

SISTEMAS TELEFONICOS

8.1. INTRODUCCION

Para la gran mayoría de nosotros, el teléfono es algo tan cotidiano en nuestras vidas que nos resulta extraño pensar que fue tan sólo hace poco más de 100 años que Alexander Graham Bell registró su patente para la transmisión de la voz humana a través de un circuito telegráfico.

Aunque los circuitos telegráficos existían desde hace tiempo, siendo ampliamente utilizados para la transmisión de mensajes –código Morse–, la contribución de Bell fue demostrar que era posible la transmisión de una señal eléctrica analógica modulada, representación de la voz humana. Hoy en día, los sistemas telefónicos, en su conjunto, constituyen una de las industrias más grandes del mundo, con un gran valor en el desarrollo de la economía de los países.

La amplitud de este tema requeriría que se le dedicase no sólo un libro, sino una serie de ellos, pero al no ser el objeto principal de la presente obra, nos limitaremos a explicar los fundamentos básicos de la red telefónica pública –centrales y medios de transmisión–, la evolución de la misma hacia la denominada Red Digital de Servicios Integrados o RDSI y los medios específicos (PABX) empleados en las comunicaciones de empresa, con especial mención del servicio Ibercom de Telefónica por la importancia que éste tiene en nuestro país.

La creciente aplicación de la informática y la extensión de la digitalización de la red son ambos factores que han contribuido eficazmente al desarrollo de la misma y a la oferta de toda una amplia gama de servicios y facilidades que, de otra manera, no hubiesen sido posibles. Todo esto se concreta en la denominada *Red Inteligente*, objetivo final de todos los operadores de telecomunicaciones.

En el capítulo siguiente se abordará el tema de las comunicaciones móviles, tan ligado a éste, no sólo porque utiliza gran parte de la infraestructura de la red fija,

sino porque, según las últimas previsiones, a partir del próximo siglo alrededor de un 20% de las nuevas solicitudes de líneas lo serán de este tipo.

8.2. EL TELEFONO

El 14 de febrero de 1876 es una fecha decisiva para la telefonía, ya que ese día, de manera independiente uno de otro, Elisha Gray y Alexander Graham Bell presentan sendas patentes referidas a un nuevo teléfono, inventado unos pocos años antes y similares en sus principios. Bell se adelanta unas horas en la presentación de su patente, hecho que marcaría la historia.

Ese mismo año, Bell lleva a cabo por primera vez una conferencia telefónica desde Boston a Salem, cubriendo una distancia de 22 Km. En el año 1878 se crea la *Bell Telephone Company* adoptando en 1889 el nombre de *American Telephone & Telegraph Company* (AT&T). En esos años se constituyen las empresas Ericsson y Siemens, que son, junto con Alcatel, NEC y NT, los grandes del sector.

El principio utilizado en los primeros teléfonos, aún válido, es que un micrófono, consistente en gránulos de carbón y conectado a un circuito telegráfico, da lugar a una variación en el flujo de la corriente, proporcional (y de la misma frecuencia) a la intensidad de las ondas sonoras que golpean el diafragma. Conectando una unidad similar al micrófono –auricular– en el otro extremo del circuito, esas variaciones de corriente dan lugar a una vibración de la membrana que produce ondas de presión acústica fieles a las originales.

Los primeros sistemas telefónicos, con un alcance limitado, han ido evolucionando de tal manera que es posible establecer una comunicación telefónica con cualquier parte del mundo, sin importar la distancia. La red de telecomunicaciones que sirve de soporte y hace posible esta transmisión es la red telefónica.

8.2.1. Tipos de teléfonos

El aparato telefónico ha evolucionado muchísimo desde su origen, tanto en tecnología como en diseño, siendo varios los que se utilizan en la actualidad. La mayoría de ellos son analógicos, pero todos tienen cabida en cuatro tipos principales.

Disco

Denominado de esta manera por el dispositivo de marcación que emplea, consistente en un disco con los diez dígitos (de 0 a 9). Es disco corta, en su retroceso, un bucle eléctrico con una cadencia de diez veces por segundo, para controlar el movimiento del selector.

Decádico

Es una nueva versión del anterior, en la que se ha reemplazado el disco por una botonera. Los números marcados se almacenan y se envían posteriormente a la línea con la misma cadencia de diez impulsos por segundo. Acelera, de cara al usuario, el proceso de marcación.

DTMF

Incorpora otra tecnología, sustituyendo los impulsos por tonos, lo que requiere su conexión a centrales que admitan este tipo de marcación. La siglas DTMF significan "Multi-Frecuencia de Doble Tono"; se trata de un formato acordado por el CCITT, consistente en 12 tonos separados, estando asignada una combinación de dos de ellos a cada uno de los botones (Fig. 8.1), incluidos el asterisco (*) y la almohadilla (#). La conmutación es instantánea, tan pronto la central percibe los tonos.

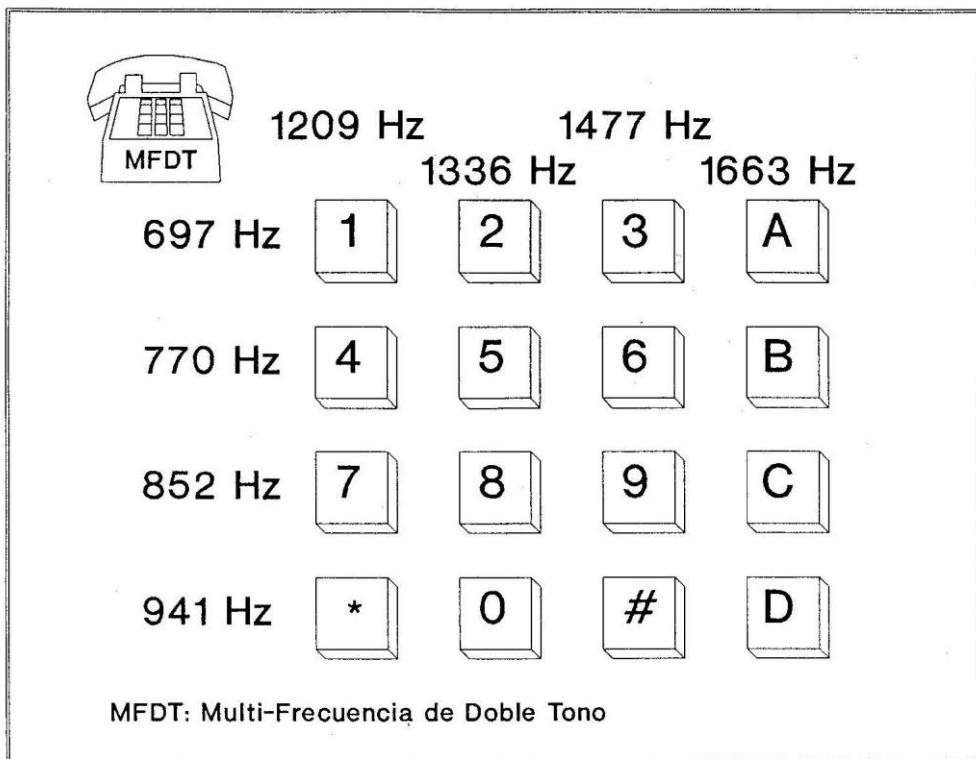


Fig. 8.1. La elección de 2 frecuencias entre 7 (8) –12 ó 16 combinaciones posibles–, en un teléfono de teclado MFDT (DTMF), indica a la central el dígito marcado para que ésta proceda a realizar la selección.

