



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN
TELECOMUNICACIONES**

TESIS:

**TELEVISIÓN DIGITAL POR EL SISTEMA ADSL Y
ANÁLISIS DE
LA POSIBILIDAD DE SU OFERTA EN MÉXICO**

PRESENTA: ALMA ILIANA RAMOS ANASTASIO

ASESORA: DRA. FATIMA MOUMTADI

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos:

A mis Padres, por su constancia en mi vida;

A la Dra. Fatima,

**Y al grupo de profesores que han
participado en mi formación.**

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	ix
• Objetivo	x
• Definición del problema	x
• Aportaciones	xi
• Estructura de la tesis	xi
1. MEDIOS DE TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN	
1.1. Aspectos generales de televisión	1
1.2. Transmisión de televisión terrestre	3
1.2.1. Modulación de la señal de video	4
1.2.2. Características de la señal de crominancia	5
1.2.3. La señal de audio	5
1.2.4. Transmisión de televisión analógica	6
1.2.5. Unidades de medición en la señal de video	7
1.2.6. Interferencia de una señal de video transmitida vía aérea	8
1.3. Transmisión de televisión vía satelital	9
1.3.1. Subsistemas que integran un satélite geoestacionario	10
1.3.2. Modulación de señales para transmisión satelital	11
1.3.3. . Técnicas de acceso al satélite	11
1.3.4. Cobertura de un satélite artificial	13
1.3.5. Antenas para la recepción satelital.	13
1.4. Transmisión de televisión por cable	14
1.4.1. Un sistema de televisión por cable	15
1.4.2. Modulación en un sistema por cable coaxial	17
1.4.3. Amplificación en un sistema de televisión por cable	18
1.4.4. Recepción de la señal de video en un sistema de distribución por cable	20

2. DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA ADSL	
2.1. Familia de tecnologías xDSL	21
2.1.1. Protocolos de la familia xDSL	23
2.1.2. Protocolo de cambio (Switching)	24
2.1.3. Características generales del estándar de línea digital de alta velocidad (HDSL/HDSL2)	31
2.1.4. Principales características del estándar de línea de muy alta velocidad (VDSL)	33
2.2. Descripción de una red con sistema ADSL	34
2.2.1. Multitono discreto (DMT: Discrete multitone)	35
2.2.2. Canales de transporte (Bearer channel)	37
2.2.3. Estructura de una trama ADSL.	38
2.2.4. Operaciones de control embebidas	40
2.2.5. Unidad central ATU-C y unidad remota ATU-R	41
2.2.6. Componentes del multiplexor de acceso a DSL	41
2.3. Arquitectura de la red	42
2.3.1. Los componentes del sistema ADSL	43
2.4. Aplicaciones y servicios que ofrece ADSL	43
2.5. Conectividad el Protocolo TCP/IP	44
2.5.1. Estructura interna	45
2.5.2. Funcionamiento del protocolo	47
3. TELEVISION DIGITAL POR ADSL	49
3.1. Ventajas de la televisión por el sistema ADSL	50
3.2. Funcionamiento de un sistema de televisión por ADSL	51
3.2.1. Flujos de bits de MPEG	56
3.2.2. Objetos de video de MPEG	57
3.2.3. Codificación de textura en MPEG	60
3.2.4. Codificación de forma	64
3.2.5. Introducción a H.264 (AVC: Audiovisual coding)	65
3.2.6. Estructura de los Streams de MPEG	66
3.2.7. Paquetes y etiquetas de tiempo de un Stream de MPEG	67
3.2.8. Transport Stream o Flujo de transporte del estándar de compresión de MPEG	69

3.2.9. Referencias de reloj empleadas en el stream de MPEG	70
3.2.10. Control de Errores (FEC)	70
3.3. Envío de señales de video en un sistema ADSL	71
4. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE TELEVISIÓN POR ADSL EN EL MUNDO	
4.1. Algunos sistemas de televisión por xDSL que operan en Europa	75
4.2. Sistemas que ofrecen servicio de televisión a través de ADSL en Estados Unidos	86
4.3. Otros sistemas de televisión por ADSL que operan actualmente	88
5. PROBABLE IMPLEMENTACION DE LA TELEVISIÓN POR ADSL EN MÉXICO	
5.1. Operadores que podrían ofrecer el servicio de televisión por ADSL en México	93
5.2. Análisis del marco legal en México	
5.2.1. Antecedentes del acuerdo de convergencia en México	97
5.2.2. Lineamientos que establece el Acuerdo de Convergencia en México	98
CONCLUSIONES	117
GLOSARIO	119
REFERENCIAS	123

Introducción

Desde su aparición la televisión analógica ha sido un medio masivo de comunicación, un medio de llegar a los clientes; en la actualidad la aparición de la televisión digital está transformando la experiencia como espectador. Las imágenes y sonidos capturados como señales analógicas de audio y video son procesadas para su conversión a señal digital, los resultados son la gran nitidez de imagen y alta calidad en sonido.

El avance en el estudio y desarrollo de la transmisión de televisión digital hoy en día propone cuatro medios para llegar al televidente: a través de radiación satelital, a través de distribución por cable coaxial, TDT (Televisión Digital Terrestre) y de reciente aparición, la transmisión de televisión por ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line).

La transmisión de televisión sobre ADSL tiene una gran ventaja frente a los sistemas de televisión restringida por cable y por satélite, debido a que la instalación requerida para transmitir la señal hasta el tele-espectador ya está colocada, el usuario recibe la señal de televisión a través de su línea telefónica. Como la mayoría de los hogares ya disponen de una línea telefónica previa, la instalación de la línea telefónica no se modifica, únicamente se necesita un módem y un decodificador para disfrutar de la programación y las ventajas que ofrece la televisión digital. La calidad de la señal de televisión por ADSL está determinada por la distancia desde el hogar hasta la central telefónica, así como el estado del par de cobre que se utiliza para la transmisión.

La convergencia de la televisión con las redes de datos propone mejoras como la interactividad con el espectador, una opción que no era factible en hasta hace algunos años en un medio de comunicación como la televisión. El grupo de protocolos de Internet permite la comunicación entre el espectador y la central de distribución (central telefónica). El espectador selecciona el programa que quiere ver y el horario de su preferencia; a esta opción se le ha denominado video sobre demanda (Video On Demand).

La tendencia en las grandes ciudades es contar con un mayor número de servicios con la mejor calidad posible a bajo costo. La tecnología empleada para la transmisión de televisión digital a través de ADSL permite la integración del servicio telefónico y del

servicio de conexión a Internet por banda ancha, que en conjunto se identifican como *Triple Play*. La integración de servicios posibilita al cliente a obtener ciertos descuentos y además evitar tener diversos proveedores para cada servicio.

Al cabo de casi tres años de su aparición en el mercado, la televisión por ADSL ha crecido considerablemente a través de Europa, y parte de Estados Unidos, cada vez son más los operadores de telefonía y conexión de banda ancha a Internet que habilitan sus centrales para ofrecer este nuevo servicio. El número de clientes en Europa es cada vez más considerable, e incluso de acuerdo a las estadísticas ha tenido un crecimiento más acelerado que los sistemas de distribución por cable, que hasta hace algunos años era el sistema de televisión por cable más popular después de la televisión abierta.

Es interesante conocer las posibilidades que tiene el servicio de televisión por ADSL en un país como México, desde el punto de vista tecnológico sin olvidar la parte de mercado y la reglamentación de los servicios de telecomunicaciones vigentes.

Objetivo

Estudiar y analizar el sistema de televisión por cable de línea telefónica bajo la tecnología ADSL, así como la posibilidad de la implementación del sistema ADSL como medio de transmisión de televisión en México.

Definición del problema

Actualmente, los servicios de Internet, telefonía y televisión en México se ofrecen por separado. Esta diferenciación en los servicios impide abatir los costos de explotación de los proveedores de servicios, lo que se ve reflejado en las tarifas finales a los usuarios e impide que una gran parte de la población tenga acceso a, por lo menos, alguna parte de estos servicios. Estructuralmente, la diferenciación de los servicios también impide la unificación de los medios utilizados para la transmisión de la información, lo que obliga la coexistencia, en el caso de las redes de comunicación guiadas, de medios separados para cada tipo de servicio.

Al día de hoy en México se cuenta con servicios de Internet de banda ancha sobre tecnologías ADSL (lo que permite la integración de los servicios de voz y datos) y de sistemas de televisión restringida, ofertados por operadores diferentes, mientras que en otros países se ofrecen los tres servicios básicos (telefonía, televisión e Internet) a través de un cable de línea telefónica a un costo por paquete. En este estudio se pretende analizar la posibilidad, tecnológica y jurídica, de que en México se ofreciera este servicio integrado.

Aportaciones

La intención de este trabajo de tesis es definir y analizar la tecnología del sistema de transmisión de televisión por ADSL y revelar las ventajas que tiene sobre otros sistemas de transmisión de televisión. A partir del análisis de la transmisión de televisión por ADSL realizar un planteamiento de la perspectiva en México para este sistema.

Estructura de tesis

Capítulo 1. Presenta los fundamentos de la señal de televisión, define los medios de transmisión de televisión que se utilizan actualmente: transmisión de televisión terrestre, distribución de televisión por cable y transmisión vía satelital. Explica también las generalidades de funcionamiento de cada uno de los sistemas de transmisión de televisión, y describe la tendencia que podría seguir cada uno de ellos.

Capítulo 2. Define las características y especificaciones de los estándares de la familia xDSL, incluye una explicación de la evolución del módem convencional de 56kbps hasta las conexiones de banda ancha. Explica el proceso de transporte de información a través de una red de datos, empleando la familia de protocolos IP (Internet Protocol).

Capítulo 3. Revela las ventajas que tiene el sistema de televisión por ADSL ante otros sistemas de televisión, y explica detalladamente el proceso de compresión de imágenes de video con el estándar MPEG. Explica las características e indicaciones de los encabezados de los *transport streams*, así como el proceso de conexión a un transport stream, o cambio de canal en una red de datos con el IGMP (Internet Group Management Protocol).

Capítulo 4. En la primera parte se plantea el proceso de adopción de la nueva tecnología que es la televisión por ADSL en España y Francia y analiza los factores determinantes que influyeron para la expansión del sistema de televisión por ADSL a través de Europa. Describe el caso de Estados Unidos, y algunos países del continente americano.

Capítulo 5. Analiza las condiciones tecnológicas en que se encuentra la Republica Mexicana en materia de redes de voz y datos. Plantea las opciones que existen en México para la implementación de la televisión por ADSL, considerando a los operadores de telefonía que existen actualmente y la legislación aplicable vigente.

1. MEDIOS DE TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN

1.1. Aspectos generales de Televisión

La televisión, es un medio de comunicación que aprovecha la posibilidad de reproducir imágenes a partir de la traducción de impulsos eléctricos en intensidades y tonalidades de luminiscencia; utilizando una de las propiedades del fósforo en el caso de monitores convencionales y las propiedades del cristal líquido y del plasma en pantallas de tecnología más avanzada.

La televisión como la conocemos, aprovecha una debilidad en el ojo humano para detectar el cambio rápido de una imagen estática a otra, así aún cuando la televisión se trata de una serie de imágenes estáticas que se suceden en una frecuencia mayor a la que es capaz de detectar el ojo humano creando el efecto de una secuencia de movimiento.

La señal de televisión se compone básicamente de dos señales: una señal de video y una señal de audio. La forma de hacer llegar esta información a través de impulsos eléctricos hasta el sintonizador de nuestro televisor, en donde se interpretan como imagen y sonido, la forma en que la televisión llega a nuestros televisores ha tomado diversas posibilidades en la actualidad como trataremos en este capítulo.

La señal de televisión se compone de la señal de audio y la señal de video. La señal de video se compone de varias señales: una señal de croma, de sincronía y de luminancia. Cada una de estas señales contiene información importante que permite la correcta reproducción de la imagen. Hay principalmente tres estándares para transmisión de televisión en forma analógica: El NTSC (National Television System Committee) en América y el PAL-SECAM en Europa y Asia.

Cada canal de televisión en el sistema NTSC, que es el que México utiliza actualmente, tiene un ancho de banda de 6 [MHz], es donde se pueden colocar las portadoras de las señales de audio y video.

Para la recepción de la señal de televisión, el receptor debe tener una señal de sincronía que le permita ajustarse para interpretar la información que le llega. Para ello el barrido de la pantalla se hace de forma uniforme de forma horizontal de arriba hacia abajo, y de

izquierda a derecha; con una relación de aspecto de cuatro unidades horizontales por 3 verticales (4:3), o bien en formato de 16 unidades horizontales por 9 verticales (16:9).

Una imagen se compone de dos campos, cada imagen (cuadro) se compone de 525 líneas, es decir que cada campo se compone de 262.5 líneas. La frecuencia de repetición por cuadro es de 29.97Hz, es decir, aproximadamente 30Hz.

Por su parte un canal es de 6MHZ sin importar si la transmisión es en color o en blanco y negro; la señal sub-portadora de color se ubica exactamente a una frecuencia de 3.579545MHZ. [3]

Cada secuencia de movimiento que observamos en la televisión se compone de varias imágenes estáticas. Cada una de estas imágenes se compone de dos campos, cada uno de estos dos campos contiene información complementaria.

En los inicios de la televisión las transmisiones se hacían con programas en vivo y cámaras de estudio, ya que no se contaba con sistemas de almacenamiento, años más tarde surgen las cintas magnéticas para almacenamiento de programación que se transmitió con anterioridad. También se utilizan enlaces satelitales hacia las transmisoras y enlaces terrestres de microondas. En la actualidad los programas de televisión son almacenados para su transmisión en servidores con capacidad de almacenamiento en formato digital de varias horas de video.

Actualmente en México las televisoras transmiten su programación tanto en formato analógico como en formato digital como parte del programa de migración a la transmisión de televisión de forma digital, por las diversas ventajas que presenta. Algunas de estas ventajas son su calidad de señal, ya que no se degrada la calidad de la imagen con la distancia entre la torre transmisora y la antena receptora y por lo mismo tiene una mayor tolerancia a la interferencia.

La radiodifusión de señales de televisión en formato digital es ya una realidad en el mundo y se han definido tres estándares oficiales, adoptados por diversos países y soportados por organizaciones internacionales.

Algunos de los estándares adoptados: en Europa, el DVB (Digital Video Broadcast), en Estados Unidos de Norteamérica, el ATSC (Advanced Television Systems Committee) y Japón con ISDB-T.

Dichos estándares, únicamente marcan las características técnicas de los sistemas de transmisión de señales digitales de servicios de televisión en formatos de alta definición (HDTV) y definición estándar (SDTV). Para el caso de producción, la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) ha definido el estándar de producción de programas de televisión de alta definición en 1080i (1080 líneas y 1920 columnas).

Las transmisiones comerciales de señales de TV digital iniciaron en Europa (principalmente en el reino Unido) en 1998 y se estima que en el año 2007 se habrá logrado el grado de penetración deseado para dar por terminados los servicios analógicos en la región.

Las imágenes HDTV son hasta 5 veces más definidas que las de la televisión de definición normal, comparando el formato PAL con la resolución HDTV más alta.

La resolución 1920x1080 suele estar en modo entrelazado, para reducir las demandas del ancho de banda. Las líneas son rastreadas alternativamente 60 veces por segundo, de forma similar entrelazado a 60 Hz en NTSC. Este formato se denomina 1080i, o 1080i60. En las áreas donde tradicionalmente se utiliza la norma PAL a 50 Hz se utiliza 1080i50.

También son utilizados los formatos de rastreo progresivo con una velocidad de 60 cuadros por segundo. El formato 1280x720 en la práctica siempre es progresivo (refrescando el cuadro completo cada vez) y es así denominado 720p. Varias televisiones americanas actualmente transmiten en 720p/60.[5]

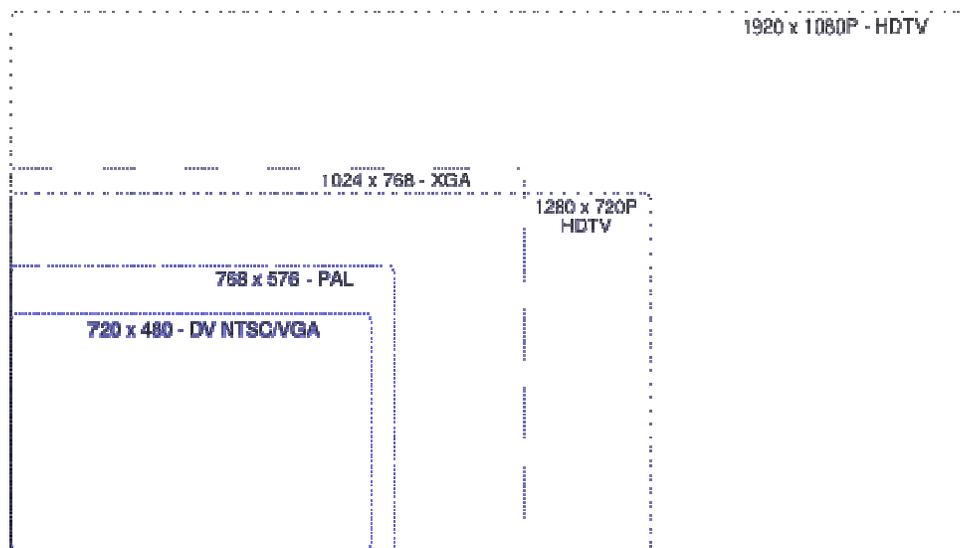


Fig. 1.1. Comparativa de información por pantalla en diferentes formatos, digital y analógico.

1.2. Transmisión de televisión terrestre

La transmisión de televisión comenzó alrededor de 1945, con la asignación del canal 2 para la transmisión de una señal de prueba. Más adelante se asignaron las frecuencias de los canales 4 y 5. Los circuitos utilizados en los primeros receptores fueron el flyback con alimentación de alto voltaje y un control automático de frecuencia para la sincronización del barrido horizontal. Hoy en día estos circuitos aún se utilizan en los receptores de televisión analógica.

La televisión a color surge en 1954 con la aprobación de un estándar de un sistema de televisión a color (NTSC), en Estados Unidos. México aceptó este mismo sistema como el estándar para transmisión terrestre de televisión.

La señal de video de televisión en banda base, para el sistema de transmisión NTSC va desde cero hasta 4MHz, aproximadamente, en tanto que la señal de audio, como ya sabemos, va de 20 Hz a 20 KHz. Así para la transmisión de televisión a través de cualquier medio es necesario modularla, ya que de esta forma la señal se hace más inmune al ruido, el tamaño de la antena de radiación es menor, y la potencia de transmisión es menor. Para cada caso la banda de frecuencias de modulación es diferente. Actualmente la banda de frecuencias que se utilizan como portadoras para modular una señal que será transmitida desde torres de transmisión de las televisoras locales es a partir de 54 MHz (Canal 2); en canales con un ancho de banda de 6MHz.

Tabla 1. Canales de televisión terrestre

Canal	Banda de frecuencia [MHz]	Descripción
1	No se utiliza	Banda baja
2	54-60	De
3	60-66	VHF
4	66-72	(Very High
5	76-82	Frequency)
6	82-88	
7	174-180	Banda
8	180-186	Alta de
9	186-192	VHF
10	192-198	
11	198-204	
12	204-210	
13	210-216	
14-50	470-692	Canales UHF

La modulación de la señal de televisión para su transmisión vía terrestre emplea la modulación por amplitud (AM) para la señal de video y la modulación por frecuencia (FM) para la señal de audio. De esta forma evitamos la interferencia de una señal a otra aún cuando viajan juntas.[3]

1.2.1. Modulación del la señal de video

Como ya hemos mencionado para la señal portadora de la señal de video es necesario un ancho de banda de 6MHz. La amplitud de esta señal portadora está modulada por la señal de video, con una gama rica de frecuencias que llegan aproximadamente a 4MHz. Las señales moduladoras de frecuencia más alta de 2 y 4 MHz corresponden a los detalles horizontales más pequeños en la imagen. Las frecuencias más bajas corresponden a las áreas más grandes de cambio en los detalles horizontales.

La señal portadora de video es modulada por amplitud. Normalmente una señal modulada por amplitud tiene una banda superior y una banda inferior con límites que corresponden a la suma y a la diferencia de la frecuencia de la señal portadora y la frecuencia más alta de la señal moduladora.

Normalmente únicamente transmite la banda superior con los componentes de las frecuencias más altas, arriba de 4MHz aproximadamente. La banda inferior contiene únicamente frecuencias arriba de 1.25MHz. Como ya sabemos, esta técnica de transmisión de sólo una parte de la banda inferior, se conoce como transmisión de banda única (Vestigial sideband, abreviado como VSB).

1.2.2. Modulación de la señal de crominancia

Para las transmisiones de televisión a color, la señal de crominancia se ubica a 3.58Mhz y contiene la información de color. Esta es una señal modulada en amplitud también. Esta señal es combinada con la señal de luminancia para formar una señal de video que modula la portadora de imagen para la transmisión en el receptor.

Como se observa en la figura 1.2 la señal portadora para la sub-portadora de la señal de crominancia no es transmitida, esta señal también está modulada en amplitud pero su portadora es suprimida. La información en una señal modulada en amplitud está contenida en las bandas laterales no en la portadora, estas bandas contienen las señales con la información de los colores rojo, azul y verde. La frecuencia de 3.58MHz se reinsertará en el receptor de televisión.

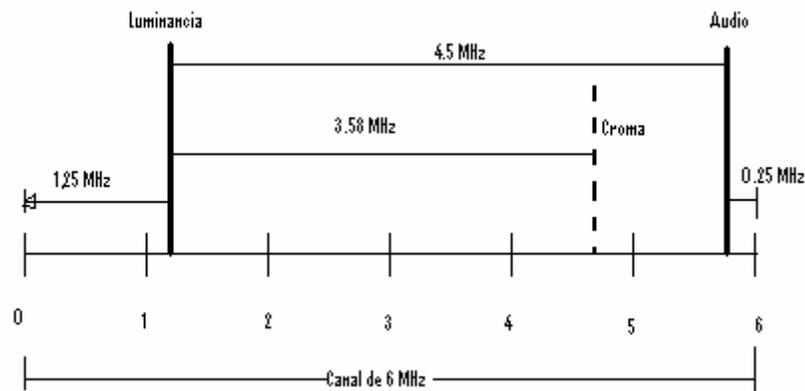


Fig. 1.2. Señales de un canal de televisión en el estándar NTSC.

1.2.3. La señal de audio

Esta señal también está incluida dentro de los 6MHz que tiene el canal como ancho de banda, que recibe el nombre de sonido asociado. La señal portadora es modulada en frecuencia por las frecuencias de la señal de audio de 50 a 15,000 Hz. Para la transmisión de televisión la portadora oscila entre $\pm 25\text{KHz}$ para el 100 por ciento de modulación, se utiliza la modulación en frecuencia debido a sus características de inmunidad al ruido y a la interferencia. E incluso el audio puede enviarse en forma estéreo. Por esta razón es que la portadora de audio se centra a 5.75 MHz del canal.

La señal de 4.5MHz arriba de la señal de video se conoce como la señal de audio interportadora (intercarrier sound) ya que para la sintonización de un canal y su audio asociado, el receptor busca por la señal que se encuentra exactamente 4.5MHz delante de la señal de video.

La modulación de la señal de imagen no se hace en frecuencia debido a los fantasmas que parecerían por la recepción de múltiples señales, en modulación por amplitud son visibles pero no tanto como serían en una modulación por frecuencia. La frecuencia de la señal portadora no es el centro del canal de 6MHz, de esta forma se tiene más espacio para la banda lateral superior de la portadora de la señal de video modulada.

1.2.4. Transmisión de televisión analógica

Para la transmisión de televisión, se utiliza el mismo método que se utiliza en radio, la diferencia es que para televisión la señal moduladora es una señal de video compuesto. Y el canal de audio se transmite en una portadora independiente en el mismo espacio de canal de transmisión de video.

En transmisión de televisión el pico de blanco es el nivel más bajo en amplitud de la señal modulada en amplitud, esto debido a una modulación negativa que reduce el pico de blanco, y amplifica los picos de negro, además el pulso de sincronía es el que llega al cien por ciento del nivel de la señal en amplitud. Los niveles, de acuerdo con la amplitud de la señal portadora modulada, se pueden representar en porcentajes como: la punta de la señal: 100%, el nivel de barrido (blanking): 75%, nivel de negro: 67.5% y el nivel máximo de blanco: 10 al 15%. El pulso de sincronía ocupa el 25% de la amplitud de la señal portadora. La información de la imagen se encuentra generalmente entre 67.5 por ciento de en el nivel de negro y 12.5% en el nivel de blanco.

Por su parte la señal de crominancia se multiplexa con la señal portadora de video, con los mismos niveles de la señal de luminancia. La señal portadora no baja del 10% de la amplitud debido a que hay distorsión cuando la señal llega a cero. Y para la recepción la señal de audio no puede producirse sin la portadora de video.

Las ventajas más notables de la transmisión negativa es que el ruido se refleja en los niveles de negro y no en los niveles de blanco, lo que hace que sea menos visible. Además el transmisor utiliza menos potencia en una transmisión negativa; ya que la mayor parte de las imágenes contiene más información de tonalidades claras que de negro, por lo que la amplitud de la señal es pequeña la mayor parte del tiempo.

La señal portadora modulada es filtrada para eliminar la banda lateral inferior antes de su transmisión, y sólo permanece la banda lateral superior, con la finalidad de reducir el ancho de banda, ya que de transmitir una señal con sus dos bandas laterales se requeriría un canal más ancho de cerca de 8MHz.

A continuación se muestra un diagrama que ejemplifica el proceso de transmisión, la señal de video es modulada con una portadora de 100 KHz, mientras que la máxima frecuencia para la señal de video se considera en 5KHz. [3]

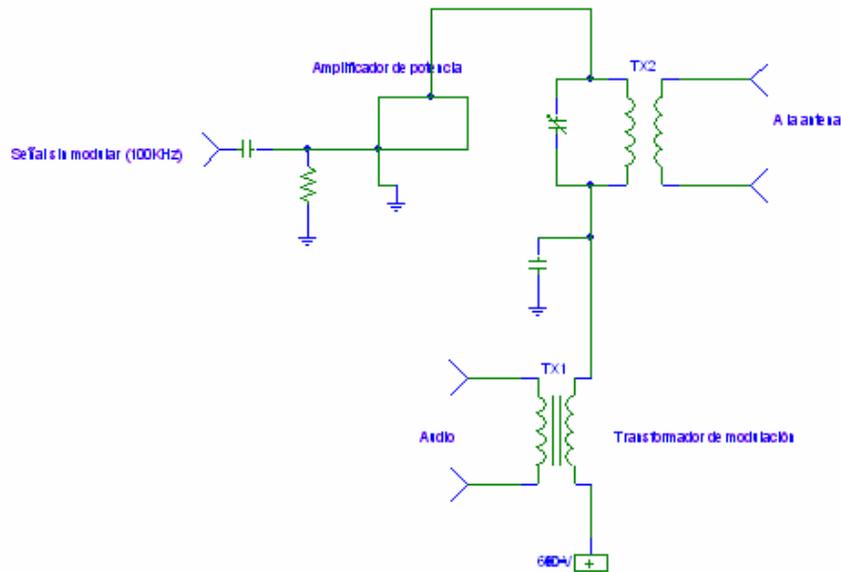


Figura 1.3. Diagrama de un modulador de televisión analógica en el estándar NTSC.

Como observamos en la figura el voltaje +600V de corriente continua será el valor pico de la señal seno que puede describir la señal modulada. Además la señal de audio se modula en el transformador 2, en donde la señal varía en la misma proporción que la señal de audio, teniendo a la salida la envolvente de la señal moduladora de audio. Esta envolvente es simétrica porque en cada punto incluye varios ciclos de la señal portadora.

1.2.5. Unidades de medición en la señal de video.

Las unidades que permiten ver la calidad de una señal de video compuesto son las unidades IRE, y se puede establecer una relación entre las unidades de video y la amplitud de la señal portadora modulada. Para el nivel de blanco generalmente la señal portadora tiene una amplitud de 12.5% y equivale a 100 unidades de video; por otra parte la señal de sincronía se representa como el 100% de la amplitud de la señal modulada y en unidades de video se representa como -40 unidades de video; en tanto la señal de barrido (blanking) en la señal portadora modulada se ve con una amplitud de el 75%, que en unidades de video equivale a cero unidades.

Para la señal de luminancia la modulación de la señal de video es por amplitud, con una banda lateral única. Con este tipo de modulación se reduce el ancho de banda del canal, ya que solo se transmite la banda lateral superior, que contiene todas las frecuencias de modulación. Una más de las características de la modulación por amplitud de banda lateral única es que el índice de modulación no va más allá del 50%, es decir que la amplitud de la señal portadora no aumenta más del 50%. La banda eliminada únicamente contiene frecuencias de aproximadamente 0 a 0.75 MHz. En tanto la señal de crominancia se modula por amplitud con doble banda lateral y portadora suprimida.

La ventaja de la modulación por amplitud con banda lateral única las frecuencias más bajas sólo son retiradas cada vez que se alejan lo suficiente de la portadora para evitar la distorsión por fase de la imagen. Ya que hay que recordar que las frecuencias más bajas

representan la información más importante de la señal de luminancia para extensas áreas de la imagen.

1.2.6. Interferencia de una señal de video transmitida vía aérea.

Para minimizar la interferencia en un canal de televisión que se utiliza en un par ciudades vecinas, se debe cumplir una condición y es que las antenas emisoras deben estar a una distancia de entre 274 y 354 Km para VHF y de 241 a 330 para canales dentro de la banda de UHF. La potencia de radiación de una estación emisora oscila entre 50KW y 5000KW, dependiendo del área de cobertura que se tenga planeado ofertar además de las características del terreno. El área de servicio de una antena de transmisión de televisión terrestre es de 121Km en todas direcciones, a continuación se muestra un diagrama del sistema de radiación de una estación de transmisión. [3]

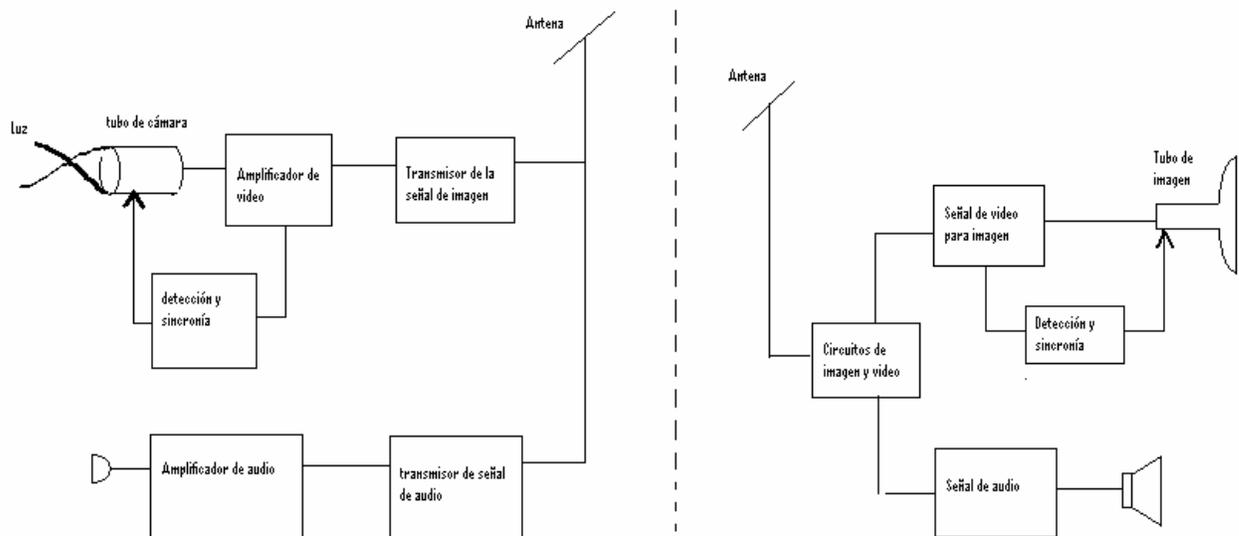


Figura 1.4. Diagrama de una estación de transmisión en el sistema NTSC.

