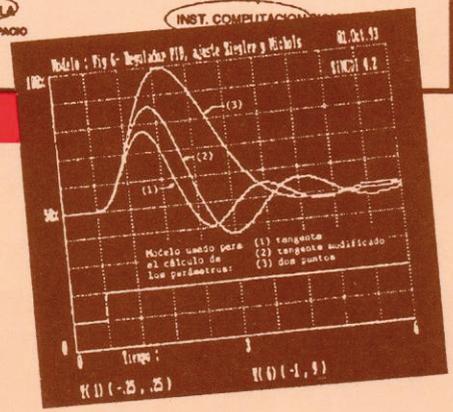
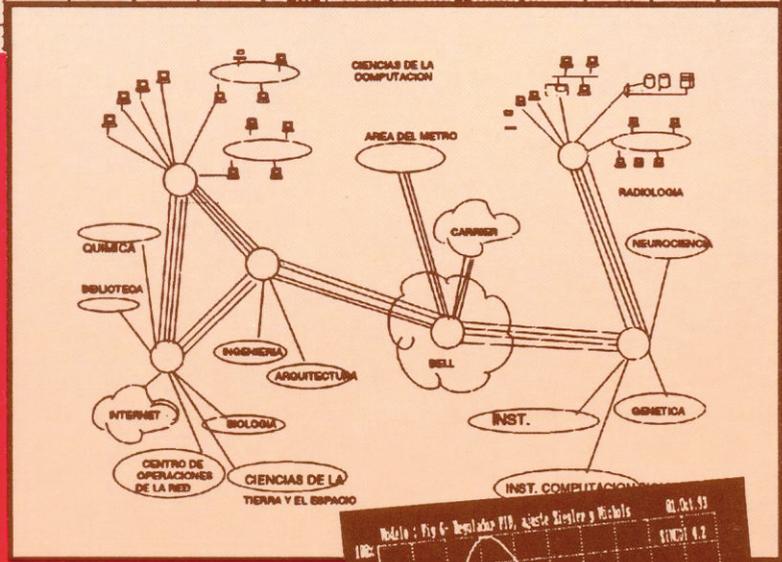
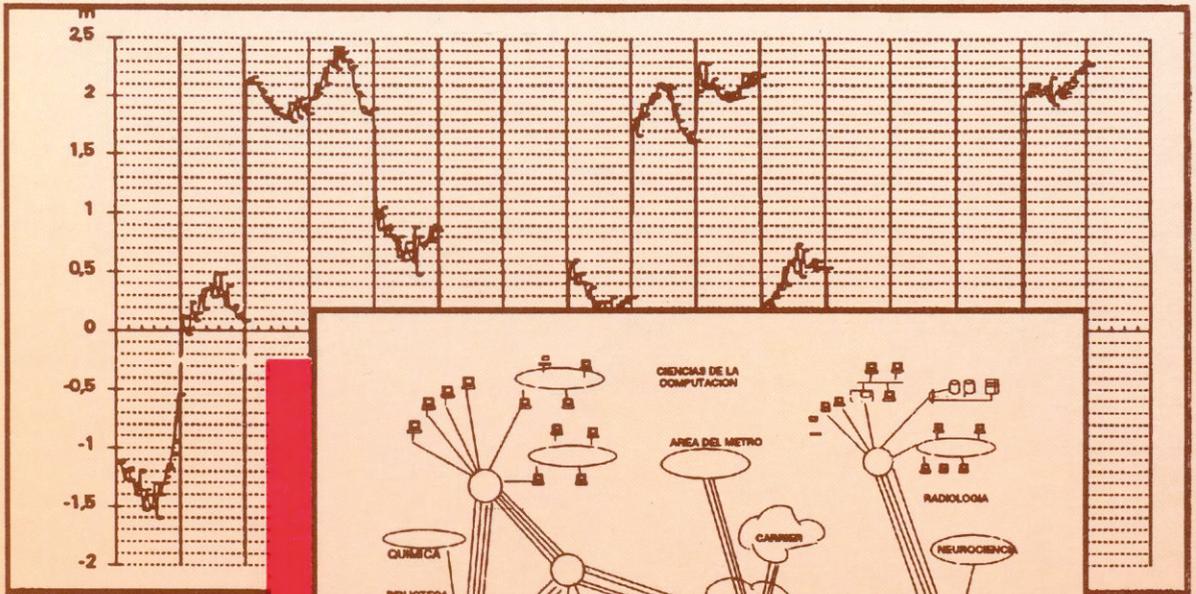


