Básicamente, es un sistema *multipuerto* de alta velocidad. Integra la funcionalidad de un concentrador y de un puente. En todas las redes modernas, el conmutador es un componente clave al cual están conectados directamente los equipos de trabajos y los servidores.

En esencia, un *hub* es un punto de conexión entre computadores. Si desea comunicarse con otras redes de computadoras se necesita un *hub*; este es el caso más frecuente para la conexión de una computadora a Internet; en el caso doméstico, cuando un usuario se conecta a Internet en el hogar con un PC necesita un *router*, la conexión telefónica y la configuración del *router*.

A.3.3 Topologías de red

Una topología caracteriza la forma en que se organizan los distintos equipos de una red para interactuar entre ellos. Existen dos grandes categorías: la topología física en relación con el plano de la red, y la topología lógica que identifica la forma en la cual circula la información por el nivel más bajo. La interconexión entre nodos de la red se realiza en forma de *conexión punto a punto* (uno a uno) o en *conexión multipunto* (n nodos contra n nodos). Las topologías de una red, como se verá más adelante, son muy variadas, y las más populares son: topología de bus, topología en anillo, topología en estrella y topología en malla.

A.3.4 Conceptos fundamentales de redes

La familiarización de las redes supone además del conocimiento de sus componentes, los tipos de redes y las tecnologías de redes que veremos más adelante, el conocimiento de los conceptos o términos clave de redes de computadoras.

- **Bandwidth** (Ancho de banda). Es la capacidad de transmisión de una red; es decir, una medida de la velocidad a la que se transmiten los datos. La cantidad total de información digital que se puede transmitir a través de un medio de comunicación se mide en bits por segundo (*bps*). La capacidad de transmisión de cada tipo de soporte de comunicaciones en función de su frecuencia. El ancho de banda es también el rango de frecuencias que se pueden transmitir por un canal de comunicaciones, y en la diferencia entre las frecuencias más altas y bajas que se pueden transmitir en un canal específico. El ancho de banda depende del protocolo que se utilice (802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.16, etc.) y cuánta parte de la señal está disponible para el procesamiento. La señal más débil es el límite inferior del ancho de banda (frecuencia más baja), y la señal más intensa es el límite superior (frecuencia más alta).
- **Protocolo de red.** Los protocolos de red son los estándares o conjunto de reglas que gobiernan el modo en que los dispositivos de una red intercambian información, y como necesitan funcionar para “hablar con los restantes dispositivos”.

Los dispositivos de computación que están conectados a una red deben acceder y compartir la red para transmitir y recibir datos. Estos dispositivos se conocen, normalmente, como *nodos* de la red, y deben seguir un conjunto de reglas que permitan la comunicación entre ellos. El conjunto de reglas y procedimientos que gobiernan la transmisión a través de una red es el protocolo de dicha red. Los dos protocolos más importantes son: Ethernet y TCP/IP.

Ethernet es un protocolo de redes de área local LAN. La mayoría de las empresas utilizan Ethernet de 10 gigabits por segundo que significa que la red proporciona una velocidad de transmisión de 10 gigabits por segundo. Sin embargo, el estándar de Ethernet más utilizado es el de frecuencia 100 gigabits por segundo.

TCP/IP (Transmisión Control Protocol/Internet Protocol) es el protocolo de Internet. TCP/IP son el conjunto (*suite*) de protocolos de Internet; TCP e IP. TCP/IP se utiliza por la mayoría de las redes para asegurar que todos los dispositivos se pueden comunicar a través de Internet.

- **Banda ancha** (*Broadband*). El término es la abreviatura de *broad bandwidth* y se refiere a la velocidad de transmisión rápida. Las velocidades de transmisión pueden ir de 1 millón de bits por segundo (megabits) a decenas o centenares de megabits por segundo. Existen diferentes tipos de conexiones de banda ancha, como es el caso de ADSL o las redes móviles como UMTS o LTE.
- **Velocidad de bajada** (*Download*). Es la velocidad a la cual se reciben los datos desde Internet u otra red, o bien la velocidad (rapidez) a la que una conexión determinada puede entregar datos a una computadora o dispositivo móvil. En la jerga de computación, se suelen denominar *descarga* o *bajada* de datos.
- **Velocidad de subida** (*Upload*). Velocidad a la que se pueden enviar datos a una red o la rapidez a la que se los puede transferir desde una computadora o dispositivo móvil a la red. También se conoce como *subida* (carga) o *subir datos*, a la acción correspondiente. Normalmente las descargas de datos son más rápidas que las subidas de datos.
- **Banda ancha** (línea fija). Conexiones a Internet vía cable o vía líneas ADSL (DSL). La banda ancha de línea fija difiere de las bandas ancha de móviles (celulares) que son inalámbricos y utilizan sus propios espectros de señales.
- **Banda ancha móvil**. Es la banda de dispositivos inalámbricos, de conexión a Internet y cuyo acceso se realiza a través de módems portátiles, teléfonos, videoconsolas u otros dispositivos de conexión. Existen numerosos estándares que estudiaremos más adelante, como GPRS, UMTS, Wi-Fi, Wimax, LTE, etc.

En los próximos apartados, enunciaremos otras características de las redes desde un punto de vista más tecnológico.

A.4 Tecnologías de redes

En este apartado, trataremos de estudiar las tecnologías principales en que se basan las redes de computadoras así como las características tecnológicas en las que se apoyan. Recordemos que las redes transmiten señales entre un emisor y un receptor, y las señales transportan datos, voz o video.

Las tecnologías fundamentales de las redes son:

- Bidireccional de las comunicaciones entre emisor y receptor.
- Tipos de señales utilizadas.
- Equipos de conmutación a encaminamiento (*switching*) para transmisión de la información.
- Medios y canales de comunicación.
- Tecnologías de transmisión (medios de acceso).
- Protocolo de redes.
- Tipos de procesamiento de redes.

A.4.1 Bidireccionalidad de las comunicaciones

Los emisores y receptores intercambian información entre ellos, pero pueden intercambiar sus roles en un momento determinado. Dicho de otra forma, las comunicaciones han de ser *bidireccionales*. Existen tres tipos diferentes de comunicación entre los medios o canales:

- **Simplex.** El medio solo sirve para el envío de la información en un sentido.
- **Half-dúplex.** El medio sirve para la comunicación en los dos sentidos, pero no puede ser simultánea, ya que el emisor ocupa el canal y el receptor ha de esperar a que se termine la transmisión para convertirse en emisor y poder enviar su información. Un ejemplo típico son los *walkies-talkies*.
- **Dúplex o Full-dúplex.** El medio sirve para la comunicación bidireccional simultánea.

A.4.2 Tipos de señales utilizadas y módems

Las redes transmiten la información con dos tipos básicos de señales: analógica y digital (Figura A.3).

Las *señales analógicas* son ondas continuas que transmiten la información alterando sus características. Por ejemplo, cuando se transmite la voz a través de un micrófono, se convierte en impulsos eléctricos y éstos se transmiten por un cable de cobre. Otro ejemplo de señal analógica es una señal de TV o radio que se captura con una cámara (o un micrófono), se transmite y difunde. Las señales analógicas tienen dos parámetros, *amplitud* y *frecuencia*. Los sonidos son señales analógicas que se transmiten mediante ondas y una frecuencia, método de empaquetamiento de las señales para enviarles al espacio.

Las *señales digitales* son impulsos discretos, altos o bajos, unos o ceros que representan una serie de bits (0 y 1). Esta característica permite a las señales digitales transmitir información en un formato binario que puede ser entendido por las computadoras que funcionan con el mismo tipo de señal digital.

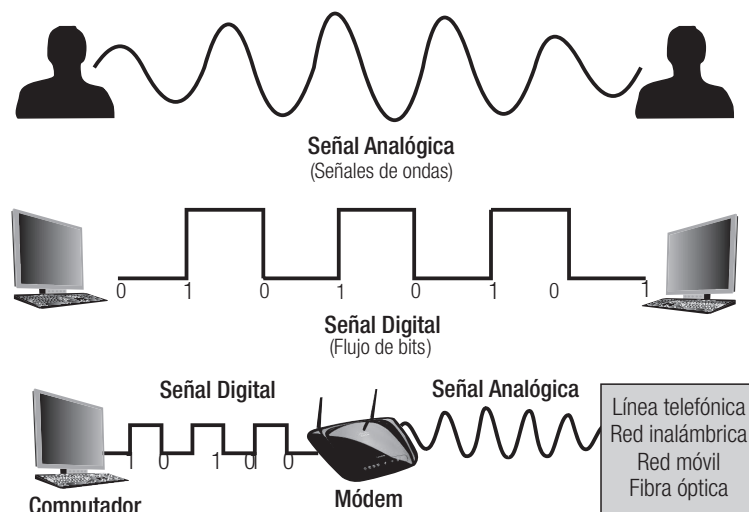


Figura A.5. Señales analógicas y digitales y transmisión mediante módems.

En la actualidad, normalmente, las señales analógicas se convierten en señales digitales mediante un proceso denominado *digitalización*. Un *módem* (contracción de modulador-demodulador) es un dispositivo que tiene como función principal la conversión de señales digitales a analógicas –proceso denominado *modulación*– y conversión de señales analógicas a digitales –proceso denominado *demodulación*. Los módems se utilizan por pares, suelen estar en el emisor y en el receptor de información, y funcionan de la siguiente forma: En el emisor, una computadora, se genera una señal digital que el módem convierte en señal analógica y la transmite mediante líneas analógicas tales como telefónicas. En el receptor, otro módem convierte la señal analógica de entrada de nuevo en digital para que pueda ser entendida por la computadora. Naturalmente, previa a la operación de modulación-demodulación se ha de establecer la comunicación y comenzar la sesión de transmisión.

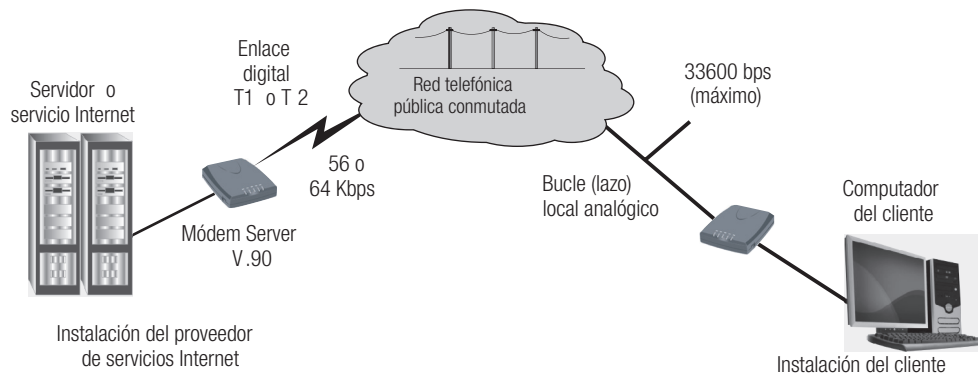


Figura A.6. Transmisión de señales mediante módems.

Los módems como dispositivos pueden ser internos y externos. Un *módem interno*, se aloja dentro de la caja de la computadora (servidor, de escritorio o *laptop*) y conectado como una tarjeta a su placa base. Un *módem externo* se conecta al equipo a través del correspondiente conector.

La característica principal de un módem es su velocidad de transmisión de información medida en bits por segundo (*bps*). Existen cuatro tipos básicos de módems: módem *dial-up*, módem cable, módem DSL y módem inalámbrico.

