

# Líneas de acceso conmutado

# 01

## Con esta Unidad aprenderás a:

1. Conocer qué es la conmutación y por qué surge.
2. Conocer la evolución histórica de estas tecnologías.
3. Conocer los servicios básicos de las líneas de acceso conmutado.
4. Distinguir entre las comunicaciones terrestres RTC y RDSI.
5. Distinguir entre las comunicaciones móviles GSM y GPRS.



## 1.1 ¿Qué son las líneas de acceso conmutado?

Dentro del mundo de las telecomunicaciones, las líneas de acceso conmutado son aquellas que necesitan establecer una llamada entre ambos extremos para realizar la comunicación, es decir, conmutar o conectar las líneas al paso por cada central desde el origen al destino como, por ejemplo, cuando realizamos una llamada de voz por teléfono.

Tengamos en cuenta que hoy en día prácticamente hay al menos una línea telefónica en cada hogar; si no existieran centrales que optimizaran el número mínimo de líneas, sería imposible la interconexión de todos los abonados al servicio. Esta optimización de las líneas obliga a los nodos intermedios de las centrales de las operadoras a realizar conmutaciones de canales, es decir, a unir los dos extremos mediante sus mecanismos. Es algo parecido a lo que ocurre en una estación cuando llega un tren: que hay que asignarle una vía de entrada y, para que se vaya, hay que volver a encaminarlo a otra vía de salida. Pues eso mismo pasa en las centrales, donde el número de canales o vías es limitado y se van asignando según prioridades y recursos libres, por lo que puede ocurrir que en ocasiones esté saturada una centralita y no pueda atender más peticiones durante un tiempo.



Fig. 1.1. Teléfono antiguo.

### Actividades propuestas



- 1 Averigua el número de usuarios actual de cada una de estas tecnologías en España, en Europa y en el mundo. ¿Por qué crees que hay más usuarios móviles que fijos?

Cabe destacar que las siguientes tecnologías funcionan a través de líneas de acceso conmutado:

- Red Telefónica Conmutada (RTC).
- Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).
- Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM).
- Servicio General de Paquetes por Radio (GPRS).

En general, se pueden agrupar o diferenciar porque funcionen analógicamente, como es el caso del RTC, o digitalmente, como es el caso de las demás. Otra clasificación podría ser por el canal de comunicación; en este caso, las dos primeras utilizan líneas fijas, mientras que las otras dos son inalámbricas.

Todas estas tecnologías han surgido porque las personas necesitamos comunicarnos, y necesitamos disponer de nuestra información en todo momento y en cualquier lugar, debido al fenómeno de *globalización* al que asistimos.



#### Recuerda

**Diferencia entre analógico y digital.** En telemática, que es la ciencia que surge de la unión de las telecomunicaciones y la informática, analógico es un término que representa cantidades continuas que puede tomar un número infinito de posibles valores. Por ejemplo, las personas funcionan analógicamente cuando hablan: emiten infinidad de sonidos continuos. Mientras que digital es un término que representa cantidades discretas; en nuestro caso sólo existen dos posibles valores: cero o uno. Por ejemplo, al grabar nuestra voz digitalmente se pierden valores intermedios, pero el mensaje queda completo.



## 1. Líneas de acceso conmutado

### 1.2. Un poco de historia

## 1.2 Un poco de historia

Recientemente se han cumplido los 150 años de las telecomunicaciones en España. En concreto, la ley que autorizó su implantación se publicó el 22 de abril de 1855. Se empezó desarrollando la red telegráfica eléctrica que funcionaba con código Morse.

En 1876, Alexander Graham Bell patentó el teléfono (véase Fig. 1.1), convirtiéndose en una de las personas más ricas de su época.

Hasta 1890, con este invento se trabajó para construir la primera red de telefonía básica, creada para permitir comunicarse a las personas a distancia en el momento con sus voces sin intermediarios que tuvieran que traducir el mensaje, como ocurre con el telégrafo. Todos los enlaces eran punto a punto, es decir, se conectaban todos con todos por medio de un único hilo de hierro. Se creó así una topología de red completamente mallada, siendo necesarios  $N \cdot (N - 1)/2$  enlaces, donde  $N$  es el número de teléfonos a conectar. Esto nos puede dar una idea del gran desaprovechamiento de líneas existente.

En 1901, gracias a los avances tecnológicos en el campo eléctrico con la invención de los diodos, rectificadores, triodos, válvulas y amplificadores, se pudo inventar la radiotelegrafía, siendo Marconi quien realizó las primeras comunicaciones inalámbricas mediante ondas.

En 1924, en España coincidiendo con el nacimiento de la radio, se fundó la Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE), que empezó a utilizar un modelo de red en estrella en el que cada usuario, por medio de un par de cobre, se conectaba a un punto de interconexión llamado central local que le permitía la comunicación con el resto de usuarios sin necesidad de tantos enlaces como ocurría en la red mallada; por tanto, se optimizaba el sistema.

En 1935 aparecieron en el campo de la electrónica los transistores, que ayudaron al surgimiento de los primeros ordenadores hacia los años cincuenta. Por aquel entonces, la CTNE cambió la numeración telefónica de 5 a 6 cifras debido al incremento de clientes. No fue hasta 1954 cuando se alcanzó el primer millón de abonados, cifra que únicamente alcanzaban 11 países en todo el mundo. La CTNE pasó a ser posteriormente la actual compañía Telefónica S.A.U., que sigue manteniendo la conexión mediante una red en estrella, pero optimizando la interconexión entre las centrales, estructurándolas jerárquicamente en varios niveles y dando lugar a una red de interconexión entre ciudades, provincias, países, etc.; de ahí la tarificación de sus servicios en llamadas locales, provinciales, nacionales, internacionales, etcétera.