# Ingeniería

Revista de la Universidad de Costa Rica  
ENERO/JUNIO 1994 VOLUMEN 4 N° 1



# ESTUDIO DE LAS ETAPAS DE DESARROLLO DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS DE BANDA ANCHA (SEGUNDA PARTE)

Ing. Luis Diego Marín Naranjo M.Sc.\*

## RESUMEN

Esta segunda parte trata sobre la evolución natural del BISDN a partir de ISDN de banda angosta y menciona el papel de SONET o SDH (nuevos estándares de transmisión) y ATM (nuevo estándar de conmutación) en sistemas de alta capacidad. Las nuevas velocidades para estos estándares pueden ser usadas en un ambiente multimedia útil para comunicación de computadores, servicios telefónicos y video, todo en un mismo sistema. Se realiza una breve revisión de SMDS y Frame Relay en redes privadas, y además se analiza la importancia de la fusión de redes públicas y privadas, lo cual es la meta del BISDN.

## SUMMARY

This second part deals with the natural evolution of BISDN starting from ISDN narrow band, and with the role played by SONET or SDH (the new transmission standard) and ATM (new switching standard) in high capacity systems. New rates for these standards can be used in a multimedia environment useful for computer communications, telephone services and video on demand, all in the same system. A brief review of SMDS and Frame Relay in private networks is carried out, and also the importance in the merge of private and public network is analyzed, which is the goal of BISDN.

### 1. LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS DE BANDA ANCHA (BISDN)

Se piensa en ella como una evolución natural de la red descrita en la primera parte de este artículo, a la cual hay que agregarle como distintivo ISDN de banda estrecha (*Narrowband* ISDN o N-ISDN). Se pretende que sea una red de comunicaciones integral, que permitirá transmisión de tipo multimedia (que incluye voz, texto, vídeo y gráficos) a través de un único enlace.

Los principales elementos de la nueva red estarán basados en una serie de recomendaciones ya emitidas por el CCITT, y en otras aún en proceso de estudio y discusión.

Este tipo de redes proporcionará al usuario velocidades de transmisión de hasta 155,52 Mb/s. Para lograr esto, la red pública tendrá internamente una capacidad de transmisión de 622 Mb/s, 1,244 Gb/s y 2,488 Gb/s. Estas velocidades son parte de las recomendaciones ya emitidas y aprobadas por el CCITT.

Las recomendaciones del CCITT van más lejos aún, al punto que establecen que el medio de transmisión deberá ser fibra óptica y también han

establecido el tipo de componentes que deberá tener la red.

Todavía faltan por aprobarse recomendaciones en cuanto a protocolos de acceso a la red, enrutamiento de las "llamadas" (término usado como recordatorio de las redes telefónicas actuales) y de control de congestión en las centrales de conmutación.

### 2. DIFERENCIAS ENTRE B-ISDN Y N-ISDN

Las tres principales diferencias son las siguientes:

- N-ISDN hace uso de la infraestructura de la red telefónica tal y como existe actualmente, usando un par de hilos de cobre como medio de transmisión; B-ISDN usará fibra óptica.
- N-ISDN es una red basada principalmente en conmutación de circuitos, y efectúa conmutación por paquetes solo en el canal D, usado para señalización interna de la red; B-ISDN opera enteramente basada en conmutación de paquetes.
- En N-ISDN, las velocidades de transmisión son preestablecidas y no modificables: por ejemplo, 16 kb/s (canal D) y 64 kb/s (canales B

o D). En contraste, B-ISDN hace uso de canales virtuales, en los que no existe una velocidad preespecificada, la única limitación es la velocidad física de la línea usuario-red, que puede ser 155,52 Mb/s ó 622,08 Mb/s.

