

Introducción a los Sistemas de Comunicación

Muchos han sido los descubrimientos que han dado lugar a grandes transformaciones en *el modus vivendi* de los miembros de cada sociedad. Podemos pensar en la Revolución Industrial el descubrimiento de los antibióticos, etc. Pero hay algo indiscutible: la invención de los diferentes mecanismos de comunicación siempre ha causado un gran impacto. El grado de desarrollo de un país se mide, entre otros factores, por el desarrollo de sus comunicaciones: carreteras, ferrocarriles, telefonía, etc.

Las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) y, en concreto, la telemática, viven actualmente su mayor auge. La sociedad no puede sobrevivir sin información, la telemática trata el modo de acceso a la misma.

1 Los servicios de telecomunicación

A lo largo de toda la historia, se han venido sucediendo diferentes modos de intercambio de información, todos ellos precedidos de descubrimientos e innovaciones tecnológicas distinguiéndose, de forma general, aquellas destinados a tratar la información audible o la visible, y, dentro de esta última, los específicos para texto e imagen, aunque están empezando, tímidamente, a alcanzar una cierta difusión denominados “multimedia”, capaces de tratar simultáneamente los tres: sonido, texto e imagen.

Los servicios de telecomunicación son, por tanto, aquellos destinados a la difusión, almacenamiento y tratamiento de información, en cualquiera de sus formas. El más conocido de todos ellos es, sin duda, el telefónico -con unos 850 millones de líneas en servicio-, a bastante distancia de los de datos, que como medio de intercambio de información en tiempo real, ha anulado las barreras que separan unos países de otros transmitiendo la voz humana con una gran fidelidad.

El segundo más conocido, a nivel del gran público, es el de televisión, que con los últimos desarrollos en curso—televisión digital, transmisión vía satélite (VSAT) y televisión de alta definición (HDTV)— alcanzará unas cotas de calidad y cobertura difícilmente superables por otros medios. Pero no olvidemos todos aquellos imprescindibles para el desarrollo de cualquier actividad empresarial ciudadana que, menos conocidos, están presentes en nuestra vida cotidiana pasando desapercibidos; nos referimos a los destinados al tratamiento y difusión de la información en forma texto, es decir a toda aquella capaz de ser tratada por un ordenador, normalmente codificada en forma binaria –ceros y unos- e ininteligible para el ser humano en su forma pura: que llamamos “datos”.

La Teleinformática, simbiosis entre las telecomunicaciones y la informática, es la ciencia que trata de todo aquello relativo al movimiento de los datos, y gracias a la cual es posible la vida como hoy la entendemos.

Tenemos muchos ejemplos cotidianos de ello. Todas las compañías, y muy especialmente aquellas dedicadas a la prestación de servicios, basan su existencia y su éxito en el uso eficaz de la misma; una red de oficinas bancarias es el ejemplo más claro de ello, en donde todas ellas se encuentran interconectadas a través de una red de comunicaciones –pública o privada- con los ordenadores centrales y que proporcionan la información necesaria para realizar las transacciones que se requieran: retirada de fondos de los cajeros, confirmación de saldos, compra-venta de acciones, etc.; el mismo caso que se da en una red de agencias de viajes para la reserva de billetes o en una fábrica de automóviles para el intercambio de información con sus proveedores –facturas, recambios, planos de piezas, etc.- en lo que se denomina EDI (Intercambio Electrónico de Documentos), o de

igual manera a como sucede en cualquier empresa multinacional que utiliza un correo electrónico (E-Mail) para las comunicaciones internas, en vez del correo postal ordinario.

En todos los aspectos de nuestro trabajo se encuentran presentes los nuevos servicios de telecomunicaciones. ¿Quién no utiliza a menudo el fax para el envío urgente de documentos a cualquier lugar del mundo, hace uso del datáfono cuando realiza una compra con su tarjeta de crédito, o se conecta a Internet, para acceder a base de datos con la información más diversa (páginas amarillas, horario de trenes, guía de hoteles, etc.)? Algunos son muy sencillos de utilizar y están basados en una tecnología “simple” pero no olvidemos que existen muchos otros más complejos aunque de menor difusión, como es el caso de la mensajería vocal (Servicio Mensatex). Por otra parte, la telefonía móvil automática (TMA) se está introduciendo en nuestras vidas aportando, además del propio servicio telefónico, la posibilidad de acceder a multitud de otros servicios telemáticos (por ejemplo, la oficina móvil es una realidad).

En cualquier caso, estos servicios sólo son posibles con el empleo de los terminales adecuados y basándose en una infraestructura de red capaz de soportarlos.

2 El proceso telemático

Es arriesgado hablar de conceptos telemáticos sin precisar correctamente los términos empleados. Así, confundimos habitualmente las palabras comunicación y transmisión, lo que es fácilmente disculpable en el lenguaje coloquial; sin embargo, entre ellas hay diferencias profundas.

En el caso de las comunicaciones digitales, es lógico que una máquina tan compleja como el ordenador se pueda estudiar desde múltiples puntos de vista. Por ejemplo, hardware y software, velocidad y prestaciones, flexibilidad y potencia, etc. Debemos considerar un aspecto más que le enriquece extraordinariamente: *el ordenador considerado como **unidad** y el ordenador en cuanto **entidad de relación con otros ordenadores***. Este último concepto sitúa a este tipo de máquinas en un nivel de potencialidad realmente excepcional.

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

*Un **proceso informático** es un procedimiento en ejecución que se encarga de realizar unas funciones concretas previamente definidas.* Así, un proceso de comunicación de datos, por ejemplo, consiste en la conversación mantenida por dos ordenadores que ejecutan sendos programas de acuerdo con unas reglas convenidas de antemano. Los procesos se nutren de datos externos que recogen en sus entradas y generan nuevos datos de salida, producto del procesamiento de las entradas. Algunos de estos datos de salida pueden, incluso, realimentar la entrada del propio proceso.

El concepto de proceso no exige necesariamente el calificativo de informático. Un proceso telemático podría ser una conversación telefónica, regida por las normas de establecimiento de la comunicación (marcar), de ruptura de la misma (colgar) y del transporte de la voz.

Podemos definir la **teleinformática** o **telemática** como la *técnica que trata de la comunicación remota entre procesos*. Para ello, debe ocuparse tanto de la interconectabilidad física (forma del conector, tipo de señal, parámetros eléctricos, etc.) como de las especificaciones lógicas: protocolos de comunicación, detección y corrección de errores, compatibilidad de distintas redes, etc.

La base de cualquier comunicación es una transmisión de señal. No debemos, por tanto, confundir la comunicación con la transmisión sobre la que se basa.

2.1 Concepto de transmisión

La transmisión es el proceso telemático por el que se transportan señales de un lugar a otro. Las señales son entidades de naturaleza diversa que se manifiestan como magnitudes físicas, principalmente electromagnéticas y mecánicas: luminosas, eléctricas, magnéticas, acústicas, etc.

Los parámetros de cualquier transmisión son siempre magnitudes físicas: tensión, intensidad de corriente, presión, frecuencia, amplitud, etc., y se ocupa de lo que corresponde al nivel más bajo en el transporte de datos o información.

Por ejemplo, en la comunicación telefónica de voz intervienen distintos tipos de señal: la voz es una señal acústica de naturaleza mecánica que debe ser convertida en impulsos eléctricos de unas características determinadas a través de un micrófono. Esta señal eléctrica es transportada -transmitida- a través de unas líneas de transmisión que proporcionan las compañías telefónicas. Una vez que la señal eléctrica ha alcanzado su destino, se convierte de nuevo en una señal acústica semejante a la original por medio de auricular del teléfono receptor.

2.2 Concepto de comunicación

En todo proceso de comunicación hay necesariamente transmisión de señales; sin embargo, no siempre que hay transmisión de señales se opera una comunicación. Pongamos como ejemplo la radiación estelar que llega constantemente a la Tierra. Las señales luminosas que nos llegan de las estrellas se transmiten a través del espacio interestelar y, sin embargo, no nos sentimos en absoluto participantes en comunicación alguna.

Por tanto, podemos definir la **comunicación** como el proceso telemático por el que se transporta información sabiendo que esta información viaja sobre una señal que se transmite.

La transmisión se refiere al transporte de las señales, físicas necesarias para que se produzca un fenómeno telemático, mientras que la comunicación se refiere más al transporte de la información, de los datos que significan algo concreto tanto para el emisor como para el receptor independientemente de las señales utilizadas para su transmisión. Podemos afirmar, por tanto, que la señal es a la transmisión lo que la información es a la comunicación

En el ejemplo sobre comunicación telefónica de voz estudiado se ve el proceso completo de transmisión de una señal, con sus conversiones de naturaleza. La comunicación se produce porque emisor y receptor se han puesto de acuerdo en una serie de normas por las que se entiende -se comunican-, utilizando la transmisión de las señales acústicas y eléctricas como medio para producir el intercambio de la información, sin preocuparse del modo en que se transmiten esas señales.

Si se diera el caso, por ejemplo, de que los interlocutores no compartieran el mismo idioma, seguiría habiendo transmisión de señal, pero no habría comunicación de información: no se entenderían, no se ha completado el proceso telemático, aunque sí el de teletransporte.

Nos referiremos a las líneas de transmisión cuando hablemos sobre el transporte de señal, y a los circuitos de datos, que estudiaremos más adelante, cuando consideremos el transporte de la información.

3 Normas y asociaciones de estándares

El proceso de comunicación exige que los distintos fabricantes se pongan de acuerdo en el modo en que se llevará a cabo la comunicación, tanto en el nivel físico como en el lógico.

Para conseguirlo, se establecen una serie de normas a las que se pueden acoger los fabricantes que les propone cómo deben funcionar sus equipos. En ocasiones son los propios fabricantes quienes facilitan las normas que rigen sus equipos y luego son elevadas a las asociaciones de estándares para conseguir su estandarización. Otras veces son las asociaciones de estándares quienes proponen las normas a los fabricantes que las quieran acoger.

Los estándares pueden ser de dos tipos:

- **Estándar de facto o de hecho**, aceptado en el mercado por su uso generalizado.
- **Estándar de iure o de derecho**. Es un estándar propuesto por una asociación de estándares a los distintos fabricantes para que diseñen sus equipos de acuerdo con las normas que se recomiendan.

Algunas de las asociaciones de estándares de comunicaciones más conocidas son:

- **CCITT**. Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico. Actualmente ha pasado a llamarse ITU-T (International Telecommunications Union-Telecoms).
- **ISO**. Organización Internacional de Normalización.
- **ANSI**. Instituto Nacional Americano de Normalización.
- **IEEE**. Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

4 Líneas de comunicaciones

Podemos definir las líneas de comunicación o canales como las vías a través de las cuales los circuitos de datos pueden intercambiar información. Cuando se interconectan dos o más equipos de comunicación a través de líneas de comunicaciones se construye una red de comunicación.

