



ESCUELA LATINOAMERICANA DE REDES

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MERIDA - VENEZUELA
(2 AL 20 NOVIEMBRE, 1992)

NC11

LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (ISDN)

VINCENZO MENDILLO

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
CARACAS/VENEZUELA

LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (ISDN)

CONCEPTOS, SERVICIOS, ESTANDARES Y APLICACIONES

Vincenzo Mendillo

Profesor Asociado
Departamento de Comunicaciones
Escuela de Ingeniería Eléctrica
Universidad Central de Venezuela

e mail: vmendill @ dino.conicit.ve

RESUMEN

La ISDN representa una visión global de la telecomunicaciones que utiliza técnicas digitales de transmisión y conmutación para integrar en una única red los distintos servicios de voz, datos, texto, imagen y video. Se describen los aspectos más relevantes de su concepción y desarrollo, con énfasis en las experiencias en ambiente público y privado.

CONTENIDO

1	Introducción.....	página 1
2	La integración de redes y servicios.....	página 1
3	Los servicios asociados a la ISDN.....	página 5
3.1	La telefonía.....	página 6
3.2	El videotex.....	página 7
3.3	El telefax.....	página 8
3.4	El teletex.....	página 8
3.5	La telescritura.....	página 9
3.6	La transmisión de datos.....	página 9
3.7	La telemedida y el telecontrol.....	página 10
3.8	La videotelefonía.....	página 10
4	La evolución hacia la ISDN.....	página 12
5	Experiencias en ambiente público y privado.....	página 14
5.1	Estados Unidos.....	página 14
5.2	Francia.....	página 15
5.3	Alemania.....	página 18
5.4	Reino Unido.....	página 19
5.5	Japón.....	página 19
5.6	Venezuela.....	página 19
5.7	La ISDN en redes corporativas.....	página 20
5.8	Experiencias en el sector privado.....	página 23
6	Hacia la ISDN de banda ancha.....	página 25
7	Situación actual, perspectivas y conclusiones.....	página 29
8	Bibliografía.....	página 33

1 Introducción

La Red Digital de Servicios Integrados, conocida también por sus siglas como RDSI o ISDN (*Integrated Services Digital Network*), representa un concepto integral de las telecomunicaciones que está empezando a tener un impacto importante en las redes públicas y privadas. En este informe se hace una descripción de la ISDN con la finalidad de mostrar que es una tecnología que está llegando (aunque quizás lentamente) y que los profesionales de las telecomunicaciones y de la informática deben estar preparados para entenderla y utilizarla. En tal sentido se empieza por analizar la evolución de las telecomunicaciones hacia redes completamente digitales, tanto en la parte de conmutación que de transmisión, y como se puede aprovechar la infraestructura de planta ya existente por medio de los canales 2B+D de la ISDN. Luego se describen los nuevos y mejores servicios que serán posibles gracias a la ISDN, especialmente en lo referente a su uso simultáneo. A continuación se reporta el grado de desarrollo en varios países, así como algunas experiencias en el sector privado y en redes corporativas. Por último se explica la ISDN de banda ancha (B-ISDN) y las perspectivas para el futuro.

Este informe es parte de un estudio mucho más amplio sobre la ISDN, realizado para la Coordinación de Recursos Técnicos de Petróleos de Venezuela, S.A. En dicho estudio el lector interesado podrá ampliar la información aquí resumida y encontrar aspectos técnicos más detallados con respecto a conmutación, transmisión y señalización, incluyendo B-ISDN.

2 La integración de redes y servicios

Las telecomunicaciones, es decir el conjunto de servicios basados en la tecnología electrónica que permite la emisión, transmisión y recepción de información, ya tienen más de 100 años. Durante este período, su evolución ha sido asombrosa: las redes telefónicas y las redes de datos se han extendido rápidamente sobre todo el globo y los enlaces se han multiplicado utilizando toda una gama de técnicas de transmisión que la ingeniería ha desarrollado: línea abierta, cable multipar, cable coaxial, fibra óptica, radio, microondas, satélite. Esta evolución ha llevado a tener diferentes redes para cada uno de los varios sistemas de comunicación: existen redes de telefonía y de telex, así como una multiplicidad de redes de datos, cada una con sus propias características y normas, además de sus propios costos de instalación y tarifas. Las líneas telefónicas todavía hoy día están basadas mayoritariamente en sistemas analógicos optimizados para la transmisión de señales dentro de la banda vocal. La comunicación de datos requiere su propia red separada o *modems* que convierten la información digital en señales apropiadas para su transmisión a frecuencias vocales sobre las líneas telefónicas. Los *modem* permiten así el acceso a la red telefónica a nivel mundial, pero son lentos y monopolizan en forma ineficiente el costoso tiempo de uso. En cambio las redes de datos separadas son más eficientes, en el sentido que permiten velocidades más altas, pero su instalación es costosa. Adicionalmente estas redes son por lo general incompatibles entre sí, sobre todo si son privadas, por estar basadas a menudo en sistemas cerrados suministrados por los fabricantes de equipos.

Se afirma que uno de los logros más grandes alcanzados por el hombre moderno es la tecnología de la información, nacida de la convergencia entre las telecomunicaciones y la informática y si se analiza la evolución actual de las sociedades alrededor del mundo, se nota que en numerosos países está ocurriendo el desplazamiento desde una sociedad orientada hacia la producción y uso de bienes materiales hacia una sociedad orientada hacia la generación y uso de información. En varias naciones desarrolladas ya más de la mitad de la población activa se ocupa del manejo de información. La creciente división del trabajo y su descentralización, la interdependencia de las economías, la necesidad de una mayor racionalización en el uso de los recursos renovables y no renovables, llevan a una creciente demanda de servicios de comunicación rápidos y económicos. Las telecomunicaciones han sido una de las infra-

estructuras fundamentales para facilitar la evolución de la sociedad, pero esto es particularmente cierto en la medida que evolucionamos hacia la sociedad de la información y representan la infraestructura esencial para la productividad y el crecimiento económico.

En los años recientes ha ido tomando cuerpo la visión de una solución global para las telecomunicaciones y la informática basada en la realización de una red digital integrada en técnicas y servicios. En efecto, la tecnología digital y su aplicación tanto en la transmisión como en la conmutación, ha abierto una nueva y prometedora manera de integrar los servicios. Ahora bien, considerando que es posible representar la información, cualquiera sea, en forma digital, resulta conveniente integrar los sistemas para que también sean completamente digitales. La integración significa que la información, totalmente digitalizada, puede ser tratada unitariamente tanto para la transmisión y conmutación, como para las finalidades requeridas en diferentes servicios (voz, datos, texto, imagen, video). Este proceso de integración puede verse como dos fases distintas:

* El concepto de integración de las redes en forma digital (IDN: *Integrated Digital Networks*) se refiere a la utilización de las mismas técnicas digitales tanto en los equipos de transmisión como de conmutación.

* El concepto de integración de los servicios en una única red digital (RDSI o en inglés ISDN: *Integrated Services Digital Network*) se refiere a la utilización común de las facilidades de las distintas redes IDN para brindar servicios básicos y con valor añadido, tales como telefonía, videotex, correo electrónico, videoconferencia, etc.

En esencia, las 4 letras de la sigla RDSI significan lo siguiente:

Red: Una sola red en vez de tantas redes múltiples, basada inicialmente en las líneas telefónicas existentes, que suministra interfaces estandarizadas y procedimientos de llamadas familiares a todos.

Digital: Transmisión digital de extremo a extremo, siendo la digitalización de la voz efectuada en el mismo terminal.

Servicios: Voz, datos, texto, imagen, video, telex, telefax, telemetría, alarmas y mucho más.

Integrados: Todos los servicios juntos en un solo sistema.

Pero si bien en esas 4 letras de RDSI se encuentran resumidas las características fundamentales de una nueva visión de las telecomunicaciones, el término quizás más importante no es Red, ni Digital, ni Servicios, ni Integrados, sino el artículo "1a" que precede RDSI, el cual da a entender que se trata de una solución que fusiona todas las redes actuales y futuras en una sola red. En efecto, la RDSI (*ISDN*) fue concebida para que utilice un único y eficiente método de transporte de información así como un solo tipo de conector universal, tanto para la telefonía como para la mayoría de las necesidades de comunicaciones no vocales, uniendo a los usuarios alrededor del globo por medio de la digitalización de las redes existentes, la integración de los servicios de telecomunicaciones, la señalización de extremo a extremo y la estandarización de los equipos. Con la ISDN se logrará una mejora significativa de los servicios existentes y al mismo tiempo la integración entre ellos, por lo que se espera que emerja un abanico de nuevas aplicaciones. Los participantes en esta gigantesca tarea de convertir en ISDN los millones de líneas de las redes existentes en el mundo, son las administraciones telefónicas, las empresas operadoras de telecomunicaciones, las organizaciones de estandarización, los fabricantes de equipos, los centros de investigación y, por supuesto, los usuarios.

Un objetivo fundamental con la ISDN es el tratar de aprovechar la inversión ya hecha en las redes de telecomunicaciones existentes y al mismo tiempo alcanzar una integración capaz de satisfacer las necesidades de la emergente sociedad de la información. La más extensa y completa de todas las redes, la red telefónica, está siendo convertida paulatinamente de analógica a digital tanto en la parte de conmutación que de transmisión. Su digitalización comenzó en los años '60 con la instalación de enlaces troncales PCM (*Pulse Code Modulation*) entre las centrales de conmutación. Aproximadamente 10 años después aparecieron las primeras centrales digitales y después de eso la única parte que permanece analógica es la línea del suscriptor, la cual conecta el teléfono con la central. Pero ahora los avances en la microelectrónica han hecho técnicamente posible y económicamente conveniente convertir esa red de suscriptores, basada en conductores de cobre, en completamente digital, ya que la naturaleza de las señales digitales las hace particularmente convenientes para su procesamiento, transmisión y conmutación. Los equipos digitales son más compactos, más confiables y menos costosos que su contrapartida analógica. Así que las líneas telefónicas de mañana serán digitales de extremo a extremo, lo cual significará mejoras importantes para los usuarios de voz y de datos. En primer lugar, la velocidad de transmisión aumentará significativamente, mientras que los errores disminuirán a un nivel insignificante, haciendo las comunicaciones más rápidas y eficientes como nunca antes. En segundo lugar, se podrá utilizar una misma línea simultáneamente para más de un servicio. Esta capacidad de ofrecer voz y una gama de otros servicios sobre una sola red, con interfaces y protocolos estandarizados, será la verdadera fuerza de empuje detrás de la revolución de la informática. La línea digital del suscriptor se revela económicamente conveniente cuando se calcula el valor de múltiples servicios: Considérese el tener voz y datos sobre una misma conexión en comparación con el teléfono de hoy día; examínense los gastos para telex, telefax, modems y otras formas de comunicación y compárense con el costo y los servicios relativos a esta única red. También tómese en cuenta que una red estandarizada trae consigo el abaratamiento del costo de los equipos y una gama de servicios más amplia. Además de que se eliminarán los gastos de instalación de la línea para el telex o para la red de datos, habrá una reducción de las tarifas fijas mensuales y el costo por uso será bajo. Estos ahorros que se acumulan mes tras mes pueden justificar para una empresa la emigración hacia la ISDN, ya que si bien los nuevos equipos van a tener un costo más elevado que los convencionales por incorporar una tecnología avanzada, en contrapartida ofrecen mejoras sustanciales y nuevas facilidades que no eran técnicamente factibles en el pasado. En conjunto, la ISDN se podrá mostrar económicamente conveniente.

Como se mencionó, la ISDN se basa fundamentalmente en las redes telefónicas existentes. Esto significa que casi todas las distintas formas de comunicación deben poder ser transmitidas a través de los pares de cobre normales, pero convertidas de analógicas en digitales. La capacidad de transmisión de una línea digital se especifica en bits/segundo (b/s). Durante una conversación telefónica, se toman muestras de las amplitudes de las variaciones de la voz 8000 veces por segundo y esas muestras son convertidas en códigos de 8 bits mediante PCM, así que la línea digital debe poseer una capacidad de transmisión de por lo menos 64 kb/s para la voz. En realidad los pares de cobre de la red de abonados permiten capacidades más altas, por ejemplo 144 kb/s con la ISDN, lo cual puede significar 2 canales simultáneos a velocidad de 64 kb/s cada uno y además un canal adicional de 16 kb/s para señalización.

La capacidad de transmisión de información en la ISDN se establece en términos de *canales de acceso*, cada uno de los cuales tiene una velocidad de transmisión prefijada según el tipo de interfaz. Los canales forman la base para definir muchas de las características de los servicios ISDN. El CCITT ha definido distintos canales (B,D,H), así como las estructuras posibles (básica, primaria):

El canal B opera a 64 kbit/s y está previsto para transportar una gran variedad de tipos de información, excepción hecha de información de señalización para la conmutación de circuitos por la ISDN. El canal D puede tener velocidades binarias de 16 kbit/s (o 64 kbit/s, dependiendo del tipo de interfaz) y está previsto para transportar fundamentalmente señalización de control para los servicios ISDN, utilizando conmutación de circuitos. Adicionalmente puede llevar otro tipo de información compatible con el protocolo de ese canal, tal como datos con conmutación de paquetes, información de teleacción y señalización de usuario a usuario. El canal H está previsto para llevar información a velocidades altas. El canal H_0 opera a 384 kbit/s, mientras que el canal H_1 tiene dos variantes, con el fin de acomodar los estándares PCM de diferentes países: H_{11} , que opera a 1536 kb/s y H_{12} que opera a 1920 kb/s. Estos canales pueden ser utilizados para una gran variedad de aplicaciones que requieren alta velocidad, como por ejemplo: videoconferencia, audio de alta calidad, telefax rápido, multicanalización de datos proveniente de flujos a baja velocidad.

Debido a que una sola estructura de interfaz no podría satisfacer todas las necesidades de aplicación, el CCITT ha establecido varias modalidades:

La estructura básica de interfaz (BRI: *Basic Rate Interface*) permite el acceso a velocidad básica (BRA: *Basic Rate Access*) y está prevista para satisfacer las necesidades de la mayoría de los usuarios individuales, permitiendo la transmisión simultánea de voz, imagen, datos, texto, facsímil, teleacción. Dichas facilidades pueden ser accesadas a través de un terminal multifuncional único, pero también varios terminales pueden compartir el acceso. Esta interfaz básica puede operar sin mayores problemas sobre la mayoría de los pares telefónicos de abonado ya instalados y se compone de 2 canales B (a 64 kbit/s) además de un canal D (a 16 kbit/s), por lo que se le conoce como 2B+D. La velocidad total es entonces de 144 kbit/s, pero en la estructura de las tramas hay bits adicionales de supervisión y control que elevan la velocidad real a 192 kbit/s.

La estructura de interfaz a velocidad primaria (PRI: *Primary Rate Interface*) permite el acceso a velocidad primaria PRA (*Primary Rate Access*) y está prevista para servir a un número grande de terminales como, por ejemplo, los que están conectados a una PBX o LAN, pero también para aplicaciones que requieran velocidades altas. Se establecen dos tipos de estructuras, basadas en los dos sistemas básicos de transmisión PCM existentes: el sistema basado en el estándar europeo de 30 canales de voz y que opera a 2048 kb/s y el sistema basado en el estándar norteamericano de 24 canales de voz y que opera a 1544 kb/s. Para la velocidad primaria de 2048 kb/s la estructura es 30B+D, mientras que para la velocidad primaria de 1544 kb/s, la estructura es 23B+D. En ambos casos los canales B y D tienen una velocidad binaria de 64 kbit/s. La estructura así formada es un supercanal B de alta velocidad, denominado estructura de interfaz de canal B a velocidad primaria.

Estas estructuras y velocidades han sido aprobadas como un estándar internacional por el CCITT para la así llamada ISDN de banda estrecha (N-ISDN: *Narrowband ISDN*). Para el futuro se está desarrollando la ISDN de banda ancha (B-ISDN: *Broadband ISDN*), en la cual se utilizarán fibras ópticas hasta el usuario, para así facilitar el acceso a mucha más capacidad de información, incluyendo video en movimiento. Limitándonos por ahora a la N-ISDN, mientras que actualmente son comunes las velocidades de 50, 300, 1200, 2400, 4800 o 9600 kb/s en los distintos tipos de transmisión de información, la ISDN va a permitir 64 kb/s o más para cada servicio, lo cual significa que los tiempos de transmisión se reducirán a una fracción de su duración actual. Por otro lado no solamente las nuevas facilidades (tales como repetición del número marcado y la indicación del número llamante) van a significar una mayor conveniencia, sino que todos los servicios tendrán una calidad mejor: mayor fidelidad en la reproducción de la voz, mayor resolución en el telefax, etc. Algunas de las ventajas más relevantes de la N-ISDN son las siguientes:

Acceso para varios terminales

El punto de acceso a la ISDN desde el hogar u oficina se llama *Terminal de Red* (NT: *Network Terminal*), que es un equipo de dimensiones reducidas requerido para conectarse a la central ISDN local usando el par telefónico ya existente. Desde el NT sale una línea de 2 pares de cobre (llamada *bus*) que atraviesa los predios del usuario, es decir sus habitaciones u oficinas. Normalmente se pueden conectar hasta 8 terminales distintos al bus por medio de una interfaz estandarizada, usando conectores de tipo universal de 8 pines, como el RJ45. En consecuencia, los equipos ISDN pueden ser mudados fácilmente de sitio, sin tener que recablear la instalación.

