

## **RDSI** pág 2

- Líneas de RDSI pág 4
- Seguridad de las comunicaciones a través de la RDSI pág 6
- Múltiple numeración en la RDSI pág 7
- La Velocidad pág 9
- Tecnologías alternativas pág 10
- Ventajas RDSI vs. RTB pág 11
- Aplicaciones pág 13

- ♦ Aplicación en la empresa pág 14
- ♦ Aplicaciones para el Sector Residencial pág 16

- Calidad del enlace de datos analógico RTB pág 17

## • **ADSL** pág 18

- La modulación pág 19
- Varios canales en la misma línea pág 21
- ADSL vs. RDSI pág 22
- Conectando con un módem ADSL pág 23
- La distancia que les separa pág 25
- La familia xDSL pág 26
- Bibliografía pág 28

## **RDSI – ISDN**

**RDSI**, son las siglas de la **RED DIGITAL de SERVICIOS INTEGRADOS**. También es común referirse a esta red con el término anglosajón **ISDN (Integrated Services Digital Network)**.

La RDSI (o ISDN) es un protocolo estándar de red de comunicaciones, que contempla tanto las comunicaciones de voz como las de datos, transmitiendo ambas en formato digital, y a distintas velocidades, según el tipo de línea RDSI, todas ellas más rápidas y seguras que la línea analógica convencional de teléfono **RTB (Red Telefónica Básica)**.

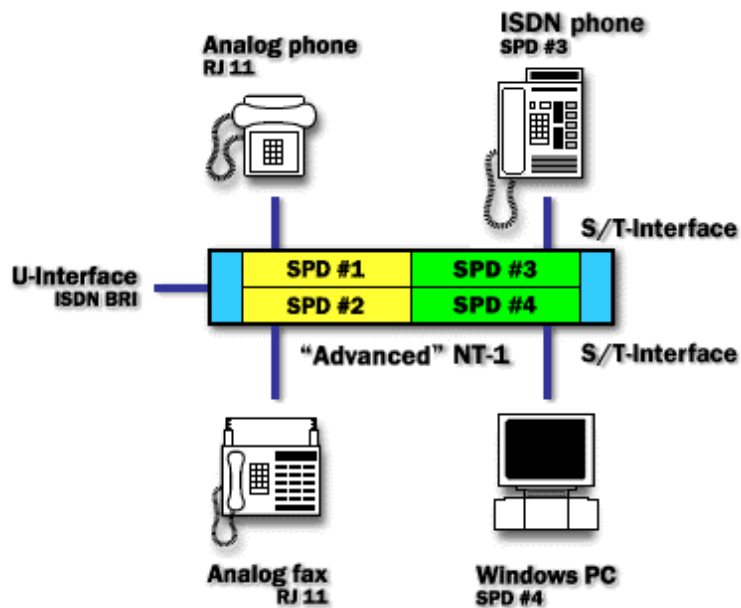
En la Red Telefónica se ha producido en los últimos años una profunda transformación utilizando técnicas digitales, que le han dotado de una mayor eficacia y capacidad de tratamiento de información, revolucionando el concepto y utilidad de lo que tradicionalmente se ha denominado telefonía.

Esta transformación tecnológica se ha materializado en la creación de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI). La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) es una evolución de la red telefónica existente que ofrece una digitalización completa del camino de las comunicaciones entre los usuarios involucrados en una llamada.

Ello permite la integración de multitud de servicios, tanto de voz como de datos, en un único acceso, independiente de la naturaleza de la información que se ha de transmitir a cualquier parte del mundo. Voz, música, datos, planos, imágenes, vídeos... y todo a través de un acceso común y universal.

La RDSI se ha definido mediante un conjunto de normas de validez internacional, lo que permite que los terminales y aplicaciones desarrolladas en un país puedan ser utilizados directamente en cualquier otro.

La Red Digital de Servicios Integrados permite al usuario establecer un contacto total –a través de un solo medio y con extraordinaria rapidez– ya que se puede utilizar simultáneamente todos los servicios que requiera agilizando las comunicaciones y economizando recursos.



La RDSI permite además desarrollar múltiples aplicaciones brindando un sinnúmero de beneficios y ventajas que conllevan a soluciones integrales tanto para el sector empresarial como para el residencial.

-

## Líneas de RDSI

Las líneas RDSI están compuestas por dos tipos de Canales de comunicación. Toda línea RDSI tiene al menos un canal denominado **B** y otro canal denominado **D** o de señalización.

**Los canales B** son aquellos que transportan en cada caso la voz o los datos. Los canales B siempre son de una velocidad de 64.000 baudios (64 Kbps.)

**Los canales D**, también llamados canales de señalización, son aquellos que sirven para dialogar y sincronizar la central pública con los equipos de abonado (Tarjeta PC, teléfono RDSI, Centralita Privada –PABX–, etc.) que intervienen en una conexión y que pueden ser dos o más. Los canales D, tienen una anchura mínima de 16 Kbs. y pueden llegar a tener hasta 64 Kbs. según el tipo de línea RDSI de que se trate.

Por todo ello, al estándar RDSI se le denomina **nx64**, es decir que los distintos tipos de líneas RDSI, están formados por **n canales B de 64 Kbs., más un canal D**, cuya anchura de banda estará en función del número de canales B que tenga una determinada línea o acceso (**las líneas RDSI son denominadas ACCESOS**).

Aunque el estándar aceptado por el Organismo Europeo de las Telecomunicaciones (estándar denominado **EURORDSI** o **EUROISDN**) contempla otros tipos de Líneas o ACCESOS RDSI, actualmente en el mercado español, la oferta se limita a dos tipos de Líneas o Accesos: el **ACCESO BÁSICO** (2B+D) y el **ACCESO PRIMARIO** (30B+D).

El **ACCESO BÁSICO**, también denominado **T0**, está compuesto por 2 Canales B de 64 Kbs. y un canal D de 16 Kbs. A este acceso, el usuario puede conectarle hasta ocho equipos terminales (aparatos telefónicos, equipos de facsímil, computadores personales, módems, routers, equipos de videoconferencia, etc.) cada uno identificado con su propio número telefónico, y podrá establecer dos comunicaciones simultáneas, una por cada canal B, por ejemplo, puede estar hablando por teléfono por un canal B, y simultáneamente navegando por Internet por el otro canal. O hablando por teléfono por un canal y enviando un fax por el otro al mismo tiempo.