La interferencia de canales que comparten la misma frecuencia recibe el nombre de efecto persiana Veneciana (Venetian-blind effect). Y en un monitor se observa como la inserción de líneas horizontales en color blanco sobre la imagen del transmisor de ese canal más cercano.

La interferencia entre canales adyacentes se manifiesta como imagen superpuesta sobre el canal sintonizado que se desplaza sobre la pantalla, y algo muy característico es una franja vertical de color negro que se observa a lo largo de la pantalla. Este efecto recibe el nombre de limpia parabrisas (windshield-wiper).

1.3. Transmisión de televisión vía satelital

Dentro de los satélites de comunicaciones, la clasificación más representativa hasta ahora es de acuerdo a la distancia de su órbita respecto a la Tierra; y que define de cierta forma las aplicaciones del satélite. Existen satélites de órbita baja, de órbita media, órbita geosíncrona o geostacionaria y de órbita elíptica.

Para la transmisión de televisión vía satelital se utilizan los satélites de órbita geostacionaria, ya que la órbita de este tipo de satélite, a 35,786[km] de la superficie terrestre, permite mantener un contacto ininterrumpido con la porción terrestre que cubre la huella del satélite, y por ende es posible una transmisión continua.

La transmisión de televisión a través del sistema de satélites geostacionarios surge alrededor de 1945, a partir la teoría de Arthur C. Clarke acerca de los satélites para comunicaciones, que podrían cubrir por completo la superficie terrestre, su teoría suponía tres satélites artificiales en una órbita circular a ubicada en el plano ecuatorial de la Tierra, a aproximadamente 35,786 Km de la superficie terrestre.[4]

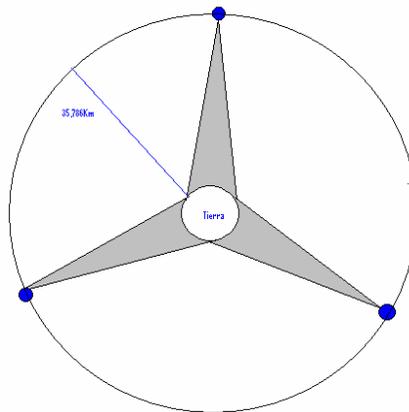


Fig. 1.5. Teoría de cobertura satelital.

Además dentro de la teoría estaba considerado que el satélite debía seguir el movimiento de rotación de la Tierra alrededor de su eje, es decir completar una vuelta alrededor de la Tierra en 24 horas. Para cumplir con esta condición el satélite debería viajar a 3705 m/s.

La órbita geostacionaria se encuentra prácticamente cubierta por satélites, hay alrededor de 220, y para evitar interferencias serias entre ellos, la distancia entre un satélite y otro es de 2° , es decir alrededor de 1500 [Km], que reduce las posibilidades de que se impacten entre ellos.

También mencionaremos que los satélites geostacionarios reciben ajustes de posición constantemente desde su centro de control, ya que por diversas circunstancias se modifica su posición, lo cual no es riesgoso en tanto no exceda de una desviación mayor de 0.1° , es decir 75[Km].

1.3.1. Subsistemas que integran un satélite geoestacionario

Un satélite artificial cuenta con varios subsistemas que le permiten operar en el espacio a lo largo de su tiempo de vida útil (12-15 años).

- a) Subsistema de antenas. Se encarga de recibir y transmitir las señales de radio frecuencia desde las zonas de transmisión hasta las zonas de cobertura deseadas, también sirven para enviar reportes de las condiciones de los sistemas, así como comandos de control.
- b) Subsistema de comunicaciones. Las señales recibidas son amplificadas, se cambia la frecuencia para poder retransmitirlas a la Tierra.
- c) Subsistema de energía eléctrica. Diseñado para proporcionar el voltaje y la corriente necesaria a todos los equipos, bajo condiciones normales y eclipses.
- d) Subsistema de control térmico. Este sistema se dedica a regular la temperatura de los equipos que componen al satélite, ya que en el espacio la temperatura es extrema entre condiciones de luz y sombra.
- e) Subsistema de posición y orientación. Permite determinar y mantener la posición y orientación del satélite. Estabiliza y orienta las antenas y paneles solares.
- f) Subsistema de propulsión. Este sistema es el encargado de proporcionar incrementos de velocidad y pares de fuerza para corregir la posición del satélite a lo largo de su vida útil, además de utilizar gran parte durante su colocación orbital.
- g) Subsistema de rastreo, telemetría y comando. Permite intercambiar información con el centro de control en Tierra para monitorear el funcionamiento del satélite.
- h) Subsistema estructural. Es la estructura que alberga todos los subsistemas que componen al satélite, le da rigidez durante su tiempo de vida.

Dentro del subsistema de antena, se encuentran los transpondedores, que es un dispositivo que recibe la señal que llega de Tierra y después es capaz de transmitirla nuevamente.[4]

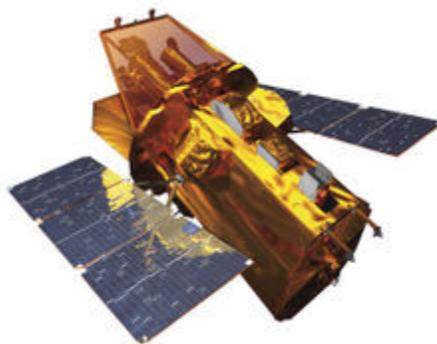


Fig. 1.6. Satélite artificial.

1.3.2. Modulación de señales para transmisión satelital

Para los satélites que operaban con señales puramente analógicas, la transmisión satelital emplea la modulación en frecuencia (FM), aprovechando que tiene una mejor inmunidad a interferencia por ruido. Es así como la señal puede tener una polarización lineal o circular. Generalmente se utiliza la polarización lineal para discriminar entre canales adyacentes, así se descartan portadoras con el campo equivocado, impidiendo que se traslapen las portadoras de los transpondedores del satélite.

La transmisión FM lleva una forma de onda de energía dispersa que previene que la portadora permanezca en un punto durante una imagen repetitiva como en nivel de negro, o en la señal de sincronía o picos de blanco. Para la señal de audio se modula también en frecuencia, y se da un espaciamiento de 6.5[MHz] a partir de la portadora de video.

Para la modulación de las señales digitales se utiliza la modulación QPSK (Quadrature Phase Shift Keying), es decir modulación de 4 fases. La señal modulada en QPSK se compone de dos señales de BPSK en cuadratura, los bits de número impar son enviados al canal Q de cuadratura, la portadora de frecuencia es alimentada directamente al canal I, pero es cambiada por medio de una fase de 90° anterior, las salidas son sumadas para formar una señal QPSK.[1]

1.3.3. Técnicas de acceso al satélite

Una técnica de acceso se refiere a la forma en que dos estaciones terrenas pueden comunicarse en Tierra a partir de uno de los transpondedores del satélite. El acceso hacia el transponder puede ser por una portadora simple o por múltiples portadoras. Existen diversas técnicas de acceso como es acceso múltiple por división de tiempo, acceso múltiple por división de frecuencia y acceso múltiple por división de código, sin embargo para servicios de televisión vía satelital, se utiliza la técnica de múltiple canal por portadora MCPC digital.

Se utiliza esta técnica debido a que es la más adecuada para transmitir una cantidad considerable de canales de televisión por una sola portadora, que implica un gasto mínimo de potencia en el transponder.

Las señales son transmitidas en banda base codificada, esta información de banda base por portadora consiste en trenes de bits PCM-TDM, en donde cada canal generalmente es de 64kbps. La señal multiplexada es modulada sobre portadoras digitales empleando típicamente la modulación PSK, estas portadoras van en el mismo transponder. El uso de una multiplexación en tiempo en banda base permite un acceso temporizado de las señales de Tierra, compensando los intervalos de ausencia de señal.

Esta técnica trabaja con una relación señal a ruido estandarizada según el ancho de banda total que ocupa todo un paquete de señales de televisión multiplexadas como se muestra en la siguiente tabla.[1]

Tabla 2. Valores típicos para transmisión de datos.

Características de transmisión de datos de salida MPEG2 [Mbps]	Relación del código interno convencional	Velocidad de símbolos de portadora [Mbps]	C/N [dB]
23 754	1/2		4.1
31 672	2/3		5.6
35 631	3/4	25 776	6.8
39 590	5/6		7.8
41 570	7/8		8.4

Dentro de esta técnica se deben considerar las técnicas de compresión para la transmisión vía satelital, recomendadas por MPEG-2, y que se exponen a continuación:

Tabla 3. Velocidades de información requeridas de acuerdo al tipo de información a transmitir.

Aplicación	Vel. De información [Mbps]
Deportes	4.008
Películas	3.456
Noticias	1.520
Retransmisión con calidad de estudio	8.000
Audio monoaural	0.128
Audio estereofónico por canal	0.256
Datos adicionales	0.960
Control de servicio	0.1536
Bits adicionales	15% de la suma total

La frecuencia utilizada para la transmisión de televisión vía satélite se encuentra dentro de la banda C y la banda Ku, para las transmisiones en banda C la frecuencia de acceso al satélite es de 6[GHz], mientras que la frecuencia para transmisión a Tierra es de 4[GHz]. Para Banda Ku la frecuencia de acceso al satélite es de 14[GHz], y para el regreso de la señal a Tierra se emplea la banda de frecuencia de 12[GHz]. Los satélites de potencia media generalmente transmiten con una potencia de 45W por transpondedor, que puede recibirse fácilmente con un plato de 60 [cm.] de diámetro. Los satélites de tecnología DBS transmiten con una potencia de 100[w] por transpondedor, y para recibir es suficiente con un plato de 35[cm.] de diámetro en el área principal de servicio.

El ancho de banda de un transponder es de 27 o de 36 [MHz], lo que permite enviar varios canales de televisión a través de un transpondedor.

1.3.4. Cobertura de un satélite artificial

La cobertura de las antenas del satélite, puede ser hemisférica, continental o zonal dependiendo del diseño de la antena. En la actualidad las antenas en el satélite pueden diseñarse de forma tal que su patrón de radiación coincida con el contorno que describe algún país o continente. Pero el factor determinante es el uso, o mercado que el satélite pretende cubrir.



Fig. 1.7. Cobertura de satélite INTELSAT 103°

Como observamos en la figura el área de cobertura se va seccionando, esto debido a que la intensidad del campo radiado no es el mismo en el centro de la huella conforme nos vamos alejando. Dependiendo de ello también será necesario modificar el tamaño de la antena receptora, ya que estando más alejados del foco del área de cobertura del satélite la señal se debilita y es necesario amplificarla un poco más antes de llegar al amplificador de bajo ruido.

1.3.4. Antenas para la recepción satelital.

Para la recepción satelital se utilizan antenas con plato reflector, ya que debido a las altas frecuencias que se utilizan y además considerando que la distancia entre la antena receptora y el satélite es muy grande, es necesario dar una ganancia alta a la señal recibida; lo cual no se lograría con un dipolo simple, por ejemplo. Las antenas parabólicas son las que nos ofrecen una mayor área de recolección de señal. Actualmente una de las más empleadas es la antena tipo offset, ya que es más compacta, por ser sólo un segmento de una parábola. Con la ventaja adicional de que la “sombra” del soporte del elemento colector sobre el plato es casi nula, es decir que no interfiere con la señal que incide sobre el plato. Generalmente

el plato reflector está hecho de un material conductor, o bien puede ser un plato de fibra de vidrio con un recubrimiento metálico.[4]

Para las antenas de banda C, lo más común son las de malla metálica, ya que son más ligeras y el tamaño de la longitud de onda es mayor a las perforaciones de la malla, por lo cual es ideal, es menos propensa a moverse con el viento y mas ligera.

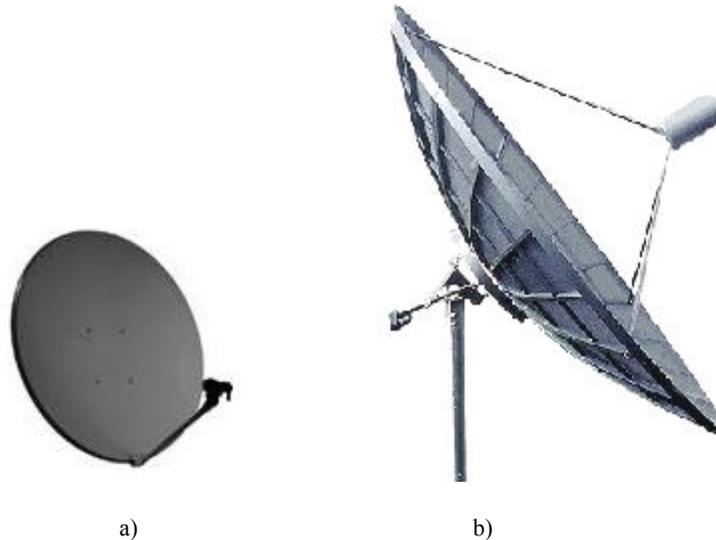


Fig. 1.8. a) Antena con reflector tipo offset. b) Antena con reflector parabólico

Además tenemos un bloque de bajo ruido (LNB), que amplifica la señal con un umbral bajo de ruido y además baja la frecuencia de la señal recibida a una frecuencia intermedia.

Una de las desventajas que presenta la transmisión de televisión a través de un satélite es que por la frecuencias que se emplea, durante la temporada de lluvias las gotas de lluvia absorben gran parte de la radiación de microondas, incluso por debajo del umbral de ruido del sistema de recepción, lo que provoca una interrupción temporal en el servicio, y que el tamaño de las antenas deba ser un poco mayor.

La relación señal a ruido es un indicador que generalmente tienen los receptores satelitales, y nos indica la ganancia por encima del nivel de ruido que está colectando la antena. De acuerdo a las características del sistema, el umbral para decir que la señal tiene una buena calidad depende del tipo de equipo y de la frecuencia.

Para la alimentación, del LNB, a través del cable viaja una pequeña corriente, cuyo voltaje depende de la señal, para una polarización horizontal el voltaje es de 18V mientras para polarización vertical es de 12 V.

1.4. Transmisión de televisión por cable

El acrónimo de CATV proviene de Community Antenna Television. En sus orígenes, alrededor de 1947, la televisión por cable surge como un derivado de la televisión terrestre radiada, ya que la recepción era muy pobre, sobre todo en áreas rurales o montañosas de las

ciudades, para tener una buena recepción era necesario tener una antena y además en un lugar lo suficientemente alto, lo cual resultaba muy caro así que algunas personas con una antena lo suficientemente alta optaron por ofrecer a otras personas conectar sus televisores a la misma antena. Estos fueron los primeros operadores de la televisión por cable, ya que la gente comenzó a darse cuenta de que no era necesario tener su propio sistema de antena. Más tarde cambiarían el cable plano bipolar por el cable coaxial.

Alrededor de 1970s, la televisión por cable es capaz además de enviar información del suscriptor a la central de CATV

Más adelante los operadores se dieron cuenta de que podían ofrecer más de una señal a través de este sistema, y al cabo de un tiempo se incluyeron canales de servicio premium*.

Un sistema de televisión por cable la señal funciona como una red telefónica, con la diferencia de que en este caso la señal se encuentra disponible todo el tiempo (no se establece y corta una corriente).

Una de las ventajas que presenta la televisión por cable es que presenta una mayor inmunidad a interferencia comparativamente con la señal aérea de un transmisor terrestre, sobre todo en lugares con limitada o nula línea de vista.

Hasta hace un poco tiempo, la televisión por cable se transmitía por medio de una señal completamente analógica, sin embargo se está haciendo una transición para enviar la información en forma digital lo que mejora el aprovechamiento del ancho de banda del cable y la calidad de la imagen.[5]

1.4.1. Un sistema de televisión por cable

Las partes que componen un sistema de televisión por cables son:

- a) Sitios de generación de las señales. Para proveer una programación los operadores de cable, requieren de varias fuentes en donde se origina esa señal, esta programación se obtiene a partir de enlaces de microondas, a través de recepción satelital, estaciones comerciales de televisión, e incluso de estaciones de radio comerciales.
- b) El sitio de la antena. El área en donde se ubican todas las antenas receptoras de donde se obtiene la programación.
- c) The head end. Es el nervio central de todo el sistema de televisión por cable. Es aquí en donde todas las señales recibidas, e incluso las generadas localmente son procesadas, combinadas y asignadas a algún canal.
- d) El sistema de distribución. Este sistema es utilizado para distribuir la señal del head-end a los suscriptores. La distribución de la señal se hace a través de cable coaxial, y el cable se coloca en trincheras bajo tierra, o bien de forma aérea a través de postes. Periódicamente las señales deben ser amplificadas nuevamente para compensar la atenuación en el cable. Ninguno de los cables troncales puede exceder la longitud de 5 millas, es decir aproximadamente 8Km.[2]

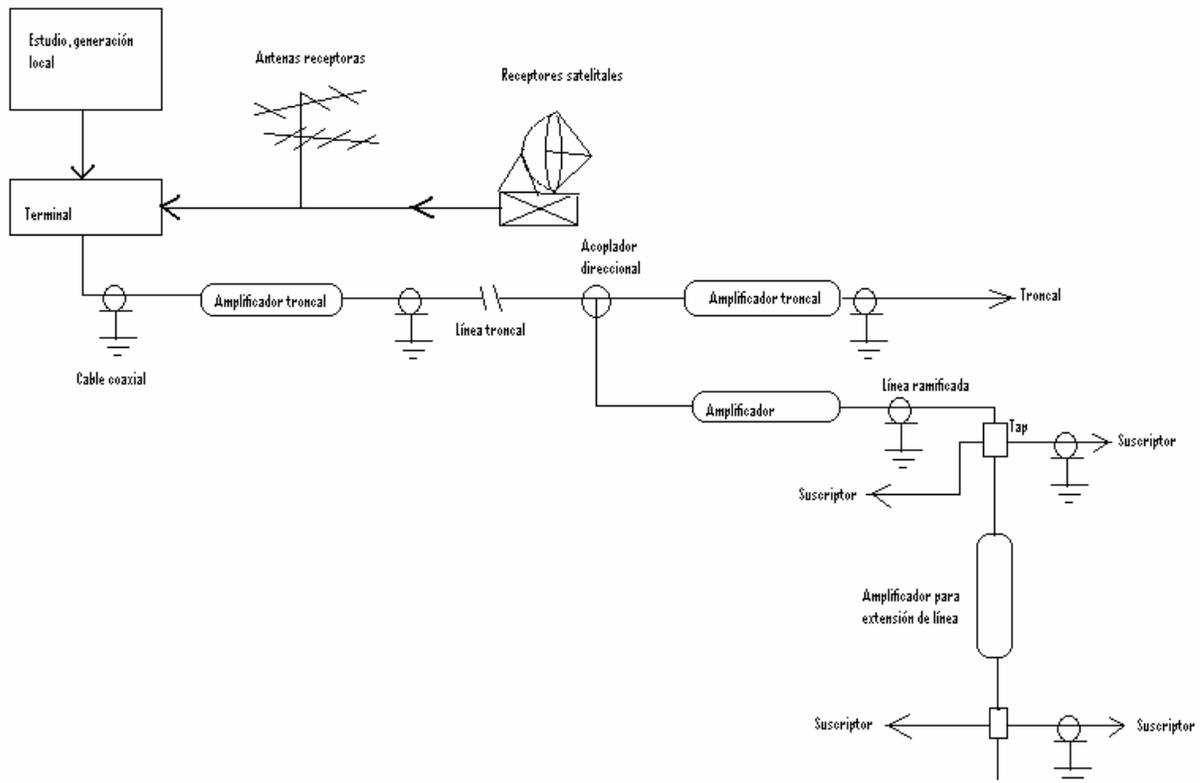


Fig. 1.9. Diagrama de un sistema de televisión por cable

Los sistemas de televisión por cable obtienen la programación que transmiten a través de receptores satelitales de diversas televisoras, o bien mediante sistemas de enlace de microondas, colocando sus antenas en torres altas con el fin de tener una línea de vista. Generalmente este servicio de enlace de microondas y la retransmisión mediante enlace satelital se utiliza para la transmisión o programación de enlaces tipo premier.

Generalmente el lugar en donde se encuentran las antenas receptoras y el lugar del head end o central, deben estar cerca uno de otro, sin embargo si esto no es posible, puede requerirse enviar las señales a través de conexiones de cable o bien a través de un enlace de microonda. Para los servicios CATV relay services se han asignado un ancho de banda que va de 12.7 a 13.2 [GHz]. Una vez que las señales han sido recolectadas son procesadas para regenerar los pulsos de sincronía y los niveles de luminancia y crominancia, son digitalizadas, moduladas y finalmente son amplificadas.

Como parte de la calidad del servicio la central de televisión por cable cuenta con un equipo de control automático (ACL) de nivel que permite establecer comunicación con cada uno de las terminales (suscriptores) para ajustar el nivel de señal que debe tener cada uno. Para ello, y por cuestión de reducción en el costo del sistema, generalmente se monitorea a un grupo de 3-4 suscriptores.

La información con la programación de todos los canales disponibles se envía a través del cable coaxial, y la única diferencia con los canales de costo extra es que éstos tienen una

señal de sincronía con una secuencia diferente a la original y para poder verla es necesario contar con un filtro o un decodificador que interprete esta señal de sincronía. En el caso de la televisión digital por cable coaxial la información se codifica desde su origen, y en cada terminal será necesario tener un decodificador para sintonizar cualquier canal, por su parte los canales de costo extra envían su información encriptada.

Los canales de televisión que se transmiten por cable coaxial también ocupan un ancho de banda de 6 [MHz], con la ventaja de que se pueden utilizar los canales 6 y 8 sin provocar interferencias con otros servicios, además de que es posible utilizar los canales de superbanda y de hiperbanda que son, los canales arriba del canal 13, sin el salto de frecuencia, ya que se recorren a la banda de VHF.

En algunos casos se deja un canal libre (únicamente se transmite una señal de audio en FM) para el monitoreo de una posible radiación de señales de televisión con esto es suficiente para detectar cualquier radiación.

La atenuación a lo largo del cable coaxial es bastante alta, sobre todo conforme aumenta la frecuencia del canal, sin embargo las compañías que ofrecen este servicio colocan amplificadores de RF (radio frecuencia) a lo largo de la red para contrarrestar la atenuación. Sin embargo, el cable coaxial es el medio más efectivo de transmitir una señal debido al aislamiento de su malla protectora, además de que ofrece un muy buen acoplamiento, sin embargo no siempre se utilizó este cable, anteriormente se utilizaba cable llamado G, que se componía por un centro conductor y un dieléctrico. El modo de propagación del campo electromagnético de la señal que viaja a través del cable se desplaza en modo transversal (TEM), es decir que el campo eléctrico viaja radialmente del centro al exterior del conductor, en tanto el campo magnético se desplaza circularmente y perpendicular a la longitud del cable.

La atenuación más representativa en el cable es la que se deriva de la frecuencia de la señal transmitida, que llega a superar la atenuación provocada por el dieléctrico. Se eligió el cable de 75 omhs, debido a que considerando como constante dieléctrica la del aire, la menor impedancia se presenta en 80omhs, y la impedancia de una antena es de 75 omhs.

Uno más de los factores que contribuyen a la atenuación de la señal es el afán de competencia con otros sistemas, razón por la cual los operadores de cable han incrementado el número de canales, con lo cual incrementa la atenuación a lo largo del cable.

En la mayoría de las compañías que ofrecen televisión por cable, el cable que se utiliza tiene una malla de aluminio, utiliza polietileno es espuma como dieléctrico y un centro de cobre-aluminio. Los diámetros utilizados más comúnmente son 59 (0.24 “), 6 (0.27”), 0.500”, 0.625”, 7502, 0.825” y 1.0”. Cabe mencionar que últimamente los sistemas de televisión por cable han integrado segmentos de fibra óptica dentro de sus redes, por el tráfico que soportan.[2]

1.4.2. Modulación en un sistema por cable coaxial

Para el sistema de televisión por cable con transmisión de datos de forma digital, generalmente, se utiliza la modulación BPSK (biphase shift keying), ya que es muy fácil de

producir, aún cuando una señal modulada en FSK es más fácil de detectar. En este método de modulación se desplaza la fase de la señal entre cada 0 y 1 que se envía. La frecuencia es la mitad de la tasa de datos, considerando que la señal se filtra para eliminar todas las armónicas. Por otra parte el ancho de banda es dos veces la frecuencia de la señal moduladora (la diferencia de la frecuencia de la señal moduladora y la portadora). Para la sincronización de esta señal se utiliza el sistema NRZ, ya que el reloj se sincroniza con las transiciones de los datos de 1 y 0, por ello la señal es mezclada con una cadena pseudoaleatoria de datos mediante una operación OR exclusiva, de esta forma la transición será constante y el reloj no perderá la sincronía.[2]

1.4.3. Amplificación en un sistema de televisión por cable

La parte central de un sistema de televisión por cable podría ser la etapa de amplificación, ya que básicamente este es un sistema de distribución de señales. Para cada etapa del sistema las necesidades de amplificación son diferentes y la configuración de la instalación debe ajustarse a estos requerimientos.

En el área de amplificación dentro de la central los amplificadores que se utilizan generalmente tienen dos o tres etapas de ganancia en cascada, circuitos para compensar la variación en la atenuación a lo largo del cable, es decir equalizadores. Dependiendo de las necesidades del sistema se pueden tener sistemas con control automático de ganancia, en caso de que se modifiquen los niveles de la señal requeridos, también se pueden tener sistemas redundantes, o bien etapas de amplificación con opción a un ajuste posterior.

Los amplificadores de una línea troncal son los caballos de trabajo, dentro de un sistema de televisión por cable. Ya que son óptimos para distancias largas y para la distribución de señales repetitivas. Como estos amplificadores son operados en niveles de salida que causan una distorsión moderada a la largo de la cascada, así la ganancia es ajustada a su máximo nivel con una adición muy baja de ruido por etapa. Típicamente los niveles de potencia a la salida de los canales más altos es de +35 a +40dBmV, y una ganancia de cerca de 22dB. Cada amplificador en una línea troncal proporciona una ganancia equivalente a la atenuación del cable entre amplificadores, un valor típico es de 40 [dB], o bien una ganancia en voltaje de 100 [V].

En los lugares en donde es necesaria una distribución de la señal de forma local (cercana a la central), una porción de la señal de la troncal se utiliza para alimentar una etapa de salida conocida como puenteador (Bridger) integrada como parte del amplificador de salida. Este amplificador generalmente proporciona una señal de nivel más alto, que implica también mayor distorsión, que permite alimentar tantos divisores para clientes como sea necesario.

A continuación se muestra un diagrama de bloques de estación troncal típica, que incluye un puenteador.

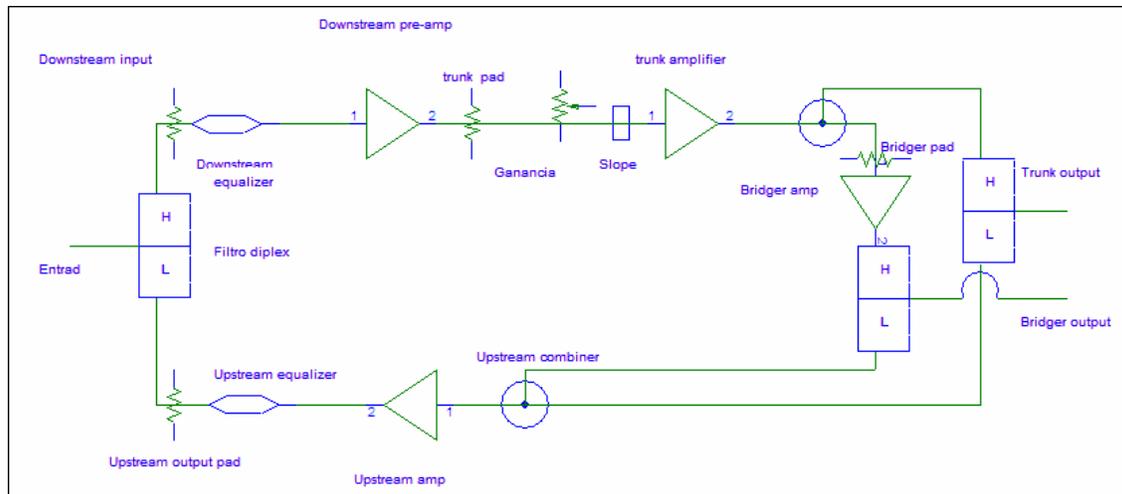


Fig. 1.10. Diagrama de una estación troncal típica en un sistema de distribución de televisión por cable.

Los amplificadores de distribución son básicamente estaciones de troncal-puenteador que están en una gran variedad de configuraciones, sin embargo se encuentran típicamente aquellos con múltiples módulos de salida con nivel ajustable independiente de las otras salidas. A continuación se muestra un diagrama a bloques de un amplificador de distribución con dos salidas de ganancia ajustable, que bien podrían ajustarse a más salidas.

