

Después del "boom" que se produce a mediados de los años 70 en la Microelectrónica con la aparición de circuitos integrados de muy alto nivel de integración (VLSI) en sus dos vertientes: los **microprocesadores**, como componentes multipropósito con un software grabado en PROM (FIRMWARE), que los personaliza para cada aplicación; y los componentes de diseño específico para cliente "**custom design**", que integran en un chip una gran cantidad de funciones lógicas específicas, que antes requerían un gran número de componentes de menor nivel de integración para realizarlas y después también del "boom" de la informática, que se inició a finales de los 70, que aún estamos viviendo actualmente y que se pro-



Pedro José Sáinz González. Ingeniero Superior de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid desde 1971. Trabaja en el Departamento de Conmutación Avanzada de los laboratorios de ITT en Madrid y París (1971-1977) participando en el diseño y puesta a punto de una central telefónica electrónica (TDM). En SESCOINSA (1977-1986) desempeña los cargos de Jefe de I+D+I en Málaga, Director Técnico de Comunicaciones, Director de I+D+I y Director de Calidad. TELEFONIA Y DATOS le contrata como Director Técnico (1986). Desde Abril 1987 desempeña el cargo de Director General.

Las redes de Telecomunicación

Texto: Pedro J. Sáinz González

dujo como consecuencia del anterior, al aplicarse masivamente en el diseño de los ordenadores personales los componentes VLSI indicados antes y como consecuencia básicamente de estos dos "booms", se produce el "boom" de las redes de Telecomunicación, que se inicia al principio de los 80, que ahora se está consolidando y cuya evolución seguirá a lo largo de los años futuros con prestaciones cada vez mayores conforme nuestras necesidades las vayan precisando. En lo que sigue se verán las distintas fases de este boom desde sus orígenes, pasando por nuestros días y haciendo una proyección de futuro.

Las redes de Telecomunicación nacen como resultado de un proceso lógico de optimización de los medios utilizados por el hombre para comunicarse con sus semejantes como consecuencia del descubrimiento de la electricidad (1800). Hasta la invención del telégrafo (1837), del teléfono (1876) y de la radio (1896) los medios eran muy rudimentarios, muy lentos y muy limitados en todos los aspectos.

Mientras no le surgió al hombre la necesidad de desarrollar máquinas capaces de comunicarse entre sí, la única finalidad de las redes fue mejorar la comunicación de las personas, inicialmente sobre todo de los servicios gráficos (documentos) y de los acústicos (voz y música). Conforme se produjeron nuevos avances tecnológicos, se fueron aplicando en la arquitectura de esas redes, consiguiendo cada vez una mayor automatización en el proceso de establecimiento de la comunicación. Todos los que estamos por encima de los 40 años recordamos las comunicaciones telefónicas interurbanas a través de operadora, con sus interminables tiempos de espera. También hemos seguido de cerca el proceso de automatización de la red telefónica a nivel nacional e internacional. El

descubrimiento de la propagación por medio de las ondas electromagnéticas a través del aire permitió sustituir al alambre como único medio físico de interconexión de los nodos de las redes, permitiendo llegar a distancias mucho mayores y teniendo bastante más flexibilidad. Fue la gran aportación de la radio.

Con la aparición en el mercado de los primeros ordenadores (1950), ya se plantea al menos potencialmente la posibilidad de interconectarlos entre sí o con sus terminales; sin embargo su entorno de funcionamiento más normal es en local en los centros de proceso de datos, y además son sólo las grandes corporaciones las que pueden pagar su elevado coste y mantener la infraestructura de soporte que precisan. Realmente no se plantea todavía el problema de interconectar ordenadores entre sí. Lo que sí se hace es conectar los ordenadores centrales con terminales que salen del entorno local y se conectan remotamente por medio de enlaces punto a punto alquilados a la compañía TELEFONICA. Son pequeñas redes privadas en estrella que sólo permiten interconectar equipos del mismo fabricante y en las que todavía el concepto comunicación es muy rudimentario.

