

# REDES

---

UNIVERSIDAD DE LA PUNTA



## TEMA 1

PROFESORA ING. ASTRI ANDRADA  
2021

## Tabla de contenido

Sistemas básico de comunicación .....	2
Elementos de un sistema de comunicación .....	2
Comunicaciones de datos.....	4
Redes de transmisión de datos .....	4
Arquitectura Cliente-Servidor vs Peer-to-Peer.....	4
Clasificación de las redes.....	5
Redes de área personal (PAN).....	6
Redes de área local (LAN) .....	7
Redes de área metropolitana (MAN) .....	9
Redes de área amplia (WAN).....	9
Interredes.....	11
Topologías de red .....	11
Referencias .....	13

## Sistemas básico de comunicación

Se define *comunicación* a la transferencia de información con sentido desde un lugar (remitente, origen, fuente, transmisor) a otro lugar (destino, receptor). Por otra parte, se considera *información* a un patrón físico al cual se le ha asignado un significado comúnmente acordado. El patrón debe ser único (separado y distinto), capaz de ser enviado por el transmisor, y capaz de ser detectado y entendido por el receptor.

Si la información es intercambiada entre comunicadores humanos, por lo general se transmite en forma de sonido, luz o patrones de textura en forma tal que pueda ser detectada por los sentidos primarios del oído, vista y tacto. El receptor asumirá que no se está comunicando información si no se reciben patrones reconocibles.

### Elementos de un sistema de comunicación

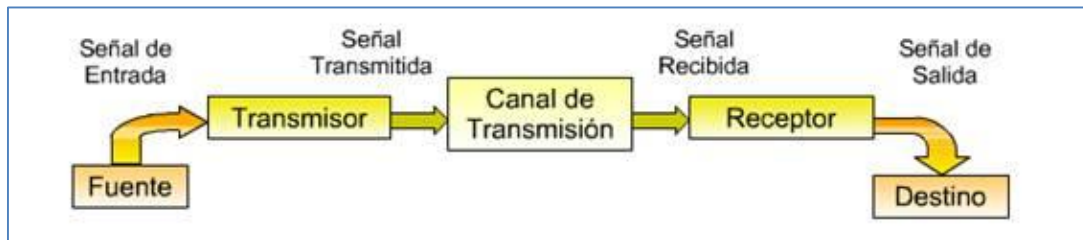


Ilustración 1 - Diagrama básico de un sistema de comunicación

**Fuente:** genera los datos a transmitir.

**Transmisor:** la función del trasmisor es adecuar la señal transmitida a las propiedades del canal. Esto se logra de distintas formas, dependiendo del canal de transmisión utilizado.

**Canal:** es el medio por el cual se transmite o propaga la señal que contiene la información transmitida. Está caracterizado por sus propiedades físicas.

**Receptor:** realiza la tarea inversa al transmisor, con el fin de recuperar la información que fue transmitida. Dada las propiedades físicas del canal de transmisión, existe la posibilidad de que haya pérdida o distorsión de la información.

Aunque el modelo presentado pueda parecer aparentemente sencillo, en realidad implica una gran complejidad. Para hacerse una idea de su magnitud, la Tabla 1.1 lista algunas de las tareas claves que se deben realizar en un sistema de comunicaciones. Esta relación es un tanto arbitraria ya que se podrían añadir elementos, mezclar ítems, etc; es más, algunos elementos representan tareas que se realizan en diferentes «niveles» del sistema. No obstante, la lista tal y como está es representativa del objeto de estudio de este texto.

Utilización del sistema de transmisión	Direccionamiento
Implementación de la interfaz	Encaminamiento
Generación de la señal	Recuperación
Sincronización	Formato de mensajes
Gestión del intercambio	Seguridad
Detección y corrección de errores	Gestión de red
Control de flujo	

Tabla 1. 1 Tareas claves en un sistema de comunicación

La **utilización del sistema de transmisión**, se refiere a la necesidad de hacer un uso eficiente de los recursos, los cuales se suelen compartir habitualmente entre una serie de dispositivos de comunicación. La capacidad total del medio de transmisión se reparte entre los distintos usuarios haciendo uso de técnicas denominadas de multiplexación. Además, puede que se necesiten técnicas de control de congestión para garantizar que el sistema no se sature por una demanda excesiva de servicios de transmisión.

Para que un dispositivo pueda transmitir información tendrá que hacerlo a través de la **interfaz** con el medio de transmisión. Todas las técnicas de transmisión que se verán dependen, en última instancia, de la utilización de señales electromagnéticas que se transmitirán a través del medio. Así, una vez que la interfaz está establecida, será necesaria la **generación de la señal**. Las características de la señal, como la forma y la intensidad, deben ser tales que permitan 1) que la señal se propague a través del medio de transmisión y que 2) se interprete en el receptor como datos.

Las señales se deben generar no sólo considerando que deben cumplir los requisitos del sistema de transmisión y del receptor, sino que también deben permitir alguna forma de **sincronizar** el receptor y el emisor. El receptor debe ser capaz de determinar cuándo comienza y cuándo acaba la señal recibida. Igualmente, deberá conocer la duración de cada elemento de señal.

Además de las cuestiones básicas referentes a la naturaleza y temporización de las señales, se necesitará verificar un conjunto de requisitos que se pueden englobar bajo el término **gestión del intercambio**. Si se necesita intercambiar datos durante un periodo de tiempo, las dos partes deben cooperar. Por ejemplo, para los dos elementos que intervienen en una conversación de telefonía (emisor y receptor), uno de ellos deberá marcar el número del otro, dando lugar a una serie de señales que harán que el otro teléfono suene. En este ejemplo el receptor establecerá la llamada descolgando el auricular. En los dispositivos para el procesamiento de datos se necesitarán ciertas convenciones además del simple hecho de establecer la conexión. Por ejemplo, se deberá establecer si ambos dispositivos pueden transmitir simultáneamente o deben hacerlo por turnos, se deberá decidir la cantidad y el formato de los datos que se transmiten cada vez y se deberá especificar qué hacer en caso de que se den ciertas contingencias, como por ejemplo la detección de un error.