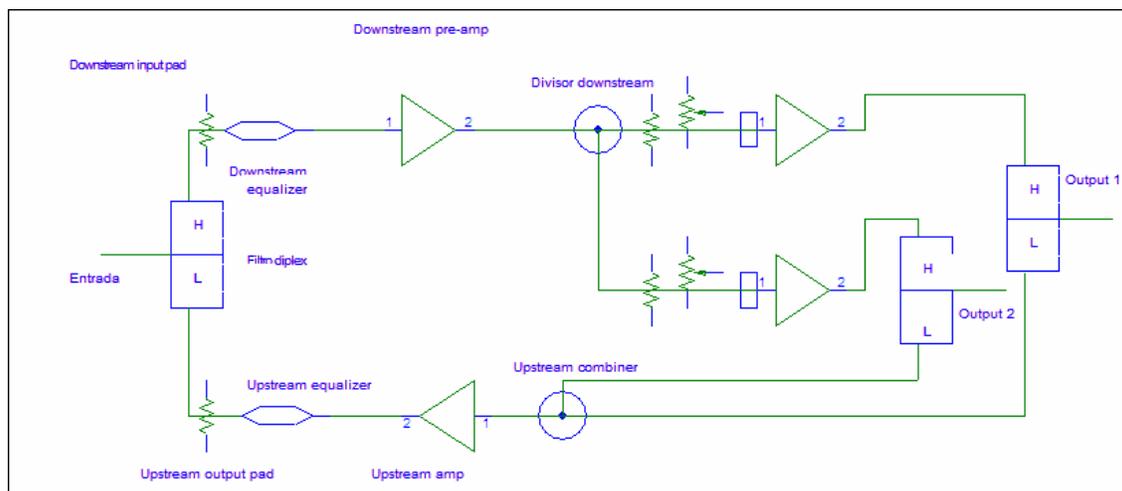


Fig. 1.11. Diagrama bloques de un amplificador de distribución de dos salidas.

Los amplificadores que se utilizan a lo largo de la sistema de televisión por cable son básicamente amplificadores configuración empuja-jala (push-pull), que es una configuración simétrica que implica que sus no linealidades también serán simétricas, y por tanto sólo producirá distorsiones de orden impar. Una mejora de este tipo de amplificador es el amplificador híbrido, que resulta de dividir la señal a la entrada para distribuirla en dos amplificadores push-pull, y después se combinan las salidas lo que ayuda a disminuir la

distorsión, además de que ofrece el doble del nivel que un amplificador push-pull simple. Este tipo de amplificadores se utiliza cuando es necesaria una salida de alta potencia, como en un bridger o en extensiones de la línea.

Para líneas troncales largas se utilizan amplificadores de realimentación en donde lo más conveniente es una baja distorsión en cascada; ya que los amplificadores de realimentación muestrean y amplifican en un amplificador de error que se suma a la salida del amplificador original y los errores son prácticamente cancelados.[2]

1.4.4. Recepción de la señal de video en un sistema de distribución por cable

Para la recepción de los canales de televisión por cable, actualmente los televisores cuentan con un sistema autosintonizable para demodular los canales de televisión, sin embargo con la actual transición a televisión digital por cable coaxial, para sintonizar algún canal es necesario contar con un decodificador-convertidor, que el mismo operador de televisión por cable proporciona. En sus inicios, para sintonizar televisión por cable, también era necesario contar con un convertidor, y se utilizaba alguna frecuencia sin utilizar, como el canal 3 o el 4, y para realizar el cambio de canal se hacía a través del convertidor.

Dependiendo del número de amplificadores en cascada que se tienen antes de entregar la señal al cliente, la relación señal a ruido se modifica ya que con cada amplificación de la señal, se amplifica también el ruido, por ello es necesario tener una mayor relación señal a ruido que nos asegure que la señal que se obtiene es lo suficientemente mayor que el ruido para poder aprovecharla. Pero por otra parte no es posible amplificarla mucho debido que con la amplificación también aumenta la distorsión en la señal. A continuación se muestra una tabla con algunos ejemplos.[2]

Tabla 4. Algunos ejemplos de intensidad de señal mínima para una recepción adecuada.

No. de amplificadores en cascada	C/N mínimo [dBmV]	Máximo (CTB Limitado) [dBmV]
1	+20.8	+47.5
2	+23.8	+44.5
4	+26.8	+41.5
8	+29.8	+38.8
16	+32.8	+35.8
21	+34.0	+34.3
>21	No es posible se cruzan los espectros de ruido y distorsión	

2. DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA ADSL

2.1. Familia de tecnologías xDSL

En sus orígenes la línea digital de suscriptor fue implementada como parte de la especificación de la red de servicios digitales integrados (ISDN). El surgimiento de la tecnología ADSL se remonta a 1988, cuando Joe Lechleider de Bellcore, ahora Telecordia Technologies, adaptó DSL para llevar una señal digital sobre un espectro de frecuencia disponible en un cable de par trenzado, cable que se extendía de la central de la compañía de teléfono y el usuario.

Mas adelante cuando las compañías de televisión por cable comenzaron a ofrecer servicios de banda ancha para conexión a Internet, también se empezaron a promover las tecnologías xDSL como una opción.

Aunque históricamente la terminología se utilizaba para los equipos utilizados en la línea, DSL también puede utilizarse para describir la línea.

El protocolo será descrito aplicando un adjetivo al tipo de línea. Algunas tecnologías DSL no tienen las siglas DSL como parte de su nombre, algunos ejemplos de ellos son los moduladores/demoduladores analógicos de alta velocidad (MODEM) y las primeras tecnologías DSL como la interfase de tasa básica para la línea de servicio integrados (BRIISDN) Un protocolo de línea física que provee transmisión digital de datos desde la conexión residencial local es parte de la familia xDSL.

En forma eléctrica las señales analógicas y digitales están muy unidas, ya que las señales digitales son una forma de las analógicas. Es una diferencia muy importante como las técnicas de muestreo utilizadas en la transmisión digital de datos permiten el uso de métodos que permiten una mayor distancia, con una significativa reducción de errores.

Los primeros módems fueron una *sencilla* conversión de información digital a su forma analógica y de regreso utilizando para esta transmisión el mismo canal, de 3KHz, que se usa para voz. Las técnicas y el equipo disponibles eran bastante holgados que permitían un ancho de banda mucho mayor del necesario para esa velocidad de transmisión.

Conforme los módems mejoraron, el procedimiento de traducción o conversión de analógico a digital se cambió al uso de protocolos. El protocolo de acceso a una liga

(LAMP Access Link Protocol) proporcionó una técnica de tramado que permitió una mejor detección y corrección de errores. Actualmente una combinación de técnicas digitales y analógicas es empleada en los módems de 56K. Hoy en día es extraño que un MODEM de 56K se capaz de proporcionar un ancho de banda del cien por ciento.

La mayor parte de los suscriptores de línea telefónica están acostumbrados a la transmisión bidireccional de información. Debido a la interferencia en el cableado y debido a otros factores físicos, la recepción normalmente es mejor que la transmisión. Un módem está diseñado para permitir que sea de esta manera, así como la mayor parte de las terminales hacen uso de transmisiones digitales. Los datos recibidos que han sido enviados digitalmente a donde el loop local comienza pueden tomar ventaja de las capacidades de transmisión digital y el módem de 56K puede traducir estos datos con una tasa de errores relativamente baja.

Si se hace una conversión de análogo a digital en el recorrido por la línea, antes de llegar al loop local, no es posible establecer una comunicación de 56K. En la dirección del suscriptor de la línea telefónica hacia la red, la comunicación de 56 K casi nunca es posible. Sin embargo esto es lo mejor que se puede hacer en la banda de voz de 3KHz, debido a las limitantes del teorema de Nyquist.[7]

Los módems de 56K son todavía básicamente analógicos, los módems digitales no proporcionan una modulación/demodulación de la información digital a forma de onda digital. Los módems digitales mantienen la forma digital. Son llamados módems básicamente para hacerlos más amigables para los usuarios. Desde un punto de vista más estricto, no son módems, y tampoco son módems de 56K.

Un módem digital puede ser llamado también adaptador terminal (Terminal Adaptor TA). Un adaptador terminal actúa como una interfase entre el sistema de una computadora anfitriona (Host) y la línea telefónica de acceso. Hay dos categorías de adaptadores terminales: tradicional y el equipo terminal (TE: Terminal Equipment).

El adaptador tradicional habilita los viejos modelos de equipos para poder hacer uso de métodos de acceso más rápidos y más nuevos. Generalmente este tipo de adaptadores están limitados a puertos seriales, así como el módem analógico es conectado a la computadora. Varios protocolos diferentes están disponibles para transferir los datos asíncronos desde el puerto serial y a lo largo de la línea telefónica. El protocolo no es precisamente importante –excepto para conocer las limitantes en velocidad, pero es importante que en los dos puntos el protocolo de comunicación sea el mismo.

El tipo de adaptador conocido como equipo terminal no es un protocolo adaptivo, a pesar de que permite conectividad con servidores. Normalmente los equipos terminales hacen uso de conexiones directas de anfitrión (direct host) a través de una interfase las de alta velocidad o utilizando el bus de datos.

2.1.1. Protocolos de la familia xDSL

A estos protocolos se les conoce como la tecnología de acceso sobre cobre. A continuación se proporciona una tabla con varios protocolos y sus tributos más importantes, que incluye tasa de datos, señalización e infraestructura, que nos dan una idea de la flexibilidad de la interfase física. Como observamos hay dos tipos de tecnología, los que pueden utilizar la infraestructura de la red telefónica existente y aquellos en los que es necesario contar con enlaces que permitan una velocidad más alta.[7]

Tabla 2.1. Protocolos de transmisión de datos

Nombre	Significado	Tasa de datos	Señalización	Infraestructura	Comentarios
V. 90	Módem de 56K	56K en recepción, 33.6 en transmisión	analógica	Red telefónica	Híbrido analógico/digital
BRI ISDN	Interfase de tasa básica para ISDN	Más de 128Kbps+16Kbps X.25 (160kbps raw)	Digital Q.921/Q.931	Red telefónica	Extensión hasta el usuario de la red digital de larga distancia
IDSL	Liga digital del suscriptor a ISDN	128kbps	Ninguna	Conexión directa a IPS's o enrutamiento IP	Evita usar la red telefónica, pero utiliza el equipo de BRI ISDN
HDSL/HDSL(SHDSL)	Línea digital de suscriptor con alta tasa de datos	1.544 Mbps (T1)	Señalización por canal asociado o digital Q.921/Q.931	Red telefónica	HDSL requiere dos UTP (T1) o tres UTP (E1)
PRI ISDN	O Interfase de tasa primaria	2.048 Mbps (E1)			HDSL2 utiliza solo uno o dos UTP
SDSL	Línea digital de suscriptor digital de línea única	774 kbps	Señalización de canal asociado	Red telefónica	Utiliza la tecnología de HDSL con sólo un UTP
ADSL/RADSL	Línea digital de suscriptor asimétrica	1.5 a 6 Mbps en recepción	Ninguna o ATM (Q.2931)	Enlaces directos con el proveedor o celdas; paquete o trama o enrutamiento IP	La mayoría de los sistemas ADSL son adaptativos
	Línea digital de suscriptor asimétrica con tasa adaptable	32 a 640 Kbps en transmisión			Altamente dependiente de las condiciones de la línea
CDSL/ADSL lite	Línea digital de consumidor o ADSL reducido	64kbps a 1.555Mbps en la recepción	Ninguna o ATM (Q.2931)	Salto de Celdas ATM	Orientado a simplificar el reemplazo del MODEM con una presentación y opciones reducidas. Instalación fácil y menos cara.
		32 a 512 Kbps en transmisión			
VDSL	Línea digital de suscriptor con tasa de datos muy alta	13 a 52Mbps en la recepción y 1.5 a 2.3 Mbps en la transmisión	Ninguna o ATM (Q.2931)	Salto de celtas ATM de forma óptica	Las limitantes de distancia obligan a una conexión fija de alta velocidad

Los módems de 56K fueron diseñados para compactar lo último del ancho de banda disponible para voz, de 3 a 4KHz. Para esto fue necesario hacer suposiciones, la mayor suposición era que la red de larga distancia es digital, esto significa que sólo el enlace de la

central al usuario debe ser optimizado. La mayor suposición es que en la recepción, es decir en la dirección de la red al usuario, es más limpia que la transmisión. Esto permite la posibilidad de recibir 56kbps, y de transmitir 33.6kbps, de acuerdo con la recomendación de la ITU.

Para alcanzar la tasa de recepción de 56000bps, un protocolo es necesario para detectar la modulación de pulso codificado (PCM) utilizada a lo largo de la red digital en un rango de señales analógicas que pueden viajar a través de la línea. Hay dos estándares llamados K56flex y X2, estos estándares son compatibles. Hay que notar que los módems de 56K solamente direccionan velocidad.

La primera tecnología de línea para suscriptor digital es ésta, BRI ISDN. La línea debe de ser capaz de pasar información en un ancho de banda más amplio que el destinado a la red de voz. El proceso para hacer que el loop local acepte algo más que voz es llamado acondicionamiento de la línea. Este proceso incluye la remoción de bobinas de carga, cambiar el equipo de extensión de línea y retirar los segmentos de DLC.

El objetivo de este protocolo es introducir la parte digital en la red de larga distancia, sobre el mismo cable de par trenzado, a lo largo de todo el camino del negocio o residencia, con la ventaja de un ancho de banda de acceso mayor. La única diferencia física significativa es el equipo utilizado por el cliente y la tarjeta de línea (una tarjeta en la computadora que soporta una o dos o varias líneas) en el switch. Una persona que utiliza BRI ISDN puede colocar una llamada a cualquier persona que puede conectarse de forma analógica. Este servicio no puede ser proporcionado por ADSL, ya que no se conecta en el mismo sistema de switch.

A continuación se muestra un diagrama de los puntos de acceso de acuerdo a la recomendación de la ITU-T para BRI ISDN. La interfase U es el punto en donde el par trenzado entra al negocio o residencia. La interfase R permite el acceso de equipo analógico a la línea (equipo que no es ISDN). Las interfases T y S dan acceso público a la interfase física.

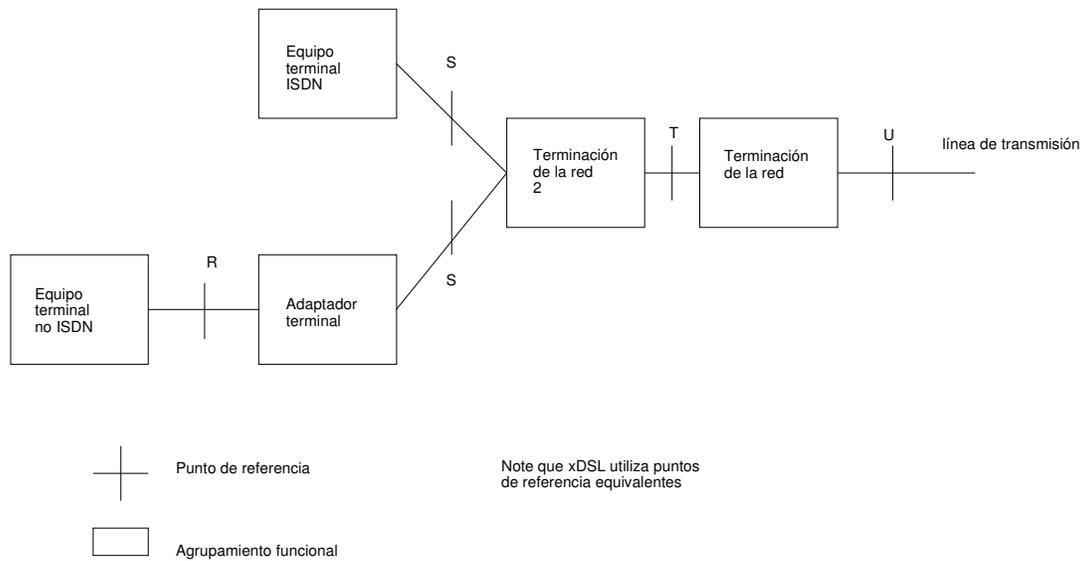


Fig. 2.1. Puntos de referencia de ISDN

En la guía de la línea de la oficina al punto de interfase U, un mecanismo de codificación conocido como 2B1Q se utiliza en la línea. Esto proporciona una codificación cuaternaria en la línea que ayuda a reducir el espectro necesario en la línea física. En la interfase públicamente definida, un método conocido como pseudocuaternario es utilizado (donde los niveles de voltajes nulos se interpretan como '1's y los niveles alto y bajo se interpretan como '0' pero son alternados para ayudar a balancear las características eléctricas, como se muestra a continuación.

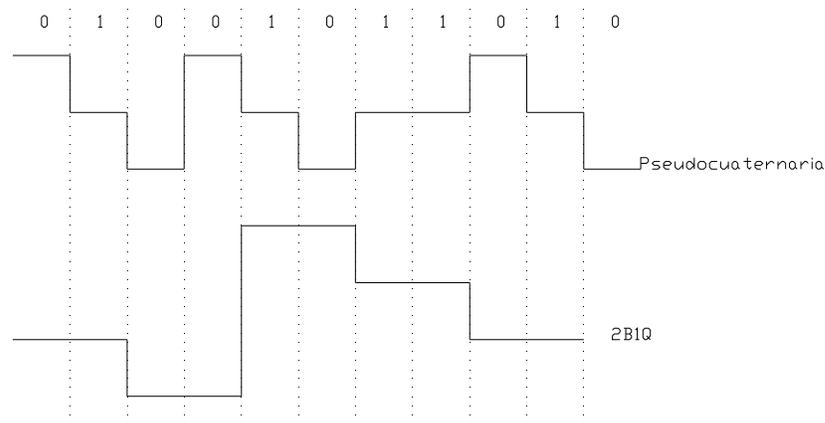


Fig.2.2. 2B1Q y codificación pseudocuaternaria digital

El siguiente paso es organizar los bits en la línea física en tramas lógicas, para BRI ISDN, esto se muestra en la siguiente figura. El uso de un nivel alto '1' o un nivel bajo '1', como

se definió desde el mecanismo de codificación pseudocuaternaria, ayuda a determinar el inicio y fin de una trama.

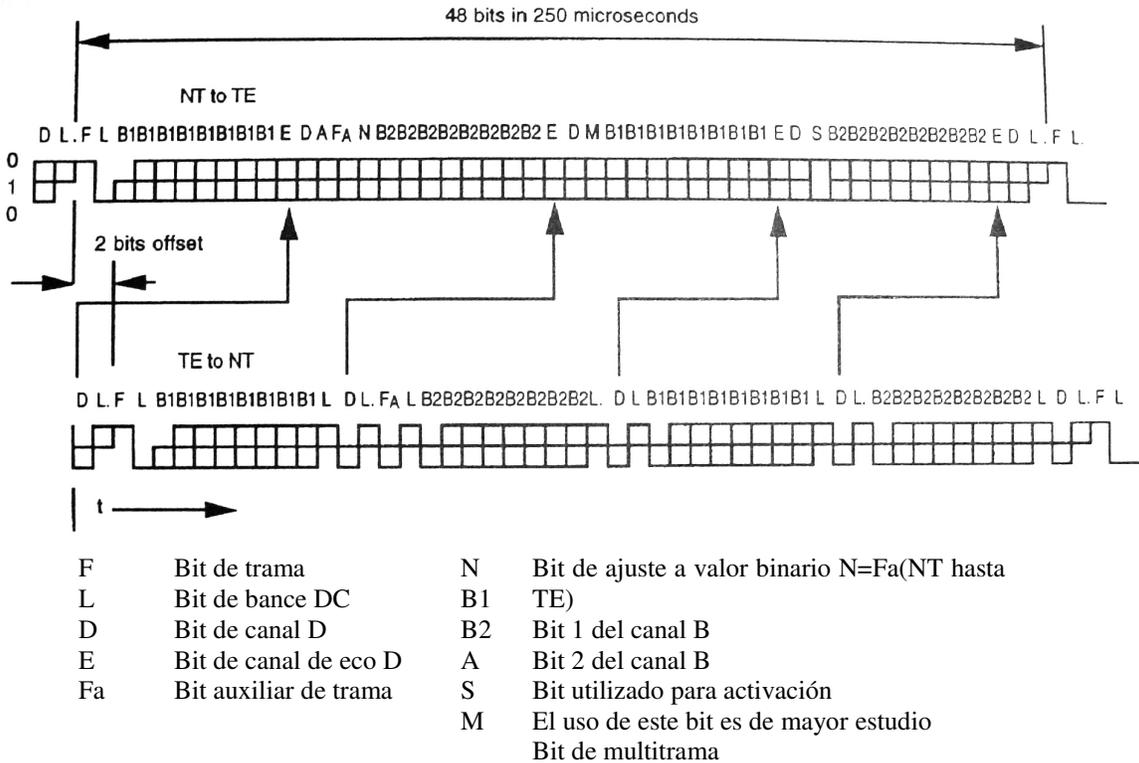


Fig.2.3. Trama de BRI ISDN, los puntos de referencia S/T

La tasa máxima de transferencia entre la interfase S/T y el equipo del usuario es de 192kbps, aunque la tasa de la interfase u es de sólo 160Kbps. Desde que la interfase u utiliza un método de codificación cuaternario el ancho de banda necesario es reducido a la mitad.

2.1.2. Protocolo de cambio (Switching)

El protocolo utilizado por BRI ISDN para el cambio, de acuerdo con la recomendación de la ITU-T es Q.921 y Q.931, estas recordaciones definan los protocolos utilizados para interconexión de sistemas abiertos (OSI: Open Systems Interconnection) niveles dos y tres. El modelo OSI es uno de los más utilizados por los protocolos modernos para permitir el trabajo conjunto (acceso desde un protocolo o red a otra).

El protocolo Q.921 es referido como “link access protocol for the D channel”, este es un protocolo de enlace de datos de control de alto nivel, como se muestra en la figura, cuenta

con cinco componentes principales, e incluso un campo que permite una detección y corrección limitada de errores

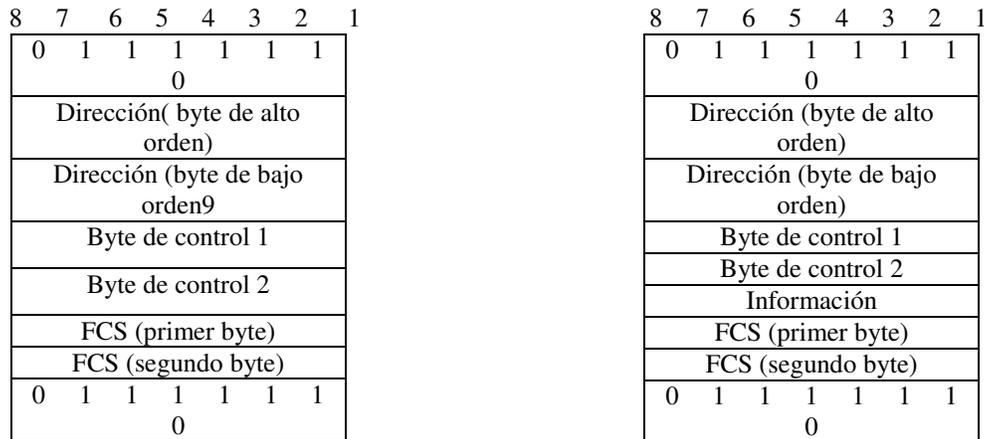


Fig. 2.4 Formato general de la trama Q.921

La línea digital de suscriptor en ISDN es un nombre inapropiado desde que BRI ISDN es una tecnología de la familia xDSL, sin embargo ISDN realmente aplica a la arquitectura de red digital, podemos pretender que la el término fue creado teniendo en mente la arquitectura en lugar del método de acceso.

La idea detrás de ISDL es simple, se hace uso de la habilidad de avance lento de las compañías regionales para proveer el servicio de BRI ISDN, pero que toman la carga de datos sobre la vieja infraestructura, sin requerir acceso a la oficina central de la red pública. El cliente es capaz de comprar equipo de BRI ISDN, y pueden conectarlo a su línea de ISDN como si fuesen a hacer una conexión de BRI ISDN completa, y en la oficina central no es interceptado ningún mensaje de switching en el Canal D, de manera que el equipo responde de ser necesario, es decir que el equipo es “engañado”. Así el equipo es capaz de hacer uso de los 128kbps (ambos canales B ya sea agregando hardware o software) o 144kbps(utilizando los dos Canals B y el canal D).

La siguiente figura muestra la configuración básica de una conexión ISDL a BRI ISDN. Hay que observar que como en todas las tecnologías xDSL la interfase física y el protocolo deben estar empatados en ambos lados de la línea física.[7]

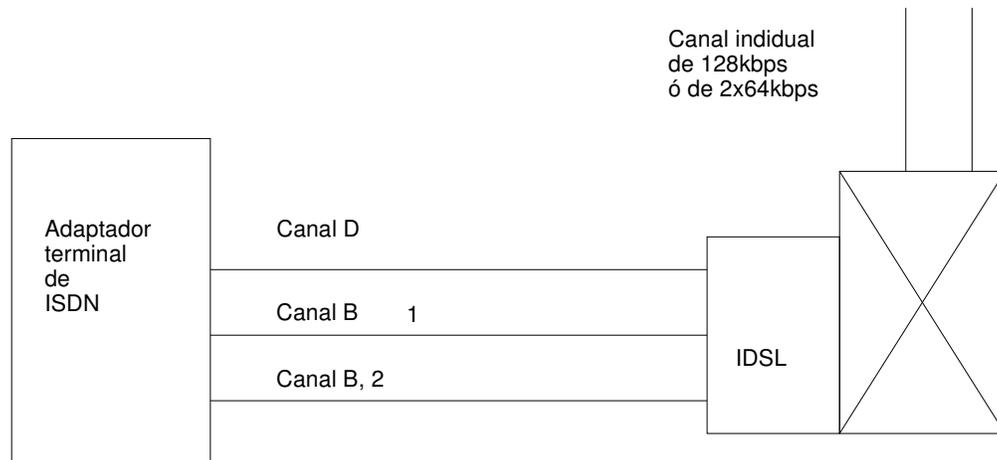


Fig. 2.5. Configuración IDSL

Algunas descripciones de ADSL dicen que ADSL es el reemplazo de la tecnología para la red digital de servicios integrados, que sólo tiene algo de cierto, ya que en realidad se refieren al método de baja velocidad (interfase de tasa básica para red digital de servicios integrados). ADSL fue diseñado para permitir la posibilidad de llevar la interfase de tasa básica dentro de ADSL mismo. BRI ISDN proporciona una conexión de baja velocidad en dirección de la red al usuario, así como ADSL.; es decir que ADSL se ajusta a la red digital de servicios integrados, pero con una diferencia muy significativa que proviene de la evolución de Internet y el uso de enrutadores y del protocolo TCP/IP.

Las líneas troncales de larga distancia son siempre digitales desde hace ya un tiempo, sin embargo ha habido mejoras en la red para incrementar la tasa de datos de 56Kbps a 64Kbps. La red digital de servicios integrados creció en su arquitectura para llegar hasta sus clientes. La idea básica es que para obtener una tasa de transferencia de datos (throughput) más alta es necesario mantener los datos en forma digital del punto origen hasta el otro extremo.

A continuación se muestra el modelo básico de la arquitectura de la red digital de servicios integrados (fig. 2.6), de acuerdo con la recomendación I.325 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), como observamos, permite varios métodos de acceso. Las capacidades están divididas en categorías: de 64Kbps, capacidades mayores de 64Kbps, señalización y capacidades especiales de conexión. Dependiendo de su configuración específica ADSL puede considerarse como un canal de señalización común, o señalización usuario a usuario. Como puede verse en el diagrama nada excluye a ADSL de la red digital de servicios integrados, aún cuando los enrutadores no están incluidos en el diagrama. Puede considerarse que ADSL es parte de la arquitectura de la red digital, aunque a diferencia de la red digital, ADSL no contiene información de señalización del equipo terminal a la red.[7]

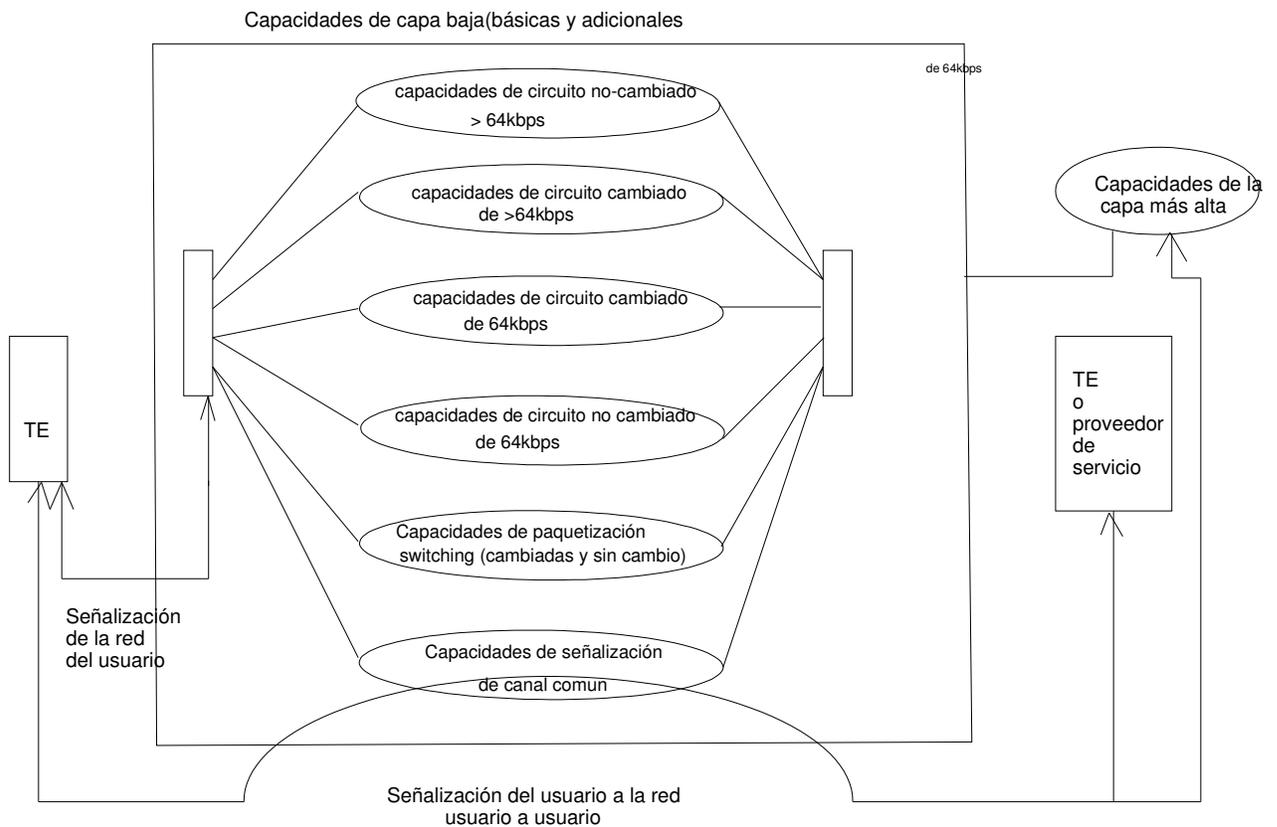


Fig.2.6. Modelo de la arquitectura básica de ISDN

La capa física puede considerarse, y protocolos más elevados, deben estar coordinados entre los puntos de partida y llegada, y la única finalidad del estándar es empatar los extremos de la línea telefónica para hacer posible la transmisión de datos.

Dentro de los grupos más activos que han contribuido con la estandarización de ADSL son: ADSL forum, que es un grupo de fabricantes, además de grupos regionales como ANSI y ETSI, para Estados Unidos y Europa, respectivamente. Finalmente la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) también ha coordinado el uso de ADSL.