En 1958 se creó el primer circuito integrado, lo que ayudaría a la posterior aparición del microprocesador en 1971, el Intel 4004, precursor de los actuales Pentium. En 1969 nace el proyecto ARPANet, una red privada del Ministerio de Defensa de los Estados Unidos, más concretamente de la ARPA (*Advanced Research Projects Agency*, Agencia de Investigación de Proyectos Avanzados), dependiente del Departamento de Defensa y que, a partir de 1972, pasó de denominarse DARPA.

En 1972 Telefónica puso en servicio la primera red de conmutación de paquetes del mundo llamada Red Especial de Transmisión y Comunicación de Datos (RETD). Su evolución natural tras la normalización de las redes de conmutación de paquetes (normas X.25) por el CCITT en 1976 y con la constante actualización de la misma pasa a denominarse IBERPAC en 1982, y es muy utilizada en el mundo empresarial español.

En 1983 se completó la migración a la arquitectura de comunicación TCP/IP sobre la red de datos ARPANet, que fue la precursora de lo que hoy conocemos como Internet, aunque no se dio a conocer hasta 1990 con ese nombre.

En 1990 surgió la radiomensajería y la telefonía móvil con el lanzamiento comercial de la red GSM. Se introdujeron los ordenadores en las centrales telefónicas, convirtiéndolas en centrales digitales.



### Actividades propuestas

- 2 Calcula y dibuja el número de líneas necesarias para unir 6 usuarios en una red mallada. Y para unir 100, ¿cuántos harían falta?

# 1. Líneas de acceso conmutado

## 1.2. Un poco de historia



En 1991 se crearon las primeras conexiones a Internet en España. Las dio un proveedor público, RedIRIS, creado a través del Plan Nacional de I+D. Actualmente, esta red conecta las universidades españolas a Internet de forma gratuita.

En 1992 la gestión de Internet se reforzó con la creación de la Internet Society (ISOC), que es una ONG de profesionales que quieren fomentar, divulgar y estandarizar las distintas técnicas y/o tecnologías que permitan la comunicación entre cualquier tipo de redes por heterogéneas que sean. Además, patrocinaba a la IAB (Internet Activities Board) responsable de la actualización del TCP/IP y a la IETF (Internet Engineering Task Force), encargado de desarrollar estándares para Internet.

En 1994 la revista *Novática*, de la Asociación de Técnicos de Informática (ATI), lanzó un número especial

### Actividades propuestas

- 3 Averigua cuáles son las funciones de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT).
- 4 Averigua aproximadamente cuántos equipos y personas hay en día conectados a Internet.

sobre Internet, en el que se publicó el primer glosario inglés-español para usuarios de Internet, obra de Rafael Fernández Calvo.



glointv4.pdf

En el CD del alumno está disponible, por cortesía del autor, la versión completa de la última edición de dicho glosario, que también está accesible en <http://www.ati.es/>.