La situación en la que se encontraban las redes de Telecomunicación a finales de los años 60 era básicamente la siguiente:

- Las únicas redes con capacidad de conmutación eran las redes telefónicas conmutadas (RTC), que estaban en pleno proceso de automatización a nivel nacional. Las centrales eran electromecánicas.
- Existían algunas redes privadas de datos (pocas) que eran como una extensión de los centros de proceso de datos.
- El descubrimiento del transistor en 1950 había permitido fabricar ordena-

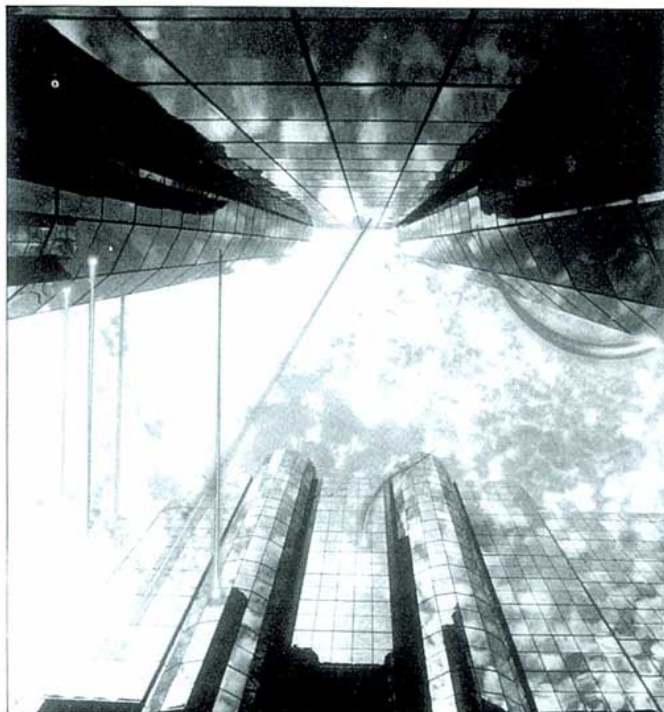
dores más pequeños, que al utilizarlos como unidades de control en las centrales telefónicas, iban a permitir evolucionar de las clásicas centrales electromecánicas, a las semielectrónicas, en las cuales se tenía un mejor control de todo lo que ocurría en su interior y además iban a permitir una gran reducción del tamaño y del consumo.

- Se inician algunas experiencias de redes específicas de datos basadas en la tecnología de conmutación de paquetes, mucho más adecuadas que la conmutación de circuitos, que se utilizaba en las redes telefónicas, para conmutar datos.

A partir de los años setenta se produce un fuerte incremento en la venta de ordenadores que se dispara a finales de la década, coincidiendo con el nacimiento del ordenador personal. Este crecimiento lleva aparejado la necesidad de interconectarlos entre sí, y van surgiendo distintos tipos de redes conmutadas dedicadas a datos. También se va utilizando cada vez más la RTC como medio de gran alcance para transmitir datos utilizando modems cada vez más rápidos y más baratos. Además de las líneas punto a punto también se utilizan cada vez más líneas conmutadas a baja velocidad, sobre todo para usuarios con poco tráfico y sin grandes exigencias en cuanto a la tasa de error por bit. Por otro lado los nodos de las redes telefónicas basadas en la técnica de conmutación de circuitos siguen evolucionando tecnológicamente, y de los semielectrónicos se pasa a los totalmente electrónicos por división en el tiempo (TDM), y se produce la utilización masiva en ellos de circuitos integrados (DTL y TTL).

Las características fundamentales de las redes a finales de los 70, o sea hace diez años, eran las siguientes:

- Las redes eran totalmente especializadas. Exis-



“
A finales
de los 70 las
redes eran
totalmente
especializadas.”

tían redes de voz y redes de datos, predominando claramente las primeras en cuanto a volúmenes de tráfico cursado.

- La fabricación de las centrales o nodos de las redes de voz se repartía a nivel mundial entre los cuatro o cinco grandes. No existían pequeños fabricantes debido a las enormes inversiones que había que realizar para poder desarrollar sistemas competitivos.

- Se seguían fabricando e instalando masivamente los sistemas electromecánicos tipo “cross-bar”, que habían nacido a finales de los años 50.

- Los países más avanzados ya empezaban a incorporar a sus redes centrales semielectrónicas en las cuales el punto de cruce seguía siendo electromecánico, mientras que las funciones de control se realizaban electrónicamente por ordenador.

- Las centrales totalmente electrónicas basadas en la tecnología de multiplexación por división en el tiempo (TDM) aún estaban

a nivel experimental de laboratorio o, como mucho, existía alguna maqueta cursando tráfico real.