Los dos ítems siguientes podrían considerarse dentro de la gestión del intercambio, pero, debido a su importancia, se consideran por separado. En todos los sistemas de comunicación es posible que aparezcan errores; ya que la señal transmitida se distorsiona siempre (por poco que sea) antes de alcanzar su destino. Por tanto, en circunstancias donde no se puedan tolerar, se necesitarán procedimientos para la **detección y corrección de errores**. Éste es habitualmente el caso en los sistemas para el procesamiento de datos, así por ejemplo, si se transfiere un fichero desde una computadora a otra, no sería aceptable que el contenido del fichero se modificara accidentalmente. Por otra parte, para evitar que la fuente no sature el destino transmitiendo datos más rápidamente de lo que el receptor pueda procesar y absorber, se necesitan una serie de procedimientos denominados **control de flujo**.

Conceptos relacionados pero distintos a los anteriores son el **direccionamiento** y el **encaminamiento**. Cuando cierto recurso de transmisión se comparte con más de dos dispositivos, el sistema fuente deberá, de alguna manera, indicar la identidad del destino. El sistema de transmisión deberá garantizar que ese destino, y sólo ése, recibe los datos. Es más, el sistema de transmisión puede ser una red en la que exista la posibilidad de usar más de un camino para alcanzar el destino; en este caso se necesitará, por tanto, la elección de una de entre las posibles rutas.

La **recuperación** es un concepto distinto a la corrección de errores. En ciertas situaciones en las que el intercambio de información, por ejemplo una transacción de una base de datos o la transferencia de un fichero, se vea interrumpido por algún fallo, se necesitará un mecanismo de recuperación. El objetivo será, pues, o bien ser capaz de continuar transmitiendo desde donde se produjo la interrupción, o, al menos, recuperar el estado en el que se encontraban los sistemas involucrados antes de comenzar el intercambio.

El **formato de mensajes** está relacionado con el acuerdo que debe existir entre las dos partes respecto al formato de los datos intercambiados, como por ejemplo, el código binario usado para representar los caracteres.

Además, frecuentemente es necesario dotar al sistema de algunas medidas de **seguridad**. El emisor puede querer asegurarse de que sólo el destino deseado reciba los datos. Igualmente, el receptor querrá estar seguro de que los datos recibidos no se han alterado en la transmisión y que dichos datos realmente provienen del supuesto emisor.

Por último, todo el sistema de comunicación es lo suficientemente complejo como para ser diseñado y utilizado sin más, es decir, se necesitan funcionalidades de **gestión de red** para configurar el sistema, monitorizar su estado, reaccionar ante fallos y sobrecargas y planificar con acierto los crecimientos futuros.

## Comunicaciones de datos

Ahora supóngase que tanto el dispositivo de entrada como el transmisor están en una computadora personal (Ilustración 2). Y que, por ejemplo, el usuario de dicha PC desea enviar el mensaje  $m$  a otro. El usuario activa la aplicación de correo en la PC y compone el mensaje con el teclado (dispositivo de entrada). La cadena de caracteres se almacenará temporalmente en la memoria principal como una secuencia de bits ( $g$ ). La computadora se conecta a algún medio de transmisión, por ejemplo una red local o una línea de telefonía, a través de un dispositivo de E/S (transmisor), como por ejemplo un transceptor en una red local o un módem. Los datos de entrada se transfieren al transmisor como una secuencia de niveles de tensión [ $g(t)$ ] que representan los bits en algún tipo de bus de comunicaciones o cable. El transmisor se conecta directamente al medio y convierte la cadena [ $g(t)$ ] en la señal a transmitir [ $s(t)$ ].

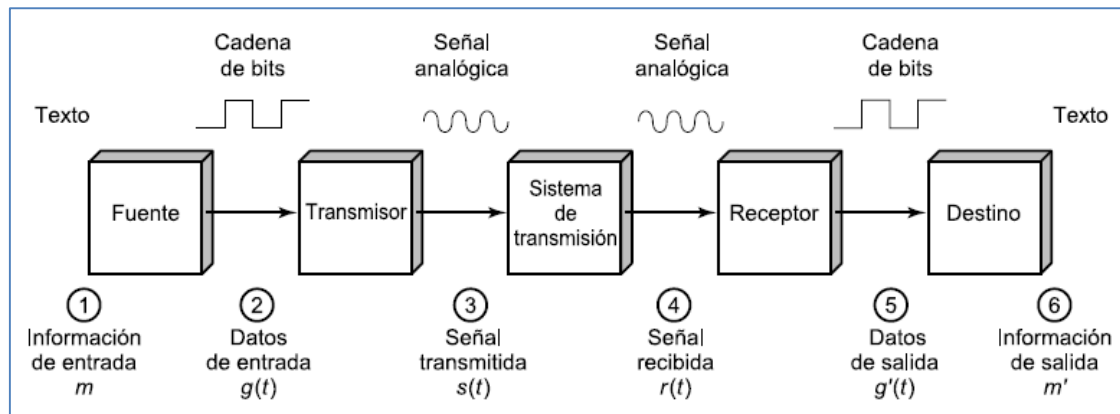


Ilustración 2 - Modelo simplificado para la comunicación de datos

Al transmitir  $s(t)$  a través del medio, antes de llegar al receptor, aparecerán una serie de dificultades que se estudiarán (atenuación, distorsión, *delay*, *jitter*, etc.). Por tanto, la señal recibida  $r(t)$  puede diferir de alguna manera de la transmitida  $s(t)$ . El receptor intentará estimar la señal original  $s(t)$ , a partir de la señal  $r(t)$  y de su conocimiento acerca del medio, obteniendo una secuencia de bits  $g'(t)$ . Estos bits se envían a la computadora de salida, donde se almacenan temporalmente en memoria como un bloque de bits  $g'$ . En muchos casos, el destino intentará determinar si ha ocurrido un error y, en su caso, cooperar con el origen para, eventualmente, conseguir el bloque de datos completo y sin errores. Los datos, finalmente, se presentan al usuario a través del dispositivo de salida, que por ejemplo puede ser la impresora o la pantalla de su terminal. El mensaje recibido por el usuario ( $m'$ ) será normalmente una copia exacta del mensaje original ( $m$ ).