- Los *módems dial-up* fueron los módems primitivos diseñados para las primitivas líneas telefónicas; su velocidad de transmisión solo llegaba a 56 Kbps.
- Los *módems cable* están muy extendidos y numerosas operadoras de telefonía ofrecen los servicios correspondientes, y el número de suscriptores puede ser muy elevado dependiendo de países y regiones geográficas. Operan sobre cable coaxial, por ejemplo, aquellos utilizados para la televisión por cable. Muchas compañías de TV por cable ofrecen conexiones a Internet a través de módem cable y con la misma red de cable coaxial que entrega señales de televisión en los hogares. Las velocidades de los módems cable varía mucho de unos sistemas a otros, pero puede ofrecer anchos de banda de 1 a 10-20 Mbps de bajada y entre 128 Kbps y Mbps de subida.



Un módem es un dispositivo que convierte señales analógicas a digitales (y viceversa) para permitir que las computadoras puedan transmitir datos, voz, video... sobre redes analógicas como líneas telefónicas, cable, etc. Los módems realizan *modulaciones* y *demodulaciones*.

- Los *módems DSL* o *xDSL* (*Digital Subscriber Line*) conectan su computadora a Internet utilizando la línea telefónica ordinaria que ofrecen numerosas operadoras de telefonía. La gran ventaja sobre los *módems dial-up* es la conectividad; la conexión está disponible siempre de modo inmediato y no requiere la conexión o encendido (prendido) del módem como en el caso *dial-up*.
- Los tipos de *módems DSL* más populares son: ADSL, HDSL, SDSL, IDSL, VDSL y RADSL. En España, el ADSL está establecido como el medio más extendido de acceso a Internet de banda ancha para el usuario doméstico. En el apartado A.4, se ven características técnicas.
- Los *módems inalámbricos* realizan la misma función que los módems tradicionales, conectando su computadora a una red inalámbrica, móvil de teléfonos o Wi-Fi. Hoy en día están muy extendidos entre dispositivos móviles, teléfonos inteligentes y tabletas. Para facilitar el acceso a Internet desde cualquier lugar y en cualquier momento, de computadoras portátiles (*laptops*) han aparecido los módems portátiles con conexión vía USB (*módems USB*), y que son similares a *pendrives* (por eso, se le suelen llamar en jerga coloquial “pinchos”), y que basta su conexión física a la computadora portátil, una contratación de línea telefónica, la configuración y conexión mediante un registro sencillo. Estos módems se han hecho muy populares, ya que van unidos a las redes telefónicas móviles 3G y 4G, y permiten una conexión rápida y fácil a Internet, desde lugares en que no se disponga de acceso ADSL o Wi-Fi, tales como cafeterías, playas, hoteles, casas de vacaciones, parque, etc. En la actualidad, se ha extendido la conversión del teléfono móvil inteligente en módem USB; una opción en el dispositivo lo convierte en módem y basta su conexión a un *laptop* (portátil) para su conexión a Internet, aprovechando la conectividad de datos del teléfono celular.



Figura A.7. Diferentes dispositivos de *módems*.

A.4.3 Dispositivos de conmutación

La transmisión de una señal entre diferentes redes de computadoras de empresa o a la red Internet, necesita dispositivos específicos hardware denominados *switches* o *routers* y nodos de la red. La transmisión de las señales por conmutadores y enrutadores se denomina (*switching*). Existen dos tipos de conmutación: de *circuitos* y de *paquetes*.

- **Conmutación de circuitos.** Una vez que se realiza una conexión entre una fuente y un destino, el camino de una señal entre nodos es dedicado y exclusivo. La conmutación de circuitos es una tecnología antigua que se utiliza para llamadas telefónicas. Estas redes se caracterizan porque existe una reserva permanente de los recursos (circuitos) por parte del emisor y receptor durante el tiempo

que dura la comunicación. Las llamadas se transmiten a través de un circuito dedicado que se utiliza para esa llamada. La característica diferencial de este tipo de conmutación es que el circuito no se puede utilizar por cualquier otra llamada hasta que se termina la conexión o sesión; en la práctica, existe una reserva permanente de los recursos (circuitos) por parte del emisor y del receptor durante el tiempo en que dura la comunicación.

- **Conmutación por paquetes.** La *conmutación de paquetes* (*packet switching*) es el método utilizado preferentemente en las redes de datos, donde el camino de la señal es digital y no es dedicada ni exclusiva, es decir, las redes son compartidas. La información viaja digitalizada y la conmutación de paquete trocea la información en paquetes o bloques pequeños que se envían por diferentes canales de comunicación desde el emisor, y que al llegar al receptor se recomponen (se ensamblan) para construir el mensaje original.

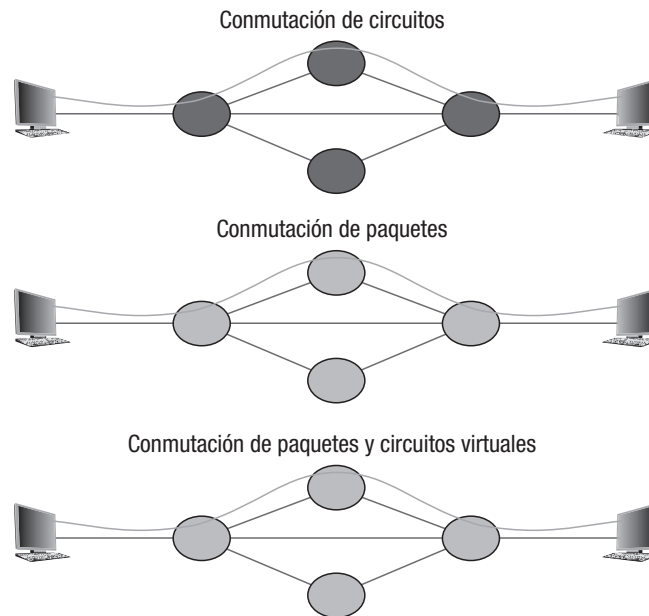


Figura A.8. Redes de conmutación de paquetes.

Las redes de conmutación de paquetes transmiten los datos agrupados en pequeños paquetes por diferentes canales de comunicación, de modo independiente y se reagrupan en su destino final. Por ejemplo, la red cuando envía un archivo, un correo electrónico o un mensaje instantáneo rompe la información en paquetes (bloques) de un tamaño específico. Cada paquete transporta parte de la información (archivo, mensaje) junto con una información específica de la red como dirección IP del emisor y del receptor así como datos con indicación del número de paquetes en que se ha roto la información. En la transmisión en una red corporativa o en Internet, los paquetes siguen caminos diferentes (Figura A.8) hacia el destino, que se ensamblan y reorganizan en el mensaje original una vez llegado al destino.

Las redes inalámbricas utilizan también conmutación de paquetes, además de los *routers* inalámbricos.

A.4.4 Medios y canales de comunicación

La conmutación de datos desde una posición a otra, y sobre todo a grandes distancias, requiere de medios físicos denominados *canales de comunicación*. Los canales de comunicación se agrupan en dos grandes categorías: *cable* (cable de par trenzado “cobre”, cable, fibra óptica) y *espectro radioeléctrico*, que agrupa diferentes servicios: *difusión* (*broadcast*, radio y televisión), *comunicaciones inalámbricas* (móviles, satélite, comunicaciones inalámbricas, seguridad, comunicaciones aeronáuticas, infrarrojos, microondas), *posicionamiento* (GPS y geolocalización), radar, etc.

- **Cable.** Los cables se utilizan para la transmisión de señales eléctricas. Es el sistema tradicional de comunicación cableado. Son hilos de cobre protegidos por un aislamiento plástico que evita la aparición de ruidos dentro de la línea. Se conoce como cable de pares, cable trenzado o par trenzado.

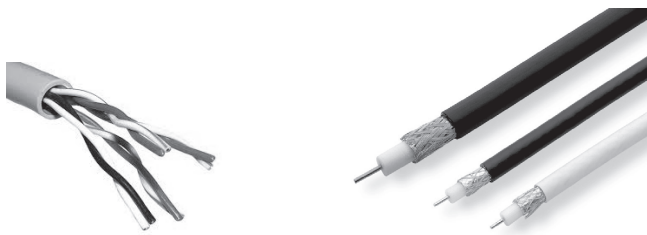


Figura A.9. Cable de cobre de pares y cable coaxial.

El cable suele tener dos hilos de cobre trenzados. Es el método más económico disponible muy ampliamente, es fácil trabajar con él, aunque también ofrece desventajas: lento (ancho de banda pequeño), sujeto a interferencias y poco seguro. El cable, a su vez, presenta dos categorías más –aparte del cobre de par trenzado clásico–: cable coaxial y cable xDSL.

El *cable coaxial* está compuesto por un hilo de cobre envuelto en un aislamiento plástico, que a su vez está envuelto por una malla de plástico que aísla aún más del exterior. El cable coaxial presenta mejores características de transporte de información, en el sentido de la cantidad de información que puede transmitir y su fiabilidad. El ancho de banda de frecuencias es más elevado que el cobre de par trenzado y puede transportar señales eléctricas en la gama de cientos de megahertzios (Mhz), y alcanzar velocidades de 16 Gbps.

Por sus ventajas frente al cable de pares se utiliza normalmente para transportar tráfico de datos de alta velocidad y señales de televisión (TV). Entre los inconvenientes que presenta el cable coaxial están: su elevado coste, resulta más difícil de trabajar, y es menos flexible.

Existe una tercera categoría de cable de cobre y que por su importancia le dedicamos un apartado especial: *tecnologías xDSL*.

- **xDSL.** Se basan en la conversión de la línea analógica convencional en una línea digital de alta velocidad. Las líneas DSL (*Digital Subscriber Line*) proporcionan transmisión de alta velocidad de datos digitales en los hogares y negocios sobre las líneas telefónicas existentes. Dado que las líneas telefónicas existentes son analógicas y la transmisión es digital, los sistemas DSL deben incluir módems. Los sistemas DSL ofrecen anchos de banda muy altos, desde 128 Kbps hasta decenas de Mbps.

El ADSL es una de las variantes de las líneas ADSL, uno de los tipos de acceso a Internet más extendido en Europa y, en particular, en España, para brindar servicio de acceso a Internet de banda ancha en el sector residencial. En los últimos años, se han producido mejoras con diferentes variantes: ADSL 2, VDSL, VDSL 2, etc.

Tabla A.1 Velocidades de diferentes tipo de DSL.

Familia	ITU	Nombre	Ratificación	Máxima velocidad
ADSL	G.992.1	G.dmt	1999	7 Mbps down 800 kbps up
ADSL2	G.992.3	G.dmt.bis	2002	8 Mb/s down 1 Mbps up
ADSL2plus	G.992.5	ADSL2plus	2003	24 Mbps down 1 Mbps up
ADSL2-RE	G.992.3	Reach Extended	2003	8 Mbps down 1 Mbps up
SHDSL (update 2003)	G.991.2	G.SHDSL	2003	5.6 Mbps up/down
VDSL	G.993.1	Very-high-date-rate DSL	2004	55 Mbps down 15 Mbps up
VDSL2-12 MHz long reach	G.993.2	Very-high-date-rate DSL 2	2005	55 Mbps down 30 Mbps up
VDSL2-12 MHz long reach	G.993.2	Very-high-date-rate DSL 2	2005	100 Mbps up/down

Fuente: CMT (Comisión del mercado de telecomunicaciones de España)

- **Fibra óptica.** Los cables de fibra óptica constan de millares de miles de filamentos muy delgados de fibras de vidrio que transmiten información vía impulsos de luz generados por láseres. Generalmente, están compuestos por un núcleo de material plástico por donde transita la luz envuelta por otro material plástico. El material que envuelve el núcleo presenta un índice de refracción que permite que la luz no abandone el núcleo, aunque la fibra se doble (al igual que en el caso del hilo de cobre).