Las velocidades de transmisión en B-ISDN se derivan de especificaciones que fueron adoptadas en las recomendaciones, llamadas Jerarquía Digital Síncrona (SDR- *Synchronous Digital Hierarchy*). SDR evolucionó a partir de una familia de estándares que fueron propuestos originalmente por Bell Communications Research Inc. (Bellcore) y que después se conoció como SONET (*Synchronous Optical Network*). A veces los términos SDR y SONET se usan como sinónimos.

El CCITT tomó en 1988 una decisión considerada crucial, al basar el desarrollo de B-ISDN en una técnica de conmutación conocida como ATM (*Asynchronous Transfer Mode*). Esa decisión fue confirmada con un conjunto de recomendaciones emitidas en 1990.

### 3. CONSIDERACIONES SOBRE B-ISDN

Tal y como se introdujo anteriormente, B-ISDN se refiere a una Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha, en la cual la velocidad de transmisión disponible para el usuario es de 155,52 Mb/s. Tal velocidad es apta para proveer al usuario de comunicaciones del tipo multimedia, entre las que se prevén voz, transmisión de datos a alta velocidad, video, TV de alta calidad, entre otros.

Estudios realizados en Estados Unidos entre compañías de telecomunicaciones demuestran que el mayor volumen de información transferido es el de voz (llamadas telefónicas corrientes), la comunicación privada de datos ha sido desplazada del segundo al tercer lugar por las llamadas de fax, el cuarto lugar lo ocupa la comunicación de datos por redes públicas. Sin embargo, es previsible que tanto en Estados Unidos como en el resto del mundo crezca con fuerza la tendencia de interconectar las redes locales de datos (LANs) en esquemas de mayor cobertura geográfica. es así como se habla actualmente de redes de área metropolitana (MAN) y redes de área amplia (WAN). En el caso de las MAN, se consideran

efectivas dentro de un área de 10 Km. en tanto que las WAN extienden su alcance hasta los 200 Km.

Es de prever entonces, que las necesidades de transmisión de datos a alta velocidad ejerzan presión adicional sobre las compañías de telecomunicaciones para la implementación de B-ISDN.

Las herramientas disponibles actualmente para la interconexión de redes de datos son muy variadas, y su utilización depende del grado de "compatibilidad" entre las redes.

Se tienen:

- Multiplexores TI
- Puentes (*Bridges*)
- Enrutadores (*Routers*)
- Compuertas (*Gateways*)

Es evidente que mucha de la complejidad requerida en los equipos de interconexión se eliminarla con la introducción de una red conmutada de banda ancha, la cual proveerla de una alta velocidad de transmisión, tasas de error despreciables gracias al uso de tecnología digital sobre fibra óptica. enrutamiento y reenrutamiento del tráfico de información, etc.

Es importante también, para lograr una exitosa introducción de los servicios de banda ancha, que el mercado de aplicaciones se diversifique y se desarrollen nuevos modelos de software para el funcionamiento en un esquema multimedia en una red de computadoras.

### 4. TECNOLOGIAS DE ALTA VELOCIDAD PREDECESORAS DE B-ISDN

Durante la década de los 80, los multiplexores TI fueron la base de las redes privadas de las grandes compañías de E. U. Los multiplexores TI han evolucionado desde entonces, desde la primera generación de los mismos, que proveía 1,544 Mb/s, para distribuirse en 24 canales de datos a 56 kb/s, para distribuirse en 24 canales de datos a 56 kb/s y/o canales de voz a 64 kb/s en PCM. La segunda generación permitía transmisión de datos a velocidades mayores de 56 kb/s, en incrementos variables desde 8 kb/s hasta los más sofisticados, que permitían incrementos tan pequeños como 800 b/s.

La tercera generación de estos multiplexores les dio lo que les faltaba: capacidad de

interconectarse y formar una red. Las funciones de red implementadas en estos incluyen enrutamiento automático y re-enrutamiento dependiendo de las condiciones de la red (fallas, congestión, etc.).

Estas redes de multiplexadores se han mantenido en el mercado con buen suceso, sin embargo, no dejan de ser dispositivos de multiplexación por división en el tiempo (TDM), con la desventaja principal de que tienen un ancho de banda dedicado y fijo en cada canal, aún cuando se habla de que permiten incrementar el ancho de banda, el procesamiento requerido en la red para lograr esto tarda segundos, lo cual del todo no concuerda con las necesidades actuales de comunicación de datos en un ambiente LAN.