Digital

Suelen utilizar marcación por tonos e incorporan toda una serie de facilidades adicionales asociadas a la centralita (PABX) de la que dependen. Suelen utilizar un sistema de señalización propietario, por lo que no permiten su conexión a la red pública. No será hasta la implantación de la RDSI que se normalicen y alcancen una gran difusión, siempre que su precio se reduzca considerablemente. (Fig. 8.2).

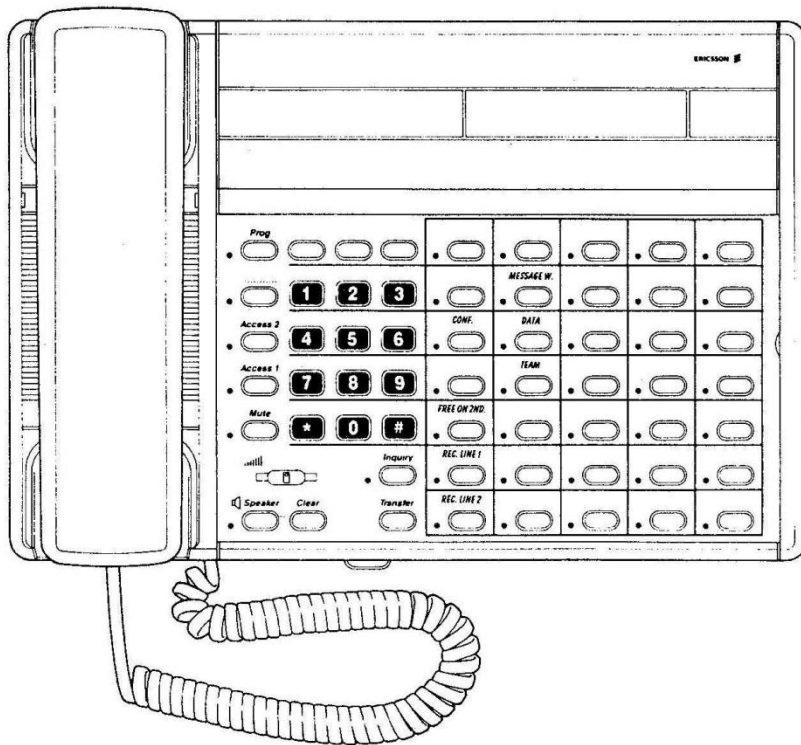


Fig. 8.2. En un moderno teléfono digital es posible la selección de toda una amplia gama de funciones, mediante teclas auxiliares (preprogramadas).

8.3. LA RED TELEFONICA

La red telefónica, con extensión universal, fue concebida inicialmente para transmitir señales analógicas con un espectro de frecuencias de 300 a 3.400 Hz, correspondientes a un canal vocal. No obstante, debido a su extensión, hoy es ampliamente utilizada como soporte de múltiples servicios, tanto de voz, como de datos e imágenes.

La red telefónica convencional está constituida, básicamente, por unos medios de transmisión y otros de conmutación, que permiten la interconexión de los teléfonos.

8.3.1. Estructura jerárquica de la red

Los nodos de conmutación de circuitos empleados en la red telefónica convencional reciben el nombre de "Centrales". Estas son necesarias, ya que es imposible la interconexión de todos-con- todos, que supondría millones de líneas de enlace (M), incluso para un número de usuarios (N) reducido:

$$M = N \times (N-1) / 2$$

La conmutación es la solución económica interesante, encaminada a compartir los recursos. La estructura de la red telefónica –topología– puede ser diversa, pero siempre se configura con una estructura jerárquica –niveles de diferente importancia–, en estrella y mallada, que permite que circule un tráfico importante en aquellas rutas en que sea necesario y autoriza al reencaminamiento del tráfico de desbordamiento. Las redes jerárquicas permiten reducir el número de enlaces, en el caso de que no exista dicha jerarquización.

En la figura 8.3 se aprecian los diferentes niveles de que consta la red española: urbano, sectorial, provincial, nacional e internacional.

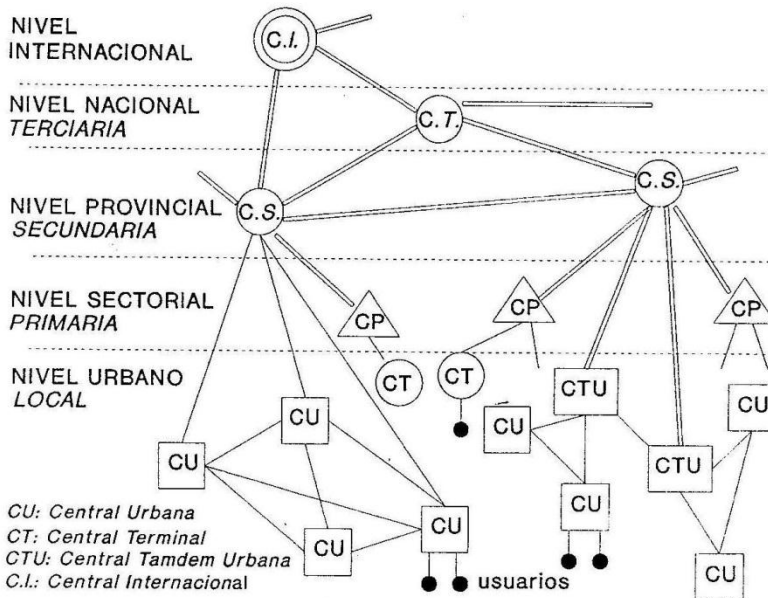


Fig. 8.3. Niveles jerárquicos en la red telefónica española.

Los usuarios se conectan a la central urbana –local– más próxima, la cual puede estar conectada a otras centrales urbanas mediante una red mallada o a una central provincial. Las centrales interurbanas o de larga distancia son centrales de tránsito con respecto a la red nacional de larga distancia, formando una red en estrella; ahora bien, estas centrales pertenecen por otra parte a una red mallada, constituida por todas las centrales del nivel nacional y provincial.

Las centrales han ido evolucionando a lo largo del tiempo, desde las primeras mecánicas (Strowger, Rotary) hasta las modernas digitales de control por programa almacenado (AXE, 5EES, S-12, etc.), pasando por las de tipo electromecánico (barras cruzadas o *crossbar*, que carecen de partes móviles). Al mismo tiempo que se producía esta evolución, lo hacían los sistemas de señalización (por **canal común** o por **canal asociado**) empleados en el intercambio de órdenes entre centrales, siendo los más habituales los establecidos por el CCITT, (el último de ellos el SSCC N° 7).

8.3.2. Medios de transmisión

Para establecer la conexión entre los usuarios y la central local más próxima, se utiliza un **cable de pares** —par de abonado— que, en principio, puede admitir velocidades de hasta 1 Mbit/s, pero que está limitado por filtros a un ancho de banda de 4 KHz; para el enlace entre centrales existen diversas modalidades.