Dos conexiones en una

El acceso ISDN es ideal para la operación simultánea de 2 servicios, ya que la línea a 144 kb/s consiste de 2 canales B que transportan información del usuario y un canal D de señalización. Así que la ISDN permite que el usuario establezca una conexión a través del canal B1 y adicionalmente una segunda conexión a través del canal B2. Esto hace posible, por ejemplo, transmitir una imagen o buscar información en una base de datos videotex mientras está en curso una conversación telefónica. También se puede compartir el canal D para señalización y datos a baja velocidad, por ejemplo para telealarmas y televigilancia.

Cambio de servicio

Si un canal B1 está ya siendo usando a su plena capacidad (por ejemplo telefax) a 64 kb/s, el usuario en el otro canal B2 puede usar ese mismo canal B2 para pasar de un servicio como telefonía a otro como teletex. Luego que finaliza, se efectúa automáticamente la transferencia al servicio previo.

Portatilidad de un terminal

Si un usuario quiere trasladarse a otra parte durante una llamada, (quizás porque la llamada es confidencial), puede desenchufar el terminal luego de poner la llamada en *estado suspendido* y conectarlo en otra toma en un lugar distinto. La conexión se restablece usando la función *continuar*.

Cambio de terminal

El usuario tiene la posibilidad de transferir la llamada actual a otro terminal con el mismo tipo servicio, simplemente informando de esto a la central. En seguida se transfiere la conexión al otro terminal, mientras que el anterior queda desconectado.

Discado directo hacia un terminal

Al marcar un número ISDN (en cuyo caso se transmite automáticamente un indicador del tipo de servicio), se establece la conexión con el primer terminal compatible que esté libre. Alternativamente se puede acceder a terminales ISDN específicos por medio de un dígito selectivo en el número completo ISDN.

3 Los servicios asociados a la ISDN

En el Libro Azul del CCITT, publicado en 1989, se definen y describen estos servicios. En general pueden ser de dos clases: servicios de soporte (*bearer services*) y teleservicios. Los primeros están destinados a transportar información sobre la ISDN en forma transparente, ya sea por conmutación de circuitos que de paquetes. Ambos modos permiten conexiones semipermanentes para servicios tipo línea arrendada, en adición al modo conmutado. Ejemplos son: el servicio de soporte en modo circuito a 64 kb/s (más formalmente llamado servicio de soporte en modo circuito a 64 kb/s sin restricción, estructurado a 8 kHz) y el servicio de soporte en modo paquete, ya sea del tipo para llamada virtual o del tipo para circuito virtual permanente. En cambio, los teleservicios utilizan los servicios de soporte para llevar la información a destino, pero adicionalmente utilizan funciones superiores y están caracterizados por atributos operativos y de explotación comercial. Ejemplos de teleservicios son: telefonía, telefax, videotex, correo de voz. A menudo se les llama

servicios con valor añadido (*value added services*) o servicios mejorados (*enhanced services*) y requieren de nodos especiales de la red o de centros externos, ya que operan como algo adicional a la capacidad de transporte de la red, siendo ofrecidos a los usuarios como parte de los servicios de telecomunicaciones y no como servicios aislados. Tanto los servicios de soporte como los teleservicios pueden ser utilizados conjuntamente con los servicios suplementarios, los cuales complementan o modifican los servicios básicos. Ejemplo de servicios suplementarios son los que ofrecen comunmente las centrales privadas (PBX), tal como marcación abreviada, transferencia de llamada, etc.

3.1 La telefonía

El principal servicio de telecomunicaciones con la ISDN va a continuar siendo la voz, si bien se van a añadir numerosas opciones atractivas y mejorar las facilidades existentes a través de los servicios suplementarios. Por ejemplo, muchos ejecutivos disponen de una tecla especial en su teléfono para comunicarse rápidamente con su secretaria, sin necesidad de marcar un número. Una facilidad análoga en la ISDN es el teléfono con múltiples teclas para la llamada inmediata a otros teléfonos preseleccionados en cualquier lugar de la red. Otra facilidad es la indicación en un *display* del número, nombre y dirección del teléfono que llama. Así mismo hay servicios avanzados como transferencia de llamada y conferencia a 3 o más personas. Además la digitalización de la voz permite grabar un mensaje cuando el número llamado está ocupado o no contesta y si bien ya existe la contestadora telefónica automática, la mayoría de las personas no la tienen y quizás nunca la tendrán, pero si les podría interesar si fuese parte del sistema telefónico y costase poco. Otra facilidad es el grupo cerrado de usuarios, donde los miembros del grupo pueden solamente llamar a otros miembros del grupo. Esto hace posible para una empresa usar los teléfonos como en una red privada, lo cual es de gran importancia por razones de privacidad y seguridad en el caso de corporaciones, gobiernos, diplomáticos y militares. La introducción de la ISDN va a significar la incorporación de muchos servicios no vocales en una red existente. Las ventajas resultantes, tal como reducción de costos y establecimiento más rápido de los servicios son sustanciales, pero aun cuando se consideren sólo llamadas telefónicas convencionales, la ISDN ofrece muchas ventajas, ya que incorpora una variedad de nuevas facilidades que mejorarán la calidad general del servicio telefónico, haciendo que la ISDN sea decididamente una perspectiva atractiva para los usuarios, tanto en el sector comercial que en el residencial. Si bien no es posible medir en términos económicos los beneficios que se logran por la mayor facilidad de operación, es fácil imaginarse como este conjunto de nuevas características aliviará considerablemente la actividad usual en las oficinas. Se podrá observar una mejora notable en las rutinas del trabajo, las cuales en nuestra sociedad orientada a la informática se hacen cada vez más dependientes de las telecomunicaciones. Adicionalmente y como resultado de la transmisión digital, existe la ventaja de la mejor calidad de la voz, las interferencias quedan prácticamente eliminadas, el nivel de recepción se vuelve independiente de la distancia y se podrá conversar con manos libres. Es posible que la voz pase del ancho de banda de 3100 Hz disponible hoy día a 7000 Hz, lo que equivale a la misma calidad que en radiodifusión AM. La Recomendación G.722 del CCITT permite lograr este ancho de banda utilizando PCM diferencial adaptable (ADPCM) con una frecuencia de muestreo de 16 kHz y 14 bits por muestra.

Por lo que se refiere al aprovechamiento para la ISDN del gran número de computadores personales (PC) ya existentes, hay dos posibilidades: conectar el PC a un adaptador de terminal (TA: *Terminal Adapter*) que convierte de interfaz no-ISDN a interfaz ISDN, o añadir una tarjeta de expansión al PC para convertirlo en una estación de trabajo ISDN con capacidad de aplicaciones integradas de voz y datos. Esta última solución tiene la ventaja inmediata de que el PC suministra la alimentación y el acceso directo al bus de datos a alta velocidad. Además permite usar diskettes para software nuevo o actualizado y para configurar las características básicas y opcionales. Usualmente la alimentación y la apariencia externa son factores

de alto costo, que se evitan con esta solución. El adaptador interno convierte el PC en un terminal ISDN y las capacidades de evolución continua del PC entonces se pueden aprovechar para mejorar la interfaz del usuario con la ISDN. En efecto, sistemas operativos multitarea como el OS/2 (y hasta programas residentes en memoria) permiten que el PC esté sumergido en una aplicación, tal como hoja de cálculo o procesador de palabras, y aún así responder a una llamada entrante o a una solicitud de realizar una llamada. A través de ventanas se pueden abrir áreas en la pantalla para mostrar los detalles de una llamada, tal como el número de quien llama (y en algunos casos hasta el nombre de quien llama), la hora y fecha y ciertas opciones tal como transferencia de la llamada. La operación se lleva a cabo a través del mouse, teclado o cursor. Estos procedimientos constituyen lo que se denomina telefonía basada en pantalla (SBT: *Screen Based Telephony*) o telefonía ayudada por computador (CAT: *Computer Aided Telephony*) y las posibilidades de esta nueva interfaz hombre-máquina se están apenas empezando a explorar. El área de la pantalla, que es grande y versátil, combinada con la potencia de procesamiento y de memoria del PC y con la capacidad de señalización del canal D ISDN, abren una tremenda gama de posibilidades. El software para estos tipos de aplicaciones se conoce como interfaz de programación para aplicaciones (API: *Application Programming Interface*) y permite activar un conjunto de servicios telefónicos tal como establecimiento, transferencia de una llamada y monitoreo de su progreso.

3.2 El videotex

Un servicio de comunicación que se espera se difunda ampliamente con la ISDN es el videotex. En Francia, por ejemplo, ya se ha empezado a eliminar la guía telefónica que es reemplazada por el *minitel*. Esta es sólo una pequeña aplicación del videotex y uno podría imaginar el tener las páginas amarillas en línea, con lo cual se introduce el nombre de un producto e inmediatamente se obtiene la lista de las compañías que lo venden, así como su precio. Finalmente el producto podría ser ordenado y cargado a la tarjeta de crédito o la cuenta telefónica. Con el videotex de hoy día (sin la ISDN) la información es transmitida por medio de la red telefónica analógica utilizando modems convencionales y el usuario puede interrogar en forma interactiva bancos de datos, donde se almacenan miles de pantallas de información. La velocidad típica de transmisión es de 1200 bit/s hacia el usuario y 75 bit/s en sentido contrario. La recepción se logra en un televisor común o en un monitor, haciendo uso de un decodificador especial. El sistema puede ofrecer, por ejemplo, noticias, predicciones meteorológicas, información financiera, publicidad, horario de trenes y aviones, cine y teatro, etc. Además de estos servicios básicos, por medio del videotex se pueden efectuar transacciones comerciales, por ejemplo: movimiento de cuentas bancarias, reservaciones, compra a través de catálogo, etc. También se pueden enviar mensajes a otros usuarios (correo electrónico), correr programas de computación y cargar directamente software para computadores personales. El videotex no es una tecnología completamente nueva, sino más bien una integración de sistemas ya existentes, tal como la televisión, el teléfono y el PC. Con el videotex funcionando a 1200 b/s, se requieren entre 10 a 20 segundos para que se forme la imagen, pero con la velocidad ISDN de 64 kb/s, se requiere típicamente menos de un segundo y como máximo 2 segundos, casi la misma rapidez de con lo que se accesa la información en un PC. La mayor velocidad permite interactuar con el videotex más dinámicamente; por ejemplo, el usuario puede no saber cual pantalla quiere ver y puede simplemente curiosear a través de ellas tal como lo haría con un periódico o con un catálogo, sin perder mucho tiempo esperando a que la imagen se forme. El nuevo estándar para el videotex ISDN ha sido diseñado para permitir la aplicación combinada del modo alfamosaico, geométrico y fotográfico y para la eficiente transferencia de información mixta de texto y de gráficos. La alta velocidad de procesamiento que utiliza compresión de datos, junto con una velocidad de transmisión de 64 kb/s, permite que la aparición de una imagen de alta resolución tarde sólo unos cuantos segundos. Con la llegada de la B-ISDN habrá el videotex de banda ancha, con aplicaciones a educación y entrenamiento a distancia, telesoftware, telecompras, telepublicidad y noticias.

3.3 El telefax

Este sistema permite intercambiar información en forma de documentos que contienen *pixels* gráficos. Actualmente el telefax más utilizado es el perteneciente al Grupo 3 del CCITT, el cual puede transmitir sobre líneas analógicas con velocidades de 2400 o 4800 b/s (usando PSK) y 7200 o 9600 b/s (usando QAM). La resolución es de 200 puntos horizontales por 100 verticales, por lo que una página de tamaño DIN A4 de 210 mm x 297 mm contiene 1728 ppi (*pixels per inch*) horizontales por 1145 ppi verticales, lo que corresponde a aproximadamente 2 Mb de información. A la velocidad de 2400 b/s se requerirían teóricamente unos más de 13 minutos de transmisión y a 9600 b/s se requerirían más de 3 minutos. En realidad esta clase de telefax utiliza técnicas de compresión para reducir la redundancia en la información (las partes en blanco principalmente), por lo que el tiempo de transmisión puede llegar a ser tan corto como 1 minuto.

El telefax ISDN es mucho más avanzado, siendo ideal para la transmisión y reproducción con alta calidad de fotografías, dibujos y texto manuscrito. Está basado en las recomendaciones del CCITT para facsímil del Grupo 4 que especifican resoluciones de hasta 300 ppi y opcionalmente 400 ppi hasta 1200 ppi. La resolución de 400 ppi corresponde a la calidad de las actuales fotocopiadoras de oficina. Una página requiere apenas unos 5 segundos en promedio. Pero además del ahorro tiempo, existe la ventaja de la mejor calidad, ya que su resolución es mucho mayor comparada con los 200 ppi de los equipos convencionales. El telefax ISDN es particularmente efectivo cuando se usa en combinación con la telefonía, por ejemplo, el usuario A quiere explicar un plano o un documento al usuario B: en tal caso A puede ahorrar una buena cantidad de tiempo simplemente enviando un fax del documento a B, pero eso no es todo: la conexión ISDN permite que esto se haga simultáneamente con la conversación, usando el otro canal (o alternativamente puede interrumpir momentáneamente la llamada y usar el mismo canal). La eficiencia de este último procedimiento es alta ya que el tiempo de transmisión del fax es una fracción del tiempo actual. La conversación simultánea durante el envío de un telefax va a generar una gama completamente nueva de oportunidades para así ahorrar tiempo y para comunicarse con mucho mayor precisión. En efecto, después de ser enviado vía telefax, el documento puede servir de base para su discusión y las modificaciones propuestas no necesitan ser explicadas repetidamente para entenderse. Si B desea hacer modificaciones, simplemente las hace en su copia y la envía de nuevo vía fax hacia A, el cual a su vez puede rechazar los cambios hechos por B, quizás porque faltaban algunos datos importantes en los cálculos de B. Así que A vuelve a enviar de nuevo el fax a B, el cual puede ver que efectivamente sus cálculos estaban equivocados por estar basados en datos incorrectos. A y B entonces llegan por fin a un acuerdo, que A confirma enviando un fax final a B. Sin la ISDN, todo esto no es posible por medio de una simple comunicación telefónica y si se intentara, llevaría una enorme cantidad de tiempo, ya que todos sabemos por experiencia lo difícil que es explicar algo a alguien que no dispone del mismo material ilustrativo enfrente. Se ha calculado que los ahorros en términos económicos con el telefax ISDN pueden llegar a ser hasta un 50%.

3.4 El teletex

Si bien el telefax es muy conveniente para el intercambio de notas escritas a mano y de correcciones a documentos, sin embargo cuando se trata de correspondencia comercial, se le da gran importancia a la calidad de los documentos enviados. El teletex es más adecuado en tales casos ya que permite intercambiar información en documentos que contienen sólo caracteres alfanuméricos (texto) en un tiempo mínimo. El teletex es un medio para la transmisión de textos escritos que posee características superiores al telex convencional en términos de prestaciones y velocidad, siendo fundamental para la automatización de oficinas, al integrarlo con máquinas de escribir electrónicas y microcomputadores. Es mucho más rápido que el telex, pudiendo operar a 2400 b/s y es ideal para la transmisión de correspondencia comercial

ya que, por ser ésta usualmente muy extensa en páginas, el telex resulta costoso y el correo ordinario lento. El teletex ISDN es todavía mejor, ya que al funcionar con una velocidad de 64 kb/s, el tiempo que se requiere para transmitir una página de texto es menos de 1 segundo, lo cual representa una gran ventaja en comparación con el teletex convencional, que requiere unos 10 segundos, y en aún más en comparación con el telex, que requiere unos 5 minutos. Se puede enviar una página de teletex ISDN interrumpiendo momentáneamente la conversación en el canal B, casi sin que se note y sin necesidad de recurrir al otro canal B, que puede estar siendo utilizado para otra actividad (por ejemplo, acceso a una base de datos). Los protocolos y las funciones para la transmisión y presentación de texto están basadas en el teletex ya existente, así que es posible la interoperación de ambos sistemas utilizando dispositivos de conversión relativamente simples. El ahorro en costos ha sido estimado hasta en un 70% con respecto a los servicios actuales.

El servicio combinado de teletex y telefax, llamado modo mixto o también *textfax*, es particularmente adecuado para la transmisión de documentos que consisten de texto y dibujo (manuscritos, logotipos y firmas). Este modo permite intercambiar información en documentos que contienen caracteres alfanuméricos y pixels gráficos, donde los gráficos se transmiten como telefax y el texto como teletex, por lo que es más rápido que el telefax solo.