El **ACCESO PRIMARIO**, también denominado **T2**, está compuesto por 30 canales B de 64 Kbs. y un canal D de 64 Kbs. Este tipo de acceso, es utilizado fundamentalmente en el mundo de la empresa, donde el volumen de comunicaciones de voz o la necesidad de gran velocidad en la transmisión de datos son factores importantes. Por ejemplo, una central privada PABX/RDSI o un router de su red de área local (LAN–Local Area Network). Este tipo de acceso permite mantener hasta 30 comunicaciones simultáneas de voz y/o datos.

Además la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) dispone de una gran variedad de servicios suplementarios, que permiten proporcionar al usuario facilidades que flexibilizan o personalizan sus comunicaciones; así por ejemplo, podrá identificar al usuario que lo llama, recibir llamadas directamente de su anexo convertido en un teléfono con línea directa virtual, etc.

-

## Seguridad de las comunicaciones a través de la RDSI

Al igual que en las comunicaciones móviles digitales (**GSM**), a través de la RDSI, tanto nuestras comunicaciones de voz (llamadas telefónicas), como las de datos (transferencias de ficheros, conexiones a Internet, etc), viajan codificadas en formato digital y encriptadas, de forma que un pinchazo físico sobre el cable que transporta nuestras comunicaciones, no es suficiente para poder escuchar nuestra conversación o copiar nuestros datos.

Aunque todo es posible en informática y nuestras comunicaciones pueden ser intervenidas por alguien ajeno a

un Juez. En todo caso, este alguien, debería estar muy cualificado y contar con muchos medios técnicos para sólo poder intentarlo. Con todo ello podemos decir que es casi imposible que nuestras comunicaciones, sean de voz o de datos, puedan ser intervenidas sin orden judicial a través de la RDSI.

-

### **Múltiple numeración en la RDSI**

Por los canales D de la RDSI, además de otra información, como la del número del interlocutor que nos llama, el operador de telecomunicaciones (Telefónica, por ejemplo), nos envía la información de por qué número nos han llamado.

Un Acceso RDSI, independientemente del número de canales porque esté compuesto (número de comunicaciones simultáneas), puede tener casi infinitos números virtuales. Esto supone que con un simple acceso básico (2 canales B, máximo 2 comunicaciones simultáneas) podemos tener, por ejemplo, seis números diferentes, y según por qué número nos hayan llamado, nuestro equipo de comunicaciones determinará quien debe responder a esa llamada, si el teléfono privado, la operadora de nuestro despacho, el fax, el contestador, el ordenador u otro dispositivo. Mientras dispongamos canales libres (sin ocupar en una comunicación) todas las llamadas entrarán hasta nuestro equipo de comunicaciones y en concreto al dispositivo que nosotros queramos, aunque se hayan producido a iguales o distintos números.

Esto permite realizar la denominada Selección Directa Entrante Virtual, que permite discriminar a que persona o dispositivo sea dirigida directamente una llamada, sea de voz o de datos, dependiendo de por qué número se ha producido la misma y no de por qué circuito físico o canal haya entrado esa llamada.

En la RTB con líneas analógicas, cada número de teléfono implica una línea, o sea, un circuito físico y por tanto un gasto de mantenimiento de una línea que a veces no es necesario contratar, además si alguien llama a un determinado número, y la línea a la que ese número está asociada se encuentra ocupada en ese momento, nuestro interlocutor recibirá tono de comunicando, a pesar de que tal vez otras líneas estén libres en ese momento.

En la actualidad, TELEFÓNICA comercializa hasta un máximo de ocho números virtuales para un Acceso Básico, y no tiene limitación de números cuando se contratan dos o más Accesos Básicos o un Acceso Primario.

-

### **La Velocidad**

Utilizando un solo canal B y sin compresión se obtienen velocidades del orden de 62Kbits/s y utilizando los dos canales B unos 122Kbits/s. Luego la velocidad mínima de transmisión de datos a través de un acceso RDSI es de 64.000 baudios por segundo.

Actualmente los módems para líneas analógicas más rápidos (y que funcionen de forma fiable a través de la RTB española) soportan como mucho 33.600 baudios por segundo. Luego como mínimo una transmisión de datos por RDSI es el doble de rápida que la misma transmisión realizada por Línea Analógica Convencional (RTB).

A diferencia de las líneas analógicas, la RDSI siempre garantiza un caudal permanente. La velocidad posible del módem más rápido (33,6 Kbs.) no implica que sea la velocidad real y efectiva de la transmisión. Los factores que determinan la velocidad real de una transmisión por línea analógica son dos: la cantidad y calidad de conversiones digital-analógico-digital, necesarias para completar el enlace, y la calidad del circuito físico.

Por todo ello podemos decir en términos generales, que en el peor de los casos una conexión de datos por RDSI es en el peor de los casos tres veces más rápida que la conexión más rápida por línea analógica convencional a través de la RTB.

Los factores más importantes que determinan la velocidad real de una transmisión por línea analógica, a través de RTB, son dos:

### ***1.) CONVERSIONES DIGITAL-ANALÓGICO-DIGITAL:***

Es el número de veces que nuestros datos han de convertirse de digital a analógico y de analógico a digital, a lo largo de todo el enlace entre nuestro punto de conexión y el punto remoto a donde transmitimos nuestros datos. Además influye la calidad de las distintas conversiones. En el caso de la RDSI, como mucho existe una conversión, en el peor de los casos y si nuestro punto remoto recibe en analógico, si recibe también por RDSI no existe ninguna conversión, por lo tanto este parámetro no le afecta y la comunicación es íntegramente digital, punto a punto, sin posibilidad de errores en las conversiones. Las conexiones a INTERNET a través de INFOVÍA son completamente digitales y sin conversiones:

### ***2.) CALIDAD DEL ENLACE FÍSICO (RTB):***

La calidad del enlace está determinada por tres factores: La calidad del cable, la tecnología de la central pública del operador, y por último las interferencias a que esté sometido el cable desde la central pública del operador hasta nuestro punto de conexión. La mayoría de los enlaces actualmente existentes son antiguos y fueron diseñados para soportar solamente el transporte de voz, y en el mejor de los casos, la transmisión de datos a muy baja velocidad (1.200 o 9.600 Baudios por segundo). Actualmente, cuando un operador instala un Acceso RDSI, lo hace por enlaces físicos que soportan esas velocidades, a través de centrales digitales que soportan RDSI, y como la señal que se transmite va en paquetes digitales, son muy pocas las interferencias que pueden afectar a su transmisión, además de que en según que accesos RDSI, por ejemplo el Acceso Primario o T2, son soportados en todo su trayecto por fibra óptica, medio imposible de interferir, salvo que este sea cortado físicamente.