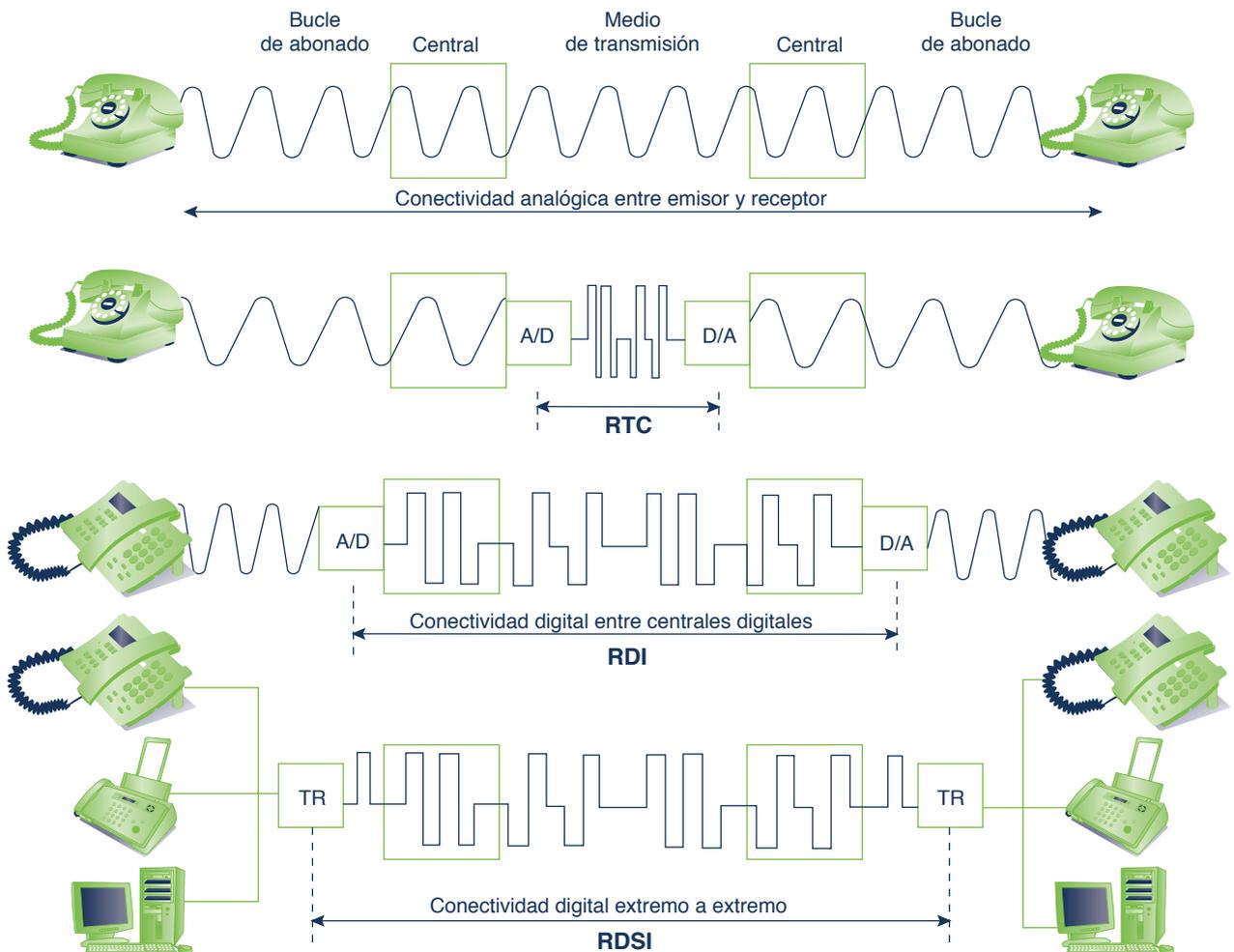


Fig. 1.2. Evolución de la digitalización en España.



## 1. Líneas de acceso conmutado

### 1.3. Características de las líneas terrestres



## Caso práctico

### 1 Inventariar equipos

**Objetivo general:** Acostumbrarse a analizar y documentar el inventario de los equipos.

**Consideraciones:** En este caso vamos a inventariar el hardware, el software de sistemas operativos y los protocolos de red.

- **Acción 1:** Instalar el programa AIDA32 Enterprise System Information en el equipo de trabajo.
- **Acción 2:** Ejecutarlo y recopilar la información a la plantilla adjunta en el CD del alumno.
- **Acción 3:** Guardar la plantilla que se reutilizará en próximos casos prácticos.



aida32ee  
\_393.exe

A partir de 1995 se produjo la consolidación y despegue de Internet hasta pasar a ser una herramienta imprescindible hoy día, junto con el aumento del uso de la informática personal, que ha sido exponencial y ha propiciado la convergencia entre voz, datos e imágenes debido a los rápidos cambios tecnológicos que se están produciendo.

En enero del 1996 InfoVía ya era operativo. Este producto daba acceso abierto a todos los que quisieran conectarse a Internet, basándose en un sistema barato de tarifa metropolitana. Se creó la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT) para regular y mediar en las normas del mercado nacional, siendo el organismo regulador independiente español para el mercado de las telecomunicaciones y de los servicios audiovisuales. Es el encargado de mediar entre los usuarios y las operadoras, al tiempo que da las directrices a seguir.

La Orden del 26 de marzo de 1999, por la que se establecen las condiciones para la provisión del acceso indirecto al bucle de abonado de la red pública telefónica fija, permitió la liberalización de las telecomunicaciones en España, por lo que Telefónica se vio obligada a alquilar, a unos precios fijados por el gobierno, su red propia y en especial la parte del bucle de abonado, la última milla, que es el par de cobre que conecta el terminal telefónico del usuario con la central local de la que depende. El bucle de abonado proporciona el medio físico por el cual el usuario accede a la red telefónica y por tanto recibe el servicio telefónico. El no tener que invertir grandes cantidades para crear sus propias redes ha facilitado que el número de operadoras en España haya crecido considerablemente.

## 1.3 Características de las líneas terrestres

Son las redes de telefonía conmutada guiadas por un medio físico, normalmente un cable de par trenzado con dos o cuatro hilos de cobre.

### A Red de Telefonía Conmutada (RTC)

Tradicionalmente la línea telefónica se ha utilizado para hablar entre personas, es decir, para la transmisión de señales dentro de la franja denominada «banda vocal», la cual comprende los componentes de baja frecuencia entre 300 y 3400 Hz. Éste es el espectro de frecuencias que el oído humano puede entender. Cualquier señal tanto por debajo como por encima de este rango de frecuencias es inapreciable por las personas. Por ello, cualquier señal fuera de esta banda es «filtrada», es decir, eliminada por los teléfonos, así como por los equipos de la central de telefonía.



#### Aprende

**RTC.** La RTC nació para dar servicio exclusivo de voz y, según cómo evolucionó, dio soporte al transporte de datos, como es el envío de fax o la conexión a Internet a través de un módem.

**Módem.** El origen del término módem viene de las palabras modulador/demodulador. Es decir, realiza la operación de modular, que convierte en analógica la señal digital del ordenador hacia la RTC, y la operación opuesta que es demodular la señal analógica proveniente de la RTC para enviarla digitalmente al ordenador.

Actualmente estas líneas han ampliado su campo de actuación, siendo los ordenadores los usuarios más habituales. Éstos trabajan internamente con señales

# 1. Líneas de acceso conmutado

## 1.3. Características de las líneas terrestres



digitales, por lo que se hace necesario convertir esa señal digital en analógica a través del módem para poder transmitir las señales a través de la RTC.

### Servicios

Los principales servicios RTC que ofertan las operadoras en España, y en especial Telefónica S.A. como operador con más abonados, son las siguientes:

- Servicio telefónico básico.
- Servicios suplementarios.
- Tarjetas.
- Terminales telefónicos.
- Telefonía de uso público.
- Red privada virtual (RPV).
- Servicios de voz sobre IP.
- Multiconferencia de voz.
- Acceso a Internet.