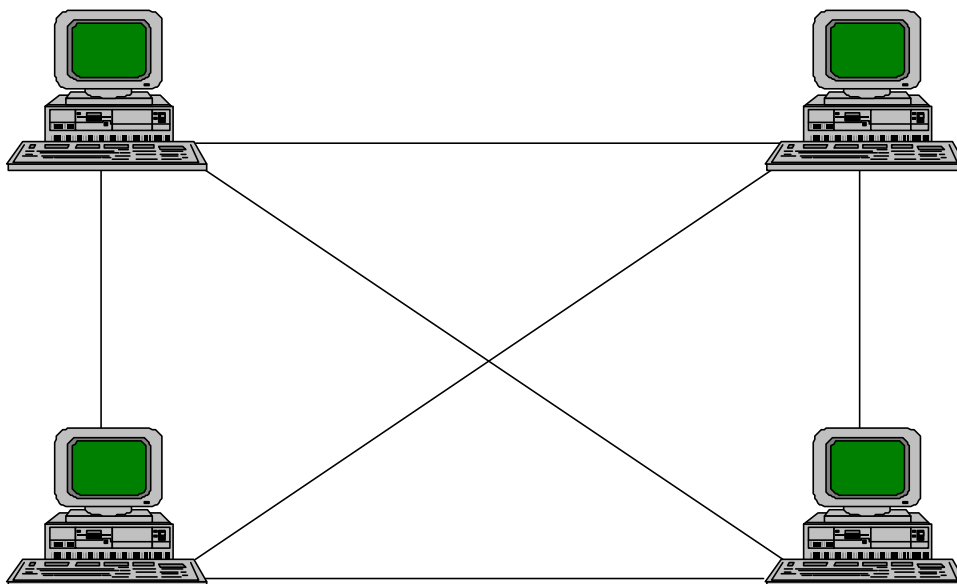
Las redes, generalmente, son sensibles a su topología, es decir, a la forma en que se conectan las líneas de datos. En muchas ocasiones los modos de operación en la red dependen estrictamente de esta topología. Otras veces interesa más el propietario de las líneas utilizadas. A continuación se expondrá una doble clasificación para los diferentes tipos de líneas.

4.1 Tipos de líneas según la topología de la conexión

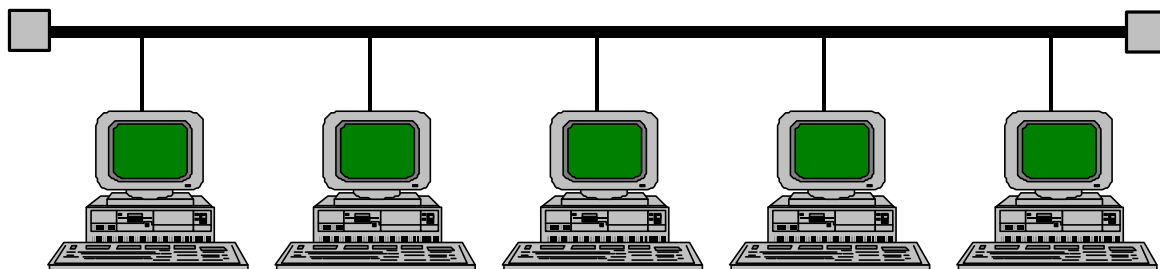
4.1.1 Líneas punto a punto

Dos equipos están conectados mediante una línea punto a punto cuando existe una línea física que los une, a través de la cual se puede producir la comunicación. Ningún otro equipo puede solicitar servicios de transmisión a esta línea. Este tipo es insensible a problemas de competición por los recursos de comunicación en los medios de transmisión, puesto que sólo los equipos conectados a ella -emisor y receptor- tienen derecho de acceso.

Un ejemplo de conexión a través de líneas punto a punto es el del ordenador central que se conecta a sus terminales. Cada terminal utiliza su propia línea independiente. El ordenador envía información al terminal a través de la única línea que le conecta con él. Más adelante distinguiremos entre canal y medio de transmisión.



4.1.2 Líneas multipunto



Las líneas multipunto tienen una topología en forma de red troncal constituida por un bus de comunicaciones común a todos los equipos que se conectan a la red. De este tronco común parte una línea de conexión hacia cada terminal que se conecta a la red a través de un dispositivo llamado concentrador. El aspecto de la red es el de un conjunto de líneas que interconectan múltiples equipos. *Es evidente que en este tipo de líneas se pueden establecer contiendas entre los equipos por la utilización del canal.*

4.2 Tipos de líneas según su propietario

4.2.1 Líneas privadas

Se dice que una línea es privada cuando tiene un propietario definido. Las líneas utilizadas en las redes de área local son privadas. Todo su recorrido es propiedad del poseedor de la red.

4.2.2 Líneas públicas

En este caso las líneas son de titularidad pública. Normalmente están en poder de las compañías telefónicas y, por tanto, tienen un ámbito nacional o supranacional. El usuario de una línea pública contrata servicios de comunicaciones con la compañía que le suministra la línea en régimen de alquiler. Esta suele ser la técnica utilizada en las redes de área extensa, que estudiaremos más adelante. Sería muy difícil para un particular, y económicamente inviable, tender líneas privadas que conecten equipos remotos. Para evitar esto, las compañías telefónicas o de servicios telemáticos construyen una red de ámbito extenso que ofrecen a sus clientes potenciales.

4.2.3 Líneas dedicadas

Una línea puede ser pública, pero ello no significa que sea exclusiva para quien la alquila. Efectivamente, en una línea pública se mezclan datos de los diferentes usuarios aunque la red se encarga de que cada dato llegue a su destino correcto. En ocasiones interesa que la línea de datos ya sea privada o pública, sólo pueda ser utilizada exclusivamente por dos usuarios o por dos equipos concretos. En este caso se dice que la línea es dedicada.

5 Concepto de circuito de datos

En los epígrafes anteriores ha quedado clara la distinción entre comunicación y transmisión, entre señal y dato. Los circuitos de datos expresan el camino, el modo y la tecnología utilizada por la información que circula por una red de datos con objeto de alcanzar un destino receptor. Existen múltiples técnicas para que la transmisión se produzca con una cierta garantía de éxito. Algunas de ellas se estudiarán más adelante.

Para que se produzca una comunicación es necesaria una fuente de información, un destinatario y un canal a través del cual se transmitan los datos. Cada circuito está compuesto por una serie de elementos que se pueden sintetizar del modo que sigue:

5.1 Equipos terminales de datos

El equipo terminal de datos o ETD (o DTE Data Terminal Equipment) es aquel componente del circuito de datos que hace de fuente o destino de la información. Se trata de un concepto muy amplio que puede englobar a muchos dispositivos distintos. Un ETD puede ser un terminal o una impresora de moderada inteligencia, o también un potente ordenador. Lo que define a un ETD no es la inteligencia ni la potencia de cálculo, sino la función que realiza: *ser origen o destino en una comunicación*.

5.2 Equipos terminales de circuito de datos

El equipo de terminación del circuito de datos o ECD (o DCE Data Circuit-terminating Equipment) es el componente de un circuito de datos que adecúa las señales que viajan por el canal de comunicaciones convirtiéndolas a un formato asequible para el ETD. Para ello se vale de técnicas de modulación, multiplexación, concentración, etc. Algunos de estos procesos modifican la información que el ETD emisor desea transmitir a su receptor, añadiendo otras informaciones de control necesarias para la red de comunicaciones que se utilizará en la transmisión.

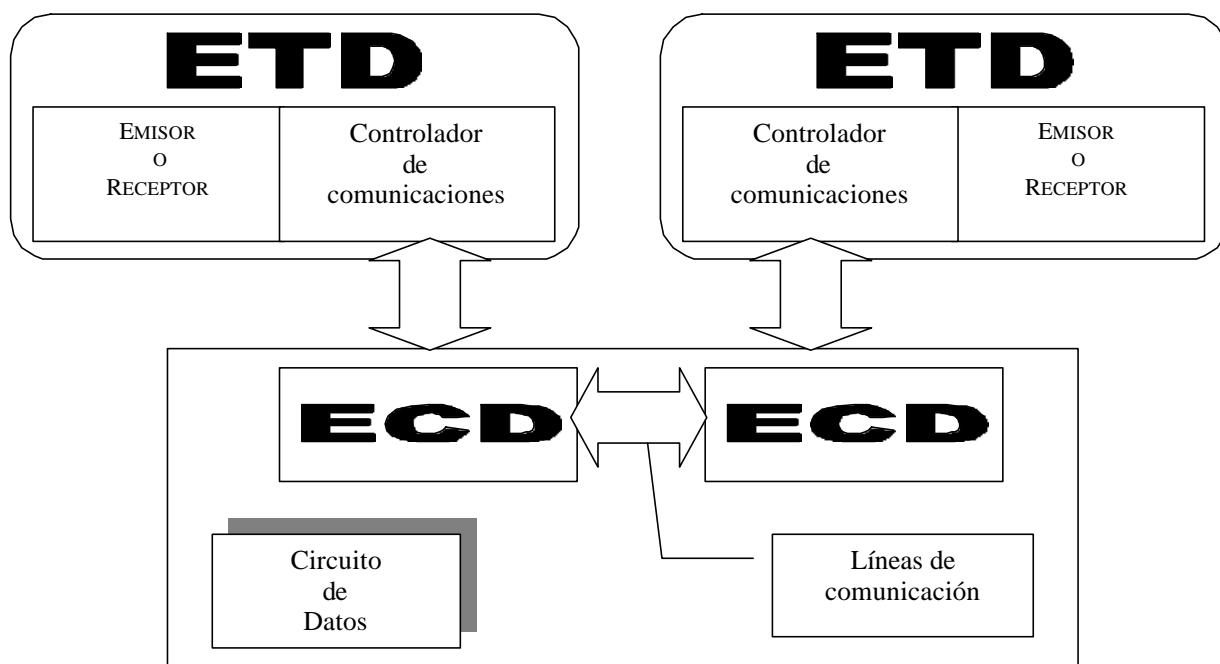
Un ejemplo común de ECD es el módem, encargado de convertir las señales digitales que le proporcionan los ETD en señales analógicas propias de las transmisiones por líneas telefónicas, preparadas para transmitir voz en lugar de datos.

5.3 Línea de un circuito de datos

Dos ECD cualesquiera en un circuito de datos se unen a través de una línea de datos. La línea de datos se caracteriza por un conjunto de parámetros que la habilitan o no para algunas transmisiones. No se pueden utilizar líneas de baja velocidad si se espera un tráfico de datos intenso. La calidad de una línea está perfectamente regulada a través de normas internacionales. En capítulos posteriores se contemplan algunos de estos estándares.

5.4 El enlace de datos

El enlace de datos está constituido por los ECD y las líneas que los interconectan (el circuito de datos) e incluye los controladores de comunicaciones que tienen la función de gobierno sobre los eventos ocurridos en cualquier comunicación.



5.5 El circuito de datos

Una vez estudiados los componentes de un circuito de datos se está en disposición de poder definirlo, aunque es un concepto muy amplio y aplicable a una multitud de posibles situaciones. Numerosas características de los distintos circuitos de datos están normalizadas por las sociedades de estándares internacionales y estudiaremos muchas de ellas a lo largo del curso.

Algunas de ellas son muy comunes, incluso de uso doméstico. Por ejemplo, los conectores del cable telefónico, el interface de conexión del ratón o de la impresora al ordenador personal, etc., tienen un modo de operar concreto que se incluye dentro de lo que hemos llamado un circuito de datos. En la medida en que los fabricantes se ajustan a estos estándares se hacen compatibles con los equipos contruidos por otras compañías.

Resumiendo, podemos definir un circuito de datos como ***el conjunto de ECD y líneas de transmisión encargado de la comunicación entre el ETD transmisor y el ETD receptor, de modo que tanto las señales como las informaciones que en ellas viajan sean entregadas con seguridad.***

6 Tipos de transmisión

Como la transmisión se refiere a los parámetros físicos del transporte de señales, según se ha mostrado anteriormente, las clasificaciones que se pueden hacer son múltiples.

La transmisión consiste en el transporte de señales entre un emisor que origina la comunicación y un receptor que acepta los datos. Estos términos serán precisados más adelante.

6.1 Clasificación según la información

Cuando el equipo terminal de datos (ETD) de un emisor quiere desplazar información a través de un circuito de datos, debe emplear un código concreto con el que dar significado a los datos. Por ejemplo, es común que en las transmisiones entre terminales no inteligentes y sus ordenadores centrales se utilice el código ASCII. Cada palabra transmitida será un carácter ASCII compuesto por 8 bits de información. No todos los equipos entregan la información de la misma manera a la línea de datos. De los diferentes modos en que se puede producir esta entrega surge una clasificación para las transmisiones.