Consideremos ahora una conversación usando el teléfono. En este caso, la entrada al teléfono es un mensaje ( $m$ ) consistente en una onda sonora. Dicha onda se convierte en el teléfono en señales eléctricas con los mismos componentes en frecuencia. Estas señales se transmiten sin modificación a través de la línea telefónica. Por tanto, la señal de entrada  $g(t)$  y la señal transmitida  $s(t)$  son idénticas. La señal  $s(t)$  sufrirá algún tipo de distorsión a través del medio, de tal manera que  $r(t)$  no será idéntica a  $s(t)$ . No obstante, la señal  $r(t)$  se convierte recuperando una onda sonora, sin aplicar ningún tipo de corrección o mejora de la calidad. Por tanto,  $m'$  no será una réplica exacta de  $m$ . Sin embargo, el mensaje sonoro recibido es normalmente comprensible por el receptor.

En el ejemplo anterior no se han considerado otros aspectos fundamentales en las comunicaciones de datos, como lo son las técnicas de control del enlace, necesarias para regular el flujo de datos, o como la detección y corrección de errores. Tampoco se han considerado las técnicas de multiplexación, necesarias para conseguir una utilización eficaz del medio de transmisión.

## Redes de transmisión de datos

### Arquitectura Cliente-Servidor vs Peer-to-Peer

La arquitectura cliente-servidor es un modelo de diseño de software en el que las tareas se reparten entre los proveedores de recursos o servicios, llamados **servidores**, y los demandantes, llamados **clientes**. Un cliente realiza peticiones a otro programa, el servidor, quien le da respuesta. Esta idea también se puede aplicar a

programas que se ejecutan sobre una sola computadora, aunque es más ventajosa en un sistema operativo multiusuario distribuido a través de una red de computadoras.

En esta arquitectura la capacidad de proceso está repartida entre los clientes y los servidores, aunque son más importantes las ventajas de tipo organizativo debidas a la centralización de la gestión de la información y la separación de responsabilidades, lo que facilita y clarifica el diseño del sistema.

La separación entre cliente y servidor es una separación de tipo lógico, donde el servidor no se ejecuta necesariamente sobre una sola máquina ni es necesariamente un solo programa. Los tipos específicos de servidores incluyen los servidores web, los servidores de archivo, los servidores del correo, etc. Mientras que sus propósitos varían de unos servicios a otros, la arquitectura básica seguirá siendo la misma.

Una disposición muy común son los sistemas multicapa en los que el servidor se descompone en diferentes programas que pueden ser ejecutados por diferentes computadoras aumentando así el grado de distribución del sistema.

Este concepto trasladado a una red de comunicaciones deriva en una red cliente-servidor, esta es una red de comunicaciones en la cual los clientes están conectados a un servidor, en el que se centralizan los diversos recursos y aplicaciones con que se cuenta; y que los pone a disposición de los clientes cada vez que estos son solicitados. Esto significa que todas las gestiones que se realizan se concentran en el servidor, de manera que en él se disponen los requerimientos provenientes de los clientes que tienen prioridad, los archivos que son de uso público y los que son de uso restringido, los archivos que son de sólo lectura y los que, por el contrario, pueden ser modificados, etc.

Por otro lado una red *peer-to-peer*, **red de pares**, **red entre iguales** o **red entre pares** (P2P, por sus siglas en inglés) es una red de ordenadores en la que todos o algunos aspectos funcionan sin clientes ni servidores fijos, sino una serie de nodos que se comportan como iguales entre sí. Es decir, actúan simultáneamente como clientes y servidores respecto a los demás nodos de la red. Las redes P2P permiten el intercambio directo de información, en cualquier formato, entre los ordenadores interconectados.

A veces no es práctico que dos dispositivos de comunicaciones se conecten directamente mediante un enlace punto a punto. Esto es debido a alguna (o a las dos) de las siguientes circunstancias:

- Los dispositivos están muy alejados. En este caso no estaría justificado, por ejemplo, utilizar un enlace dedicado entre dos dispositivos que puedan estar separados por miles de kilómetros.
- Hay un conjunto de dispositivos que necesitan conectarse entre ellos en instantes de tiempo diferentes. Un ejemplo de esta necesidad es la red de teléfonos mundial o el conjunto de computadoras pertenecientes a una compañía. Salvo el caso de que el número de dispositivos sea pequeño, no es práctico utilizar un enlace entre cada dos (*Punto-a-Punto* o *Point-to-Point*).

La solución a este problema es conectar cada dispositivo a una red de comunicación. Existen múltiples tipos de redes, las cuales difieren en sus forma de interconectar los dispositivos comunicados, su tamaño, la forma en que adecúan y/o transmiten la información, entre otros tantos aspectos.

### *Clasificación de las redes*

No existe una clasificación aceptada en la que encajen todas las redes, pero hay dos que sobresalen de manera importante: la tecnología de transmisión y la escala.

Hablando en sentido general, existen dos tipos de tecnología de transmisión que se emplean mucho en la actualidad: los enlaces de **difusión** (*broadcast*) y los enlaces de **punto a punto**.

Los enlaces de punto a punto conectan pares individuales de máquinas. Para ir del origen al destino en una red formada por enlaces de punto a punto, los mensajes cortos (conocidos como paquetes en ciertos contextos) tal vez tengan primero que visitar una o más máquinas intermedias. A menudo es posible usar varias rutas de distintas longitudes, por lo que es importante encontrar las más adecuadas en las redes de punto a punto. A la transmisión punto a punto en donde sólo hay un emisor y un receptor se le conoce como **unidifusión** (*unicasting*).