-

### **Tecnologías alternativas**

Hay tres tecnologías que no deberíamos perder de vista:

- **Tecnologías xDSL:** Se explican más adelante.
- Las iniciativas de Rockwell y U.S. Robotics, de un módem analógico que alcance 56Kbits/s sobre las líneas convencionales RTB. Agotadas las posibilidades físicas de los estándares V.34, las investigaciones de estas dos reconocidas empresas se orientan hacia el aprovechamiento de los supuestos tramos digitales que pueda haber entre el domicilio y el lugar de enganche a la red. Todavía no existe disponibilidad de ningún producto (Rockwell se adelanta y lo presentará en el Comdex de Noviembre). El aprovechamiento de esta tecnología es exclusivo para enlaces con CPIs, no pueden conectarse dos módems entre ellos a estas velocidades, y además entre nuestro domicilio y el CPI sólo puede haber una conversión analógica/digital, si hay más de una el invento ya no funciona. Aunque los dos fabricantes presentan especificaciones distintas que los hace incompatibles pudiera ser que este nuevo estándar ganase algo de la cuota del mercado doméstico pero parece inviable, ni siquiera a que tenga opción, en que se afiance como sustituto de la RDSI en enlaces corporativos.
- **Cable Módem:** La proliferación de los servicios de TV por cable en EEUU y el desaprovechamiento de un ancho de banda en estas transmisiones ha promovido el aprovechamiento del cableado ya instalado para la comunicación de datos. La gran diferencia con respecto a las tecnologías DSL es que aquí hay que "pelearse" con los demás usuarios por el ancho de banda. Las velocidades típicas obtenidas son de

### **Ventajas RDSI vs. RTB**

Son muchas las ventajas que aporta una Línea RDSI frente a una Línea Analógica convencional RTB. Es evidente que la posibilidad de acceder a la gran variedad de servicios que la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) ofrece desde un único y universal punto de acceso, es la ventaja principal de la Red. Pero, además existen ventajas que todos y cada uno de los usuarios de la Red pueden disfrutar:

- **VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DE DATOS.**— Los enlaces a través de Accesos RDSI son en el peor de los casos tres veces más rápidos, en velocidad real, que un enlace realizado a través de una línea analógica convencional por RTB. En ocasiones, y dependiendo del estado de la RTB (Red Telefónica Básica) en una determinada zona, la velocidad puede llegar a ser hasta cinco veces más rápida por RDSI que por RTB. En los accesos a INTERNET a través de INFOVÍA la velocidad de transmisión a través de RDSI viene siendo hasta seis veces más rápida que a través de la RTB.
- **ECONOMÍA.**— **Transferencia de grandes volúmenes de información con bajo costo. Solución integral a las diversas necesidades de comunicación: ahorro en costos.**
- **ANCHO DE BANDA REGULABLE E ILIMITADO.**— La mayoría de dispositivos RDSI (tarjetas RDSI de ordenador, equipos de video-conferencia, etc.) permiten la suma de canales RDSI. Esto supone que si se dispone de un acceso básico RDSI y una tarjeta de ordenador RDSI adecuada, se podrá transmitir información o navegar por INTERNET a 128 Kbps. y no a 64 Kbps., dado que se podrá sumar la anchura de banda de nuestra conexión, y por tanto la velocidad. Si disponemos de un Acceso Primario, y el dispositivo adecuado, se podrá tener hasta 2 Mb. de ancho de banda (30 canales x 64 Kbs. = 1.920 Kbs.)
- **EFFECTIVIDAD EN LA TRANSMISIÓN DE DATOS.**— En muchas ocasiones cuando se piensa que se ha terminado de transmitir un fichero de datos a través de un módem, se descubre que, desgraciadamente, el fichero no llegó correctamente a su destinatario. Son muchas las razones que pueden producir la pérdida de datos en la transmisión de un fichero de datos, pero en el caso de una transmisión de datos a través de RDSI, las posibilidades de errores en la transmisión, son casi despreciables frente a las transmisiones a través de la RTB.
- **SEGURIDAD DE LAS COMUNICACIONES DE VOZ Y DATOS.**— Las comunicaciones de voz y datos a través de RDSI son casi imposible de intervenir, dado que viajan codificadas digitalmente y encriptada.
- **IDENTIFICACIÓN DEL NÚMERO LLAMANTE.**— A través del canal D de los accesos RDSI, si los terminales de voz o datos, permiten esta facilidad se podrá identificar el número de la persona o terminal de datos que nos llama, e incluso se podrá identificar por su nombre si nuestro terminal de voz o datos dispone de esa facilidad.
- **MULTIPLE NUMERACIÓN.**— Un Acceso RDSI, independientemente del número de canales por que esté compuesto (número de comunicaciones simultáneas) puede tener casi infinitos números. Con una sola línea RDSI se pueden tener múltiples números, y dependiendo de por que número haya llamado el interlocutor, recibir la llamada en un teléfono u otro, en un fax, en un ordenador o en cualquier otro dispositivo RDSI o analógico.
- **LLAMADA EN ESPERA Y MULTICONFERENCIA.**— La RDSI permite detectar otras llamadas mientras se está en una comunicación, y atenderlas o establecer una multiconferencia a 3, 4 ó varios participantes. Cuando se está en el transcurso de una comunicación de voz, si alguien llama a ese mismo número, la central pública del operador informará a través del canal D, de que existe una llamada para nosotros, así como del número del interlocutor que llama. Entonces se podrá, o bien retener la llamada en curso y atender la llamada entrante o realizar una multiconferencia, hablando las tres partes a la vez. También se podrá realizar una multiconferencia con una llamada recibida y otra que nosotros hemos realizado o con dos llamadas realizadas por el usuario. No obstante, estas facilidades dependerán de las posibilidades del terminal telefónico del cual dispongamos.

- **VIDEO–CONFERENCIA.**–Terminales multiservicio y integración de redes. Existe una oportunidad para desarrollo de nuevas aplicaciones y múltiples negocios. Hay acceso a InfoVía o Internet a mayores velocidades El estándar mundial de video–conferencia profesional, es el denominado H–323. Este estándar regula una serie de condiciones técnicas y de protocolos de comunicación que permiten que cuando se llama a cualquier número para establecer una video–conferencia este responda y se pueda ver y hablar con el interlocutor. Este estándar está basado en la RDSI como única red telefónica para el transporte de video–conferencia. El H–323, permite también compartir aplicaciones informáticas, mientras se ve y habla con el interlocutor. Esto es, poder estar modificando ambos. Por ejemplo, una misma hoja de cálculo.