Tabla 2.2. Estándares para ADSL y los organismos que los proponen.

Organización	Grupo de trabajo	Estándar	Propósito
ADSL Forum	UAWG, SNAG	TR-00x	Documentos consultivos para la industrial
ANSI TI	T1E1.4	T1.413, edición 2	Estándar básico de ADSL
ETSI	TM6		Trabajo coordinado con ANSI
ITU-T	Study group 15	G.992.1	(G.dmt) Transceptores
		G.992.2	(G.lite) Transceptores sin divisor
		G.994.1	(G.hs) Procedimientos de saludo p/ transceptores
		G.995.1	(G.ref) Recomendaciones para DSL
		G.996.1	(G.test) Procedimientos de prueba para transceptores DSL
		G.997.1	(G.ploam) Administración de la capa física para transceptores de DSL

ADSL proporciona un mecanismo físico para la transmisión y recepción pero no indica cómo se utilizará el servicio. La trama de ADSL define implícitamente el uso de la capa inferior. ADSL no se puede utilizar con métodos de señalización de forma directa, pero si se utiliza modo de transferencia asíncrono se puede utilizar Q.921/Q.931 como señalización dentro del mismo protocolo.

Como principales mecanismos de codificación para la capa física que emplean los equipos ADSL están la modulación amplitud/fase sin portadora (CAP: carrierless amplitude/phase), modulación por cuadratura de fase (QAM), o tecnología de multitono discreto (DMT: discrete multitone)

Cada banda, de recepción y transmisión se ubican en el espectro separadas una de otra. Desde como no hay un canal de señalización, la aplicación decide la forma de conectarse al otro extremo de la trayectoria de los datos. Estas opciones incluyen conectividad a través de una conexión semipermanente o de un proveedor de servicio de Internet o de otros servicios. Otra de las opciones es la de colocar enrutadores en la central así los datos pueden ser distribuidos en una red LAN de banda ancha. También la señalización mediante ATM es una buena opción. El módulo de acceso para el suscriptor de línea digital (DSLAM), existente en la central, o en la red debe encargarse de enrutar apropiadamente los datos de y hacia el loop local de ADSL.

Es decir que se puede hacer una conexión a la oficina central de un proveedor de Internet, que utiliza TCP/IP desde tramas PPP HDLC, o bien ATM con AAL5.

Una de las presentaciones de ADSL es que está diseñado para permitir una banda base de 4KHz para el uso del canal de voz. Esto permite tener dos accesos en uno. Debido a que hay dos diferentes tecnologías, es necesario separarlas mediante un divisor. La especificación original de ADSL dice que la línea transportará los dos accesos, sin embargo

el equipo de ADSL estará encargado únicamente de ADSL y el equipo de la red telefónica sólo se encargará del espectro analógico de la voz.

Mantener las tecnologías juntas sobre el mismo medio es una buena arquitectura, así que este estándar propone la existencia de ambos servicios en la misma línea sin mucho equipo adicional. Además de reducir la intervención de personal en la red, pero reduce la velocidad de acceso. Con un sistema adaptable, se podría tener hasta 4Mbps en la recepción mientras en otro vecindario podría tenerse una velocidad máxima de 800Kbps.

Una de las principales características de este estándar es la ausencia de un divisor para separar el espectro de voz del espectro de ADSL en el punto en donde entra a la residencia o negocio, esto significa que no es necesario conectar equipo especial al final del loop local; aunque claro cada aparato telefónico debe contar con un filtro paso bajas. Esto reduce el costo y complejidad de la instalación[7]

2.1.3. Características generales del estándar de línea digital de alta velocidad (HDSL/HDSL2)

Hay dos categorías de línea digital de suscriptor de alta velocidad HDSL y HDSL2. Como una tecnología de transmisión, puede utilizarse para acceso general al igual que ADSL, de cualquier forma es más popularmente utilizada como la capa física para transmisiones troncales. En Estados Unidos y Japón este tipo de transmisión es llamada T1, y permite una velocidad de transmisión de 1.544Mbps de forma bidireccional. En Europa y otras partes del mundo el estándar para la transmisión es el llamado E1, que permite una velocidad de transmisión de 2.048Mbps.

La estructura de tramado de T1 y E1 consiste de 24 o 32 slots TDM por canal B. Cada trama se transmite en 125 microsegundos, dando un total de 8000 tramas por segundo y 64000bps para cada canal B. Las tramas son transmitidas utilizando la misma codificación física 2B1Q que es la misma de la interfase BRI U.

Además la velocidad de transmisión se multiplica por cinco, dando la posibilidad de utilizar una velocidad de 800Kbps en un único par trenzado. El tramado real de HDSL se fragmenta en tramas más que en canales de 64Kbps (referidos generalmente como DS-0) más el encabezado. Cada trama de HDSL se repite cada 6 milisegundos, que no nos da un número entero de tramas por segundo, el ajuste se realiza a través de bits de relleno.

La trama de HDSL tiene cuatro unidades lógicas. Estas son encabezados por anticipado como la unidad de sincronización (14 bits o 7 quats) más una unidad de encabezado anticipado (dos bits o un quat), seguido de doce grupos de datos (grupo 1 o grupo 2, dependiendo en el número de par trenzados, para usos T1); un grupo de unidad de encabezado HDSL (10 bits o 5 quats), después los doce grupos de datos o el encabezado de grupo de HDSL repetido dos veces más, finalmente doce grupos más de datos además de un número variable de bits de relleno. Esto nos da 4608 bits de datos por cada trama de HDSL con 94 a 98 bits de encabezado (dependiendo de los bits de relleno). Otra forma de colocarlos es que una línea de HDSL puede transportar 768Kbps de datos (o doce canales de 64Kbps) más cerca de 16Kbps de encabezado.

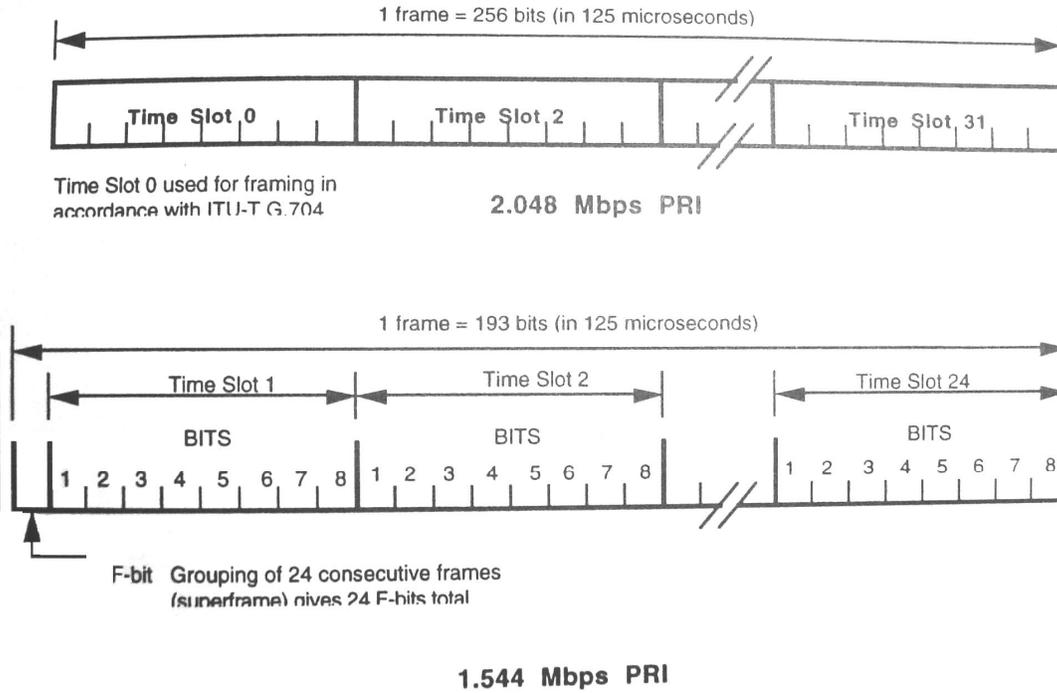


Fig. 2.7.estructura T1/E1 para PRI

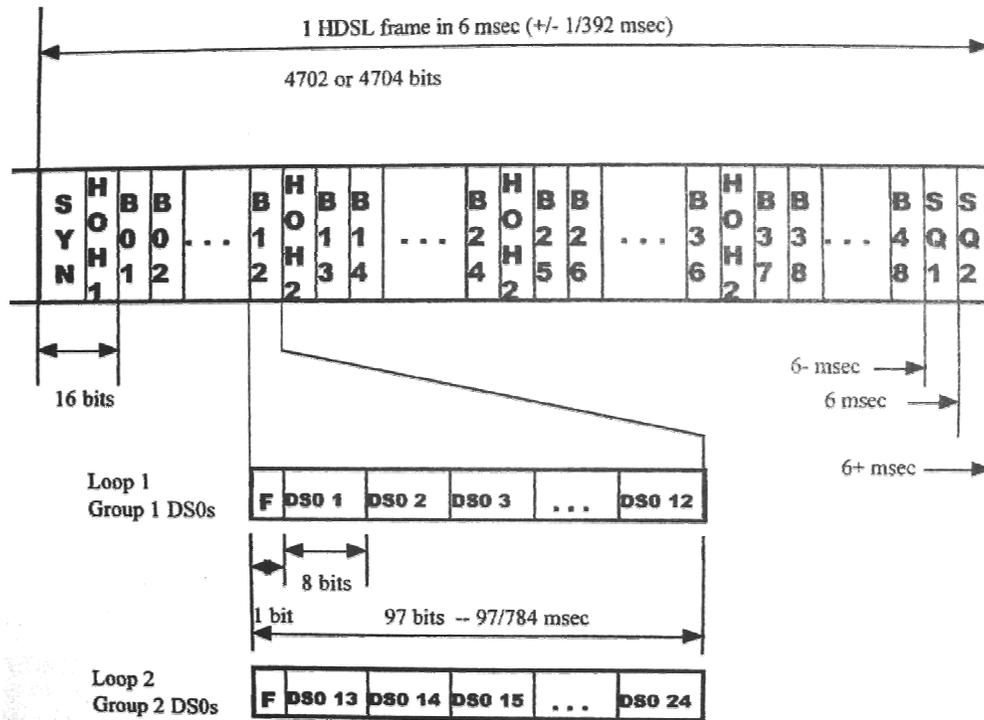


Fig. 2.8. Trama de HDSL DS-1

Indicamos que una trama de T1 tiene una velocidad de transmisión de 1.544Kbps y que un enlace E1 de 2.044Mbps, HDSL puede manejar estas velocidades gracias al uso de varios pares trenzados; T1 utiliza dos pares trenzados en tanto que E1 utiliza tres pares trenzados. Esto mejora la idea de que la tecnología DSL hace uso de los mismos pares trenzados que las transmisiones convencionales.

La señalización por canal asociado (CAS) se refiere a que un bit es asociado con un canal B específico y es utilizado para propósitos generales de señalización por periodos de tiempo extensos.

Para el sistema de transmisión T1, el sistema de señalización por canal asociado es referido como una señalización por robo de bit, ya que cada uno de los slots de 8 bits de cada canal tiene un bit (el de menor orden) dedicado a propósitos de señalización. Esto deja solamente siete bits para datos y 7/8 del canal de 64000bps, es decir 56K para datos, lo que significa que utilizar este sistema de señalización nos reduce significativamente la velocidad.

En Europa por su parte, con el sistema de transmisión E1, uno de los canales es dedicado a la señalización, con $\frac{1}{4}$ de los bits destinados a propósitos de señalización. Es $\frac{1}{4}$ porque se toman cuatro de las tramas para llevar los bits de señalización de todos los canales. Esto disminuye la velocidad de transmisión de la señalización, pero significa que cada uno de los 30 canales restantes (hay que recordar que uno de los canales de E1 se utiliza para tramado) aún llevan un Canal de 64000bps completamente de datos.

HDSL2 o la línea digital de suscriptor de alta tasa de bits por un único par toma la tecnología de transmisión de E1/T1 pero trata de incrementar el ancho de banda de un único par trenzado hasta el punto en que es posible ofrecer el servicio a través de un único par. Este concepto fue propuesto por el grupo T1E1.4 de ANSI en 1995. Así como ADSL, la capacidad de alcanzar esta velocidad depende mucho de las condiciones y longitud del loop local. Generalmente la distancia máxima tolerable para un sistema SHDSL es de 3 Km. Y el número de DS-0 que transporta es de 12. Si incrementamos el número, tendríamos que incrementar la frecuencia de trama y con ello aumenta el espectro de la frecuencia necesario. Para soportar un E1 es posible utilizar sólo dos pares trenzados.[7]

2.1.4. Principales características del estándar de línea de muy alta velocidad (VDSL)

La línea digital de suscriptor de muy alta velocidad está considerada como la siguiente mejora en velocidad para ir de BRI ISDN a ADSL o VDSL. ADSL proporciona una mayor velocidad pero requiere de una nueva arquitectura para obtener puntos de acceso, sin embargo es posible utilizar las mismas líneas que hay actualmente.

VDSL presenta la desventaja de la distancia es reducida, probablemente sólo de 0.3 a 0.6 kilómetros, pero la velocidad incrementa a 30 o 50 Mbps. El uso de VDSL está pensado para implementarse sobre sistemas con fibra óptica una vez que las señales llegan a la central local, ya que son enlaces de más alta velocidad.[7]

2.2. Descripción de una red con sistema ADSL

El desarrollo de ADSL, y la mayoría de las otras tecnologías DSL, ha dependido mucho de capacidad de hacer circuitos adaptivos, lo que permite un rápido procesamiento de datos y la habilidad de cambiar algoritmos y organización basados en el cambio de las condiciones sobre la línea.

CAP es en realidad una aplicación de la modulación por cuadratura de fase (QAM); ese tipo de modulación que hace uso de tres dimensiones para proveer sus datos. Las tres dimensiones son amplitud, fase y frecuencia. Generalmente, la frecuencia se toma como un valor constante mientras la amplitud y la fase se modulan.

En este tipo de codificación hay dos señales generadas (tres en el caso de no portadoras): una señal de onda seno y una señal coseno, que normalmente se encuentran separadas 90° . La señal seno o la señal coseno se pueden cambiar con la misma frecuencia, es decir que la señal seno y la señal coseno pueden espaciarse a 180° una de otra. Cada señal tiene múltiples amplitudes, es decir que sería posible que cada señal seno o coseno esté posicionado en cada una de las cuatro fases, y que cada onda tenga una de las diferentes amplitudes. Estas cuatro posiciones de fase pueden tener dos diferentes amplitudes, con la señal coseno y con la señal seno, es decir que nos da la posibilidad de tener 16 valores diferentes. A continuación se muestra la tabla de valores posibles con estas condiciones de defasamiento, aunque únicamente es posible apreciar este defasamiento desde un punto de vista ideal de una señal seno y una señal coseno.[7]

Tabla 2.3. Valores que puede tomar un sistema QAM

Fase	Seno / Coseno			
	Nivel Bajo/bajo	Bajo/alto	Alto/bajo	Alto /alto
0°	0000	0001	0010	0011
90°	0100	0101	0110	0111
180°	1000	1001	1010	1011
270°	1100	1101	1110	1111

Con un sistema general de codificación/decodificación de modulación por amplitud de fase es posible enviar una portadora sin modular a lo largo de la señal como referencia. De cualquier forma éste es un sistema sin portadora, y la señal en banda base es superimpuesta sobre canales lógicos, es decir que no hay una portadora presente, pero se puede inferir una pseudo-portadora.

También es posible generar una modulación por cuadratura de fase 16 manteniendo el cambio de fase bloqueado, con una separación de 90° , y las señales seno y coseno en una de las cuatro valores posibles, de esta forma tenemos nuevamente 16 diferentes posiciones.

La modulación sin portadora Amplitud/fase es una variante de QAM que no tiene una portadora específica para referirla a la línea base. Algunas veces es referida como modulación con portadora suprimida. La matriz asociada con un sistema QAM también puede ser llamada constelación.

2.2.1. Multitono discreto (DMT: Discrete multitone)

DMT hace uso de las variaciones del método de codificación QAM/CAP. De cualquier manera la primordial diferencia técnica es que DMT divide el espectro de frecuencia en subcanales espaciados de igual forma. Algunas veces estos canales se consideran subportadoras, que implica que diferentes señales portadoras son utilizadas para establecer la base de cada subárea dentro del espectro de frecuencias.

El espectro se extiende desde 0Hz hasta cerca de 1.1MHz. Si dividimos el espectro en bandas de 4.3125KHz, es posible tener 256 subcanales para información. Sin embargo dividir el espectro no proporciona ninguna capacidad de manejo de información. Lo que el sistema hace es permitir una adaptación automática de la tasa de transmisión. Así el flujo de información es mayor por los canales con mejor relación señal a ruido.

Si cada canal de 4KHz soporta datos a una velocidad de 64Kbps (4000 ciclos por segundo con 16 valores por ciclo utilizando 16 QAM), teóricamente los 265 canales proporcionan una capacidad de 16Mbps, ciertamente estas velocidades no son alcanzables ni con condiciones de laboratorio. Además hay que considerar que la banda de 0 a 4KHz debe quedar libre para voz, y para prevenir el traslape de ADSL con el canal de voz, se dejan generalmente libres de los canales 1 al 6 para preservar una banda de guarda entre el canal activo de voz y el primer canal activo de ADSL.

Cada vez que una banda de frecuencia se utiliza para tráfico de transmisión y recepción, como es el caso del canal de voz, ocurre una situación de eco. Esto ocurre cuando la señal transmitida es reflejada (hay un eco) de regreso a la misma dirección que la originó. Hay varios tipos de canceladores de eco que básicamente sustraen la forma disminuida de la señal generadora después de cierto tiempo de retardo. Si por ejemplo una persona grita "hola", entonces debe eliminarse el hola que viene de regreso como eco justo unos instantes después para entender la siguiente palabra.

La cancelación de eco es el punto más discutido si diferentes canales se utilizan en diferentes direcciones. Aunque el espectro se divide en tres puntos de acceso: uno para voz, uno para datos del usuario a la oficina central (transmisión) y uno de la oficina central al usuario (recepción), así como los canales están completamente separados los problemas de ecos no son muy importantes.

En el documento T1.413 se describen los estándares para los aparatos y forma de conexión de un sistema ADSL. En el documento se trata tanto la parte del usuario como la parte de la oficina central y está orientado a los circuitos eléctricos de cobre. A continuación se presenta un diagrama de bloques con las generalidades necesarias para ofrecer un servicio de ADSL.

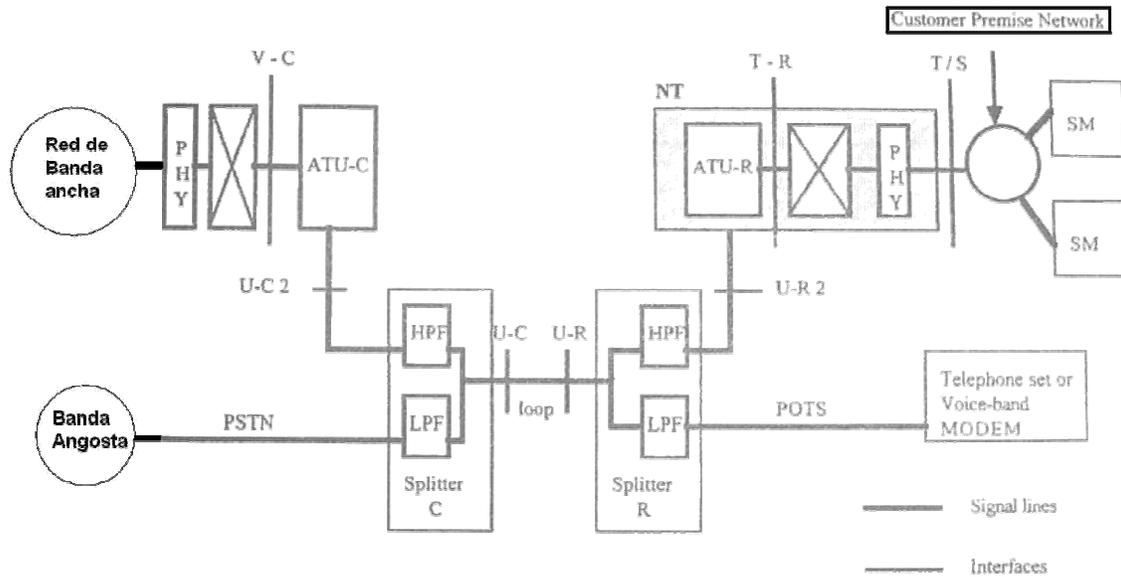


Fig. 2.9. Modelo de referencia del sistema ADSL

Como observamos en el diagrama hay un filtro pasa bajas antes de conectar el equipo de la línea telefónica convencional, y cuenta con un filtro paso altas antes de la unidad remota transceptora terminal (ATU-R), todo esto con la finalidad de separar las señales de voz y datos.

A continuación se muestra un diagrama de una unidad transceptora central (ATU-C). Una unidad remota sólo transmite en los subcanales duplex LSx, mientras que una unidad central puede potencialmente transmitir tanto en los canales simples ASx y en los canales duplex LSx. Además la unidad remota está limitada a los primeros 32 subcanales, y las unidades centrales tienen acceso a los 256 subcanales, es decir que una unidad central puede transmitir más datos que una unidad remota.[7]

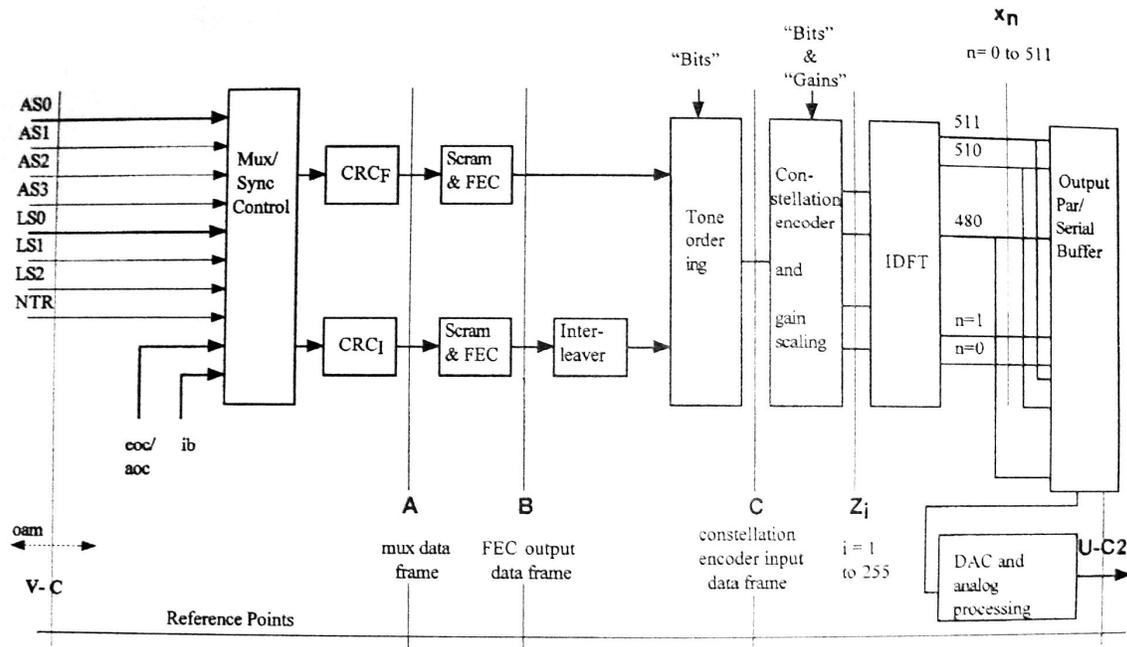


Fig. 2.10. Modelo de referencia de un transmisor ATU-C

2.2.2. Canales de transporte (Bearer channel)

Los canales simples y duplex permiten la transmisión y recepción de múltiples canales. Los canales simples se dividen en múltiples canales de 1.536Mbps.

De acuerdo con la clase de transporte, es decir el tráfico de datos. La clasificación se hace de acuerdo al hecho de que entre menor sea la distancia la capacidad de tráfico de datos es más alta.

A continuación se presenta una tabla de las posibilidades tasas de datos para los canales de transporte, en cada subcanal, dependiendo de la tasa de datos, es posible colocar más o menos canales de transporte. Por ejemplo la clase de transporte 1 tiene una tasa de datos total máxima de 6.144Mbps, la clase 2 tiene una capacidad máxima de 4.608Mbps. Un canal AS= en transporte de clase 1, puede tener una tasa de 6.144Mbps dejando a AS1, AS2 y AS3 sin capacidad; o bien AS0 podría tener 3.072Mbps, AS1 1.536Mbps y AS2 los 1.536Mbps restantes.

En el caso de los canales duplex, tenemos subcanales C y LSx, los canales C son de control, y para la clase 4 es llevado a una tasa de 16Kbps transportado con el encabezado de sincronización de ADSL. Para las otras clases el canal de control es transportado con los canales LS0, a 64Kbps. El ancho de banda total disponible para los canales duplex es de 640, 608 y 176 Kbps. Un LS1 puede ser usado para una tasa de 160kbps y un LS2 para una tasa de 384Kbps (o de 576kbps si el LS1 no se está utilizando).

Clase de transporte	1	2	3	4
Downstream Simplex bearers				
Opciones de máxima capacidad de un canal de transporte	6.144Mbps	4.608Mbps	3.072Mbps	1.536Mbps
	1.536Mbps	1.536Mbps	1.536Mbps	1.536Mbps
	3.027Mbps	3.072Mbps	3.072Mbps	
	4.608Mbps	4.608Mbps		
	6.144Mbps			
Máximo de canales activos	4 (AS0,AS1,AS2,AS3)	3 (AS0,AS1,AS2)	2 (AS0, AS1)	1 (Sólo AS0)
Duplex bearers				
Opciones de máxima capacidad de un canal de transporte	640kbps	608kbps	608 kbps	176 kbps
	576kbps	576kbps	576 kbps	160 kbps
	384kbps	386kbps	384 kbps	C(64 kbps)
	160kbps	160kbps	160 kbps	
	C(64 kbps)	C(64 kbps)	C(64 kbps)	
Máximo de canales activos	3 (LS0,LS1, LS2)	2 (LS0,LS1) ó (LS0,LS2)	2 (LS0,LS1) ó (LS0,LS2)	2 (LS0,LS1)

2.2.3. Estructura de una trama ADSL.

En el estándar de ANSI, se definen tres estructuras de trama: 0, 1, 2, 3. La estructura de la trama 0 la descrita en el estándar. La trama 1 deshabilita el control del mecanismo de sincronización para su uso con tramas síncronas. Las estructuras de trama 2 y 3 proveen de un encabezado reducido con bytes de sincronía separados o mezclados. Las unidades remotas deben soportar los tipos de trama anteriores al propio.

La supertrama de ADSL es básicamente un conjunto de pequeñas tramas. Cada supertrama se compone de 68 tramas más una trama de sincronización, cada supertrama se transmite en 17 milisegundos. Debido a que la frecuencia portadora del multitono discreto es de 4KHz (4.3125KHz) cada trama debe ser transmitida en 250 microsegundos. Como la trama de sincronización no se envía, es encabezado, este encabezado debe ser enviado en cada búfer de datos, 68/69 veces en 250 microsegundos.

Dentro de la trama se incluyen datos veloces y la intercalación de datos, el intercalamiento de datos implican un proceso separado de tejer las celdas de datos con la finalidad de reducir el ruido. Esto se hace dispersando los bits a lo largo diferentes bandas de transmisión, de esta forma es menos probable que in grupo consecutivo de bits presenten un

error, así con ayuda de los bits de corrección por adelantado (FEC) se puede determinar el error y auto corregirlo.

Principalmente hay dos métodos de lograr el intercalado de datos: intercalamiento por bloques o un intercalamiento convolucional. En ambos casos se cambian el orden de la transmisión de los bits en un flujo de salida, pero de una forma que pueden ser organizados nuevamente en la recepción.

En el intercalamiento por bloque se llena un bloque de tamaño conocido por filas y se envían por columnas como se muestra en la figura. En el intercalado convolucional hay un bloque trapezoidal que se desplaza y un búfer circular va escribiendo las filas, y las columnas se van leyendo de forma similar.[7]

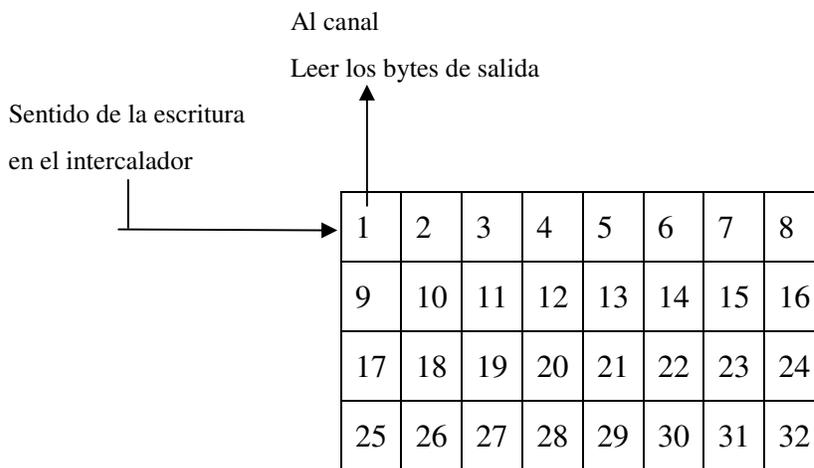


Fig. 2.11. Bloque de bits intercalados con un ancho de 8 y profundidad de 4

Los datos veloces son datos sin intercalar, el intercalamiento ayuda a reducir en gran medida el ruido, pero el proceso de intercalamiento y después durante la recepción el tiempo de retardo es mayor. Por otra parte los datos veloces no llevan un retardo muy grande pero son altamente susceptibles al ruido.

Para el servicio de video sobre demanda generalmente se utiliza el intercalado de datos, debido a que se busca una buena calidad de imagen, sin importar que se deba esperar un poco más por una trama de información.

Dentro de la trama de ADSL el primer byte, o también conocido como el byte veloz, se utiliza con varios propósitos como revisión de redundancia cíclica de la supertrama, como indicador de bit, para operaciones de control embebidas, como control de sincronía.

En las tramas de la 2 a la 33 y de la 36 a la 67, las operaciones de control embebido contra la sincronía de control son determinados por el valor del bit menos significativo, el bit veloz. De aquí se puede hacer un ahorro en el espacio del encabezado, de acuerdo al

estándar de ANSI. Cuando no son utilizados en para control de sincronización, para revisar la redundancia cíclica o como indicador de bit; una trama par o impar de bits veloces se puede utilizar para la transmisión de operaciones de control embebido consistentes de 13 bits. También pueden contener únicamente indicaciones de ninguna acción de sincronización.

