

**ÁREA ABIERTA Nº 13. MARZO 2006.**  
**Referencia: AA13. 0603. 70**

### **“Redes de Banda Ancha de acceso extendido”**

*TDT, PLC, ADSL y LMDS.*

**Autor: Manuel Sigüero Guerra**

#### **Introducción**

El incremento de actividad industrial junto a la oferta cultural implícita que va a representar la irrupción de tecnologías de comunicación muy recientes, promovidas y probadas en los últimos dos años, va a significar una indudable agitación en el ámbito de lo audiovisual a partir de la convergencia de la Televisión Digital con Internet y los desarrollos Multimedia.

Las nuevas tecnologías citadas tienen relación con la obtención de una más ancha banda de frecuencias de transmisión, multiplexadas a través de antena e hilo de cobre convencionales, de uso normalizado desde hace varias décadas, que permitirán en un futuro inmediato la posibilidad de transmitir señales de video y audio de alta definición digital, sin grandes costes de instalación y que podrán llegar, de hecho ya están llegando, a esa “última milla” hasta el usuario final a un coste moderado en el momento de consolidación en los próximos años.

El concepto originario de Redes de Banda Ancha data del año 1989 y fue propuesto en la Asamblea del CCITT, que hoy conocemos como UIT - Unión Internacional de Telecomunicaciones, donde se especificaron las nuevas redes públicas de servicios integrados, donde se proponían cadencias en torno a los 155 Mbit/s. La definición oficial de la UIT es algo menos ambiciosa, especificando que un servicio es de banda ancha cuando requiere canales de transmisión a partir de 2 Mbit/s. Del concepto inicial del año 89 el mercado ha pasado a utilizar en el 2000 la expresión Banda Ancha para referirse a tecnologías que permiten velocidades de acceso del orden de 1-2 Mbit/s para el usuario final. Sin embargo, los estudios de prospectiva ya empiezan a cuestionar estos parámetros abogando por velocidades de banda ancha por encima de 10 Mbit/s.

El análisis que se plantea está hecho desde la perspectiva que ofrece la evolución exponencial de la tecnología digital así como desde la observación de que los servicios convencionales ofrecidos por redes ya implantadas hace muchos años - antenas de radiodifusión, par trenzado telefónico y red eléctrica- no han llegado a su saturación ni a los límites de transmisibilidad que se auguraban en los años 80. Por el contrario el desarrollo tecnológico ha conseguido en pocos años aumentar con eficacia los límites impuestos por las necesidades actuales de anchos de banda del espectro de frecuencias sin aumentar excesivamente los costes de utilización y sin reducciones drásticas de los parámetros de calidad.

Cuatro sistemas diferenciados de transmisión de señales, basados en tecnologías digitales de vanguardia, que utilizan para el proceso de la señal redes de distribución ya constituidas y que ofrecerán en poco tiempo al usuario servicios similares de cultura, ocio y entretenimiento por lo que, como consecuencia, a medio plazo, parecen abocados a interrelacionarse y ser complementarios. Los criterios de convergencia están abiertos y dependerá de circunstancias variables que irá tamizando el mercado, siempre y cuando las tecnologías aquí esbozadas y las que se vayan consolidando, permanezcan disponibles y sean asequibles. Pero en éste momento, en el 2004, después de ver las experiencias de TV satélite y las de TDT, parece evidente que si no hay convergencia no podrá haber subsistencia de todas las plataformas.

Debemos matizar en primer lugar las amplias diferencias entre la **TDT** por un lado y las otras tecnologías citadas: **PLC, LMDS y ADSL**. La TDT es un servicio público y cuenta con un extenso margen de frecuencias de uso (el espectro radioeléctrico),

con programación de contenidos a escala nacional, de libre recepción y gratuita. Los otros sistemas son desarrollos basados en tecnologías de última generación que pertenecen a empresas privadas, no hace mucho públicas, sin exigencias de programación y con el objetivo fundamental de la rentabilidad basada en servicios bajo demanda. Los servicios de mayor interés, por su rentabilidad, que pueden distribuirse desde estos operadores son los derivados de la TV interactiva y sobre todo el abono por visionado de películas y retransmisiones deportivas. Sin desdeñar la posibilidad simultánea de trabajar con voz y datos, telefonía e Internet.