-

### **Aplicaciones**

La digitalización de las señales de las diferentes fuentes de información y las altas velocidades de transmisión, que permiten la integración de varios servicios en un sólo acceso, otorgan a la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) una gran versatilidad, haciendo que el repertorio de aplicaciones que en ella pueden desarrollarse sea prácticamente ilimitado, en número y variedad.

Dichas aplicaciones pueden ser utilizadas tanto por el sector empresarial como por el sector residencial.

Estas aplicaciones de la RDSI son:

- RDSI Video Conferencia
- Multivideoconferencia
- RDSI Back–Up
- RDSI Infovía

RDSI Soluciones Integrales:

- Telemedicina
- Televigilancia
- Teletrabajo
- Teleducación

-

### **Aplicación en la empresa**

La empresa, puede utilizar la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) como herramienta en el desarrollo de su actividad empresarial y/o en la generación de una multitud de negocios.

Dentro de la infinidad de soluciones, las empresas pueden:

- Conectar centrales privadas PABX/RDSI, para que los clientes, proveedores y público en general puedan efectuar llamadas directamente a los anexos telefónicos: agilizando las comunicaciones y economizando recursos.
- Desarrollar un ambiente RDSI privado, en el que la línea de los anexos sean accesos básicos de la PABX/RDSI, a los cuales se podrán conectar, además del aparato telefónico, equipos facsímil, PCs con multimedia, para el acceso a Internet y/o dispositivos para la realización de videoconferencias punto a punto o multipunto a nivel local, nacional e internacional.
- Interconectar sus redes de área local (LANs), conectando los respectivos routers a la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), conformando así una red de datos privada de área amplia (WAN) a nivel

nacional.

- Desarrollar una red Intranet, soportada en la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) para satisfacer sus necesidades de telecomunicaciones de telefonía, facsímil, videoconferencia, multimedia (datos, texto, gráficos, imagen, sonido, y video), acceso y servicios Internet, etc.
- Establecer circuitos de respaldo (back-up) para los enlaces de su red WAN soportada en redes públicas de datos, mediante módems y/o routers "dial-up" conectados también a la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

Dentro de las múltiples oportunidades de negocios, la empresa podría desarrollar algunas de las siguientes aplicaciones:

- Transmisión y tramitación de documentos
- Autoservicios bancarios
- Formación y Teleducación
- Bolsa inmobiliaria
- Venta por telecatálogo
- Diseño y edición
- Información de aeropuertos
- Cartografía y planos
- Teleaudiotecas
- Diseños de arquitectura
- Sistemas de Telecontrol y Telemantenimiento
- Servicios de atención a clientes por Telepresencia
- Sistemas multimedia de información al público y quioscos de información cultural
- Bases de datos médicas, transmisión de historiales clínicos y telediagnóstico
- Gestión integrada de farmacias, almacenes y pequeños comercios
- Sistemas de gestión de reserva de agencias de viaje

-

### **Aplicaciones para el Sector Residencial**

Los abonados residenciales pueden utilizar la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), para el desarrollo de actividades personales, profesionales o de realización de negocios; empleando el acceso básico, al cual puede conectarle terminales según sea su actividad.

#### **Ventajas para el Sector Residencial como:**

- Con un acceso básico, conectar un aparato telefónico RDSI y una PC con multimedia, lo que le permitiría atender simultáneamente sus llamadas telefónicas y conectarse a Infovía e Internet.
- Acceder a Infovía e Internet a velocidades de 64 kbps y 128 kbps (3 y 4 veces mayores que cualquier módem en el mercado).
- Tener una comunicación segura, evitando las intervenciones de líneas.
- Tener una comunicación de gran calidad y nitidez. Identificar el número llamante.
- Realizar una videoconferencia (reunión a tiempo real entre dos o más lugares geográficamente distantes).

-

### **Calidad del enlace de datos analógico RTB**

La calidad del enlace está determinada por tres factores:



- **LA CALIDAD DEL CABLE** físico que lo soporta. Es el cable que une nuestro punto de transmisión con la central pública del operador, y está definida por tres parámetros fundamentales:
  - **La calidad intrínseca del cable.** El material con el que está construido, su impedancia, diafonía, atenuación y otras características técnicas, que hasta hace unos años no se valoraban, dado que las líneas de teléfono se consideraban para uso exclusivo de comunicaciones de voz o para transmisiones de datos a muy baja velocidad (1.200 o 9.600 baudios máximo). Hoy se requieren mayores velocidades y por tanto mayor calidad del cable para soportar altas velocidades y anchos de banda debe ser muy buena.
  - **La sección del cable** (diámetro) del cable físico, muy importante para el factor de atenuación, sobre todo cuando el punto de conexión se encuentra muy lejano a la central pública del operador.
  - **El aislamiento del cable**, que debe impedir la entrada de humedad o el ataque de animales (fundamentalmente roedores), elementos que atenúan e incluso alteran o pierden nuestra señal de datos.
- **LA TECNOLOGÍA DE LA CENTRAL PÚBLICA** del operador. Si la central pública es analógica, los procesos de conmutación producirán, cortes, interferencias y atenuaciones en nuestra señal de datos, que la harán más débil y en ocasiones diferente o inexistente, produciendo en ambos casos errores en la transmisión.
- **LAS INTERFERENCIAS EXTERNAS** que puedan afectar al recorrido de nuestro enlace y del cable que lo soporta. Esto puede ocurrir si el cable se encuentra físicamente cercano, bien sea de forma habitual o circunstancial, a fuentes radiantes de interferencias eléctricas y electromagnéticas (cables de tensión, emisoras de radio, motores eléctricos, alumbrado público, etc.), en este caso si la interferencia es muy fuerte o está muy próxima al cable y si el cable no está blindado eléctricamente (apantallado, efecto de caja Faraday), la señal electromagnética producirá alteraciones en la señal de nuestros datos y por tanto errores en la transmisión, que en el mejor de los casos harán más lenta la misma, y en el peor, perderemos datos en el proceso.

## ADSL

La primera especificación de la tecnología xDSL fue definida en 1987 por Bell Communications Research (Bellcore), la misma compañía que inventó la RDSI, que forma parte de un consorcio formado por las compañías telefónicas regionales denominadas RBOC (Regional Bell Operating Company) y creadas a partir de la sentencia del caso de monopolio de AT&T de la Corte Federal de los EE.UU., en 1983. En ese momento, xDSL estaba diseñada para suministrar vídeo bajo demanda y aplicaciones de TV interactiva sobre el par de cobre. Otro momento en el que se dio un nuevo impulso a esta tecnología fue cuando se aprobó en EE.UU. la Ley de Reforma de las Telecomunicaciones de 1996 (Telecommunications Reform Act), que permitía a las compañías de comunicaciones competir entre sí en cualquiera de estos mercados.