Los datos se transforman en pulsos de luz que se envían a través del cable de fibra óptica por un dispositivo láser, que puede llegar desde kilobits por segundo (Kbps) hasta decenas y centenares de megabits por segundo (Mbps), pudiendo llegar a gibabits y terabits por segundo, inclusive.

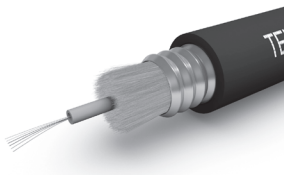


Figura A.10. Cable de fibra óptica.

El cable de fibra óptica es considerablemente más rápido, ligero y duradero que los cables citados anteriormente y suelen ser idóneos para transportar grandes volúmenes de datos. Los inconvenientes son: su elevado coste y su dificultad para implantarlos y mantenerlos. Los cables de fibra óptica se instalan normalmente como la columna vertebral (*backbone*) de una red mientras que los cables de par coaxiales y ADSL conectan la columna vertebral de la red a sus dispositivos individuales.

Sin embargo, cada día las operadoras de telefonía utilizan ADSL con mayor profusión como medio de conexión a Internet tanto para empresas como para los hogares; este es el caso de Telefónica, Verizon, Telmex, etc.

- **Soporte radioeléctrico.** Es posible enviar ondas o señales eléctricas sin necesidad de que exista ningún soporte físico tendido (cableado), ya que las ondas se propagan por el aire; se conocen como medios de transmisión inalámbricos. Se utilizan antenas que pueden enviar las ondas en todas las direcciones como es el caso de las antenas de difusión de radio y televisión, o de telefonía celular (móvil), o de redes inalámbricas Wi-Fi o Wimax.

La transmisión sin cables (*inalámbrica*) aprovecha las posibilidades de radiación del espectro radioeléctrico, conjunto de radiofrecuencias que se pueden utilizar. La utilización de las radiofrecuencias está regulada por organismos internacionales que son los que asignan bandas de frecuencia a diferentes usos (Defensa, Policía, Gobierno, etc.). Estas bandas de frecuencia pueden variar su uso en servicios de comunicación a lo largo del tiempo.

Los medios de transmisión inalámbrica, dado que se basan en señales radio de diferentes frecuencias, se podrían agrupar en diversas categorías según su uso en las redes de computadoras: microondas, celular, Wi-Fi/Wimax, sensores, infrarojos, RFID, etc.

Los sistemas de microondas tanto terrestres como celestes transmiten señales de radiofrecuencia a la atmósfera, y se utilizan mayoritariamente cuando se necesitan comunicaciones punto a punto de grandes volúmenes de datos y a gran distancia. Uno de los sistemas de microondas más utilizados está en los satélites de comunicación que se utilizan para transmisiones a grandes distancias y para organizaciones o empresas con gran dispersión geográfica, incluso a zonas reales extensas donde es posible desplegar instalaciones de cable o sistemas de antenas para uso en redes inalámbricas.

Unos sistemas que han conseguido un gran auge en los últimos años han sido los GPS (*Global Positioning System*, Sistema de Posicionamiento Global), que junto con los sistemas de geolocalización, se han convertido en el soporte de uno de los sistemas información más extendidos y utilizados de la actualidad: los sistemas de información geográfica, SIG (*Geographical Information Systems*).

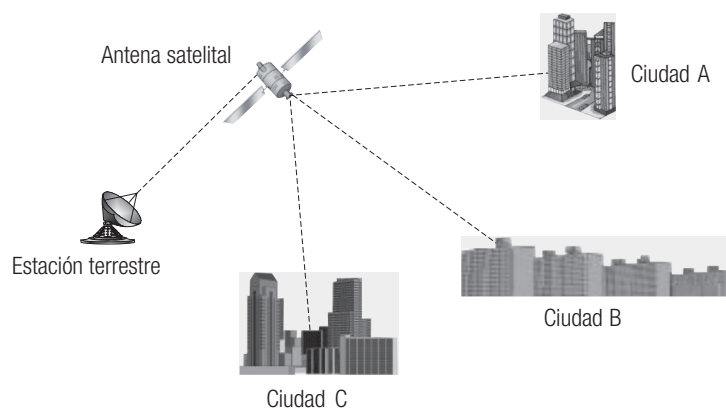


Figura A.11. Sistemas de transmisión por satélites.

A.4.5 Protocolo de redes: TCP/IP

Anteriormente, hemos definido un **protocolo** como un conjunto de reglas y procedimientos que gobiernan la transmisión de información entre dos puntos de una red. Los dos protocolos más importantes son Ethernet y TCP/IP. Aunque ya hemos considerado ambos protocolos, dada la importancia de TCP/IP en el funcionamiento de la red Internet, ampliaremos su concepto profundizando en sus características técnicas de implantación universal.

TCP/IP es el protocolo de Internet, por excelencia, y fue desarrollada durante los primeros años de la década de los setenta por un equipo liderado por Vinton Cerf, en la agencia DARPA (*Department of Defense Advanced Research Project Agency*), de Estados Unidos, con el objetivo de ayudar a los científicos a transmitir datos entre diferentes tipos de computadoras y a grandes distancias. El protocolo TCP/IP, en realidad consta a su vez de dos protocolos.

- **TCP** realiza tres funciones básicas:
 - administra el movimiento de paquetes (utiliza el sistema de conmutación de paquetes) entre computadoras estableciendo una conexión entre ellos.
 - secuencia la transferencia de paquetes.
 - reconoce los paquetes que han sido transmitidos.
- **IP** es el protocolo de Internet y el responsable de desensamblar, entregar y reensamblar (reorganizar) los datos durante la transmisión.

Mediante la técnica de conmutación de paquetes, estudiada anteriormente, los datos se rompen en bloques de datos (*paquetes*); y a continuación, se envían por los canales de comunicación. Cada paquete transporta además de los datos, la información necesaria para llegar a su destino: la dirección IP del emisor, la dirección IP prevista del receptor, el número de paquetes del mensaje, y el número específico del paquete dentro del mensaje. Cada paquete viaja independientemente a través de la red, y puede ser *enrutado* o encaminado a través de diferentes caminos de la red. Cuando los paquetes llegan a su destino se reúnen y ensamblan en el mensaje original.

El sistema de conmutación de paquetes es altamente fiable, tolerante a fallos y dinámico, ya que permite corregir cualquier error en la rotura o no llegada de algún paquete, ya que el sistema prevé su reenvío en caso de errores.



Figura A.12. Funcionamiento del protocolo TCP/IP.

Los paquetes utilizan el protocolo TCP/IP para transportar sus datos y realiza esta función mediante cuatro capas: *aplicaciones*, *transporte*, *Internet* e *interfaz de redes*, denominado modelo de referencia TCP/IP.

- **Capa de aplicaciones:** facilita que los programas de aplicación de los clientes accedan a las otras capas y definan los protocolos que utilizan las aplicaciones para intercambio de los datos. Un ejemplo de estos protocolos de aplicaciones es el HTTP, utilizado para transferir archivos de páginas Web.
- **Capa de transporte:** proporciona la comunicación y los servicios de paquetes a la capa de aplicaciones. Esta capa incluye varios protocolos, entre ellos el TCP.
- **Capa de Internet:** es responsable del direccionamiento, enrutamiento y empaquetamiento de paquetes de datos. El protocolo IP se utiliza, entre otros protocolos, en esta capa.
- **Capa de interfaz de red:** sitúa los paquetes en el canal de comunicaciones y también los recibe en cualquier tecnología de red.

El funcionamiento de las cuatro capas se realiza entre dos computadoras con independencia del tipo de hardware y software que soportan, y que puede ser diferente. Comienza enviando los datos de una computadora a otra través de las cuatro capas, comenzando en la capa de transporte e Internet hasta llegar a la capa de interfaz de la red. Los datos llegan a la computadora receptora viajando por las cuatro capas.

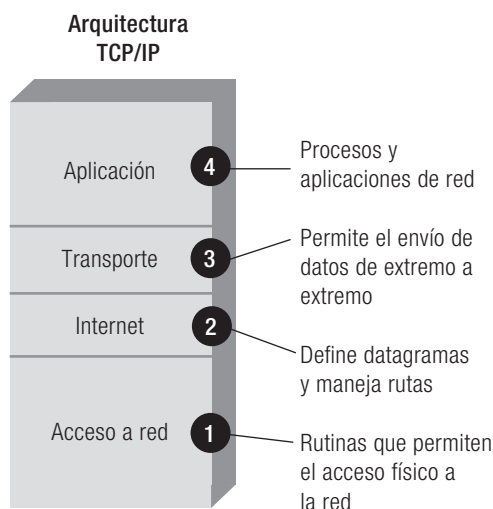


Figura A.13. Capas del modelo de referencia de TCP/IP.

A.4.6 Categorías de procesamiento de redes: Cliente/Servidor y P2P

El sistema más frecuente utilizado en las redes de computadoras de una empresa es el procesamiento distribuido, que consiste en dividir el proceso del sistema entre dos o más computadoras. Este tipo de procesamiento facilita que diferentes computadoras situadas en distintas posiciones se comuniquen unas con otras mediante los canales o enlaces de comunicaciones.

El tipo de sistemas distribuido conocido como *plataforma cliente/servidor* es el más utilizado en los sistemas informáticos, y es la plataforma clásica en los sistemas distribuidos de computación.

La plataforma o computación *cliente/servidor* (C/S) es un modelo de computación distribuida. Enlaza dos o más computadoras en una organización física, donde algunas máquinas (*servidores*) proporcionan los servicios de computación a otras (PC, *laptops*, tabletas...) llamadas *clientes*. Normalmente, los servidores suelen ser muy potentes y almacenan las aplicaciones y datos que ponen a disposición de los clientes, que son máquinas más ligeras (menos potencia y más económica). El proceso es: la computadora cliente solicita aplicaciones, datos o capacidad de proceso a la computadora servidor que responde proporcionándole los servicios solicitados.

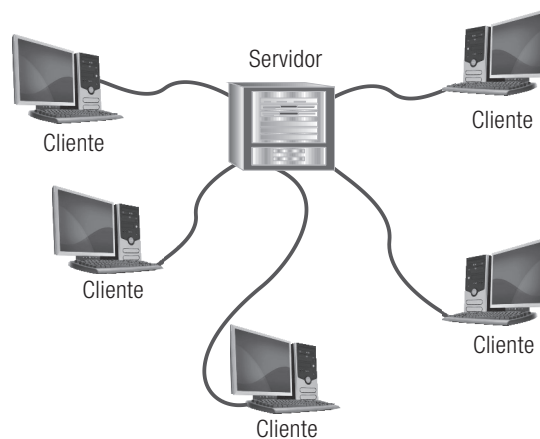


Figura A.14. Plataforma cliente/servidor.

Es importante diferenciar bien las tareas del cliente en un sistema cliente/servidor. Los servidores son computadoras que proporcionan una variedad de servicios a los clientes, incluyendo ejecución de redes, procesamiento de sitios Web, procesamiento de correo electrónico, almacenamiento de datos y gestión de base de datos, aplicaciones de usuario como puede ser Microsoft Office o aplicaciones CRM para gestión de relaciones con los clientes. Los clientes son, normalmente, las computadoras de escritorio o *laptops* (portátiles), en las cuales los usuarios ejecutan sus propias tareas, tales como acceso a base de datos, tratamiento de texto, tratamiento de aplicaciones CRM, SCM, etc. como usuarios de la empresa. Sin embargo, hoy en día, las computadoras cliente son también tabletas, teléfonos inteligentes, videoconsolas, etcétera.