Cables de cuadretes. Similar al de pares, se caracteriza por agrupar los hilos trenzados de 4 en 4 —cuadrete—. Se emplean para comunicaciones a larga distancia y como soporte de sistemas de alta frecuencia en los que se transmiten simultáneamente varios canales de 4 KHz por multiplexación en frecuencia.

Cable coaxial. Permite frecuencias mucho más elevadas, del orden de decenas de MHz. Admiten la transmisión simultánea de 10.800 canales telefónicos en transmisión analógica y velocidades de 560 Mbit/s en digital.

Radioenlace. Utilizan transmisores/receptores de microondas y como medio de transmisión el aire. Trabajan en la banda de 4 GHz (960 canales), 6 GHz (1.800 canales), 7 GHz (2.700 canales) y 11 GHz.

Fibra óptica. Sustituye a los cables coaxiales, presentando una gran inmunidad a las interferencias electromagnéticas al transmitir un rayo de luz (láser) y un ancho de banda de varias decenas de GHz, lo que se traduce en velocidades del orden de 2,5 Gbit/s en digital. Está en fase de desarrollo un nuevo sistema de 2x5 Gbit/s que permitirá transportar un total de 370.000 circuitos. La distancia entre repetidores puede alcanzar los 200 Km.

Satélites. Es un caso particular de los radioenlaces, en el que la estación repetidora se encuentra situada en el espacio, en una órbita geoestacionaria. La ventaja que presentan es su amplia área de cobertura, siendo posible cubrir la totalidad de la superficie terrestre con tres satélites, situados a 120° unos de otros.

8.4. RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

La evolución de la red telefónica sigue tres vías diferentes que, a largo plazo, confluirán y darán lugar a la denominada Red Universal de Telecomunicación. Estas son:

- Digitalización de la red e integración de servicios.
- Introducción de un alto grado de inteligencia.
- Extensión del servicio a los usuarios móviles.

La red telefónica tradicional se basa, en gran medida, en la utilización de medios de conmutación y transmisión analógicos y en sistemas de señalización asociados a canal. El control se ejerce separadamente para cada órgano de conmutación o ser común, pudiendo ser cableado o por soporte lógico (control por programa almacenado).

La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) nace de la necesidad de proveer a los usuarios de la red telefónica de un amplio rango de aplicaciones, tanto de voz como de otro tipo, soportadas por una única red y con un acceso normalizado.

La definición que el CCITT hace de la RDSI es la siguiente:

“Una red que procede por evolución de una Red Digital Integrada (RDI) y que facilita conexiones digitales extremo a extremo para soportar una amplia gama de servicios, tanto de fonía como de otros tipos, y a la que los usuarios tienen acceso a través de un conjunto limitado de interfaces normalizados de abonado multiservicio”.

Al estar basada y ser evolución de una RDI telefónica, la RDSI ofrece conexiones por conmutación de circuitos a 64 Kbit/s; no obstante, también permite conexiones por conmutación de paquetes, más apropiadas para el soporte de ciertos tipos de servicios de datos. Su estructura básica se muestra en la figura 8.4, estando recogidas sus recomendaciones en la Serie I del CCIT, publicadas por primera vez en el año 1984.

Emplea el sistema de señalización por canal común CCITT N° 7, soportado por módulos especializados en las centrales digitales y por enlaces dedicados en los sistemas de transmisión.

8.4.1. Estructura de acceso

El acceso de los usuarios a la RDSI se realiza por medio de una línea digital multiservicio de características funcionales y eléctricas muy diferentes a las utilizadas en las redes telefónicas convencionales. Las agrupaciones funcionales definidas para la RDSI son las siguientes:

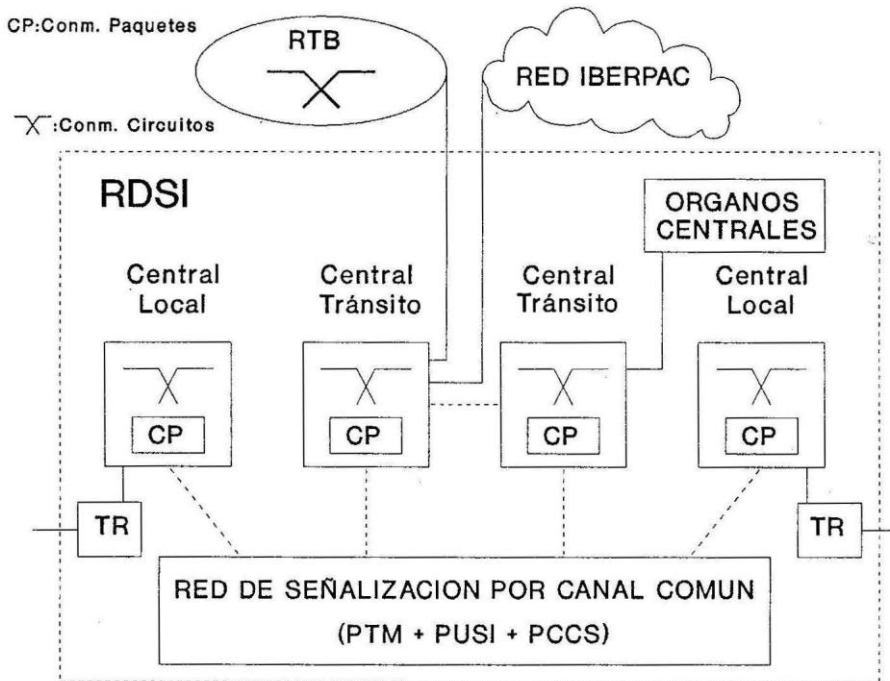


Fig. 8.4. Estructura básica de la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), que ofrece conectividad digital extremo a extremo.

- **(ET1).** *Equipo Terminal tipo 1.* Equipo terminal de usuario que presenta directamente las características del interface usuario/red propias de la RDSI (interface "S").
- **(ET2).** *Equipo Terminal tipo 2.* Equipo terminal de usuario que presenta otro tipo de interface diferente del "S". Se engloba dentro de éste a todo terminal que no ha sido específicamente diseñado para la RDSI.
- **(AT).** *Adaptador de Terminal.* Permite la conexión de terminales no RDSI (ET2) al interface de acceso normalizado por esta red (interface "S").
- **(TR).** *Equipo de Terminación de Red.* Equipo de terminación de red que incluye funciones de los niveles 1 y superiores, tales como tratamiento de los protocolos de los niveles 2 y 3, conmutación, concentración, mantenimiento, y terminación de la interface física.
 - *Terminación de Red tipo 1 (TR1).* Incluye básicamente las funciones del nivel 1 para facilitar la transmisión por la línea (interface "U").
 - *Terminación de Red tipo 2 (TR2).* Incluye básicamente las funciones de los niveles 2 y 3, funciones de conmutación local y de control de la instalación del usuario (interface "T").

- **(TL).** *Terminación de Línea.* Equipo que adapta la línea de transmisión procedente de la instalación del usuario a la central de conmutación.
- **(TC).** *Terminación de Central.* Es el elemento de la central de conmutación que conecta la línea de acceso del usuario a las etapas de conmutación internas, realizando además el tratamiento de la señalización del acceso del usuario.