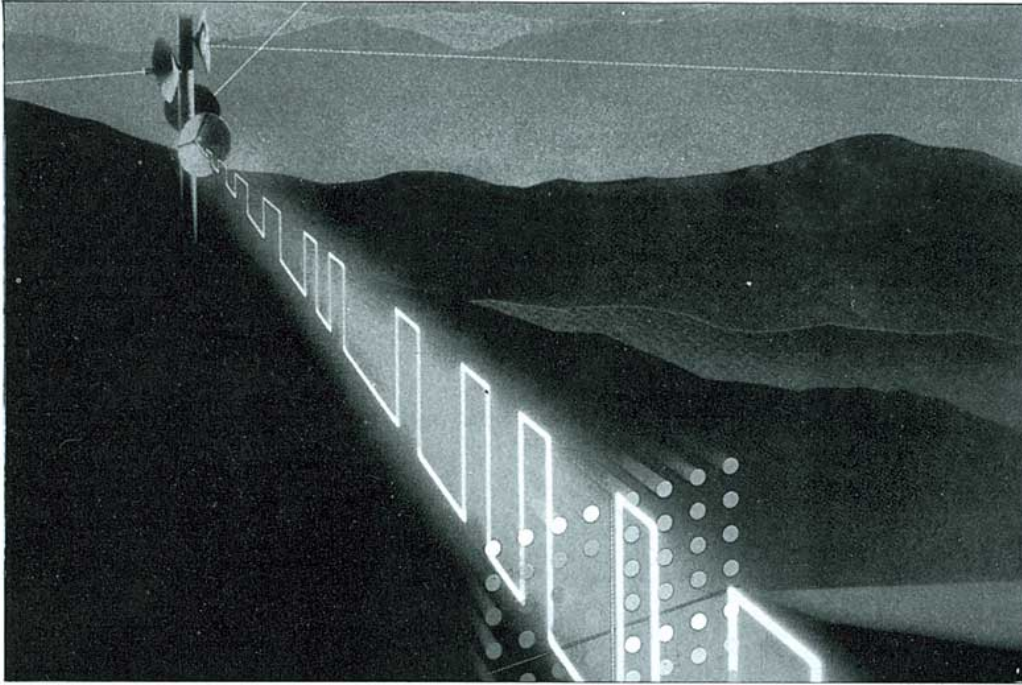
Se podía vislumbrar ya que estas centrales serían las únicas que en el futuro sobrevivirían, ya que se había logrado que una central de voz estuviese formada por un conjunto de placas de circuito impreso en las que se montaban componentes que en su mayoría eran circuitos integrados, que prácticamente eran los mismos que equipaba el ordenador que realizaba las funciones de control. Estas placas eran fáciles de construir y de probar y además esta tecnología permitía reducir el consumo y el tamaño de las centrales.

El primer acercamiento entre la Informática y las Comunicaciones se había producido y sólo era un primer aviso de lo que vendría después.

- La transmisión entre centrales de voz era masivamente analógica, aunque ya empezaban a equiparse los sistemas digitales PCM, que permitían tener transmisión digital independientemente de que las centrales realizaran la conmutación analógica, que es la que hacían las centrales electromecánicas y las semielectrónicas que eran las únicas en servicio.

- Las redes públicas de voz eran monopolios de los PTT's a nivel país y trabajaban muy próximos a los grandes fabricantes mundiales, incluso colaborando con ellos en los desarrollos de Nuevas Tecnologías.

- En las redes específicas de datos coexistían dos tecnologías: la conmutación de circuitos y la conmutación de paquetes. La mayoría de los PTT's, debido a la influencia que les ejercen las redes telefónicas, se deciden por la conmutación de circuitos, sin embargo algunos, tales como la COMPAÑIA TELEFONICA NACIONAL DE ESPAÑA o la BELL CANADA entre otros, se decantan claramente desde principios de los 70



por la conmutación de paquetes, con una intuición de futuro que más tarde se vería confirmada cuando el CCITT en la Asamblea Plenaria de 1984 en Torremolinos aprobó toda la normativa para las redes de paquetes (Recomendaciones X). Existen también grandes "carriers" privados internacionales tales como TELENET y TYMNET que se apoyan en la conmutación de paquetes para sus nodos.

- Los nodos de las redes de conmutación de paquetes son en esta época grandes ordenadores de propósito general para los que se ha desarrollado un hardware mínimo y un gran volumen de software de conmutación de paquetes.