Por el contrario, en una red de difusión todas las máquinas en la red comparten el canal de comunicación; los paquetes que envía una máquina son recibidos por todas las demás. Un campo de dirección dentro de cada paquete especifica a quién se dirige. Cuando una máquina recibe un paquete, verifica el campo de dirección.

Si el paquete está destinado a la máquina receptora, ésta procesa el paquete; si el paquete está destinado para otra máquina, sólo lo ignora.

Una red inalámbrica es un ejemplo común de un enlace de difusión, en donde la comunicación se comparte a través de una región de cobertura que depende del canal inalámbrico y de la máquina que va a transmitir. Como analogía considere alguien parado en una sala de juntas gritando: “Julio, ven aquí. Te necesito”. Aunque muchas personas hayan recibido (escuchado) el mensaje, sólo Watson responderá; los otros simplemente lo ignorarán.

Por lo general, los sistemas de difusión también brindan la posibilidad de enviar un paquete a todos los destinos mediante el uso de un código especial en el campo de dirección. Cuando se transmite un paquete con este código, todas las máquinas en la red lo reciben y procesan. A este modo de operación se le conoce como **difusión** (*broadcasting*). Algunos sistemas de difusión también soportan la transmisión a un subconjunto de máquinas, lo cual se conoce como **multidifusión** (*multicasting*).

Hay un criterio alternativo para clasificar las redes: por su escala. La distancia es importante como medida de clasificación, ya que las distintas tecnologías se utilizan a diferentes escalas.

En la Ilustración 3 clasificamos las redes con base en su tamaño físico. En la parte de arriba están las redes de área personal (*Personal Area Network* o **PAN**), las cuales están destinadas a una persona. Después se encuentran redes más grandes. Éstas se pueden dividir en redes de área local (*Local Area Network* o **LAN**), de área metropolitana (*Metropolitan Area Network* o **MAN**) y de área amplia (*Wide Area Network* o **WAN**), cada una con una escala mayor que la anterior. Por último, a la conexión de dos o más redes se le conoce como **interred** (*internetwork*).

Distancia entre procesadores	Procesadores ubicados en el (la) mismo(a)	Ejemplo
1 m	Metro cuadrado	Red de área personal
10 m	Cuarto	
100 m	Edificio	Red de área local
1 km	Campus	
10 km	Ciudad	Red de área metropolitana
100 km	País	Red de área amplia
1000 km	Continente	
10000 km	Planeta	Internet

Ilustración 3 - Clasificación de redes con base en la escala

### Redes de área personal (PAN)

Las **redes de área personal**, generalmente llamadas PAN (*Personal Area Network*) permiten a los dispositivos comunicarse dentro del rango de una persona. Un ejemplo común es una red inalámbrica que conecta a una computadora con sus periféricos. Casi todas las computadoras tienen conectado un monitor, un teclado, un ratón y una impresora. Sin la tecnología inalámbrica es necesario realizar esta conexión mediante cables. Hay tantos usuarios nuevos que batallan mucho para encontrar los cables adecuados y conectarlos en los orificios apropiados (aun cuando, por lo general, están codificados por colores), que la mayoría de los distribuidores de computadoras ofrecen la opción de enviar un técnico al hogar del usuario para que se encargue de ello. Para ayudar a estos usuarios, algunas empresas se pusieron de acuerdo para diseñar una red inalámbrica de corto alcance conocida como Bluetooth para conectar estos componentes sin necesidad de cables. La idea es que si sus dispositivos tienen Bluetooth, no necesitará cables. Sólo hay que ponerlos en el lugar apropiado, encenderlos y trabajarán en conjunto. Para muchas personas, esta facilidad de operación es una gran ventaja.

En su forma más simple, las redes Bluetooth utilizan el paradigma maestro-esclavo. La unidad del sistema (la PC), por lo general es el maestro que trata con el ratón, el teclado, etc., como sus esclavos. El maestro dice a



los esclavos qué direcciones usar, cuándo pueden transmitir información, durante cuánto tiempo pueden transmitir, qué frecuencias usar, etcétera.

También podemos usar Bluetooth en otras aplicaciones. A menudo se utiliza para conectar unos audífonos a un teléfono móvil sin cables, además se puede conectar el reproductor musical digital a nuestro automóvil con sólo tenerlo dentro del rango. Una clase completamente distinta de red PAN se forma cuando un dispositivo médico integrado, como un marcapasos, bomba de insulina o audífono para discapacitados se comunica con un control remoto operado por el usuario.

Las redes PAN también se pueden construir con otras tecnologías que se comunican dentro de rangos cortos, como RFID en las tarjetas inteligentes y los libros de las bibliotecas.

### **Redes de área local (LAN)**

Las **redes de área local**, generalmente llamadas LAN (*Local Area Networks*), son redes de propiedad privada que operan dentro de un solo edificio, como una casa, oficina o fábrica o en un conjunto de edificios en un área reducida, manteniendo siempre la premisa de que la red es privada. Las redes LAN se utilizan ampliamente para conectar computadoras personales y electrodomésticos con el fin de compartir recursos (por ejemplo, impresoras) e intercambiar información. Cuando las empresas utilizan redes LAN se les conoce como **redes empresariales**.

Hay un estándar para las redes LAN inalámbricas llamado **IEEE 802.11**, mejor conocido como **WiFi**. Opera a velocidades desde 11 hasta cientos de Mbps.

Las redes LAN alámbricas utilizan distintas tecnologías de transmisión. La mayoría utilizan cables de cobre, pero algunas usan fibra óptica. Las redes LAN tienen restricciones en cuanto a su tamaño, lo cual significa que el tiempo de transmisión en el peor de los casos es limitado y se sabe de antemano. Conocer estos límites facilita la tarea del diseño de los protocolos de red. Por lo general las redes LAN alámbricas que operan a velocidades que van de los 100 Mbps hasta un 1 Gbps, tienen retardo bajo (microsegundos o nanosegundos) y cometen muy pocos errores. Las redes LAN más recientes pueden operar a una velocidad de hasta 10 Gbps. En comparación con las redes inalámbricas, las redes LAN alámbricas son mucho mejores en cuanto al rendimiento, ya que es más fácil enviar señales a través de un cable o fibra que por el aire.