Precisamente, el ambiente de redes privadas de datos está cambiando su aspecto, está dejando de ser un esquema servidor-terminal, en el que el mayor tráfico que se puede esperar es un tren de impulsos de 1920 caracteres (suficientes para llenar una pantalla de 80 col x 24 lin.), y pasando a un esquema de LANs y WANs, donde se tienen computadores interconectados, y el tráfico impulsivo en este caso puede llegar a ser de varios megabytes, lo cual es muy difícil, si no imposible, de acomodar con rapidez en canales dedicados con ancho de banda fijo. Se requieren otras opciones que permitan llenar esta necesidad.

Los multiplexores TI inicialmente se concibieron dentro del esquema TDM porque en ese tiempo no se tenía la tecnología para efectuar conmutación de paquetes ni multiplexación estadística. Es hasta hace pocos años que se ha avanzado en la tecnología de los procesadores y es posible hacer todo el procesamiento de protocolos que se requiere en la conmutación de paquetes y en forma rápida.

Estas consideraciones sobre el cambio en las características del tráfico de datos, que exige más ancho de banda, y disponible en demanda, junto con los avances tecnológicos en los procesadores hacen que las redes tiendan a ser basadas en paquetes en 10 sucesivo.

Todas las formas de multiplexación de paquetes operan asignando una etiqueta o dirección a cada unidad de datos, y distintos flujos de datos (con diferentes etiquetas) son multiplexados sobre una

misma línea de transmisión compartida. La etiqueta o dirección es lo que permite recuperar los flujos de datos componentes, a partir del flujo combinado.

Lo que distingue los distintos tipos de multiplexación de paquetes es la longitud de las unidades de datos empleadas, la cual puede ser fija o variable. Los métodos tradicionales como X.25 y SDLe, y "Frame Relay" además, emplean unidades variables, llamadas tramas (frames). Las unidades de longitud fija son llamadas celdas (cells), y esta es la tecnología empleada en *Switched Multimegabit Data Service* (SMDS) y en BISDN.

Frame Relay es un protocolo de interfaz, al igual que X.25, y no requiere de un protocolo de conmutación ni de una topología específica. Las tecnologías de conmutación de paquetes se diferencian de las tradicionales por cuanto no se preocupan por la recepción sin errores del mensaje transmitido, se asume una baja tasa de error ya que están diseñadas para operar en sistemas de conmutación digitales, y en caso de error, serán los equipos terminales del usuario los que lo determinarán y pedirán la retransmisión; en otras palabras, las técnicas de conmutación de paquetes remueven la "inteligencia" de la red y la trasladan al equipo terminal.

Las tramas o frames constituyen un excelente formato para transmisión de datos. La transmisión de datos, al igual que las oraciones en una comunicación son de longitud variable e impredecible. Si se quisiera acomodar toda la información en celdas, se tendría que escoger un tamaño de celda razonablemente grande para acomodar la información en una sola celda, sin embargo, de esta forma no se aprovecharía todo el ancho de banda disponible, ya que una gran proporción de celdas no se llenarían. Por otro lado, si se escoge tener celdas pequeñas, se requerirá un poder de procesamiento mayor, ya que el número de celdas por unidad de tiempo se incrementa y para cada celda hay que identificar la dirección y enrutarla apropiadamente. Sin embargo, las celdas también tienen sus ventajas, al ser de longitud fija, el procesamiento requerido por celda es mucho menor que para una trama de igual tamaño.

Con fundamento en los argumentos anteriores, se considera apropiado en una red. basar la conmutación (a nivel físico) en celdas, y colocar encima de este nivel un protocolo de interfaz por tramas, como Frame Relay.

Frame Relay es ofrecido en dos formas: ISDN Frame Relay, que hace uso de la tasa primaria (*Primary rate*) del ISDN, para proveer al usuario de anchos de banda de 56 kb/s, 64 kb/s, 384 kb/s hasta 1,5 Mb/s, y Frame Relay sin adjetivos, la cual es usada por los que no tienen acceso en su zona a ISDN, las cuales ofrecen anchos de banda de hasta 2Mb/s. Nada limita la velocidad a 2Mb/s, en pruebas de laboratorio se ha determinado que Frame Relay permite operar hasta más de 100 Mb/s.