Hay dos formas de reducir el encabezado, uno de ellos es utilizarlo en canales individuales en cada dirección, o únicamente cuando un único canal veloz está en uso acompañado de un único canal intercalado. Aún cuando estos métodos están definidos para ATM, también pueden utilizarse para aplicaciones de modo de transferencia síncrono que sólo necesita canales únicos.

En el modo de encabezado completo, el bit de sincronía se utiliza en conjunto con el byte veloz para proveer información completa acerca de la trama. En modo de encabezado reducido el byte veloz es utilizado para búferes veloces y el byte de sincronía se utiliza para los búferes de datos intercalados. En modo de encabezado completo, el byte de sincronía es utilizado para intercalar datos en las tramas 1 a 67 y en los datos veloces de la trama 67. Los bytes de sincronía actúan como un mecanismo para designar cómo se van a ocupar los canales ASx y LSx para los búferes de datos veloces o de datos intercalados.

Los bits indicadores son empleados para notificaciones. Que incluye la detección de errores, corrección de errores, pérdida de señal, defectos remotos y otra información que podría ser deseada para estadísticas o un nivel de corrección más alto. Bits veloces de búfer rápido (en la dirección de recepción) son utilizados para bloques de errores, cuentas de corrección final, pérdida de la señal y defectos remotos.

Los bits de revisión de redundancia cíclica son bastante directos en su propósito. Básicamente los bits del flujo de datos son utilizados con una fórmula matemática de forma tal que un resumen de indicadores cuales han sido los bytes previos. Sin embargo con tan solo 8 bits disponibles los bits y los errores potenciales no pueden ser identificados hasta el último bit, de cualquier forma los errores pueden ser clasificados en 256 categorías. Si hay menos de 256 bytes en la trama a la que el bit de revisión está adjunto, algún tipo de corrección de error podría llevarse a cabo.

2.2.4. Operaciones de control embebidas

Todos los bits vistos anteriormente se utilizan para la configuración e información de error. En cambio los bits para operaciones de control proporcionan una verdadera interfase programable que permite cambios en la configuración de ADSL. Los primeros 2 bits indican si la información o el comando está direccionando a la unidad central (ATU-C) con valor "11", en la dirección del campo, o si se encuentra direccionada a la unidad remota (ATU-R) con valor "00". Las réplicas no son lo mismo que un comando. Si una unidad central envía un comando a la unidad remota, entonces pondrá la dirección del campo como "00", y cuando la unidad remota responda pondrá su propia dirección "00" para indicar que proviene de una unidad remota ATU-R.

El siguiente bit indica si el campo de información es utilizado para un dato o un comando. El cuarto bit indica si se trata de un número par (0) o impar (1) del flujo de datos.

El quinto bit es más especializado, indica si el mensaje es autónomo (0) o no lo es (1). El único caso en que el mensaje puede ser autónomo, es cuando la unidad remota ATU-R quiere avisarle a la unidad central que está perdiendo potencia.

2.2.5. Unidad central ATU-C y unidad remota ATU-R

La unidad central se encarga principalmente del control de la conexión entre unidades, las unidades remotas se encargan de controlar el tipo de tramas que están en uso actualmente. Las unidades remotas se encargan de responder los comandos de las unidades centrales.

La parte más importante del equipo es que sean compatibles, si la unidad remota utiliza una técnica de codificación CAP, la unidad central debe de ser capaz de emplear la misma técnica para comunicarse con la unidad remota. Esto no implica que la unidad central no sea capaz de otras aplicaciones. La unidad remota puede conectarse a una red LAN, o puede proporcionar un acceso directo a las aplicaciones de un equipo host. Uno de los problemas más comunes es el tráfico que manejan los multiplexores de acceso DSL (DSLAM) no corresponde con el de las unidades remota y central.[7]

2.2.6. Componentes del multiplexor de acceso a DSL

El multiplexor de acceso es una unidad separada de la unidad central que proporciona acceso a una potencial multitud de redes LAN o WAN, en la siguiente figura se muestra la arquitectura general de un multiplexor de acceso DSL.

Un multiplexor se compone básicamente de tres partes: la primera son los enlaces de los suscriptores que es el lado de la red con varios métodos de acceso por parte de los suscriptores; de acuerdo con un multiplexor de acceso no hay un método de acceso más importante; puede utilizar métodos de acceso como módems de 56K, y cualquiera de las tecnologías de la familia xDSL.

Hasta el DSLAM llega un flujo de bits casi constante, con algunos excedentes, que llega a violar la simetricidad de los aparatos. El flujo de bits llega hasta la unidad remota ATU-R o bien puede llegar en forma de celdas ATM. La unidad remota toma este flujo y lo coloca en formato CAP ó DMT. Como parte del proceso y para asegurar el flujo constante de bits, se agregan bits de relleno o de espera (idle), que son removidos al llegar a la unidad remota. Esto significa que la entrada ADSL del multiplexor DSLAM provee una ráfaga a la máxima velocidad soportada por el aparato del cliente.

Los multiplexores DSLAM son básicamente del tipo de equipo que se utiliza con el protocolo IP (Internet protocol). Los paquetes de tramas que provienen del cliente generalmente también están en protocolos de control encapsulado (TCP/IP).

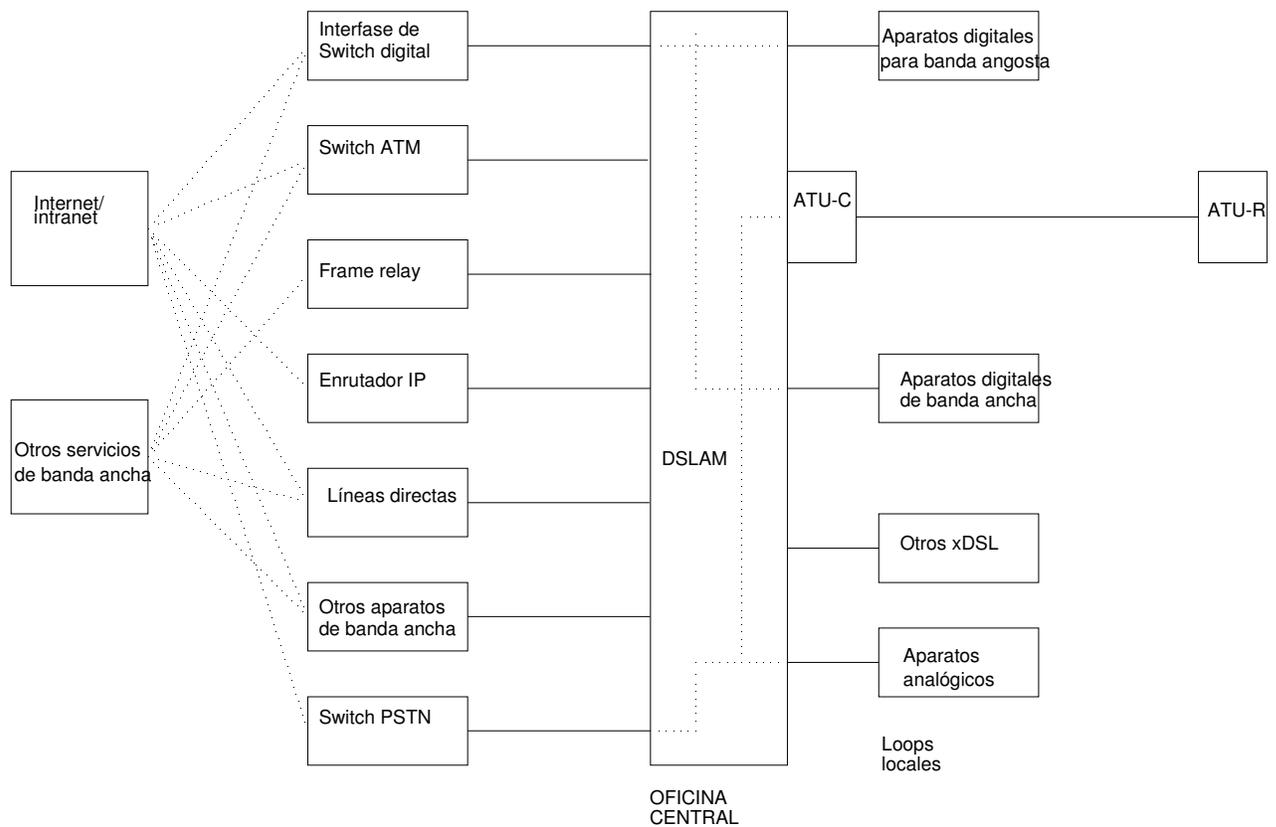


Fig.2.11. Descripción de un multiplexor de acceso DSL

2.3. Arquitectura de la red

Hay muchos componentes en común dentro de la pila de protocolos, haciendo más fácil el aprendizaje de protocolos nuevos, además de facilitar el trabajo entre protocolos y sistemas. El modelo de interconexión de sistemas abiertos separa las diferentes etapas de un protocolo en módulos discretos, lo que permite que un protocolo trabaje fácilmente con otros. Una vez que se han elegido el protocolo y el hardware apropiado, es necesario definir cómo se va a utilizar el sistema y cómo interactuarán otros sistemas con él.

Un sistema físico debe de realizar dos operaciones primarias: manipulación del entorno y control de la manipulación. Las acciones básicas son muy simples pero deben hacerse a muy altas velocidades, y hacerlas a través de software de capas superiores sería muy lento, así que estas instrucciones deben de ser acciones semi-autónomas.

En el caso de ADSL las funciones que se llevan a cabo en este nivel son principalmente: interfases digitales (DI), procesamiento digital de señales (DSP) e interfases analógicas (AI).

La interfase digital para ADSL tiene un receptor DS1, un receptor DS2, un transceptor EOC, un multiplexor de recepción, un repetidor de recepción, un codificador de FEC, un intercalador convolucional, un codificador de Trellis en dirección de recepción.

Para la transmisión cuenta con un decodificador de Trellis, un buffer de transmisión, un decodificador de FEC, un demultiplexor, un desintercalador convolucional y un control de funciones para que las capas superiores puedan controlar el hardware.

El procesador digital de señales (DSP) funciona como una unión (go-between) de las interfases digitales a la línea analógica, dependiendo del código físico utilizado, el DSP puede incluir un divisor de varios canales digitales multitono (DMT), incluyendo siempre un codificador y decodificador de constelación. [7]

2.3.1. Los componentes del sistema ADSL

Para contar con un acceso ADSL es necesario contar con un equipo anfitrión (host), una terminal remota ADSL (módem ADSL) un filtro y una tarjeta ethernet o puerto USB.

La computadora host es la interfase por la cual el cliente puede hacer uso de la transferencia de datos, ya sea que se tenga sólo una computadora o bien una red LAN.

El filtro es indispensable para separar la banda de frecuencia de la línea telefónica de la banda de frecuencia de datos., para separar uno servicio del otro. Hay dos tipos de filtro el centralizado (splitter) que contiene un filtro paso bajas y uno filtro paso altas, o bien se puede tener un filtro distribuido, que es un filtro paso bajas que se debe colocar en cada una de las terminales de uso telefónico.

El módem ADSL es utilizado para un solo equipo, cuando se quiere conectar una red LAN a Internet mediante un enrutador ADSL, en donde el enrutador adquiere una dirección IP, y asigna direcciones locales a los equipos que componen la red.

Normalmente la conexión entre el módem o enrutador ADSL se hace a través de un puerto ethernet, es por ello que es indispensable una tarjeta ethernet, ya que soportan una conexión de banda ancha, lo cual no ocurre con los puertos seriales.[6]

2.4. Aplicaciones y servicios que ofrece

La tecnología de línea digital de suscriptor asimétrica fue pensada desde el laboratorio como una tecnología que resolvería los requerimientos de video sobre demanda. Una ráfaga de datos de 1.5Mbps es suficiente para tramas de video en MPEG-1, aunque para MPEG-2 es necesaria una velocidad de 8Mbps.

Una más de las ventajas que presenta ADSL es que permite el uso de la línea telefónica para voz y datos. Y la velocidad de la conexión es mucho mayor que la que se obtiene a través de un módem telefónico de 56K.

El costo de la instalación no es muy alto debido a que se aprovecha la instalación previa del cableado de cobre existente para la línea telefónica. La velocidad que ofrece permanece como una velocidad alta, aún con una distancia considerable.[6]

2.5. Conectividad: el protocolo TCP/IP

Desde su desarrollo en los años 70, se han desarrollado diferentes familias de protocolos de transferencia de datos para los niveles de red y de transporte en el modelo de referencia OSI. Además el grupo de protocolos incluye otros protocolos que operan a un nivel tan bajo como el nivel de enlace de datos y tan alto como el de nivel de aplicación, lo que hace de esta familia de protocolos ideal para la transferencia de datos sobre el sistema de ADSL. El grupo de protocolos más utilizado es el que contiene Internet Protocol Suite, comúnmente conocido como TCP/IP.

Los sistemas operativos tienden a simplificar la apariencia de la pila de protocolos de red para que sea más comprensible para un usuario promedio. De modo que TCP/IP sólo son dos de los protocolos que componen el conjunto.

Es un protocolo DARPA que proporciona transmisión confiable de paquetes de datos en una red de datos. Todos juntos llegan a ser más de 100 protocolos diferentes definidos en este conjunto.

El conjunto TCP/IP es la base de Internet que sirve para establecer comunicación entre redes que utilizan diferentes sistema operativos, sobre todo para comunicar centrales de redes de área local y área extensa. TCP/IP fue desarrollado y demostrado por primera vez en 1972 por el departamento de defensa de Estados Unidos, ejecutándolo en el ARPANET una red de área extensa experimental.

En 1973, se inició un programa de investigación de tecnologías de comunicación entre redes de diferentes características. El proyecto se basaba en la transmisión de paquetes de información, y tenía por objetivo la interconexión de redes. De este proyecto surgieron dos redes. El protocolo de Internet y los protocolos de control de transmisión. Posteriormente estos protocolos se englobaron en el conjunto de protocolos TCP/IP.

Algunas de las razones que hacen de de TCP/IP un protocolo de uso extenso es que soporta varias tecnologías, puede funcionar con computadoras de cualquier capacidad y con sistemas operativos distintos, proporciona servicios en niveles de red y de transporte con un mecanismo de direccionamiento autocontenido. A todo equipo dentro de la red se le asigna una dirección IP que lo identifica de manera única con los otros equipos, además de utilizar en algunos casos la dirección MAC, que es un identificador único contenido en los adaptadores Ethernet o Token ring, que hace redundante esta identificación única dentro de la red.

Los estándares de este grupo de protocolos lo hace un grupo llamado Internet Engineering Task Force, grupo abierto a quien esté dispuesto a aportar una mejoría, y además estos estándares son publicados de forma abierta al público.[8]

2.5.1. Estructura interna

El modelo básico en Internet es el modelo Cliente/Servidor. El Cliente es un programa que le solicita a otro que le preste un servicio. El Servidor es el programa que proporciona este servicio.

TCP/IP surge antes que el modelo de regencia OSI, pero sus protocolos se reparten entre cuatro niveles que pueden emular a las siete capas del modelo OSI, propuesto por la organización internacional de estandarización.[8]

Aplicación
Presentación
Sesión
Transporte
Red
Enlace de datos
Física

Aplicación	FTP,DNS, SMTP
Transporte	TCP UDP
Internet	IP, ICMP
Enlace	ARP, PPP, SLIP

TCP/IP

En términos generales, el software TCP/IP está organizado en cuatro capas conceptuales que se construyen sobre una quinta capa de hardware. El esquema muestra las capas conceptuales así como la forma en que los datos pasan entre ellas.

Aplicación						
Presentación	TELNET	FTP	SNMP	SMTP	DNS	HTTP
Sesión						
Transporte	TCP					
Red	IP					
Liga de Datos	802.2					X.25
	802.3	802.5		LAPB		LLC/SHAP
Física	Ethernet	Token Ring	FDDI	Línea Síncrona WAN		SONET

Capa de aplicación. Es el nivel más difícil de definir ya que los protocolos que operan en dicho nivel pueden ser aplicaciones totalmente completa, autocontenidas, en sí mismas, como el protocolo de transferencia de archivos (FTP) o mecanismos utilizados por otras aplicaciones para proporcionar un servicio como el sistema de nombres de dominio (DNS)

y el protocolo sencillo de transferencia de correo (SMTP). Una aplicación interactúa con uno de los protocolos de nivel de transporte para enviar o recibir datos. Cada programa de aplicación selecciona el tipo de transporte necesario, el cual puede ser una secuencia de mensajes individuales o un flujo continuo de octetos. El programa de aplicación pasa los datos en la forma requerida hacia el nivel de transporte para su entrega.

Capa de transporte. Se podría decir que la capa de transporte une a los niveles de sesión y transporte del modelo OSI, pero no en todos los casos. La principal tarea de la capa de transporte es proporcionar la comunicación entre un programa de aplicación y otro. Este tipo de comunicación se conoce frecuentemente como comunicación punto a punto. La capa de transporte regula el flujo de información. Puede también proporcionar un transporte confiable, asegurando que los datos lleguen sin errores y en secuencia. Para hacer esto, el software de protocolo de transporte tiene el lado de recepción enviando acuses de recibo de retorno y la parte de envío retransmitiendo los paquetes perdidos. El software de transporte divide el flujo de datos que se está enviando en pequeños fragmentos (por lo general conocidos como paquetes) y pasa cada paquete, con una dirección de destino, hacia la siguiente capa de transmisión. Aun cuando en el esquema anterior se utiliza un solo bloque para representar la capa de aplicación, una computadora de propósito general puede tener varios programas de aplicación mediante un acceso a la red de redes al mismo tiempo. La capa de transporte debe aceptar datos varios programas de usuario y enviarlos a la capa del siguiente nivel. Con esta finalidad se añade información adicional a cada paquete, incluyendo códigos que identifican qué programa de aplicación envía y qué programa debe recibir, así como una suma de verificación para verificar que el paquete ha llegado intacto y utiliza el código de destino para identificar el programa de aplicación en el que se debe entregar.

La capa Internet maneja la comunicación de una máquina a otra. Ésta acepta una solicitud para enviar un paquete desde la capa de transporte, junto con una identificación de la máquina, hacia la que se debe enviar el paquete. La capa Internet también maneja la entrada de datagramas, verifica su validez, diagnostica e informa acerca de errores y utiliza un algoritmo de ruteo para decidir si el datagrama debe procesarse de manera local o debe ser transmitido. Para el caso de los datagramas direccionados hacia la máquina local, el software de la capa de red de redes borra el encabezado del datagrama y selecciona, de entre varios protocolos de transporte, un protocolo con el que manejará el paquete. En este nivel se encuentra el protocolo de Internet (IP) Por último, la capa Internet envía los mensajes ICMP de error y de control necesarios y maneja todos los mensajes ICMP entrantes.

Capa de interfaz de red. Para una LAN el protocolo TCP/IP no define la funcionalidad del nivel de enlace sino que lo hacen los protocolos estándar de ese nivel como Ethernet o Token ring. Para compaginar las direcciones MAC proporcionadas por un adaptador de interfaz de red con la dirección IP utilizada en ese nivel los sistemas utilizan un protocolo de resolución de direcciones (ARP). El software TCP/IP de nivel inferior consta de una capa de interfaz de red responsable de aceptar los datagramas IP y transmitirlos hacia una red específica. Una interfaz de red puede consistir en un dispositivo controlador o un complejo subsistema que utiliza un protocolo de enlace de datos propios (cuando la red consiste de conmutadores de paquetes que se comunican con anfitriones utilizando HDLC).

TCP/IP tampoco define los 2 protocolos utilizados con más frecuencia para establecer comunicaciones de nivel de enlace mediante módems y otras conexiones directas. Se trata del protocolo punto a punto (PPP, que es uno de los que utiliza ADSL) y del protocolo de interne de línea serie (SLIP).

2.5.2. Funcionamiento del protocolo

Una red TCP/IP transfiere datos mediante el ensamblaje de bloques de datos en paquetes, cada paquete comienza con una cabecera que contiene información de control; tal como la dirección del destino, seguido de los datos. Cuando se envía un archivo por la red TCP/IP, su contenido se envía utilizando una serie de paquetes diferentes. El Internet protocol (IP), un protocolo de la capa de red, permite a las aplicaciones ejecutarse transparentemente sobre redes interconectadas. Cuando se utiliza IP, no es necesario conocer que hardware se utiliza, por tanto ésta corre en una red de área local.

TCP/IP es una de las redes más comunes utilizadas para conectar computadoras con sistema UNIX. Las utilidades de red TCP/IP forman parte de la versión 4, muchas facilidades de red como un sistema UUCP, el sistema de correo, RFS y NFS, pueden utilizar una red TCP/CP para comunicarse con otras máquinas.

Para que la red TCP/IP esté activa y funcionando será necesario tener una dirección de Internet, instalar las utilidades del sistema, configurar la red para que trabaje con el protocolo TCP/IP

Desde el punto de vista de un usuario, una red de redes TCP/IP aparece como un grupo de programas de aplicación que utilizan la red para llevar a cabo tareas útiles de comunicación. Los programas de aplicación de Internet muestran un alto grado de interoperabilidad. Los servicios de aplicación de Internet más populares y difundidos son: el correo electrónico permite que un usuario componga memorandos y los envíe a individuos o grupos. Aunque existen muchos sistemas de correo electrónico, al utilizar TCP/IP se logra que la entrega sea más confiable debido a que no se basa en compradoras intermedias para distribuir los mensajes de correo. Un sistema de entrega de correo TCP/IP opera al hacer que la máquina del transmisor contacte directamente la máquina del receptor. Por lo tanto, el transmisor sabe que, una vez que el mensaje salga de su máquina local, se habrá recibido de manera exitosa en el sitio de destino.

Transferencia de archivos. Aunque los usuarios algunas veces transfieren archivos por medio del correo electrónico, el correo está diseñado principalmente para mensajes cortos de texto. Los protocolos TCP/IP incluyen un programa de aplicación para transferencia de archivos, el cual permite que lo usuarios envíen o reciban archivos arbitrariamente grandes de programas o de datos. El sistema proporciona una manera de verificar que los usuarios cuenten con autorización o, incluso, de impedir el acceso. Como el correo, la transferencia de archivos a través de una red de redes TCP/IP es confiable debido a que las dos máquinas comprendidas se comunican de manera directa, sin tener que confiar en máquinas intermedias para hacer copias del archivo a lo largo del camino.

Acceso remoto. El acceso remoto permite que un usuario que esté frente a una computadora se conecte a una máquina remota y establezca una sesión interactiva. El acceso remoto hace

aparecer una ventana en la pantalla del usuario, la cual se conecta directamente con la máquina remota al enviar cada golpe de tecla desde el teclado del usuario a una máquina remota y muestra en la ventana del usuario cada carácter que computadora remota lo genere. Cuando termina la sesión de acceso remoto, la aplicación regresa al usuario a su sistema local. [8]

3. TELEVISION DIGITAL POR ADSL

La televisión digital comenzó con la transmisión terrestre y satelital, a finales de los 90. Todos los sistemas de televisión digital dependen de la compresión de datos para reducir la tasa de bits hasta el punto en que pueden ser almacenados en medios de almacenamiento como cinta o disco, o bien para su transmisión en canales prácticos.

En un sistema de distribución de programación televisiva o de video, la mayor parte de los videos entran a las centrales de redes de datos desde señales satelitales, codificadas algunas veces, comprimidas bajo estándares como MPEG-2, H.264 así como Windows media es también una posibilidad. El flujo de video es separado en paquetes IP y se envían sobre la red de datos. En esta red de datos se manejan también otro tipo de información como datos y voz, además de la señal de video. Aquí la ventaja de ser dueño de toda la red de datos es que las herramientas de la calidad de servicio pueden darle prioridad al tráfico de paquetes de video para prevenir retardos de la señal.

Los flujos de video son recibidos en la oficina local, que tiene la obligación de hacerlos llegar hasta los suscriptores que lo solicitan, y que es el lugar en donde está gran parte del equipo de la red de IP/ADSL. Este software se encarga de realizar la identificación y autenticación del usuario, peticiones de cambio de canal, pago, peticiones de video sobre demanda; es decir la infraestructura necesaria.[11]

Todos los canales en la línea son enviados desde la central recolectora de señales hasta la oficina local al mismo tiempo, para su reproducción forma de punto-multipunto (multicast), pero en las oficinas locales esto se convierte en un cuello de botella, ya que las conexiones hacia los usuarios de DSL no tienen la capacidad suficiente para enviar todos los canales a la vez.

Nuevamente se utilizará el set-box, como el que se utilizaba para cable para la recepción, para el sistema de televisión por el sistema ADSL. Este equipo se conecta a la línea de DSL en casa. Este equipo se encarga de reensamblar los paquetes en un flujo de video congruente y después decodificará los contenidos. La computadora puede realizar el mismo trabajo, sin embargo la gente no está acostumbrada a estar frente la computadora como lo hace con el televisor.

La única forma de enviar estos canales al suscriptor es enviando sólo una parte de ellos, es decir que en lugar de enviar todos los canales y que se sintonice uno de ellos, como ocurre en el sistema de cable, el suscriptor selección un canal, en ese momento el usuario se une a un grupo multicast mediante el protocolo de membresía de grupo IP (IGMP: IP Group

Membership Protocol). Inmediatamente los enrutadores agregan al usuario a una lista de distribución, de esta forma sólo se entregan las señales que se están viendo, desde la oficina local hasta el DSLAM del usuario que solicitó ese canal.[10]

Sin importar el buen diseño de una red, y se los sistemas de alta calidad de servicio, siempre existe la posibilidad de encontrar errores en el flujo de video. En el caso de transmisiones punto a punto es fácil, ya que se puede solicitar una retransmisión de información, sin embargo en una transmisión punto-multipunto lo más importante es asegurarse de que la información llegue a su destino y que además está protegida en caso de presentar errores. Para reducir este problema se utilizan paquetes de información redundante adicional como Forward Error Correction, para evitar posibles errores.

Aunque las transmisiones punto-multipunto resuelven el problema de enviar información hacia varios usuarios a la vez, en el caso de video sobre demanda, se requiere un único flujo de video hacia el usuario. En este caso la oficina local genera un flujo punto a punto con el contenido que solicitó el usuario. Este flujo generalmente está controlado por un protocolo de flujo en tiempo real (RTSP: Real Time Streaming Protocol), que permite que el usuario tenga oportunidad de manejar la señal como si fuese un reproductor de DVD, con opciones de pausa, detener, regresar el programa que está viendo.

El número de flujos de video simultáneos que se envían de la oficina local hacia el consumidor varía de acuerdo a la red, pero rara vez es mayor a 4, debido al ancho de banda. Un flujo codificado en Windows media toma al menos 1 de 1.5 Mbps, que no es un problema cuando se trata de televisión SDTV.[9]

3.1. Ventajas de la televisión por el sistema ADSL

Dentro de las principales ventajas que presenta al sistema de televisión a través de la conexión de banda ancha a Internet están:

Este sistema permite la posibilidad de reunir tres servicios a través de un mismo sistema, es decir, el de la línea telefónica, el sistema de conexión a la red de banda ancha y la posibilidad de una programación televisiva. La convergencia de estos tres servicios beneficia al usuario desde el punto de vista que el costo de se verá reducido, que tener un sistema de televisión por cable o de recepción satelital, un servicio telefónico y una conexión de banda ancha a Internet.

Otra de las ventajas que presenta la televisión a través de una conexión de banda ancha es que utiliza la red telefónica que ya existe, como medio de transmisión, así que los requerimientos para este servicio son la adaptación de la red ya existente, y no una instalación completa de todo el sistema.

El ancho de banda del sistema ADSL, y las técnicas de compresión de información, permiten una calidad en la señal de video equiparable con la de un disco de video digital (DVD). [5]

Bajo este sistema de televisión es posible que dos personas que están separadas geográficamente vean una película al mismo tiempo, mientras conversan a través de

Internet e incluso pueden también pueden estar intercambiando archivos. La televisión por Internet utiliza una señal de transmisión de dos vías, hacia la red de servicios del proveedor, lo que permite que el usuario pueda seleccionar de una lista de programas y horarios.

La televisión por cable digital tradicionalmente ofrece la entrega de una considerable cantidad de canales, el multiplexaje de los múltiples canales puede afectar o degradar la calidad de las señales, en cambio en el sistema de televisión por IP, se envía sólo el programa seleccionado a la vez, no todo el cúmulo de señales que se acostumbra en el sistema por cable coaxial. Cada vez que el observador cambia de canal o selecciona un programa, un nuevo flujo de datos se le envía.

En la opción de video sobre demanda, el sistema envía información adicional, que permite que el observador tenga un control sobre el flujo de datos que se le envía, como botones de reproducir, detener, pausa, repetir, regresar.[10]

3.2. Funcionamiento de un sistema de televisión por ADSL

Para obtener una señal apropiada y libre de distorsión para su reproducción, cualquier señal analógica debe de ser muestreada a una velocidad al menos dos veces más alta que la máxima frecuencia posible. En una señal convencional de video de 525 líneas la frecuencia más alta es de 6MHz, así que la señal de luminancia es muestreada a una frecuencia de 13.5MHz, es decir a intervalos de 74ns. Cada muestra debe de ser capaz de diferenciarse de 256 niveles de brillantez para equiparar la calidad de la señal analógica, esto se hace con 8 bits.

Para la señal de color no se necesita mucha más información para convencer al ojo humano, así que el muestreo se hace a una frecuencia más baja, a 6.75MHz. Las muestras de B-Y y R-Y son tomadas a esta velocidad, con una cuantización de 8 bits, también. Para codificar una señal convencional bajo el estándar de 525/60, entonces la tasa de bits se obtiene: [9]

$$\begin{pmatrix} Y \\ Cr-128 \\ Cr-128 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 77/256 & 150/256 & 29/256 \\ 131/256 & -110/256 & -21/256 \\ -44/256 & -67/256 & 131/256 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

Una transmisión analógica de televisión es suficiente con enviar 25 cuadros por segundo. Cada una de estas imágenes puede contener alrededor de 400 000 píxeles completamente diferentes. Sin embargo es muy extraño que no se mantenga una cierta similitud entre imágenes consecutivas, y el ojo humano no presta mucha atención a la parte de las imágenes que no cambia significativamente de un cuadro a otro. A esta similitud se le conoce como redundancia temporal, ya que es información redundante en el tiempo, y cuando hay una similitud con los píxeles adyacentes y de los alrededores se le conoce como

redundancia espacial, o redundancia de posicionamiento. Dentro de los sistemas de compresión de imágenes es uno de los principios básicos el remover toda información redundante. Todas las imágenes reales tienen una gran parte de información redundante en cuanto a la información de áreas cercanas y de un cuadro otro. Por ejemplo si se tiene una imagen con recuadro para presentación de noticias con un fondo azul, sólo es necesario que se envíe la información de brillantez y de color una vez, y que se indique cuantas veces se deberá repetir la misma información, aunque en la práctica este proceso no es tan sencillo es el fundamento de la compresión.