La topología de muchas redes LAN alámbricas está basada en los enlaces de punto a punto. El estándar **IEEE 802.3**, comúnmente conocido como Ethernet, es hasta ahora el tipo más común de LAN alámbrica. Cada computadora se comunica mediante el protocolo Ethernet y se conecta a una caja conocida como *switch* con un enlace de punto a punto. Un switch tiene varios puertos, cada uno de los cuales se puede conectar a una computadora. El trabajo del switch es transmitir paquetes entre las computadoras conectadas a él, y utiliza la dirección en cada paquete para determinar a qué computadora se lo debe enviar.

Para crear redes LAN más grandes se pueden conectar switches entre sí mediante sus puertos. ¿Qué ocurre si los conectamos en un circuito cerrado? ¿Podrá funcionar la red así? Por fortuna, los diseñadores consideraron este caso. Es responsabilidad del protocolo determinar qué rutas deben recorrer los paquetes para llegar de manera segura a la computadora de destino.

También es posible dividir una gran LAN física en dos redes LAN lógicas más pequeñas. Tal vez se pregunte por qué sería esto útil. En ocasiones la distribución del equipo de red no coincide con la estructura de la organización. Por ejemplo, los departamentos de ingeniería y finanzas de una empresa podrían tener computadoras en la misma LAN física debido a que se encuentran en la misma ala del edificio, pero podría ser más sencillo administrar el sistema si cada departamento tuviera su propia red lógica, denominada **LAN virtual** o **VLAN**. En este diseño cada puerto se identifica con un “color”; por ejemplo, verde para ingeniería y rojo para finanzas. Después el switch reenvía los paquetes de manera que las computadoras conectadas a los puertos verdes estén separadas de las que están conectadas a los puertos rojos. Por ejemplo, los paquetes de difusión que se envíen por un puerto rojo no se recibirán en un puerto verde, tal como si hubiera dos redes LAN distintas.

También existen otras topologías de LAN alámbrica. De hecho, la Ethernet conmutada es una versión moderna del diseño original de Ethernet en el que se difundían todos los paquetes a través de un solo cable lineal. Sólo una máquina podía transmitir con éxito en un instante dado, y se utilizaba un mecanismo de arbitraje



distribuido para resolver los conflictos. Utilizaba un algoritmo simple: las computadoras podían transmitir siempre que el cable estuviera inactivo. Si ocurría una colisión entre dos o más paquetes, cada computadora esperaba un tiempo aleatorio y volvía a intentar. Llamaremos a esa versión Ethernet clásica por cuestión de claridad.

Las redes inalámbricas y las alámbricas se pueden dividir en diseños estáticos y dinámicos, dependiendo de la forma en que se asigna el canal. Una asignación estática típica sería dividir el tiempo en intervalos discretos y utilizar un algoritmo por turno rotatorio (*round-robin*), para que cada máquina pueda difundir los datos sólo cuando sea su turno de usar su intervalo. La asignación estática desperdicia la capacidad del canal cuando una máquina no tiene nada que decir durante su intervalo asignado, por lo que la mayoría de los sistemas tratan de asignar el canal en forma dinámica (es decir, bajo demanda).

Los métodos de asignación dinámica para un canal común pueden ser centralizados o descentralizados. En el método de asignación de canal centralizado hay una sola entidad (por ejemplo, la estación base en las redes celulares) que determina el turno de cada quien. Para ello podría aceptar varios paquetes y asignarles prioridades de acuerdo con algún algoritmo interno. En el método de asignación de canal descentralizado no hay una entidad central; cada máquina debe decidir por su cuenta si va a transmitir o no.

Vale la pena invertir un poco más de tiempo para hablar sobre las redes LAN en el hogar. En lo futuro es probable que todos los dispositivos en el hogar sean capaces de comunicarse con cualquier otro dispositivo, y todos ellos serán accesibles a través de Internet. Tal vez este acontecimiento sea uno de esos conceptos visionarios que nadie solicitó (como los controles remotos de TV o los teléfonos móviles), pero una vez que llegaron nadie se imagina cómo pudo haber vivido sin ellos.

Muchos dispositivos ya son capaces de conectarse en red. Entre ellos tenemos a las computadoras, los dispositivos de entretenimiento como las TV y los DVD, teléfonos y otros dispositivos electrónicos como las cámaras, aparatos como los radios relojes e infraestructura como los medidores de servicios y termostatos. Esta tendencia seguirá avanzando. Es muy probable que el monitoreo remoto del hogar sea una aplicación muy popular en el futuro, ya que muchos hijos en edad adulta estarían dispuestos a invertir algo de dinero para ayudar a sus padres envejecidos a vivir con seguridad en sus propios hogares.

Aunque podríamos considerar a la red doméstica como cualquier otra LAN, es muy probable que tenga distintas propiedades. En primer lugar, los dispositivos en red tienen que ser muy fáciles de instalar. Los enrutadores inalámbricos son uno de los artículos que más devuelven los consumidores. Las personas compran uno porque desean una red inalámbrica en su hogar, pero al sacarlo de su caja descubren que no está "listo para usarse"; por lo tanto, prefieren devolverlo en lugar de esperar a ser atendidas en la línea telefónica de asistencia.

En segundo lugar, la red y los dispositivos tienen que operar en un modo a prueba de errores. Los aires acondicionados solían tener una perilla con cuatro posiciones: Apagado, bajo, medio y alto. Ahora tienen manuales de 30 páginas. Una vez que puedan conectarse en red, es probable que tan sólo el capítulo sobre seguridad sea de ese tamaño. Éste es un problema debido a que sólo los usuarios de computadoras están acostumbrados a lidiar con productos que no funcionan; el público que compra autos, televisiones y refrigeradores es menos tolerante. Esperan productos que funcionen al 100% sin tener que contratar a un experto en computadoras.