Peer-to-Peer

Un tipo especial de procesamiento cliente/servidor es el procesamiento P2P (*peer-to-peer*). **P2P** es un tipo de plataforma distribuida en donde cada computadora actúa tanto como servidor como cliente; es decir, cada computadora puede acceder a todos los archivos de las otras computadoras.

Existen tres tipos de plataformas P2P. El primer sistema accede a potencia de CPU no utilizada entre computadoras. Una aplicación muy conocida de esta categoría es el proyecto SETI@home (<http://setiathome.ssl.berckley.edu>); estas aplicaciones suelen ser proyectos de software abierto (*open source*) y se pueden utilizar (descargar) de modo gratuito.

El segundo tipo de sistemas P2P son aplicaciones colaborativas en tiempo real que permiten establecer una conexión y colaboración en tiempo real persona-persona dentro de la aplicación. Una aplicación colaborativa típica es Microsoft Sharepoint Workspace.

La tercera categoría de P2P se centra en la compartición de archivos y búsqueda avanzada. Esta categoría está caracterizada por búsquedas en lenguaje natural de miles o millones de sistemas *peer*. Permite a los usuarios descubrir otros usuarios, no solo datos y páginas Web. Una aplicación típica de compartición de archivos *peer-to-peer* es Bit Torrent que es una aplicación de fuente abierta (*open source*) que permite la compartición de archivos.

La tecnología P2P se inició con el intercambio de archivos a través del sitio Napster, que tuvo grandes problemas en su día a causa de las descargas de música sin propiedad intelectual. Hoy, este modelo ha sido superado y los sistemas P2P presentan características notables desde el enfoque de utilización:

- **Creación y administración de aéreas de colaboración.** Es posible desarrollar una aplicación que puede ser totalmente implementada sin depender de servidores u otros sistemas administrados de forma centralizada. Una aplicación P2P típica es Microsoft Office Groove.
- **Optimización de procesos.**
- **Compartición de archivos.**
- **Sincronización de datos.**
- **Compartir la capacidad de procesamiento.** El caso citado del proyecto SETI@home cuyo objetivo es la búsqueda de vida extraterrestre.
- **Distribución de contenidos:** texto, audio, video, fotografía, libros, etc.
- **Reducción de costes de comunicación** con clientes, socios, proveedores, etc. a través de mensajería instantánea y telefonía IP. Las aplicaciones más utilizadas y populares son WhatsApp, Skype, Viber, Tango, Spotbros, WeChat, Line...

A.5 Topologías de redes

Las redes se despliegan por zonas geográficas que pueden ir desde decenas de metros hasta centenares o decenas de miles de kilómetros; y por consiguiente, será preciso estudiar la configuración de las redes y la distribución del cableado que interconecta sus diferentes computadoras. La configuración de la red y la distribución de su cableado se conocen técnicamente como *topología de red*. A la hora de instalar una red es muy importante seleccionar la topología más adecuada a las necesidades existentes en la organización.

Es también muy importante antes de decidirse por una topología concreta considerar previamente el conjunto de factores que influyen de modo determinante en dicha topología:

- Distribución de los equipos a interconectar.
- Tipo de aplicaciones que se van a ejecutar.
- Inversión a realizar.
- Coste del mantenimiento y actualización.
- Tráfico que va a soportar la red.
- Capacidad de expansión en hardware y software (propiedad conocida por *escalabilidad*).

Existen tres topologías principales: bus, anillo y estrella.

A.5.1 Topología en bus

La *topología en bus* (soporte lineal) tiene todos sus equipos conectados a un medio físico, normalmente, un cable (se puede emplear también tecnología inalámbrica *wireless*) que se encuentra interrumpido por los dos extremos y terminado por elementos eléctricos que aseguran sus características de transmisión. Todas las señales son difundidas en ambas direcciones a la red completa. Todos los dispositivos de la red reciben las mismas señales gracias al software instalado en las computadoras cliente que facilita la transmisión, y a protocolos que permiten que cada máquina “escuche” en la red para detectar si existe señal en el medio y está disponible para realizar la transmisión. La tecnología en bus se basa en un cableado en el que se conectan los nodos (puestos de trabajo, equipos de interconexión, periféricos). Se trata de un soporte multipuntos. El cable es el único elemento físico que constituye la red y solo los nodos generan señales. La cantidad de cables utilizados es mínima y no se requiere un punto central.

Las ventajas más sobresalientes de una topología de bus son: su facilidad de instalación y mantenimiento; no existen elementos centrales de los que depende la red, y que en caso de no funcionar dejarían inoperativa a todas las máquinas; si un nodo de la red se avería, simplemente deja de funcionar y no interrumpe la transmisión. Su principal inconveniente es que la ruptura del cable en algún punto deja la red inoperativa.

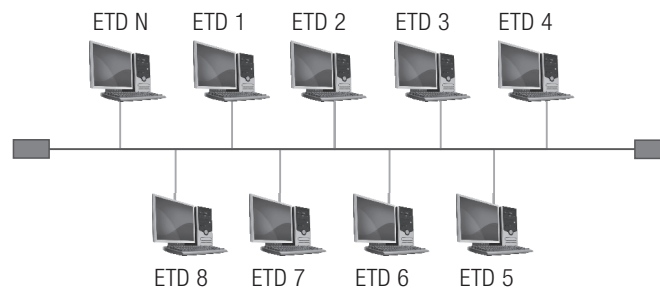


Figura A.15. Topología de bus (ETD: equipo terminal de datos).

El estándar más habitual para estas redes es Ethernet (protocolo IEEE 802.3). Las redes Ethernet suelen ser pequeñas y sus velocidades de transmisión oscilan entre los 10 y 1000 Mbps aunque ya son posibles velocidades de 1 Gps o 10 Gbs (Ethernet 802.3ae) e incluso versiones de 40 a 100 Gps.

A.5.2 Topología de anillo

Es una red en la que los dispositivos (*nodos*) están conectados con un bucle cerrado o anillo de modo que se asegura que el recorrido de la información entre dos equipos conectados a la red es la más corta posible. La información pasa de una máquina a otra en una sola dirección y solo puede transmitir una sola máquina a la vez. El protocolo utilizado es *Token Ring* (paso de testigo). Esta topología no es frecuente en la actualidad, excepto en redes de área amplia o extensa, debido a los inconvenientes que presenta:

- Si se rompe el cable que constituye el anillo se paraliza toda la red.
- Es difícil de instalar y requiere un fuerte mantenimiento.
- Es difícil la agregación de nodos por su configuración de anillo.

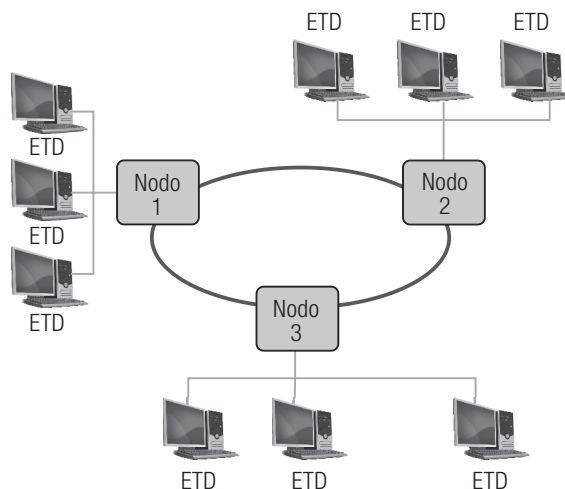


Figura A.16. Topología de anillo. 1. Red en anillo; 2. Dos redes con topología en anillos interconectados (ETD: Equipo terminal de datos)

Las redes en anillo se suelen utilizar en redes amplias o extendidas conocidas como *extended star network*.

A.5.3 Topología de estrella

Todos los dispositivos de la red se conectan a un punto central denominado *hub* (concentrador) formando una estrella física. La información entre computadoras pasa por el concentrador; por lo cual, si se rompe el *hub* provoca irremediablemente la caída de toda la red; por esta razón, se suele emplear más de un concentrador.

La fiabilidad de la red se basa en que un nodo puede fallar sin que ello afecte a los restantes de la red; si se rompe un cable solo se pierde la conexión del nodo que interconectaba. Las redes en estrella facilitan la detección y localización de averías.

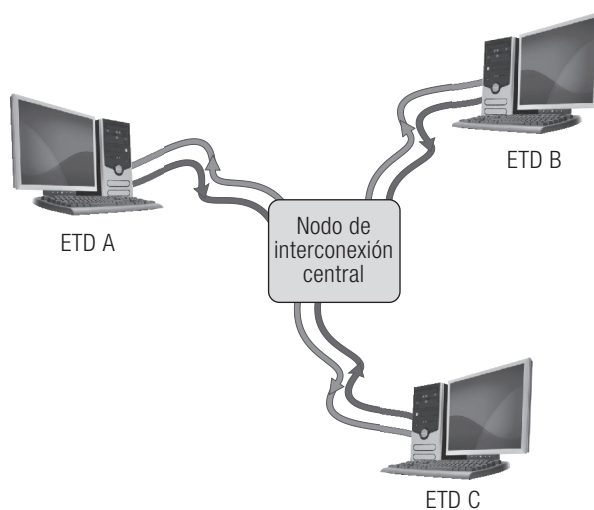


Figura A.17. Topología en estrella.

A.5.4 Topología de malla

En la topología de red de malla (o enmallada) todos los equipos se conectan entre sí. Se busca conseguir que todos los dispositivos de la red tengan conexión física con los restantes dispositivos, utilizando conexión punto a punto lo que permite que cada máquina se comunique con cualquier otra de modo paralelo si fuera necesario.

El sistema de conexión es que los equipos finales se conecten a un conjunto de equipos intermedios en forma de estrella, mientras que estos últimos se conectan todos con todos en una topología de malla.

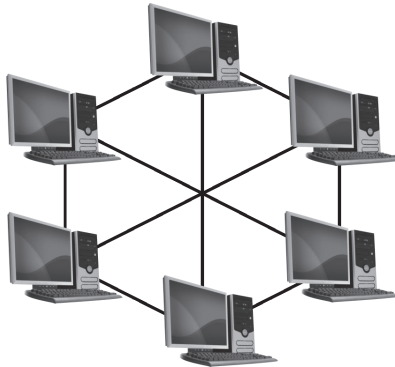


Figura A.18. Topología de malla.

A.5.5 Topología en árbol y derivadas

Existe una quinta topología denominada topología en árbol, en la cual los nodos están conectados en forma de árbol. Esta configuración es similar a una serie de redes en estrella interconectadas.

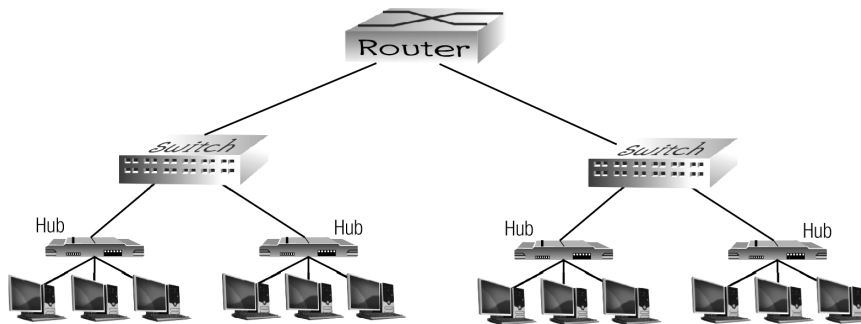


Figura A.19. Topología en árbol.