### Ventajas

Las principales ventajas que presenta la utilización de esta tecnología RTC son:

- **Fácil instalación** del dispositivo hardware requerido, que puede ser interno o externo, pudiendo ser a su vez vía RS-232, USB o PCMCIA.
- **Fácil configuración** de la conexión a la RTC.
- **Bajo coste de mantenimiento**, ya que está incluido dentro de la cuota de alquiler de la línea.
- **Bajo coste de utilización**. Debido al gran número de usuarios que hacen rentable y competitiva la infraestructura utilizada, es posible pagar sólo por el tiempo de conexión, aunque la tarifa cambia dependiendo de a dónde se llame.
- **Acceso gratuito a Internet**. Esto se debe a la gran competencia de los proveedores de servicios de internet (ISP) existentes, a los que se les han unido las operadoras de telecomunicaciones, con la aparición de tarifas planas, que incluyen el coste de utilización del bucle de abonado y el acceso propiamente dicho a Internet a precio fijo, cada vez más económicos.

### Inconvenientes

Los inconvenientes más destacables de las líneas RTC son los siguientes:

## Actividades propuestas



- 5** Averigua dentro de qué servicio estaría englobada la gestión RPV vía Internet.

- **Baja velocidad de acceso.** Al ser analógico oscilará hasta un máximo de 56 Kbps. Dependiendo de la sobrecarga de la red en cada momento puede incluso llegar a estar colapsada y no poder realizarse la conexión.
- **Requiere de un hardware y un software específico.** Aunque hoy día el precio del módem es asequible, pudiendo darse el caso de que el equipo ya lo lleve integrado en placa. El software lo suministra el fabricante con el dispositivo.
- **Incompatibilidad de servicios.** Si estamos conectados no podemos recibir llamadas de voz, debido a que sólo disponemos de una sola línea, la cual estará comunicando si alguien intenta llamarnos.
- **Sistema analógico.** Requiere de un módem para adaptar las señales a los diferentes medios que interconecta. La tasa de error de estas líneas es mayor que la de las que funcionan digitalmente.



### Recuerda

En las transmisiones de datos, donde se habla a nivel físico, la unidad de medida es bps, es decir, bits por segundo, que no hay que confundir con los bytes, KB o MB que utilizamos para medir la información de nuestros archivos. También puede aparecer como bits/s o cualquiera de sus múltiplos, ya sea kbps o Kbits/s, Mbps o Mbits/s, etcétera.



### Conexión a Internet

En estas líneas más primitivas, la conexión se establece mediante una llamada telefónica al número de la central más próxima que nos asigne nuestro ISP. Su coste normalmente es el de una llamada local si comienzan por 908, aunque también hay números especiales con tarifa propia si el prefijo es el 909. Dichos prefijos han ido variando a lo largo de los años y puede que hayan cambiado.



## 1. Líneas de acceso conmutado

### 1.3. Características de las líneas terrestres



## Actividades propuestas

- 6 Averigua el número de conexión de tu proveedor de Internet en tu casa. Compáralo con tus compañeros de grupo. ¿Utilizáis todos el mismo? ¿Por qué?

Aunque se dice que la señal es analógica, se está diciendo una verdad a medias ya que, si bien la voz sí es totalmente analógica, los módems transmiten en realidad señales digitales (con portadoras analógicas). En el caso de la norma de modulación V.92, este hecho es más evidente ya que directamente se trata de aprovechar que el otro extremo, el de la central telefónica, utiliza RDSI (véase Apartado 1.3.B) que es digital. Esto ocurre en la dirección red a usuario, pues en el sentido usuario-red es un módem convencional, formando una *pseudo RDSI* cuyo resultado no siempre es satisfactorio (véase Fig. 1.2).



### Aprende

**Onda portadora.** Es una forma de onda, generalmente senoidal, que es utilizada como guía por la señal a transmitir.



Fig. 1.3. Punto terminal de red RTC.



## Caso práctico

### 2 Conexión RTC

**Objetivo general:** Aprender a instalar el módem y configurar la conexión sobre una línea RTC.

**Consideraciones:** Como ya se ha comentado, podemos encontrarnos con un equipo que ya lo lleve integrado o no.

- **Acción 1:** Buscar entre las diferentes opciones del mercado y elegir la que más nos interese.
- **Acción 2:** Instalar el módem en nuestro equipo. Si por ejemplo es un portátil, que lo suelen llevar incluido, saltar este paso.
- **Acción 3:** Configurar el software del módem para que nuestro sistema operativo lo reconozca.
- **Acción 4:** Configurar un acceso telefonico a redes, en Windows, o parametrizar el Protocolo Punto a Punto (PPP) en Debian GNU/Linux.
- **Acción 5:** Probar el módem y la conexión a Internet que tengamos contratada.

## B Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)

Es la evolución natural del proceso de mejora de la calidad del servicio a través de la digitalización de todos los elementos que intervienen en la red (véase Fig. 1.2).



### Aprende

**RDSI.** Red digital que normaliza e integra los servicios disponibles, incluido el de voz, con señales digitales entre el emisor y receptor durante todo el trayecto.

Primero se mejoró la comunicación entre las centrales. Luego le tocó el turno a las propias centrales, que pasaron a ser digitales, formando la llamada *Red Digital Integrada* (RDI). Por último, se adaptó el tramo del bucle de abonado que también pasó a transmitir en digital, completando así todo el circuito de extremo a extremo de la comunicación.