En tercer lugar, el precio es imprescindible para el éxito. Las personas no pagarán una tarifa de \$50 dólares por un termostato con conexión a Internet debido a que pocas personas consideran que sea tan importante monitorear la temperatura de su hogar desde el trabajo. Aunque tal vez por \$5 dólares adicionales sí podría llegar a venderse.

En cuarto lugar, debe existir la posibilidad de empezar con uno o dos dispositivos para después expandir el alcance de la red en forma gradual. Esto significa que no debe haber guerras de formatos. Decir a los consumidores que compren periféricos con interfaces IEEE 1394 (*FireWire*) para luego retractarse unos cuantos años después y decir que USB 2.0 es la interfaz del mes, y luego cambiarla por la interfaz 802.11g (¡ups!, no, mejor que sea 802.11n), o quizá mejor 802.16 (distintas redes inalámbricas), son acciones que volverán a los consumidores muy escépticos. La interfaz de red tendrá que permanecer estable por décadas, así como los estándares de transmisión por televisión.

En quinto lugar, la seguridad y la confiabilidad serán de extrema importancia. Perder unos cuantos archivos debido a un virus de correo electrónico es una cosa; que un ladrón desarme nuestro sistema de seguridad desde su computadora móvil y después saquee nuestro hogar es muy distinto.

Una pregunta interesante es si las redes domésticas serán alámbricas o inalámbricas. La conveniencia y el costo favorecen a las redes inalámbricas, ya que no hay cables qué instalar (o peor aún, reinstalar). La seguridad favorece a las redes alámbricas, ya que las ondas de radio que utilizan las redes inalámbricas pueden traspasar las paredes con facilidad. No todos se alegran al saber que los vecinos se están colgando de su conexión a Internet y leyendo su correo electrónico.

Una tercera opción que podría ser interesante es la de reutilizar las redes que ya se encuentren en el hogar. El candidato más obvio es la red formada por los cables eléctricos instalados por toda la casa. Las redes por el cableado eléctrico permiten difundir información por toda la casa a los dispositivos que se conectan a los tomacorrientes. De todas formas usted tiene que conectar la TV, y de esta forma puede obtener conectividad a Internet al mismo tiempo. La dificultad está en cómo llevar tanto electricidad como señales de datos al mismo tiempo. Parte de la respuesta es que estas señales utilizan distintas bandas de frecuencia.

En resumen, las redes LAN domésticas ofrecen muchas oportunidades y retos. La mayoría de estos retos se relacionan con la necesidad de que las redes sean fáciles de manejar, confiables y seguras (en especial en manos de los usuarios inexpertos), así como de bajo costo.

### **Redes de área metropolitana (MAN)**

Una **Red de Área Metropolitana**, o MAN (*Metropolitan Area Network*), cubre toda una ciudad. El ejemplo más popular de una MAN es el de las redes de televisión por cable disponibles en muchas ciudades. Estos sistemas surgieron a partir de los primeros sistemas de antenas comunitarias que se utilizaban en áreas donde la recepción de televisión por aire era mala. En esos primeros sistemas se colocaba una gran antena encima de una colina cercana y después se canalizaba una señal a las casas de los suscriptores.

Al principio estos sistemas se diseñaban con fines específicos en forma local. Después, las empresas empezaron a entrar al negocio y consiguieron contratos de los gobiernos locales para cablear ciudades completas. El siguiente paso fue la programación de televisión e incluso canales completos diseñados sólo para cable. A menudo estos canales eran altamente especializados, como canales de sólo noticias, sólo deportes, sólo cocina, sólo jardinería, etc. Pero desde su comienzo hasta finales de la década de 1990, estaban diseñados sólo para la recepción de televisión.

Cuando Internet empezó a atraer una audiencia masiva, los operadores de red de TV por cable empezaron a darse cuenta de que con unos cambios en el sistema, podían proveer servicio de Internet de dos vías en partes no usadas del espectro. En ese momento, el sistema de TV por cable empezó a transformarse, de ser una simple forma de distribuir televisión, para convertirse en una red de área metropolitana.

Cabe mencionar que la televisión por cable no es la única MAN.

### **Redes de área amplia (WAN)**

Una **Red de Área Amplia**, o WAN (*Wide Area Network*), abarca una extensa área geográfica, por lo general un país o continente. Empezaremos nuestra discusión con las redes WAN alámbricas y usaremos el ejemplo de una empresa con sucursales en distintas ciudades.

Siguiendo el uso tradicional, llamamos **hosts** a cada dispositivo de comunicación, que pueda enviar y/o recibir mensajes dentro de la red. Al resto de la red que conecta estos hosts se le denomina **subred de comunicación**, o para abreviar sólo subred. La tarea de la subred es transportar los mensajes de host a host, al igual que el sistema telefónico transporta las palabras (en realidad sólo los sonidos) de la persona que habla a la persona que escucha.

En la mayoría de las redes WAN, la subred cuenta con dos componentes distintos: líneas de transmisión y elementos de conmutación. Las **líneas de transmisión** mueven bits entre máquinas. Se pueden fabricar a partir de alambre de cobre, fibra óptica o incluso enlaces de radio. Como la mayoría de las empresas no poseen líneas de transmisión, tienen que rentarlas a una compañía de telecomunicaciones. Los **elementos de conmutación** o **switches** son computadoras especializadas que conectan dos o más líneas de transmisión.

Cuando los datos llegan por una línea entrante, el elemento de conmutación debe elegir una línea saliente hacia la cual reenviarlos. En el pasado, estas computadoras de conmutación han recibido varios nombres; ahora se conocen como **enrutador** (*router*).

Según esta descripción de la WAN, ésta es muy parecida a una LAN alámbrica extensa, sólo que hay ciertas diferencias importantes que van más allá de los cables extensos. Por lo general, en una WAN los hosts y la subred pertenecen a distintas personas, quienes actúan también como operadores. En nuestro ejemplo, los empleados podrían ser responsables de sus propias computadoras mientras que el departamento de TI de la empresa está a cargo del resto de la red. En los siguientes ejemplos veremos límites más claros, en donde el proveedor de red o compañía telefónica opera la subred. Al separar los aspectos exclusivos de comunicación (la subred) de los aspectos relacionados con la aplicación (los hosts) se simplifica en forma considerable el diseño de la red en general.