## 5. REDES DE COMUNICACION: ¿PÚBLICAS O PRIVADAS?

Se entenderá por servicio público la compañía que brinda el servicio de comunicación a los abonados, de modo que puedan comunicarse entre sí, usando los equipos de conmutación y transmisión comunes, propios de la compañía, aunque no necesariamente estos equipos y demás activos propiedad de la compañía sean de carácter público.

El génesis de las redes privadas de comunicaciones se sitúa unos veinte años atrás, en circunstancias en que las grandes compañías en E.U. se vieron ante un gran incremento en la demanda de servicios telefónicos; ante el alto costo de adquirir nuevas líneas, la opción más económica fue construir enlaces dedicados de alta velocidad (OS-lo TI=1,544 Mb/s), resultado de multiplexar en un mismo medio físico 24 canales de voz a 64 kb/s.

De esta forma resolvieron el problema de comunicación entre oficinas distantes de la misma compañía, en tanto que sus necesidades internas de comunicación eran atendidas por sus centrales privadas (PBX), reduciendo al mínimo el número de líneas públicas que requerían para operar.

Con anterioridad se había descrito la evolución de los multiplexores TI, hasta llegar a constituir redes de multiplexores TI bastante sofisticadas, y bajo este esquema aún operan muchas compañías grandes con ramificaciones en varios estados.

Desde la introducción de los multiplexores TI, el uso que se les ha dado ha evolucionado mucho, se ha mejorado la codificación de voz para aprovechar al máximo el ancho de banda disponible, además, otras alternativas que se han implementado es transmisión de datos por este medio.

Actualmente, las opciones en cuanto a comunicación privada han aumentado y existen compañías que alquilan enlaces de alta velocidad en forma conmutada a otras compañías.

Paralelamente a los cambios en los enlaces, el ambiente interno de las compañías ha cambiado: las necesidades de cómputo han variado, se han desarrollado redes de área local (LANs) en cualquier compañía, la tecnología bancaria ha incorporado muchos de estos avances en la forma de cajeros automáticos, "cajas" con control computarizado de las transacciones, las transacciones interbancarias se llevan a cabo en forma electrónica. Todo esto los ha llevado a crear y mantener su propia red de comunicación en aras de la privacidad y seguridad que requieren estas operaciones.

De igual manera, el poder de cómputo se ha descentralizado, se ha pasado de un esquema de servidor-termininal, a un esquema de cómputo distribuido, donde PCs se interconectan en una LAN. Las transacciones entre computadoras también han cambiado su naturaleza, han pasado de "modo texto" a "modo gráfico", con mucho énfasis además en la transferencia de archivos. Estas operaciones requieren de un canal de enlace con mayor ancho de banda para no sufrir de retardo.

Para hacer frente a esta situación, las redes de área local han evolucionado, las de mayor rendimiento usan fibra óptica como medio físico de transmisión. Sin embargo, la interconexión de redes distantes tiene dos alternativas: usar la red pública de datos a baja velocidad o implementar enlaces dedicados a alta velocidad, basados posiblemente en fibra óptica o en otro medio con ancho de banda aceptable. La segunda opción elimina el problema de retardos de transmisión, pero tiene un alto costo económico de instalación y mantenimiento.

Ante todo este panorama, el desarrollo de redes públicas de banda ancha, beneficiaría ampliamente a este sector del mercado, ya que la interconexión de redes de datos distantes se haría a través de la red pública, lo cual ofrecería muchas ventajas, tanto económicas como prácticas, ya que la red pública es de carácter conmutado, de modo que basta un solo enlace a la red para obtener conectividad asegurada con cualquier otro abonado de la red~ en caso de falla de un enlace, el re-enrutamiento sería automático y provisto por la misma red pública, y otra serie de ventajas adicionales.