8.4.2. Estructuras básicas

El acceso de usuario a la RDSI está compuesto por varios tipos de canales de transferencia de información:

- **Canal "B"**, que es un canal de 64 Kbit/s, destinado al transporte continuo de los flujos de información del usuario. Es el canal básico y transporta los siguientes tipos de tráfico:
 - Voz con codificación MIC.
 - Datos digitales para aplicaciones de conmutación de circuitos o de paquetes.
 - Combinación de tráfico de voz y de datos, con velocidades inferiores a 64 Kbit/s.
- **Canal "D"**, utilizado fundamentalmente para el intercambio de información de control entre el usuario y la red, necesario para establecer las comunicaciones en los canales "B" o "H". La información se transfiere estructurada en tramas de acuerdo con unos procedimientos de control de enlace denominados LAP-D, a velocidades de 16 o 64 Kbit/s.
- **Canal "H"**, destinado, al igual que el "B", al transporte continuo de los flujos de información del usuario con velocidades mucho más elevadas.

H ₀	a 384 Kbit/s	Europa y USA
H ₁	H ₁₁ a 1.536 Kbit/s	USA
	H ₁₂ a 1.920 Kbit/s	Europa
H ₂	H ₂₁ a 32,768 Mbit/s	Europa
	H ₂₂ a 43 / 45 Mbit/s	USA
H ₄	a 132 / 138,24 Mbit/s	Europa y USA

Está en estudio la definición de canales "H" a velocidades más elevadas para poder transmitir información correspondiente a los servicios de RDSI-BA.

Las configuraciones de acceso del usuario a la RDSI son de dos tipos:

- **Acceso básico (2B + D)**, constituido por dos canales "B" y uno "D", siendo la velocidad del mismo de $2 \times 64 + 16 = 144$ Mbit/s; es el utilizado por la RDSI-BE. El usuario puede utilizar los canales "B", simultánea o indepen-

dientemente, para transportar cualquier tipo de información digitalizada, y el canal "D" para señalización y tráfico de paquetes. Este puede ser soportado por la mayoría de las líneas telefónicas a 2 hilos, utilizando para ello técnicas de transmisión digital dúplex por métodos de cancelación de eco o de división temporal, pero con un alcance limitado y soportando un máximo de 8 terminales.

- **Acceso primario** (30B + D) en Europa o (24B + D) en Estados Unidos y algún otro país, siendo en este caso la velocidad del canal "D" de 64 Kbit/s; por tanto, las velocidades binarias de cada uno de los accesos serán de 2.048 Kbit/s o de 1.544 Kbit/s respectivamente. Este es el utilizado por la RDSI-BA, y se soporta en un sistema de transmisión MIC de jerarquía primaria, aplicándose a la conexión de equipos de terminación de red inteligentes, como es el caso de las centralitas digitales multiservicio.

8.4.3. Puntos de referencia

Con objeto de definir el acceso del usuario a la RDSI, y al mismo tiempo para dar una cierta flexibilidad y modularidad, se han definido una serie de puntos de referencia, denominados "R", "S", "T", "U" y "V". Estos pueden representar verdaderos interfaces físicos o bien funcionales, que sólo tienen un sentido de referencia.

- **Punto "R"**. Representa los interfaces físicos para terminales convencionales, tales como el RS-232, que pueden ser conectados a la RDSI mediante el empleo de los correspondientes adaptadores.
- **Punto "S"**. Interface normalizado de conexión física de terminales a la RDSI. Es universal y aplicable a cualquier tipo de terminal o servicio.
- **Punto "T"**. Define la separación entre el equipo de transmisión de la línea digital y las instalaciones propias del usuario.
- **Punto "U"**. Se localiza en la propia línea de transmisión digital, entre el usuario y la central local de abonado.
- **Punto "V"**. Separación entre las funciones de transmisión y de conmutación, en la central local de abonado.

8.4.4. Servicios ofrecidos

Dentro de los servicios ofrecidos por la RDSI se consideran por separado los denominados Teleservicios y los Servicios Suplementarios. Veamos a continuación en qué consiste cada uno de ellos:

Teleservicios

- *Telefonía*. Servicio básico de voz ofrecido a través de teléfonos digitales con codificación de la señal vocal.
- *Teletex*. Comunicación entre terminales del servicio teletex.
- *Facsimil*. Servicio ofrecido con terminales FAX del Grupo 2/3 y el correspondiente adaptador, o del Grupo 4 conectados directamente al interface "S".
- *Videotex*. Servicio de acceso normalizado a bases de datos, para el intercambio de información tanto de texto como de imágenes fijas.

Servicios suplementarios

Los servicios suplementarios son, en general, aplicables a cualquier servicio básico, aunque existen algunos que por su naturaleza sólo se aplican a la telefonía. Algunos de éstos son:

- Identificación del llamante.
- Desvío de llamadas.
- Información de tarificación.
- Marcación abreviada.
- Grupo de captura.

8.4.5. RDSI de banda ancha (ATM)

La demanda de mayores velocidades binarias de transmisión, capaces de soportar los nuevos servicios (HDTV, videoconferencia, datos a gran velocidad, etc.), se ha ido incrementando durante los últimos años, razón por la cual se están desarrollando las redes de banda ancha. Las actuales redes de conmutación de circuitos son un tanto inflexibles, ya que, una vez definida su velocidad, han de seguir trabajando a la misma durante toda su existencia, caso de la RDSI de banda estrecha; no sucede lo mismo con la conmutación de paquetes, que permite una mayor flexibilidad, pero a costa de introducir un cierto retardo.

Para solventar estos inconvenientes, el CCITT eligió en 1988 el Modo de Transferencia Asíncrono (MTA) como la tecnología a emplear en la futura RDSI de banda ancha (RDSI-BA). Esta ofrece paquetes de longitud fija –llamados **células**, para distinguirlos de los paquetes X.25–, independientemente de la información que transporten, que forman la unidad básica de transferencia, con un formato de 5 bytes para el encabezamiento y 48 bytes para el campo de información, lo que resulta en un total de 53 bytes (octetos).

El encabezamiento indica la dirección lógica que identifica el circuito virtual al cual está asignada la célula, transporta información para las funciones de gestión e incluye un código de detección de errores. Los datos pueden ser de cualquier origen y naturaleza, no necesariamente de banda ancha: imágenes, voz, ficheros, etc. que se transfieren transparentemente de un extremo a otro, normalmente mediante el empleo de la fibra óptica monomodo como medio de transmisión.

La ventaja fundamental del Modo de Transferencia Asíncrono, sobre las otras técnicas síncronas, proviene de desvincular la información transferida del dominio del tiempo, siendo posible, al no tener una estructura rígida prefijada, que cualquier comunicación lo pueda utilizar con tal de que existan células disponibles. La técnica de multiplexación es estadística, permitiendo la integración real de cualquier servicio sobre un único medio de transmisión.

Tanto en Europa como en los Estados Unidos, se ha normalizado un rango de velocidades binarias para la transferencia de información digital y multiplexado, que constituye la Jerarquía Digital Plesiócrona (JDP), siendo la señal básica los 64 Kbit/s. Con la introducción de la RDSI-BA y MTA como la tecnología a emplear, que requiere del empleo de mayor capacidad, se ha hecho necesario normalizar un rango de velocidades superiores, lo que ha dado lugar a la denominada Jerarquía Digital Síncrona (JDS) –estándares G.707, G.708, G.709 y G.781 del CCITT– como medio de transmisión, en la que confluyen tanto la jerarquía europea (basada en 2,048 Mbit/s) como la americana (basada en 1,544 Mbit/s), en la que se define una señal de multiplexado elemental STM-1 a 155,520 Mbit/s (Fig. 8.5). El segundo nivel de la JDS es 622,080 Mbit/s y el tercero 2.488,320 Mbit/s. Se corresponde con SONET, el estándar de ANSI para la transmisión síncrona sobre fibra óptica, a partir de los 155,520 Mbit/s.