- En cuanto a las redes privadas, los grandes fabricantes de ordenadores definen sus propias arquitecturas de redes, perfectamente incompatibles entre sí. IBM vende su red SNA, FUJITSU la suya, FNA, etc. Para los usuarios que ya se habían "casado" con uno de estos fabricantes y por tanto disponían ya en sus centros de proceso de datos de máquinas suyas, no les quedaba

“
*Hoy hay dos
opciones: RDSI
o Redes
separadas
de Voz
y de paquetes
de datos.*
”

más remedio que evolucionar hacia sus propias arquitecturas de redes, ya que la mayor parte de ellos en esa época se oponían a las redes de datos standard y no colaboraban en la elaboración de una normativa común que permitiese definir redes abiertas en las que el usuario pudiese elegir el hardware y el software que más le interesase en cada momento.

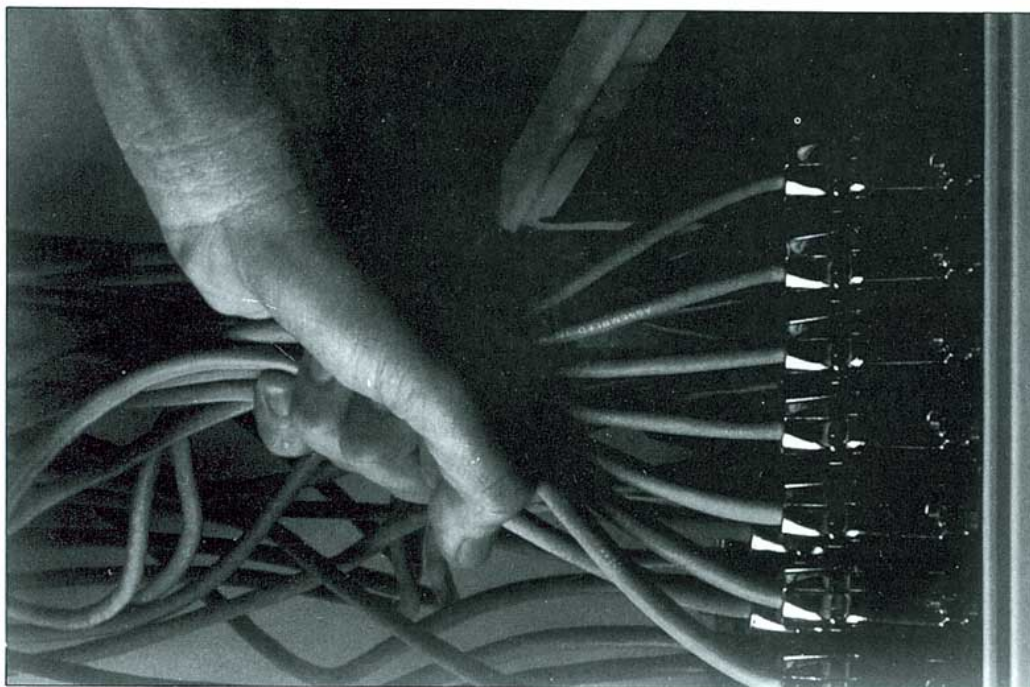
Después de analizar cómo eran las redes a finales de los 70, vamos a entrar en la década actual que estamos finalizando y en la que se han gestado los cambios más espectaculares, que han roto los esquemas anteriormente existentes y que ofrecen soluciones muy abiertas para el futuro.

Durante toda esta década no sólo siguen existiendo redes especializadas, sino que se multiplican y prácticamente cada servicio origina su propia red. Esto crea la conciencia de que no se puede seguir así y todos los esfuerzos se orientan hacia el objetivo de crear una red única cuyos nodos sean capaces de tratar no sólo los servicios que actualmente solicitan los usuarios, sino

también los que puedan precisarse en el futuro, sin tener que modificar su arquitectura. Así es como surge el concepto de Red Digital de Servicios Integrados (RDSI o ISDN).

También surge el concepto de Redes de Área Local (RAL o LAN) en los entornos privados de oficinas, edificios, fábricas, etc. Este tipo de redes permite interconectar de forma abierta en un entorno local máquinas e diferentes fabricantes, ya que éstos adaptan sus equipos a unos protocolos de comunicaciones estructurados y divididos en siete niveles. Debido a la gran proliferación de los ordenadores personales en el entorno ofimático, es necesario conectar éstos entre sí y con un host local, de tal forma que se puedan compartir recursos y tener una comunicabilidad un poco más evolucionada que la tan usada hasta hoy "Flopinet". Estas LAN además de tener conectados una serie de servidores de recursos locales, normalmente equipan un servidor de comunicaciones que permite el acceso a otros recursos a través de redes públicas.