En el año 1989 se desarrolló la tecnología conocida como ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line, línea de abonado digital asimétrica). La denominación de asimétrica es debida a que las velocidades de transmisión y recepción son distintas. La velocidad de bajada, con la que llega la información a nuestro ordenador, suele ser bastante mayor que la de subida, con la que se mandan los datos desde nuestro equipo. Este tipo de tecnología se encuadra dentro de la familia DSL (Digital Subscriber Line, Línea de abonado digital) que lo forman SDSL (Symmetric DSL), R-ADSL (Rate Adaptative DSL), VDSL (Very-High-Bit-Rate DSL) y HDSL (High Bit-Rate DSL).

## **La modulación**

Al igual que ocurre con los módems tradicionales, es necesario realizar una transformación de la señal que se quiere enviar (y el proceso contrario en la que se recibe) para que pueda ser transmitida por medio de las líneas telefónicas convencionales. Este proceso, que se conoce como modulación de la señal, consiste en modificar una señal "tipo" que se genera dentro del dispositivo en función de la señal a enviar. La señal que se genera con el fin de ser modificada teniendo en cuenta la que se transmite se denomina portadora. Estas modificaciones se pueden hacer alterando alguna de sus propiedades. Los diferentes tipos de modulación de una señal son: modulación de amplitud (ASK, Amplitude Shift Keying), donde la amplitud de la señal, con una frecuencia y fase constante, se modifica en función de que la señal digital tenga como valor cero o uno; modulación de frecuencia (FSK, Frequency Shift Keying), donde la señal portadora adopta una u otra frecuencia en función de los valores digitales de la señal origen; y la modulación de fase (PSK, Phase Shift Keying), donde el paso de cero a uno o viceversa, produce un cambio de fase en la señal portadora.

En la tecnología ADSL existen varias formas de alterar la señal portadora de alta frecuencia para convertirla en una señal modulada y ser enviada a través de cable telefónico. Para ADSL existen dos sistemas de modulación que son rivales entre sí, hasta tal punto de haber creado grupos de partidarios a favor de una u otra. Estos sistemas de modulación son CAP (Carrierless Amplitude Phase) y DMT (Modulation and Discrete Multi-Tone) y ambos están basados en el sistema QAM aunque cada uno lo adopta de una forma distinta. El tipo de modulación CAP ofrece una solución al problema de generar una onda modulada capaz de transportar cambios de amplitud y de fase. La versión CAP de la modulación QAM almacena partes de una señal en una memoria y luego une los fragmentos de la onda modulada. La señal portadora se suprime antes de la transmisión ya que no contiene información y se vuelve a componer de nuevo en el módem receptor. De ahí la expresión de carrierless, es decir, sin portadora. Al comienzo de la transmisión, CAP también comprueba la calidad de la línea de acceso y utiliza la versión más eficaz de QAM para obtener el mayor rendimiento en cada señal.

La modulación DMT es la otra alternativa. Dado que las señales de alta frecuencia atravesando las líneas de cobre sufren mayores pérdidas en presencia de ruido, DMT divide las frecuencias disponibles en 256 subcanales. Como en el caso del sistema CAP, realiza una comprobación al comienzo de la transmisión para determinar la capacidad de la señal portadora de cada subcanal. A continuación, los datos entrantes se fragmentan en diversos números de bits y se distribuyen entre una determinada combinación de los 256 subcanales creados, en función de su capacidad para efectuar la transmisión. Para eliminar el problema del ruido, se transportan más datos en las frecuencias inferiores y menos datos en las superiores.

La modulación CAP tiene la ventaja de estar disponible para velocidades de 1,544 Mbps y su coste es reducido debido a su simplicidad. La desventaja que presenta es que reduce el rendimiento en ADSL y es susceptible a interferencias debido a la utilización de un solo canal. Sin embargo, la modulación del tipo DMT tiene la ventaja de ser la norma que han acogido ANSI (American National Standard Institute) y ETSI (European Technical Standards Institute), además ofrece cuatro veces más de rendimiento que la modulación CAP para el tráfico de datos desde la central al usuario y de diez veces más desde el usuario a la central. También es menos susceptible al ruido y las pruebas realizadas por los laboratorios de Bellcore demuestran que este tipo de modulación es más rápida que la CAP, independientemente de la distancia que separe los módems ADSL. Los inconvenientes son que su coste resulta superior al de CAP y es un sistema muy complejo.

Existe una variante de DTM, denominada DWMT (Discrete Wavelet Multi-Tone) que es algo más compleja pero a cambio ofrece aún mayor rendimiento al crear mayor aislamiento entre los 256 subcanales. Esta variante podría ser el protocolo estándar para transmisiones ADSL a larga distancia y donde existan entornos con un alto nivel de interferencias.

-

## **Varios canales en la misma línea**

Una de las características de la tecnología ADSL es que permite tener un canal de voz y otro de datos separados, de forma que es posible estar conectado a Internet y poder hablar por teléfono como si se tratara de dos líneas distintas.

Para crear varios canales, los módems ADSL dividen el ancho de banda disponible de la línea telefónica utilizando para ello dos métodos: la multiplexación por división de frecuencias (FDM, Frequency Division Multiplexing) o la cancelación del eco. La otra técnica de multiplexación usada en ADSL es la multiplexación en tiempo (TDM, Time Division Multiplexing), que permite intercalar los datos procedentes de varios usuarios en un único canal vía serie.

La técnica FDM asigna un ancho de banda para los datos enviados a la central telefónica y otra para los procedentes de ésta. Al mismo tiempo, el circuito lógico que va a la central se fracciona mediante la multiplexación por división en tiempo (TDM) en uno o más canales de alta velocidad y en uno o más canales de baja velocidad. El canal hacia la central telefónica también se multiplexa en los correspondientes canales de baja velocidad. La cancelación de eco superpone ancho de banda dirigido al usuario al dirigido a la central y luego las separa mediante la supresión del eco local, de la misma forma que se hace en los módems V.32 y V.34. Este sistema permite utilizar el ancho de banda con más eficacia, pero a cambio de un mayor coste y complejidad.