# 1. Líneas de acceso conmutado

## 1.3. Características de las líneas terrestres

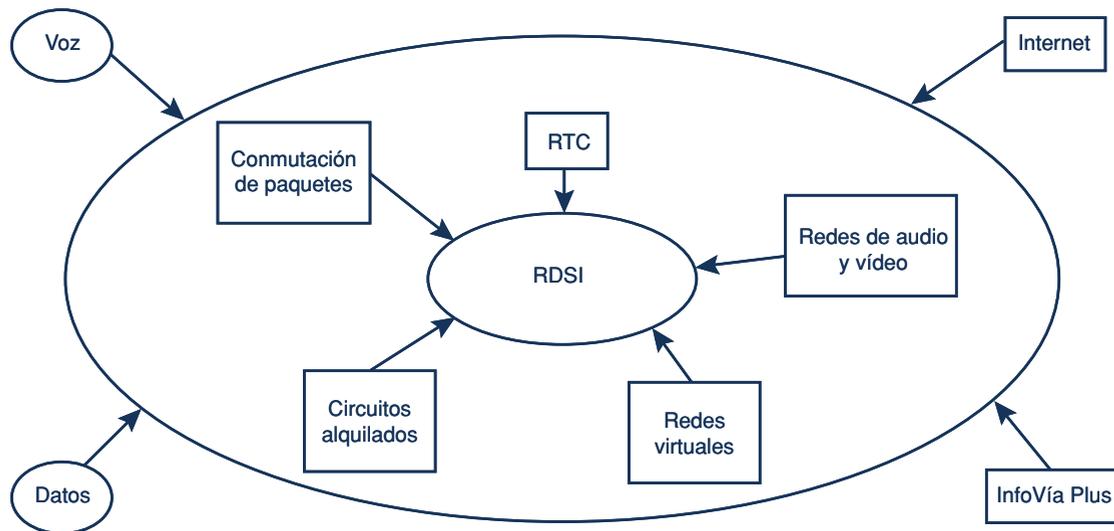


Fig. 1.4. Integración de servicios en la RDSI.

Existen dos tipos de RDSI:

- De **banda ancha**, que está prevista para ser utilizado con velocidades superiores a 2 Mbps para dar servicios avanzados de TV y videoconferencia.
- De **banda estrecha**, que es la que utiliza las conexiones conmutadas de 64 kbps, aunque se prevé que se ampliarán en un futuro hasta los 2 Mbps. Dentro de esta segunda RDSI, que es la que nos interesa, básicamente se utilizan dos interfaces de abonado:
  - **Acceso básico:** utiliza un *bit rate* bajo con dos canales B para datos de 64 kbps más un canal D de control de la línea de 16 kbits/s.
  - **Acceso primario:** utiliza un *bit rate* mediano con 30 canales B para datos de 64 kbps más un canal D de control de la línea de 64 kbps.

Soporta de forma nativa el establecimiento de llamadas hacia o desde cualquier abonado que disponga de RTC.

Los dos canales de comunicación B de 64 kbits/s del acceso básico pueden utilizarse simultáneamente. A efectos prácticos es como disponer de dos líneas independientes. Aunque también pueden utilizarse conjuntamente para obtener una velocidad de 128 kbps, lo que nos permitiría hacer una teleconferencia entre dos usuarios con unos mínimos de calidad. Pero quedarían utilizados ambos canales para los mismos datos, con lo que no se podrían recibir o realizar llamadas de voz hasta liberar alguno de los canales.



### Aprende

**Bit rate.** Es la tasa de velocidad binaria que indica la velocidad a la que se transmiten los bits vía radio o cable.



Fig. 1.5. Terminal de Red TR1 (2B1Q) + 2a/b.



## 1. Líneas de acceso conmutado

### 1.3. Características de las líneas terrestres

El otro acceso más utilizado es el primario, que consta de 30 canales B de 64 kbps y un canal de control D también de 64 kbps, con lo que el ancho de banda total disponible para este acceso es de 2.048 kbps (véase Fig. 1.7 de la página siguiente).

El nombre que se les da a las cajas que se colocan al instalar la línea RDSI varían en función de la compañía operadora. En el caso de ser Telefónica, se denominan Terminación de Red 1 (TR1) TR1 + 2a/b. Pudiendo ser, dependiendo del tipo de código que utilice:

- **2B1Q.** Este código (ANSI T1.601) convierte dos estados binarios en uno cuaternario (véase Fig. 1.5).
- **4B3T:** Este código convierte cuatro estados binarios en tres ternarios. (véase Fig. 1.6).



#### Aprende

**TR.** La terminación de red es el punto donde se separa la red pública del operador y la red privada del abonado. También puedes encontrar la expresión NT de Network Terminal si el operador es extranjero.



**Fig. 1.6.** Terminal de red TR1 (4B3T) + 2a/b.

#### Servicios

Los principales servicios RDSI que ofertan las operadoras en España son los siguientes:

- Líneas RDSI.
- Equipos RDSI.
- Tarjetas para PC.
- Videoconferencia RDSI.
- Soluciones RDSI.
- Servicios RDSI.
- Migración a modo funcional.
- Mantenimiento.
- Descarga de software de equipos descatalogados.
- Información de cambio de número en accesos básicos RDSI.
- Desvío por baja o cambio de domicilio en accesos básicos RDSI.

#### Ventajas

Las principales ventajas que presenta la utilización de esta tecnología RDSI son:

- **Fácil instalación y configuración** del adaptador RDSI.
- **Mayor velocidad de acceso.** Utilizando los canales por separado a 64 kbps o conjuntamente a 128 kbps.
- **Compatibilidad de servicios.** Podemos conectarnos por un canal y hablar por el otro al tener dos líneas.
- **Sistema digital,** con todas las ventajas que conlleva la transmisión discreta de los datos.
- **Accesos gratuitos a Internet,** al igual que en las líneas RTC.