3.5 La telescritura

La ISDN también facilitará la introducción de servicios completamente nuevos, tal como la telescritura, que se puede efectuar con papel y lápiz o con una pluma electrónica. Mientras se habla por teléfono vía el canal B1, palabras y dibujos hechos a mano sobre una pizarra electrónica se pueden transmitir a través del otro canal B2, lo cual permite aclarar el contenido de una conversación y reducirla a los puntos esenciales. Del otro lado se utiliza un terminal multifuncional, un monitor, un plotter o un printer gráfico. La información también puede ser guardada en el correo electrónico del otro usuario para ser reproducida posteriormente.

3.6 La transmisión de datos

Con muy pocas excepciones, la transmisión de datos hoy día todavía se realiza a velocidades relativamente bajas. Por ejemplo, la velocidad de transmisión en la redes públicas de datos varía entre 2.4 kb/s y 9.6 kb/s y excepcionalmente llega a 64 kb/s. Las redes dedicadas usualmente operan a 9.6 kb/s, pero más a menudo a 48 kb/s o 64 kb/s. La alternativa a estas soluciones es la ISDN con su alta velocidad uniforme de 64 kb/s y que además puede operar tanto en el modo circuito que en el modo paquete. Los equipos convencionales ya existentes con sus diferentes interfaces (por ejemplo X.21, V.24 y X.25) pueden seguir utilizándose por medio de un adaptador de terminal, con lo cual no se aprovechan completamente las ventajas operativas de la ISDN, pero sí la mayoría de las ventajas por menor costo. Para conexiones punto a punto, la ISDN ofrece una nueva solución que consiste en conexiones semipermanentes que pueden ser establecidas, activadas y desactivadas por el mismo suscriptor, lo cual ofrece las ventajas de la conexión conmutada permanente y al mismo tiempo permite reducir los costos.

La llegada de servicios ISDN en algunos países desarrollados ha permitido a los usuarios ahorros significativos al interconectar sus redes locales usando la ISDN y evitando así la necesidad de líneas dedicadas costosas. Los productos para interconexión de LANs usando ISDN usualmente se componen de hardware (tarjetas) y software. Las tarjetas se instalan dentro de PC dedicados en las LANs y se conectan a la ISDN públicas. Con el tiempo de establecimiento de llamadas tan rápido que permite la ISDN, el enlace se establece en segundos. Algunos productos suministran sólo un canal B entre 2 sitios, lo cual significa que la velocidad está limitada a 64 kb/s. En otros productos los usuarios pueden establecer enlaces separados sobre cada uno de los 2 canales B de una interfaz básica, permitiendo que un *server* o una PC se comuniquen simultáneamente con otras dos estaciones. Algunos fabricantes han en-

contrado formas para combinar múltiples canales B, suministrando así hasta 512 kb/s y pudiendo esto significar grandes ahorros. De acuerdo a ciertos cálculos, en Francia una línea dedicada de 300 km a 64 kb/s costaría unos \$5000 por mes, mientras que una línea ISDN a 64 kb/s, utilizada para enviar un promedio de 50 MBytes de datos diariamente, costaría menos de \$2000 por mes. En Alemania, la empresa Deutsche Bundespost Telekom (DPT) está ofreciendo a los usuarios una conexión permanente ISDN a un precio que es equivalente a pagar 80 horas de uso por mes. Bajo estas condiciones la ISDN resulta a menudo más barata que una línea dedicada a 64 kb/s. En general, las líneas arrendadas cuestan en Europa hasta 8 veces más que en los Estados Unidos.

3.7 La telemedida y el telecontrol

Es realmente ineficiente tener una gran organización de personas y medios de transporte sólo para ir anotando las cifras del consumo de electricidad en cada casa y oficina. Sería mucho más conveniente tener el medidor conectado a la línea ISDN, de forma que la compañía de electricidad pudiera leerlo remotamente. Los servicios de alarma incluyen detectores de humo y fuego en casas y oficinas que llaman automáticamente cuando se activan. Pero si el teléfono de los bomberos muestra automáticamente el número telefónico, nombre y dirección del que llama, los detectores pueden hacerse más económicos ya que no tienen que identificarse cuando hacen la llamada. Otra importante aplicación es con las alarmas médicas, donde un paciente que tiene un alto riesgo (por ejemplo, de ataque al corazón) pudiera tener un botón en cada cuarto de su casa y al pisarlo se efectúa una conexión inmediata con la clínica, donde se muestra el nombre, dirección, historia médica y la mejor ruta para su casa.

El canal D se usa principalmente para señalización entre el usuario y la red, pero también se puede aprovechar (dándole siempre prioridad a la señalización) para transmitir datos a baja velocidad en el modo paquete, bajo forma de circuito virtual y circuito virtual permanente. En la práctica se puede alcanzar una velocidad de hasta 10 kb/s, dependiendo de la carga que representa la señalización. Así este canal D se puede usar para telemedición, telecontrol y alarmas, por ejemplo: lectura del medidor de electricidad, monitoreo y control remoto de instalaciones domésticas y comerciales (calefacción, electricidad, gas, agua), así como del tráfico automotor y de procesos industriales, vigilancia de bancos, museos y galerías de arte. El tipo de información que se transmite varía apreciablemente según el caso y depende de la cantidad de datos, la velocidad de transmisión, la seguridad y la prioridad, pero usualmente se requiere de canales de comunicaciones caracterizados por alta confiabilidad, baja tasa de errores y transmisión esporádica. Las señales de teleacción y alarmas con volumen de datos altos y alta prioridad se pueden transmitir a través de canales B permanentes, pero para aplicaciones que involucran flujos muy pequeños es preferible la transmisión por el canal D, ya que deja libre los canales B.

3.8 La videotelefonía

Es posible transmitir imágenes congeladas de video a 64 kb/s usando técnicas de compresión de datos y también es posible transmitir secuencias de imágenes fijas, de forma tal que cada nueva imagen aparece al cabo de unos pocos segundos; de esta forma se puede crear hasta cierto límite la ilusión del movimiento. La N-ISDN permite ofrecer este nuevo servicio usando una línea telefónica: Durante una llamada, las imágenes tomadas a través de una cámara de video o almacenadas en un videodisco pueden ser transmitidas como imágenes fijas y así ser vistas en el otro extremo con un monitor o con una impresora gráfica. Su ventaja sobre el telefax y la telescritura es que se pueden transmitir imágenes en colores y, hasta cierto grado, su forma tridimensional. Este servicio tendrá una amplia gama de aplicaciones, por ejemplo, si esta buscando una casa y se llama a un vendedor de bienes inmuebles, éste puede enviar imágenes de diferentes casas y sus respectivos planos desde una base de datos. Si se está muy interesado en una casa específica, el vendedor puede enviar una imagen del contrato de venta.

La videotelefonía y la videoconferencia, llamadas más propiamente "*telefonía visual*", son un medio de comunicación a distancia a través de imágenes en movimiento conjuntamente con la voz. Hoy día la telefonía es algo común en todas partes, pero la videotelefonía es todavía rara, ya que requiere un gran ancho de banda. Sin embargo en los últimos años se han desarrollado técnicas muy avanzadas de compresión de video a fin de bajar la velocidad a 2 Mb/s para videoconferencia de buena calidad (equivalente a un sistema PCM de 30 canales de 64 kb/s), a 384 kb/s (equivalente a un canal Ho de la ISDN) y hasta 64 kb/s para videotelefonía de imágenes lentas (*low scanning*). Hasta hace poco, todos los algoritmos de compresión eran privados, lo cual significaba que los *codecs* de diferentes fabricantes eran incompatibles. Pero en el CCITT, el Grupo XV de Expertos sobre Codificación para Telefonía Visual ha estado trabajando en la estandarización de los algoritmos de codificación de video para bajas velocidades y ha adoptado recientemente la Recomendación H.261, la cual establece un algoritmo de compresión de video y un procedimiento de transmisión para imágenes con velocidades comprendidas entre 64 kb/s y 2 Mb/s. En el mercado norteamericano, los fabricantes de sistemas de videoconferencia ya están usando algoritmos compatible con H.261, si bien muchos de ellos también ofrecen algoritmos propios. Recientemente los Laboratorios Bell de la AT&T han desarrollado el codec AVP1000, cuyo precio es de apenas unos \$300. Un punto importante para el éxito de la videotelefonía es la disponibilidad de una red de transporte para suministrar tal servicio; esa red debe ser preferiblemente digital, de alta capacidad, completamente bidireccional, conmutable y difundida por todas partes. En este sentido, la llegada de la ISDN parece ser muy apropiada para la videotelefonía: con la conectividad digital de extremo a extremo de la ISDN, un usuario podrá llamar a otro usando cualquier combinación de video, audio y datos a varias velocidades. Como se ha explicado, actualmente hay dos tipos de acceso que han sido estandarizados para la ISDN de banda estrecha: el básico y el primario. Debido a su velocidad limitada, el acceso básico es adecuado solamente para la videotelefonía de cara a cara, lo cual se conoce también como *videofono*. En cambio, el acceso primario es a mayor velocidad y las imágenes pueden ser de mayor calidad, por lo que es más apropiado para la videoconferencia.

En los últimos años el costo de un sistema de videoconferencia se ha reducido desde \$250.000 a menos de \$25.000 y los salones específicamente dedicados a ese uso están siendo reemplazados por sistemas transportables que pueden convertir cualquier oficina en una sala de conferencia. Con los estándares recién aprobados por el CCITT y que ahora están siendo utilizados por los fabricantes de *codecs*, se dice que la videoconferencia va a ser en el próximo futuro tan común como el telefax y el modem, para ser usada en aplicaciones tales como discusión de proyectos de ingeniería, deposición ante un juez o abogado y enseñanza a distancia. Los factores que influyen en esta reducción de costos son los avances tecnológicos en los *chips* y su mayor venta a gran escala, pero igualmente importante es la caída en los precios de los servicios de transmisión. En 1987, el costo de una videoconferencia entre New York y California era alrededor de \$150 por hora, mientras que actualmente es hasta menos de \$20. También durante este período los tipos de servicios disponibles han aumentado: En sus inicios, la única forma era a través de línea dedicada T1 a 1544 kb/s, pero ahora se puede usar ISDN, *T1 fraccional*, *Switched 56* y *Switched 384*, entre otros. Para el futuro es muy probable que la videoconferencia llegue al escritorio, ya sea a través del PC o añadida al teléfono y será posiblemente algo común en la vida de los años '90. En el importante evento Telecom '91 que tuvo lugar en Ginebra (Suiza) durante octubre de 1991, más de 25 empresas exhibieron sistemas de videotelefonía, muchos usando 2 canales de 64 kb/s para voz y video. Hitachi mostró un equipo compatible ISDN del tamaño de un teléfono con pantalla de 5" a colores y que cuesta alrededor de \$7.000. Se espera que los videofonos costarán menos de \$1.000 para 1995.

En resumen, algunos de los servicios anteriormente descritos ya están disponibles en cierta forma sin la ISDN, pero requieren distintas redes y están pobremente integrados. Si bien todas las oficinas poseen teléfonos y muchas tienen computadores y telefax, pocos ejecutivos tienen la posibilidad de llamar a alguien por teléfono y durante la conversación mostrarle el contrato que están negociando y cambiar las cláusulas editándolo (transmisión de datos) o escribiendo sobre él (telefax). El objetivo de la ISDN es integrar todos los servicios descritos y hacerlos tan comunes como es el teléfono hoy día.

4 La evolución hacia la ISDN

Debido a su cobertura a nivel mundial, magnitud y diversidad de servicios, así como su impacto potencial en el desarrollo económico y social de las naciones, la ISDN es un tópico que ha generado una gran variedad de opiniones, controversias y malentendidos. La polémica ha sido acompañada a menudo por la desinformación y la exageración: hace varios años, cuando había cierto escepticismo, sobre todo en los Estados Unidos, la sigla ISDN fue traducida como "*Innovations Suscribers Don't Need*". Más recientemente, el atractivo comercial ha llevado a traducirla como "*I See Dollars Now*". Si se considera que la ISDN ofrece una buena oportunidad para considerar unitariamente las necesidades de comunicación, también se puede traducir como: Integración que Satisface Distintas Necesidades o en inglés: *It Suits Diversified Needs*. En realidad la ISDN se podría comparar al computador personal: de por sí no es nada especial, pero junto con el software y la aplicaciones, se vuelve algo que puede transformar el estilo de vida en la casa y en el trabajo.

El interés por la ISDN ha ido creciendo continuamente en los últimos años en todas partes del mundo y en muchos países se han llevado cabo pruebas y proyectos para evaluar los aspectos técnicos y la potencialidad de esta nueva concepción de las telecomunicaciones. Hoy día ya existen servicios comerciales ISDN a escala significativa en los Estados Unidos, Japón, Francia, Alemania y Singapore. A escala menor en Australia, Reino Unido, Bélgica, Noruega, Italia, España y Suiza. La mayoría de los otros países industrializados están realizando pruebas para arrancar a escala comercial no más allá de 1993. También se han hecho enormes inversiones en investigación y desarrollo: Se estima que lo gastado para la estandarización de la ISDN, desde su comienzo a mediados de los años '70, alcanza la suma de 500 millones de dólares. En el período desde 1987 hasta el presente se han publicado más de 5 mil artículos sobre el tema en revistas técnicas y profesionales. Desde finales de los '70 se han escrito más de 40 libros. Para principios de 1990 había más de 200 mil líneas de acceso ISDN instaladas y se estima que este número podría llegar a varios millones para 1995. Se han requerido unos 30 años desde el primer sistema T1 de transmisión digital para alcanzar el desarrollo actual representado por la ISDN y 1988 fue un año decisivo en ese sentido, ya que fue en ese año que las redes telefónicas basadas en el sistema de señalización No.7 del CCITT aumentaron sensiblemente, suministrando así la capacidad de señalización sobre canal común fuera de banda en que se basa la ISDN. Se ha visto un crecimiento muy rápido desde la disponibilidad de la interfaz a la velocidad básica a 144 kb/s y la interfaz a la velocidad primaria a 23x64 kb/s y 30x64 kb/s, hasta hoy que se empieza a hablar de B-ISDN a 155 Mb/s y creciendo hasta alcanzar velocidades de más de 13 Gb/s. Las cosas se están moviendo muy rápidamente en el campo de las telecomunicaciones, pero aun así es un hecho notable que la ISDN ya opere comercialmente en algunos países, dado el gran número de obstáculos que se han tenido que superar. En primer lugar ha existido el problema que la ISDN es una tecnología desarrollada y deseada por las operadoras de los servicios de telecomunicaciones y no una tecnología debida a una demanda real por parte de la sociedad. Como resultado ha persistido un círculo vicioso con las siguientes características: Inicialmente las operadoras no estaban interesadas en instalar centrales ISDN hasta que pudieran estimar el mercado que justificara los enormes gastos involucrados, pero el mercado no podía ser estimado hasta que los usuarios opinaran sobre los posibles usos de esta tecnología y los usuarios no podían opinar hasta no conocer los costos y la fecha de introducción de la ISDN. Para suministrar

esta información los fabricantes necesitaban el costo de los componentes electrónicos, pero los fabricantes de *chips* no estaban dispuestos a fabricarlos hasta que no hubiera un mercado, el cual a su vez no se podía desarrollar hasta que no estuviesen instaladas las centrales ISDN. Este círculo vicioso podía ser roto por las operadoras, las cuales por fin tomaron la iniciativa para que el proceso empezara a moverse. Pero mientras se empieza a salir de esta situación de estancamiento, la gente está preocupada de que si compra ahora y la ISDN no tiene el éxito esperado, entonces se quedará con una tecnología obsoleta, mientras que si la ISDN tiene éxito entonces los costos bajarán debido a las economías de escala. En ambos casos el usuario potencial está motivado a esperar y no está claro cuando debería saltar sobre el tren de la ISDN. Además el verdadero atractivo de ISDN vendrá cuando el servicio esté generalizado y disponible en todos los sitios que a uno le interesan, pero la red se expande a una tasa relativamente lenta debido al enorme costo de suministrar una amplia cobertura. Ya en el pasado se ha podido ver el curso de los servicios distribuidos, por ejemplo, con la introducción del teléfono, del telex, de las redes públicas de paquetes, del correo electrónico, etc. El problema es exacerbado por el hecho que no todos los productos ISDN son compatibles y se da usualmente el caso que terminales ISDN de fabricantes diferentes no pueden comunicarse uno con el otro. Todavía no ha sido completada por parte del CCITT la elaboración de todos los estándares ISDN y la existencia de diferentes versiones de los estándares, posibles cambios en los estándares o en la parte no oficial de los mismos, puede hacer que los equipos adquiridos hoy se hagan obsoletos en un futuro próximo.