Tanto estos sistemas de transmisión como cualquier otro que desee transmitir señales de video, audio y datos en forma comprimida, con objeto de reducir la tasa de transferencia de bits, debe acudir a la normativa de codificación internacional MPEG-2.

[ [www.mpeg-2.net](http://www.mpeg-2.net) ]

Detrás de la aparición de la televisión digital esta la consolidación del MPEG-2 como procedimiento de codificación de audio y vídeo. El estándar MPEG-2 dejó sin especificar ciertas tramas a propósito, fundamentalmente las dedicadas a acceso condicional. Otra de las características del MPEG es que permite adaptar la velocidad de transmisión a la calidad requerida por el programa o servicio considerado. Por ejemplo, los dibujos animados pueden requerir unos 2 Mbit/s, un telediario en torno a 3 Mbit/s y una película puede codificarse con alrededor de 4 Mbit/s. El vídeo de calidad superior para ver un partido de fútbol puede estar entre 6 y 8 Mbit/s.

Veamos con un poco más de detalle cada una de tecnologías presentadas.

## **Televisión Digital Terrestre**

La Televisión Digital Terrestre (TDT) constituye el perfeccionamiento, basado en la tecnología digital, de la televisión convencional analógica. Se convierte la imagen, el audio y los datos en información digital, es decir, en bits (0 y 1). Permite una optimización del uso del espectro radioeléctrico ya que con las actuales técnicas de compresión digital se puede difundir varios programas de TV sobre el mismo canal de 8 MHz., incrementando el número de programas, manteniendo el medio de difusión y de recepción convencionales, es decir las antenas, y estableciendo mecanismos que posibilitan reducir los costes de distribución. [ [www.tdtcat.net](http://www.tdtcat.net) ]

Por tratarse de una transmisión digital, pueden aplicarse procesos matemáticos de compresión de datos y corrección de errores, lo que admitiría enviar un mayor número de canales, además de una mayor calidad tanto de imagen como de sonido. Se facilitan de modo similar, aunque aún no estén implementados, la transmisión de servicios interactivos y los de acceso condicional. La transmisión digital terrestre apoyándose en otras infraestructuras de telecomunicación, como los llamados canales de retorno (cable, red telefónica, telefonía móvil, redes xDSL, incluso Internet), podrá permitir la interactividad plena del usuario, ofreciendo así nuevas opciones técnicas que pueden traducirse en nuevos servicios y aplicaciones.

Desde un punto de vista legal va a ser el año 2000 el definido por ley para introducir la TDT en España y el comienzo de la emisión de los canales analógicos digitalizados; sin embargo no es sino hasta finales del 2002 cuando se inicia la comercialización, en tiendas especializadas y grandes superficies, de los receptores digitales TDT a un precio asequible. La primera publicidad que aparece en el mercado la realiza Philips y a continuación SONY, presentando sus aparatos a un precio algo inferior a los 200 euros; no incorporan la característica de interactividad mediante la normalizada MHP "Multimedia Home Platform".

Cualquiera que haya utilizado un sintonizador TDT – yo desde luego lo he hecho- habrá podido comprobar de forma inmediata la superior calidad de imagen y sonido en el proceso simple de su conexión adecuada. Sobre todo cuando la zona adolezca de problemas de ruido en recepción, diafonías o doble imagen, puede comprobarse su calidad neta, desprovista de interferencias, frente a la recepción convencional analógica.

La posibilidad de transmitir mayor número de canales de Televisión gracias al multiplexado digital, lleva aparejado un claro incremento de la oferta, lo que deja abierta la posibilidad de alternar entre canales abiertos y canales de pago. Permitirá ofrecer mayor oferta de servicios: *pay per view*, servicios interactivos, acceso a Internet, etc. gracias al mejor aprovechamiento del ancho de banda.