#### Inconvenientes

Las inconvenientes más destacables de las líneas RDSI son:

- **Mayor coste de mantenimiento.** Esto se debe al mayor coste del alquiler de la línea.
- **Mayor coste de utilización.** Al ser un servicio de mayor calidad, el coste del mismo también es algo superior al de las RTC, aunque cada vez es menor esta diferencia, llegando a tener el mismo coste en algunos operadores.

#### Conexión a Internet

En las líneas RDSI, la conexión se establece mediante una llamada telefónica, al igual que en las RTC. Hemos

## 1. Líneas de acceso conmutado

### 1.4. Características de las líneas móviles



Fig. 1.7. Terminal de acceso primario RDSI.

de utilizar una tarjeta adaptadora interna o un módem externo RDSI. Al tener un canal D de control dispondremos de información en todo momento del estado; pero

### Caso práctico



#### 3 Conexión RDSI

**Objetivo general:** Aprender a instalar y configurar un adaptador RDSI.

**Consideraciones:** Disponemos de modelos de adaptadores internos o externos.

- **Acción 1:** Buscar entre las diferentes opciones del mercado y elegir la que más nos interese.
- **Acción 2:** Instalar el adaptador en nuestro equipo.
- **Acción 3:** Configurar el software del adaptador para que nuestro sistema operativo lo detecte.
- **Acción 4:** Probar el adaptador y la conexión con el proveedor que tengamos contratado.

más concretamente en caso de problemas, como cortes en el servicio o averías, será muy útil para poder averiguar fácilmente dónde está el fallo.

## 1.4 Características de las líneas móviles

En este apartado nos vamos a centrar en las líneas de comunicaciones conmutadas que no utilizan un medio guiado, es decir, que utilizan el aire como canal de comunicación. Básicamente comentaremos las dos tecnologías que hasta hoy se están utilizando más a menudo en comunicaciones móviles, que son GSM y GPRS aunque, con la puesta en marcha de la cuarta generación que veremos en la próxima Unidad, éstas quedarán relegadas a un segundo plano en poco tiempo.

### A Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM)

Hoy en día es un estándar abierto predominante en Europa, aunque se utiliza en todo el mundo para teléfonos móviles digitales. La diferencia fundamental sobre las tecnologías anteriores es que la línea no está vinculada

al teléfono sino a la tarjeta SIM (*Subscriber Identity Module*, Módulo de Identidad del Suscriptor), que pueden ser de contrato o de prepago. La tarjeta SIM funciona en todos los terminales GSM, dando la facilidad de cambiar la tarjeta a otro móvil en caso de avería para volver a llamar.

#### ” Aprende

**Global System for Mobile communication (GSM, Sistema Global para Comunicaciones Móviles).**

Sistema compatible de telefonía móvil digital desarrollado en Europa con la colaboración de operadores, administraciones públicas y empresas. Permite la transmisión de voz y datos. Ver también: «cellular phone», «GPRS», «UMTS».



# 1. Líneas de acceso conmutado

## 1.4. Características de las líneas móviles

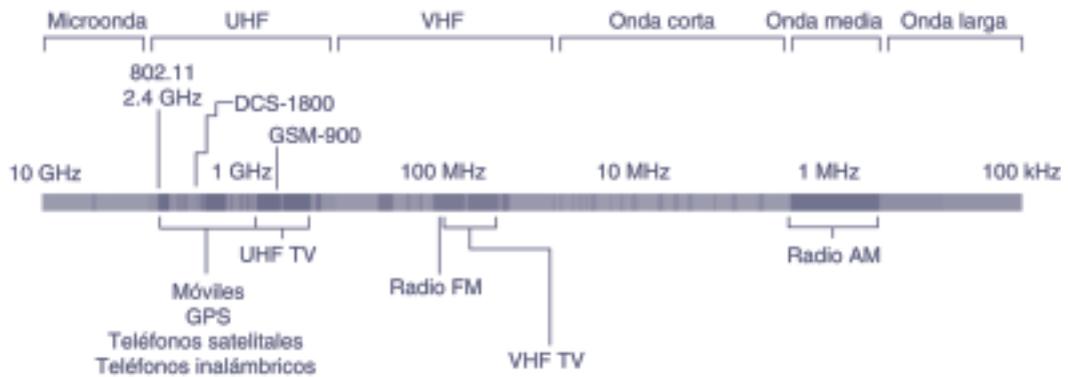


Fig. 1.8. Bandas de espectros de frecuencias.

Ya existían varios tipos de tecnologías que eran incompatibles entre ellas, como por ejemplo la NMT (*Nordic Mobile Telephone*), sistema de telefonía móvil analógico de cobertura escandinava, el sistema todavía dominante en EEUU que es analógico y se llama AMPS (*Advanced Mobile Phone System*), o el sistema analógico empleado hasta hace poco en Europa, TACS (*Total Access Communications System*), que se basaba en AMPS. Estos sistemas de telefonía móvil eran una versión avanzada de la radio de la policía. La única diferencia la marcaba la palabra «celular»: antenas pequeñas que cubrían las llamadas de áreas pequeñas, por lo que se quería que GSM fuese compatible con los sistemas existentes y futuros sobre RDSI.

En la Tabla 1.1 se resumen los principales avances en el desarrollo de la tecnología GSM. El primer paso para un sistema de radio común era reservar el ancho de banda de radio. Esta condición fue prevista unos pocos años antes, en 1978, cuando se decidió reservar la banda de frecuencia de  $900 \pm 25$  MHz para comunicaciones móviles en Europa.