MPEG-4 introduce un número de un número de nuevas herramientas de codificación como se muestran en la figura 3.1. En los estándares de MPEG-1 y MPEG-2 la compensación de movimiento está basada en áreas de tamaño ajustado de las imágenes conocidas como macrobloques. Mientras este sistema funciona correctamente para las tasas de bits diseñadas, siempre habrá una ineficiencia debido al movimiento real de los objetos, ya que hay una falla en la alineación con los límites del macrobloque. Esto incrementa la tasa de bits residual. En MPEG-4, los objetos en movimiento pueden ser codificados como formas arbitrarias. En la figura 3.1 se muestra que los fondos de la imagen pueden ser codificados de forma independiente de los objetos al frente de ellos. El movimiento de los objetos puede ser descrito con vectores y datos residuales muy reducidos.[9]

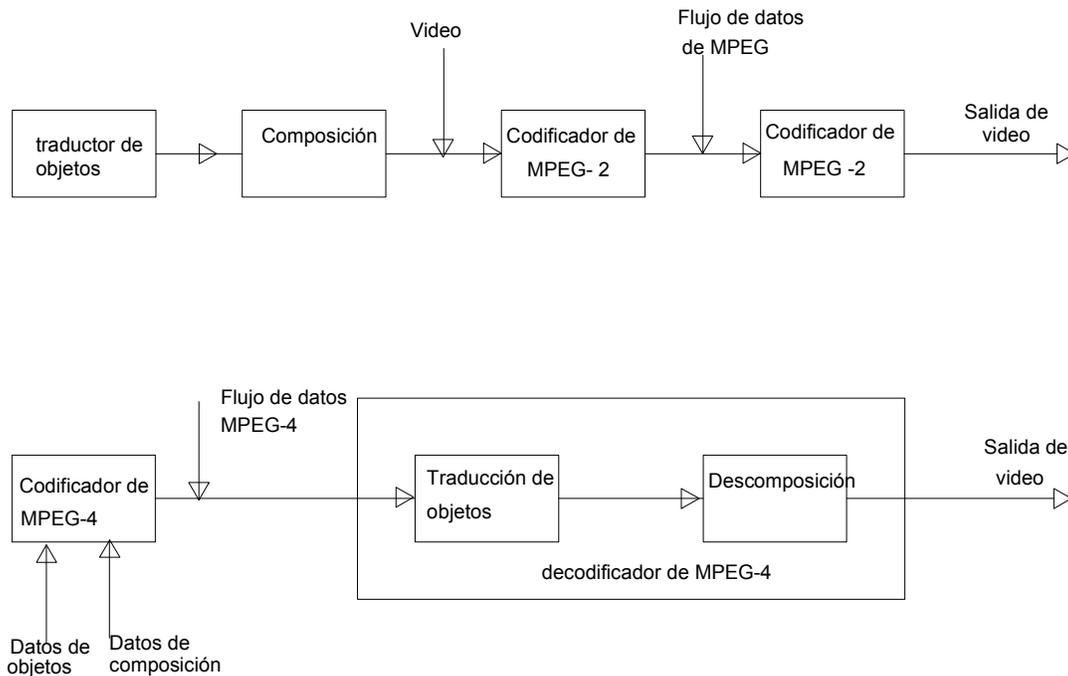


Fig. 3.1. (a) Un flujo de datos en MPEG-2. (b) Un flujo de datos en MPEG-4

La figura 3.1 muestra un fondo que puede ser codificado completamente independiente de los objetos en frente de él el movimiento de los objetos puede ser descrito a partir de vectores y una cantidad de datos residuales altamente reducidos.

De acuerdo con la presentación, los objetos pueden ser bidimensionales o tridimensionales, opacos o translucidos. El decodificador debe contener una visión efectiva capa de priorizar las capas de acuerdo con la cercanía de los objetos de la imagen del espectador. La codificación de la imagen en MPEG-4 es conocida como codificación por textura, y es una forma más compleja que el estándar MPEG-2 equivalente, empleando más código predictivo para evitar la pérdida de los valores por píxel, coeficientes y vectores.

Además de la compensación de movimiento, MPEG-4 puede describir como un objeto cambia su perspectiva de acuerdo a cómo se mueve utilizando una técnica llamada codificación por mallas (mesh coding). A la urdidura de otra imagen, se mejora la predicción de la imagen actual. MPEG-4 también introduce codificación para imágenes fijas utilizando la transformada discreta coseno (DCT) o wavelets.

Al igual que MPEG-2 soporta una escalabilidad, MPEG-4 también puede ser mejorado. Además de la escalabilidad espacial y en cuanto al ruido, MPEG-4 también permite la escalabilidad temporal donde un nivel base del flujo de bits, teniendo una cierta tasa de trama, puede ser encabezada por un flujo adicional de bits mejorados que se producen en la salida del decodificador a una tasa de trama más alta. Esto es importante ya que permite una forma de adelantarse a la tasa de trama marginal de hoy para formatos de películas y televisión mientras se mantiene la compatibilidad con el equipo tradicional.

La escalabilidad de compresión de MPEG-4 es igualmente importante en redes donde se permite al usuario obtener la mejor calidad de imagen posible con la tasa de datos disponible.

MPEG-4 también introduce estándares para animaciones de rostros y cuerpo. Vectores especializados permiten la animación de imágenes fijas de rostros para crear expresiones y gesticulaciones que pueden acompañar un discurso con una tasa de bits muy baja. En varias formas MPEG-4 ha superado la señal de video que forma la entrada de la señal de video para los codificadores de MPEG-1 y MPEG-2 en cuanto a las formas en que la señal de video es traducida o sintetizada.[9]

En la figura 3.1 se muestra como en un sistema que utiliza MPEG-1 y MPEG-2, todos los pasos de traducción y de producción toman lugar antes del codificador. En la figura 1-b se muestra como en un sistema con MPEG-4 algunos de estos pasos pueden tomar lugar después del decodificador. La ventaja es que la cantidad de datos transmitidos es menor. Algunos de estos datos serán instrucciones de traducción que pueden ser muy eficientes y pueden resultar en un factor de compresión bastante alto. Como una parte significativa de la traducción toma lugar en el decodificador, los generadores de gráficos por computadora pueden ser diseñados para que directamente nos den un flujo de MPEG-4 a la salida. En sistemas interactivos como simuladores y juegos de video, el usuario tiene la posibilidad de mover objetos alrededor de la pantalla a partir de una entrada para usuario. La principal desventaja es la complejidad del decodificador, sin embargo por el rápido avance del procesamiento de señales el costo no es un problema muy serio.

Como podría esperarse, la gran cantidad de herramientas de MPEG-4 puede ser excesiva para cierto tipo de aplicaciones. Así como MPEG-2 se ha ajustado con presentaciones y

niveles, MPEG-4 también se ha dividido en versión 1 y en versión 2, a continuación se muestra una tabla con las aplicaciones que cada una de estas versiones maneja.[9]

Versión 1	<ul style="list-style-type: none"> Simple Núcleo (core) Principal (main) Escalable simple N-bits Figura de malla animada de 2 dimensiones Textura animada básica Textura fija escalable Animación simple de un rostro
Versión 2	Extensión
	<ul style="list-style-type: none"> Simple avanzado en tiempo real Codificación eficiente avanzada Textura escalable avanzada Núcleo escalable Simple FBA

Fig. 3.2. Tipos de objetos visuales soportados por MPEG-4.

La versión 1 maneja el tipo de objetos visuales que maneja y como una expansión en la versión 2. Para cada tipo de objeto visual las herramientas de codificación necesarias son mostradas. La siguiente tabla muestra la relación entre la presentación visual y los tipos de objetos visuales soportados por cada presentación.

La diferencia entre las imágenes generadas a través de la computadora y las imágenes naturales incluso se puede observar en la estructura de esta tabla.[9]

Tabla 3.2. Los objetos visuales que son soportados por a) Perfil fr MPEG-4 versión 1, y b) Perfil de MPEG-4 versión 2

Perfil de Tipos de objeto	Simple	Núcleo	Principal	Escalable simple	N-bit	Animado por mallas de 2D	Animación básica de textura	Textura escalable	Rostro simple
Simple	X								
Simple escalable	X			X					
Núcleo	X	X							
Principal	X	X	X					X	
N-bit	X	X			X				
Híbrido	X	X				X	X	X	X
Animación básica de textura							X	X	X
Textura escalable								X	
Simple FA									X

a)

Perfil de Tipos de objeto	Simple	Escalable simple	Núcleo	Núcleo Escalable	Simple avanzado en tiempo real	Eficiencia de codificación avanzada	Textura escalable avanzada	Simple FA
Simple avanzado en tiempo real	X				X			
Núcleo escalable	X	X	X	X				
Eficiencia de codificación avanzada	X		X			X		
Núcleo avanzado	X		X				X	
Textura escalable avanzada							X	
Simple FA								X

b)

MPEG-4 también extiende sus límites a la codificación de audio. La técnica de MPEG-2 AAC también se utiliza en MPEG-4 mediante la implementación de algunas herramientas, estas herramientas permiten la operación a tasas muy bajas de datos para aplicaciones de voz. También introduce el concepto de estructura de audio en el cual la forma de onda es sintetizada en el decodificador de un flujo de datos que es esencialmente una tienda de música digital.[9]

3.2.1. Flujos de bits de MPEG

MPEG soporta una gran variedad de tipos de flujos con diversos propósitos. La salida de un simple compresor de video o de audio, es conocido como flujo elemental (elemental stream).

Para transmisión muchas de los flujos elementales serán combinadas para formar un flujo de transporte.

El multiplexaje requiere bloques o paquetes de un tamaño constante. Es una ventaja si éstas son cortas de forma que cada flujo elemental pueda recibir datos regulares en el multiplexor. Un flujo de transporte tiene una estructura compleja porque necesita incorporarle meta-datos indicando que flujo elemental de audio y datos auxiliares están asociados con cuál flujo elemental de video. Es posible tener un flujo de transporte único que lleve únicamente el flujo elemental de un programa de televisión.

Este estándar mejora mucho la calidad de las imágenes, sobre todo cuando lo comparamos con su predecesor, MPEG-2. Por ejemplo en la rotación detallada de un objeto tridimensional que se utiliza para un video, sería una tarea muy difícil de realizar una codificación para MPEG-2, ya que con cada imagen cambia por completo el entorno. En cambio en el decodificador de MPEG-4, el objeto tridimensional es recreado, la rotación puede ser representada transmitiendo una pequeña y trivial cantidad de datos de vectores.

Si este objeto es sintético, efectivamente el proceso de síntesis o de restitución (rendering) es completado en el decodificador. De cualquier forma, un procesador de imágenes apropiado en el codificador puede identificar este tipo de objetos en escenas naturales.

Los objetos MPEG-4 son definidos como parte de una escena al que puede accederse y manipularse de forma independiente. Un objeto es una entidad que existe sobre ciertos rangos de tiempo. Las imágenes convencionales se convierten en objetos planos en MPEG-4. Donde un objeto interseca a un objeto plano, se puede describir por el sistema de codificación utilizando una codificación interna (intra-coding), predicción de errores o predicción bidireccional.

La figura 3 muestra que el estándar MPEG-4 tiene 4 tipos de objetos. Un objeto de video es un arreglo de píxeles arbitrariamente conformados que describen la apariencia o la textura de parte de una escena. Un objeto fijo con textura o sprite es un objeto plano de video en el cual no hay cambio con respecto al tiempo. Un objeto de malla describe una figura bidimensional o tridimensional formada como un conjunto de puntos. La forma y su posición pueden cambiar con respecto del tiempo. Utilizando técnicas computacionales de gráficos la textura puede ser descrita por retículas o mallas, un proceso conocido como urdidura (warping), para producir imágenes restituidas.[9]

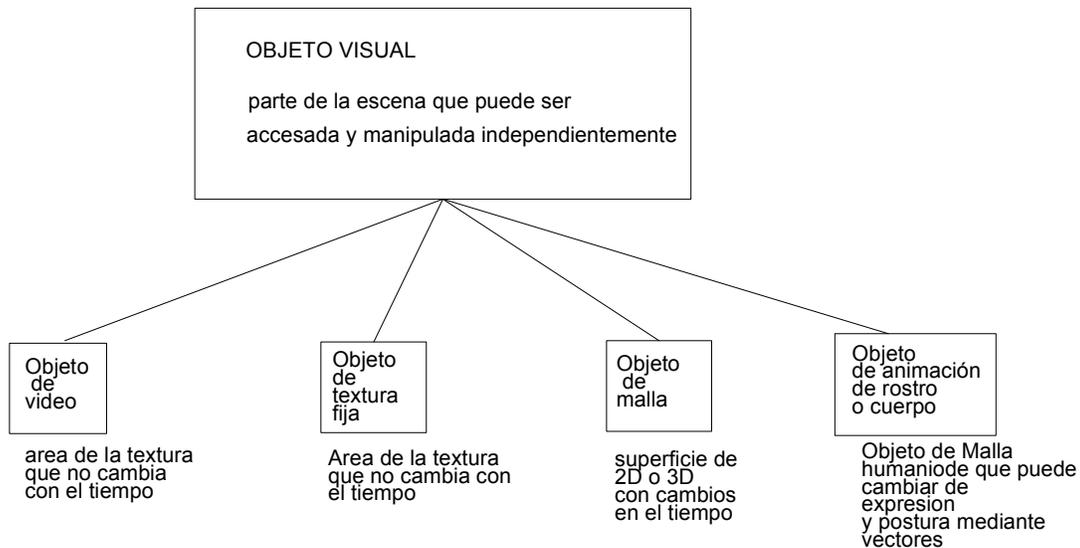


Fig. 3. 3 tipos de objetos son codificados en MPEG-4

Utilizando una urdidura bidimensional, un objeto fijo con textura puede moverse. En gráficos con restitución de tres dimensiones, la codificación de malla permite la creación de una forma arbitraria sólida que puede ser cubierta con alguna textura. La perspectiva computacional permite que este objeto tridimensional pueda ser visto desde cualquier punto con una perspectiva correcta. MPEG-4 proporciona herramientas para permitir la representación por mallas de figuras de dos y tres dimensiones que son creados en el decodificador y después orientados por vectores. Cambiar los vectores permite la creación de imágenes en movimiento muy realistas con una tasa de bits bastante baja.

La animación de rostro y cuerpo es un sub programa especializado de la codificación en tres dimensiones a través de mallas, en el cual la malla representa un rostro humano o un cuerpo. Conforme el sujeto se mueve, vectores cuidadosamente definidos llevan los cambios de expresión que permite la restitución de un rostro o cuerpo aparentemente en movimiento, que ha sido prácticamente sintetizado a partir de una imagen fija. A pesar de que la mayor parte de la compresión de MPEG-4 está basada en la transformada discreta coseno como uno de los primeros estándares de MPEG, MPEG- 4 también hace uso de los wavelets para la codificación de objetos fijos. Los wavelets son sistemas escalables porque naturalmente descomponen la imagen original en varias resoluciones.

3.2.2. Objetos de video de MPEG

La figura 3.4 muestra un ejemplo de un objeto de video que intercepta algunos planos del objeto de video. En cada plano la forma y la textura del objeto debe de ser retratada. Esto se puede hacer a través del uso apropiado de combinaciones de intra e inter codificación. Así surgen los planos de objetos de video I, P, y B.[9]

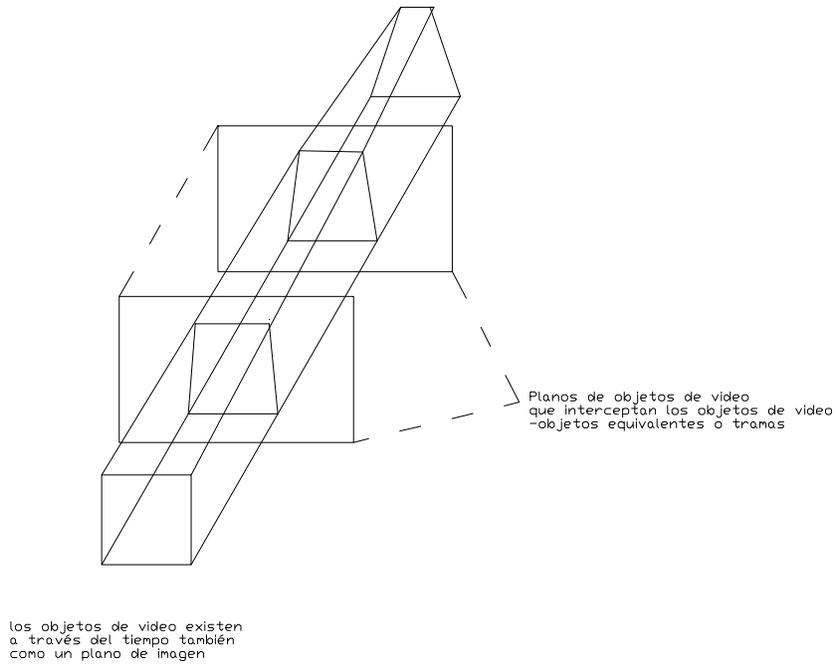


Fig. 3.4. Los objetos efectivos existen en el tiempo continuo, pero son muestreadas para propósitos didácticos.

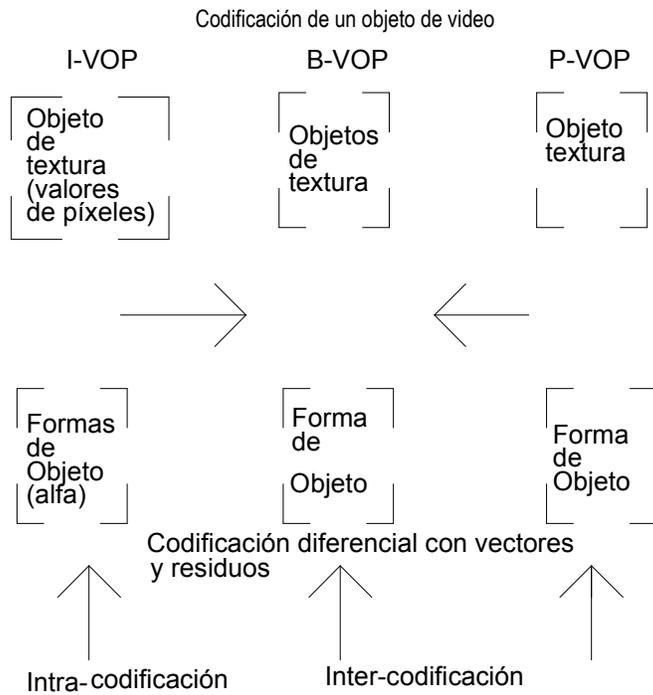


Fig. 3.5. Los planos de objetos de video pueden ser codificados utilizando la intra o inter codificación.

En la figura 3.6 se muestra como son manejados los objetos de video en el decodificador que contiene una etapa de composición de multi-capas. La forma de cada uno de los objetos es transmitida utilizando datos alfa que se decodifican para producir una señal llave. Con la señal llave es posible organizar los datos de textura a lo largo de toda la imagen. Varios objetos pueden ser guiados en la misma imagen. El fondo de la imagen puede verse también como otro objeto de video o como una imagen fija que puede ser cambiada con ayuda de vectores en caso de un acercamiento.[9]

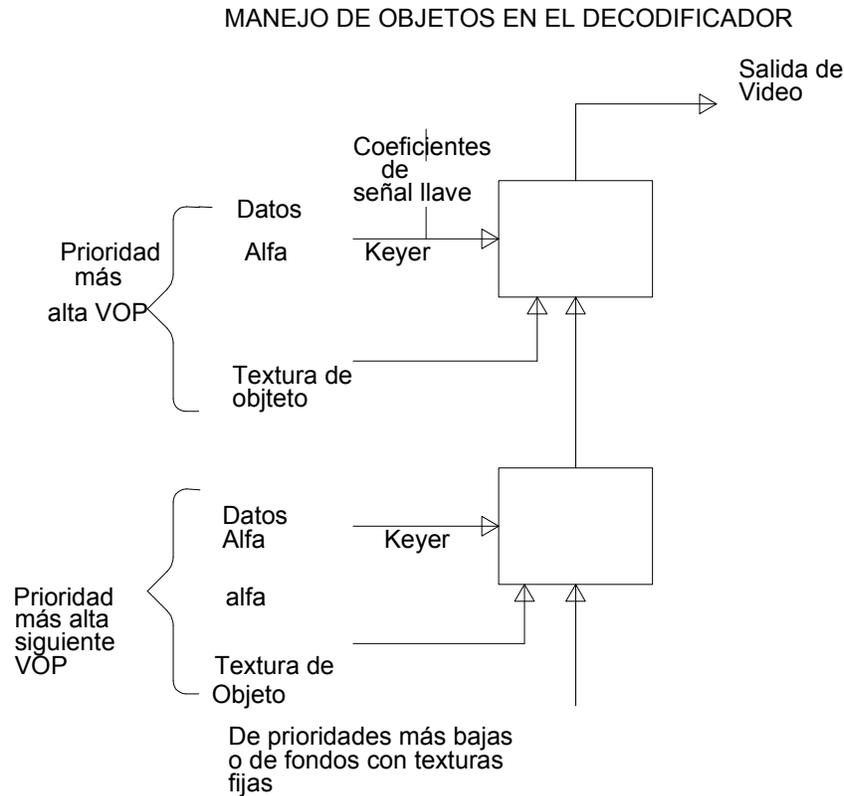


Fig. 3.6. Un decodificador MPEG-4 basado en objetos es esencialmente un aparato compuesto de multicapas, utilizando un señalamiento para dar la ilusión de objetos que se encuentran frente el fondo.

La figura 3.7 muestra como MPEG-4 codifica cada forma de un objeto de video arbitrariamente creando un rectángulo delimitador en el cual el objeto reside. La forma y la textura de cada objeto de video son recreadas en el decodificador por dos procesos distintos pero interrelacionados. [9]

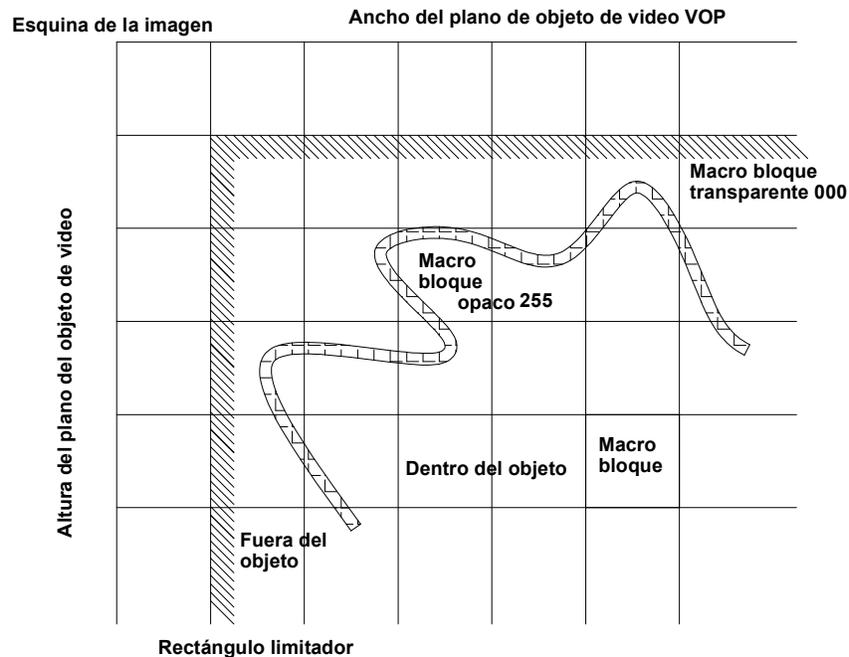


Fig. 3.7. El plano alfa es utilizado por MPEG-4 para describir la forma de un objeto. Con un rectángulo limitador se describen tres tipos de macrobloque: los de objeto, los del exterior y los que ocupan el límite objeto fondo.

El rectángulo delimitador existe en los límites del macrobloque y puede cambiar de un plano de objeto de video a otro. En cada plano de objeto de video el flujo de bits contiene referencias verticales y horizontales especificando la posición de la esquina del límite superior izquierdo, así como ancho y altura del rectángulo delimitador.

Hay tres tipos de macrobloques, los macrobloques transparentes están completamente fuera del objeto y no contienen datos de textura. Los datos de forma son idénticos a lo largo del bloque y resultan en una señal llave que descarta este bloque del proceso de composición. Este tipo de datos es fácilmente comprimible.

Los macrobloques opacos son aquellos en que el objeto lo cubre completamente, y están llenos de texturas. Los datos de forma son idénticos a lo largo del bloque completo y son guiados por la señal llave al compositor. Los macrobloques de frontera son bloques a través de los cuales la orilla de los objetos pasa. Estos contienen esencialmente la información de forma y en menor proporción, datos de textura, en comparación con un bloque opaco.[9]

3.2.3. Codificación de textura en MPEG

Cuando se intercodifica hay un compromiso sobre la cantidad de vectores de datos necesarios. En las imágenes intercodificadas la predicción de una imagen es mejorada de manera que la cantidad de datos residuales es menos. Cuando se intracodifica, MPEG-4

busca una redundancia entre los coeficientes utilizando predicción, a partir de sus bloques adyacentes.

La elección del tipo de bloque más apropiado se hace midiendo el gradiente de la imagen, definido como la tasa de cambio del coeficiente de DC. En la figura 3.8(a) se muestra que los tres bloques adyacentes A, B y C son analizados para decidir si se utiliza la predicción de la transformada discreta coseno (predicción vertical) o si se utiliza la predicción horizontal. La fig. 3.8(b) muestra que en la predicción vertical únicamente se codificarán las diferencias entre las filas de coeficientes superiores entre el bloque superior y el bloque a codificar.

En la figura 3.8(c) se muestra que en la predicción horizontal la columna izquierda de coeficientes es predecida del bloque a la izquierda del bloque a codificar, de esta forma sólo se codifican las diferencias entre uno y otro.

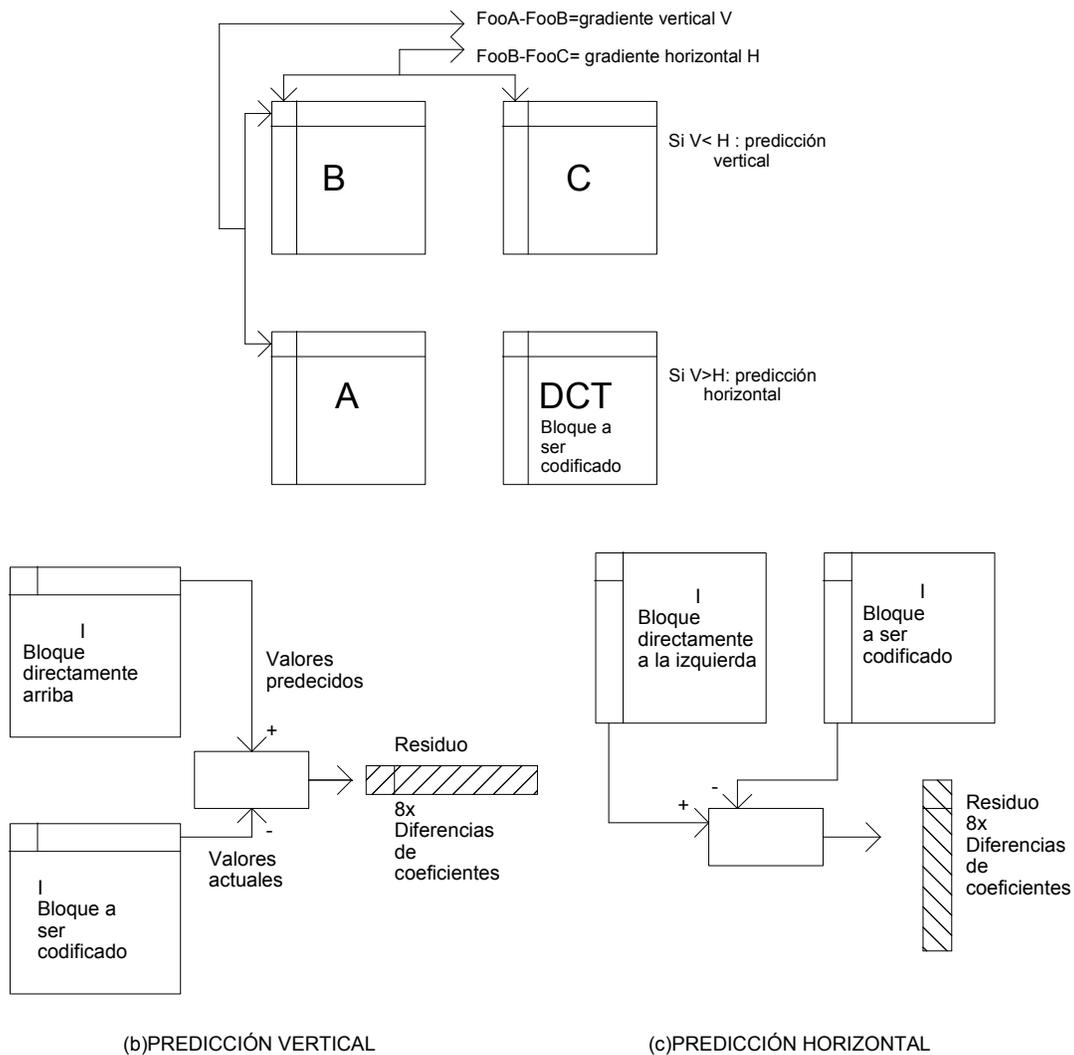


Fig. 3.8. (a) Coeficientes de CD son utilizados para medir el gradiente de imagen. (b) en la predicción vertical se utiliza la fila de arriba como base. (c) La columna de la izquierda es la que se utiliza en la predicción horizontal.

Elegir los cuadros de arriba y de la izquierda es importante porque estos cuadros estarán disponibles en el codificador y el decodificador, funcionando como el mismo gradiente de de medición, el decodificador puede establecer si se utilizó predicción vertical u horizontal, y de esta forma no es necesario el uso de banderas en la flujo de bits.

En algunos casos resulta imposible hacer una predicción de la imagen de un objeto, en este caso son necesarios otros pasos, y el codificador y decodificador asumen valores constantes estandarizados para la predicción de los coeficientes faltantes.

La medida del gradiente de imagen determina la dirección en la cual hay el mínimo cambio de bloque a bloque. Una forma fácil de identificar este cambio es que habrá más coeficientes en la dirección de mayor cambio. Así que es conveniente alterar la secuencia de lectura de forma tal que los coeficientes que existen serán transmitidos al principio de la secuencia.