El éxito de la ISDN depende en forma decisiva del éxito de las aplicaciones que aprovechan sus capacidades y es la identificación y el desarrollo de un rico conjunto de aplicaciones lo que puede impulsar el crecimiento de ISDN, más que cualquier otro factor. También este fenómeno se ha visto que ha ocurrido en el pasado en otras circunstancias: la conmutación por paquetes tuvo éxito en el ambiente comercial sobre todo porque sirvió de soporte al correo electrónico; las redes locales (LANs) han proliferado por la necesidad de compartir periféricos y datos. Pero todavía falta por identificar las nuevas aplicaciones realmente atractivas que impulsarán rápidamente hacia arriba la curva de la demanda por la ISDN. Algunas de las ventajas que han sido esgrimidas incluyen: identificación automática del número llamante; tiempo reducido de conexión desde 20 segundos a menos de 3 segundos; disponibilidad de pocos tipos de acceso para los servicios de telecomunicaciones (eliminando así líneas múltiples con numerosos tipos de acceso); videotelefonía; aplicaciones simultáneas de voz y datos, etc. Sin embargo por los momentos ninguno de estos servicios ha logrado iniciar una carrera desenfrenada hacia el mercado ISDN. A pesar de todo, las operadoras en su gran mayoría apoyan la ISDN y la están promoviendo, además de que está en su interés el hacerlo y a largo plazo será también en el interés del usuario el hacerlo. Actualmente las redes de telecomunicaciones en su mayoría están desorganizadas y son costosas, no integradas, lentas, complejas, difíciles de manejar e incapaces de interoperar entre ellas, por lo que una interfaz estándar internacional como la ISDN claramente hace falta. En este sentido los europeos han sido mucho más agresivos que los norteamericanos en impulsar la ISDN y si todavía alguien tiene duda sobre si se justifica algo como la ISDN, considérese el hecho que las naciones en vías de desarrollo necesitan conectarse al resto del mundo, pero es absurdo pensar que cada una de ellas pueda o deba establecer sus propios estándares: debe haber necesariamente normas internacionales que puedan utilizar. La ISDN es una tecnología que permite a aquellos que no han mantenido el ritmo con el crecimiento de la tecnología de redes, el ponerse al día casi inmediatamente. Pero lamentablemente en las naciones menos desarrolladas la transición hacia la ISDN es todavía un asunto vago y remoto; las decisiones se posponen hasta que se hayan alcanzado o satisfechos necesidades de telecomunicaciones más básicas y urgentes. Para muchos países de bajos ingresos y con deuda externa, el drama es que no hay suficientes recursos económicos para financiar la expansión de la simple telefonía y mucho menos para sistemas avanzados como la ISDN. En todo caso es conveniente que durante el proceso de proveer estas necesidades básicas de telecomuni-

caciones, se diseñe e implemente con criterio ISDN, así a largo plazo las redes no sólo serán compatible con el mundo exterior, sino que también se evitará la adquisición de equipo de reemplazo costoso cuando se introduzcan los estándares ISDN. Además si resulta cierto que la fuente principal de trabajo y bienestar para las naciones va a depender cada vez más del acceso y manipulación de la información, la contribución de la ISDN pudiera ser fundamental.

5 Experiencias en ambiente público y privado

La puesta en servicio de ISDN, así como su factibilidad económica, ha sido llevada más cerca de la realidad a través de una serie de pruebas y demostraciones. A nivel nacional e internacional ha tenido lugar una variedad de estas actividades desde finales de los '70. En la actualidad existen más de 60 pruebas sólo en los EE.UU., las cuales están siendo llevadas a cabo por compañías telefónicas locales, operadoras de larga distancia y fabricantes de equipos ISDN. Así mismo se han hecho pruebas para enlaces ISDN a nivel internacional.

La ISDN ya ha evolucionado en varios países hacia el servicio comercial que incluye voz, datos, texto e imágenes. En EE.UU. más de 150 organizaciones, ciudades y universidades habían implantado servicios de ISDN para finales de 1990. Singapore completó sus facilidades de la ISDN a velocidad básica a nivel nacional antes de 1989. A continuación se describen la situación de la ISDN en algunos países y las experiencias logradas.

5.1 Estados Unidos

En Norteamérica la tecnología digital empezó a introducirse desde 1962 utilizando para enlaces troncales los sistemas PCM de 24 canales que operan a 1544 kb/s. La disolución oficial del monopolio del Bell System a partir del 1/1/84 entre varias compañías operadoras (BROC: *Bell Regional Operating Companies*) ha tenido un profundo impacto en las telecomunicaciones en general y en la ISDN en particular, ya que la reglamentación es bastante compleja y afectada por continuos cambios. Esas compañías son: Ameritech, Bell Atlantic, BellSouth, Nynex, Pacific Telesis, Southwestern Bell y US West. Las BROC se interesaron en ISDN porque vieron una manera de introducir nuevos servicios y por tal razón empezaron temprano sus respectivas pruebas de campo, algunas de ellas antes de 1985. Quizás la más famosa de estas pruebas la llevó a cabo en 1986 la Illinois Bell con la corporación McDonald, que se ocupa de comida rápida y tiene más de 8000 sitios en todo el mundo. Actualmente la mayoría de los servicios ISDN en los EE.UU. son suministrados por las BROC y otras corporaciones privadas, pero la fragmentación de los servicios de telecomunicaciones entre operadoras locales y de larga distancia ha sido uno de los factores que ha retardado el desarrollo de la ISDN en ese país. Hay más de 50 islas ISDN en las redes norteamericanas, la mayoría en las grandes ciudades. Para septiembre de 1990 más de 136 grandes usuarios ISDN estaban usando el acceso básico o primario. La mayor parte del equipo de conmutación es el 5ESS de la AT&T, sin embargo también se ha instalado el DMS-100 de la Northern Telecom, el Saturn III de la Siemens y la PBX Definity de AT&T.

Recientemente se diseñó una estrategia para reactivar el interés en la ISDN, enfrentando dos problemas que la aquejan: la falta de equipos compatibles y su poca difusión. El plan, llamado anteriormente Año Cero y ahora llamado 1992 Nationwide ISDN, va a ser puesto en práctica por las compañías Bell y tiene el apoyo del gobierno federal, del ISDN Users' Forum, de la Corporation for Open Systems International y de los mayores fabricantes de equipos. Con el fin de resolver el problema de la interoperabilidad, las empresas AT&T, Northern Telecom y Siemens han acordado diseñar una versión común del software. Para resolver el problema de la ubicuidad, se va acelerar la instalación de centrales ISDN y ofrecer los nuevos servicios a las medianas y pequeñas empresas, que representan un mercado enorme previamente ignorado. Se ha publicado un informe relativo a los planes de las compañías Bell para instalar ISDN en sus centrales locales donde se dice que para 1994

habrá cerca de 62 millones de líneas capaces de ofrecer el acceso básico ISDN. Bell Atlantic tiene los planes más ambiciosos, con el 87% de sus líneas listas para ISDN en 1994, mientras que para Southwestern Bell es de apenas el 16%. Esta operadora hace poco y utilizando unas 18 mil líneas ISDN, estuvo realizando pruebas con la participación de las siguientes organizaciones: MacDonald, Chevron, Lockheed, 3M Company, Tenneco, Shell, South Methodist University, Hayes Company, Intel Company, DEC, CDC, Harris Company, Bellcore y AT&T. Además posee el Advanced Technology Laboratory (ATL) con facilidades para evaluar el comportamiento de equipos ISDN, para asistir en la búsqueda de soluciones o de necesidades específicas y aplicaciones y también para permitir que los vendedores de equipos puedan mostrar sus productos. En este laboratorio se han probado aplicaciones convencionales y no convencionales de la N-ISDN, entre las cuales se pueden citar: Acceso asincrónico a un host, acceso asincrónico a redes privadas de paquetes, conversión de protocolo asincrónico a SNA/SDLC, emulación de terminales 3270, multiplex remoto de 3174 vía el canal B por paquetes, reemplazo de un enlace VTAM INN, LAN extendida con bus pasivo, acceso remoto a un servidor LAN, uso compartido de modems, interconexión de LANs.

En 1989 se llevó a cabo una serie de pruebas en la Base Mather de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos en California que fue organizada por la AT&T por cuenta del NIST (*National Institute of Standards and Technology*). Estas pruebas eran para comprobar la interoperabilidad de la N-ISDN con las redes tradicionales de datos basadas total o parcialmente en el modelo OSI para interconexión de sistemas abiertos (tales como LAN, WAN y X.25) y así mostrar que la ISDN es una tecnología de transporte apropiada para tráfico de datos basado en OSI. De esta manera se buscaba lograr la inclusión de la ISDN en la nueva versión 2 del GOSIP (*Government OSI Profile*). GOSIP especifica los requisitos funcionales que deben cumplir los equipos de comunicación de datos adquiridos por las dependencias gubernamentales. El NIST, organismo responsable de elaborar GOSIP, había decidido que para incluir la ISDN dentro del GOSIP era necesario demostrar que su operación en armonía con otras tecnologías de red basadas en OSI y además demostrar cierto nivel de soporte comercial, esto es, de que había equipos ISDN de diferentes fabricantes disponibles en el mercado. AT&T tomó la iniciativa de planificar y conducir la prueba, usando productos disponibles (o casi disponibles), tanto ISDN que OSI. Se utilizó una configuración compuesta por equipos terminales (PC y estaciones de trabajo), equipos intermedios (*routers*), LANs (Ethernet y Token Ring) y una central ISDN, todos interconectados entre sí. La central suministraba las facilidades ISDN necesarias, incluyendo velocidad básica y manejador de paquetes X.25. Además manejaba los protocolos LAPB, LAPD, X.25/PLP y Q.931. Los equipos terminales operaban en ambiente DOS y UNIX, con implementación del protocolo clase 4 de OSI (TP4), para así poder suministrar el servicio sin conexión llamado CLNP (*ConnectionLess mode Network service Protocol*) y asegurar una base uniforme de extremo a extremo a nivel de capa de transporte sobre la cual operar los protocolos apropiados de capas superior, tal como FTAM y MHS. Cada terminal estaba conectado a la ISDN o a la LAN, en el primer caso a través de una tarjeta de expansión (o a través del puerto serial por medio de un adaptador de terminal) y en segundo caso a través de la tarjeta LAN apropiada. También se conectaron computadores tipo SUN, DEC y Macintosh, todos utilizando el OSI completo. Con los resultados exitosos de esta prueba, se va a facilitar el camino para la inclusión de la ISDN en el GOSIP, expandiendo así el alcance de la ISDN hacia los ambientes tradicionalmente intensivos de datos.

5.2 Francia

La red de telecomunicaciones francesa es una de las más digitalizada a nivel mundial y el gobierno apoya firmemente la teleinformática. Este hecho pone a Francia en una situación privilegiada para alcanzar la integración de los servicios en relativamente poco tiempo. La empresa Telecom France ha decididamente impulsado la ISDN, lanzando un servicio comercial llamado NUMERIS en diciembre del '87 y ha

desarrollado aplicaciones ISDN combinando texto, sonido, datos e imágenes. El éxito de NUMERIS ha sido posible gracias al desarrollo oportuno de terminales ISDN y adaptadores de terminales, así como del software apropiado para la operación de las centrales digitales. Desde la apertura de los servicios comerciales, los suscritores al acceso básico (BRA) han podido disponer de una gran variedad de servicios suplementarios, tales como mensajes de usuario a usuario, presentación de llamada, identificación y restricción de la línea llamante, transferencia de llamada, subdireccionamiento y portatilidad del terminal. Con el modo circuito NUMERIS permite la transmisión de voz y datos, mientras que con el modo paquete y utilizando el canal B, se puede acceder a la red pública por paquetes X.25 llamada TRANSPAC, la cual tiene 70 mil suscritores. También está disponible la conexión con la red conmutada de datos TRANSCOM y naturalmente la conexión con la red telefónica pública. Desde el principio estuvieron disponibles una amplia variedad de equipos (aparatos telefónicos ISDN, adaptadores de terminales, centrales PBX tipo ISDN y tarjetas para PC), a fin de satisfacer todas las necesidades para aplicaciones que utilizan los servicios suplementarios. También se diseñaron terminales multimedia a fin de aprovechar la capacidad de transmisión simultánea de voz, datos e imágenes. El servicio fue ampliado en 1989 con la introducción de la capacidad de acceso a velocidad primaria, especialmente para la conexión entre PBX. A partir de 1991, NUMERIS incluye también la transmisión de datos por paquetes en el canal D. Estos datos son multicanalizados y conmutados en las centrales, permitiendo así el acceso a redes dedicadas y a servicios tales como TRANSPAC, telex, videotex y monitoreo remoto. Por medio de un solo acceso se pueden establecer así varios circuitos virtuales simultáneos.

Una gran ventaja para el desarrollo de ISDN en Francia es que la mayoría de las centrales digitales existentes (basadas en el sistema E10 de la compañía Alcatel) pueden ser fácilmente adaptadas para funcionar con NUMERIS, evitando así la necesidad de crear una red superpuesta. Además la red de transmisión nacional se encuentra digitalizada casi completamente, así que Francia presenta un gran número de prerequisites convenientes para la implantación de la ISDN. Entre ellos se puede citar la introducción del Sistema de Señalización No.7 (SS7), para así mejorar la transferencia de señalización entre centrales, primero en el modo asociado de central a central y luego con el modo casi asociado, usando puntos de transferencia de señalización autónomos. Se esperaba que la disponibilidad del sistema completo SS7 alcanzara la cobertura nacional para 1990.

En 1989 el número de usuarios con acceso básico conectados a NUMERIS creció de 600 a 2000 y se estima que para 1995 habrá 500 mil usuarios. Hace casi 10 años France Telecom decidió promover los servicios videotex y así empezó, conjuntamente con proveedores de servicios, el desarrollo del minitel. Esa estrategia produjo un crecimiento espectacular con más de 12 mil servicios videotex para más de 5 millones de aparatos minitel. La empresa considera que hoy día NUMERIS significa una nueva oportunidad para suministrar servicios telemáticos y en tal sentido ha establecido una política de asociación con clientes, proveedores de servicios, fabricantes e instaladores. El cliente define sus necesidades, el proveedor de servicios aporta su experiencia y desarrolla la aplicación, mientras que France Telecom facilita el desarrollo de la aplicación completa y hasta puede financiar parte del desarrollo. Para finales del '90 había más de 2500 negocios que utilizaban NUMERIS y se habían firmado 400 contratos con clientes provenientes de diferentes sectores de actividad. Entre los objetivos de esta política está el promover el conocimiento de la ISDN, desarrollar nuevos servicios y aumentar el uso. Actualmente es posible evaluar los resultados de esta política porque muchos de los contratos ya son operativos. En primer lugar se puede notar la importancia que ha tomado la transferencia de imágenes y documentos. Esta aplicación era muy difícil antes de la ISDN debido a la carencia de circuitos conmutados a 64 kb/s de bajo costo. En segundo lugar se puede apreciar la gran diversidad de sectores de actividad involucrados en ISDN y que va desde agencias inmobiliarias hasta hospitales y clínicas; desde bancos hasta agencias de prensa; desde empresas de ingeniería hasta compañías farmacéuticas. El uso de la

ISDN mejora la eficiencia de las comunicaciones de esas empresas y en consecuencia fortalece su posición en relación a la competencia. En tercer lugar se observa el rol clave jugado por los PC en los diferentes proyectos, ya que actualmente pueden ser obtenidas a precios accesibles tarjetas internas para ISDN. Por último, pero no menos importante, es necesario notar que ISDN resuelve necesidades ya existentes. La razón principal del rápido desarrollo de aplicaciones en diferentes sectores de actividad es que las aplicaciones desarrolladas ya eran proyectos potenciales, pero que no se podían realizar a causa de que antes de la ISDN los recursos de telecomunicaciones eran inadecuados o muy costosos. Las aplicaciones ya contratadas se pueden clasificar en cuatro categorías:

1) Imágenes: Cerca del 30% de las aplicaciones usa una base de datos de imágenes fijas y los terminales son PC con una tarjeta ISDN y otra tarjeta para procesamiento de imágenes. Según el tipo de aplicación se pueden usar diferentes grados de definición: definición media para fotografías de bienes inmuebles o televigilancia, definición alta para imágenes médicas. Es importante notar que si bien al principio se utilizaron diferentes estándares *de facto* (tal como VGA), las aplicaciones más recientes están basadas en el nuevo estándar ISO ADCT, lo cual facilitará la diseminación de tales aplicaciones por su compatibilidad. Algunas de esas aplicaciones son:

- * Banco de imágenes de animales salvajes y de especies en extinción, con texto explicativo y referencia a las leyes internacionales sobre su exportación/importación.
- * Imágenes meteorológicas para la armada francesa y para las estaciones de televisión que difunden boletines del tiempo.
- * Imágenes médicas tales como rayos X entre un hospital y un centro médico universitario.
- * Comparación de imágenes microscópicas de células sanguíneas tomadas en laboratorios públicos y privados con un banco de referencia de células.
- * Almacenamiento, transferencia y exhibición de imágenes de productos acompañados de comentarios hablados, para uso en tiendas por departamento.