En 1982 la Confederación Europea de Correos y Telecomunicaciones (CEPT) creó un grupo que finalmente se denominó *Global System for Mobile Communications* (GSM), cuyo objetivo, que se consiguió en 1990, era normalizar un único sistema de comunicaciones móviles para toda Europa a 900 MHz. Esta iniciativa consiguió revitalizar a la industria Europea de las telecomunicaciones creando un nuevo mercado de más de 300 millones de potenciales consumidores, pero al mismo tiempo planteó un reto tecnológico muy complicado que han sabido solventar.

Año	Acontecimiento
1978	Se reserva el ancho de banda.
1982	Se crea el grupo de trabajo.
1985	Aparecen las primeras normas.
1986	Comienza la fase de pruebas de radio, y se crea un núcleo estable.
1987	Se establecen las técnicas de transmisión de radio a partir de la evaluación de un prototipo.
1988	Se da por validado el sistema.
1989	CEPT traspasa el proyecto al ETSI.
	Aparecen las primeras recomendaciones para desarrollar productos comerciales.
1990	Se finaliza la fase 1 de las especificaciones.
	En España sólo opera Moviline de Telefónica, con sistemas analógicos anteriores al GSM.
	Lanzamiento a nivel comercial.
	Se crea la especificación del DCS-1800.
1991	Se da servicio en ciudades y aeropuertos.
1993	Se da cobertura en autopista, iniciando su uso fuera de Europa.
1995	Aparece Airtel, actual Vodafone, en España como segundo operador para competir con Movistar de Telefónica.
	Se da cobertura a las áreas rurales.

Tabla 1.1. Cronología de la tecnología GSM.

Los primeros trabajos sobre GSM se dirigieron a la elección de las técnicas de radio para la interfaz aérea, que fueron probados en 1986 en París, estableciéndose objetivos para elegir entre los sistemas propuestos:

- Que la eficiencia espectral fuese óptima.
- Con soporte automático de *roaming*.
- De bajo coste, accesible a todos.

# 1. Líneas de acceso conmutado

## 1.4. Características de las líneas móviles



- Que la transmisión de voz fuese de alta calidad.
- Que fuese compatible con los sistemas existentes.
- Que soportara la incorporación de nuevos servicios.



### Aprende

**Itinerancia o *roaming*.** Es un término utilizado en las comunicaciones móviles que está relacionado con la posibilidad de utilizar el mismo terminal y número en cualquier país, siempre que el abonado active el servicio con su operador.

En 1989 se hizo cargo del proyecto el Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (ETSI, *European Telecommunications Standards Institute*), encargándose de regular todos los aspectos de las comunicaciones móviles a través de GSM sacando los primeros sistemas comerciales en 1990.

### Servicios de GSM

Las características y beneficios esperados de GSM son:

- Mayor calidad de voz (mejor que la de los sistemas analógicos existentes).
- Que las unidades móviles sean de bajo costo operacional, de compra y de servicio, convirtiéndose en un sistema universal.
- Que posea un nivel de seguridad alto, preservando la confidencialidad y previniendo los fraudes.
- *Roaming* internacional (válido en todo el mundo).
- Que los terminales personales sean portables y de baja potencia.
- Crear nuevos servicios de todo tipo y dar facilidades de red.

### Bandas de frecuencia de los sistemas GSM

Como podemos ver en la Fig. 1.8, existen muchas bandas de frecuencias para los servicios de TV, radio, etc., que utilizamos a diario, por lo que vamos a comentar los tres rangos de frecuencia existentes en la red GSM:

- GSM-900 (Global System Mobile).
- DCS-1800 (Digital Cellular System).
- PCS-1900 (Personal Communication Services).

En Europa se suelen utilizar terminales duales que pueden funcionar tanto a 900 como a 1800, mientras que el último sistema de 1900 se utiliza en otros países del mundo.

### Ventajas del GSM

Gracias al gran trabajo realizado con la especificación del sistema, se han obtenido muchas ventajas destacadas. Estas ventajas son:

- **Uso eficiente** de las frecuencias de radio, y mayor tolerancia a perturbaciones debido al interfaz utilizado.
- **La media de la calidad de voz** obtenida es mejor que la de los sistemas analógicos anteriores.
- **Permite la transmisión de datos**, por ejemplo, vía SMS (*Short Message Service*, Servicio de Mensajes Cortos, para enviar y recibir mensajes de texto).
- **Garantiza la seguridad** al codificar la voz del abonado.
- **Ofrece servicios relacionados con la RDSI** por ser compatible, a diferencia de los sistemas analógicos, que no lo son.
- **Precios bajos** debido a la gran competencia por hacerse con un mercado tan grande y dinámico.

### Inconvenientes del GSM

Por el contrario, estos requisitos también conllevan algunos inconvenientes. A nivel general son:

- Posible **pérdida de cobertura**, por falta de antenas o por estar en una zona de un edificio donde no llegue la cobertura, como por ejemplo un garaje.
- Problemas de **máximo número de usuarios** simultáneos, como ocurre en nochevieja, en que por el gran uso de mensajes SMS suele colapsarse la red.

### Conexión a Internet a través de GSM

Básicamente, utilizamos esta red para dos tipos de conexiones:

- Desde el móvil, utilizando el protocolo WAP sobre tecnología GSM. Para acceder a los servicios de nuestro operador o de portales WAP de Internet.



# 1. Líneas de acceso conmutado

## 1.4. Características de las líneas móviles



### Caso práctico

#### 4 Conexión GSM

**Objetivo general:** Aprender a instalar y configurar una conexión GSM.

**Consideraciones:** Existen diferentes opciones dependiendo del dispositivo a conectar, pudiendo ser típicamente un ordenador o, más recientemente, un PDA (*Personal Digital Assistant*, Asistente Personal Digital). El PDA es una nueva tecnología de ordenadores de bolsillo.