Desde el punto de vista estrictamente subjetivo, el usuario recibirá mejor calidad de imagen y sonido: por un lado, es una televisión sin ruidos, interferencias, ni doble imagen, con formatos de imagen panorámico (16/9) y convencional (4/3) y múltiples subtítulos. En cuanto al sonido, será de calidad similar a un CD - 44,1 kHz y 16 bits -con efectos surround y multilingüe.

Respecto al punto final de acceso, es decir la toma de antena en los hogares, ofrece gran facilidad de conexión y sintonización automática e inmediata de las emisoras. En definitiva una gran manejabilidad pues permite la recepción incluso en vehículos en movimiento. Importante característica, impensable en el campo de lo analógico, de aplicación inmediata en servicios de transporte de viajeros y otros.

Las características técnicas de los sintonizadores son las siguientes:

Decodificación de Video: MPEG-2 DVB  
Tasa de transferencia: 15 Mbit/s.  
Relación de aspecto: 4:3 y 16:9.  
Resolución: 720x576 pixels.  
Decodificación de Audio: MPEG layer I/II. Salida PCM y analógica.  
Permite captar señales de TV (hasta 1000 presintonías) y de Radio. Aunque ésta última opción no está aún disponible en emisión.  
El sintonizador Philips trabaja con un procesador a una velocidad de reloj de 166 MHz, incluyendo memoria SDRAM de 16 MB y memoria flash de 4 MB.



## Power Line Communications

Otra de las tecnologías basadas en la transmisión digital de Multimedia e Internet a través de la línea convencional de suministro (hilo de cobre) son las desarrolladas por las empresas de electricidad Endesa e Iberdrola en España. Representa una alternativa tecnológica, ya contrastada en otros países como Alemania y Suiza, de acceso local (la denominada última milla). En Zaragoza, a lo largo del 2003 se han realizado pruebas masivas, satisfactorias para usuarios y empresa.

Permite varios servicios a nivel doméstico: TV digital interactiva, música y radio, teleseguridad, teleasistencia, telefonía, Internet avanzado. Y a nivel empresa permite también teleconferencia y Redes privadas virtuales (VPN).

La instalación es sencilla y se accede desde cualquier lugar de la casa; siendo las conexiones permanentes. Como dato curioso ante las preguntas repetidas de los usuarios, se han llevado a cabo mediciones exhaustivas de los niveles de radiación electromagnética y se ha comprobado que son similares a los modems de las líneas telefónicas o cualquier receptor de TV o Radio, es decir, no perjudiciales.

En los centros transformadores se instala un módem de cabecera para enviar señal hasta los cuartos de contadores de los edificios de viviendas. En los enchufes de red eléctrica de los domicilios particulares se instala un módem PLC al que ya pueden conectarse los servicios de usuario (teléfono IP, TV y Multimedia a través de Set Top Box). Los sistemas de codificación también se basan en normas MPEG.

La banda de frecuencia está entre 1 y 30 MHz, onda corta, por debajo de las bandas utilizadas en telefonía móvil y radioenlaces. Sin embargo la Unión de Radioaficionados Españoles – URE, plantea problemas de interferencias con sus

sistemas de radio en banda lateral única, que trabajan en torno a los 27 MHz, y otros rangos del espectro de HF. Los desarrolladores del modem trabajan para reducirlos.

Una de las empresas operadoras, Endesa, ofrece éste servicio y permite ya trabajar a 20 Mbits/s. Aunque en ésta primera etapa se ofrece como máximo 1-2 Mb/s. En algunas zonas de Madrid, Iberdrola ofrece ya los servicios PLC. La velocidad de transmisión del PLC Iberdrola puede llegar hasta 45 Mbps en la actualidad, que aumentará en breve hasta 100 Mbps. [ [www.iberdrola.es](http://www.iberdrola.es) ]

Por el momento la opción más completa y de mayor velocidad de transmisión para Internet está fijada en 600 Kb/s, y lo más importante es que se mantiene tanto en envío como en recepción. Se comercializa a un precio similar a otros sistemas como ADSL, ofreciendo éstos la mitad de velocidad de transmisión (256 Kb/s). Otra característica fundamental cuando se trata de comparar puede ser la consiguiente saturación de la línea ADSL cuando aumenta de manera importante el número de abonados, no dándose esta circunstancia en el caso de PLC.