2) Documentos: Esta categoría representa el 16% e incluye diferentes casos: desde documentos farmacéuticos (*Glaxo*) hasta documentación petrolera (*Geostock*, *British Petroleum*, *Shell*, *Total* y *Elf*); desde transmisión de documentos entre bibliotecas públicas (*DBMIST*) hasta gestión de ordenes de pedido de equipos de computación (*Hewlett Packard*). Muchas de estas aplicaciones se orientan a mejorar la eficiencia en la búsqueda de documentos y sus beneficios son bastante obvios. Por ejemplo, en el caso de la documentación farmacéutica, ISDN sustituye el sistema previo el cual requería aproximadamente un mes desde que un doctor solicitaba tal documentación a la empresa farmacéutica (*Glaxo*) hasta el momento en que recibía el documento por correo, luego de una larga búsqueda de esa información. Ahora en cambio, apenas el empleado de la compañía farmacéutica recibe la solicitud del doctor, casi instantáneamente accesa el documento correspondiente en la base de datos y lo envía automáticamente al doctor. En el caso del sistema de biblioteca pública *DBMIST*, desarrollado conjuntamente con el Ministerio de Educación de Francia, la ISDN reemplaza el viejo sistema en el cual cada vez que un usuario solicitaba un documento en una biblioteca y no lo encontraba, era necesario solicitarlo por correo a la biblioteca central donde supuestamente se podía encontrar. Luego había que esperar varios días para recibirlo. En cambio con ISDN cuando el funcionario de la biblioteca recibe la solicitud, accesa la base de datos de la biblioteca central y selecciona el documento requerido. Este luego es transmitido automáticamente a través del fax Grupo 4 y puede ser entregado al usuario en algunos minutos en vez de varios días.

3) Datos: En esta categoría se encuentra el 20% de las aplicaciones que se utilizan para recolectar información de puntos de venta y también para contabilidad, telecopia de software, transferencia de archivos, CAD (*Computer Aided Design*), transferencia entre un banco y sus mayores clientes, despacho automático en venta al detal, etc. En estas aplicaciones ISDN suministra la capacidad relativamente alta de 64 kb/s que permite la transmisión a un costo bajo, ni siquiera imaginable algunos años antes. Adicionalmente provee una mejor seguridad, que es un requisito fundamental en lo que se refiere a la transferencia de fondos. Muchos de los últimos contratos caen en esta categoría, lo cual demuestra que la demanda del mercado está ahora más madura. Los usuarios con aplicaciones más convencionales también están emigrando hacia ISDN simplemente por razones económicas.

4) Multimedia: Esta categoría cubre el 28% de aplicaciones e involucra enseñanza remota, publicidad audiovisual en tiendas por departamentos, entrenamiento audiovisual a empleados y hasta apuestas con caballos. Puede ser considerada como la parte emergente de aplicaciones novedosas que estaban limitadas en su potencialidad, pero que se pueden hacer realidad gracias a la ISDN, facilitando así el desarrollo de nuevos medios de comunicación y abriendo nuevas perspectivas para las comunicaciones de persona a persona y de persona a máquina.

En resumen, luego de teorizar durante muchos años acerca de las ventajas de la ISDN, hoy día se pueden empezar a ver en Francia los beneficios prácticos a través de muchas aplicaciones, particularmente en el campo comercial. La ISDN suministra una buena oportunidad para considerar globalmente todos los aspectos de servicio del usuario residencial, comercial y financiero, pero también para aplicaciones muy poco convencionales, pero ejemplo en el campo policial. En efecto, la organización Interpol está estableciendo enlaces ISDN entre 20 oficinas en París y Bruxelles, para alcanzar la totalidad de sus 158 oficinas en el mundo en 1996. De esta forma se podrán distribuir fácilmente los reportes policiales, que contienen texto, fotos y huellas dactilares.

5.3 Alemania

En Alemania Occidental la administración telefónica pública Deutsche Bundespost decidió en 1982 que la ISDN era un objetivo concreto a alcanzar en los próximos años y el gobierno federal consideró el asunto de alta prioridad. En 1986 arrancó un proyecto piloto en las ciudades de Mannheim y Stuttgart con cerca de 400 usuarios conectados a dos centrales, con el fin de evaluar el funcionamiento de todas las partes en las ISDN y adquirir experiencia en la operación del sistema. La explotación comercial empezó en 1989 con 8 ciudades (Hamburg, Berlin, Hannover, Dusseldorf, Frankfurt, Stuttgart, Nuremberg y Munich). En cada una de estas ciudades se pusieron a disposición inicialmente mil líneas ISDN ofreciendo los siguientes servicios: telefonía digital con servicios suplementarios; facsímil de alta velocidad y alta resolución (Grupo 4 del CCITT); teletex (interconectado también al telex); servicio de transporte sin restricción a 64 kb/s, modo circuito; transmisión de datos por conmutación de circuitos, usando adaptadores X.21; transmisión de datos por conmutación de paquetes usando adaptadores X.25; servicios ya ofrecidos en la red telefónica (videotex y transmisión de datos usando modems). La empresa privatizada DBP Telekom (la antigua Deutsche Bundespost) amplió los servicios comerciales ISDN a 135 ciudades y ha empezado a trabajar conjuntamente con British Telecom International y France Telecom para enlaces ISDN internacionales.

En Alemania operan actualmente una gran variedad de redes de telecomunicaciones. Está la red telefónica con aproximadamente 27 millones de suscriptores, la red de datos Datex-L por conmutación de circuitos con unos 30 mil suscriptores, la red de datos Datex-P por conmutación de paquetes con unos 13 mil suscriptores y la red de telex con unos 165 mil suscriptores. Se utilizan líneas de acceso separadas para cada uno de estos servicios y tomando en cuenta que la inversión en la línea de suscriptor significa el 50-70% de los costos de una red, es fácil darse cuenta que lo más con-

veniente no es el multiplicar el número de líneas, sino la ISDN. Para 1993 se estará en la posibilidad de garantizar cobertura ISDN a toda Alemania Occidental y en las áreas donde para esa fecha no exista aún una central digital, habrá la posibilidad de conectarse a otra central remota ISDN, pero tanto desde el punto de vista administrativo que de numeración, es como si estuviese en la central local. A fin de asegurar que los suscriptores ISDN puedan conectarse con el mayor número de suscriptores de otras redes, se ha efectuado la interconexión con la red telefónica, la red de datos y la red telex. La integración total de la conmutación por paquetes dentro de la ISDN se alcanzará para 1992-93.

5.4 Reino Unido

La British Telecom (BT) estuvo efectuando desde 1985 pruebas en ISDN con 2000 usuarios utilizando un System X piloto y tuvieron lugar en Londres, Birmingham y Manchester. Actualmente BT está introduciendo la ISDN comercial con velocidad básica y para junio de 1991 se estimaba alcanzar unos 90 mil usuarios en el Reino Unido. BT ya ha elaborado las tarifas y ha previsto la disponibilidad para los servicios BRA a fin de entrar de lleno en servicio antes de finales del '93. También ofrece el servicio internacional a varios países. El servicio ISDN-2 utiliza enlaces a 64 kb/s y se basa en estándares europeos. BT ya dispone de un servicio a velocidad primaria PRA llamado ISDN30 que suministra 30 canales de 64 kb/s para acceso PBX, pero se basa en un esquema de señalización propio, llamado *Digital Access Signaling System* 2. En la última fase, desde enero a diciembre del '91, ISDN-2 estaría disponible para centros financieros a través de todo el Reino Unido. BT va a invertir en Escocia 28 millones de dólares en 3 años para digitalizar 250 centrales telefónicas, 43 de las cuales serán completamente ISDN.

5.5 Japón

La operadora estatal NTT estuvo desarrollando un sistema de red de información (INS) de concepción muy avanzada y en 1984 arrancó una prueba piloto en Tokio, ofreciendo una amplia gama de servicios: sistema de 64 kb/s para voz, datos, facsímil e imágenes fijas; sistema de TV de alta definición (30 MHz); sistema de banda ancha para videoconferencia, transmisión de imágenes y facsímil ultra rápido, operando a 32 Mb/s. La misma empresa NTT empezó en abril del '88 el servicio comercial ISDN en las ciudades de Tokio, Nagoya y Osaka, basado totalmente en las recomendaciones del Libro Azul del CCITT. Este servicio, llamado INS-Net 64, permite el acceso básico BRA de 2B+D. A partir de junio del '89 se añadió el servicio INS-Net 1500 a velocidad primaria 23B+D o 24B+D para 60 ciudades y pueblos, con unas 2000 líneas de suscriptores. En este último sistema también se utilizan los canales H para las velocidades más altas de 384 kb/s (H_0) y 1.5 Mb/s (H_{11}). Estos canales H pueden ser usados para comunicaciones por conmutación de circuito.

El servicio ISDN empezó con un ancho de banda de voz de 3.1 kHz y 64 kb/s de servicio de transporte sin restricción en modo circuito. Desde entonces se ha añadido el modo de paquete, tanto para el canal B que el D. Utilizando el canal D se proveen servicios suplementarios tales como identificación de la línea que llama, facturación inmediata y discado directo. Para marzo de 1989 NTT ofrecía el servicio en 28 ciudades con unos 1000 suscriptores en total. Para abril de 1990 el número de líneas de suscriptores de INS-Net 64 era de cerca de 7500, mientras que para el servicio INS-Net 1500 era cerca de 140. Para esa fecha el servicio estaba disponible en 215 ciudades y NTT tenía planes de hacer que el servicio INS-Net estuviese disponible en cerca de 1000 localidades en Japón para marzo de 1991. En número de suscriptores llegó a 5000 en julio de 1991. Se esperaba tener 76000 suscriptores para finales de 1991 y 750 mil suscriptores para 1995.

5.6 Venezuela

En opinión de algunos, la penetración de la ISDN en los países en vías de desarrollo como Venezuela no aparecerá antes de mediados de la década, ya que primero hay que satisfacer los servicios telefónicos básicos. Otros opinan que las

telemática y la ISDN pueden ayudar a superar el subdesarrollo, pasando directamente a la era post-industrial.

Para 1992 la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV) piensa invertir 35 mil millones de bolívares en la instalación de 200 mil líneas digitales en todo el País y la meta es digitalizar el 80% de las 4 millones de líneas que se piensa tener el servicio para el año 2000. Los planes sobre la ISDN todavía no están bien definidos, debido a la reciente privatización, pero el elevado potencial económico del país permiten pensar en un futuro mejoramiento de la economía que dará ocupación a un número creciente de personas en el sector servicios. Este despegue de la economía y su progresiva terciarización implicarán una creciente demanda de servicios de telecomunicación por parte de todos los sectores productivos, lo cual favorecerá la introducción de la ISDN.

En el año 1987 se efectuó un estudio preliminar de factibilidad para la introducción de la ISDN en Venezuela. Dicho estudio fue patrocinado por la UIT (*Unión Internacional de Telecomunicaciones*) y fue llevado a cabo bajo la dirección de la ITT/Standard Eléctrica S.A. de España con la colaboración de la CANTV. En el estudio se analiza la evolución de una red ISDN para Maracaibo durante un periodo de 15 años. Los años de referencia son 1990, 1995 y 2000, los cuales fueron elegidos porque son representativos de las diversas fases por las que presumiblemente va a pasar la ISDN hasta el momento de su madurez. Se esperaba inferir los resultados para el resto del País en función de los resultados obtenidos para la ciudad de Maracaibo.

Con el objeto de introducir las facilidades ISDN, experimentar sus novedades y permitir la familiarización con sus características se propuso efectuar una experiencia piloto con unos 50 usuarios en al menos 2 ciudades (Maracaibo y Caracas) incluyendo grandes edificios, abonados comerciales y abonados residenciales. Dicha red piloto precedería a redes comerciales de integración mínima (1990-95) y máxima (1996-2000), dando paso posteriormente a la integración de banda ancha. La fecha de iniciación fue establecida para el segundo semestre de 1988 a fin de empezar la explotación comercial a partir de 1990. Se tenía intención de empezar a ofrecer los siguientes servicios: telefax, teletex, computador personal, telemetría y alarmas. Este experiencia piloto no ha llegado a concretarse hasta la fecha.

5.7 La ISDN en redes corporativas

Las redes privadas han sido y están siendo utilizadas por las corporaciones para enlazar convenientemente a sus distintas dependencias ubicadas en diferentes localidades y tradicionalmente se han caracterizado por poseer características más avanzadas en comparación con las redes públicas. Ellas son consideradas cada vez más como un activo importante por dos razones: En primer lugar, los costos en telecomunicaciones representan (como media) el 1% del volumen de costos de una empresa y con tendencia a crecer, por lo que hay que evaluarlos cuidadosamente. En segundo lugar, las telecomunicaciones juegan un rol estratégico para las operaciones de las compañías, por ejemplo, reduciendo los costos de ingeniería y fabricación, acortando el tiempo requerido para la comercialización de sus productos y facilitando unas relaciones más estrechas tanto internamente que con sus clientes y proveedores.

Se observa un crecimiento importante del tráfico de datos en ambiente corporativo debido a la interconexión de LANs, pero también juegan un rol importante otras aplicaciones tal como videoconferencia, intercambio electrónico de datos (EDI: *Electronic Data Interchange*) y sistemas CAD/CAM para diseño y fabricación. Mientras tanto las redes tradicionales de voz están siendo mejoradas con el uso de PBX digitales que permiten que facilidades avanzadas estén disponibles en las diferentes sedes de la empresa (por ejemplo, un usuario en Caracas podría comunicarse con otro usuario en Maracaibo como si fuera local). Sin embargo esta capacidad de la red exige un ancho de banda grande y el reto para los próximos sistemas de área

amplia (WAN: *Wide Area Network*) es lograr satisfacer los requisitos conflictivos de bajo costo y alto rendimiento.

La implantación de la ISDN privada (o virtualmente privada) a través de toda la red corporativa permite integrar geográficamente sitios dispersos de manera que ellos se comporten como si estuvieran conectados a la misma central. Esto es posible utilizando ciertas facilidades tales como identificación y nombre de usuario que llama, reenrutamiento y rellamada ocupada. Estas facilidades actualmente están disponibles (cuando lo están) sólo en la propia PBX, pero pueden ampliarse a toda la red por medio de la ISDN privada. Con una red corporativa ISDN se puede lograr un mejor control de los servicios de la red y mayor flexibilidad, pudiéndose diseñar un sistema con mejor eficiencia. La ISDN permite que una llamada de cualquier tipo (voz o datos) pueda ser asignada a un canal por demanda, de manera que las horas de tráfico pico se pueden acomodar con un menor número de enlaces troncales. La asignación dinámica de canales puede ser de 10% a 30% más eficiente que líneas dedicadas. La ISDN permite cualquier combinación de llamadas de voz o de datos, facilitando la integración de redes previamente separadas. De esta forma se elimina la necesidad de líneas de datos dedicadas y sus respectivos modems, lo cual se traduce en menores costos de operación y mantenimiento, además de mayor facilidad de gestión de la red. Con su ISDN las corporaciones pueden centralizar servicios tales como distribución automática de llamadas y mensajes de voz para así reducir los costos, al mismo tiempo que se mejora la calidad del servicio. El acceso completo a un centro de mensajería significa que los sitios remotos no van a necesitar un sistema separado de mensajería, reduciendo así los costos sin reducir la funcionalidad. Como ejemplo, una llamada que se recibe en un sitio remoto puede ser redireccionada al sistema centralizado, junto con el número del usuario llamado. Esto permite que el sistema conteste con un mensaje del usuario llamado, tal cual si el sistema se encontrara en el sitio remoto. También se puede redireccionar o centralizar el servicio de receptionista, de manera que las llamadas a un sitio pueden ser atendidas por una receptionista en otro sitio. Esto ayuda a reducir los gastos de personal y sobre todo ayuda a disminuir la frustración de los usuarios, ya que la llamada tiene más posibilidad de ser atendida. La identificación del usuario llamante facilita nuevas aplicaciones, ya que se pueden limitar selectivamente ciertos números, localizar la fuente de una llamada para el departamento de seguridad y así mejorar el tiempo de respuesta en caso de emergencias.

La discusión sobre si establecer o no la infraestructura de una red corporativa privada se hace cada vez más compleja ya que hay numerosos factores que entran en juego. En efecto, los proveedores de servicios en un ambiente de mercado liberalizado están haciendo ofertas muy atractivas, tal como las VPN (*Virtual Private Networks*). Por otro lado el ritmo cada vez más rápido del progreso tecnológico empieza a limitar seriamente la capacidad del personal en las grandes empresas para mantenerse actualizados y en consecuencia tomar decisiones acertadas con respecto a sus redes. La variedad de las posibilidades y la complejidad de los sistemas está incrementando el costo de conservar en casa la experticia necesaria para tomar decisiones o para evaluar distintas soluciones. Como ejemplo, se afirma que los cambios son tan rápidos que la novedosa comunicación por Frame Relay puede convertirse en una tecnología ya obsoleta aún antes de que estén completos los estándares y los productos disponibles comercialmente.