En cuanto a las redes específicas de datos, se produce una gran polarización hacia las redes de conmutación de paquetes, sobre todo a nivel de grandes redes públicas. La consolidación se produce al aprobar el CCITT en 1984 las recomendaciones X, que consagran a la conmutación de paquetes de datos como la tecnología que va a resolver el tremendo desorden que existía en las redes de datos. De esta forma cada fabricante desarrolla un protocolo X-25 para conectar sus equipos informáticos a estas redes públicas y, a través de ellas, a los equipos de otros fabricantes de informática. Esto ha hecho que prácticamente todos los países a partir de 1984 hayan creado o estén creando su red pública de conmutación de paquetes de datos. Ha habido países co-



mo España que, como ya se dijo antes, creó una red pública de conmutación de paquetes de datos en 1971, que inicialmente se llamó Red Especial de Transmisión de Datos (RETD) y que trabajaba con un protocolo RSAN, que luego a partir de 1984 ha evolucionado a la red actual IBERPAC que es totalmente X-25. Merece la pena destacar aquí que los nodos TESSYS que configuran esta red han sido desarrollados totalmente en España bajo la dirección de la COMPAÑIA TELEFONICA NACIONAL DE ESPAÑA, que se han exportado a varios países (Canadá, Argentina, Inglaterra, USA, Grecia, etc.) y que actualmente se fabrica totalmente en España, siendo TELEFONIA Y DATOS (grupo AMPER) la única que puede fabricar sistemas completos (hardware, mecánica y alimentación).

El concepto de RDSI descrito más arriba nace básicamente como una evolución de las Centrales Telefónicas Electrónicas Digitales (TDM) sin demasiados cambios, en un intento de ofrecer una solución integrada

“
En los 80,
todos los
esfuerzos se
orientan hacia
el objetivo de
crear una
red única.”

válida para conmutar además de la voz los datos por un procedimiento más eficaz que el que ofrece la pura conmutación de circuitos. Realmente la solución propuesta no ofrece una verdadera integración más que a nivel de acceso a los nodos, puesto que para realizar la conmutación lo que realmente hace es equipar un conmutador de circuitos que conmuta el tráfico de voz y algún tipo específico de datos, y un conmutador de paquetes que conmuta la información de señalización y el resto del tráfico de datos. A pesar de lo anterior, a corto plazo es la única opción válida como red integrada, debido básicamente a dos razones: por un lado el número de centrales telefónicas digitales que van a existir a corto plazo va a ser muy grande y su evolución a RDSI es fácil. Por otro lado no hay otra opción viable a corto plazo que no contemple redes de voz y datos separadas, puesto que las redes totalmente integradas de voz y datos basadas en la conmutación de paquetes, aunque ya se las considera viables, no se ven a corto plazo. En España la COMPAÑIA TELEFONI-

CA está iniciando actualmente unas pruebas del concepto RDSI.

Después de lo anterior se ven claramente dos opciones hoy en día: RDSI o Redes Separadas de Voz y de Paquetes de Datos. Cuál tomar, no está ni mucho menos claro y lo más probable es que sobrevivirán las dos, eso sí, con una normativa que defina muy claramente la interconexión entre ambos tipos de nodos RDSI y de conmutación de paquetes de datos.

Una vez vista la situación en nuestros días, no es fácil hacer una proyección a medio/largo plazo. No obstante y según lo visto en los últimos congresos internacionales de expertos: ICC'84 en Sydney, ICC'86 en Munich, e IEEE'87 en Ginebra, en cuanto se contemplan servicios de banda ancha, la capacidad de la actual RDSI se queda pequeña cuando se trata de conmutar informaciones de datos a velocidades superiores a 50 Mb/s. Tanto la ATT como la NTT hablan de unas RDSI's evolución de las actuales en las que tanto el acceso como la conmutación es totalmente integrado, existe un conmutador único, que se apoyan en una tecnología de conmutación de paquetes de alta velocidad, que la NTT llama "High Speed Packet Switching" y que la ATT define como "Wide Band Packet Switching". Actualmente la ATT está realizando pruebas experimentales en el área de la bahía de San Francisco y ya ha conseguido conmutar con esta técnica, voz en paquetes, datos y vídeo digitalizado de 50 Mb/s. Esta técnica evita el tener que enviar la información en canales y por lo tanto elimina el problema de sincronización.

Parece que queda claro que al final será la opción de redes integradas la que sobrevivirá, pero con un cambio fundamental, se apoyará únicamente en la técnica de conmutación de paquetes.