8.5. EVOLUCION HACIA LA RED INTELIGENTE

Como se ha comentado, la red telefónica está siendo dotada de una mayor inteligencia, con el fin de que sea capaz de prestar un mayor número de servicios. No directamente relacionado con la RDSI, pero sí basándose en gran parte en la digitalización de la red, se tiene el concepto de Red Inteligente.

La dotación de inteligencia a la red se realiza incorporando ciertos elementos informáticos que, de forma centralizada, actúan sobre aquellas llamadas en las que los abonados requieren los servicios de inteligencia de red, como son, por ejemplo, los servicios de tarificación especial –números 90X–, televoto y de llamada a crédito, o el servicio de número personal, por el que un usuario, en este caso, puede recibir llamadas dirigidas a su número personal desde aquellos otros números en que temporalmente se encuentre (función de seguimiento y desvío).

Para ello, se incorporan a la red digital elementos de procesamiento y almacenamiento de información (Centros de Inteligencia de Red), así como de conmutación (Agencias de Inteligencia de Red).

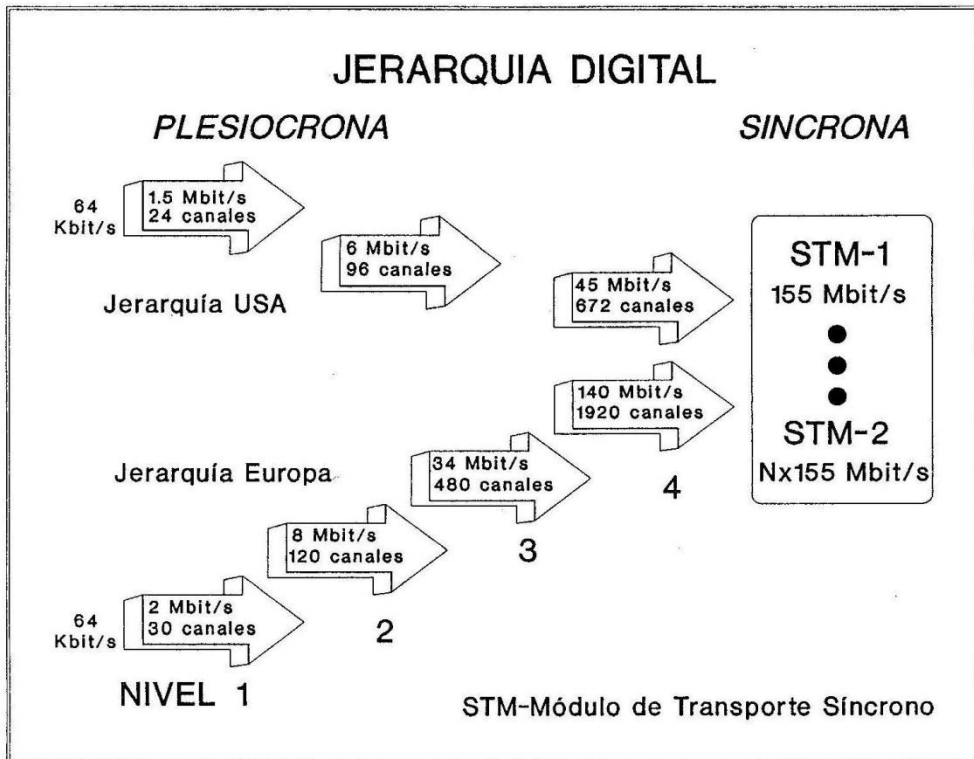


Fig. 8.5. Jerarquía digital plesiócrona, con sus niveles de multiplexación, y evolución hacia la jerarquía digital síncrona (JDS), base de la RDSI-BA.

8.6. CENTRALITAS PRIVADAS DE CONMUTACION

Si consideramos las diferentes categorías de centralitas existentes, atendiendo a su capacidad, tenemos dos: las que son capaces de manejar un muy reducido número de extensiones y con una funcionalidad limitada –conocidas como sistemas multilínea o KTS/Key Telephone System– y las de mediana/gran capacidad –PABX/Private Automatic Branch Exchange–, que pueden a su vez ser analógicas o digitales.

8.6.1. Sistemas multilínea de teclado

Los sistemas multilínea de teclado, también conocidos como “KTS” –“SATAI” en España, siendo los TEIDE uno de los últimos modelos–, son siste-

mas privados de conmutación telefónica que mediante el empleo de terminales telefónicos provistos de teclas y lámparas de señalización permiten realizar llamadas internas o externas, por medio de su interconexión a la red telefónica básica (RTB).

En definitiva, son sistemas telefónicos destinados a compartir líneas telefónicas desde una serie de teléfonos de señalización múltiple, en los que todas las líneas se señalizan a la vez en todos los terminales (Fig. 8.6–A), en contra de como sucede en una PABX, como si de operadoras se tratase, teniendo cada una una tecla asignada para su contestación. La capacidad típica de estos sistemas abarca desde 4 hasta 40 extensiones (teléfonos) y de 2 a 16 líneas (enlaces a la red urbana).

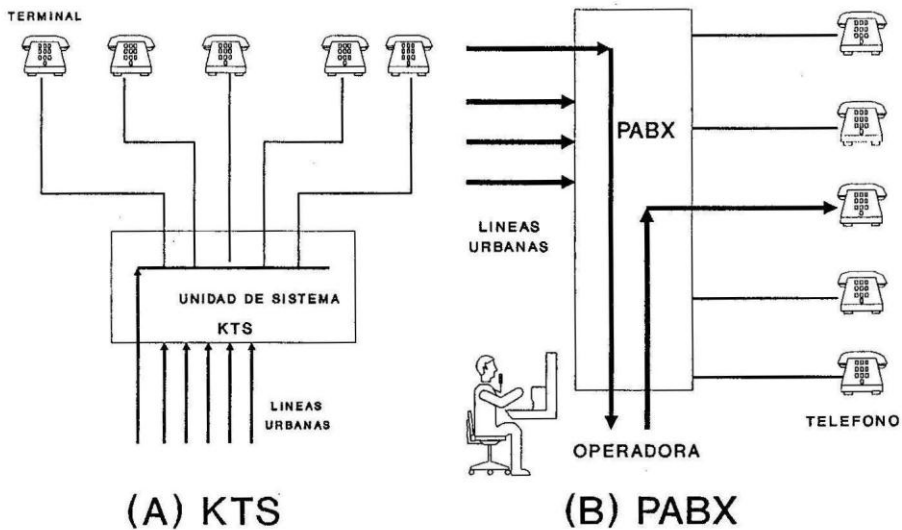


Fig. 8.6. Centrales privadas de conmutación. Principio de funcionamiento de los sistemas multilínea de teclado o KTS (A) y de las PABX (B).