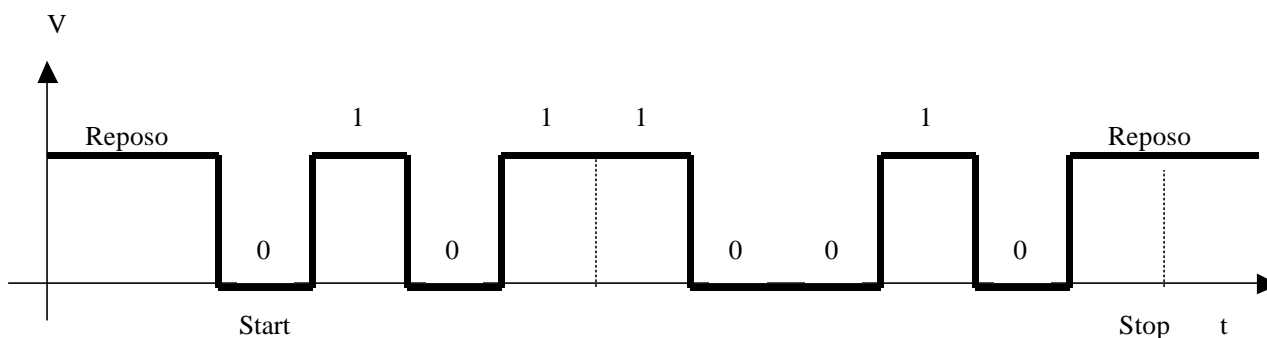
6.1.1 Transmisión asíncrona

El sincronismo es un procedimiento mediante el cual un emisor y un receptor se ponen de acuerdo sobre el instante preciso en el que comienza o acaba una información que se ha puesto en el medio de transmisión empleado. Por tanto, la sincronización requiere la definición común de una base de tiempos sobre la que medir los distintos eventos que ocurrirán durante toda la transmisión. Un error de sincronismo implicará la imposibilidad de interpretar correctamente la información a partir de las señales que viajan por el medio dado que el receptor podría correr el riesgo de hacer un muestreo en momentos erróneos, con lo que no se reconstituiría la señal enviada por el emisor.

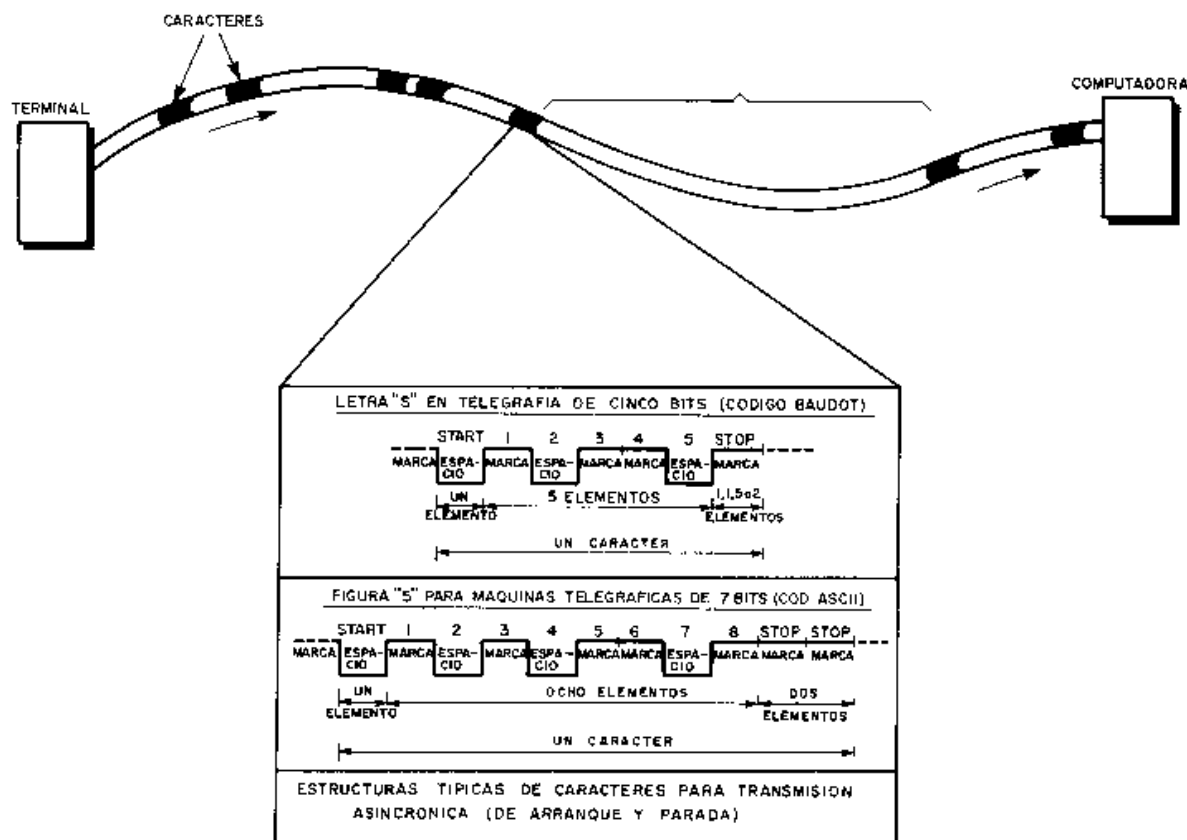
Una transmisión es asíncrona cuando el proceso de sincronización entre emisor y receptor se realiza en cada palabra de código transmitida, aunque, para ser exactos, debemos puntualizar que esta transmisión es síncrona a nivel de bit, en el interior de cada carácter, y asíncrona a nivel de carácter. Esto se lleva a cabo a través de unos bits especiales que ayudan a definir el entorno de cada código (bits de Start/Stop).

Imaginemos que la línea de transmisión está en reposo cuando tiene el nivel lógico «1». Una manera de informar al receptor de que va a llegar un carácter es anteponer a ese carácter un bit de arranque, «bit de start», con el valor lógico «0». Cuando este bit llegue al receptor, éste disparará un reloj interno y se quedará esperando por los sucesivos bits que contendrán la información del carácter transmitido. Una vez recibidos todos los bits de información se añadirán uno o más bits de parada, «bits de stop», de nivel lógico «1» que repondrán en su estado inicial a la línea de datos, dejándola preparada para la transmisión del siguiente carácter. Entre dos caracteres cualesquiera es posible mantener la línea en reposo tanto tiempo como sea necesario.

Puesto que la sincronía de la transmisión se restaura en cada carácter, este sistema es poco sensible a los problemas que producen las faltas de sincronismo una vez que se ha fijado la velocidad de transmisión de los bits.



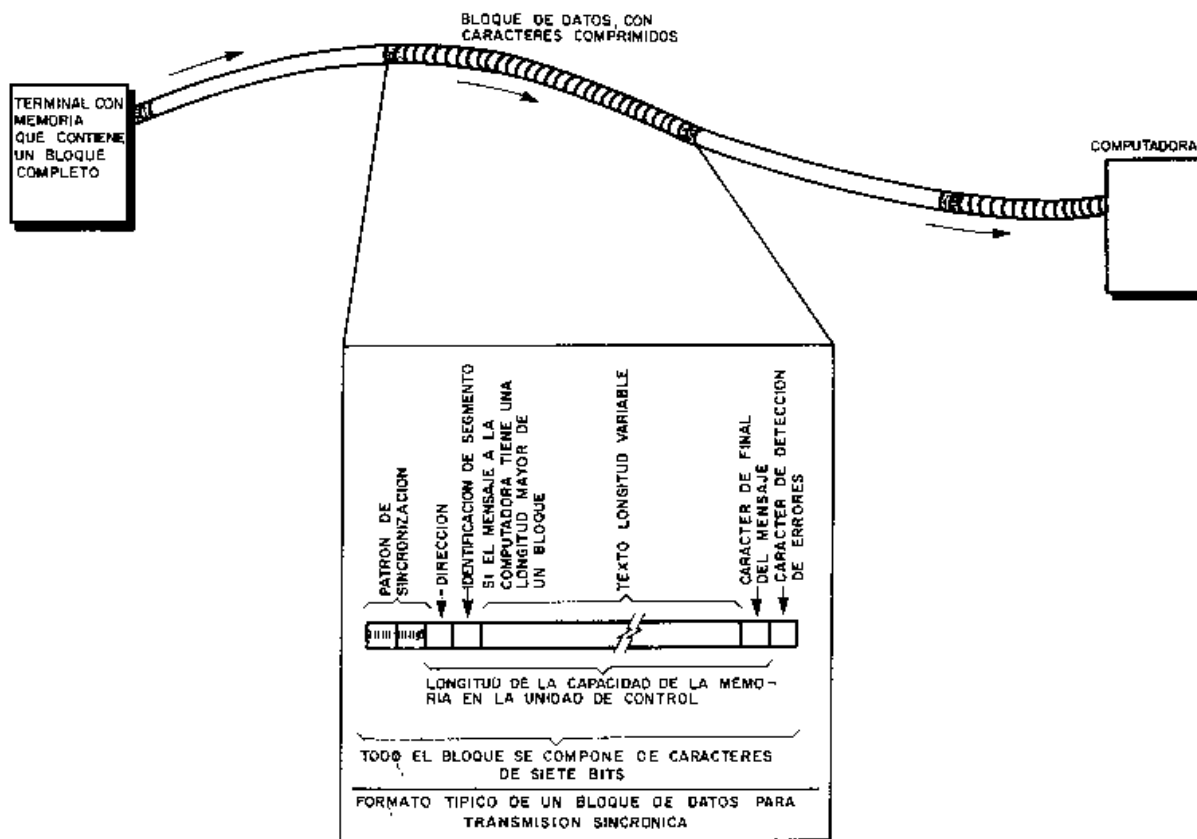
Por ejemplo, si se considera un sistema de transmisión asincrónica con 1 bit de start, 8 bits informativos por cada palabra de código y 2 bits de stop, tendremos ráfagas de transferencia de 11 bits por cada carácter transmitido. Una falta de sincronía afectará como mucho a los 11 bits, pero la llegada del siguiente carácter con su nuevo bit de start, producirá una resincronización del proceso de transmisión.



6.1.2 Transmisión síncrona

La transmisión es síncrona cuando los bits transmitidos se envían a un ritmo constante. Exige la transmisión tanto de los datos como de una señal de reloj que marque la cadencia del envío con el fin de sincronizar emisor y receptor. Sobre distancias cortas, podría ser aceptable transmitir la señal de reloj sobre un soporte separado (de

hecho, este procedimiento se ha utilizado en terminales de punto de venta conectados a un órgano de control inteligente), pero en el caso general debe reconstituirse la señal de reloj a partir de la señal recibida. Por ejemplo, algunos ETD utilizan las transiciones (de 0 a 1 y de 1 a 0) de los datos para mantener la sincronización durante la transmisión. Si los datos contienen secuencias largas de 0 o de 1, será preciso buscar artificios tales como la llamada codificación por transición (consistente en generar una transición cada vez que se encuentra un 0 ó un 1, según la convención), o la aleatorización del mensaje. En la transmisión síncrona, la sincronización de caracteres se hace a nivel de grupos de caracteres llamados bloques o tramas.



El modo de transmisión síncrona permite velocidades de transmisión mayores que la asíncrona. En primer lugar porque es menos sensible al ruido y en segundo lugar porque obtiene un mejor rendimiento de la línea de datos: No debe olvidarse que en la transmisión síncrona no son necesarios los bits de start y stop que acompañan a cada carácter en la transmisión asíncrona.

En el ejemplo anterior: 1 bit de start, 8 bits de carácter y 2 bits de stop, se obtiene un rendimiento en el mejor de los casos de:

$$\text{Rendimiento} = \frac{8}{11} \times 100 = 72,7\%$$

donde se ha tomado una simple medida de rendimiento como la relación entre el número de bits informativos enviados y el número total de bits transmitidos.