Es conveniente considerar con cierto detalle las ventajas de las redes privadas y al mismo tiempo analizar sus inconvenientes. Siempre se ha aceptado que es posible defender la decisión de tener redes privadas en base a su seguridad, bajo el argumento de que si se transmite información sobre líneas propias es claramente mucho más seguro que usar una red pública. Esta afirmación sin embargo no toma en cuenta el hecho que una línea dedicada privada a menudo no es otra cosa que un canal multicanalizado en una red pública y que a la larga resulta compartida con otros canales que no son de la propia empresa. También hay argumentos a favor de

las redes privadas que tienen que ver con la gestión autónoma de los recursos, flexibilidad, adquisición del *know-how*, etc. Algunos de estos argumentos son más válidos que otros; por ejemplo, puede que realmente haya necesidad dentro de una corporación de poseer suficiente experticia para así entender las implicaciones de una cierta planificación de la red o del desarrollo tecnológico, todo lo cual aseguraría que la corporación tome la mejor decisión desde el punto de vista técnico-económico. Sin embargo en realidad tal experticia puede ser obtenida cuando se necesite a través de consultores externos, fabricantes de equipos y los propios proveedores de servicios. Si bien naturalmente es importante tener en cuenta cierta posible polarización por parte de ellos, por otro lado las opiniones y recomendaciones así obtenidas puede que estén basadas en una experiencia más amplia de la que tenga el personal de la corporación. Adicionalmente para salvaguardar los intereses de la corporación se puede firmar un contrato de servicio con las empresas operadoras, especificando la disponibilidad, calidad y costo de los diferentes servicios, para que cualquier incumplimiento pueda ser indemnizado monetariamente o rebajando las tarifas.

Las ventajas de usar la red pública tiene que ver principalmente con las inversiones en equipos y la flexibilidad. El proveedor de servicios puede diseñar el sistema para que esté perfectamente adaptado a las necesidades específicas de una dada corporación (incluyendo la facturación detallada) y además puede lograr economía de escala, ya que tiene una cobertura geográfica amplia y en consecuencia puede acomodar más fácilmente cambios rápidos en el perfil del tráfico. Por otro lado la corporación no debe preocuparse excesivamente de las dificultades tecnológicas y de las presiones que permean el mercado de las telecomunicaciones. Así, las necesidades de competencia técnica dentro de la corporación se reducen, junto con las grandes inversiones de capital en equipo de red y en personal. En este escenario el gerente de telecomunicaciones se preocupa menos de cómo proveer los servicios y se ocupa más de administrar los diferentes niveles de servicio.

Como ya se mencionó, los progresos en el sector de las telecomunicaciones son extremadamente rápidos. Además de los retos que esto representa para los especialistas, está influyendo en el mercado de muchas maneras. La progresiva computarización de los sistemas de conmutación permite a los proveedores de servicios el instalar rápidamente nuevas facilidades y responder a las solicitudes de sus clientes. Los costos decrecientes de transmisión también hacen bajar los costos de interconexión. El crecimiento de la computación distribuida y las aplicaciones cliente-servidor hacen crecer las necesidades de ancho de banda y aumentar dramáticamente el tráfico. Actualmente se están ofreciendo servicios de red no solamente para sectores *verticales* del mercado, tales como bancos y líneas áreas, sino también para sectores *horizontales*, tales como interconexión de redes locales. Varias operadoras suministran los equipos (*bridges* y *routers*) de interconexión de LAN para ser instalados en los predios del usuario y así lograr una red de cobertura amplia a alta velocidad y con una tarifa homogénea. En términos prácticos, sin embargo, el costo del ancho de banda es todavía la parte más significativa de los gastos de operación de la red, por lo que las corporaciones se muestran renuentes a alquilar circuitos de alta velocidad caros a menos que su utilización sea también alta. Esto se traduce en la necesidad de ancho de banda por demanda y la ISDN pública puede ser muy apropiada para facilitar tales soluciones. En tal sentido parece probable que muchas empresas adopten soluciones híbridas, utilizando circuitos dedicados para lograr un cierto grado de interconexión y adicionalmente circuitos por discado vía ISDN pública, X.25, Frame Relay o SMDS (*Switched Multimegabits Data System*) para aumentar la capacidad de acuerdo a la necesidad. Hoy día una oleada de privatización y liberalización barre el campo de las telecomunicaciones a nivel mundial y los proveedores de servicios mejoran continuamente sus ofertas tratando de capturar o mantener una cuota del mercado. Este mercado global emergente va a alterar dramáticamente la forma de las redes en el futuro. Las decisiones que están siendo tomadas por las empresas operadoras son influenciadas por una amplia gama de

factores; por ejemplo, si ya se ha invertido grandemente en la infraestructura para ISDN o X.25 (tal como es el caso de Francia), no hay mucho interés de suministrar el novedoso servicio de Frame Relay público.

Después de dos décadas de un esfuerzo continuo y costoso para desarrollar redes privadas para transmisión de voz y datos, muchas corporaciones internacionales han empezado un regreso tentativo hacia los servicios ofrecidos por las redes públicas. Este retorno es actualmente una tendencia claramente definida en lo referente al tráfico de voz, el cual es considerado cada vez más como un servicio no estratégico que debe ser adquirido al costo más bajo al vendedor que ofrece mayor confiabilidad. Sin embargo a medida que las llamadas de voz representen una porción decreciente del tráfico de los grandes usuarios, la pregunta es si la red pública se mostrará como una alternativa atractiva para servicios de datos tales como supervisión, control y telemetría de operaciones, que son más estratégicos y más complejos. Pero a medida que el concepto de interconexión de sistemas abiertos (OSI) avance, permitiendo mayor facilidad de unir subredes para construir un todo integrado y a medida que las redes públicas de paquetes o la misma ISDN se puedan usar como sustitutos para líneas dedicadas, se hará más difusa la distinción histórica de red pública vs. privada, al punto tal que en el futuro pueda que no tenga mucho sentido el diferenciarlas. Hoy día con la ISDN pública se logra conectividad digital de extremo a extremo a alta velocidad y con la ventaja del establecimiento rápido de las llamadas. Un claro beneficio de la ISDN pública para las corporaciones es la alternativa de llamar por discado en el caso de que haya una falla en los circuitos privados dedicados. Esto elimina la necesidad de implementar topologías tipo malla para mayor robustez y trae una reducción de costo por la eliminación de circuitos dedicados destinados exclusivamente a respaldo. La ISDN pública también permite aumentar la capacidad a un enlace congestionado y entonces los requisitos a corto plazo para una conectividad con alta velocidad puede satisfacerse sin el costo punitivo de circuitos dedicados extra. Una ulterior aplicación de la ISDN pública consiste en facilitar el acceso a sus sedes remotas, donde no puede justificarse un circuito dedicado permanente y donde se requieran velocidades de datos superiores a las que se pueden conseguir sobre la red telefónica pública convencional.

5.8 Experiencias en el sector privado

En los Estados Unidos los bancos están empezando a aprovechar ciertas facilidades de la ISDN. El teléfono integrado es una de las novedades más apreciadas por los empleados bancarios, ya que muestra información y mensajes en un *display* de cristales líquidos y dispone de teclas especiales cuyas funciones cambian dinámicamente dependiendo de lo que hace el usuario. La ISDN facilita el trabajo a la recepcionista de la central telefónica, la cual dispone de una pantalla donde se pueden ver los números de las llamadas entrantes, la historia de las llamadas cursadas y el directorio de todas las extensiones. Además puede usar el correo de voz para enviar un mensaje al empleado o recibir un mensaje de un empleado ausente, etc. Los beneficios incluyen respuestas más profesionales ya que la recepcionista a menudo sabe quien está llamando al reconocer su número en la pantalla. Se estima que las mejoras producidas por la ISDN permiten que las recepcionistas puedan manejar un 75% de llamadas adicionales.

La ISDN también permite el acceso a una variedad de computadores *host* del banco por parte de sus funcionarios y clientes. El mayor beneficio es el hecho que el usuario puede acceder simultáneamente varios *hosts* y así, por ejemplo, usar el correo electrónico que reside en un *host* y cierta base de datos que reside en otro *host*. Antes de ISDN a menudo el usuario tenía que desconectarse del correo electrónico para buscar en la base de datos la información relacionada con el mensaje leído en el correo y regresar de nuevo al correo para enviar un mensaje usando esa información. ISDN le permite conmutar entre las dos sesiones activas con los *hosts* con sólo pisar una tecla. El uso de la ISDN para el acceso a *hosts* le ahorra dinero al banco, debido a la mejor utilización de los puertos del *host* y de

los controladores de *cluster*, pero también por un más fácil mantenimiento de controladores centralizados en vez de controladores disperso en diferentes sucursales bancarias.

Los cajeros automáticos (ATM: *Automatic Teller Machine*) representan una actividad bancaria en fuerte crecimiento y la ISDN permite reemplazar líneas dedicadas costosas y colocar hasta 8 ATM en una sola línea ISDN con acceso básico. También el banco puede fácilmente instalar un nuevo ATM si dispone de una línea ISDN en el área, pero que no está siendo utilizada a su plena capacidad. La posibilidad de poner rápidamente en servicio un nuevo cajero electrónico le da a ese banco una ventaja sobre la competencia.

Una aplicación interesante de la ISDN tiene que ver con aprobación de créditos: El gerente de una sucursal bancaria recibe la llamada de un cliente y en la pantalla aparece la solicitud de crédito junto con el perfil del cliente. El gerente a continuación puede conferenciar (sin desconectarse del cliente) con el encargado de créditos en la sede principal y así rápidamente tomar una decisión. Aplicaciones como ésta facilitan el trabajo del personal, lo cual significa una ganancia en productividad, además de los clientes quedarán más satisfechos al obtener la respuesta en seguida.

Con sus sedes para el diseño de nuevos productos ubicadas en Estados Unidos, Alemania y el Reino Unido, la fábrica de automóviles Ford Motor Co. necesita coordinar simultáneamente el trabajo de ingenieros de las tres regiones. En tal sentido su filial Ford of Europe, Inc. ha construido una de las primeras redes corporativas ISDN transcontinentales. Ford de Europa emplea 120 mil personas en sitios de producción repartidos entre Bélgica, Francia, Alemania y el Reino Unido. Sus ventas anuales son más de \$20 billones. Una razón fundamental detrás de esta decisión es hacerle frente al desafío japonés que está capturando todos los mercados en Europa y Norteamérica, para lo cual se necesita hacer mejor uso de los recursos globales de diseño y fabricación y así alcanzar calidad a bajo costo. Antes de concebir el plan en 1980, el volumen de tráfico estaba creciendo y existía la necesidad de una coordinación internacional de su red de telecomunicaciones. También se estaba experimentando un fuerte crecimiento del tráfico de datos en comparación con el tráfico de voz, entre otras cosas por el fuerte aumento de aplicaciones CAD/CAM. En 1988 Ford tenía 600 terminales CAD/CAM en Europa y para finales de 1992 el número llegaría a 2 mil. Hasta mayo de 1991 se utilizaban 6 distintas redes (2 públicas y 4 privadas). Las 2 redes públicas eran para telefonía convencional y datos por paquetes (principalmente correo electrónico). Una de las redes privadas era para transmitir información de ingeniería entre 35 computadores host y 700 terminales en las 3 regiones. Ahora la compañía utiliza la N-ISDN para interconectar sus sedes en Alemania y el Reino Unido donde se desarrollan los nuevos modelos de carros europeos y así facilitar el llevarlos más rápidamente al mercado. Los sistemas de computación en Alemania y el Reino Unido están conectados a esta red ISDN de \$55 millones que une a ambos países. Entre todas las tecnologías disponibles se decidió que la ISDN sería la mejor, ya que la ISDN no sólo ampliaría la capacidad de transmitir datos, creando un *backbone* para aplicaciones CAD/CAM, sino que también se modernizaría de red de voz. La red telefónica anterior privada se componía de cerca de mil líneas alquiladas que conectaban 34 sitios en Europa. La calidad del servicio era pobre y un 22% de los intentos de llamadas internacionales no lograban completarse. De éstas, el 11% era sobre líneas de baja calidad.

La nueva red está basada en centrales PBX ISDN modelo HICOM 300 de la Siemens y fue diseñada para aumentar la velocidad de trasmisión, mejorar la confiabilidad, permitir un control centralizado sobre la red y reducir los costos. El presupuesto de gastos para la red anterior era de \$45 millones anuales y ahora se espera lograr ahorros de \$2 millones. La ISDN ha reemplazado no sólo las redes públicas, sino también las 4 redes analógicas privadas. A plena capacidad puede llevar voz, datos y gráficos entre 14 mil teléfonos digitales, 3 mil teléfonos analógicos y 2 mil terminales

CAD/CAM. Un factor clave en el desarrollo de nuevos productos comerciales es el intercambio rápido y efectivo de ideas, para lo cual se requiere una red rápida y flexible que facilite la comunicación a través de múltiples localidades. Los ingenieros de la Ford ahora pueden acceder bases de datos centralizadas para CAD/CAM y otras aplicaciones, tal como el sistema de análisis de choques, con el cual se simulan los efectos de un accidente. Ford está trabajando conjuntamente con Siemens con el fin de desarrollar una interfaz CAD/CAM para aplicaciones de correo electrónico con lo cual se podrá, por ejemplo, enviar los esquemas de ingeniería a un *dealer*. Se piensa expandir la red en la segunda fase para unir fábricas de repuestos en Hungría, Irlanda, Portugal y España. Las PBX están unidas por enlaces a 2 Mb/s entre 8 sitios en Alemania y el Reino Unido. Más adelante la compañía piensa instalar centrales con capacidad para B-ISDN a 140 Mb/s.

BASF AG es una de las empresas químicas alemanas entre las más grandes y está instalando una red privada basada en la PBX ISDN Meridian de Northern Telecom, en vez de la anterior de Siemens. Esta nueva red posee 18 PBX ubicadas en 14 sitios con un total de 28 mil extensiones y cada día se procesan 250 mil llamadas. Los sitios son Alemania, Inglaterra, Francia, Italia y Holanda. Esta red se diseñó con la finalidad de reducir los costos y para tener mayor flexibilidad con respecto a lo que se podía conseguir con las operadoras públicas, cuyo costo de arrendamiento de líneas a 2 Mb/s es elevado, sobre todo en Europa. Con esta nueva red BASF ha adoptado una solución híbrida: La llamadas entre dos sitios importantes, tal como la sede principal y las fábricas pasan sobre la red privada a 2 Mb/s; para llegar a otros sitios en Alemania se usa el servicio de red virtualmente privada (VPN) de la operadora DBP Telekom. La ISDN se utiliza principalmente para voz y en el futuro para videoconferencia; también se usa para correo electrónico dentro de Alemania. La PBX Meridian también permite mensajes de voz y puede transferir una llamada automáticamente a cualquier otra extensión dentro de Europa. Para el grueso de los datos BASF posee una red de paquetes X.25 privada. Los dos sistemas están integrados a nivel de nodos internacionales. También se piensa interconectar estas centrales con las centrales Rolm que posee en Estados Unidos y añadir videoconferencia entre los 2 continentes.

La empresa multinacional Imperial Chemical Industries (ICI) ha instalado una red privada ISDN para unir a sus oficinas en los países escandinavos y piensa instalar redes similares en Frankfurt, Milán, París y Barcelona. La decisión de emigrar hacia la ISDN surgió de una reorganización de ICI, completada en septiembre de 1990. El sistema, a un costo de \$200.000, está basado en la PBX Meridian SL1-ST de la Northern Telecom.

6 Hacia la ISDN de banda ancha

Las velocidades de los canales en la N-ISDN son inadecuadas para muchas aplicaciones de interés: Por un lado la velocidad básica 2B+D que suministra canales de 64 kb/s y 16 kb/s no es una mejora sustancial sobre los modems de hoy día, los cuales permiten transmitir datos a 9.6 kb/s y 19.2 kb/s sobre líneas telefónicas conmutadas. Se da el caso que 64 kb/s no es nada especial para la transmisión de datos a los cuales muchos usuarios actuales han estado acostumbrados, por ejemplo con las redes locales trabajando a 10 Mb/s y más. La velocidad primaria operando a 1544 o 2048 kb/s claramente es una mejora sobre la velocidad básica, pero no es diferente en velocidad de lo que es el popular T1 de 1.5 Mb/s usado frecuentemente hoy día, de manera que cabe preguntarse ¿Porqué abandonar el T1 e introducir un nuevo equipo de interfaz ISDN? Por otro lado la velocidad primaria también es muy baja para las necesidades de los grandes usuarios de procesamiento de datos: se requieren casi 5 minutos para transferir un archivo de 50 Mbytes a la velocidad de transmisión T1. Desde el punto de vista de estos usuarios, la verdadera excitación con ISDN viene cuando se habla de las capacidades de la B-ISDN, donde por ejemplo, 155 Mb/s es una mejora sustancial sobre las velocidades actuales. Un archivo de 50 Mbytes se puede transferir entonces en apenas 2.5 segundos! El precursor de la B-

ISDN es el ~~servicio~~ T3 a 45 Mb/s, de uso cada vez mayor. De hecho la gran popularidad del T1 y la creciente popularidad del T3 están estableciendo la base para la introducción de la B-ISDN a 155 Mb/s y 622 Mb/s.