Además de las topologías anteriores, es posible conectar “bus en estrella” y “anillo en estrella”.

Bus en estrella. Los elementos activos de la red, en los que se conectan las estaciones de trabajo, pueden estar conectados entre sí en bus. Varios hubs conectados entre sí mediante una red troncal (normalmente de fibra óptica) forman una red con topología de bus en estrella.

Anillo en estrella. Se origina cuando se conectan varios anillos entre ellos.

A.6 Tipos de redes

Una vez descritas las topologías comunes, es preciso clasificar las redes de comunicaciones en función de su alcance geográfico, es decir, la distancia a la que permiten trasladar la información. Los tipos de redes de computadoras se dividen en grandes grupos, redes cableadas y redes inalámbricas y móviles. En este apartado, nos centramos en las redes cableadas que se clasifican en redes LAN, MAN, WAN, PAN y CAN.

A.6.1 Redes LAN

Una *red de área local* (LAN, *Local Area Network*) está diseñada para conectar computadoras personales y otros dispositivos digitales en pequeños alcances, decenas o centenares de metros, incluso kilómetros, y que se instalan normalmente, en edificios, empresas, hogares, universidades, etc.

Una red de área local está compuesta por computadoras que pueden compartir datos, aplicaciones y recursos como impresoras, escáneres o dispositivos de almacenamiento de datos (unidades de disco duro, entre otros). La red consta de un servidor de archivos dedicado que proporciona a los usuarios acceso a recursos de computación compartidos, incluyendo archivos de datos, datos de base de datos, o programas de software. El servidor de red es quien determina el acceso, modo de acceso y la secuencia de las comunicaciones; el enrutador (*router*) sirve de intermediario o de conexión con otras redes de computadoras, incluso Internet, y permite intercambiar información entre ellas.

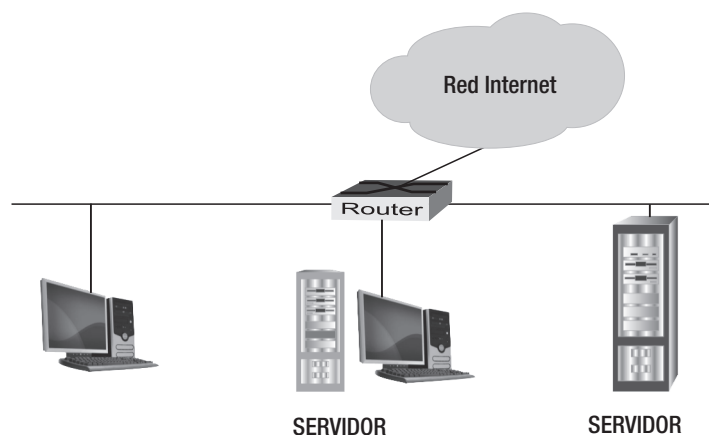


Figura A.20. Red de área local LAN.

Las redes LAN poco a poco han ido ampliando sus características y pueden contener múltiples servidores y computadoras cliente. En estos casos, se suelen utilizar servidores dedicados para realizar tareas específicas concretas como: almacenamiento de datos en archivos y bases de datos, almacenamiento y distribución de correos electrónicos, gestión de las impresoras de la empresa, etc., y en estos casos se suelen denominar servidores de base de datos, servidores de correo electrónico o servidores de impresoras que se centran fundamentalmente en la gestión de los servicios anteriores o en otras frecuentes como los servidores Web que gestionan las páginas o sitios Web de la empresa. Los protocolos más utilizados en redes LAN son los protocolos Ethernet.

A.6.2 Redes MAN

Una *red de área metropolitana* (MAN, *Metropolitan Area Network*) es una red que se extiende en mayores distancias que las redes de área local, y que se puede extender en el ámbito de ciudades, complejos de edificios, etc. y puede usarse en áreas metropolitanas o incluso entre regiones geográficas.

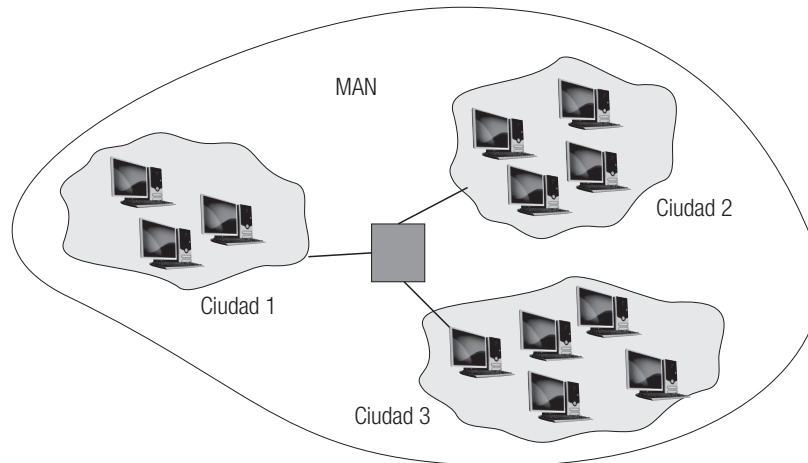


Figura A.21. Red de área metropolitana, MAN.

A.6.3 Redes WAN

Una *red WAN* (*Wide Area Network*) es una red de área extensa cuya cobertura geográfica puede ser ya de cientos e incluso miles de kilómetros, en los mismos países del mismo o de distintos continentes o incluso a nivel global en el mundo.

Las redes WAN como redes extendidas o amplias son posibles gracias al extenso cableado de líneas telefónicas, torres de transmisión por microondas, extensión de satélites, fibra óptica, etc. Los protocolos utilizados en las redes WAN son Frame Relay, ATM, SDH, FDDI.

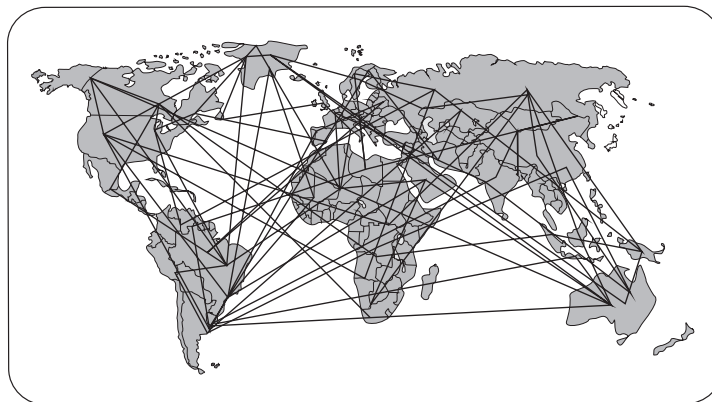


Figura A.22. Red de área extendida WAN.

A.6.4 Redes PAN

A medida que han aumentado los dispositivos de acceso a Internet, y dentro de las propias redes corporativas, especialmente, dispositivos móviles (teléfonos inteligentes, tabletas, PDA, videoconsolas...) han aparecido unos nuevos tipos de redes, denominadas *redes de área personal* (PAN, *Persona Area Networks*). Las redes PAN son una configuración básica personal, las cuales están integradas por los dispositivos situados en el entorno personal y local del usuario, ya sea en la casa, trabajo, automóvil, parque, centros comerciales, cines, etc. Actualmente existen diversas tecnologías que permiten el desarrollo de estas redes como pueden ser las tecnologías Bluetooth, infrarrojos, RFID o NFC.



Figura A.23. Red PAN.

A.6.5 Redes CAN y VAN

Las *redes CAN* (*Campus Area Network*) como su nombre lo indica se refieren a los tipos de redes específicos desarrollados e implantados en campus universitarios, campos de las universidades corporativas, que por sus especiales características requieren una red especial para atender estudiantes, profesores, personal no docente, investigadores, etc., y situados en un mismo campus o campus distribuidos geográficamente en diferentes ciudades, o incluso en diferentes países como las universidades españolas UNED, UOC, o el TEC de Monterrey, que disponen de sedes en países distintos de los de su sede central.

Otro tipo de red cuyo concepto está emergiendo es la red de área de valor (VAN, *Value Area Network*), *red de valor añadido*, que presta algún tipo de servicio final de este tipo a usuarios o empresas más allá del simple transporte de la información. Las redes VAN son variantes y dependen de los operadores de telecomunicaciones que se centran no solo en el transporte de información cuanto en los datos que contienen, y que a su vez, es un valor añadido.

A.7 Tecnologías inalámbricas

Las tecnologías inalámbricas (sin cable) incluyen dispositivos inalámbricos variados (teléfonos inteligentes) y soportes de transmisión inalámbricos (microondas, satélites y radios). Estas tecnologías están cambiando radicalmente el modo de operación de las organizaciones.

En la actualidad, las personas y las organizaciones encuentran a los dispositivos inalámbricos más adecuados y productivos por diversas razones que van desde el uso productivo del tiempo, la posibilidad de conexión en cualquier lugar y momento así como con cualquier dispositivo (el concepto de ubicuidad) hasta la facilidad de los dispositivos de comunicación que se pueden transportar con la persona. Las tecnologías inalámbricas se agrupan en dos grandes categorías: *dispositivos* y *medios de transmisión*.

A.7.1 Dispositivos inalámbricos

Los dispositivos inalámbricos, algunos de los cuales se estudiarán con más detalle en el Capítulo 7, proporcionan grandes ventajas a los usuarios y a las organizaciones:

- Son transportables por el usuario y fáciles de llevar.
- Tienen capacidad de proceso muy grande (los teléfonos y tabletas soportan procesadores de cuatro núcleos de un modo muy generalizado).
- Pueden comunicarse de modo inalámbrico a Internet (de hecho las estadísticas más recientes consideran porcentajes elevados de conexión a Internet con teléfonos inteligentes y tabletas).
- Proporcionan la característica de ubicuidad (conexión a Internet en cualquier momento y lugar, con los dispositivos más populares; y de igual forma, conexión entre los mismos dispositivos).

Los teléfonos inteligentes brindan, además de las capacidades normales de telefonía, el acceso a numerosas otras funcionalidades tales como Bluetooth, NFC, Wi-Fi, cámara digital para fotografías y videos, sistemas de geolocalización y GPS, organizadores y planificadores de trabajo (aplicaciones como Evernote), almacenamiento en la nube para archivos de documentos, fotografías, videos... (aplicaciones Dropbox, Box.com, Skydrive, SugarSync, etc.), agenda de direcciones, calendario, calculadora, acceso a correo electrónico, mensajería instantánea y *chat* (WhatsApp, Hangout de Google, Viber, Line, Telegram, WeChat...), mensajes de texto, reproductores/grabadores de música, reproductor de video..., y además claro, navegación completa por Internet con magníficos navegadores y un teclado QWERTY real o virtual en pantalla.

Lógicamente, no todo son ventajas, aparecen inconvenientes: falta de cobertura en algunos lugares, precios elevados todavía (si se desea tener grandes y numerosas funcionalidades) tanto del dispositivo como de la red de datos, sobre todo en *itinerancia (roaming)*. En Europa, la Unión Europea tiene supervisión de tarifas, y ya existen algunas tarifas planas (caras todavía, pero al menos tarifa plana), pero ciertamente muy caras con el traslado de continente (de América a Europa o viceversa), y no recomendables bajo ningún concepto, excepto que sean tarifas corporativas y estén autorizadas. Sin embargo, el gran inconveniente reside en el peligro a la protección de datos, y sobre todo a la privacidad (por su importancia, dedicamos el Capítulo 24 por completo a tratar el tema, así como también destinaremos el Capítulo 22 a la seguridad de la información y la protección de datos).