En el caso de transmisión síncrona no tendremos sobreexplotación «overhead» que suponen los bits de start y stop. Esta sobreexplotación consiste en que se transmiten más bits que los estrictamente necesarios para transportarlos. Por ejemplo, en la transmisión asíncrona se transmiten los bits de start y de stop acompañando a cada carácter de los datos de usuario. Efectivamente, habrá que poner, algunos caracteres de sincronía, pero en menor medida que en la transmisión asíncrona. Pongamos un ejemplo.

Supongamos una transmisión de 1 KB de información que debe ser enviado sincrónicamente a través de una línea. El protocolo de comunicaciones prevé el envío de tres caracteres de sincronismo (SYN) cada 256 bytes.

Para transmitir toda la información tendremos que añadir caracteres SYN, por lo que realmente el número de bytes transmitidos será $1024 + 12$. El rendimiento obtenido en la transmisión se puede calcular así:

$$\frac{1024 \times 8}{(1024 + 12) \times 8} \times 100 = 98.8\%$$

6.1.3 *Tipos de sincronismo*

De todo lo expuesto anteriormente se deduce la necesidad de una perfecta sincronización en los procesos de comunicación y, en su defecto, de un buen diseño de los mecanismos correctores de las faltas de sincronía. No obstante, el concepto de sincronía es muy amplio, por ello será preciso distinguir entre tres tipos de sincronía.

Así, en el caso de que deseemos enviar un mensaje consistente en una página de texto, podríamos dividir la página en renglones. Cada renglón se transmitirá con una cabecera al principio a la que seguirá la información propia del renglón. Cuando éste se acabe de transmitir se enviará un campo finalizador de renglón. Procederemos de la misma manera con todos los renglones hasta acabar con la página, momento en el que se transmitirá un campo de fin de página que implicará el inicio de la siguiente. Todos estos campos indicadores de los recursos de la comunicación y su operativa de funcionamiento constituyen el protocolo de sincronismo de bloque.

6.1.3.1 *Sincronismo de bit*

El sincronismo de bit se encarga de determinar el momento preciso en que comienza o acaba la transmisión de un bit.

Así, en las transmisiones asíncronas, el sincronismo de bit se consigue arrancando el reloj del receptor en el mismo momento en que le llega el bit de start de cada carácter. Si la base de tiempos de los relojes del emisor y receptor es aproximadamente la misma, cada bit quedará determinado por su duración temporal. Esta exigencia en la coincidencia de las base de tiempos en el emisor y en el receptor obliga en muchos casos a predeterminedar la velocidad de transferencia o a negociarla en la etapa inicial de la transmisión.

En el caso de transmisión síncrona, la propia señal de reloj transmitida por la línea junto con los datos se encarga de efectuar el sincronismo de bit.

6.1.3.2 *Sincronismo de carácter*

El sincronismo de carácter se ocupa de determinar cuáles son los bits que componen cada palabra transmitida en el código elegido para efectuar la transmisión, es decir, debe establecer las fronteras entre caracteres, saber cuál es el primer y el último bit de cada carácter.

En la transmisión asíncrona esta sincronía de carácter es realizada por los bits de start y de stop, mientras que en las transmisiones síncronas los caracteres especiales enviados, normalmente caracteres SYN, son los encargados de establecer la divisiones entre los distintos bloques informativos. A partir de dichos bloque el receptor averigua as fronteras entre caracteres.

6.1.3.3 *Sincronismo de bloque*

El sincronismo de bloque es un proceso de sincronismo de carácter más avanzado. Para ello se definen un conjunto de caracteres especiales, tomados normalmente entre los caracteres de control del código ASCII, que fragmentan el mensaje en bloques que deben llevar una secuencia determinada. Las faltas de sincronía se detectan cuando se rompe esta secuencia previamente fijada por el protocolo de comunicaciones.

6.2 Clasificación según el medio de transmisión

Independientemente del código elegido para efectuar la transmisión, los datos deben viajar por la líneas de comunicación. No todas las líneas efectúan la transmisión del mismo modo. De hecho, un canal de comunicación puede estar compuesto de una o más líneas que pueden tener funciones diferentes o semejantes. Así, unas líneas llevan señales de control y otras llevan datos. En esta clasificación es preciso fijarse en la líneas de un canal de transmisión que tienen como misión el flujo de datos.

6.2.1 Transmisión serie

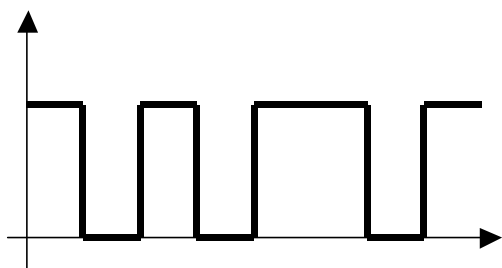
Se dice que una transmisión es serie cuando todas las señales se transmiten por una única línea de datos secuencialmente. Esta forma de envío es más adecuada en transmisiones a largas distancias. Los bits se transmiten en cadena por la línea de datos a una velocidad constante negociada por el emisor y el receptor.

Un ejemplo de conexión serie es la conexión de un ordenador a un módem, del módem a la línea telefónica o del puerto serie de un ordenador personal con el ratón.

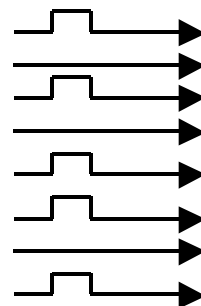
6.2.2 Transmisión en paralelo

En cambio, la transmisión de los datos se efectúa en paralelo cuando se transmiten simultáneamente un grupo de bits, uno por cada línea del mismo canal. Los agrupamientos de bits pueden ser caracteres u otras asociaciones, en función del tipo de canal.

En una primera aproximación, para una misma tecnología de transmisión en los medios conductores, una transmisión paralelo será n veces más rápida que su equivalente serie, donde n es el número de líneas. Sin embargo, la complejidad de un canal paralelo y los condicionamientos eléctricos hacen que exista una mayor dificultad en emplear este tipo de canales en grandes distancias, por lo que suelen utilizarse en ámbitos locales, por ejemplo, en la conexión de un ordenador personal con su impresora.



Transmisión en Serie



Transmisión en Paralelo

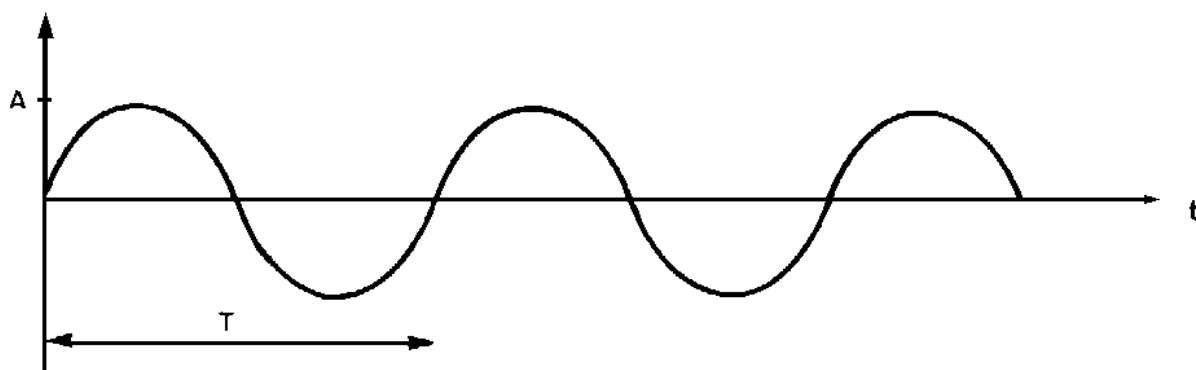
6.3 Clasificación según la señal transmitida

No todos los medios de comunicación son iguales, ni en sus parámetros físicos ni en los lógicos. No todas las líneas pueden transmitir todo tipo de señales, a veces es preciso adecuar la señal al tipo de canal por el que se va a transmitir. Por ejemplo, la línea telefónica es apta para transmisiones de voz, pero no lo es para transmisiones digitales.

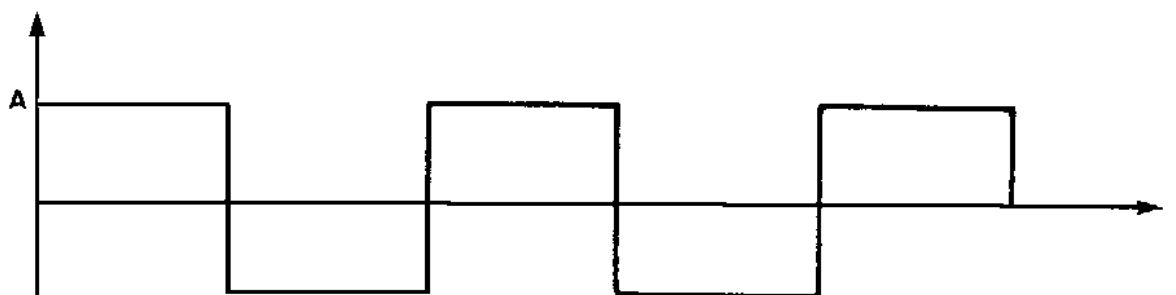
6.3.1 Transmisión analógica y digital

Se pueden clasificar las transmisiones en analógicas y digitales según el tipo de señal que utilicen. Si es analógica, capaz de tomar todos los valores posibles en un rango, se dice que la transmisión es analógica. Esta condición por ser necesaria para el correcto transporte de la información obliga a la utilización de circuitos

lineales; o sea circuitos que no introduzcan deformaciones en la señal original. En cambio, cuando las señales transmitidas son digitales, pueden tomar un número finito de valores, se dice que la transmisión es digital. Estas señales presentan una variación discontinua con el tiempo y sólo puede tomar ciertos valores discretos (finitos).



Señal Analógica



Señal Digital

Los parámetros que regulan las transmisiones analógicas y digitales son distintos. A lo largo de los diferentes temas aparecerán referencias a estos conceptos que concretarán este aspecto.

6.3.2 Transmisión en banda base y en banda ancha

En ocasiones, la transmisión a través de líneas de comunicación exige una modulación para que se produzca la adecuación que hemos comentado entre las líneas y equipos. Si la transmisión se realiza sin ningún proceso de modulación, se dice que la transmisión opera en banda base.

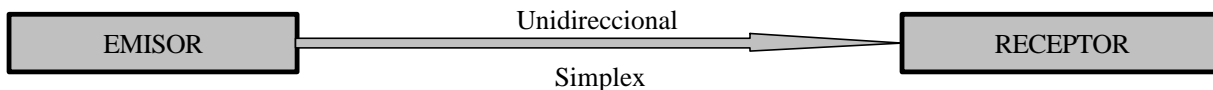
Por el contrario, si se exige un proceso de modulación se dice que la transmisión se produce en banda ancha. En la Unidad de Trabajo 2 se especificarán las características propias de estos modos de transmisión.

7 Explotación de los circuitos de datos

Una vez definidas las características de los medios de transmisión, hay que fijarse en las técnicas de operación necesarias para que se produzca una explotación eficaz del circuito. Las comunicaciones se pueden agrupar en tres grandes apartados, dependiendo del régimen de explotación de las mismas.

7.1 Comunicación símplex

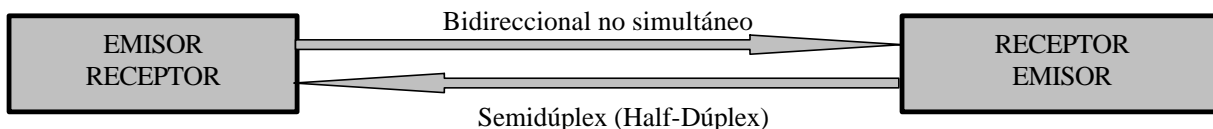
Una comunicación es símplex si están perfectamente definidas las funciones del emisor y el receptor, y la transmisión de datos siempre se efectúa en una dirección: de emisor a receptor. La distribución de señales de televisión es un claro ejemplo de comunicación símplex. La estación emisora transmite las señales a los receptores de televisión sin que haya posibilidad de que éstos interactúen contra la estación emisora. Su utilización se reduce al telecontrol, la telemetría y ciertas aplicaciones de difusión de información.