Así que por las limitaciones y poca flexibilidad de las redes actuales de datos y de la ISDN de banda estrecha, se ha vuelto prominente la discusión sobre la ISDN de banda ancha para suministrar servicios a velocidades más altas. Pero el problema con la B-ISDN no es meramente el hecho de aumentar la velocidad de operación, sino que se afecta la compatibilidad de tecnologías de conmutación, el medio de transmisión en la línea de usuario, la disponibilidad de adaptación de velocidades y la eficiencia en la utilización del ancho de banda. Si bien algunos principios básicos de la N-ISDN pueden ser utilizados para la B-ISDN, la tecnología propuesta es bastante diferente. Por ejemplo, los problemas de conmutación y transmisión de video y datos a alta velocidad son distintos de los de la voz. B-ISDN difiere de N-ISDN en tres aspectos claves:

- * N-ISDN aprovecha la infraestructura de la red telefónica que existe actualmente y que está basada en líneas de usuarios con pares de cobre; B-ISDN en cambio utiliza cables de fibra óptica.

- * N-ISDN es principalmente una red basada en conmutación de circuito y utiliza la conmutación de paquetes solo en el canal D, el cual está destinado a la señalización; B-ISDN en cambio utiliza sólo conmutación por paquetes.

- * Las velocidades de canal en N-ISDN están predefinidas: por ejemplo, 16 kb/s para el canal D y 64 kb/s para los canales B (o D); en cambio B-ISDN utiliza canales virtuales, sin ninguna velocidad predefinida. La única limitación de velocidad de los canales virtuales es la velocidad física de la interfaz usuario-red, la cual puede ser o 155 Mb/s o 622 Mb/s.

La clave para el éxito de la B-ISDN es su capacidad de permitir una amplia variedad de tráfico y diferentes requisitos de servicio. En efecto, la B-ISDN permite un tráfico que requiera velocidades de unos cuantos kb/s (terminales lentos) a varios cientos de Mb/s (imágenes de TV). Cierta tipo de tráfico, tal como datos y video interactivo, viene por ráfagas, mientras que otro tipo de tráfico, tal como la transferencia de archivos largos, es mucho más uniforme. Por otro lado la telefonía requiere transferencia rápida a través de la red, pero es tolerable una pequeña pérdida de información por errores o retardo. En cambio en muchas aplicaciones de datos la entrega en tiempo real no es de importancia primaria, sino que requiere un estricto control de errores. Cierta tipo de servicio, tal como comunicaciones de video en tiempo real, requieren ambas cosas: transferencia en tiempo real y libre de errores.

Se piensa que las primeras aplicaciones de B-ISDN se verán en los sectores financiero, comercial y científico, pero después vendrá un fuerte empuje desde el sector doméstico para suministrar entretenimiento, como por ejemplo a través de la televisión de alta definición (HDTV). Las alternativas en televisión han ido evolucionando rápidamente en los últimos años; en los Estados Unidos actualmente dentro de cada hogar se ven en promedio 7 horas de TV por día y el 55% de los hogares está suscrito al sistema de televisión por cable (CATV). Existen más de 50 canales de CATV, 150 canales de TV vía satélite, opciones de pagar por ver (*pay per view*) y varios canales *premium* para ver películas. Recientemente la FCC (*Federal Communication Commission*) ha autorizado que el servicio de CATV puede ser ofrecido por las operadoras telefónicas, por lo que puede haber un empuje tremendo de la demanda de instalaciones con capacidades de ancho de banda grande por parte de los suscriptores telefónicos. Adicionalmente el desarrollo de equipos para la B-ISDN se está llevando a cabo en una forma mucho más rápida de lo que se pensaba y la mayoría de los fabricantes de centrales públicas ya han anunciado su estrategia con

respecto a la B-ISDN. Por ejemplo, la AT&T (EE.UU) lleva adelante el programa Net-2000, Alcatel (Francia) la Serie 1000, Northern Telecom (Canadá) el proyecto Fiberworld y Siemens (Alemania) el proyecto Vision One.

La fibra óptica será el medio ideal para suministrar anchos de banda muy grandes. Actualmente hay más de un millón de millas de fibras ópticas instaladas en los EE.UU. y ya está resultando menos costoso instalar cables de fibra que cables de cobre en edificios grandes para oficinas. La fibra hasta el escritorio se está haciendo competitiva en nuevas instalaciones y la fibra hasta la casa se encuentra se encuentra bajo seria consideración actualmente. La tecnología necesaria para permitir los servicios de banda ancha está ya virtualmente disponible, pero el mayor impedimento es de tipo económico, ya que el costo de instalar una red de banda ancha es enorme en comparación con una red de banda estrecha. Una posible estrategia hacia B-ISDN consiste en reemplazar las líneas de suscriptor metálicas con fibras ópticas, aun cuando el usuario sólo haya pedido servicios de banda estrecha, con la expectativa que eventualmente usará servicios de banda ancha. Es ésta una estrategia dirigida por el mercado y por algún tiempo estaría dirigida a los usuarios comerciales, especialmente las grandes corporaciones que requieren transmisión digital a alta velocidad y video. En el caso de edificios grandes ocupados por las corporaciones, el costo de instalar fibras ópticas ya es igual o menor que el cable metálico y el costo del lazo óptico hasta los predios del usuario residencial es apenas varias veces mayor que el costo del lazo metálico. Esto sugiere que usuarios pequeños o medios o hasta usuarios residenciales con 3 o más líneas, pueden ser convertidos al medio óptico. También hay otras razones que favorecen el uso de este medio: en las ciudades grandes los ductos subterráneos están usualmente copados y no permiten una fácil expansión para nuevos cables. Además los cables metálicos a menudo son viejos y necesitan ser reemplazados; el uso de fibras ópticas podría resolver ambos problemas. La filosofía de ubicar centrales telefónicas en áreas metropolitanas está cambiando como resultado de la introducción de la conmutación digital y varias centrales analógicas, dispersas en un área metropolitana, a menudo son fusionadas en una sola central digital, ahorrando costos de instalación y de operación. De hecho, instalar centrales en áreas metropolitanas grandes, donde los costos del terreno son altos, muchas veces resulta en pérdidas para la compañía telefónica. Tales terrenos pueden ser aprovechados para otros fines, construyendo centrales ISDN en los suburbios donde los terrenos cuestan menos. Esto representa otra razón y otra oportunidad para introducir fibras ópticas en el sistema. Es probable que la estrategia dirigida por el mercado y basada en instalar fibras ópticas solamente donde se necesite o donde se hagan nuevas instalaciones no será suficiente para promover la B-ISDN. Es una estrategia demasiado pasiva y quizás no estimulará la demanda. Una segunda estrategia consiste en desarrollar y promover nuevos servicios. Por ahora es difícil predecir cuáles serán esos nuevos servicios, pero posiblemente la televisión por cable puede dar un fuerte impulso para la transición a servicios de banda ancha, sobre todo si se incorpora la TV de alta definición y el video bidireccional. Una tercera estrategia consiste en adelantar la introducción del lazo óptico para todo tipo de usuario, a fin de acelerar la innovación tecnológica y aun cuando los costos para la empresa operadora sean inicialmente altos. Asumiendo que la instalación de fibras ópticas para los hogares empiece a mediados de los '90 en Japón, se estima que la diseminación de servicios de banda ancha a varios millones de usuarios ocurrirá en ese país alrededor del 2015.

La vía desde las redes actuales hacia la B-ISDN se está empezando a pavimentar rápidamente en los países más desarrollados. El sistema T3 a 44.7 Mb/s está penetrando en el mundo de las redes privadas. El estándar para la red óptica sincrónica SONET fue aprobado por el CCITT en 1988 y ha impulsado el desarrollo de productos B-ISDN. SONET se basa en una jerarquía de velocidades de transmisión desde 51.8 Mb/s hasta 13.27 Gb/s y más. Estas velocidades tan grandes están muy bien para comunicaciones punto a punto pero imponen severas condiciones en los nodos de la red. Por esta razón se ha generado una cantidad de investigación y experimentación

sobre la conmutación rápida de paquetes y es probable que se use una arquitectura de procesamiento en paralelo para poder manejar millones de paquetes por segundo. Se imponen así nuevos requisitos tecnológicos sobre el núcleo de conmutación de la central local en B-ISDN. En términos de tecnología VLSI la diferencia es substancial: para N-ISDN es suficiente la tecnología de 4.0-3.0 μm , sin embargo para B-ISDN se requiere tecnología de 1.2-0.2 μm . Se ha calculado que el número de funciones transistorizadas en una central local para N-ISDN es de unas 20 mil, mientras que para B-ISDN se requieren entre 250 y 500 mil. La central experimental de Siemens en el proyecto BERKOM usa elementos de conmutación en forma de chip con 16 entradas y 8 salidas. Cada una de la señales de conmutación posee 700 mil funciones transistorizadas. Debido a la significativa diferencia en velocidad entre N-ISDN y B-ISDN, los requisitos sobre la capacidad del procesador de conmutación también son diferentes. Para N-ISDN es suficiente un procesador con capacidad de conmutación de la matriz a una velocidad de 2-4 Mb/s, pero para B-ISDN se requiere una velocidad de 150-600 Mb/s. La capacidad del procesador aumenta de 0.5 millones de instrucciones por segundo a 5 millones. La memoria por procesador aumenta de 256 kBytes a 2 MBytes.

En 1988 se tomó una decisión trascendental cuando el CCITT decidió basar el desarrollo de B-ISDN sobre la técnica de conmutación llamada modo de transferencia asincrónico (ATM: *Asynchronous Transfer Mode*). El término ATM se usa a menudo como sinónimo de B-ISDN y es una técnica novedosa para la libre transmisión de paquetes de información en redes de alta velocidad. ATM combina la simplicidad y las velocidades muy altas de la conmutación de circuitos (actualmente utilizada ampliamente para la transmisión de telefonía y video), con la flexibilidad de la conmutación de paquetes X.25 (utilizada para datos). En ATM la unidad básica de transferencia de datos es la llamada célula (*cell*), que tiene una longitud fija preestablecida, con un encabezamiento (*header*) que incluye información de enrutamiento (usada por la red) y un campo de información. El sencillo formato de estos dos campos asegura que el procesamiento lo pueden realizar circuitos simples en *hardware*, facilitando así velocidades de procesamiento más rápidas de las que serían posibles por *software*. ATM permite una gran variedad de servicios de telecomunicaciones y está diseñado para lograr que la transferencia sea independiente de esos servicios. En el ATM estandarizado por el CCITT, un paquete o celda consiste de un *header* de 40 bits y un campo de información de 384 bits. Se han establecido 2 velocidades de transmisión para ATM: 155.52 Mb/s y 622.20 Mb/s. Utilizando protocolos simplificados, implementación de solamente las capas más bajas del modelo OSI e independencia del medio de transmisión, ATM se muestra muy atractivo, sin embargo, a causa del retardo de propagación debido a las mayores velocidades, los algoritmos existentes para el control del tráfico, los métodos de identificación de rutas y canales y los esquemas para el control de errores no son necesariamente aplicables en forma directa. Debido a su estructura de bloque, la efectividad o independencia del tipo de servicio del ATM todavía queda realmente por verse.

En resumen, las ventajas proclamadas con una red basada en ATM incluyen:

- * **Mayor rendimiento para tráfico tipo ráfagas.** En efecto, la transmisión de datos utiliza el canal entero durante el instante en que está activo, así que si la red usa líneas T1 como *backbone*, un *bridge* LAN usa toda la capacidad de 1.5 Mb/s cuando tiene información que enviar. Esto mejora dramáticamente el desempeño sobre la alternativa de conmutación por circuito, donde se asigna una cantidad de ancho de banda más pequeña y fija.

- * **Eficiencia de ancho de banda y ahorros en costos.** En efecto, ATM permite eliminar el tráfico ocioso, por ejemplo los silencios en telefonía o banderas (*flags*) en ambiente HDLC y así se puede multicanalizar más tráfico sobre el mismo canal. Estos ahorros serán importantes a medida que la demanda en general aumente mucho más que la reducción en las tarifas. Un ejemplo ilustrativo es el caso de los cajeros electrónicos de los bancos, que transmiten datos típicamente a 9.6 kb/s, lo cual actualmente es suficiente. Pero para poder efectuar en el futuro la verificación de

firma basada en imágenes, es necesario transmitir al menos 128 kb/s para que la transacción sea rápida, lo cual representa un incremento de más de 10 veces y es probable que las tarifas vayan a reducirse en el mismo factor.

* **Calidad de servicio adaptable.** En efecto, se puede asignar ancho de banda por demanda en forma prácticamente continua, lo cual permite acomodar una amplia gama de aplicaciones y tipos de tráfico. Un ejemplo que existe en las redes privadas actuales es la detección de fax y modem por discado. En estas redes se usa a menudo un canal a baja velocidad para enviar la voz en forma comprimida y con calidad aceptable, para así reducir los costos operativos. Sin embargo un canal así no sirve para el fax o modem, que requiere un canal de voz completo. En una red ATM, el fax o modem es detectado automáticamente y se le asigna mayor ancho de banda. En cambio en redes basadas en conmutación por circuito el tráfico de fax y de modem tiene que ser separado del tráfico de voz y enrutado hacia distintos puertos.

Algunos se preguntan si una única red como la B-ISDN es realmente la más conveniente del punto de vista económico y político ya que la ventaja de tener una sola red que sirva para todo todavía no han sido demostrada. Los ingenieros creen que efectivamente vamos a tener en el futuro una red integrada de banda ancha, pero los que analizan los aspectos comerciales y financieros aún no saben si esto será verdad algún día. En efecto, si bien generalmente se dice que la B-ISDN es necesaria y deseable, el costo de convertir las redes actuales está más allá de las capacidades de inversión de las empresas de telecomunicaciones, las cuales antes de hacer tales gastos tienen que analizar muy bien como recuperar su inversión. En muchos países las operadoras pueden conseguir ingresos a través de servicios de video, incluyendo videotelefonía, televisión y video interactivo. Tampoco está claro si las casas y oficinas van a estar servidas con un solo par de fibras, ya que en esta era de competencia puede que sea mucho más correcto que haya varios pares, en cuyo caso la motivación económica para una red integrada puede desaparecer. Con un solo par de fibras en cada casa o oficina cuyo ancho de banda es virtualmente ilimitado, se podrían manejar todas sus posibles necesidades de comunicación. Alternativamente se podrían tener varios pares y va a ser la sociedad quien finalmente decida en tal sentido. Actualmente la instalación de fibra óptica en el lazo del suscriptor se está haciendo en forma selectiva y experimental, pero se espera que en los próximos años todas las nuevas instalaciones vayan a ser hechas con fibra. Por ejemplo, la operadora Southern Bell de Estados Unidos está instalando 95 millas de fibra por cada hora de cada día de trabajo y su red troncal ya es 100% de fibra, esperando tener toda su red en fibra para el año 2011, si bien actualmente está gastando el doble de inversión en cobre que en fibra óptica.

7 Situación actual, perspectivas y conclusiones

El crecimiento inicial de la ISDN ha sido más lento de lo que se muchos se esperaban por varias razones, siendo la principal entre ellas la falta de una demanda real de servicio por parte de la sociedad. Sin embargo en los últimos años la penetración de la ISDN pública se ha acelerado mucho más de lo que habían predicho los escépticos.