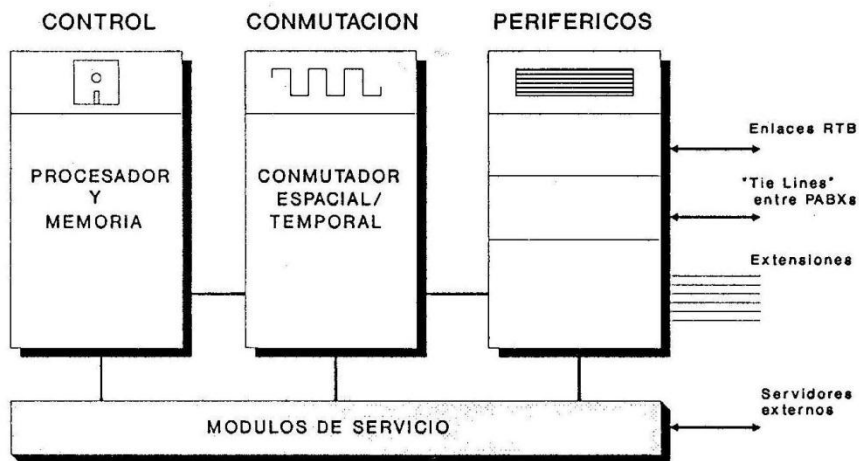
8.6.2. PABX (Private Automatic Branch Exchange)

Las centralitas telefónicas privadas, del tipo "PABX", son sistemas tales que interconectan diversos terminales, telefónicos o de otro tipo, entre sí y con la red exterior mediante una unidad de control y conmutación, conectada a un puesto de operación (Fig. 8.6–B), llamado "operadora", que permite su configuración y atención de llamadas entrantes/salientes en todo momento.

Una característica básica de las PABX es su estructura modular; ésta se ve realmente potenciada en el caso de las modernas centrales digitales, en donde todas las operaciones lógicas y procesos relacionados con las funciones de conmuta-

ción, entrada/salida y control, se realizan mediante programas que, contruidos por módulos, permiten la incorporación de nuevas prestaciones conforme éstas son necesarias. Todas las PABX digitales disponen en su estructura de (Fig. 8.7):

- SISTEMA DE CONTROL
- SISTEMA DE CONMUTACION
- UNIDADES PERIFERICOS



PABX: Private Automatic Branch Exchange

Fig. 8.7. Arquitectura de una PABX digital. Estructura de bloques de una PABX digital, mostrando su conexión interna, así como sus elementos externos.

Una característica común de las modernas PABX digitales es la combinación de técnicas de multiplexación temporal (TDM) con el Control por Programa Almacenado (SPC/*Stored Program Control*), consistente este último en una base de datos de usuarios, de extensiones y de información acerca de cada uno de ellos, con los niveles de autoridad que tienen para la ejecución de determinadas funciones.

8.7. EL SERVICIO IBERCOM

Ibercom es un servicio integral de comunicaciones –voz y datos–, de ámbito distribuido, ofrecido por Telefónica y dirigido al sector empresarial e institucional. Ofrece todo un amplio abanico de servicios suplementarios para aumentar la eficacia y la rentabilidad de las comunicaciones dentro de la entidad de que se trate.

Podemos decir que es un servicio pre-RDSI, soportado por una infraestructura, en parte específica y en parte compartida con la Red Telefónica Básica (RTB); constituye, pues, una Red Privada Virtual (RPV) dentro de la red pública.

8.7.1. Infraestructura de Ibercom

Tal como se aprecia en la figura 8.8, la infraestructura de Ibercom está compuesta por dos partes: una, la de acceso, cuya función es la de proveer de líneas de voz y datos a sus usuarios, denominada RAI (Red de Acceso Ibercom), normalmente instalada en su domicilio y pudiendo estar compuesta de varios MRAls (Módulo Red de Acceso Ibercom) distribuidos, a los que se conectan todos los terminales correspondientes a los servicios de telecomunicación con los que se desea dotar cada dependencia; y otra, la de interconexión, que está incorporada en la porción de tránsito de las redes públicas, y a la cual se accede a través de un CF (Centro Frontal), que realiza el tránsito entre las RAIs a él conectadas.

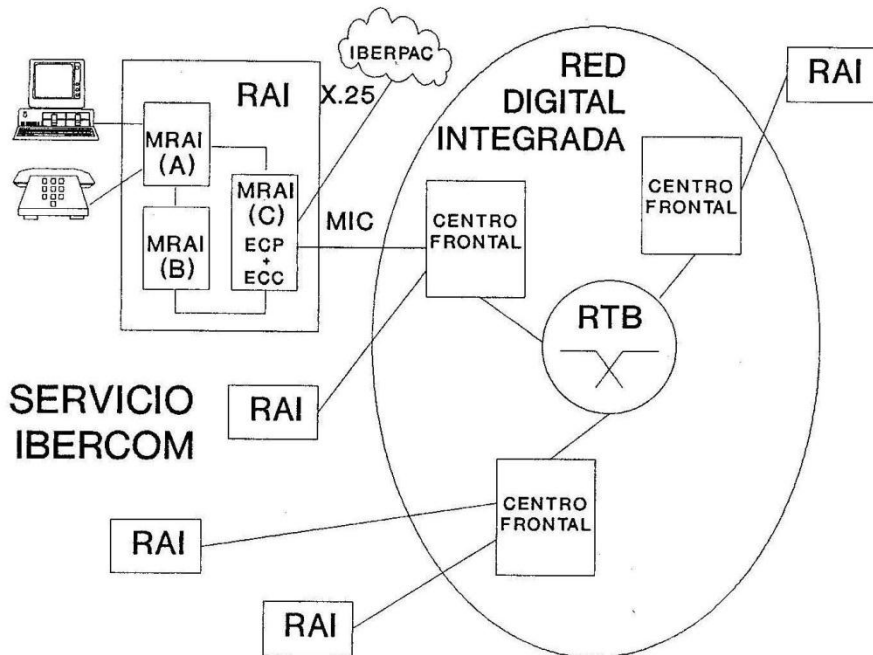


Fig. 8.8. Infraestructura base del servicio Ibercom.

Cada RAI se compone de un Elemento Conmutador de Circuitos (ECC) y de un Elemento Conmutador de Paquetes (ECP). El primero siempre es la PABX digital MD110 de Ericsson (Fig. 8.9), pudiendo ser el segundo uno de los adoptados por Telefónica.