- **Acción 1:** Buscar entre las diferentes opciones de las operadoras de telecomunicaciones y elegir la que más nos interese.
- **Acción 2:** Conectar el adaptador en nuestro equipo, ya sea vía RS-232, USB, Infrarrojos, etcétera.
- **Acción 3:** Configurar el software del móvil para que nuestro sistema operativo lo detecte.
- **Acción 4:** Probar el móvil y la conexión con el proveedor que tengamos contratado.

- Para conectar otro dispositivo a Internet, ya sea un ordenador de sobremesa o un portátil. También han aparecido módulos de GSM para agendas electrónicas (PDA).

En ambos casos debemos realizar antes una llamada a nuestro proveedor de Internet (ISP) para establecer la conexión, es decir, ocupar el enlace o canal exclusivo para nuestra comunicación cobrando como una llamada.

Por este medio la velocidad máxima de conexión será de 9,6 Kbps.

#### Servicio General de Paquetes por Radio (GPRS)

Es una tecnología que utiliza las redes GSM existentes, más orientadas a voz, para optimizar el tráfico de datos. Con ella se mejora la comunicación basada en paquetes y que permiten mayores capacidades de transmisión hasta 115 Kbps.

Es el paso previo a la tecnología móvil UMTS llamada de tercera generación.



#### Aprende

**GPRS.** Es una tecnología digital de telefonía móvil que utilizando la red GSM existente consigue mayores velocidades de transferencia de datos, especialmente indicada para conectar a Internet.

#### Ventajas del GPRS

Entre las nuevas ventajas que introduce esta nueva tecnología cabe destacar las siguientes:

- Es compatible con los sistemas existentes para voz.
- Se pueden enviar datos y voz simultáneamente.

Ha actualizado la red existente, abriendo el camino a nuevas tecnologías.

Década	1920	1950	1970	1990	2000	2010
Información	Voz de todos con todos	Televisión: vídeo y audio unidireccional	Datos punto a punto	Voz sin hilos	Datos de todos con todos	Datos sin hilos
Red	Red telefónica conmutada (RTC)	Red para difusión de T.V.	Red de datos	Red de telefonía móvil	Internet (Red de redes)	Internet móvil

Fig. 1.9. Una red para cada servicio.



## Ejercicios propuestos



- 1 ¿Qué hecho histórico, de los comentados en esta Unidad, crees que fue más importante según tu criterio? Razona la respuesta.
- 2 Haz una relación de operadores que ofrezcan entre sus servicios conexión a Internet con RTC; además, averigua sus tarifas y haz una tabla comparativa. ¿Qué operador es más económico? ¿Cuál crees que es más fiable? ¿Cuál es el más caro? ¿Por qué crees que es el más caro?
- 3 Confecciona una lista de al menos cinco módems RTC que se vendan actualmente y que sean de diferentes características: internos, externos, USB, PCMCIA o cualquier otra, como Bluetooth. Haz una tabla comparativa con los precios, las normas y las velocidades que utilizan.
- 4 Averigua las características físicas de un punto terminal de red como el de la Fig. 1.3.
- 5 Haz una tabla comparativa entre las ventajas y los inconvenientes de la tecnología RTC. ¿Estás de acuerdo con ellos? Justifica tu respuesta.
- 6 Repite la actividad 2 pero para una conexión a Internet con RDSI.
- 7 Repite la actividad 3 con dispositivos RDSI.
- 8 Averigua las características físicas de un terminal de red TR1 (2B1Q) + 2 a/b como el de la Fig. 1.5.
- 9 Averigua las características físicas de un terminal de red TR1 (4B3T) + 2 a/b como el de la Fig. 1.6.
- 10 Averigua las características físicas de un terminal de acceso primario RDSI como el de la Fig. 1.7.
- 11 Haz una tabla comparativa entre las ventajas y los inconvenientes de la tecnología RDSI. ¿Estás de acuerdo con ellos? Justifica tu respuesta.
- 12 Repite la Actividad 2 pero para una conexión a Internet con GSM.
- 13 Averigua las prestaciones de tu móvil y compáralo con los de tus compañeros de grupo y de clase. ¿Cuántos son GSM sin GPRS? ¿En qué año se fabricaron? ¿Son GSM-900 o DCS-1800?
- 14 Haz una tabla comparativa entre las ventajas y los inconvenientes de la tecnología GSM. ¿Estás de acuerdo con ellos? Justifica tu respuesta.
- 15 Repite la actividad 2 pero para una conexión a Internet con GPRS.
- 16 Haz una tabla comparativa entre las ventajas y los inconvenientes de la tecnología GPRS. ¿Estás de acuerdo con ellos? Justifica tu respuesta.
- 17 Haz una tabla comparativa con los resultados obtenidos en las Actividades 2, 6, 12 y 15.
- 18 Calcula a cuántos bytes equivalen las velocidades de las diferentes tecnologías.

Tecnología	Velocidad en bits	Velocidad en bytes
RTC	56 Kbps	
RDSI-BE	64 Kbps 128 Kbps	
RDSI-BA	2.048 Kbps	
GSM	9,6 Kbps	
GPRS	115 Kbps	

- 19 Busca en el Glosario de Internet que está en el CD del Alumno qué significado tiene el término *Netizen*; busca otras definiciones en Internet. ¿Estás de acuerdo con ellas o discrepas? Razona tu respuesta.
- 20 Propón tú último ejercicio, justificando su enunciado y razonando su respuesta.