Una segunda diferencia es que los enrutadores por lo general conectan distintos tipos de tecnología de red. Por ejemplo, las redes dentro de las oficinas pueden usar la tecnología de Ethernet conmutada mientras que las líneas de transmisión de larga distancia pueden ser enlaces SONET. Se requiere algún dispositivo para conectarlas. Esto va más allá de nuestra definición de una red. Esto significa que muchas redes WAN serán de hecho interredes, o redes compuestas formadas por más de una red. En la siguiente sección veremos más detalles sobre las interredes.

Una última diferencia está en lo que se conecta a la subred. Podrían ser computadoras individuales, como en el caso de la conexión a redes LAN, o podrían ser redes LAN completas. Ésta es la forma en que se construyen redes más grandes a partir de otras más pequeñas. En lo que concierne a la subred, ésta hace el mismo trabajo.

Ahora estamos en posición de ver otras dos variedades de redes WAN. En primer lugar, en vez de rentar líneas de transmisión dedicadas, una empresa podría conectar sus oficinas a Internet. Esto le permite hacer conexiones entre las oficinas como enlaces virtuales que utilizan la capacidad subyacente de Internet. A este arreglo se le denomina **VPN** (Red Privada Virtual, del inglés *Virtual Private Network*). Si se le compara con un arreglo dedicado, una VPN tiene la ventaja común de la virtualización, lo cual significa que provee flexibilidad en la reutilización de un recurso (conectividad a Internet). Una VPN también tiene la desventaja común de la virtualización, lo cual significa que carece de control sobre los recursos subyacentes. Con una línea dedicada, la capacidad está clara. Con una VPN la capacidad puede variar según el servicio de Internet contratado.

La segunda variación es que una empresa distinta puede operar la subred. Al operador de la subred se le conoce como proveedor de servicios de red y las oficinas son sus clientes. El operador de la subred se conecta también con otros clientes, siempre y cuando puedan pagar y les pueda proveer servicio. Como sería un servicio de red decepcionante si los clientes sólo pudieran enviarse paquetes entre sí, el operador de la subred también puede conectarse con otras redes que formen parte de Internet. A dicho operador de subred se le conoce como **ISP** (Proveedor de Servicios de Internet, del inglés *Internet Service Provider*) y la subred es una **red ISP**. Los clientes que se conectan al ISP reciben servicio de Internet.

En la mayoría de las redes WAN, la red contiene muchas líneas de transmisión, cada una de las cuales conecta a un par de enrutadores. Si dos enrutadores que no comparten una línea de transmisión desean comunicarse, deben hacerlo en forma indirecta a través de otros enrutadores. Puede haber muchas rutas en la red que conecten a estos dos enrutadores. Al proceso por el cual la red decide qué ruta tomar se le conoce como **algoritmo de enrutamiento**. Existen muchos algoritmos de este tipo. La manera en que cada enrutador toma la decisión de hacia dónde debe enviar el siguiente paquete se le denomina **algoritmo de reenvío**. También existen muchos de éstos.

Otros tipos de redes WAN utilizan mucho las tecnologías inalámbricas. En los sistemas de satélite, cada computadora en la Tierra tiene una antena a través de la cual es posible enviar y recibir datos de un satélite en órbita. Todas las computadoras pueden escuchar la salida proveniente del satélite y, en algunos casos, también pueden escuchar las transmisiones que envían sus computadoras vecinas hacia el satélite. Las redes de satélite son de difusión por naturaleza y son más útiles cuando es importante contar con la propiedad de difusión.

La red de telefonía celular es otro ejemplo de una WAN que utiliza tecnología inalámbrica. Este sistema ya pasó por cuatro generaciones y hay una quinta por venir. La primera generación fue analógica y sólo para voz.

La segunda fue digital y sólo para voz. La tercera y cuarta generación son digitales y se pueden transmitir tanto datos como voz. Cada estación base en un sistema celular cubre una distancia mucho mayor que una LAN inalámbrica, en donde el rango se mide en kilómetros en vez de decenas de metros. Las estaciones base se conectan entre sí mediante una red troncal que por lo general es alámbrica.

### Interredes

Existen muchas redes en el mundo, a menudo con distintos componentes de hardware y software. Por lo general, las personas conectadas a una red se quieren comunicar con las personas conectadas a una red distinta; para lograrlo, es necesario conectar redes distintas que con frecuencia son incompatibles. A una colección de redes interconectadas se le conoce como **interred** o **internet**. Utilizaremos estos términos en un sentido genérico, en contraste a la red Internet mundial (que es una internet específica), a la cual nos referiremos siempre con “I” mayúscula. Internet usa redes de ISP para conectar redes empresariales, domésticas y muchos otros tipos más. Analizaremos la red Internet detalladamente más adelante.

A menudo se confunden las subredes, las redes y las interredes. El término “subred” tiene más sentido en el contexto de una red de área amplia, en donde se refiere a la colección de enrutadores y líneas de comunicación que pertenecen al operador de red. Como analogía, el sistema telefónico está compuesto por oficinas de conmutación telefónica conectadas entre sí mediante líneas de alta velocidad y conectadas a los hogares y negocios mediante líneas de baja velocidad. Estas líneas y equipos, que pertenecen y son administradas por la compañía telefónica, forman la subred del sistema telefónico. Los teléfonos en sí (los hosts en esta analogía) no forman parte de la subred.

Una red se forma al combinar una subred y sus hosts. Sin embargo, la palabra “red” a menudo también se utiliza en un sentido amplio. Podríamos describir una subred como una red. También podríamos describir una interred como una red. Continuaremos con una práctica similar y cuando haya que diferenciar una red de otras distribuciones, nos apegaremos a nuestra definición original de una colección de computadoras interconectadas mediante una sola tecnología.