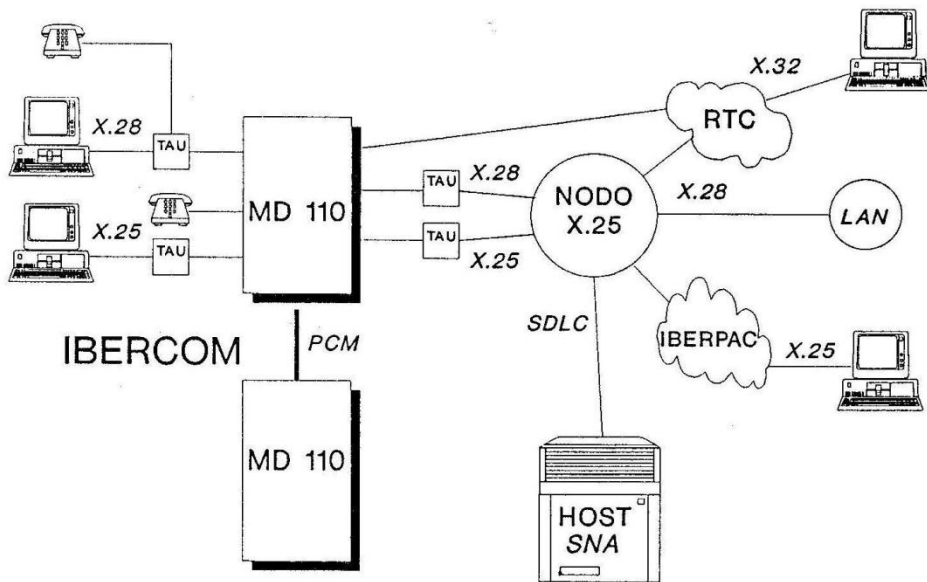


Fig. 8.9. La combinación de la central MD 110 con el conmutador de paquetes X.25, permite la integración de voz y datos dentro del servicio Ibercom.

El ECC consta de varios Módulos de Línea o LIMs, de mayor o menor capacidad, que pueden ubicarse en las distintas dependencias del usuario, formando cada conjunto de LIMs de la misma dependencia lo que anteriormente se ha denominado MRAI. Los LIMs se conectan directamente entre sí, en caso de ser sólo dos, o a través de un Selector de Grupo (GS) en caso de ser más, mediante un cable coaxial (MIC a 2 Mibt/s).

El ECP se conecta, por un lado, a los LIMs, mediante las Unidades Adaptadoras de Terminal (TAU) con interface V.24 o V.35 y, por otro, a la red pública de conmutación de paquetes Iberpac.

Las líneas Ibercom para conmutación de circuitos pueden ser de tipo analógico, o digital a 64 Kbit/s, pudiendo soportar esta última tráfico de voz, datos, o ambos con una gran calidad; la línea digital utiliza un protocolo propietario o, caso de conexión a la RDSI, el propio de esta red. Las líneas para conmutación de paquetes pueden trabajar hasta 64 Kbit/s con diferentes protocolos, dependiendo

del ECP utilizado; éste proporcionará accesos X.25, X.28, SDLC, o cualquier otro de que disponga en sus funciones, como EDP (Ensamblador/Desensamblador de Paquetes) o PAD. En las ISPBX (*Integrated Services Private Branch Exchange*) o PABX con servicios RDSI el conmutador de paquetes asume las funciones de PH (*Packet Handler*), a través del interface PHI (*Packet Handler Interface*).

La conexión entre las RAIs y el CF se realiza mediante uno o más enlaces MIC a 2 Mbit/s empleando cables de pares trenzados, cables coaxiales, fibra óptica o radioenlaces (minilink). A través de éstos se cursa todo el tráfico entrante/saliente de la RAI: la señalización empleada es por canal asociado del tipo E y M combinada con la MFE 2:6, aunque el sistema admite otras, como son DPNSS, APNSS, SSCC-Nº 7 del CCITT, etc.

8.7.2. Servicios soportados

Dentro de la amplia gama de servicios ofrecidos en Ibercom, que consta de unas 600.000 líneas instaladas a principios de 1993 en sus diversas variantes, podemos distinguir entre aquéllos orientados a las funciones de red, y los que lo están a las líneas de usuario.

Dentro de los primeros (servicios de red), tenemos:

- Plan privado de numeración (marcación abreviada).
- Rutas privadas (continuidad digital).
- Marcación directa entrante (desde terminales de la RTB).
- Función de operadora (una o varias posiciones).
- Gestión de la red (centralizada o individualizada).
- Tarifación especial (tarifa plana internamente).

Dentro de los segundos (servicios de líneas), tenemos:

- Servicios de voz (analógica y digital).
- Servicios de datos (a baja y alta velocidad, por conmutación de circuitos y por conmutación de paquetes).
- Servicios de valor añadido (mensajería vocal, directorio).
- Aplicaciones especiales (ACD, Financiero, Hotel, etc.).

Con las líneas multiservicio digitales de la PABX se pueden conseguir una serie de facilidades, como son: desvío de llamadas, conferencia a tres, marcación en espera, transferencia, aviso, privacidad, intrusión, etc..., todo ello posible desde un teléfono digital DTMF, en toda su extensión.

8.7.3. Señalización E y M

Por la importancia que tiene este sistema de señalización, no sólo para el servicio Ibercom, sino en general para la interconexión de PABXs y por estar ampliamente extendido, lo explicaremos en detalle.

El ancho de banda de un canal vocal es de 4.000 Hz, ocupando la voz el segmento que va de 300 Hz a 3.400 Hz, quedando por tanto un espacio libre para transportar la señalización necesaria para el intercambio de órdenes entre los equipos terminales. En el caso de la señalización E y M se utiliza una frecuencia de 3.825 Hz, con dos estados posibles: "presencia" y "ausencia".

La señalización E y M es una forma de señalización a 6 hilos entre centralitas o PABX; la comunicación se realiza a 4 hilos (un par para transmisión y el otro para recepción), más dos hilos ("E" y "M") de señalización en cada extremo.

Entre los enlaces de la parte de conmutación y sus respectivos equipos de transmisión asociados existen los hilos *e* (*ear/oido*) y *m* (*mouth/boca*). Por el hilo *m* la parte de conmutación del enlace "habla" (en lo que a señalización se refiere) al equipo de transmisión, mientras que por el hilo *e* el enlace "escucha" las instrucciones que, procedentes del otro extremo, le entrega su parte de transmisión asociada (Fig. 8.10).

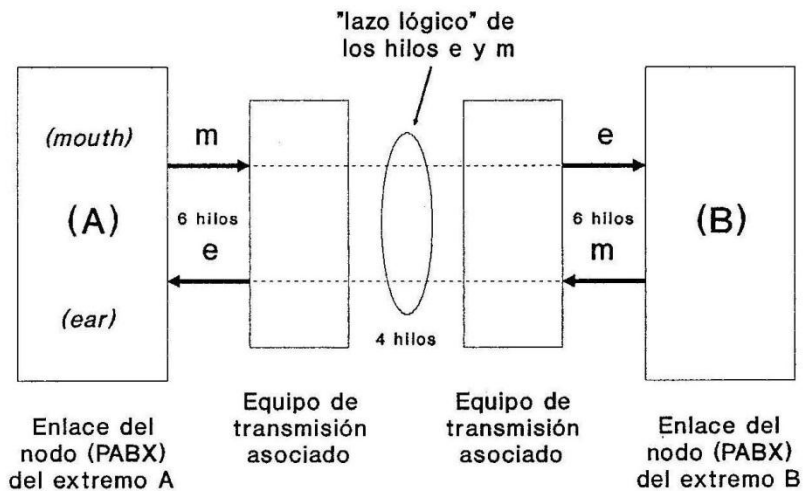


Fig. 8.10. Señalización E y M entre centralitas (PABX).

En esta señalización, la correspondencia entre los estados lógico y físico puede establecerse de varias maneras:

- Caracterizando el estado de disponibilidad del circuito por la presencia en línea de la frecuencia de 3.825 Hz.