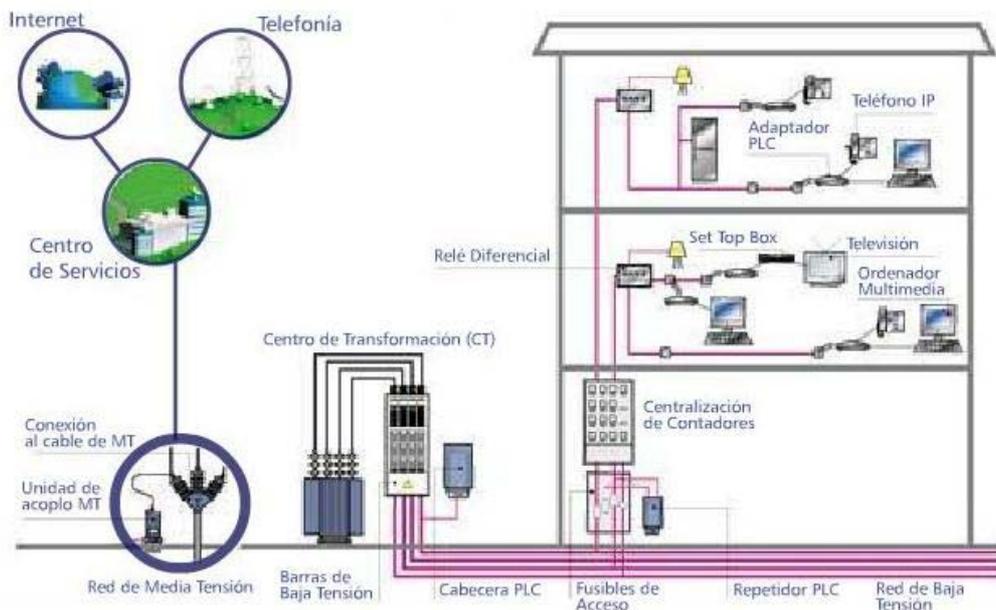


Gráfico adaptado de Endesa

### Assimetric Digital Subscriber Line

La tercera de las tecnologías analizadas aquí está basada también en el desarrollo tecnológico digital aplicado a redes de distribución convencionales telefónicas (hilo de cobre o par trenzado) y es la ya generalizada ADSL.

El ADSL (Bucle de Abonado Digital Asimétrico) es una técnica de transmisión que, aplicada sobre los bucles de abonado de la red telefónica, permite la transmisión sobre ellos de datos a alta velocidad. Para ello utiliza frecuencias más altas (superiores a 25 kHz) que las empleadas en el servicio telefónico y sin interferir con ellas, permitiendo así el uso simultáneo del bucle para el servicio telefónico y el acceso a servicios de datos a través de ADSL.

Las líneas basadas en esta tecnología se caracterizan, como su nombre indica, por la asimetría que supone ofrecer una mayor capacidad de transmisión en el llamado "sentido descendente" (de la red de distribución hacia el usuario) que en "sentido ascendente" (desde el módem de usuario hacia la red). Esta característica los hace especialmente apropiados para aplicaciones como el acceso a Internet basado en sistemas Web, donde el volumen de información recibida por los usuarios es notablemente mayor que el de los comandos de control y comunicaciones generados en la navegación desde el ordenador.



Adaptado de Telefónica

Se ha conseguido ampliar la capacidad de transporte de señales por cable telefónico hasta conseguir velocidades de transmisión que, de momento, consiguen acercarse a los 6-7 Mbits/s y permitir así el envío de servicios de Banda Ancha como servicios Multimedia y datos de alta tasa de bits además de Internet, permitiendo además una completa interactividad y servicio telefónico simultáneo.

La primera experiencia, basada en esta tecnología, se ha realizado en Alicante en 2002-03 y este año 2004 en algunos barrios de Madrid. En un breve plazo Telefónica ha anunciado que ofrecerá estos servicios a nivel nacional. La empresa que distribuye y comercializa sus servicios es Imagenio, que ofrece hoy servicio de TV (todas las emisoras), video bajo demanda, Internet, etc. por 54 euros/mes.