A.7.2 Medios y soportes de transmisión inalámbricos

Los medios inalámbricos transmiten señales sin cables. Los tipos de soporte inalámbricos más importantes son: radio, microondas, satélite e infrarrojos.

Radio

La transmisión por radio utiliza frecuencias de ondas radio para enviar los datos directamente entre transmisores y receptores. Este tipo de transmisión tiene numerosas ventajas ya contrastadas durante décadas desde la economía de los dispositivos hasta la facilidad de instalación y la alta velocidad de transmisión de los datos. Por estas razones, se utilizan también para la conexión de dispositivos, computadores, etc. También tienen inconvenientes, entre los que cabe destacar, las interferencias y los cortos alcances de las señales radio, decenas de kilómetros, aunque la radio por satélite ha ido eliminando estas barreras.

Microondas

Los sistemas de transmisión por microondas transmiten datos vía ondas electromagnéticas. Estos sistemas se utilizan para grandes distancias, grandes volúmenes y comunicaciones a la vista (*lines-of-sight*), lo que implica que los transmisores y receptores han de verse, y eso supone la instalación de torres de microondas, que debido a la curvatura de la tierra no pueden estar muy alejadas unas de otras (decenas de kilómetros, aproximadamente).

Debido a estos inconvenientes, las transmisiones por microondas ofrecen solo soluciones limitadas, aunque cada vez más han proliferado los sistemas de comunicaciones con microondas a grandes distancias, pero están siendo sustituidas también de modo gradual con los sistemas de comunicaciones vía satélite.

Satélites

El sistema de transmisión por satélite hace uso de comunicaciones por satélite. Actualmente, existen tres tipos de satélites alrededor de la Tierra (Rainer, 2013): *geoestacionarios* (GEO), *órbita terrestre media* (MEO) y *órbita terrestre corta* (LEO). Cada tipo de satélite tiene una órbita diferente, la GEO como la más lejana y la LEO como la más cercana.

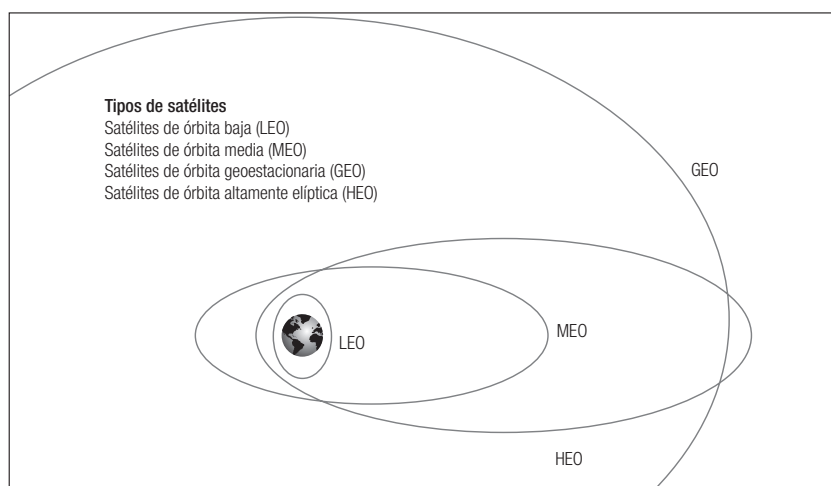


Figura A.25. Comparación de órbitas satelitales.

Fuente: (Rainer, 2013) adaptada

Rainer (2013) muestra las características más sobresalientes de las comunicaciones vía satélite que sintetizamos a continuación:

Tabla A.2 Tipos de satélites de telecomunicaciones

Tipo de satélite	Órbita	Número (año 2012)	Utilización
GEO	22.300 millas	8	Señal de TV
MEO	6.434 millas	10-12	GPS
LEO	400-700 millas	Muchos	Telefonía

A continuación, destacamos dos de las aplicaciones más importantes de satélites para las redes de computadoras y el acceso a Internet: sistemas de posicionamiento global (GPS, *Global Positioning System*) y el sistema de transmisión de Internet.

GPS

El sistema de posicionamiento global (GPS) es un sistema inalámbrico que utiliza satélites para facilitar a los usuarios determinar su posición geográfica en cualquier parte de la Tierra. El sistema GPS está compartida por 24 satélites MEO que son compartidos en todo el mundo. La posición exacta de cada satélite es siempre conocida debido a que los satélites difunden continuamente su posición junto con la señal horaria. El software de GPS puede encontrar la posición de cualquier estación receptora o usuario en un rango de metros o decímetros, según los sistemas, y también puede convertir la latitud y longitud geográfica a un mapa digital. El cálculo se realiza teniendo en cuenta la velocidad de las señales y la distancia de tres satélites (en el caso de una posición de dos dimensiones), o la distancia de cuatro satélites (en el caso de una posición de tres dimensiones).

Las aplicaciones GPS se popularizaron con su incorporación a los automóviles, donde interactúan con los conductores con voz y texto, en planos digitales, y los guían en sus viajes con bastante exactitud no solo mostrándoles las carreteras y caminos por los que circulan, sino ofreciéndoles datos de turismo, tiempo, restaurantes, etc. La Figura A.25 muestra varias aplicaciones de GPS: un sistema de navegación con tablero de visualización (*dashboard*), una aplicación GPS (Latitude, TomTom, etc.) y una aplicación de realidad aumentada.

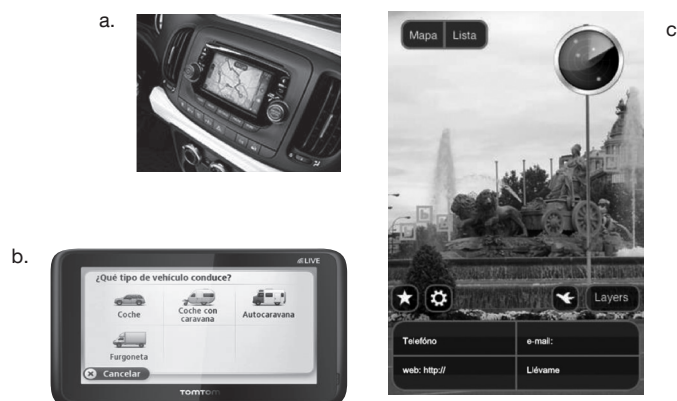


Figura A.25. Aplicaciones de sistemas GPS en automóviles: a. Tablero de visualización. b. aplicación TomTom. c. Aplicación de realidad aumentada (Layar).

El uso comercial de los GPS en actividades comerciales (navegación, mapas, vigilancias de tráfico, etc.) se ha extendido espectacularmente en los últimos años. La geolocalización, la detección de la posición geográfica mediante un sistema GPS, se ha convertido en una de las aplicaciones más populares en los teléfonos inteligentes y muy utilizada por usuarios y empresas de todo tipo. La tendencia **SoLoMo** (SOcialización, LOcalización geográfica y MOvilidad) es una de las más arraigadas en la sociedad de hoy día, y que ya hemos tratado y trataremos a lo largo del libro.

Acceso a Internet por satélite

El acceso a Internet por satélite (IoS, *Internet over Satellite*) es una realidad muy implantada y totalmente necesaria en zonas geográficas donde el tendido de cable es demasiado caro o imposible. El Internet por satélite permite a los usuarios acceder a Internet vía satélites GEO desde sus hogares. Evidentemente, es una gran oportunidad para muchísimas personas y organizaciones, pese a las grandes limitaciones que también ofrece este sistema de comunicaciones.

Infrarrojos

El sistema de infrarrojos es uno de los sistemas más antiguos en las comunicaciones inalámbricas. La luz infrarroja es luz roja que normalmente no es visible al ojo humano. Las aplicaciones típicas de luces infrarrojas son innumerables, aunque las más populares se dan en ambientes de aparatos de TV, radio, reproductores de audio y video (CD y DVD). Además, se utilizan en receptores de infrarrojos como transmisores de radio, computadores y periféricos diversos para conexiones a distancias cortas. Los dispositivos más utilizados son los transeceptores (*transceivers*) que permiten transmitir y recibir señales. También los dispositivos sensores hacen uso de estas técnicas de infrarrojos.

A.8 Redes inalámbricas

Las tecnologías de redes móviles o celulares y las tecnologías inalámbricas (sin cables) son el soporte de las redes más populares en la actualidad: redes inalámbricas y redes móviles o celulares. Las tecnologías inalámbricas sin cables (*wireless*) incluyen dispositivos sin cable como teléfonos inteligentes (*smartphones*), tabletas (*tablets*) o videoconsolas y medios de transmisión sin cables (vía tecnologías radio) como Bluetooth, RFID, NFC, sensores, microondas, satélites o radio. Las tecnologías inalámbricas de una u otra categoría, cada día son más utilizadas y están cambiando el modo en que funcionan las organizaciones y los hábitos y costumbres de los usuarios.

Los dispositivos y tecnologías móviles configuran nuevas organizaciones y nuevos modelos de negocio, de modo que están emergiendo también una nueva gama de sistemas de información inalámbricos que facilitan las actividades y tareas ordinarias en las organizaciones y empresas, debido al incremento exponencial de uso de los dispositivos móviles en las redes inalámbricas móviles. Hoy ya es normal el uso de tabletas y teléfonos inteligentes en organizaciones y empresas, y su conexión a Internet se puede realizar con conexiones inalámbricas.

Además de las tecnologías inalámbricas y móviles modernas, siguen existiendo y teniendo gran incidencia en la vida real y en las organizaciones, las *tecnologías inalámbricas de infrarrojos* (ya analizadas en el párrafo anterior) que facilitan los controles remotos mediante órdenes a aparatos de TV, sistemas de sonido y otros dispositivos tales como sensores de todo tipo. Algunas computadoras de mano y portátiles tienen puertos de infrarrojos que permiten enviar y recibir información digital a cortas distancias. Las tecnologías de infrarrojos no se utilizan en redes, normalmente, debido a las limitaciones de distancia que soportan.

Las redes inalámbricas se clasifican en función de las tecnologías utilizadas en cuatro grandes grupos, al estilo de las redes de comunicaciones generalistas (y vistas con anterioridad): WPAN, WLAN, WMAN y WWAN.

- **WPAN** (*Wireless Personal Area Network*, Red Inalámbrica de Área Personal o Red de Área Personal) es una red para la comunicación entre distintos dispositivos (computadoras, puntos de acceso a Internet, teléfonos móviles, PDA, dispositivos de audio, impresoras, etc.) cercanos al punto de acceso. Estas redes normalmente son de alcance pequeño (unos pocos metros) y para uso personal. Entre las diferentes tecnologías de WPAN, se destacan Bluetooth y ZigBee.
- **WLAN** (*Wireless Local Area Network*, Red Inalámbrica de Área Local) es un sistema de comunicación de datos, inalámbrico y flexible, muy utilizado como alternativa a las redes LAN cableadas o como extensión de éstas. Utiliza tecnología de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones cableadas. La tecnología asociada a esta forma de red es Wi-Fi.
- **WMAN** (*Wireless Metropolitan Area Network* o Red Inalámbrica de Área Metropolitana) es una red de alta velocidad que proporciona cobertura en una área geográfica extensa, proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y video, sobre medios de transmisión inalámbricos.
- **WWAN** (*Wireless Wide Area Network*) son redes celulares para telefonía móvil y transmisión de datos. Las tecnologías destacadas son GSM (telefonía móvil 2G), UMTS (telefonía móvil 3G), CDMA, LTE (4G).