En la comunicación símplex se dice que hay un único canal físico y un único canal lógico unidireccional.

7.2 Comunicación semidúplex

En las comunicaciones semidúplex la comunicación puede ser bidireccional, es decir, emisor y receptor pueden intercambiarse los papeles, sin embargo, la bidireccionalidad no puede ser simultánea. Cuando el emisor transmite, el receptor necesariamente recibe. Posteriormente, el receptor puede ejercer como nuevo emisor con la condición de que el antiguo emisor se convierta en nuevo receptor. Este modo de operación exige un cierto tiempo para cada inversión, lo que reduce la eficiencia del sistema. Un ejemplo clásico de comunicación semidúplex son las emisiones de radioaficionados, donde se emplean códigos vocales especiales («cambio») para que se produzca la conmutación de los papeles de emisor y receptor.

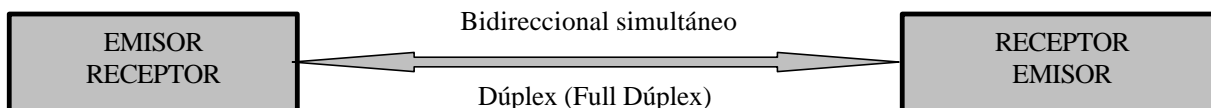


En la comunicación semidúplex hay un solo canal físico y un canal lógico bidireccional.

7.3 Comunicación dúplex

En la comunicación dúplex la comunicación es bidireccional y además simultánea. En ella emisor y receptor no están perfectamente definidos: ambos ETD actúan como emisor y receptor indistintamente. Una comunicación telefónica es un ejemplo de comunicación dúplex, en ella ambos interlocutores pueden hablar a la vez. Esta forma de intercambio es mucho más eficiente que las anteriores y se utiliza en aplicaciones que exigen un empleo constante del canal y un tiempo de respuesta elevado con son las interactivas y la telefonía.

En la comunicación dúplex se dice que hay un canal físico y dos canales lógicos. Esta afirmación es un tanto abstracta, puesto que muchos circuitos de datos dúplex consiguen la bidireccionalidad añadiendo más líneas físicas para la transmisión, por ejemplo, asociando dos circuitos símplex, aunque se requiere un fuerte control de la comunicación por parte del emisor y del receptor.



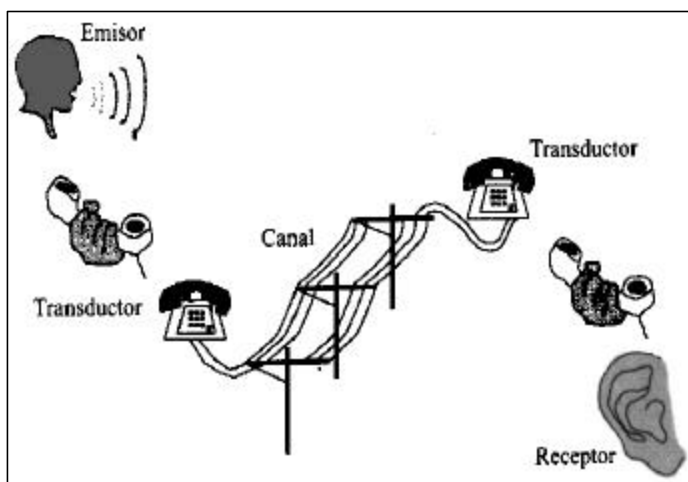
8 Elementos de un sistema de comunicación

En todo proceso de comunicación se pueden distinguir una serie de elementos básicos.

En el esquema se aprecia al emisor y al receptor como elementos finales. Los transductores convierten las señales acústicas en señales eléctricas susceptibles de ser enviadas a través de un módem por líneas telefónicas, que constituyen el canal de transmisión.

8.1 El emisor y el receptor

Emisor es el elemento terminal de la comunicación que se encarga de proporcionar la información. Se contrapone al receptor, que es el elemento terminal de la comunicación que recibe la información procedente de un emisor.



En ocasiones no es fácil distinguir claramente entre emisor y receptor porque frecuentemente ambos terminales intercambian sus papeles alternativamente.

Cada emisor es inseparable de su receptor; no se concibe un concepto sin el otro. Sin embargo, pueden darse casos en los que haya un receptor y múltiples emisores o un emisor y múltiples receptores. Por ejemplo, los sistemas de televisión consisten en una estación emisora desde la que se distribuye la señal electromagnética a múltiples receptores. En una agencia de noticias hay un solo receptor de noticias y múltiples emisores de las mismas distribuidos por todo el mundo.

También son posibles combinaciones de múltiples emisores a múltiples receptores, como en el caso de gran parte de los dispositivos utilizados en las redes de comunicación entre ordenadores.

Aunque en telecomunicaciones se utiliza con precisión el término ETD (Equipo Terminal de Datos), en informática es más frecuente hablar simplemente de «terminal», entendido como un dispositivo capaz de constituirse en emisor o receptor de una comunicación.

Los terminales se conectan a través de líneas de transmisión formando lo que hemos llamado «circuitos de datos». Hay muchos tipos de terminales, una buena parte de ellos está en constante evolución. Por ello interesa estudiar una breve clasificación de los mismos.

8.1.1 Clasificación según su inteligencia



1.1.1.1 Terminales simples

Un terminal simple es aquel que no posee inteligencia. Está totalmente controlado por un proceso que le es ajeno. Un monitor es capaz de representar la información gráfica que le llega a través de un circuito de vídeo, pero no es capaz de tomar decisiones por sí mismo.

1.1.1.1 Terminales inteligentes

El terminal inteligente tiene una cierta capacidad de proceso independiente. Este tipo de terminal posee su propio procesador y memoria con el fin de poder ejecutar algunas tareas previamente establecidas. Un tipo especial de terminales inteligentes son los terminales programables, en los que las tareas están asignadas a través de la carga de un programa desde el exterior. Un ordenador personal puede desempeñar perfectamente las funciones de un terminal inteligente y programable.

8.1.2 Clasificación según su servicio

8.1.2.1 Terminales de propósito general

Se dice que un terminal es de propósito general cuando puede desarrollar una amplia variedad de funciones. Algunos de estos terminales son las pantallas y teclados, las impresoras, los trazadores, etc.

8.1.2.2 Terminales de propósito específico

El terminal de propósito específico cumple exclusivamente la función concreta para la que fue diseñado. Esto no quiere decir que su función sea siempre la misma y no se pueda cambiar, de hecho hay terminales de propósito específico que son programables. Esto significa que una vez asignado el programa de ejecución la función sí es específica y no cambiará mientras no se sustituya el programa en ejecución por otro distinto.

Ejemplos de este tipo de dispositivos son los terminales de videotexto o de teletexto, los cajeros automáticos, los terminales de control de presencia, los terminales de punto de venta, etc.

8.2 Los transductores

Un transductor es un dispositivo encargado de transformar la naturaleza de la señal.

La señal física que más se utiliza en telemática es la eléctrica. Ello es debido a su facilidad de transporte, gobierno y transformación, así como a su rapidez de propagación: la velocidad de la luz en el medio en que se propague.

Un ejemplo de transductor que convierte señal eléctrica en luminosa es una bombilla o un diodo LED. Cuando deja pasar la corriente eléctrica emite radiación luminosa. El transductor inverso sería un fotodiodo o una célula fotoeléctrica que genera corriente eléctrica cuando es estimulada por la luz.

Un micrófono y un altavoz constituyen un ejemplo claro de transductor para el caso de conversión entre señales acústicas, mecánicas y eléctricas.

8.3 El canal

Canal es el elemento que se encarga del transporte de la señal sobre la que viaja la información que pretenden intercambiar emisor y receptor.

Cada canal de transmisión es adecuado para algunas señales concretas y no todos sirven para cualquier tipo de señal. Por ejemplo, la señal eléctrica se propaga bien por canales conductores, pero no ocurre lo mismo con la señal luminosa.

Un canal viene definido desde el punto de vista telemático por sus propiedades físicas: naturaleza de la señal que es capaz de transmitir, velocidad de transmisión, capacidad de transmisión (ancho de banda), nivel de ruido que genera, longitud, modo de inserción de emisores y receptores, etc.

El ejemplo más común de canal acústico es la atmósfera. Para señales electromagnéticas se pueden utilizar multitud de canales, dependiendo de la frecuencia de las señales transmitidas: cables, el vacío (satélites), la propia atmósfera, etc.

Un caso particular de canal electromagnético son las fibras ópticas, especializadas en transmisiones luminosas, extraordinariamente rápidas e insensibles al ruido o a las posibles contaminaciones de la señal luminosa.

8.4 Moduladores y codificadores

Aunque la naturaleza de la señal que se va a transmitir sea apropiada al tipo de canal elegido para producir la transmisión, no siempre es adecuada para conseguir eficacia en la transmisión.

Por ejemplo, las líneas de transmisión telefónicas pueden transmitir señales eléctricas, pero no todas. Una señal de alta frecuencia tendría problemas de transmisión porque las líneas telefónicas están diseñadas para las transmisiones de señales eléctricas de baja frecuencia, correspondientes a la voz humana (a consecuencia del efecto capacitivo de las líneas).

Para adecuar las señales a los canales de transmisión, en el caso de que ambos compartan la misma naturaleza (eléctrica, acústica, luminosa, etc.) se utilizan los moduladores y los codificadores.

- El ejemplo más claro de modulador es el MODEM (MODulador-DEModulador) que se tratará con mayor profundidad en la Unidad de Trabajo 2. El módem se encarga de convertir las señales eléctricas digitales en señales eléctricas analógicas y viceversa.
- Un CODEC (CODificador-DECodificador) se encarga de codificar adecuadamente las señales eléctricas digitales, acomodándolas al modo requerido por el canal, siempre digital (por ejemplo amplificándolas).

8.5 Otros elementos

Incluiremos aquí, aunque no de forma exhaustiva, algunos dispositivos que pueden intervenir en una comunicación y que son fuertemente dependientes, en general, del tipo de comunicación de que se trate.

- **Amplificadores:** se encargan de restaurar una señal analógica devolviéndole su amplitud original, paliando así la atenuación producida por las pérdidas debidas a la longitud de la línea y, en general, a todos aquellos elementos afectados por la ley de Ohm.
- **Repetidores:** tienen como misión regenerar las señales digitales. No se trata de una amplificación, sino de la reconstrucción de una nueva señal digital con una forma semejante a la original y, posiblemente, con un nivel eléctrico superior.
- **Distribuidores o multiplexores y concentradores:** estos dispositivos se encargan de repartir o agrupar las señales eléctricas entre diversos emisores y receptores.
- **Conmutadores:** son los dispositivos encargados de establecer un canal de comunicación apropiado. Las centralitas de conmutación telefónica son un ejemplo de conmutador, que eligen las rutas adecuadas para conectar un emisor y un receptor.
- **Antenas:** son dispositivos que permiten que una señal eléctrica se propague por un canal inalámbrico (antena de emisión) y, a la inversa, que una señal electromagnética se recoja en un cable (antena de recepción).

9 Las redes de comunicación

9.1 La necesidad de las redes

Ya hemos estudiado que la información no se produce necesariamente en el mismo punto geográfico en que se procesa. Ello genera una necesidad de transporte de los datos de un lugar a otro, en muchos casos en puntos muy distantes geográficamente.

Por otra parte, sería imposible interconectar punto a punto todos los equipos: ello redundaría en un caos en los sistemas de cableado que lo harían inviable.

Por tanto, es indispensable diseñar entidades de comunicación flexibles en donde sea posible la compartición de los recursos de comunicaciones. Por ejemplo, en una oficina que tenga instalada una red de área local hay una sola red, aunque todos los equipos están interconectados. Estas entidades de comunicación son las redes de comunicaciones.