En ambos métodos, FDM y cancelación del eco, es necesario añadir un filtro (splitter), que separa una banda de 4 KHz para la línea telefónica habitual. De esta forma el tráfico de voz y de datos pueden transmitirse por el mismo cable y eliminándose así la necesidad de tener una línea para voz y otra para datos.

-

## **ADSL vs. RDSI**

ADSL puede tener todas las posibilidades de competir e incluso ganar a su más rival competidor: la RDSI, pero algunos terrenos son más propicios para ADSL y otros para la red digital. Ambos tipos de comunicación están orientados a conseguir una alta velocidad de transmisión de forma fiable. Asimismo, los dos permiten utilizar un canal para datos mientras se utiliza el otro para voz sobre la misma línea. Pero la diferencia más importante es que RDSI es un medio de conexión que funciona bajo la conmutación de circuitos, mientras que ADSL es un tipo de conexión punto a punto. Esto quiere decir que si queremos realizar una conexión con nuestro proveedor de Internet, utilizando una RDSI, debemos realizar el marcado de un número telefónico que a través de una centralita nos encaminará hasta el dispositivo receptor. El mismo caso ocurriría si lo que deseamos es llamar a la red de nuestra empresa.

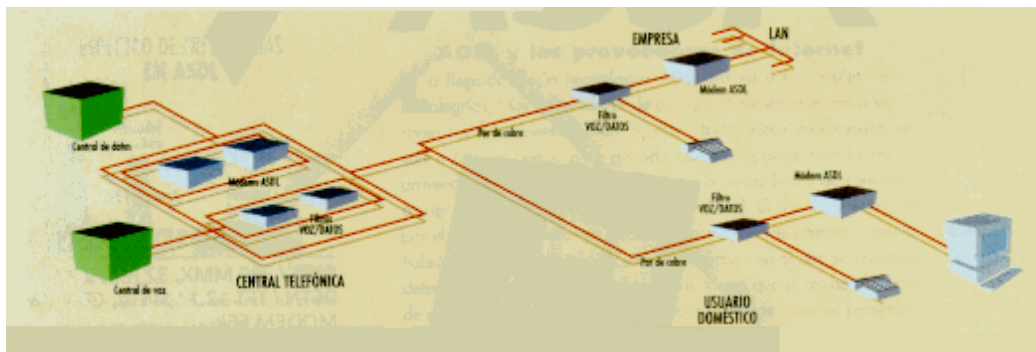
Utilizando un módem ADSL, la conexión que existe es permanente, es decir, no es necesario realizar ningún tipo de marcado para lograr el acceso a Internet. Este tipo de conexión denominado punto a punto tiene la ventaja de que el ancho de banda que existe entre el módem receptor de la llamada, instalado en la central telefónica, y el nuestro no es compartido por ningún otro usuario. En la central telefónica deben de existir tantos módems ADSL como líneas para este uso tengan en esa área metropolitana, estando todo estos módems enlazados mediante un conmutador Ethernet, un router o un conmutador ATM, que a su vez tenga una conexión con una línea de alta velocidad a Internet. De esta forma es posible tener nuestro ordenador conectado de forma permanente a Internet por una cantidad fija de dinero (con la implantación de la tarifa plana).

Lógicamente uno de los puntos fuertes de ADSL es su velocidad, ya que es 15 veces mayor que la RDSI, utilizando dos canales (128 Kbps.), aunque esta vez la RDSI tiene varios puntos a favor: a través de un módem ADSL no es posible llamar a la red de nuestra empresa, ya que la conexión que tiene, como se ha

En caso de un fallo en el fluido eléctrico la comunicación a través de RDSI queda interrumpida ya que no existe alimentación para el terminal del abonado. En cambio, la tecnología ADSL, permite poder seguir utilizando el canal de voz aún habiendo un fallo del fluido eléctrico, a pesar de que el canal de datos quede inoperativo.

## Conectando con un módem ADSL

Para entender mejor el funcionamiento de una conexión a través de un módem ADSL desde nuestro ordenador se puede ver la figura siguiente:



Como se puede observar, en la parte izquierda están representadas las instalaciones de la compañía telefónica y en la parte derecha el ordenador del usuario. El elemento clave a ambos extremos de la línea es el discriminador (splitter) que no es más que un filtro de frecuencias que entenderá como llamadas de voz aquellas que estén dentro de los 3.400 Hz. y como llamadas de datos, utilizando el módem ADSL, las que estén por encima de esta frecuencia. Comenzando por las instalaciones de la compañía telefónica se puede observar que existen dos líneas de comunicación: una de voz y otra de datos. Utilizando también un filtro, es posible dirigir el tráfico de llamadas a una línea o a otra. De esta forma se evita uno de los mayores problemas que pueden surgir al utilizar este sistema: la saturación de las centralitas de voz. Al tener un tratamiento distinto, cada comunicación será conducida a su lugar de destino. Si lo que se desea es utilizar la línea de voz para realizar una llamada telefónica, el filtro dejará pasar esta llamada a la centralita correspondiente, después de haber marcado el número del abonado, sin interferir en el funcionamiento de la conexión ADSL. El usuario

de un módem ADSL deberá tener también un filtro que le permita seguir disponiendo de un canal telefónico de voz. En la figura se observa claramente que el número de módems en la centralita telefónica debe de ser igual al de usuarios que quieran conectarse utilizando esta tecnología. Asimismo los módems pueden volver a ser reasignados según las necesidades cuando los abonados se dan de baja del servicio.

En el caso de los sistemas actuales de conexión a Internet, por ejemplo InfoVía Plus, el usuario realiza la conexión marcando un número telefónico que le encaminará a una central correspondiente, que por otro lado podrá ser compartida por llamadas de voz. Esta llamada es contestada por uno de los módems que existen en la compañía telefónica y que a través de las líneas de la central nos dará conexión a Internet. El número de módems que están pendientes de recibir una llamada de un usuario, nunca será igual al número de usuarios que tengan acceso a Internet, ya que, como es lógico, no siempre estarán todos conectados al mismo tiempo. Si se llegara a la implantación de una tarifa plana utilizando la forma de acceso actual, se podría correr el riesgo de entorpecer las llamadas de voz, ya que las centralitas estarían saturadas de llamadas y de una gran cantidad de intercambio continuo de tráfico. Por eso es necesario recurrir a un sistema de comunicación de datos que no interfiera en el uso habitual del teléfono, más si cabe cuando se estaría hablando de una gran cantidad de conexiones simultáneas enviando y recibiendo bastante cantidad de información. Utilizando la tecnología ADSL es posible discriminar la información de voz y la de datos al mismo tiempo que se consigue una alta velocidad de transmisión.