La Tabla A.3 recoge características de estas cuatro redes:

Tipo de red	WWAN (Wireless Wide Area Network)	WMAN (Wireless Metropolitan Area Network)	WLAN (Wireless Local Area Network)	WPAN (Wireless Personal Area Network)
Estándar	GSM / GPRS / UMTS	IEEE 802.16	IEEE 802.11	IEEE 802.15
Denominación / Certificación	2G / 3G	WIMAX	WIFI	BLUETOOTH, ZIGBEE
Velocidad	9,6/170/2000 Kb/s	15-134 Mb/s	1-2-11-54 Mb/s(*)	721 Kb/s
Frecuencia	0,9/1,8/2,1 GHz	2-66 GHz	2,4 y 5 GHz infrarrojos	2,4 GHz
Rango	Limitación por células (max. 35 Km por célula)	1,6-96 50 Km	30 – 150 m	10 m
Técnica radio	Varias	Varias	FHSS, DSSS, OFDM	FHSS
Itinerancia (<i>roaming</i>)	Si	Si (802.16e)	Si	No
Equivalente a:	Conex, telef. (módem)	ADSL , CATV	LAN	Cables de conexión

Los dispositivos inalámbricos que hemos venido comentando transmiten y reciben señales. Estos dispositivos normalmente utilizan redes de computadoras inalámbricas que proporcionan el acceso a Internet. Las redes inalámbricas se clasifican según su alcance o distancia efectiva: corto alcance, medio alcance y gran alcance (área amplia).

A.8.1 Redes de corto alcance

Las *redes inalámbricas de corto alcance* permiten la conexión de unos dispositivos a otros en rangos de metros. En esta sección, consideraremos las cuatro más populares y extendidas: Bluetooth, UWB (*Ultra-Wideband*), NFC y ZigBee.

Bluetooth

Bluetooth (www.bluetooth.com) es una especificación (industrial: IEEE 802.15) para redes inalámbricas de área personal (WPAN), cuyo propósito es la conexión, intercambio de información y transmisión de voz y datos entre dispositivos móviles (computadoras, teclados, *mouses*, PDA, portátiles, teléfonos móviles, cámaras digitales, impresoras, automóviles, altavoces, etc.), a través de una conexión de radio segura y de corto alcance. La banda de preferencia de Bluetooth es de 2.4 GHz y no precisa licencia específica. Esta tecnología fue diseñada originalmente por Ericsson en 1994 con la intención de crear un estándar para la comunicación por radio que se pudiese utilizar en dispositivos pequeños, baratos, de bajo consumo, y que además se pudiese instalar en cualquier tipo de dispositivo. Más tarde, se creó el grupo de trabajo Bluetooth SIG (*Special Interest Group*) integrado por Ericsson, Sony, Ericsson, IBM, Intel, Microsoft, Toshiba y Nokia (www.bluetooth.org). En la actualidad, está formado por más de 7.000 empresas y se encarga, entre otras funciones, de crear las diferentes versiones de la especificación de Bluetooth y de comprobar y certificar dichos productos según estas especificaciones.

Bluetooth 1.0 puede enlazar hasta ocho dispositivos en un área de 10 metros (aproximadamente 30 pies) con un ancho de banda de 700 Kbps (kilobits por segundo), utilizando comunicaciones basadas en radio de baja potencia. *Bluetooth 2.0* puede transmitir hasta 2.1 Mbps (megabits por segundo) y una mayor potencia, hasta 100 metros. *Bluetooth 3.0* incrementó la capacidad de transferencia de datos de tan solo 2 Mbps hasta 24 Mbps, por lo que se puede ejecutar video en **streaming**. *Bluetooth 4.0* ofrece mayor alcance y mayores capacidades de transferencia de datos entre otras mejoras, y reducción de consumo.

Existen tres clases de dispositivos Bluetooth (clase 1: grandes distancias, 100 m; clase 2: entre 15 y 20 m; clase 3: pequeñas distancias, alrededor de 10 metros).

Tabla A.4 Clases de dispositivos Bluetooth

Clase	Máxima potencia permitida	Alcance
1	100mW (20dBm)	-100m
2	2,5mW (4dBm)	-10m
3	1mW (0dBm)	-1m

Las aplicaciones típicas de Bluetooth son dispositivos de mano inalámbricos para teléfonos celulares, equipos portátiles de música, conexión de dispositivos electrónicos en automóviles, etc. Las ventajas de Bluetooth son su bajo consumo y el hecho de que utiliza ondas de radio omnidireccionales: esto es, ondas de radio que se emiten en todas direcciones desde un transmisor; y por esta razón, no es necesario apuntar un dispositivo Bluetooth a otro, como puede suceder con los dispositivos de infrarrojos.

A principios de diciembre de 2013, se presentó *Bluetooth 4.1* cuya principal característica es que permite transmisión simultánea y bidireccional entre varios dispositivos.

Banda ultrancha (UWB)

Tecnología de banda ancha inalámbrica con velocidades de transmisión por encima de 100 Mbps. Esta alta velocidad es idónea para aplicaciones de multimedia en *streaming* (flujo continuo) tanto para equipos de música como computadoras personales o televisión. Está teniendo muy buenas aplicaciones en el sector de ciencias de la salud donde se necesita conocer la posición del personal de los centros sanitarios (médicos, enfermeros, comadronas, etc.) y de los equipos móviles es crítica (monitores, *laptops*...).

NFC

Las comunicaciones de campo cercano constituyen una tecnología inalámbrica de gran aplicación en la actualidad (NFC, *Near-field Communications*); es una tecnología inalámbrica con rangos de alcance muy cortos (centímetros) y está diseñada para ser embebida en dispositivos móviles (teléfonos inteligentes y tarjetas de crédito). Dispositivos dotados de NFC pueden ser detectados a corto alcance como es el caso de los teléfonos móviles que se están convirtiendo en dispositivos de pago electrónico (en el Capítulo 7, se ampliará este concepto).

ZigBee

La especificación ZigBee, desde su primera versión ratificada en 2004, se presenta como el único estándar global de comunicaciones inalámbricas en dos vías que permite el desarrollo de productos para monitorización y control, fáciles de instalar, de bajo costo y bajo consumo de energía. Está desarrollado por la Alianza ZigBee, una agrupación global de compañías con el objetivo de crear soluciones inalámbricas para utilizar en aplicaciones industriales, comerciales, del hogar y de manejo de energía.

El protocolo ZigBee utiliza como base el estándar IEEE 802.15.4, aprobado en 2006. Esta norma se puede utilizar para transmitir comandos en lugar de datos. Su velocidad es de 250 Kbps como máximo a una distancia de unos 10 metros.

A.8.2 Redes de medio alcance

Las redes inalámbricas de medio alcance son, fundamentalmente, las populares redes inalámbricas de área local (WLAN). El tipo más popular y conocido de redes inalámbricas de medio alcance es la red Wi-Fi (*Wireless Fidelity*).

Wi-Fi

Una red Wi-Fi (Wi-Fi) es similar a una red LAN, pero sin cables. Las redes Wi-Fi están estandarizadas con el protocolo IEEE 802.11, aunque existen diferentes especificaciones: 802.11 a, 802.11 b, 802.11g y 802.11n. Recientemente se está tratando de implantar la 802.11s que ya ha sido definida, pero todavía no está muy desplegada.

Una configuración típica de una red Wi-Fi tiene un transmisor con una antena denominado punto de acceso inalámbrico, que se conecta a una LAN cableada Ethernet o red de satélites mediante un sistema de distribución que conecta a Internet. El punto de acceso inalámbrico proporciona servicio a un número determinado de usuarios dentro de un pequeño perímetro geográfico (puede alcanzar decenas o centenas de metros según esté instalada en interiores o exteriores) conocido como *hotspot*. El soporte a un gran número de usuarios a lo largo de un área geográfica determinada requiere de múltiples puntos de acceso. Para comunicar inalámbricamente dispositivos de computadoras tales como *laptops*, teléfonos inteligentes o tabletas, requiere el uso de tarjetas Wi-Fi o que un adaptador Wi-Fi adecuado esté integrado a una antena, al equipo de computación,

etc. Por ejemplo, en el caso de las computadoras portátiles (*laptops*) se suele colocar a lo largo de la pantalla; los fabricantes de microprocesadores han adoptado adaptadores Wi-Fi como solución integral, este el caso de Intel que lo incorpora en sus chips de microprocesadores. Existen muchos modelos de tarjetas Wi-Fi que permiten incorporar la funcionalidad inalámbrica a una computadora. Existen diferentes formatos de tarjeta o también USB para computadoras portátiles o de escritorio.

Las especificaciones Wi-Fi proporcionan acceso fácil y rápido a Internet en lugares públicos con puntos de acceso inalámbricos (*hotspots*) como aeropuertos, hoteles, aviones, ferrocarriles, restaurantes, cafeterías, universidades, salas de congresos, etc. En unos casos, las redes Wi-Fi son libres; y en otros, los usuarios deben abonar una pequeña cuota en función del tiempo disponible y el lugar. Los usuarios pueden acceder a Wi-Fi con los *laptops*, computadores de escritorio, PDA, teléfonos inteligentes, tabletas, etc., añadiendo una tarjeta de red inalámbrica si no viene incorporada de fábrica, cosa que sucede hoy día con la mayoría de los fabricantes de PC y otros dispositivos móviles.

El IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) ha establecido un conjunto de estándares para las redes inalámbricas de computadoras, ya citados anteriormente, 802.11 a/b/g/n.

- **802.11b.** Esta norma se publicó en 1999. Su velocidad de transmisión va desde 1Mbps a 11 Mbps, pasando por 2 y 5,5 Mbps. La frecuencia de trabajo es de 2.4 GHz (Gigahertzios).
- **802.11a.** Se publicó en septiembre de 2009. Puede trabajar a 5 GHz y la velocidad de transmisión máxima es 54 Mbps (puede tomar velocidades de 48, 36, 24, 18, 12 y 6 Mbps). Debido al cambio de frecuencia, las antenas 802.11a son incompatibles con las de 802.11b.
- **802.11g.** Este estándar se aprobó en 2003 y es el sucesor del 802.11b. Utiliza la banda de 2,4 GHz y permite velocidades de 54 Mbps (las velocidades posibles son iguales que el 802.11g).
- **802.11n.** Es la especificación más reciente (septiembre de 2009); utiliza bandas de frecuencia de 2,4 y 5 GHz; con esta última es posible duplicar la longitud del canal y ello permite ganar más velocidad. La velocidad máxima es de 200 Mbps, pero en teoría puede llegar a los 600 Mbps. El alcance en interiores es de 50 metros, y de 125 metros en exteriores.