Ahora veamos detalladamente cómo está constituida una interred. Sabemos que una interred se forma cuando hay distintas redes interconectadas. A nuestro parecer, conectar una LAN y una WAN o conectar dos redes LAN es la forma usual de formar una interred, pero la industria no ha llegado a un buen acuerdo en cuanto a la terminología utilizada en esta área. Hay dos reglas prácticas y útiles a este respecto. En primer lugar, si varias organizaciones han pagado para construir distintas partes de la red y cada una se encarga de dar mantenimiento a la parte que le corresponde, entonces tenemos una interred en vez de una sola red. En segundo lugar, si la tecnología subyacente es distinta en diferentes partes (por ejemplo, difusión frente punto a punto y alámbrica frente a inalámbrica), es probable que sea una interred.

Para profundizar en este tema, hablaremos sobre la forma en que se pueden conectar dos redes distintas. El nombre general para una máquina que realiza una conexión entre dos o más redes y provee la traducción necesaria, tanto en términos de hardware como de software, es **puerta de enlace** (*gateway*). Las puertas de enlace se distinguen por la capa en la que operan en la jerarquía de protocolos.

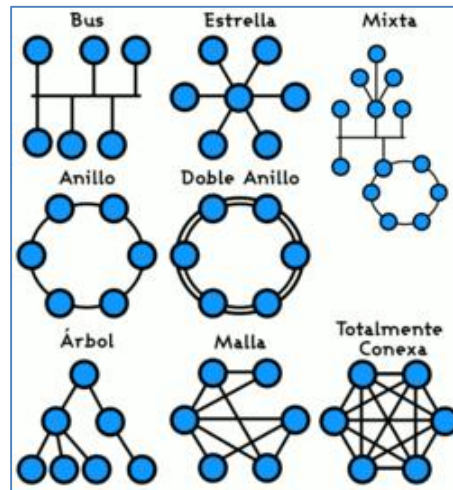
Como el beneficio de formar una internet es para conectar computadoras entre distintas redes, no es conveniente usar una puerta de enlace de una capa demasiado baja, ya que no podremos realizar conexiones entre distintos tipos de redes. Tampoco es conveniente usar una puerta de enlace de una capa demasiado alta, o de lo contrario la conexión sólo funcionará para ciertas aplicaciones. A la capa en la parte media que resulta ser la “ideal” se le denomina comúnmente **capa de red**; un enrutador es una puerta de enlace que conmuta paquetes en la capa de red. Así, para detectar una interred o internet hay que buscar una red que tenga enrutadores.

### Topologías de red

Con el término topología se hace referencia a la disposición física o lógica de las estaciones en el medio de transmisión. Si hay sólo dos estaciones (es decir, una terminal y una computadora, o dos computadoras), el enlace es **punto a punto**. Si hay más de dos estaciones, entonces se trata de una topología **multipunto**. Históricamente, los enlaces multipunto se han utilizado cuando se disponía de una computadora (estación

principal) y un conjunto de terminales (estaciones secundarias). Actualmente, las topologías multipunto son típicas de las redes de área local.

La topología utilizada estará fuertemente ligada a la tecnología utilizada en la red y el propósito de la misma, como así también a las necesidades de infraestructura física (edificios y lugares físicos donde se ubicarán los dispositivos). Debe aclararse que una misma red puede poseer una topología física determinada y una topología lógica distinta, esta última será determinada y condicionada por la programación de los equipos de la red.



*Ilustración 4 - Tipos de topologías*

En la Tabla 1.2 pueden observarse algunas características de estas topologías.

<i>Topología</i>	<i>Punto de vista físico</i>	<i>Punto de vista lógico</i>
<i>Bus</i>	Cada host conectado a un cable común. (+) Se pueden comunicar directamente entre sí. (-) Si se rompe el cable (bus) se pierde la conexión de todos los host.	Todos los dispositivos de networking pueden ver todas las señales de los otros dispositivos. (+) Comparten información (-) Problemas de tráfico y colisiones
<i>Anillo</i>	Los dispositivos están conectados entre sí mediante cadena.	Para que la información circule, cada estación adyacente debe pasar información a la estación adyacente. (+) No hay colisiones.
<i>Anillo doble</i>	Mayor confiabilidad y flexibilidad de la red. Cada dispositivo forma parte de 2 topologías de anillo independientes.	2 anillos independientes, de los cuales sólo se usa uno en un momento dado.
<i>Estrella</i>	(+) Los nodos se comunican entre sí convenientemente. (-) Si el nodo central falla, falla la red. (-) Según el dispositivo que hace de nodo central, pueden haber colisiones.	El flujo de información pasa a través de un solo dispositivo. (+) Seguridad y acceso restringido. (-) Colisiones.
<i>Estrella extendida</i>	(+) Necesita cableado más corto y limita la cantidad de dispositivos que se deben interconectar al nodo central.	Es muy jerárquica; busca que la información se mantenga local (como actual sistema telefónico)
<i>Árbol o jerárquica</i>	El enlace troncal es un cable con varias capas de ramificaciones.	Flujo de información jerárquico.
<i>Malla completa</i>	(+) Cada nodo se conecta físicamente con los demás nodos, esto puede generar redundancia en la información que puede circular por distintas vías. (-) Sólo para un número reducido de nodos.	Depende mucho de los dispositivos utilizados.
<i>Red celular</i>	Área geográfica dividida en regiones. Se utiliza con tecnología inalámbrica. (+) No hay enlaces físicos. (-) Interferencias, distorsiones y problemas de seguridad propios del canal.	Las tecnologías celulares se pueden comunicar entre sí directamente a través de celdas adyacentes. Se suelen integrar con otras topologías.

*Tabla 1. 2 - Características de las topologías*

## Referencias

- *Comunicaciones y Redes de Computadores 7ma Edición*, William Stallings, Pearson Educación, 2004.
- *Redes de Computadoras 5ta Edición*, Andrew S. Tanenbaum, Pearson Educación, 2012