Si bien no se conocen las cifras exactas, se estima que actualmente hay unas 250.000 líneas con acceso básico instaladas en los Estados Unidos, 50.000 en Japón, mientras que en Europa, Alemania lleva la delantera con 25.000 líneas. La situación específica de la ISDN en Europa es la siguiente: *ISDN comercial*: Alemania, Bélgica, Francia, Países Bajos, Reino Unido; *Servicios pre-ISDN*: Dinamarca, Irlanda, Italia, Portugal, España; *sin ISDN*: Grecia, Luxemburgo. La estimación del número de usuarios para 1993 es la siguiente:

	<u>Acceso básico</u>	<u>Acceso primario</u>
Alemania	200.000	20.000
Francia	150.000	5.000
Reino Unido	100.000	25.000
Italia	30.000	1.500

La N-ISDN representa un esfuerzo masivo para reemplazar el sistema telefónico analógico con otro completamente digital y adecuado tanto para tráfico vocal que no vocal. El lograr un sistema estandarizado, que es de la misma forma en cualquier parte del mundo, es ciertamente un objetivo loable, sin embargo se han ido presentando muchos problemas. La N-ISDN es atractiva ya que hay un acuerdo a nivel internacional sobre la interfaz a velocidad básica y hay apenas 2 variantes a velocidad primaria. Esta estandarización debería llevar a una gran demanda de equipos ISDN con producción masiva y economía de escala por el uso de chips VLSI. Desafortunadamente este proceso de estandarización ha llevado muchos años y la tecnología en esta área se mueve muy de prisa, de manera que cuando finalmente se ha llegado a un acuerdo sobre los estándares, puede que ya sean obsoletos. Por ejemplo, la base para la ISDN de banda estrecha es el canal B de 64 kb/s, previsto para voz PCM digitalizada, pero utilizando codificación predictiva y otras técnicas avanzadas, ahora es posible transmitir voz en un canal de 32 kb/s y para el momento en que las centrales ISDN estén realmente instaladas (en vez de simplemente planificadas) quizás sea suficiente 16 kb/s o menos. Para uso en el hogar, la mayor demanda de servicios en el futuro quizás venga de la televisión y a la ISDN de banda estrecha le falta capacidad para este servicio por 2 ordenes de magnitud, así que las redes de TV por cable continuarán a crecer. Uno de los servicios claves para el uso doméstico de la ISDN es el acceso a base de datos remotas, pero para información que cambia poco en el tiempo (por ejemplo, enciclopedias), la ISDN puede encontrar la fuerte competencia del videodisco, donde el usuario simplemente compra la entera base de datos en disco para ser usada en su computador personal. Por lo que se refiere al uso comercial, la situación es menos clara. Las LANs actuales corren ya a 10 Mb/s y ya se dispone de 100 Mb/s con FDDI; bajo estas circunstancias es probable que las empresas con grandes volúmenes de tráfico prefieran las LANs para sus comunicaciones locales de datos y mantengan su PBX para voz. Para el tráfico de datos sobre una área amplia, la ISDN encuentra la competencia de servicios tales como Frame Relay, SMDS y redes privadas por satélite. La obsolescencia tecnológica no es el único problema que enfrenta la ISDN: Las corporaciones no parecen estar dispuestas a usar la ISDN pública a menos que ésta ofrezca una mejora sustancial costo/rendimiento sobre los sistemas actuales, pero aun cuando lo logre, el trauma de un cambio tan grande puede inhibir a muchas de ellas. Actualmente numerosas corporaciones poseen extensas redes con líneas dedicadas para las cuales pagan una renta fija mensual, independientemente del uso; en cambio la ISDN pública tiene una tarifa mensual y un costo por el uso. Es posible que para una compañía con suficiente volumen de tráfico para justificar una línea dedicada, el costo por uso sea muy alto y muchas de la grandes compañías van a olvidarse de ISDN pública y van a mantener sus propias líneas dedicadas, posiblemente ampliándolas en el futuro con fibras ópticas y canales alquilados por satélite. Los pequeños usuarios pueden beneficiarse de la ISDN, pero queda por ver cuantos realmente van a querer servicios nuevos o mejorados (tales como alarma médica y compra electrónica), cuando se den cuenta lo que tienen que pagar por eso y puede llevar muchos años antes de que tales servicios se usen masivamente. Finalmente la ISDN enfrenta problemas políticos y sociales al mismo tiempo que problemas técnicos y económicos: Los nuevos medios de comunicación basados en la ISDN prometen llevar toda suerte de información a nuestros hogares y oficinas, sin embargo pueden también representar una amenaza a la privacidad y a la seguridad. En efecto, las empresas que venden información electrónica o que suministran servicios comerciales tal como transacciones bancarias y ventas, podrían compilar expedientes de sus

clientes y utilizar abusivamente esos datos. Por otro lado la transmisión generalizada de información sobre redes públicas plantea nuevas preguntas sobre la seguridad. El objetivo a largo plazo de la ISDN es una única red integrada para todos los servicios de telecomunicaciones, sin embargo, en un ambiente competitivo compuesto por fabricantes, vendedores, operadoras locales y operadoras de larga distancia, puede que no todos los miembros perciban la conveniencia de una sola red administrada quizás por un solo ente. Esta actitud puede también frenar el desarrollo de la ISDN.

En las discusiones sobre la ISDN se dice que esta tecnología hará cambiar nuestra forma de vivir, pero la historia también enseña que la tecnología a menudo aparece cuando la sociedad está madura para asimilarla y solamente la aceptación de la ISDN por la sociedad dirá si ese momento ya ha llegado. La verdad es que después de casi dos décadas desde que por primera vez se empezó a hablar de la ISDN, todavía no se percibe el impacto de esta concepción tan avanzada de las telecomunicaciones. Los promotores de la ISDN habían previsto un mercado masivo con numerosas aplicaciones, en forma parecida a lo que ocurrió con el computador personal, pero hasta ahora tales aplicaciones han sido limitadas. La falta de aplicaciones deja a mucho escépticos sobre la posibilidad de que la ISDN mejore las comunicaciones y una encuesta reciente efectuada por Logica Consultancy Ltd. de Londres, encontró que los grandes usuarios están interesados en la ISDN, pero que no tienen una necesidad genuina de la misma. En efecto, para muchas empresas la velocidad de 9.6 kb/s (fácilmente disponible mediante modems) es suficiente para las necesidades de transmisión de datos y las grandes corporaciones disponen a menudo de redes privadas, reduciendo así la conveniencia de la ISDN pública. Esta situación, conjuntamente con los progresos en redes inteligentes y en servicios de banda ancha, ponen interrogantes sobre la ISDN será alguna vez la estrella que se creía. Los más escépticos dicen que el viejo ideal de la ISDN como la red de todas las redes se ha desvanecido y que la ISDN debe ser vista como otra red más en un ambiente de múltiples servicios de telecomunicaciones. Un factor clave para el éxito de la ISDN es el costo de la transición, ya que naturalmente a los posibles usuarios no les atrae gastar grandes sumas de dinero en ISDN si ya han hecho fuertes inversiones en equipos de telecomunicaciones modernos. Por ejemplo, en los años recientes muchas corporaciones han adquirido costosas PBX digitales con facilidades pre-ISDN que no es conveniente cambiar inmediatamente con PBX ISDN. También la falta de una clara estrategia para el desarrollo y fabricación de terminales ISDN es uno de los peligros más serios para la creación de un mercado masivo. Mientras tanto los terminales existentes son prohibitivamente costosos y los terminales usados en un país a menudo no funcionan en otro.

En el evento Telecom '91 el presidente de L.M. Ericsson, que es una de las empresas más grandes en la fabricación de equipos telefónicos, declaró que consideraba a la ISDN como una larga tragedia, cuyo final todavía no está claro. Por otro lado en un informe del International Telecommunications Users Group se afirma que la ISDN ha requerido 10 años para desarrollarse y puede requerir mucho más para expandirse a gran escala, pero mientras tanto ha habido un crecimiento explosivo en redes de alta velocidad, todo lo cual puede invalidar las hipótesis que se hicieron cuando se concibió la N-ISDN, en particular de que 144 kb/s serían suficientes. Para que la ISDN sea un éxito, hace falta un esfuerzo concertado entre entes reguladores, organismos de estandarización, empresas operadoras, fabricantes de equipos y usuarios. Por su parte un representante de la AT&T declaraba que no hay dudas de que la ISDN será una realidad, pero quizás un poco más tarde de lo que se pensaba. Claramente a favor, el director de programa ISDN de France Telecom opinaba lo siguiente: Para 6 millones de negocios en Francia hay apenas medio millón de líneas arrendadas, de las cuales quizás 5000 son líneas a alta velocidad de 2 Mb/s. Pero existen más de 3 millones de PC en Francia cuyos usuarios necesitan cada vez más conectarse sin tener que recurrir a una costosa línea dedicada y menos aún a servicios de banda ancha. Ellos son parte del mercado de la N-ISDN y entre los servicios que pueden florecer está la videotelefonía y los sistemas de información.

En todo caso la ISDN no va a ocurrir de un día para otro; la inversión en los sistemas telefónicos actuales es tan grande que la ISDN va a evolucionar paulatinamente y va a coexistir con los sistemas presentes por muchos años. Estas condiciones van a tener una influencia grande en la forma final que va a tomar la ISDN y en la forma en que los sistemas actuales van emigrando gradualmente hacia la ISDN. La evolución de las redes actuales hacia la ISDN ocurrirá probablemente en varias fases, que pueden durar varios decenios, dependiendo del estado de desarrollo y las posibilidades económicas de cada país. La fase 0 corresponde a la situación actual: luego viene la fase 1, en la cual las redes telefónicas tienden cada vez más hacia la digitalización (excepto en la parte de red de abonados). Luego sigue la fase 2, en la cual se digitaliza también la red de abonados, obteniéndose una red con conectividad digital de extremo a extremo, con capacidad de suministrar servicios telefónicos y telemáticos a los usuarios, es decir la N-ISDN. La fase 3 corresponde a la ISDN de segunda generación, es decir la B-ISDN, con la cual se podrán utilizar servicios de banda ancha basados en fibras ópticas, como por ejemplo video en movimiento.

La gente involucrada con la N-ISDN reconoce que aún queda mucho trabajo por hacer en desarrollar servicios N-ISDN con tarifas aceptables, crear estándares adicionales, generar nuevas aplicaciones, desarrollar una gran variedad de equipos y terminales, interconectar islas ISDN y reducir costos. Pero hay abanderados a ultranza de la B-ISDN los cuales creen que instalando fibras rápidamente pueden adelantarse a la N-ISDN, sin tomar en cuenta que la B-ISDN necesita ser perfeccionada por los organismos de estandarización, los planificadores, los fabricantes, etc., y es posible que no sea antes que 1995 que todo este trabajo preparatorio haya sido completado. A partir de entonces se necesitarán capitales enormes, fuerza de trabajo y tiempo para instalar las fibras hasta los predios de los usuarios, así como equipos de transmisión y de conmutación para banda ancha, tipo SONET y ATM. Muchos opinan que sería desafortunado de que se pierdan los beneficios de la N-ISDN, la cual puede operar sobre los cables existentes, por pensar que pudiéramos saltar directamente a la B-ISDN. Se estima que la base instalada de pares locales de cobre es en los Estados Unidos de más de un billón de kilómetros y su costo de más de 130 billones de dólares. Es impensable en reemplazar en corto tiempo todos estos cables con fibra óptica para la B-ISDN, si bien es factible reemplazar los cables troncales con fibra óptica ya que son mucho menos. Ya en Japón para principio del '90 el 40% de los sistemas de transmisión de larga distancia era de fibra óptica. Actualmente hay más de 800 millones de teléfonos en el mundo, de los cuales 80% son para uso particular y el resto comercial. Es comprensible que para las necesidades de las grandes corporaciones N-ISDN sea quizás muy poco y muy tarde, eso porque la N-ISDN no fue concebida para interconectar grandes computadores a alta velocidad, sino fundamentalmente para interconectar ese 80% de teléfonos particulares.

Para un país como Venezuela, la problemática de la implantación de la ISDN pública es bastante compleja, ya que durante el período inicial las inversiones globales deberían aumentar en forma significativa. Este hecho es especialmente notorio en los países en desarrollo ya que en ellos existe aún un nivel importante de demanda telefónica no satisfecha y será preciso seguir desarrollando este servicio básico. La simple adición de ambos tipos de inversión determina unos niveles globales difícilmente autofinanciables para una empresa telefónica. Pero es previsible que a través del impacto social que producirá la introducción de nuevos servicios de telecomunicaciones se producirá un fenómeno multiplicativo en la demanda general de estos servicios. Ante tal situación las empresas telefónicas y el gobierno deberán valorar cuidadosamente la oportunidad y conveniencia de estas inversiones desde muy diversos puntos de vista. El no ofrecer estos nuevos servicios a la sociedad puede significar un cambio de ritmo en el proceso de acercamiento a los países desarrollados por la influencia que estos nuevos servicios deben producir sobre el proceso de generación del producto global de un país, sobre su producción y sobre su distribución. Adicionalmente la no disponibilidad de estos servicios puede situar a

algunos sectores fuera de mercado, por dejar de ser competitivos, en una sociedad previsiblemente gobernada por la información y en la que se necesita una gran capacidad de adaptación a situaciones cambiantes. Los planificadores deben elaborar un proyecto global de red pragmático, que cumpla con los requisitos técnicos, de mercado, estratégicos y de recursos tanto financieros como de cualquier otro tipo. Pero el plan de evolución de una red que sea el más eficiente desde el punto de vista técnico-económico en general no resulta ser así para un proyecto de tal envergadura como es la ISDN. En efecto, el plan de evolución más eficiente puede exigir que se materialice un volumen global de inversiones en recursos de diversa índole que puede ser imposible de lograr. En este supuesto es necesaria la búsqueda de planes pragmáticos alternativos.

Por lo que se refiere al impacto de la ISDN y otras tecnologías modernas en la redes corporativas privadas, cuya cobertura a menudo es internacional, puede decirse que si se toma en cuenta la forma cómo las operadoras suministran los servicios y si se toman en cuenta las implicaciones derivadas de la introducción del ancho de banda por demanda, entonces el concepto clásico de red privada tiende a desaparecer. En el futuro el usuario final puede que no esté más en capacidad de discernir a qué tipo de red está conectado, ya que probablemente será una mezcla de todo. La red corporativa ideal es quizás un híbrido que mezcle las facilidades de las redes públicas con las privadas para proveer los diferentes servicios de forma óptima y al mínimo costo.

8 Bibliografía

CCITT: *Integrated Services Digital Network*, Recommendations Series I, Blue Book, Fascicle III, Geneva, 1989.

Hermann Helgert: *Integrated Services Digital Network: Architecture, protocols and standards*, Addison-Wesley, 1991.

Pramode Verma: *ISDN systems: Architecture, technology and applications*, Prentice Hall, 1990.

Gary Kessler: *ISDN: Concepts, facilities and applications*, McGraw-Hill, 1990.

Peter Bocker et al.: *ISDN The Integrated Services Digital Network: Concepts, methods, systems*, Springer-Verlag, 1988.

William Stallings: *ISDN: An introduction*, Macmillan, 1989.

Andrew Tanenbaum: *Computer networks*, Prentice Hall, 1989.

William Wu, Adam Livne: "ISDN: A snapshot", *Proceeding of the IEEE*, pp. 103-111, Feb. 1991.

Zarko Cvijan et al.: "ISDN computer-aided telephony", *IEEE Network Magazine*, pp.46-53, Jan. 1991.

Ming Liou: "Visual telephony as an ISDN application", *IEEE Communications Magazine*, pp.30-38, Feb.1990.

Jean Pierre Guenin et al.: "ISDN in France - 1987 to 1990: From the first commercial offering to national coverage of NUMERIS", *IEEE Communications Magazine*, vol.29. No.1, pp.30-35, January 1991.

Peter Kahl: "ISDN implementation strategy of the Deutsche Bundespost Telekom", *IEEE Communications Magazine*, Vol.28, No.4, pp.47-51, April 1990.

- B. Benaiges, O. González Soto, R. Nossa, V. Navarro: "Estudio de planificación de una Red Digital de Servicios Integrados em Maracaibo (Venezuela)", UIT-CANTV-STANDARD ELECTRICA S.A., Nov. 1987.
- B. Benaiges, A. Olivares, M. Paz: "Implantación de la RDSI en Venezuela", CANTV, Julio 1989.
- Phil Dean: "Integrated private networks of the 1990s", *Telecommunications*, pp. 19-26, Jan. 1992.
- Malcolm Duckett: "Public versus private network: is there a difference?", *Telecommunications*, pp. 16-18, Jan. 1992.
- Sanford Bingham: "The return to the public net", *Communications Week International*, pp. C3-C6, 2 Sept. 1991.
- Brian Simmons: "Whither private network in the ISDN era?", *Telecommunications*, Vol.22, No.10, pp.26-32, Oct. 1988.
- Richard Stephenson, Stephen McGraw: "Southwestern Bell Telephone's ISDN experience", *IEEE Network Magazine*, pp.25-36, Sept. 1989.
- David Morgan, Michael Lach, Roger Bushnell: "ISDN as an enabler for enterprise integration", *IEEE Communications Magazine*, vol.28. No.4, pp.23-27, April 1990.
- Nicola Di Iorio: "Integrating ISDN and OSI: an example", *IEEE Network Magazine*, pp.10-24, Jan. 1991.
- Dave Richards, Earl Vogt: "The value of ISDN for banking applications", *IEEE Communications Magazine*, Vol.28, No.4, pp.32-33, April 1990.
- William Dixon: "Ford's strategic multinational network", *Telecommunications*, pp. 80-64, March 1992.
- Dawn Hayes: "The ISDN crosses new borders: Ford of Europe Inc.", *Communications Week International*, pp. C4-C12, 10 June 1991.
- John Blau: "Chemical giant switches suppliers", *Communications Week International*, pag. 84, 7 Oct. 1991.
- Dirk Cotton: "Videoconferencing is here - finally", *Data Communications International*, pp. 33-34, Sept. 1991.
- Johna Johnson: "Videoconferencing: not just talking heads", *Data Communications International*, pp. 66-88, Nov. 1991.
- Daryl Eigen: "Narrowband and broadband ISDN CPE directions", *IEEE Communications Magazine*, pp.39-46, April 1990.
- Kazuo Murano et al.: "Technologies towards broadband ISDN", *IEEE Communications Magazine*, Vol.28, No.4, pp.66-70, April 1990.
- Iwao Toda: "Migration to broadband ISDN", *IEEE Communications Magazine*, Vol.28, No.4, pp.55-58, April 1990.
- Mike Frame: "Broadband service needs", *IEEE Communications Magazine*, Vol.28, No.4, pp.59-62, April 1990.