Es de prever entonces, que el desarrollo de una red pública de banda ancha beneficiaría en mucho al mercado de transmisión de datos, sin embargo, esto no significa la desaparición de los servicios privados de comunicación, ya que muchas compañías grandes se sienten "cómodas" siendo sus propias portadoras, por la privacidad de su servicio y por la adaptabilidad precisa de una red propia a sus necesidades específicas. Sin embargo, estas compañías serán las menos, y la gran mayoría se inclinará por usar la red pública de banda ancha para transporte.

## 6. CONCLUSIONES

La creciente demanda de conectividad en los equipos de cómputo es uno de los factores de mayor peso que influye sobre la implementación de redes de transporte de banda ancha. Se usa el término "red de transporte" para indicar una red totalmente independiente del tipo de información que trasiega, como puede ser voz, datos, video, gráficos, etc., como es el caso en B-ISDN y su tecnología ATM de conmutación de celdas.

La implementación de una red de transporte de banda ancha estimulará no solo al mercado de transmisión de datos, sino que abrirá paso a un nuevo enfoque en los sistemas de comunicación, con énfasis en su carácter multimedia. Surgirán nuevas aplicaciones para esta red, entre las que se esperan: distribución de señal de TV de alta calidad, programación de TV en demanda, videotelefonía, y otros.

El ISDN, escalón anterior al B-ISDN, ya es una realidad en algunos sectores de Norte América, Europa y Japón. Sin embargo, no existen estándares mundiales al respecto, lo que ha dificultado en parte su mayor desarrollo. Otros factores que lo han limitado es su costo~ las compañías norteamericanas cobran más de 5 veces la tarifa telefónica normal por un servicio ISDN en acceso básico, en Japón los precios son más agresivos, con un factor de 1,5 veces la tarifa normal; además, en estos países no se ha promocionado lo suficiente para motivar al abonado residencial común a pedir este servicio.

La aparición de servicios públicos de banda ancha reducirá la necesidad por redes privadas de comunicación, las cuales en los países más desarrollados se habían convertido en una necesidad para las grandes compañías.

En Costa Rica, la situación en esta materia está bastante alejada de lograr implementación de ISDN en el corto plazo. Básico para el desarrollo del ISDN es la digitalización de la red telefónica, proceso que en nuestro país no alcanza el 50 %, tanto en transmisión como en conmutación, agravado por los lentos procedimientos de compra por licitación que emplea el ICE.

En cuanto al uso de fibra óptica, se disponen de enlaces de 140Mb/s para interconectar centrales, y se tienen planes para instalar nuevos enlaces de este tipo a 565 Mb/s, pero ya en Costa Rica se ha previsto adoptar la jerarquía de velocidades SONET, a nivel interno de la red.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- 1- Steven E. Minzer. *Broadband ISDN and Asynchronous Transfer Mode (ATM)*. IEEE Communications Magazine. vol. 27, n. 9., New York, setiembre 1989. pp. 17-24.
- 2- Kazuo Murano *et al.* *Technologies towards Broadband ISDN*. IEEE Communications Magazine. vol. 28, n. 4. New York, abril 1990. pp. 66-70.
- 3- Dominique Delisle, Lionel Pelamourgues. *B-ISDN and how it works*. IEEE Spectrum. vol. 28, n. 8, New York, agosto 1991. pp. 39-42.

- 4- Vinton G. Cerf. *Networks*. Scientific American. New Jersey. setiembre 1991. pp. 42-51.
- 5- Ignacio Pérez. *Redes de transporte usando equipos SDH*. Conferencia COSCOM'92. San José. Costa Rica. 28 ago. 1992.
- 6- Brosemer. Jeffery I. y Enright. Deborah J.. *Virtual Networks: Past, present and future*. IEEE Comm. Mag., vol 30, n 3. New York. mar. 1992. pp. 80-85.
- 7- Cavanagh. James P.. *Applying the Frame Relay interface to private networks*. IEEE Comm. Mag. • vol 30, n 3. New York. mar. 1992. pp. 48-54. 63-64.
- 8- Taylor. Steven A.. *Frame Transport Systems*. IEEE Comm. Mag. • vol 30, n 3, New York, mar. 1992. pp. 66-70.
- 9- Gil Delicado, Emilio. *Evolución de la transmisión: sistemas sincronos*. Mundo Electrónico, n. 221. Madrid. oct. 1991, pp. 68-75.