Ya hemos visto que las redes de comunicación mueven datos de unos lugares a otros. Llamamos velocidad de transferencia de datos de una red a la cantidad de datos que es capaz de mover en cada unidad de tiempo. Las unidades de información comúnmente utilizadas en informática son el byte (8 bits), el Kbyte o kilobyte (1024 bytes), el Mbyte o megabyte (1024 Kbytes) y el Gbyte o gigabyte (1024 Mbytes). Todas estas unidades se pueden expresar referidas a los bits en lugar de a los bytes. Además, existen las unidades equivalentes en bits (Kbit, Mbit y Gbit).

Por tanto, unidades de velocidad de transferencia típicas serán el Kbps (kilobit por segundo), el Mbps (megabit por segundo), etc.

9.2 La red telegráfica

La primera gran red de transporte de datos que encontramos es la red telegráfica. Como indica su nombre, sirve para la transmisión de caracteres entre dos lugares, distantes. Se desarrolló de forma paralela al ferrocarril. En 1838 Van Buren, presidente de EEUU, presenció una demostración de este sistema.

Casi desde el principio se utilizó el código Morse para efectuar las transmisiones de los mensajes. Este código está basado en la emisión de pulsos eléctricos de distinta duración: rayas y puntos. La distribución de los caracteres según este código está basada en un estudio estadístico de frecuencia de aparición de cada carácter en el idioma inglés. Por ejemplo, la letra «e» se representa por un simple punto, ya que es la que más se repite.

Actualmente el telégrafo se ha transformado en un teleimpresor, conectado a la red télex. El teleimpresor es similar a una máquina de escribir que emite o recibe la información a través de una línea telegráfica. La ventaja sobre la red telefónica es que el mensaje consta por escrito. El código usado por la red télex es el Baudot o CCITT n.º 2, que representa cada carácter con 5 bits.

La velocidad de transmisión de datos en esta red es de 50 baudios (bits por segundo). Si la transmisión está hecha en código Baudot, esta velocidad representa aproximadamente entre 7 y 8 caracteres por segundo. Los bits que faltan para llegar a los 50 teóricos de la red son los bits de start y stop que acompañan a cada carácter; propios de las transmisiones asíncronas.

Existen tres modos de transmisión posibles:

- **Modo diálogo.** Hay simultaneidad entre emisor y receptor.
- **Modo de transmisión automática de mensaje pregrabado.** Consiste en efectuar transmisiones en diferido. Inicialmente se hacían con cintas de papel perforado.
- **Modo de recepción automática.** El teleimpresor no necesita de ningún operario para su correcto funcionamiento.

En las dos últimas décadas la red télex está siendo sustituida por otras redes de datos más eficaces. .



9.3 La red telefónica

Tras el invento del teléfono en 1876 por Alexander Graham Bell se produjo el desarrollo de las líneas de comunicación telefónicas. Éstas fueron incrementando tanto su longitud como su extensión, así como los modos de operación. Las primeras centrales utilizaban operadores humanos para establecer y supervisar las llamadas. Se ha calculado que para conducir el tráfico telefónico de hoy día, utilizando los métodos del siglo XIX, se necesitaría que más de la mitad de la población de todas las ciudades más importantes trabajara de operador telefónico.

Además de la importancia que el teléfono ha tenido en la comunicación de voz, desde su comienzo la red telefónica ha constituido la estructura y base física de muchas de las transmisiones de datos actuales. Las compañías telefónicas han conseguido desarrollar una capilarización de las líneas telefónicas. A cualquier entidad, oficina, hogar, etc., le llega una línea telefónica.

Es de vital importancia que a través del cable que llega a una casa o una oficina se pueda tener acceso a la multitud de servicios que las compañías telefónicas u otras proporcionan a los usuarios de la red telefónica. De hecho, el objetivo de gran parte de las compañías telefónicas es el uso de una única línea de transmisión en cada hogar, que preste todos los servicios telemáticos.

9.3.1 *Elementos de la red telefónica*

Dada la importancia de esta red, estudiaremos detenidamente los elementos que la componen.

9.3.1.1 *Las líneas de transmisión telefónica*

La parte más extensa de la red telefónica es la que está formada por el conjunto de las líneas de transmisión que permiten la conexión física de los emisores y receptores

En principio, estas líneas fueron exclusivamente de cables de pares, es decir, dos hilos conductores en paralelo capaces de transmitir la señal eléctrica bajo unas condiciones eléctricas determinadas. Actualmente, a casi todos los usuarios de la red telefónica les llega un cable de pares. Pero no todas las líneas de transmisión de la red telefónica están constituidas por cables de pares. Hay líneas de fibra óptica, enlaces radioterrestres, satélites, etc.

Además, están proliferando servicios telefónicos inalámbricos basados en tecnologías analógicas o digitales como GSM (Global System for Mobile Communications. Sistema Global para Comunicaciones Móviles).

9.3.1.2 *Las centrales de conmutación*

Ya hemos visto la imposibilidad de interconectar todos los terminales telefónicos entre sí por líneas punto a punto y simultáneamente. Con el fin de proporcionar interconexión entre un emisor y receptor cualquiera, existen una serie de dispositivos encargados de seleccionar de forma automática el camino oportuno.

De esta tarea se encargan las centrales de conmutación telefónicas. Para realizar la conexión, las centrales deben disponer de elementos que optimicen la gestión del tráfico, la señalización, la tarificación, etc.

La estructura de la red telefónica es jerárquica. De este modo los usuarios se reparten en distintas centrales de conmutación. A su vez, varias centrales de conmutación pueden estar agrupadas por otra central de orden jerárquico superior formando la estructura a la que hemos aludido. Así, hay centrales urbanas, interurbanas, nacionales o internacionales.

En muchas ocasiones, con el fin de proporcionar la debida eficiencia, se pueden definir caminos complementarios entre las centrales, que modifican la jerarquía en beneficio de una mayor eficacia en el establecimiento de la conexión.

Las centrales tienen como misión la realización de una serie de tareas, nos fijaremos en dos de ellas por su peculiar importancia.

- **Transmisión.** Esta función es trivial. Las centrales interconectan las líneas de transmisión formando circuitos virtuales.
- **Señalización.** Proporciona la información necesaria sobre el emisor y los elementos de la red para poder establecer la conexión o garantizar su correcto funcionamiento. Permite la identificación del servicio solicitado, la selección de la ruta adecuada y la tarificación de la llamada.

Hay otras funciones accesorias, como la monitorización y chequeo de la red, su verificación, la toma de datos estadísticos, control de averías, etc.

Las centrales de conmutación siguen evolucionando de modo que cada vez proporcionan más servicios a los usuarios: buzón de voz, desvío de llamadas, tarificación detallada, etc.

9.3.1.3 *Los terminales de la red telefónica*

Los terminales por excelencia de la red telefónica son los teléfonos, aunque se les pueden conectar otros dispositivos con funciones telefónicas, como el fax y el módem.

Los terminales se conectan a la red a través de los interfaces apropiados. Una interface es un acoplador entre dos extremos. En el caso de la red telefónica, una interface podría estar constituido por la clavija que conecta el teléfono a la red telefónica.

9.3.1.4 *Funcionalidad de la red telefónica*

La red telefónica proporciona el servicio básico de transmisión de voz. Además, como ya se ha mencionado, proporciona el acceso a algunas otras redes telemáticas, como por ejemplo, Ibertex: el servicio de videotexto español.

El procedimiento de utilización es el siguiente:

- **Establecimiento de la conexión.** Para iniciar una comunicación telefónica tenemos que establecer previamente la conexión: descolgamos el teléfono, esperamos la señal -señalización- del tono que nos indica que la línea está libre, marcamos el número del destinatario, se produce la señalización de llamada en el receptor y esperamos a que descuelgue.
- **Transmisión.** Es la intercomunicación bidireccional y simultánea -full dúplex- de los mensajes del emisor y del receptor.
- **Desconexión.** Es la ruptura de la conexión abierta al iniciar la comunicación.

Este sencillo ejemplo es útil para la comprensión de los distintos protocolos de comunicaciones, orientados o no a la conexión, que se estudiarán en las Unidades de Trabajo 3 y 4.

9.4 Redes de área local (LAN)

9.4.1 *Definición*

Una red de área local es un conjunto de elementos físicos y lógicos que proporcionan interconexión entre dispositivos en un área privada y restringida.

Por tanto, una red de área local tiene, entre otras, las siguientes características:

- **Una restricción geográfica:** el ámbito de una oficina, la planta de un edificio, un edificio entero e, incluso, un campus universitario: depende de la tecnología con que esté construido.

- **La velocidad** de transmisión debe ser relativamente elevada.
- **La red de área local debe ser privada**, toda la red pertenece a la misma organización.
- **Fiabilidad en las transmisiones**. La tasa de error en una red de área local debe ser muy baja. Son, por tanto, redes muy seguras.

9.4.2 *Funcionalidad de una red de área local*

En el ámbito de una misma organización, la red de área local debe proporcionar los servicios de comunicación más comunes. Normalmente estos servicios se refieren a la compartición de recursos entre los distintos usuarios de la red.

Desde el punto de vista operativo, la principal función de una red consiste en permitir que los recursos de los ordenadores de la red se compartan entre todos los usuarios autorizados del sistema mediante el intercambio de tramas de datos entre los distintos equipos conectados a la línea de transmisión.

Hay dos formas fundamentales para la conexión de ordenadores personales en una red en función de la ubicación de los recursos. La forma más básica consiste en hacer que todos los ordenadores pongan a disposición de los demás los recursos de que disponen, fundamentalmente discos e impresoras. Bajo esta concepción de red, ningún ordenador está en situación de privilegio, todos tienen las mismas funciones. Tecnológicamente, este modo de organización es muy simple, sin embargo, se hace muy difícil el control de los datos, ya que los accesos cruzados son posibles en cualquier dirección. A este tipo de redes se les llama “**redes entre iguales**” o igualitarias.

Un segundo modo de organizar la red consiste en privilegiar al menos a uno de los ordenadores, confiriéndoles capacidades añadidas en forma de servicios, por ello a estos ordenadores se les llama **servidores** o *servers*. El resto de los ordenadores de la red solicitarán servicios a estos servidores, que estarán altamente especializados en la función para la que fueron diseñados, creando así una estructura centralizada en la red. Este tipo de organización es mucho más fácil de administrar. Normalmente los servidores de red llevan incorporado un sistema de cuentas y contraseñas de entrada que restringe los accesos indebidos a usuarios no autorizados.

Hay muchos tipos de servidores, tantos como funciones informáticas y de comunicación distintas se puedan realizar. Los más comunes son los siguientes:

9.4.2.1 *Servidor de discos*

Es un servidor que pone a disposición de posibles clientes, su capacidad de almacenamiento en discos. Suelen tener varios Gigabytes de capacidad distribuidos en varios discos.

Los servidores de discos de alto rendimiento suelen tener sistemas redundantes de almacenamiento: duplicación de la información, control de los datos por códigos de paridad (técnica que se estudiará en la Unidad de Trabajo 2), sistemas RAID (redundancia de discos), posibilidad de cambiar discos fuera de servicio en caliente, sin necesidad de apagar el ordenador, etc.

Además, la capacidad de transferencia de datos interna del servidor tiene que ser muy elevada, puesto que muchos usuarios solicitarán datos simultáneamente y de modo concurrente. Otros sistemas de seguridad posibles atañen a la memoria central, con requerimientos de módulos de memoria con control de paridad; a la alimentación eléctrica, con Sistemas de Alimentación Ininterrumpida o SAI, para insensibilizarse a problemas de cortes del fluido eléctrico; etc.

Si se prevé un tráfico intenso de datos desde o hacia el servidor, entonces tendremos que hacer que la tarjeta de red del servidor sea de alta velocidad (100 Mbps), para que no se produzcan cuellos de botella en la red en el entorno del servidor. Sería inútil un servidor de red de altas prestaciones si hay problemas de acceso en la propia red de transporte de datos.