-

### **La distancia que les separa**

Para que una línea telefónica convencional sea el soporte perfecto para una transmisión utilizando ADSL, es necesario que existan unos requisitos que son decisivos y que poco puede hacer el usuario para cambiarlos. Las distintas velocidades que ofrece ADSL, así como las propuestas en la posible implantación de la tarifa plana, son en función de la longitud del cable telefónico y del estado del mismo. Según las características de esta tecnología, para alcanzar las velocidades de 1,5 a 2 Mbps., es necesario que la distancia máxima no sea más de 5,5 Km. entre un módem ADSL y otro, es decir desde donde se encuentra el ordenador del usuario hasta donde está la central telefónica más próxima. En muchos casos esta circunstancia no será ningún inconveniente, ya que en centros urbanos o periferias de grandes ciudades, es probable que exista una central telefónica con ADSL en una distancia inferior.

Pero puede darse el caso de pequeños pueblos y aldeas que están separados, unos de otros, 10 Km, por ejemplo. Lógicamente, la central telefónica más cercana puede estar separada esta misma distancia y para realizar llamadas de voz, o incluso utilizar un módem analógico de 28,8 ó 33,6 Kbps no habrá ningún inconveniente, pero a la hora de decidir el uso de la tecnología ADSL será necesario informarse antes, ya que puede existir la sorpresa de no llegar a alcanzar estas velocidades aún habiendo solicitado este tipo de contratación y lógicamente su precio. A medida que la distancia entre los módems ADSL sea mayor, la velocidad de transferencia será menor.

El segundo factor clave en este tipo de tecnología es el estado del cable. Si una comunicación ADSL trata de sacar el máximo partido al par de cobre, utilizando como elemento clave el bajo nivel de ruido de la línea, es necesario que éste se encuentre en perfectas condiciones, ya que de lo contrario puede darse el caso de no llegar a alcanzar las velocidades estándar.

-

### **La familia de velocidades**

des estándar. La familia se conoce como familia xDSL, es decir, tecnologías que consiguen altas velocidades de transmisión utilizando el par de cobre telefónico. El proceso clave para lograr este propósito es, como se ha

visto, la modulación. Esta familia xDSL está compuesta, además de ADSL, por tres tecnologías más: VDSL, HDSL y SDSL. La modalidad VDSL es la más rápida de las tecnologías de la familia xDSL, ya que puede llegar a alcanzar una velocidad de entre 13 y 52 Mbps. desde la central hasta el abonado y de 1,5 a 2,3 Mbps. en sentido contrario, por lo que se trata de un tipo de conexión también asimétrica. La máxima distancia que puede haber entre los dos módems VDSL no puede superar los 1.371 m. Es la tecnología idónea para suministrar, en un futuro, señales de TV de alta definición.

La tecnología HDSL es simétrica, por lo que la velocidad desde la central al usuario y viceversa será la misma. Esta es la tecnología más avanzada de todas, ya que se encuentra implementada en grandes fábricas donde existen grandes redes de datos y es necesario transportar información a muy alta velocidad de un punto a otro. La velocidad que puede llegar a alcanzar es de 1,544 Mbps. utilizando dos pares de cobre y 2,048 Mps sobre tres pares, aunque la distancia de 4.500 metros que necesita es algo menor a la de ADSL. Las compañías telefónicas están encontrando en esta modalidad una sustitución a las líneas T1/E1 (líneas de alta velocidad, sobre otro tipo de medio –fibra óptica–, utilizadas en Norteamérica y en Europa, respectivamente).

Por último la variante SDSL es muy similar a la tecnología HDSL, ya que soporta transmisiones simétricas, pero con dos particularidades: utiliza un solo par de cobre y tiene un alcance máximo de 3.048 m. Dentro de esta distancia será posible mantener una velocidad de similar a HDSL. Esta norma se encuentra aún en la fase de desarrollo.

Además existe una variante de ADSL, conocida como R-ADSL, que funciona en los mismos márgenes de velocidad que ADSL, pero tiene la ventaja de ajustarse de forma dinámica a las condiciones de la línea y su longitud. La velocidad final de conexión utilizando esta variante de ADSL puede seleccionarse cuando la línea se sincroniza, durante la conexión o como resultado de una señal procedente de la central telefónica. Esta variante, utiliza la modulación CAP.

A pesar de las variantes de xDSL que existen, algunas de ellas ya probadas y comenzándose a implantar y otras aún en proceso de desarrollo, ninguna de ellas ha sido oficialmente reconocida por ningún organismo para adaptarla como estándar. El grupo de trabajo T1E1.4 de ANSI (American National Standard Institute) ha aprobado un estándar ADSL a velocidades de hasta 6,1 Mbps. (estándar ANSI T1.413), al que contribuyó también la ETSI (European Technical Standards Institute) con un anexo en el que se exponen las necesidades y variantes europeas. Éste admite un tipo de interfaz única de terminal en el lugar de destino. En la actualidad el grupo de trabajo está estudiando incluir en el estándar una interfaz multiplexada en el lugar de destino, protocolos de gestión y configuración de red, etc.

La ITU (International Telecommunication Union, Unión mundial de la telecomunicaciones) alcanzó un principio de acuerdo en noviembre de 1998, denominado ADSL G.Lite y cuenta con el respaldo de grandes empresas como Microsoft, Intel o Compaq. Microsoft anunció, el 3 de junio de 1997, sus trabajos de conexiones mediante PPP (Point to Point Protocol) sobre redes ATM utilizando ADSL, que fueron apoyados por grandes compañías de comunicaciones como Alcatel, Cisco, US Robotics (3Com), etc.

ADSL G.Lite es una versión de la tecnología ADSL también conocida como splitterless, (sin filtro voz/datos) o Universal DSL. Hasta la reciente llegada del estándar, el UAWG (Universal ADSL Work Group, Grupo de trabajo de ADSL) llamaba a la tecnología G.Lite, Universal ADSL. En octubre de 1998, G.992.2 fue adoptado por la UIT como el estándar que recogía a la tecnología G.Lite. La ratificación definitiva del G.992.2 tuvo lugar en junio de 1999.

Respecto a la versión ADSL, la ITU está colaborando con el grupo de trabajo T1E.4 de ANSI, para llegar a la normativa, al igual que los módems tradicionales (V.32, V.34, etc.).