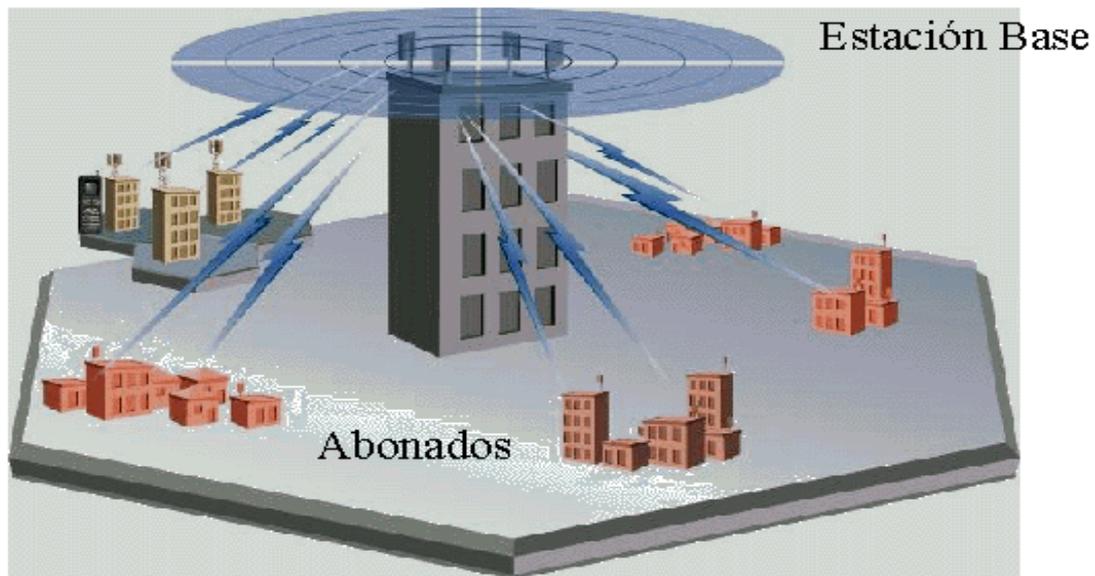
Como en los casos anteriores, como canal de transmisión de las señales de banda ancha se aprovecha de la red ya instalada, es decir de las líneas telefónicas presentes en la inmensa mayoría de hogares españoles en este caso, para enviar películas y servicios multimedia bajo demanda, gracias al incremento de velocidad basados en procesos digitales de multiplexado de señales. La velocidad dependerá de la longitud y el estado de conservación del enlace entre el usuario y la central local. En Madrid, por ejemplo, existen diez centrales locales telefónicas donde también se instalan grandes servidores que almacenan los datos multimedia que el usuario final contratará para su visionado. En este punto final, es decir la regleta de conexión de cada hogar que contrate, será necesario un módem ADSL y un decodificador con acceso condicional.

Por el momento parece que los servicios ofrecidos por el sistema de transmisión ADSL mantiene los parámetros de transferencia que se anuncian, aunque con ciertas limitaciones que dependerán en adelante de la cantidad de clientes conectados a la línea. Por eso se está trabajando en un procesado de señal denominado VDSL que ampliará de manera importante la tasa de datos susceptible de poder transmitirse por la misma línea telefónica. Citando cifras aproximadas de informes recientes [[www.dslforum.org](http://www.dslforum.org)], es previsible que los 2 Mbit/s promedio de ADSL, pudieran multiplicarse por diez, 20 Mbit/s promedio, trabajando con VDSL.

### Local Multipoint Distribution Service

Esta tecnología de banda ancha se basa en la distribución de las señales a transmitir desde un punto cercano, la última milla, a los usuarios directamente. Denominado también cable sin hilos, por similitud con la televisión por cable que permite distribuir varios canales hacia sus abonados. Dado que este sistema trabaja en la banda de las microondas, se requiere que no exista ningún tipo de obstáculo físico entre la antena emisora y la receptora. De esta forma, y para obtener la máxima

eficiencia posible de transferencia, el equipo transmisor se instala en el punto situado en la cota de terreno más elevado.