9.4.2.2 *Servidores de impresoras*

Un servidor de impresoras es un servidor de red que brinda a sus posibles clientes su capacidad de imprimir documentos.

Un servidor de impresoras, por tanto, es un sistema gestor de impresoras con capacidad de almacenamiento (cola de impresión) de los documentos que están listos para ser impresos por impresoras de características previamente determinadas. Los ordenadores-cliente que utilizan estos servicios de impresión comunican sus necesidades de impresión a los servidores que les brindan estos servicios, de modo que el cliente reconoce las impresoras del servidor como si fueran propias. El servidor se encarga de proporcionar este servicio de modo transparente al usuario, a quien le parece que todos los recursos están disponibles en su misma máquina.

Es posible definir algunas operaciones básicas contra el sistema de gestión de colas de trabajos, pendientes de imprimir, que atienden las impresoras, como añadir o eliminar un trabajo de la cola, desviar el trabajo de una cola a otra, asociar varias impresoras a una sola cola de modo que la primera impresora que quede libre sea la que imprima el trabajo, alterar la prioridad de un trabajo en una cola, hacer que el servidor notifique al cliente mediante algún sistema de mensajería electrónica que un trabajo ha sido impreso, informar de los problemas habidos durante el proceso de impresión (falta de papel o tinta, atasco en la impresora, impresora apagada, etc.)

Últimamente hemos asistido a una simplificación exquisita de los servidores de impresoras. Tradicionalmente eran auténticos ordenadores a cuyos puertos de salida se conectaban las impresoras y se les añadían programas especiales para hacer la gestión de red y de impresoras.

Actualmente un servidor de impresoras puede consistir en un conector sofisticado con los puertos de impresora y un puerto de red por donde llegan los datos. Este conector lleva el hardware suficiente para negociar con los clientes a través de los protocolos adecuados toda la gestión de impresión. Además, pueden gestionar de una a cuatro impresoras.

9.4.2.3 *Servidores de comunicaciones*

Un servidor de comunicaciones es un servidor de red que se encarga de gestionar las comunicaciones de los usuarios de una red de área local con el exterior.

En este sentido, por ejemplo, en lugar de habilitar un fax por cada puesto de la red se puede tener exclusivamente uno en un servidor de comunicaciones que puede ser compartido por todos desde cada puesto, sin necesidad de desplazamientos. El servidor de comunicaciones se encargará del marcado del número destinatario del fax, la gestión de colas de salida del fax, de la distribución electrónica de los documentos facsímil entrantes, etc.

9.4.2.4 *Servidores de correo electrónico*

El servidor de e-mail o correo electrónico se encarga de proporcionar los servicios de mensajería electrónica necesarios para la intercomunicación de mensajes entre todos los usuarios del servicio.

Normalmente se constituyen como oficinas postales electrónicas, en donde a cada usuario se le proporciona una dirección de correo que hace de buzón en el que recibirá los mensajes que circulan por la red en los que él sea el destinatario.

El usuario podrá visualizar los mensajes recibidos a petición propia, sin más que conectarse a su oficina postal y abrir su buzón, normalmente a través de una contraseña para garantizar la confidencialidad de la información, o bien el sistema de correo le avisará automáticamente que tiene mensajes pendientes de lectura en su buzón.

Algunos servidores de correo más sofisticados son capaces de recibir no sólo correo electrónico, sino también fax u otros tipos de documentos electrónicos.

9.4.2.5 *Servidores gráficos*

Un servidor gráfico sirve gráficos a los otros ordenadores de la red. Cuando se trabaja con aplicaciones muy específicas se requieren ordenadores muy sofisticados, y ello hace que su especialización pueda llegar a ser muy elevada.

Así, se pueden establecer redes de ordenadores compuestas por ordenadores especializados en el cálculo y otras especializados en la representación gráfica de los resultados. El primer tipo de ordenador requiere CPU muy veloces, con unidades de punto flotante de alta velocidad, ni siquiera es necesario que sean ordenadores gráficos. El segundo tipo de ordenadores tiene que tener más potencia en la tarjeta gráfica.

Este tipo de servicios es muy frecuente en los sistemas gráficos UNIX con sistema gráfico X-Window.

9.5 Redes de área extendida (WAN)

Las redes de área local resuelven los problemas de comunicación en un ámbito reducido. Sin embargo, con frecuencia hay necesidad de comunicar equipos que se encuentran a muy largas distancias o pertenecientes a distintos propietarios.

9.5.1 *Definición*

Una red de área extensa es una red que intercomunica equipos en un área geográfica muy extensa.

Normalmente, las líneas de transmisión que utiliza son propiedad de las compañías telefónicas, es decir, son líneas públicas. La capacidad de transmisión de estas líneas suele ser menor que las utilizadas en las redes de área local. Además, son compartidas por muchos usuarios a la vez, lo que exige un acuerdo en los modos de transmisión y en las normas de interconexión a la red.

Los diseñadores de una red de área extensa deben tener en cuenta una serie de especificaciones legales, políticas, económicas, etc., ya que se trata de un ámbito geográfico extenso, incluso internacional, y público.

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

9.5.2 *Funcionalidad de una red de área extendida*

Los protocolos utilizados en las redes de área extendida pueden estar orientados o no a la conexión, es decir, según el protocolo y el servicio solicitado habrá que efectuar una llamada o no.

En general, podemos afirmar que la mayor parte de los servicios proporcionados por las redes de área extensa son distribuidos. Además, las redes de área extendida interconectan redes de área local de tipos muy distintos siempre que se les asocie el hardware y software apropiados.

Por ejemplo, en una conexión a la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), hay que marcar el número de abonado del destinatario. En Internet el acceso a los servicios WWW (World Wide Web) se hace sin conexión.

9.5.2.1 *Ejemplos*

Las posibilidades de las redes de área extendida son infinitas, precisamente por la gran cantidad de parámetros que intervienen: distintos tipos de redes de área local, equipamientos de diversos fabricantes, multitud de protocolos de comunicación, posibilidad de diferentes líneas de transmisión, etc. Entre todas las posibilidades hemos elegido las siguientes a modo de introducción, aunque se estudiarán en profundidad más adelante.

9.5.2.1.1 La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI o ISDN)

Es una red de comunicación de datos totalmente digital, de extremo a extremo de la comunicación. Por tanto, para las conexiones RDSI no se requiere la utilización de un módem. Esto no quiere decir que a través de la RDSI no puedan viajar datos de naturaleza analógica como la voz o el vídeo sino que antes debe procederse a una digitalización de la señal analógica.

Actualmente, en España está en marcha la llamada RDSI-BE o Red Digital de Servicios Integrados de Banda Estrecha que soporta en su acceso básico hasta dos canales de comunicación de 64 Kbps más otro de 16 Kbps para señalización. Para un futuro inmediato está prevista la RDSIBA o Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha que permitirá conexiones de hasta 2 Mbps.

Entre las principales ventajas que aporta la RDSI destacan las mejoras de la calidad, de la flexibilidad y de la velocidad de las comunicaciones. Además, todos los servicios se integran en un único acceso y en una única red. A través de la RDSI se pueden soportar servicios de videotelefonía, videoconferencia, multimedia y transmisión de datos a alta velocidad.

9.5.2.1.2 Redes FDDI

FDDI son las siglas de Fiber Distributed Data Interface, interface de datos distribuidos por fibra óptica. La tecnología FDDI se basa en una estructura de red en doble anillo de fibra óptica que permite transmisiones de hasta 100 Mbps y distancias de 100 km. En la actualidad se utilizan redes de semejantes prestaciones que FDDI pero en las que la fibra óptica ha sido sustituida por cables de par trenzado, en este caso hablamos de las redes TPDDI.

9.5.2.1.3 Redes Frame Relay

Se puede considerar la tecnología Frame Relay como una evolución de las redes X.25, que es una red de conmutación de paquetes de prestaciones moderadas.

Las principales características de esta tecnología son el alto caudal de información (hasta 2 Mbps), transparencia en los protocolos de comunicaciones, integración de voz y datos.

9.5.2.1.4 Redes ATM

La tecnología ATM o Modo de Transferencia asíncrono es la elegida para llevar a cabo la RDSI de banda ancha a la que nos hemos referido.

ATM es un modo específico de transferencia de paquetes de datos que divide los paquetes en celdas de tamaño fijo y de pequeña longitud. La comunicación se rompe en pequeñas celdas y de este modo se puede garantizar un flujo constante en la transmisión de los datos, o al menos por encima de un mínimo previamente establecido dependiendo de la calidad del servicio solicitado a la red.

Las principales ventajas de las redes ATM son: integración de voz, datos e imagen; no presenta restricciones para la comunicación de puntos lejanos; es transparente a los protocolos; integra perfectamente las redes LAN y WAN; tiene una gran anchura de banda, desde 2 Mbps hasta 2 Gbps, y además tiene un fuerte soporte internacional.

Entre las principales aplicaciones de ATM están la transmisión de vídeo o audio tanto a velocidad constante como variable (comprimido), la transferencia de datos orientados a la interconexión de redes de área local, videoconferencia y videotelefonía, multimedia y la RDSI-BA.

9.5.2.1.5 Redes de satélites

Los satélites artificiales de comunicaciones pueden resolver muchos problemas de distribución masiva de datos

Están especialmente diseñados para la comunicación *broadcast*, es decir, para multidifusión. Sin embargo, no son buenos para las comunicaciones telefónicas terrestres para las aplicaciones interactivas. La razón fundamental reside en que si el satélite sigue una órbita geoestacionaria con el fin de que permanezca estable en su posición a respecto de un observador inmóvil situado en la superficie de la Tierra, el satélite debe situarse a 35.800 km de superficie terrestre según las leyes de Kepler.

La señal electromagnética debe subir al satélite y bajar de nuevo a la superficie terrestre, lo que en el mejor de los casos supone recorrer una distancia superior a la siguiente:

$$2 \times 35.800 \text{ km} = 71.600 \text{ km}$$

Las señales electromagnéticas viaja a la velocidad c de la luz. Un cálculo aproximado nos dice que el retardo e la comunicación es al menos de

$$71.600 \text{ (km)}/300.000 \text{ (km/s)} = 0,24 \text{ segundos}$$

lo que puede ser inaceptable para las comunicaciones interactivas.

9.6 Redes metropolitanas (MAN)

Las redes metropolitanas siguen estándares situados entre las redes de área local y las redes de área extendida. Tienen ámbitos geográficos más reducidos que las WAN y una mayor capacidad de transferencia.

9.6.1 Definición

Una red metropolitana es una red de distribución de datos para un área geográfica en el entorno de una ciudad. Su tasa de error (proporción entre los bits erróneos y los bits totales transmitidos), aun estando por encima de la tasa de una red de área local, no llega a tener las limitaciones de las redes de área extendida.

9.6.2 Funcionalidad de una red metropolitana

El IEEE ha propuesto la norma 802.6 como estándar para este tipo de redes. Esta normativa propuso inicialmente velocidades de transferencia desde 34 Mbps a 155 Mbps.

El servicio más utilizado dentro del IEEE 802.6 es el SMDS (Switched Multi-Megabit Data Service) que utiliza técnicas de transmisión y conmutación como producto de evolución de las redes de área local adaptadas a las redes públicas. Es una norma de alta velocidad sin conexión. Ofrece rangos desde 1,544 Mbps a 45 Mbps en América o 2 Mbps hasta 34 Mbps en Europa.

Este tipo de redes es apropiado para la distribución de televisión por cable en el ámbito de la población sobre la que se extiende geográficamente la red.

9.7 Redes virtuales

Hasta ahora hemos hecho una clasificación de los distintos tipos de redes de transmisión de datos desde el punto de vista de su extensión geográfica. Cada una de estas redes está implementada en una red física real, poseedora de los medios de transmisión.