Otro organismo que está trabajando para la implantación, mejora y lograr unas normas comunes es el ADSL Forum. Este grupo de trabajo se formó a finales de 1984 para ayudar a las compañías telefónicas a hacer

realidad el enorme potencial comercial de ADSL. Sus actividades son de orden técnico y comercial. En la actualidad, el trabajo técnico del Forum se divide en siete grandes proyectos: interfaces, redes de acceso, protocolos en modo paquete, en modo ATM, migración a ADSL, gestión de la red y análisis y por último la gestión. La forma de trabajar de ADSL Forum es identificar una necesidad particular y notificarla a otra entidad de estandarización para que realice las acciones oportunas. De hecho, el ADSL Forum trabaja en estrecha colaboración con grupos de estándares próximos como T1E1.4 (grupo de trabajo de ANSI), ETSI, TR41, etc. Además este grupo está potenciando su naturaleza de lugar de encuentro y debate. Los miembros se reúnen cuatro veces al año, dos en EE.UU. y dos en Europa. A finales de 1996 ya contaba con más de 60 miembros. Dados los motivos de existencia de ADSL Forum, ha de atenerse a las reglas antimonopolio, ya que de esta forma, impide que el Forum se comprometa en proyectos de mercado sobre cuestiones como precios, cuotas u otros factores que pudieran provocar posibles cambios a la hora de fijar los precios.

## **ADSL**

El año pasado, la compañía Telefónica de España comenzó a recibir fuertes presiones para la implantación de la tarifa plana. En ese momento la compañía se sacó un as de la manga: habrá tarifa plana, pero con ADSL, un servicio avanzado y caro. Manipulación aparte, y a pesar de su escasa implantación, estas siglas tienen futuro.

Las transmisiones de datos con ADSL utilizan el mismo par de cobre de los teléfonos tradicionales, pero pueden alcanzar una velocidad teórica de 8 Mbps hacia el usuario. No necesita la instalación de nuevos cables ni cavar zanjas; al usuario le basta comprar un módem ADSL. La misma línea telefónica puede emplearse para llamadas de voz y datos simultáneamente.

Hasta ahí todo son ventajas. Pero en la práctica el límite de velocidad está en 1,5 Mbps, y las compañías proporcionan apenas 256 Kbps.

Además, ADSL no es un servicio universal. Sólo funciona bien con los abonados que se encuentren a menos de tres kilómetros de la central telefónica. Y el precio en Europa todavía es muy alto: alrededor de 50 dólares al mes más el coste de instalación.

En entornos de mayor desarrollo, como EEUU, y para zonas urbanas, ADSL es un serio competidor del cable. En Europa parece que ambas tecnologías están destinadas a coexistir.

## **Cable**

Es el segundo en discordia en las transmisiones de banda ancha. En EEUU lo tuvieron más fácil: existía una red de televisión por cable en muchas zonas urbanas del país, así que adaptarla para acceder a Internet no presenta grandes dificultades. Time Warner y eXcite@Home son los mayores proveedores. Este último ha duplicado en lo que va de año el número de suscriptores, alcanzando los dos millones.

En Europa, sin embargo, hay que tender las redes de fibra óptica y cable coaxial cavando zanjas durante meses. Una enorme inversión que hace que el servicio sólo esté disponible de momento en grandes ciudades.

Las ventajas compensan el esfuerzo: por el mismo cable llegan varias docenas de canales de televisión, el teléfono para llamadas de voz y el acceso a Internet. Se pueden alcanzar velocidades de hasta 30 Mbps, pero en la práctica nadie ofrece tanto. Lo normal es disponer de alrededor de 300 Kbps, aunque la cabecera de cable la comparte una vecindad, así que cuando se conecta mucha gente, la velocidad baja.

En los mercados Europeos que todavía no han sido liberalizados por completo, el cable es la única alternativa a las telecomunicaciones dominantes. En España, los principales proveedores de cable se agrupan en dos grandes bloques: por un lado la AOC (Agrupación de Operadores de Cable), propiedad de Retevisión y que opera con distintos nombres en Madrid, Castilla y León, Asturias, Andalucía en Galicia.

Por otra parte se encuentra ONO/Cableuropa, que opera en Valencia, Andalucía, Albacete, Santander, Murcia y Mallorca. Para terminar, Telefónica Cable dispone de filiales en Castilla–León, Canarias, Madrid, Extremadura, Andalucía, Cataluña, Galicia y Navarra, pero todavía no ha comenzado a ofrecer servicio.

En Latinoamérica la penetración de Internet en general todavía es escasa, sobre todo debido a insuficiente cobertura de telefonía y los altos precios de las llamadas. Precisamente por esta razón, el cable puede ser uno de los factores para el desarrollo de la Red, ya que ofrecerá tarifa plana.

El cable es la opción de banda ancha con mayor crecimiento en Latinoamérica. Varias compañías ya se ofrecen sus servicios de acceso por cable, como Globo Cabo en Brasil, Fibertel en Argentina o InterCable en México, y también en Chile y Perú, si bien los precios son altos: entre 50 y 100 dólares al mes.

## **Bibliografía**

Para realizar este trabajo se han utilizado las siguientes páginas Web:

- <http://www.itete.com.pe/rdsi/indexrdsi.htm>
- <http://www.itete.com.pe/rdsi/indexrdsi.htm>
- <http://www.isdnzone.com/info/spain1.htm>
- <http://www.terra.es/adsl/adsl6.htm>
- <http://www.prw.net/prwnews/1998/broadband.htm>
- <http://www.iies.es/teleco/bit/bit107/quees.htm>
- [http://www.geocities.com/SouthBeach/4118/ADSL\\_articulo.html](http://www.geocities.com/SouthBeach/4118/ADSL_articulo.html)
- <http://www.el-mundo.es/navegante/diario/99/enero/26/adsl.html>
- <http://www.leader.es/adsl/>
- <http://emn.derecho.uma.es/grumetes/adsl.htm>
- [http://www.adsl.com/dsl\\_forum.html](http://www.adsl.com/dsl_forum.html)
- <http://www.toshiba.com/taec/press/to-889.shtml>
- <http://www.geocities.com/SiliconValley/Heights/5770>
- <http://www.telcordia.com/resources/isdn/dcm-1.html>
- <http://www.globalisdn.com/>
- <http://www.isdnshop.com/isdn-facts.html>
- <http://www.microsoft.com/windows/getisdn/whatis.htm>
- <http://www.microsoft.com/windows/getisdn/whatis1.htm#isdn>
- [http://www.pobladores.com/territorios/informatica/ADSL\\_YA](http://www.pobladores.com/territorios/informatica/ADSL_YA)
- <http://www.alsernet.es/home/qrdsi.htm>

Comparativa de accesos a Internet

Página 1 de 16