MPEG-4 alterna entre los dos recorridos de lectura, se concentra en la lectura de los coeficientes verticales, en conjunto con la predicción horizontal. El decodificador puede establecer que recorrido de lectura se va a utilizar en el codificador a partir del gradiente de la imagen. Ver fig. 3.9 [12]

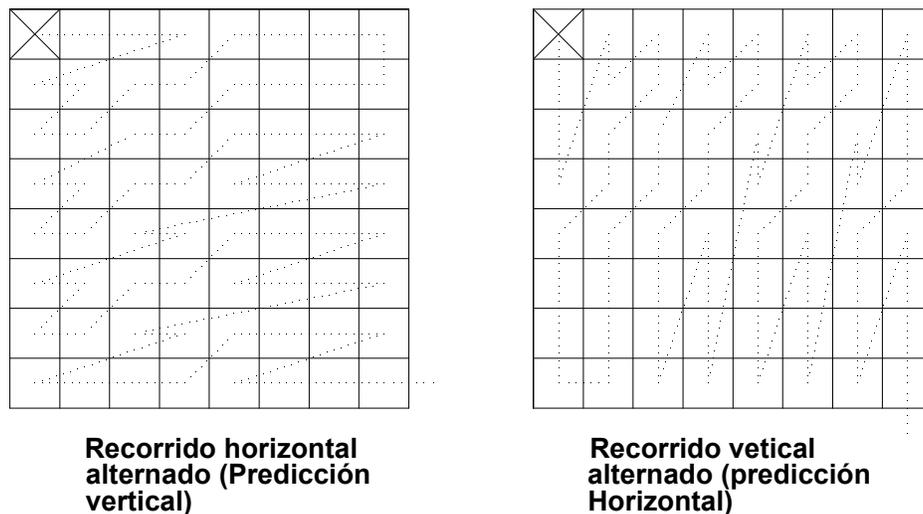


Fig. 3.9. Recorridos en zig-zag empelados en la predicción horizontal y vertical.

La predicción de los coeficientes no se utiliza en la intercodificación debido a que las estadísticas de las imágenes residuales son diferentes. En lugar de utilizar la predicción de coeficientes residuales, la textura intercodificada, basada un la predicción se puede utilizar para reducir la magnitud de las texturas residuales.

Esta técnica es conocida como compensación para bloques de movimiento superpuestos, que sólo se utiliza con los planos de objeto tipo P. Esta técnica utiliza los vectores de bloque adyacentes, en caso de que el vector describa el movimiento del objeto.

En la figura 3.10 se muestra el procesote compensación de movimiento para MPEG-1 y MPEG-2, que utiliza un solo vector, que es modificado con la adición de un sistema de píxel de predicción que considera tres vectores. Uno de los píxeles del bloque a codificar es predecido por la suma tres píxeles compensados, tomados de alguno de los planos de objetos de video P o bien del I. Los factores de peso de la suma están en función de la posición del píxel en el bloque. En la figura 3.10 se muestra que el bloque a ser codificado se divide en cuadrantes. Los vectores remotos son seleccionados del bloque más cercano al cuadrante en el cual se encuentra el píxel. Por ejemplo un píxel en el cuadrante superior derecho podría des predecido utilizando los vectores remotos del bloque inferior y el bloque a la izquierda.[12]

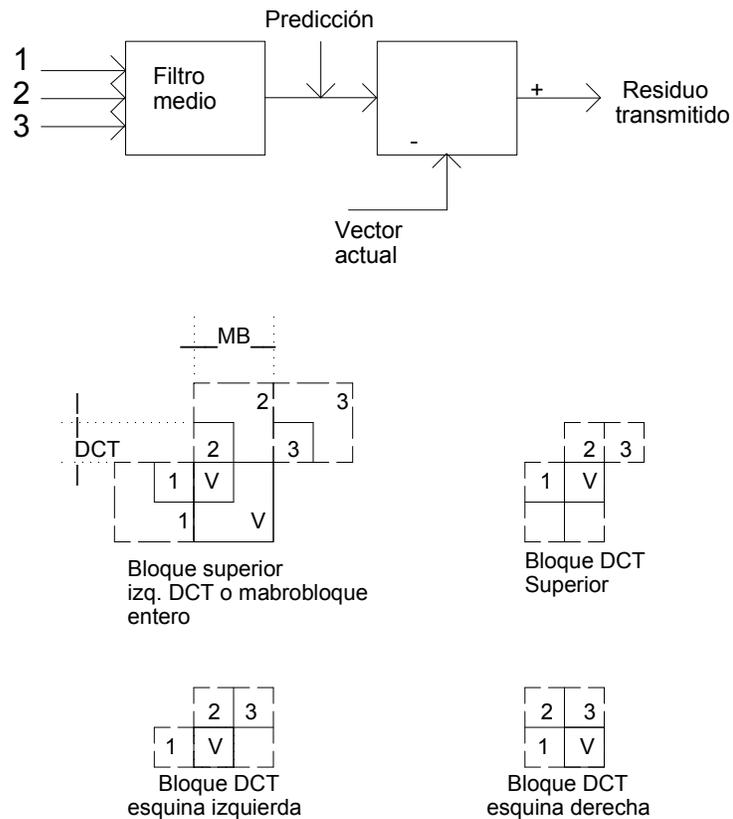


Fig. 3.10. (a) Los píxeles de intercodificación se puede predecir con tres vectores remotos
(b) los tres vectores remotos son seleccionados de acuerdo a cuadrante del macrobloque

Hay paquetes que no tienen vectores, por ejemplo en los límites de la imagen no es posible tener vectores remotos, así que son se utiliza una copia del vector actual. Este proceso

también se hace en la intracodificación, con los primeros bloques de un macrobloque, ya que todavía no existen los vectores de los bloques posteriores (de abajo). En el caso de bloques no codificados el vector remoto se ajusta en cero.

El peso de los factores para los píxeles se muestra en la figura 3.11, para las esquinas del bloque el peso se obtiene del vector verdadero y de los valores de píxeles calculados a partir de los vectores remotos. [9]

4	55	5	55	5	5
5	55	5	55	5	5
5	56	6	66	5	5
5	56	6	66	5	5
5	56	6	66	5	5
5	56	6	66	5	5
5	55	5	55	5	5
4	55	5	55	5	4

2	22	2	22	2	2
1	1	2	22	2	1
1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1
1	1	2	22	2	1
2	22	2	22	2	2

2	1	1	1	1	1	2
2	2	1	11	1	2	2
2	2	1	11	1	2	2
2	2	1	11	1	2	2
2	2	1	11	1	2	2
2	2	1	11	1	2	2
2	2	1	11	1	2	2
2	1	1	1	1	1	2

Fig. 3.11. Predicción de vectores (a)Valores de vector reales
(b) Vectores de control remoto en el caso del cuadro de arriba (c) en el caso del bloque del cuadro izquierdo.

La suma de los pesos nos da como resultado el píxel predecido que es obtenido del píxel en el plano de objeto de video actual, que se codifica para obtener un píxel residual.

Durante el proceso de transmisión en el decodificador el único encabezado que se envía es una bandera que habilita o deshabilita el mecanismo.

MPEG-4 tiene la habilidad de muestrear el error de predicción o de macrobloques residuales que contiene pocos detalles. Un macrobloque de 16X16 es muestreado para reducir su tamaño a 8X8 y además se le coloca una bandera. El decodificador identificará la bandera y realizará una interpolación para regresar al tamaño original del macrobloque, 16X16.

En la predicción de vectores, cada macrobloque puede tener sólo uno o cuatro vectores como el codificador lo decida. Y la predicción del vector actual puede hacerse por macrobloque o por los vectores de la transformada discreta coseno. Los primeros vectores que se obtienen se utilizan como la señal de entrada para el proceso de predicción. [9]

3.2.4. Codificación de forma

La codificación de forma es el proceso de compensación alfa o de llaveo de datos. La mayor parte de los objetos son opacos, así que una señal alfa es adecuada para la banda base del sistema. Para cada textura de píxel, existe un bit alfa, formando un mapa binario alfa que es funcional para ver un objeto en dos dimensiones. En el decodificador binario los datos alfa son convertidos de 000 a 255 niveles en un sistema de codificación a ocho bits.

Las condiciones particulares en los límites del macrobloque en donde una parte del bloque está dentro del objeto y otra parte fuera requiere un manejo, y esta es la función del relleno. Hay dos formas de relleno para realizar diferentes funciones: el relleno de textura y el relleno de compensación de movimiento.

El relleno de textura hace que la codificación de los bloques de los límites sea más eficiente. Como los coeficientes de la transformada discreta coseno se refieren por completo a todo el bloque, pueden obtenerse coeficientes que no corresponden realmente al objeto mismo. El relleno de textura reemplaza los píxeles en el bloque límite que se encuentran fuera de objeto con valores de píxel que son seleccionados para minimizar la cantidad de datos de coeficientes.

Cuando los objetos se mueven también pueden cambiar de forma, la compensación de movimiento será utilizada en donde se requieran texturas y formas de otro objeto de video para predecir los del objeto de video actual. [9]

3.2.5. Introducción a H.264 (AVC: Audiovisual coding)

La gran cantidad de aplicaciones de MPEG-4 no son necesarias para propósitos de transmisión, aunque en algunas áreas de MPEG-4, como la codificación de textura, es directamente aplicable; en realidad podría ser interpretada como una extensión de MPEG-2. Se puede decir que H.264 no hace más de lo que hace MPEG-2 pero lo hace mejor con una ganancia de codificación conservando la misma calidad perceptible de audio. Aunque la potencia de procesamiento necesaria para el estándar de codificación audiovisual AVC es mucho mayor en comparación con la requerida para MPEG-2.

La codificación de video avanzada (Advanced Video Coding , AVC), o también conocida como el estándar H.264, es un sistema de compresión de imágenes en movimiento que toma la forma de codificación de ocho bits en arreglos de 4:2:0 píxeles. AVC está diseñado para operar con canales imperfectos que están sujetos a la pérdida de información o la aparición de errores. Uno de los mecanismos que soporta esto es conocido como FMO (Flexible Macroblock Ordering), es decir macrobloque de orden flexible.

Cuando se utiliza un macrobloque de orden flexible se puede dividir en diferentes áreas a lo largo de los límites horizontales o verticales del macrobloque. Ver fig 3.12 muestra un ejemplo de cómo se ajustan los macrobloques. Si los macrobloques sombreados son enviados en diferentes paquetes que los macrobloques no sombreados, en caso de que se pierda un paquete, se tendrá una imagen degradada en lugar de no tener imagen. La figura en (b) muestra otra forma de ordenarlos, en la cual los elementos importantes de la imagen son colocados en un área y los menos importantes en otra, así los datos más importantes pueden ser jerarquizados con una prioridad mayor que la de los otros bloques, o que otros datos dentro de una red. [9]

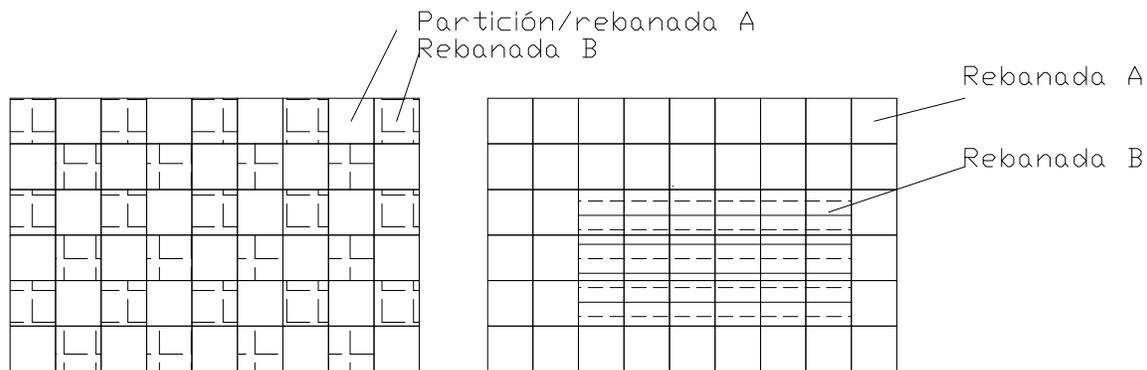


Fig. 3.12. Macrobloques revisados que han sido separados en grupos diferentes de “rebanadas/fragmentos”

En el decodificador se hace uso del encabezado para saber a que área de la imagen corresponde cada macrobloque. El sistema AVC está diseñado para sistemas de tasa de datos variable, incluso cuando se está realizando una transferencia de información, puede ser que cambien las condiciones de tráfico en la red, entonces será necesario hacer un cambio de velocidad sin que el espectador lo note; AVC es capaz de realizar este cambio a través de dos formas de segmentar: SI y SP. Estas son segmentaciones que hacen uso de la intracodificación y de la intercodificación. De esta forma el codificador inserta ambas segmentaciones, generando la velocidad alta y baja para realizar el cambio cuando sea necesario, sin tener que esperar por la siguiente imagen tipo I, como ocurre en MPEG-2, o tener que generar una imagen.

3.2.6. Estructura de los Streams de MPEG

Hay dos aplicaciones básicas de los flujos de bits: para grabación y para transmisión, y tienen requerimientos bastante diferentes.

En una aplicación de grabación multicanal los codificadores y decodificadores pueden compartir el mismo reloj. La tasa de datos leídos del equipo de almacenamiento puede ser ajustado para que el decodificador la tasa de trama o muestreo de audio pueda ser ajustada para seguir alguna otra señal de referencia.

La diferencia entre un flujo de programa y un flujo de transmisión. Es que en el caso del flujo de transporte debe contener información adicional de sincronización para amarrar los relojes del decodificador y del codificador con la misma señal, pero de forma independiente para cada programa.

En aplicaciones de red diferentes usuarios tienen acceso a diferentes tasas de bits de acuerdo con las condiciones geográficas y económicas. Otros factores, como la congestión de la red, o la capacidad de un servidor de archivos pueden hacer que la tasa de bits sea menor que la capacidad del equipo terminal. Una solución a este problema es la

compresión a una multi-tasa, en el cual un mismo programa se comprime a varias tasas de bits diferentes.

Una conexión dada será dotada con una tasa de transferencia que no excede la capacidad promedio de equipo terminal o la capacidad instantánea de la red. En la práctica, esto podría necesitar un decodificador para cambiar entre las diferentes versiones de tasa de bit de un mismo material. MPEG-2 es capaz de hacer esto, hay muy poca flexibilidad cuando hay que hacer un cambio, una de las ventajas de AVC es que está diseñado para permitir esta operación de multi-tasas de velocidad. En el estándar de codificación audiovisual AVC hay una capa adicional, entre la capa de codificación de video y la capa de transporte, conocida como capa de abstracción de red. Esta capa permite un empaquetado flexible del flujo elemental para aplicaciones de red.

En cualquier sistema de grabación o de transmisión debe haber una forma de limitar los flujos de bits utilizando símbolos de límites. Esta es la función de las formas de sincronización. No todos los canales son realmente flujos de bits. En varios sistemas, sobre todo los que utilizan corrección de error de Reed-Solomon y de predicción de errores, el sistema trabaja con un byte y particiona la flujo de bits.

En una transmisión paquetizada y multiplexada para la transmisión de varios programas, el tamaño de los paquetes es menor de forma que se pueden enviar pequeños fragmentos de la información, y se va actualizando constantemente. En el caso de la televisión por el sistema ADSL, una de las ventajas más importantes es, precisamente, que cuando hace su transmisión lo hace de sólo un canal o un programa a la vez, no es necesario tener toda la programación disponible dentro del mismo tiempo.

3.2.7. Paquetes y etiquetas de tiempo de un Stream de MPEG

El flujo elemental de video es un flujo de bit interminable, que representa imágenes no necesariamente en el orden correcto y que toman una longitud variable de tiempo para su transmisión. En MPEG-2 el flujo elemental es fragmentado en paquetes de flujo elemental (Packetized elementary stream), también el flujo elemental de audio es fragmentado en paquetes

En la siguiente figura se muestra un diagrama de uno de estos paquetes ver fig. 3.13. [9]

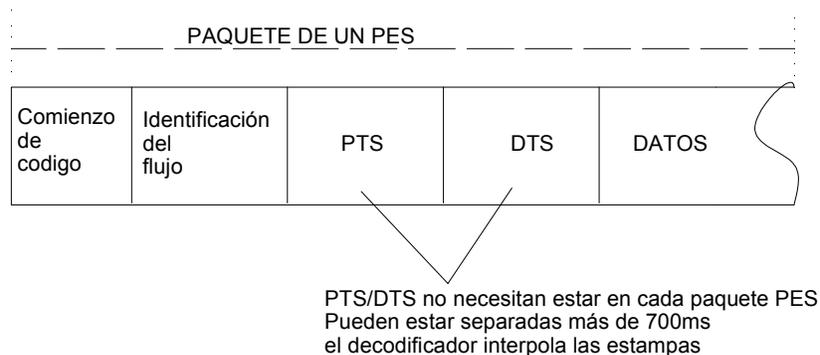


Fig. 3.13. La Estructura de un paquete PES se usa para dividir un flujo continuo elemental

El paquete comienza con el encabezado que contiene un paquete único de código de inicio y un código que identifica el tipo de flujo de datos. Opcionalmente el encabezado del paquete puede contener una o más etiquetas de tiempo, utilizadas para sincronización del decodificador de video en tiempo real y para obtener lip-sync, es decir una sincronía entre el video y el audio.

La etiqueta de tiempo es una muestra del estado de un contador que es manejado por un reloj de 90KHz. Esto se obtiene al dividir el reloj maestro de MPEG-2 que trabaja a 27MHz. Hay dos tipos de etiqueta de tiempo: PTS y DTS. La etiqueta de tiempo de presentación indica cuando deberá ser mostrada la imagen asociada en pantalla. La etiqueta de tiempo de decodificación indica cuando deberá ser decodificado ese paquete.

Los paquetes de audio sólo tienen etiquetas de tiempo de presentación. Para lograr una sincronía de labios con el audio, es necesario que ambas señales sean referidas al mismo reloj maestro de 27MHz, y las etiquetas de tiempo deben de provenir del mismo contador manejado por este reloj.

En la práctica el tiempo entre la entrada de imágenes es constante y hay una cierta redundancia en la etiqueta de tiempo, por o que las etiquetas de tiempo no aparecen en todos los paquetes. Las etiquetas de tiempo pueden estar tan separadas una de otra como 700ms dentro de un flujo de programa, y de cerca de 100ms en un flujo de transporte.

La siguiente figura 3.14 muestra que uno o más paquetes de flujos elementales pueden ser ensamblados en u paquete cuyo encabezado contiene una señal de sincronía y un código de referencia del sistema de reloj, que permite al decodificador regenerar el reloj del codificador. [9]

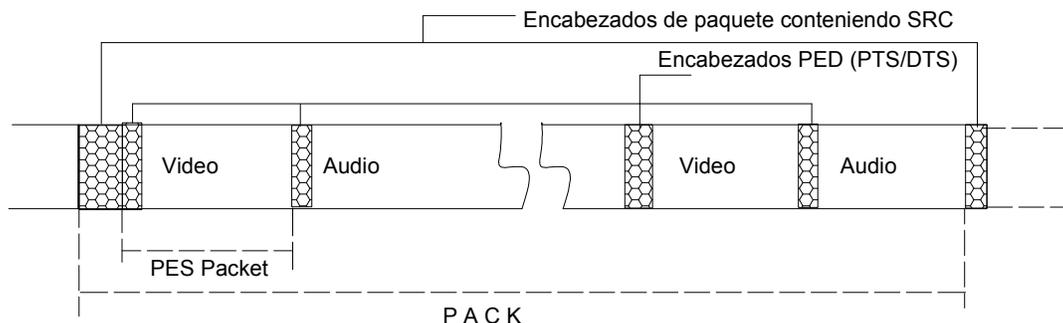


Fig. 3.14. Un paquete es colocado en un PES. El paquete contiene un código de referencia de reloj (SRC).

En el estándar de codificación audiovisual (AVC) la estructura rígida de MPEG-2 se relaja un poco. La codificación temporal se encarga de identificar las imágenes de referencia. En MPEG esta identificación se hace a través de la combinación de los dos tipos de etiqueta y el conocimiento de la estructura del grupo.

AVC permite que el orden de referencia de una imagen codificada pueda ser desacoplado del orden de presentación de la información. El codificador puede seleccionar el orden que minimiza la tasa de bits. Esto requiere un mecanismo de identificación de la imagen diferente, AVC utiliza la numeración de trama y un contador del orden de la imagen. El número de la trama es un conteo que incrementa con la decodificación, que incrementa conforme se van desplegando las imágenes, es decir que es un conteo de imágenes, no un conteo de tiempo. Esta cuenta se puede convertir en etiquetas de tiempo por multiplicación del periodo de cada trama que es una constante para un formato de video.

3.2.8. Transport Stream o Flujo de transporte del estándar de compresión de MPEG

El flujo de transporte de MPEG-2 está pensado para el multiplexaje de varias señales de video con su audio asociado, aunque un flujo de transporte de un programa único es posible. Los paquetes de un flujo de transporte están basados en paquetes de un tamaño constante de forma que se facilita agregar códigos de corrección de error y de embrollamiento en una capa más alta. La figura 3.15 muestra que estas siempre tienen una longitud de 188 bytes. Un flujo de transporte no debe confundirse con un paquete de un flujo elemental, que es más grande y además varía en tamaño. [9]

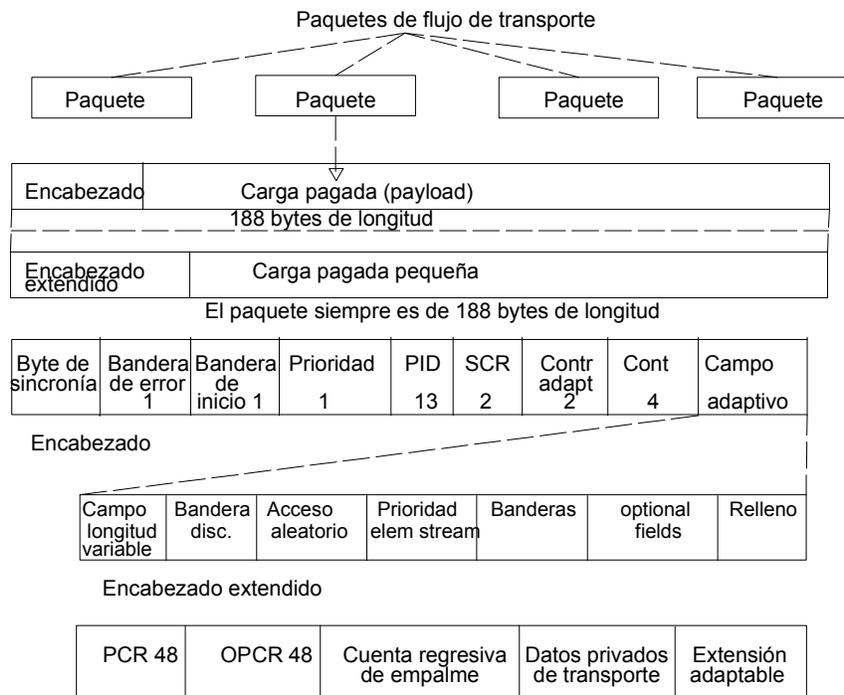


Fig. 3.15 Paquetes de un flujo de transporte

Los paquetes de flujos de transporte siempre empiezan con un encabezado. El recordatorio del paquete lleva datos conocidos como la carga pagada. Por razones de eficiencia, el encabezado normal es relativamente pequeño, pero para propósitos especiales puede

expandirse. En cuyo caso el tamaño de la carga pagada es menor, de forma tal que el tamaño total del paquete se mantiene sin cambios.

El encabezado comienza con un byte de sincronía que es un identificador único para el demultiplexor. Un flujo de transporte puede contener varios flujos elementales diferentes y estas son identificadas proporcionando un código de identificación de paquete único de 13 bits que viaja en el encabezado.

3.2.9. Referencias de reloj empleadas en el stream de MPEG

El mecanismo de sincronización de los diferentes programas de televisión se llama programa de referencia de reloj, y permite que el decodificador pueda generar una señal de amarre para cada programa. En flujos de programa todos los programas deben estar sincronizados así el único reloj es requerido en el decodificador. En este caso el mecanismo de sincronización es llamado sistema de referencia de reloj. Un flujo de transporte

Estos códigos se utilizan para el control de un NLL (numerically locked loop), este funcionamiento se puede asociar con el de un circuito PLL, es sólo que las dos fases involucradas en este caso son representadas por el estado de un número binario.

Program Specific Information. Un flujo de transporte también tiene un campo en su encabezado con la información correspondiente al tipo de información que contiene la trama, en cuanto a contenido de programación. Este campo es útil sobre todo cuando se tiene más de un programa dentro del mismo flujo de datos.[9]

3.2.10. Control de Errores (FEC)

Forward Error Correction es un tipo de mecanismo de corrección de errores que permite su corrección en el receptor sin retransmisión de la información original. Se utiliza en sistemas sin retorno o sistemas en tiempo real donde no se puede esperar a la retransmisión para mostrar los datos. Este mecanismo de corrección de errores se utiliza por ejemplo, en las comunicaciones vía satélite, en las grabadoras de DVD y CD, concretamente en este último caso se trata de un tipo especial de FEC, el denominado MPE-FEC

La posibilidad de corregir errores se consigue añadiendo al mensaje original unos bits de redundancia. La fuente digital envía la secuencia de datos al codificador, encargado de añadir dichos bits de redundancia. A la salida del codificador obtenemos la denominada palabra código. Esta palabra código es enviada al receptor y éste, mediante el decodificador adecuado y aplicando los algoritmos de corrección de errores, obtendrá la secuencia de datos original. Los dos principales tipos de codificación usados son:

- Códigos bloque. La paridad en el codificador se introduce mediante un algoritmo algebraico aplicado a un bloque de bits. El decodificador aplica el algoritmo inverso para poder identificar y, posteriormente corregir los errores introducidos en la transmisión.
- Códigos convolucionales. Los bits se van codificando tal y como van llegando al codificador. Cabe destacar que la codificación de uno de los bits está enormemente

influenciada por la de sus predecesores. La decodificación para este tipo de código es compleja ya que en principio, es necesaria una gran cantidad de memoria para estimar la secuencia de datos más probable para los bits recibidos. En la actualidad se utiliza para descodificar este tipo de códigos el algoritmo de Viterbi, por su gran eficiencia en el consumo de recursos.

FEC reduce el número de transmisiones de errores, así como los requisitos de potencia de los sistemas de comunicación e incrementa la efectividad de los mismos evitando la necesidad del reenvío de los mensajes dañados durante la transmisión.

En general incluir un número mayor de bits de redundancia supone una mayor capacidad para corregir errores. Sin embargo este hecho incrementa notablemente tanto el ancho de banda de transmisión, como el retardo en la recepción del mensaje

La combinación del protocolo de corrección de errores junto con su capacidad de entrelazado, proporciona un robusto mecanismo para mejorar notablemente la relación portadora a ruido (C/N) y el efecto Doppler mediante la utilización de MPE-FEC cada datagrama IP, procedente de la ráfaga generada por el time-slicing, es protegido aplicando el código Reed-Solomon (255,191). Este tipo de código se encuentra dentro de la categoría FEC (Forward Error Correction), es decir permite la corrección de errores en recepción sin necesidad de retransmisiones.[5]

3.3. Envío de señales de video en un sistema ADSL

IGMP (Internet Group Management Protocol). Los sistemas que participan en protocolo de manejo del grupo de internet son de dos tipos: equipos anfitriones (hosts) y enrutadores multicast.

Cuando un equipo anfitrión recibe un mensaje de pregunta (query), en lugar de enviar reportes inmediatamente, comienza con un reporte de reloj de retardo para cada uno de sus miembros del grupo. Cada reloj se ajusta de forma diferente, de forma aleatoria, eligiendo valores de cero a un valor D en segundos. Cuando el contador expira, se genera un reporte para el grupo host correspondiente. Así los reportes se generan cada cierto tiempo en lugar de hacer todos al mismo tiempo.

Un reporte es enviado con un destino a una dirección IP igual a la que aparece en el reporte de equipos en el equipo host. También se envía el tiempo de vida del paquete anexo, con valor de 1, así los otros equipos pueden escuchar el reporte. Hay que notar que los enrutadores multicast reciben todos los datagramas con la indicación de Ip multicast, es por ello que no es necesario direccionarlos explícitamente.

Con objeto de recibir datagramas multicast, un equipo debe unirse a un grupo de equipos que se encuentran dentro de la lista de envío de información. Los mensajes multicast que el equipo host recibe del mismo grupo de dos subredes diferentes pueden ser diferentes. Por ejemplo 244.0.0.1 es el grupo para "todos los hosts de esta subred", así que los mensajes recibidos en una subred siempre serán distintos para este grupo de esos en otros. Pueden escucharse múltiples procesos en un único host para mensajes por un grupo multicast de

una subred. Si se da el caso, el equipo anfitrión une el grupo sólo una vez y mantiene una pista internamente de qué procesos están interesados en ese grupo.

Los enrutadores multicast regularmente, pero infrecuentemente (el RFC 1112 menciona intervalos de un minuto), mandan una pregunta a las direcciones multicast de todos los equipos anfitriones. Todos los equipos anfitriones que todavía deseen ser miembros de uno o más grupos responderán una vez para cada grupo de interés (pero nunca a todo el grupo de equipos anfitrines, dado que la agrupación es automática). Cada respuesta se envía después de un retardo aleatorio para asegurar que IGMP no causa despliegue violento de tráfico en la subred. Puesto que los enrutadores no se preocupan de cómo muchos equipos anfitriones son miembros de un grupo y dado que todos los equipos anfitriones que son miembros de ese grupo pueden oír la respuesta de los otros, cualquier equipo anfitrión que oiga otra demanda agrupación de un grupo cancelará cualquier respuesta que se debe enviar para evitar malgastar recursos. Si ningún equipo anfitrión demanda agrupación de un grupo con un intervalo específico, el enrutador multicast decide que ningún equipo anfitrión es un miembro del grupo. Cuando un equipo anfitrión o un enrutador multicast recibe un datagrama multicast, su acción depende del valor TTL y de la dirección IP de destino.

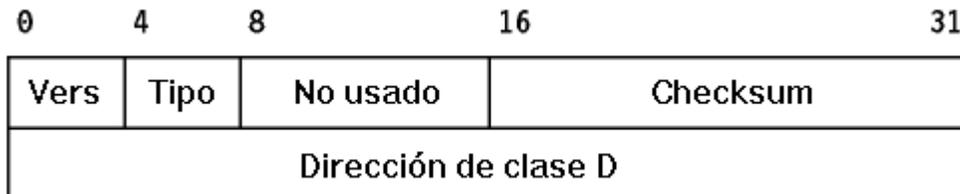
- 0 Un datagrama enviado con un TTL a cero es privado para el equipo anfitrión origen.
- 1 Un datagrama con un TTL de uno alcanza a todos los equipos anfitriones de la subred que sean miembros del grupo. pero distintos datagramas unicast, no informan esto con un mensaje ICMP de tiempo excedido. Expiration de un datagrama multicast es una ocurrencia normal.
- 2+ Todos los hosts que sean miembros del grupo y todos los enrutadores multicast reciben el datagrama. La acción de los enrutadores depende de la dirección de grupo multicast. 224.0.0.0 - 224.0.0.255 Este rango se propone sólo para aplicaciones multicasting de un salto. Los enrutadores multicast no enviarán datagramas con dirección IP de destino en este rango.