Pero no sólo hay que fijarse en la constitución Física de la red. Se pueden asociar conjuntos de elementos de la red, normalmente elementos terminales -nodos de la red-, configurando redes «lógicas» con unas características especiales. Por ejemplo, acceso a determinados servicios, creación de grupos de trabajo, organización y gestión de la red, asignación de recursos de comunicación, etc.

Las redes virtuales no son auténticamente redes, sino una superorganización de las mismas que revierte en una mayor flexibilidad en la gestión de la red.

Por ejemplo, cuando se construye un edificio de nueva planta se planifica la estructura de transmisión de datos en el edificio, asignando puestos de trabajo concretos a lugares determinados. Una vez construido el edificio, realizar cambios físicos supone un coste muy elevado, cuando no imposible. Si tenemos la lógica de la red organizada físicamente, será imposible cambiar la red. Sin embargo, si la organización de la red es lógica, bastará con cambiar las asignaciones lógicas de cada uno de los puestos, sin cambiar el cableado físico, para configurar una nueva estructura de comunicación.

Profundizaremos en estos conceptos en próximas unidades, cuando estudiemos la maquinaria de red apropiada que permite la realización de estas operaciones.

10 Técnicas de conmutación

En los procesos de comunicación subyace necesariamente una idea muy importante: la conmutación. Efectivamente, para que se produzca una comunicación debe haber una conexión entre emisor y receptor. Pero esto no es suficiente para que los ETD emisor y receptor puedan intercambiar información. Esto exige un modo concreto de utilizar la línea de comunicación y una metodología de intercambio de información. Si a esto le añadimos la dificultad de poseer líneas privadas y dedicadas con exclusividad, habrá que resolver eficazmente el modo en que la red de comunicaciones opera, para hacer llegar cada paquete de datos a su destino con un grado razonable de seguridad.

Las técnicas utilizadas en las redes de comunicaciones que establecen conexiones entre equipos y efectúan el reparto de las informaciones entregadas a la red se denominan **técnicas de conmutación**.

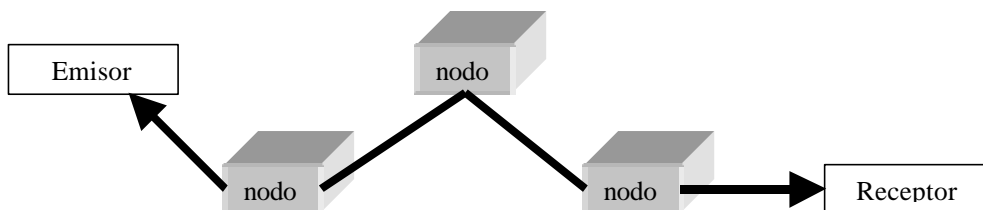
10.1 La necesidad de la conmutación

La conmutación surge como una solución ante la imposibilidad de interconectar todos los terminales entre sí a través de líneas punto a punto. Para ello se establece una jerarquía de nodos de conmutación (centrales de conmutación) interconectados entre sí, de los que dependen las conexiones de los terminales.

Cada terminal se conecta a su central local. Cuando se intente una conexión contra otro terminal, las centrales se encargan de establecer uno o más caminos por los que poder transportar la información de modo transparente a los terminales.

10.1.1 Conmutación de circuitos

Dos equipos que desean comunicarse a través de una red de comunicación que opera con la técnica de conmutación de circuitos deben establecer una conexión física entre ellos, es decir, tienen que disponer de una línea que recorra la distancia física que existe entre ambos. No es necesario que sea exactamente la misma línea a lo largo de todo el recorrido, pueden ser varias interconectadas entre sí con la maquinaria de red adecuada: conmutadores, centrales telefónicas, multiplexores, etc.



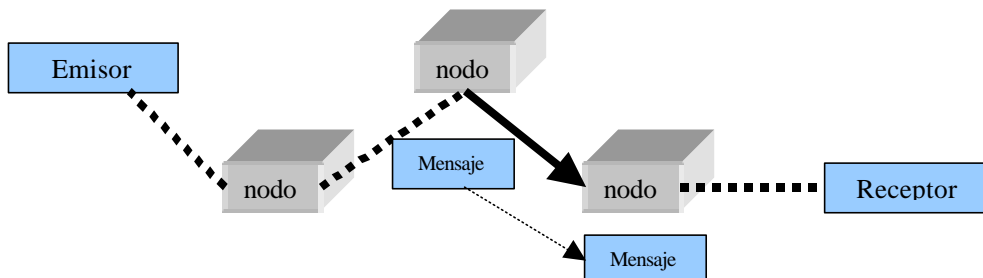
Antes de proceder a la comunicación, los equipos deben establecer la conexión a través de un procedimiento de llamada.

Un ejemplo de red por conmutación de circuitos es la red telefónica básica (RTB). Cuando un usuario de la red quiere comunicarse con otro, marca el número de teléfono del destinatario produciendo una llamada. Cuando el

destinatario descuelga ya se puede producir la comunicación: ambos usuarios tienen la seguridad de que están conectados a través de una línea o varias que tienen continuidad mientras no se produzca la desconexión.

10.1.2 *Conmutación de mensajes*

En la conmutación de mensajes no se exige que exista una línea física entre emisor y receptor. La red de transporte se constituye como una malla de nodos capaces de enviar y recibir mensajes de comunicación.



Para que un mensaje llegue a su destinatario, el receptor entrega ese mensaje al nodo de la red al que está conectado directamente o al que puede conectarse mediante llamada.

Una vez que se ha efectuado la transmisión del mensaje completo a este primer nodo, se produce la reserva temporal del mensaje en el sistema de almacenamiento masivo del nodo (normalmente discos) y, si es pertinente, se destruye la conexión con el emisor.

A partir de este momento, este nodo tiene la responsabilidad de entregar el mensaje al siguiente nodo de la red mediante operaciones similares a las descritas. La operación se repite hasta que el mensaje llegue a su destinatario.

Es evidente que en este tipo de conmutación el tiempo de respuesta puede incrementarse, por lo que sólo es válido para ciertas aplicaciones específicas en las que el tiempo de respuesta no es un parámetro crítico.

Los sistemas telegráficos utilizan esta técnica de conmutación. No importa tanto que el destinatario sea alcanzado rápidamente como que el mensaje llegue a su destino en un tiempo razonable.

En este tipo de sistemas la ocupación de la línea es menor, debido a que solamente se utiliza el segmento de línea de datos de interconexión entre dos nodos en cada momento.

10.1.3 *Conmutación de paquetes*

En ocasiones, es deseable una comunicación con las características de la arquitectura de la conmutación de mensajes pero con la eficacia de la conmutación de circuitos. Esto se consigue segmentando los mensajes en ráfagas o paquetes. La arquitectura de la red conmutada de paquetes supone tener múltiples conexiones permanentemente abiertas entre los nodos de la red. Cuando un nodo recibe un paquete decide cuál es la línea por la que debe salir para que alcance eficazmente su destino.

Puesto que los paquetes son de menor longitud que los mensajes, no es necesario almacenarlos en discos, basta con hacerlo en la memoria central para que sean retransmitidos lo antes posible. Como cada paquete puede ser transmitido por un camino distinto, es muy probable que el receptor no reciba los paquetes en el orden en que fueron enviados por el emisor. En función del tipo de red elegida, será misión de la red o del equipo receptor el ensamblaje de los paquetes recibidos con el fin de recomponer con fidelidad el mensaje inicial.

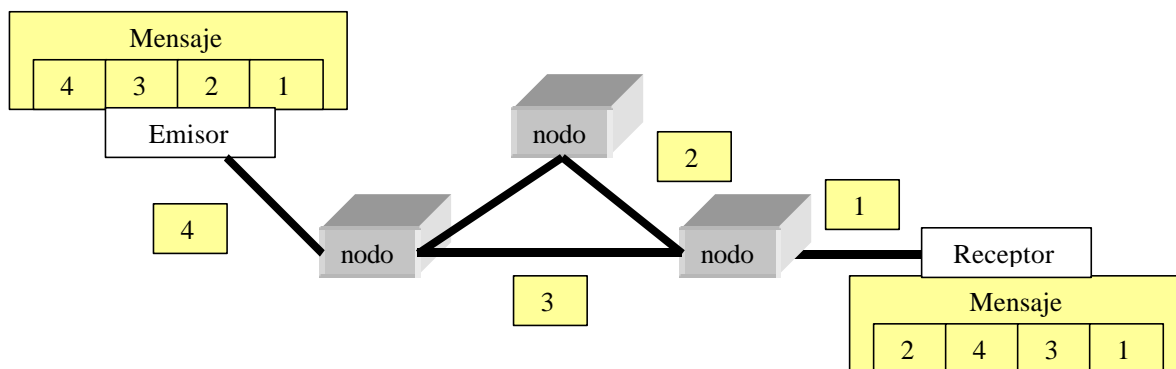
La ISO define la conmutación de paquetes como un procedimiento de transferencia de datos mediante paquetes provistos de direcciones, en el que la vía de comunicación se ocupa durante el tiempo de transmisión solamente de un paquete, quedando a continuación la vía disponible para la transmisión de otros.

La constitución física de una red de transporte de paquetes se compone de una serie de nodos de conmutación de paquetes unidos por líneas de transmisión. Cada nodo tiene dos funciones básicas:

- **Almacenamiento y transmisión.** Cada paquete es recibido en el nodo por una línea concreta y retransmitido por otra. Esto hace necesario arbitrar un mecanismo de almacenamiento temporal del paquete y su posterior retransmisión.
- **Encaminamiento.** Es necesario un procedimiento inteligente en cada nodo que determine la línea concreta por la que debe ser retransmitido el paquete para que llegue eficazmente a su destino. A estas técnicas se las denomina técnicas de encaminamiento.

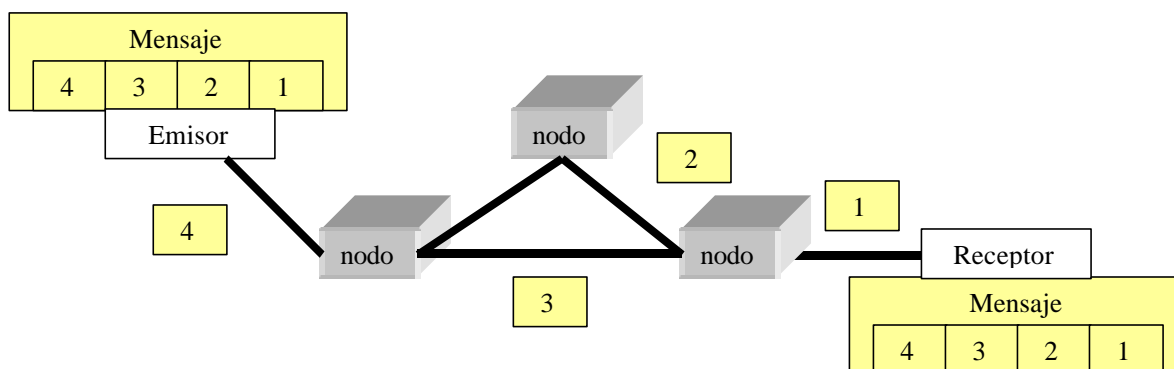
10.1.4 Datagramas

Una red conmutada de paquetes funciona en modo **datagrama** cuando no se ocupa del orden de llegada de los paquetes al receptor. El emisor entrega los paquetes a la red y ésta, mediante el análisis de los campos del paquete que llevan la información de destino, los encamina hacia el lugar adecuado. El ensamblaje ordenado de los paquetes recibidos es responsabilidad de la estación receptora.



10.1.5 Circuitos virtuales

Una red conmutada de paquetes opera en modo **circuito virtual** cuando es la propia red la que analiza la secuencia de paquetes que le son entregados, de modo que al destinatario le lleguen en el orden en que el emisor los puso en la red.



El circuito virtual es una simulación de la conmutación de circuitos que utiliza como medio de transporte una red de conmutación de paquetes.