Tabla A.5 Estándares de redes W-iFi

Normas (capacidad física y de acceso al medio)	Velocidad transmisión máxima (Mbps)	Throughput máximo típico (Mbps)	Número máximo de redes colocalizadas	Banda de frecuencia	Radio de cobertura típico (interior)	Radio de cobertura típico (exterior)
IEEE 802.11a/h	54 Mbps	22 Mbps	14 (5.7 GHz)	5 GHz	85 m	185 m
IEEE 802.11b	11 Mbps	6 Mbps	3	2.4 GHz	50 m	140 m
IEEE 802.11g	54 Mbps	22 Mbps	3	2.4 GHz	65 m	150 m
IEEE 802.11n (40 MHz)	>300 Mbps	>100 Mbps	1 (2.4 GHz) 7 (5.7 GHz)	5 GHz	120 m	300 m
IEEE 802.11n (20 MHz)	144 Mbps	74 Mbps	3 (2.4 GHz) 14 (5.7 GHz)	2.4 GHz y 5 GHz	120 m	300 m

Fuente: Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones de España (Blog de la CMT). Disponible en: <http://blogcmt.com/2010/05/28/conceptos-basicos-de-telecos-redes-inalambricas-fijas-y-en-bandas-de-uso-comun/>.

Estándar Wi-Fi 802.11ac

El IEEE aprobó en 2013 el nuevo estándar 802.11ac y en el mercado han comenzado aparecer dispositivos compatibles con el mismo, a primeros del año 2014. La tecnología Wi-Fi 802.11 ac admite una velocidad de hasta 1,3 Gbps (en el futuro 6,93 Gbps) y es compatible con el estándar 802.11n con el que presenta además la ventaja de consumir menos energía. Opera en la banda de 5 GHz, y admite anchos de banda de 80 y 160 MHz. Soporta compatibilidad con canales de 20/40/80/160 MHz y asegura la coexistencia con sistemas Wi-Fi anteriores (a-n). Algunos dispositivos que soportan el nuevo estándar son: teléfonos Galaxy S4 y S5 de Samsung, HTC One; en laptops, Apple Macbook Air y Asus 6750 y en *routers*, Linksys y Netgear, entre otros.



Figura A.26. Estándares WiFi.

Nueva revisión Wi-Fi 802.11ac-2013

Cuando todavía no se ha popularizado el estándar 802.11ac, el IEEE ha aprobado en enero de 2014 la siguiente versión 802.11ac-2013 que utiliza los canales de 160 MHz, la banda ancha de 5 GHz y la gran novedad es que ya alcanza la velocidad máxima de 7Gbps (frente a los 1,3 Gbps de la versión actual). A mediados de 2014, todavía no ha comenzado la comercialización de dispositivos con este estándar.



Figura A.27. Gama de estándares WiFi.

Tabla A.6 Estándares WiFi

Estándar	Velocidad (teórica)	Velocidad (práctica)	Banda	Ancho de banda	Detalles	Año
802.11	2 Mbps	1 Mbps				1997
802.11a	54 Mbps	22 Mbps	5,4 Ghz			1999
802.11b	11 Mbps	6 Mbps	2,4 Ghz			1999
802.11g	54 Mbps	22 Mbps	2,4 Ghz	20 MHz	Disponible en la mayoría de los dispositivos modernos.	2003
802.11n	600 Mbps	100 Mbps	2,4 Ghz y 5,4 Ghz	40 MHz	Puede configurarse para usar solo 20 MHz de ancho y así prevenir interferencias en una zona congestionada.	2009
802.11ac	6.93 Gbps	100 Mbps	5,4 Ghz	80 o hasta 160 MHz	Nuevo estándar sin interferencia pero con menos alcance, aunque hay tecnologías que lo amplían.	2012
802.11ad	7.13 Gbps	2 Gpps	60 Ghz		Más rendimiento y otras ventajas.	2012

Mi-Fi

Mi-Fi es un pequeño dispositivo inalámbrico, portable y pequeño que proporciona a los usuarios un punto de acceso móvil inteligente (*hotspot*) permanente siempre que se conecte a Internet. Los usuarios a Mi-Fi están siempre conectados a Internet, y su alcance es de unos 10 metros. El acceso a Wi-Fi a través de un dispositivo Mi-Fi permite conectar a Internet a cinco personas simultáneamente, compartiendo la conexión. Las operadoras de telefonía proporcionan estos dispositivos; este es el caso de Vodafone, Orange y Telefónica, en España.

A.8.3 Redes de largo alcance

Las redes inalámbricas de largo alcance, área amplia o ancha, conecta a usuarios a Internet en una zona geográfica muy amplia. Estas redes utilizan segmentos del espectro inalámbrico que está regulado por los gobiernos, al contrario de lo que sucede con Bluetooth y Wi-Fi que operan sobre espectros que no requieren licencia; y por consiguiente, son más propensos a interferencias y riesgos de seguridad. En general, las tecnologías de redes inalámbricas se clasifican en dos grandes categorías: *telefonía celular* (redes 3G y 4G) y *redes inalámbricas de banda ancha*.

Wimax

La red *World Wide Interoperability for Microwave Acces* (popularmente conocida como Wimax) es el nombre del estándar IEEE 802.16. Es una nueva tecnología, aunque ya tiene varios años de existencia, de ondas radio de larga distancia. Permite velocidades simétricas que teóricamente llegan a los 70 Mbps, dentro de un alcance cercano a los 50 kilómetros. En realidad, los operadores hablan de 12 Mbps para un alcance de 10 a 20 kilómetros, en función del entorno. La última especificación del IEEE es la IEEE 802.16 y permite velocidades teóricas de 1 Gbps. Este estándar debe permitir la convergencia de las tecnologías Wi-Fi, Wimax y 4G. Es un sistema seguro y ofrece características tales como voz y video. Las antenas de Wimax pueden transmitir conexiones de Internet de banda ancha a antenas o casas a grandes distancias. La tecnología Wimax puede, por consiguiente, proporcionar acceso inalámbrico a Internet a áreas rurales y a otras zonas que no están cubiertas actualmente.



Tasa de
transferencia
124 Mbit

Cobertura
40-70 kilómetros

Figura A.28. Redes Wimax.

Tecnologías 3G y 4G

Los teléfonos celulares (teléfonos móviles) proporcionan acceso a grandes extensiones de terreno, de hecho prácticamente cubren todo el globo terráqueo con las correspondientes interconexiones de redes e *itinerancia* de voz y datos de las diferentes compañías de telefonía. Los teléfonos celulares se comunican con antenas de radio o torres situados en áreas geográficas adyacentes llamadas *celdas*. Un mensaje de teléfono se transmite a la celda local –esto es, la antena– por el teléfono celular, y a continuación se pasa de una celda a otra hasta que se alcanza la celda de destino. En esta celda final, el mensaje o se transmite al teléfono celular receptor o se transfiere al sistema público de telefonía conmutada, que a su vez se transmite a una teléfono con cable (*wireline*). Esta es la razón por la que se puede utilizar un teléfono celular para llamar a otro celular así como para teléfonos de línea fija (cable).

La telefonía celular se comenzó a introducir en la década de los ochenta y se ha convertido en uno de los dispositivos más populares de nuestra sociedad. La *primera generación* (conocida como 1G) utilizaba señales analógicas y tenía un ancho de banda muy pequeño (capacidad); solo proporcionaba voz. La *segunda generación* (2G) utilizaba señales digitales principalmente para comunicaciones de voz y proporcionaba comunicaciones de datos hasta de 10 Kbps. La *generación 2.5G* utilizaba señales digitales y proporcionaba comunicaciones de voz y datos de hasta 144 Kbps.

La *tercera generación* (3G) utilizaba señales digitales y podía transmitir voz y datos hasta 384 Kbps cuando el dispositivo estaba en movimiento, 128 Kbps cuando estaba en movimiento en un automóvil, y hasta 2 Mbps cuando estaba en una posición fija. La 3G soporta datos multimedia, de video, navegación Web y mensajería instantánea, entre otras funcionalidades. Las redes 3G tienen muchas limitaciones. En principio, sus velocidades y anchos de banda son pequeños; no suele existir compatibilidad entre operadoras de telefonía (en los Estados Unidos se utilizan dos tecnologías diferentes, CDMA y GSM; en Europa, tecnologías GSM y UMTS). Además, la 3G es relativamente cara, y las operadoras de telecomunicaciones suelen poner limitaciones a las descargas de video en *streaming*, audio, fotografías, etc., lo que entraña precios muy elevados. En Europa, ya se ha flexibilizado el servicio, pero sigue siendo muy cara. Así ahora, en España, las operadoras proporcionan tarifas planas de voz y datos (en este caso, 1 Gbyte a 1,5 Gbytes, pero con tarifas planas que van desde 20 a 80 euros, y si se superan los límites establecidos se reduce la velocidad de descarga, con lo que prácticamente o se vuelve a pagar una nueva tasa o prácticamente no se puede navegar ni descargar contenidos).

La cuarta generación (4G) ofrece ya la transición casi completa a la tecnología de conmutación por paquetes, IP, de Internet (descrita en el Capítulo 6). Ofrecen ya velocidades elevadas de descarga a una amplia oferta de teléfonos celulares. La ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) ha publicado los requerimientos de velocidad especificada para 4G, que es 100 Mbps (100 millones de bits por segundo) para comunicaciones de alta velocidad (automóviles y trenes), y 1 Gbps para comunicaciones de baja movilidad (transeúntes). Un sistema 4G se espera proporcione un sistema de banda ancha móvil basado en protocolos seguros IP para todo tipo de dispositivos móviles. En Europa, y en muchos países de América del Norte como Estados Unidos, Canadá y México, o de Centroamérica y América del Sur como Chile, Colombia, Perú, Panamá o República Dominicana ya tienen desplegadas las redes 4G desde el año 2012. En España, en el verano de 2013 comenzó a ofrecerse 4G en las grandes ciudades, y se espera que en 2014, se ofrezca la tecnología 4G en casi todo el país.

A.9 Resumen

- Una *red de computadoras* es un sistema que conecta computadoras y otros dispositivos (impresoras, escáneres, unidades de almacenamiento...) mediante soportes de comunicación para transmitir información y datos.
- Los sistemas de telecomunicaciones funcionan mediante redes de comunicaciones (*networks*). Existen dos tipos de redes: *redes telefónicas* y *redes de computadoras*. Las redes telefónicas manejan las comunicaciones de voz; mientras que las redes de computadoras manejan las comunicaciones o tráfico de datos.
- En la actualidad, la integración de servicios se expande sobre plataformas inalámbricas (*wireless*), lo que facilita la existencia de teléfonos celulares inteligentes (*smartphones*), *laptops*, *netbooks*, tabletas, video consolas, configurando además nuevos modelos de negocio y cambiando el modo de operación de las organizaciones.
- Las redes transmiten la información con dos tipos básico de señales: *analógica* y *digital*. Las señales analógicas tienen dos parámetros, *amplitud* y *frecuencia*. Las *señales digitales* son impulsos discretos, altos o bajos, unos o ceros que representan una serie de bits (0 y 1), señal que puede ser entendida por las computadoras que funcionan con el mismo tipo de señal digital.
- Un *módem* es un dispositivo que convierte señales analógicas a digitales (y viceversa); así las computadoras pueden transmitir datos, voz, video... sobre redes analógicas como líneas telefónicas, cable. Los módems realizan *modulaciones* y *demodulaciones*.
- Las *redes inalámbricas de corto alcance* permiten la conexión de unos dispositivos a otros en rangos de metros. Las más populares y extendidas son: Bluetooth, UWB (*Ultra-Wideband*), NFC y ZigBee.
- Los tipos de redes de computadoras se dividen en grandes grupos: *redes cableadas* y *redes inalámbricas y móviles*.
- Las *redes cableadas* se clasifican en redes LAN, MAN, WAN, PAN y CAN.
- La configuración de la red y la distribución de su cableado se conocen técnicamente como *topología de red*. A la hora de instalar una red es muy importante seleccionar la topología más adecuada a las necesidades existentes en la organización.