- b) Caracterizó el estado de disponibilidad del circuito por la ausencia en línea de la frecuencia de 3.825 Hz

Los parámetros que se derivan de los principios anteriores pueden dar lugar a varias versiones de señalización E y M; por ejemplo:

- a) *De tipo continuo*. Cuando se desea enviar una señal se aplica (o se suprime) la tierra del hilo m correspondiente y se mantiene aplicada (o suprimida) hasta que se procede a enviar una nueva señal.
- b) *De tipo discontinuo*. También llamada impulsiva. Cuando se desea enviar una señal se aplica (o se suprime) la tierra del hilo m correspondiente durante un tiempo predeterminado para volver acto seguido al estado previo.

La señalización E y M es muy limitada, permitiendo el envío de las siguientes señales:

- Indicación de toma del circuito al extremo distante.
- Acuse de recibo de la señal anterior.
- Envío de dígitos, mediante impulsos sobre el hilo m .
- Contestación (descuelgue) del extremo destino.
- Cuelgue del extremo destino.
- Indicación de liberación del circuito.
- Acuse de recibo de la señal anterior.

Los enlaces con señalización E y M pueden ser tanto unidireccionales como bidireccionales (en el sentido de que permiten llamadas tanto de $A \rightarrow B$ como de $B \rightarrow A$), aunque lo más frecuente es que sean del primer tipo para evitar colisiones, difíciles de resolver.

8.8. EL SERVICIO CENTREX

El concepto CENTREX (*CENTRAL EXchange*), aunque poco utilizado en nuestro país, se emplea ya hace bastantes años, prestándose su interpretación a cierta confusión, ya que lo podemos asimilar a otros, dependiendo de hasta dónde se considere que se extiende el dominio público y empieza el privado. Dejando de lado, por ahora, esta discusión, definiremos el CENTREX como el conjunto de servicios y facilidades ofrecidos por una red pública a nivel de interface de terminal que, de cara al usuario, tiene la apariencia de estar dedicado a su uso exclusivo; en este sentido se considera como un servicio de Red Privada Virtual.

Cabe destacar el hecho de estar basado sólo en la infraestructura –centrales– de la red pública, al contrario que otros servicios, como es Ibercom, que requieren de elementos –centralitas– ubicados en el propio domicilio del usuario. La con-

troversia anteriormente comentada deriva de este punto, ya que las centralitas pueden considerarse –de hecho casi todas lo son– propiedad de Telefónica y, por tanto, públicas.

Los usuarios disponen, en su domicilio, de tantas extensiones de la central pública como equipos terminales dispongan, siendo ésta la encargada de realizar todas las funciones de conmutación, a nivel interno de la propia entidad, o de conexión con otros usuarios de la red pública.

La principal ventaja que aporta es la de poner a disposición de los usuarios toda la potencia propia de una gran central digital —mediante la adición de un software específico—, eliminando la necesidad de atención por parte de los mismos y no necesitando éstos disponer de espacio físico alguno. Además, su capacidad de crecimiento es ilimitada y los costes se reducen al compartir recursos comunes, aunque aumentan ligeramente los de los enlaces. Así pues, no requirieren de una inversión inicial, al contrario de lo que sucede en el caso de adquirir una centralita privada o PABX.

Al conjunto de líneas CENTREX pertenecientes al mismo usuario se le denomina grupo CENTREX, pudiendo estar éste distribuido entre varias centrales y variar los servicios ofrecidos por un grupo de los de otro, según se haya contratado.

Tanto el servicio Ibercom como CENTREX son, ambos, soluciones particulares de Redes Privadas Virtuales, en la medida en que permiten el establecimiento de redes para las comunicaciones de empresa; dependiendo de los procedimientos de señalización empleados, de los medios de transmisión disponibles y de su flexibilidad, estas redes cubrirán en mayor o menor grado sus necesidades. En el caso en que no respondan plenamente a las necesidades de la empresa, ésta ha de dotarse de aquellos medios específicos adecuados –propios y/o combinados con los públicos– para la creación de su red corporativa.

Debe entenderse, por tanto, que las RRVs consisten en la adición de una serie de servicios comunes a un conjunto de líneas, de manera que ese conjunto proporcione prestaciones similares a las que se obtendrían con una red privada real.

8.9. RED IBERMIC

Ibermic es la red digital establecida por Telefónica para dar un servicio portador –conexión independiente de la información transportada– con circuitos o conexiones digitales permanentes a bajas, medias y altas velocidades para la transmisión de información (extremo a extremo) a través de interfaces de usuario normalizados.

La red Ibermic es una red abierta, que opera en modo síncrono, por enlaces punto a punto (sin conmutación). Se estructura jerárquicamente en tres niveles (acceso, primario y secundario), de modo análogo a la RTB, estando su explotación y gestión centralizadas.

SISTEMAS TELEFONICOS

Los interfaces normalizados (Fig. 8.11) de acceso a la red son: V.24/V.28, V.10/V.11, V.35 y G.703, soportando velocidades de hasta 2 Mbit/s (32 x 64 Kbit/s). Por otra parte, a nivel de transporte se actúa conforme a la jerarquía digital, pudiendo tener velocidades de 2, 8, 34, 140 y 565 Mbit/s alcanzadas mediante la técnica de multiplexación TDM; en este nivel los circuitos no están permanentemente asignados a un usuario, sino que se establecen conforme a la demanda existente y la disponibilidad de la red.

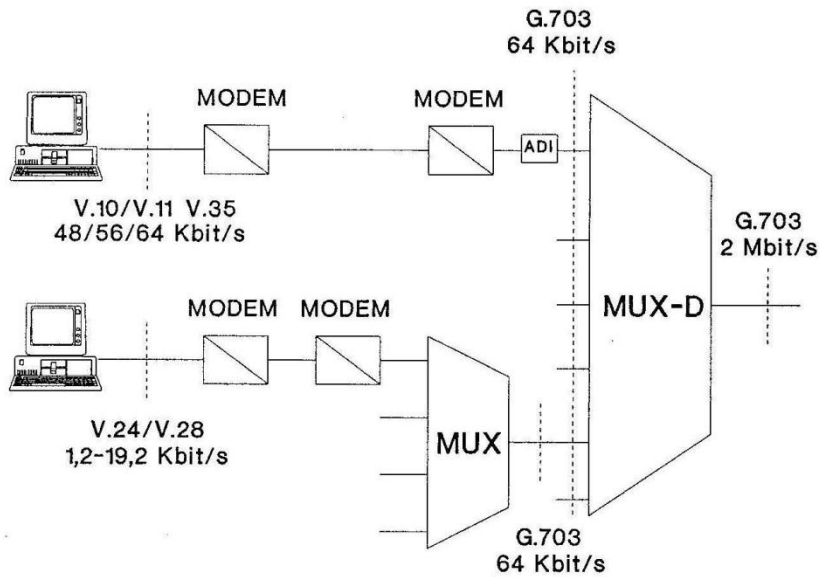


Fig. 8.11. Centro de acceso IBERMIC. Estructura del nivel de acceso en la red de transmisión digital Ibermic.

Utilizando los servicios portadores mencionados, Ibermic proporcionará una variada gama de teleservicios, como son: videoconferencia, audioconferencia digital, filodifusión, etc.