El sistema de comunicación de punto a multipunto utiliza ondas radioeléctricas a altas frecuencias, en torno a 28 ó 40 GHz, en las que existen bandas de frecuencia de unos 2 GHz con atenuación mínima ante los agentes atmosféricos; siempre y cuando las antenas emisora y receptora no encuentren obstáculos físicos, es decir "se vean".



La antena de usuario, como la que aparece en la fotografía, puede ser una caja cuadrada de 16x 16 cm<sup>2</sup> o de sección circular de 20 cm de diámetro aproximadamente, situada en la parte más alta del edificio. La antena capta la señal emitida por el distribuidor y la unidad de interfaz de red la convierte en voz, vídeo y datos, y la distribuye por todos los cables existentes en la planta del edificio .

En definitiva, se trata del acceso al bucle local vía radio. La tecnología LMDS se basa en la conversión de las señales en ondas de radio que se transmiten por el aire. Esta nueva tecnología presenta una serie de ventajas que hasta ahora han supuesto grandes dificultades, algunas inabordables para las conexiones vía cable: alta capacidad de transmisión, despliegue e instalación muy rápidos, crecimiento inmediato y simplicidad en el mantenimiento.

Alguna de las empresas (Broadnet, Neo y Sky Point) que ofrecen servicios de Banda Ancha en la actualidad, se iniciaron distribuyendo líneas ADSL.

La velocidad de transmisión de señal se multiplica, en el caso de LMDS por valores entre 10 y 20 respecto a una línea ADSL convencional de 512 Mb/s.

## Conclusiones

Los sistemas de tratamiento digital de la información, mediante los procesos de codificación de elementos multimedia y la obtención de altas velocidades de transferencia con gran capacidad de datos, han conseguido en el último lustro un

altísimo grado de eficiencia que indican mayores logros en los próximos años; si le sumamos las enormes expectativas de mercado despertadas con las continuas evoluciones cada vez más inmediatas y el posicionamiento de las grandes empresas del sector en el ámbito de lo audiovisual no es difícil aventurar un próximo "boom" de la oferta de canales de cultura, ocio y entretenimiento.

Los contenidos, su tratamiento y posterior edición; su organización en preferencias descriptivas; la catalogación correspondiente y por último motores potentes de navegación y búsqueda, tanto en Internet como en grandes bases de datos multimedia, serán el caballo de batalla en los próximos años en los que, los usuarios finales, tendremos disponible en el mercado una gran oferta de operadores y servicios. La posibilidad de interactuar, al mismo tiempo, con la oferta de contenidos permitirá su organización en términos de consumo personalizado.

En el ámbito donde nos movemos los docentes responsables de asignaturas relacionadas con lo Audiovisual y los procesos Multimedia, el citado panorama de inmediato futuro nos debe motivar para mostrar a los que serán los profesionales del 2010 la "diversificación" de tareas que esto supone y la necesidad de estructurarlas contando con los adecuados conocimientos. Si asumimos esta responsabilidad será posible mejorar no sólo las aplicaciones tecnológicas sino también los usos y sobre todo los contenidos. Las herramientas están disponibles y aumentan cada año.

### **Abstract**

Digital Technology and Broadband are the most present words when we are talking about Radio, Television and Internet. Both are present here also in this paper. Analysis about the four most recent industrial developments are included. Terrestrial Digital Television, Power Line Communication, Local Multipoint Distribution Service and the well known ADSL are the digital technologies compared in relation with the broadband services offered.

Palabras Clave:

ADSL : Asymmetric Digital Subscriber Line  
LDMS: Local Multipoint Distribution Services  
MPEG : Motion Picture Expert Group  
PLC : Power Line Communications  
TDT : Televisión Digital Terrestre.  
UIT : Unión Internacional de Telecomunicaciones.

### **Enlaces electrónicos:**

[www.aniel.es](http://www.aniel.es)  
[www.bandaancho.st](http://www.bandaancho.st)  
[www.coit.es](http://www.coit.es)  
[www.setsi.mcyt.es](http://www.setsi.mcyt.es)  
[www.tvdi.net](http://www.tvdi.net)