Puede parecer en un principio como si un equipo anfitrión no necesitara molestar informando a su agrupación de un grupo en este rango ya que los enrutadores multicast no mandarían datagramas de otras subredes. Sin embargo, el informe también comunica a otros equipos anfitriones de la subred que el reporting equipo anfitrión es un miembro del grupo. Al único grupo que nunca se le informa es el 224.0.0.1 porque todos los equipos anfitriones saben que el grupo consiste en todos los equipos anfitriones de esa subred.

Otro Los datagramas con otros valores para la dirección de destino los envía el enrutador multicast como normales: decrementa el valor de TTL al menos un segundo como siempre.

Esto permite que un host localice el servidor más cercano que se escucha en una dirección multicast usando lo que se llama un *buscador en anillo expandido*. El equipo anfitrión manda un datagrama con valor de TTL 1 (misma subred) y espera por respuesta. Si no se recibe nada, intenta un valor de TTL de 2, luego de 3, y así sucesivamente. A la larga encontrará el servidor más cercano

Los mensajes IGMP se envían en datagramas IP. La cabecera IP tendrá siempre un número de protocolo de 2, indicando IGMP y un tipo de servicio de cero (rutina). El campo de datos IP contendrá mensaje IGMP de 8 bytes con el formato mostrado en la figura que se muestra a continuación.[11]



donde:

Vers Versión IP de 4 bits. Siempre 1.

Tipo: Especifica una recuperación o un informe.

1

 Especifica una recuperación que envía un enrutador multicast.

2

 Especifica un informe que envía un equipo anfitrión.

Checksum Una suma de comprobación de 16 bits calculada como para ICMP.

Dirección de clase D. Esta es cero para una petición y es una dirección de grupo multicast válida para un informe

4. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE TELEVISIÓN POR ADSL EN EL MUNDO

4.1. Algunos sistemas de televisión por xDSL que operan en Europa

En Europa hay varias compañías de telecomunicaciones que ofrecen televisión digital a través de conexión de banda ancha a Internet como parte de sus servicios desde hace ya más de un año. Francia y España son de los países en donde se comenzó a ofertar este servicio. Es importante mencionar que ya se había hecho algunas pruebas con sistemas piloto en algunas poblaciones. Actualmente se ofrece casi en todo el Continente Europeo a través de compañías que se encargan específicamente de enviar los streams de televisión a los usuarios, formando acuerdos con las empresas de telefonía e Internet de banda ancha para utilizar su infraestructura, tal es el caso de empresas como Jazztelia en España, o Dreampark que opera en Suecia, Dinamarca y Noruega.

De acuerdo con la compañía de análisis de mercado de las telecomunicaciones, Multimedia Research Group, hasta el mes de abril de 2006 había 3.7 millones de suscriptores de televisión por banda ancha alrededor del mundo; y de acuerdo a la tendencia de crecimiento, se espera que para finales de 2009 haya 36.8 millones de suscriptores.

Dentro de las compañías más destacadas que prestan servicios de televisión por banda ancha están France Telecom, Neuf de Francia también, Telefónica en España, Deutsche Telekom en Alemania entre otras.

Definitivamente uno de los primeros sistemas de televisión por conexión de banda ancha que comenzó a ofrecer sus servicios fue MaligneTV, de France Telecom, que inicia operaciones en Lyon durante el mes de diciembre de 2003. A finales de 2005 ya contaba con cerca de 200,000 clientes, además de un proyecto de crecimiento hacia otros países como Italia, Alemania y España. Actualmente hasta el mes de septiembre de 2006 se contabiliza un incremento en el número de suscriptores de 198%, es decir que cuenta ya con 421 000 suscriptores.

France Telecom ha lanzado recientemente su sistema de televisión digital en Polonia y en Senegal, en donde también se espera una buena aceptación. Además de comprar acciones de Wanadoo durante 2004, una de las compañías que ofrecen sus servicios de televisión a través de ADSL en España. El servicio Maligne TV, de France Telecom cuenta con 200 canales de televisión, así como video sobre demanda.

La compañía de telecomunicaciones, francesa también, Neuf Telecom lanzó en marzo de 2004 su paquete de televisión de banda ancha en Marsella, y más adelante, en mayo de 2004 en París. Actualmente Neuf pretende lanzar un servicio Quadri-play, que incluye un servicio que ellos llaman “beautiful phone”, que incluye servicio de teléfono móvil con aplicaciones de multimedia, todo con cargo a un mismo recibo.[21]

Une télévision personnelle et interactive



Un monde riche en contenus...

Un accès au contenu le plus vaste du marché avec 200 chaînes en qualité numérique : tous les bouquets Premium, toute la TNT et un bouquet de 60 chaînes "neuf TV Sélection".

... accessibles facilement

Un seul décodeur, une seule télécommande pour accéder à l'ensemble des chaînes et services de neuf TV.

> Décodeur neuf TV et télécommande



Un monde transparent

neuf HitView, la mesure d'usage des chaînes de neuf TV, disponible sur le téléviseur ou sur Internet : pour savoir en temps réel quels sont les programmes les plus suivis par le public à un instant T.

Free es otra compañía de telecomunicaciones que ofrece su servicio de televisión digital, Free TV cuenta con 200 canales y video sobre demanda, con oferta en 50 poblados de Francia.

En España hay ya varias compañías de telecomunicaciones que ofrecen sus servicios de televisión por banda ancha. Un ejemplo de ellas son Jazztel, Wanadoo, Ya.com e Imagenio, filial de Telefónica.

España ha superado al finalizar el mes de agosto seis millones de conexiones de banda ancha y menos del 22% de ellas corresponden al cable. En concreto, la televisión por cable tiene 1,323 millones de suscriptores; otras 3,3 millones son de ADSL de Telefónica, y el resto, es decir, 1,38 millones se reparten entre Wanadoo -ya reconvertida en Orange-, Ya.com, Jazztel y otras. En total, son casi 60.000 clientes de diferencia entre estas últimas y el cable, cuando hace menos de cinco meses era éste el ganador, y por más distancia.

El crecimiento acelerado de las compañías de servicios de banda ancha es muy notable comparativamente hablando de las compañías de cable, debido a que ha sido un crecimiento muy acelerado al menos en la península Ibérica.

Wanadoo, Ya.com y Jazztel tienen tres formas de acercarse al cliente con propuestas de ADSL. La primera es alquilando directamente a Telefónica su oferta mayorista, generalmente de un mega. Esta fórmula deja poco margen de ganancia al operador y muy pocas posibilidades de bajar precios o hacer planteamientos originales, pero es muy rápida y permite cubrir toda España de forma inmediata. Por eso fue la que antes comenzó a usarse y durante un tiempo fue muy popular. Estas compañías tienen casi 640 000 clientes conectados de esta manera.

Las otras dos fórmulas –desagregación (o co-ubicación del equipo) del bucle en su modalidad total o parcial- exigen una inversión más elevada y el despliegue es más lento, porque hay que instalar equipos en centenares de centrales de Telefónica, pero una vez hecho permiten velocidades de 20 megas a precios muy atractivos. Aquí es donde están incidiendo las nuevas operadoras. Ya tienen 742.239 usuarios en este segmento, exactamente el doble que hace un año.

En el caso de Jazztel es una compañía fundada en Inglaterra en 1997, aunque comienza sus actividades en 1998, como empresa que oferta conexión a Internet y telefonía sobre IP. Durante el año 2000 vende su portal en Internet llamado Ya.com a la compañía alemana Deutsche Telecom. Durante 2001 Jazztel consolida la compra de una empresa de ingeniería de software y aplicaciones de última generación, Sabadell. Es durante el año 2003 que Jazztel compra Datagrama, una empresa que ofrece servicios de datos, acceso a Internet y alojamiento de páginas en Internet.

Actualmente Jazztel proporciona a sus clientes servicios de telefonía sobre IP, Internet de banda ancha y televisión a través del mismo sistema, un servicio que comenzó a ofrecer a partir del lanzamiento del estándar ADSL2+, en septiembre de 2005, que dió paso a un portal con cuatro canales de ocio en noviembre de 2005, Jazztelia.com.

En diciembre de 2005 Jazztel lanza al mercado su televisión interactiva, Jazztelia TV, en piloto comercial en Torrejón de Ardoz (Madrid) y Zaragoza, que progresivamente se ha ido ampliando al resto de las ciudades españolas. Cuenta con unos 30 canales iniciales, a los que se unirán en el futuro los 22 de la televisión digital terrestre (TDT).

Para la implementación de este nuevo sistema, Jazztel hace una inversión bajo un plan de trabajo programado a 5 años, en el cual se espera ver el resultado de la inversión, se espera que para el año 2007 se tenga un punto de equilibrio, es decir que se recupere por completo la inversión, y de ahí en adelante que ésta sea rentable.

La infraestructura con la que cuenta esta empresa para poder prestar sus servicios dentro del territorio español es una red de fibra óptica, conectada al red troncal nacional con convenios para la interconectividad internacional, una red metropolitana una red de acceso local para DSL.

Su red de fibra óptica, con una longitud de 18 000 km se extiende a lo largo de las 50 provincias de España. Como parte de las propuestas de crecimiento pretende llegar al área de las Islas Canarias.[13]

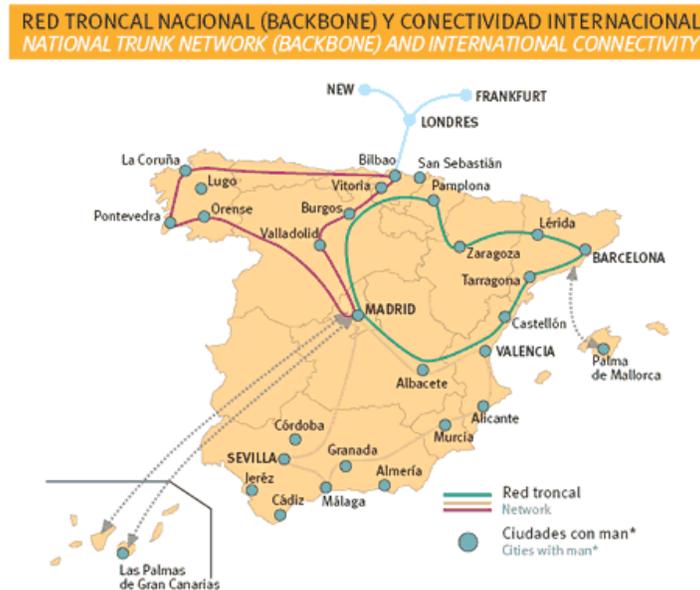


Fig. 4.1. Red de comunicación que ha establecido Jazztel en España.

Jazztel cuenta también con redes de área local en las principales ciudades de España, como Madrid. Barcelona que permiten la conexión directa de los clientes dentro de la ciudad mediante anillos simples de fibra óptica. Utilizando esta red para la conexión de sus clientes a servicios de banda ancha. Jazztel ofrece accesos ADSL para la conexión de clientes empresariales o residenciales de consumo. Alquilando el par de cobre del operador dominante. Jazztel tenía ya 414 centrales para ofrecer este servicio, a comienzos de 2006.

La red de acceso local de Jazztel consiste en una instalación de equipos DSL.

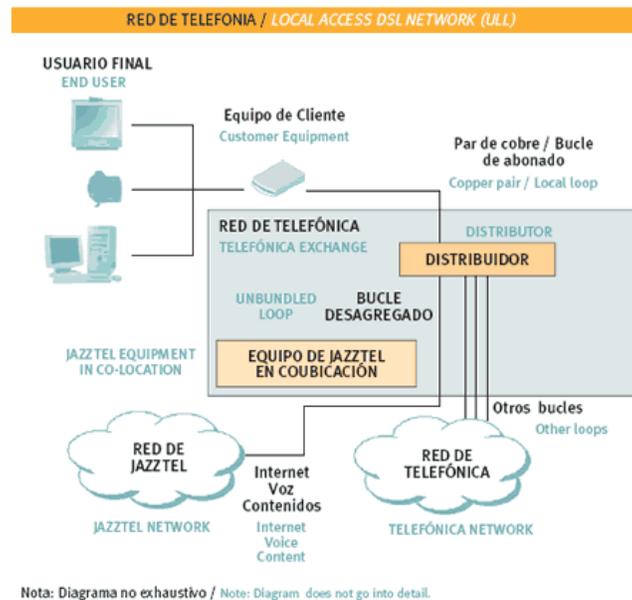


Fig. 4.2. Red de acceso a DSL de Jazztelia

Como observamos en la figura hay multiplexores de banda ancha o DSLAM en las centrales del operador (equipos en coubicación). Los equipos en coubicación permiten la prestación de servicios sobre el par de cobre del cliente de forma directa, alquilados a los operadores dominantes de telefonía.

Dentro de otros tipos de tecnologías de transporte de información que se utilizan para llegar hasta las centrales están el uso de redes de fibra óptica, utilizando paquetes SDH y CWDM (Coarse wavelength division time) para multiplexaje.[13]

Por su parte la plataforma de televisión que ofrece Telefónica, Imagenio, lanzado en noviembre de 2004, tiene a la fecha 267,473 suscriptores (informe de septiembre), con una oferta de 66 canales diferentes, 15 estaciones de radio y canales de pago por evento para partidos de football. Imagenio planea ofrecer televisión de alta definición por Internet a partir de 2007. Actualmente se encuentra realizando pruebas con el estándar MPEG-4 para compresión de la señal de alta definición. La señal será entregada a través del operador Lucent en ADSL+2.

El servicio Imagenio cumplía su objetivo para 2005 alcanzando los 206.572 clientes, con una ganancia neta en el cuarto trimestre de 114.466 clientes, lo que da una idea de la capacidad operativa para gestionar un número tan considerable de altas. Con este crecimiento, Imagenio alcanza ya una cuota del 6%, dentro del mercado de la televisión de pago en España, frente al 0,3% que representaba en el año 2004. Ofrece servicios en el entorno del acceso xDS y colaborado en la red Alejandra, que sustituye la red ATM por una

Ethernet, para ofrecer los servicios xDSL. TdE ha promovido nuevos servicios en el entorno del acceso xDS y colaborado en la red Alejandra, que sustituye la red ATM por una Ethernet, para ofrecer los servicios xDSL. basados en el estándar DVB-RCS.

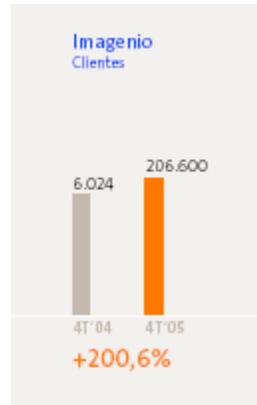


Fig. 4.3. Comparativa de crecimiento del servicio Imagenio entre el cierre del año 2004 y 2005.

Las actividades desarrolladas en el marco de TV sobre ADSL, es decir el servicio Imagenio, han permitido a Telefónica lanzar ofertas al mercado, como las “triple play”: productos combinados de telefonía, datos y televisión.

Al finalizar 2005, Imagenio contaba con más de 200.000 clientes en España y se lanzaba en la República Checa. Mediante el Sistema Integrado de gestión ADSL, Telefónica ha contribuido a consolidar el servicio Imagenio, con la incorporación de nuevas arquitecturas de red. Para la provisión de servicios diferenciados de móviles ha desarrollado un gestor de ancho de banda: el sistema CAC (Control de Admisión de Conexiones), que permite al proveedor de la red de transporte garantizar una calidad de servicio en el tráfico solicitado.

A continuación se muestra un mapa de los servicios que ofrece telefónica en varios países. Su principal mercado para televisión por ADSL se encuentra ubicada en España, aunque también tiene presencia en Perú y el Salvador.



Fig. 4.4. Servicios ofrecidos por Telefónica alrededor del mundo.

Estos son algunos de los resultados del 2005 del Grupo Telefónica de España. Los ingresos por operaciones crecieron un 4,8% hasta 11.739,5 millones de euros y el OIBDA lo hizo en un 4,5%, alcanzando 4.766,8 millones de euros. En el apartado operativo, es destacable también haber logrado el ambicioso objetivo de alcanzar en el año 2005 más de 200.000 clientes de Imagenio en servicio. Este servicio, ha reforzado significativamente el atractivo de la oferta de Banda Ancha de Telefónica, tanto en su forma de comercialización como producto individual, como vendido en paquetes Dúo o Trío, lo que se ha traducido en un record de crecimiento en accesos de banda ancha en el cuarto trimestre.

Tabla 4.1. Datos operativos de Telefónica

	2005	2004	%Var
Accesos de telefonía fija	16 135.6	16 334.8	1.2
Accesos de datos e internet	5 585.9	4 989.7	11.9
Banda estrecha	1 614.9	2 263.5	28.7
Banda ancha	3 441.6	2 492.7	38.1
Minorista	2 719.7	1 614.5	68.5
Bucles alquilados	434.8	116.1	n.s.
TV de pago	206.6	6.0	n.s.
Total de accesos	21 928.0	21 330.5	2.8

Durante 2005 Telefónica ofreció promociones como los Dúos y Tríos que, para las contrataciones realizadas entre el 15 de noviembre y 7 de enero de 2005, establecía, tanto para el Dúo como el Trío con tarifa plana nacional de voz y ADSL 24 horas, una cuota de abono mensual de 20,00 euros hasta finales de enero, frente a las cuotas estándar de 39,9 y 51,9 euros respectivamente.

Desde el punto de vista de regulación, cabe destacar las medidas publicadas en los últimos meses en relación a la OIR y al Price Cap 2006.

En noviembre, la CMT (Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones) publicó la nueva Oferta de Interconexión de Referencia en la que se modifican precios de los servicios básicos, y que en términos efectivos establece una reducción media del 1,8%. Así, se mantienen los precios de la Interconexión por Capacidad y se reduce en un 5,6% el precio medio efectivo de la Interconexión por Tiempo. Dado el elevado peso del tráfico cursado mediante el modelo de Interconexión por Capacidad, que representa casi el 70% del tráfico de interconexión Fijo-Fijo en 2005, el impacto económico de la medida es reducido. Otros aspectos considerados en la modificación de la OIR tienen que ver con la inclusión en el modelo de Interconexión por Capacidad de nuevos servicios como la interconexión de llamadas con tarifas especiales (red inteligente y servicios de consulta de números de abonados) y las llamadas a números cortos a excepción del 112, lo que se traduce en situar los precios medios efectivos de interconexión entre los más bajos de Europa.

Posteriormente, el 4 de febrero de 2006, Telefónica de España modificó las tarifas para el tráfico local y fijo-móvil en virtud de las disposiciones de la Comisión Delegada de Asuntos Económicos. Los nuevos precios mantienen sin cambios la cuota mensual de abono e introduce la facturación del tráfico de voz por segundos desde el inicio de la llamada, sin la inclusión de franquicias. Las nuevas tarifas, que modifica los precios por minuto, elevan el establecimiento de llamada fijo-móvil a 0,12 euros y reduce el establecimiento de la llamada metropolitana a 0,065 euros.

El importe neto de la cifra de negocios (ingresos) del Grupo Telefónica de España ha alcanzado, en el año 2005, 11.739,5 millones de euros, lo que representa un crecimiento interanual del 4,8%. Considerando el cuarto trimestre de forma aislada, los ingresos crecieron un 4,0% hasta alcanzar 3.010,9 millones de euros. Excluyendo los ingresos

aportados por el negocio de Terra en España en el último semestre del año, los ingresos del Grupo Telefónica de España correspondientes al año 2005 se situarían en 11.717,9 millones de euros (2.998,3 millones de euros en el cuarto trimestre de 2005), con un crecimiento interanual del 4,6% (+3,6% en el cuarto trimestre), cumpliendo así la estimación avanzada al alza con motivo de la publicación de resultados del tercer trimestre de 2005, que fijaba la previsión del crecimiento de ingresos para el ejercicio 2005 por encima del 4%. Los ingresos de Telefónica de España Matriz se sitúan en 11.250,5 millones de euros, con un crecimiento interanual del 4,8%. En el cuarto trimestre del ejercicio, los ingresos por operaciones han sido 2.889,7 millones de euros, presentando un crecimiento del 4,3% respecto al mismo periodo del pasado año, a pesar de la reducción de los ingresos por tráfico de voz y de la ralentización del ritmo de crecimiento de los ingresos por banda ancha.

El crecimiento del 2,8% en el número total de accesos de Telefónica de España, que al cierre del año 2005 alcanzaban 21,9 millones, es reseñable que este crecimiento es consecuencia del éxito en la comercialización de la banda ancha y se produce a pesar de la reducción de 199.243 accesos de telefonía fija en el conjunto del año

Respecto a los paquetes de servicios, es destacable indicar que la base total de planes combinados y tarifas planas, ascendió a 2.905.941, un 34,3% más que la alcanzada en septiembre de 2005, impulsada en gran medida por el lanzamiento de los Dúos y Tríos durante el mes de septiembre de 2005.

Los servicios de Internet y banda ancha, que aportan cerca del 79% del crecimiento de ingresos de Telefónica de España, alcanzan 1.904,7 millones de euros en el conjunto del año 2005, creciendo un 26,9% respecto al pasado año. Dentro de este apartado, los ingresos de banda ancha, tanto de acceso a Internet como de Televisión de pago, crecen en el año un 40,2% alcanzando 1.703,5 millones de euros, de los que 1.297,8 millones de euros corresponden al negocio minorista.

El mercado de accesos fijos a Internet de banda ancha en España ha alcanzado al cierre del año 2005, 5 millones de accesos, que representa el mayor crecimiento registrado hasta el momento en España. A este crecimiento ha contribuido de forma determinante el éxito de la oferta ADSL de Telefónica, que en su conjunto (mayorista más minorista incluyendo los accesos que solo prestan el servicio Imagenio) alcanzaba a finales del 2005 los 3.479.824 accesos. Por otro lado, el crecimiento del mercado de alquiler de bucle ha hecho que la cuota de Telefónica de España en el mercado ADSL en España descienda hasta el 89%.

Por otro lado, como ya se ha comentado, el servicio Imagenio ha cumplido su objetivo para el año 2005 alcanzando los 206.572 clientes, lo que supone una ganancia neta durante el cuarto trimestre de 114.466 clientes. Con este crecimiento, Imagenio alcanza ya una cuota significativa, que estimamos del 6%, dentro del mercado de la televisión de pago en España, frente al 0,3% que representaba en el año 2004. [14]

Wanadoo, la filial de France Telecom que opera en España, ahora lo hace bajo el nombre de Orange TV, después de la adquisición de Orange. El servicio actualmente cuenta con 40 canales de televisión, además del servicio de video sobre demanda.

Belgacom es una empresa que opera en Bélgica cuyos servicios incluyen telefonía e Internet de banda ancha, ofertando como uno de sus servicios la televisión por conexión DSL. Actualmente (hasta el primer trimestre de 2006) cuentan con una penetración del 42 % de la población en Bélgica, la tendencia del mercado belga se estabiliza, lo que implica un bajo crecimiento, por ello las mejoras y novedades de sus servicios son importantes. [26]

Por otra parte actualmente se encuentra funcionando el sistema Dreampark, que proporciona televisión de forma digital es las principales ciudades de Suecia desde agosto de 2005, y ahora a partir de julio de 2006 dará servicios de televisión también para Noruega y Dinamarca, como intermediario entre compañías de redes de datos como iVisjon (Noruega), Dansk Bredbånd (Dinamarca).[15]

Próximamente Vodatel de Croacia en asociación con Ericsson Nikola Tesla ofrecerán un servicio de televisión por banda ancha de 55 canales, así como opciones de video sobre demanda en la ciudad de Zagreb, dependiendo de la demanda se extenderá la cobertura del servicio.

O2 TV será la marca que empleará en República Checa para ofrecer Televisión IP, con más de 30 canales, con modalidades de vídeo-club y emisoras de radio. El grupo español lanzará una intensa campaña informativa para impulsar la marca O2 en el mercado checo, con una combinación de métodos diversos de publicidad. Por ejemplo, los ciudadanos de Praga que tengan un móvil con Bluetooth podrán descargar en su terminal la canción elegida para esta campaña desde paneles interactivos instalados en las paradas de tranvía.

Austria Telecom por su parte ofrece un servicio de televisión de distribución por banda ancha, llamado AON Digital TV. Durante agosto de 2005, Austria Telekom realiza la presentación de televisión digital de alta definición por banda en la red austriaca durante una reunión anual. Para más adelante en marzo de 2006 lanzar finalmente este servicio a través del AON Digital TV en la ciudad de Viena.

El servicio ofrece programación de 50 canales internacionales, así como servicio de video sobre demanda, lo que ofrece un servicio atractivo a los usuarios entre servicios de bandas ancha y multimedia. A finales de 2005 Austria Telecom reportaba 574,300 líneas con servicio ADSL, lo que le da un gran margen de penetración con este nuevo servicio de televisión.

Telia, al igual que Drema Park, es otra empresa con actividad en Suecia, ofrece servicio de televisión digital alrededor de todo el territorio sueco con 31 canales de programación, además de opción de Triple play. Suecia es el país de Europa con mayor penetración de servicios de banda ancha.[30]

La compañía Danesa TDC ofrece servicios de telecomunicaciones en Dinamarca principalmente; así como en Suecia, Noruega, Finlandia y Suiza. Durante 2005, TDC lanzó su servicio de televisión de banda ancha, llamado TDC TV. Y durante este año se trabaja para ofrecer servicios de video sobre demanda. TDC es una más de las compañías que tienen operadoras de televisión por cable. En el caso de TDC, es propietaria de la proveedora Kabel-TV, que opera en Dinamarca, sin embargo lanzó televisión por banda

ancha como un servicio más dentro de un paquete que incluye telefonía celular de tercera generación.[19]

Por su parte, en Irlanda, la compañía Magnet Entertainment ofrece paquetes de televisión digital por ADSL, desde mayo de 2005. En las ciudades de Dublín, Galway, Cork y Limerick. En un futuro planea implementar también el servicio de video sobre demanda.[23]

En Italia, Fast Web es un servicio de televisión por banda ancha con una variedad de canales internacionales y opción de video sobre demanda así como pago por evento, en el caso de eventos especiales y deportes. La calidad de su transmisión es estándar aunque tiene planes de lanzar en próximas fechas algunos de sus canales en alta definición.

Fastweb comenzó a ofrecer servicios de transmisión de televisión a suscriptores de banda ancha en septiembre de 2003 en tres ciudades inicialmente: Roma, Nápoles y Génova. Para ofertar este servicio inicialmente se utilizó un access hub (Multi service access node- MSAN) de la marca Marconni. La principal atracción fue la transmisión en vivo de los partidos de la temporada de la liga italiana de fútbol.

Actualmente Fast web ofrece servicio de pago por evento, partidos de la liga italiana, y además, a partir de junio de 2005, Fast Web lanzó un canal de juegos de video, Fastgame, con video juegos de la firma de juegos italiana Milestone, para convertirse en el primer canal con una amplia gama de juegos remotos.

El sistema Fast Web además ofrece cursos de idiomas dentro de su servicio de video sobre demanda. Además un sistema de prepago para los servicios que ofrece el sistema de banda ancha.

A continuación hay una gráfica del crecimiento que ha tenido la compañía en cuanto a suscriptores de servicios de banda ancha. Que tiene in incremento notable a partir del lanzamiento de su sistema de televisión digital.[24]

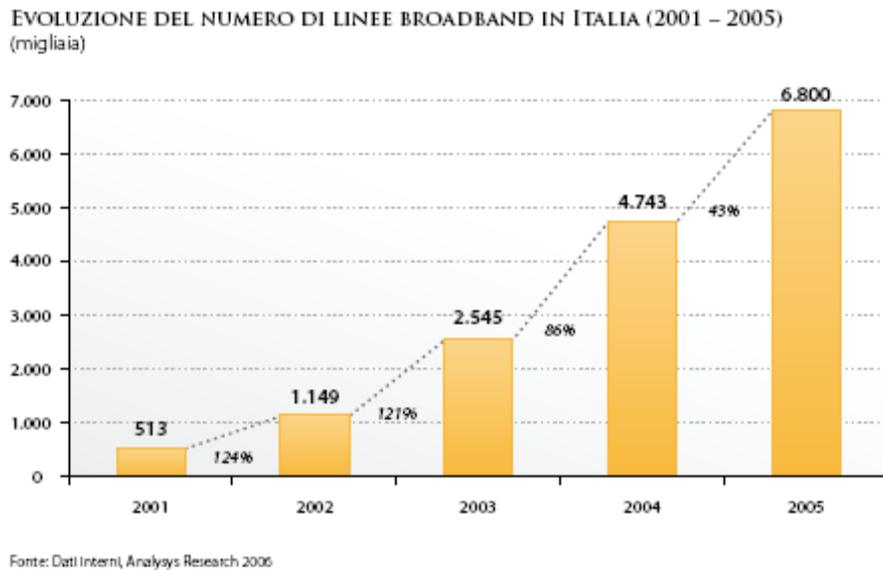


Fig 4.5. Incremento de líneas de conexión de banda ancha en Italia (2001-2005)

La compañía Swisscom ofrece el servicio de Bluewin TV, televisión por banda ancha, desde noviembre de 2006, aunque realizaba pruebas desde diciembre de 2005. El sistema de televisión Bluewin TV tiene grandes esperanzas de crecer ya que Suiza es el segundo país de Europa con la mayor penetración de Internet de banda ancha, después de Suecia. El 98% de las líneas de cobre en Suiza ya están habilitadas para ADSL. Actualmente ofrece un servicio con 100 canales de televisión, 70 de música, 500 videos sobre demanda y eventos deportivos. Este servicio cubre el 75% del territorio suizo, y se espera cubrir su totalidad en futuros meses.[28]

En Reino Unido también se ofrece el servicio de televisión a través del sistema ADSL, la compañía Homechoice, tiene un sistema con 80 canales de televisión digital, así como servicio de video y música sobre demanda.

4.2. Sistemas que ofrecen servicio de televisión a través de ADSL en Estados Unidos

Actualmente la FCC tiene un grupo de leyes aplicables a los operadores de cable, bajo el título VI de Comunicaciones, Act de 1934, y estas leyes también aplican generalmente para las compañías de telefonía que ofrecen servicios de cable sobre sus redes. Además las compañías que ofrecen servicios de cable sobre un sistema de cable, generalmente deben obtener una concesión local. La FCC realiza un procedimiento para determinar si este sistema de concesiones limita la entrada de nuevos proveedores de video como es el caso de compañías de telefonía (sección 621 Acto de comunicaciones).

La compañía Verizon tiene su servicio de televisión digital FIOS TV, que funciona desde 2004, cuando la compañía terminó de colocar su nueva red de fibra óptica; comenzó ofreciéndolo en Keller, Texas, en donde hasta el momento tiene una penetración del 14%.

A finales de 2005 tenía 3 millones de suscriptores en 800 comunidades, equivalente al 9% de penetración en la población, y espera un crecimiento al 30% en un periodo de 5 años. Durante 2005 Verizon comenzó a ofrecer el servicio de video sobre demanda. Actualmente ofrece 375 canales de programación, además de 20 canales con calidad de alta definición, y 2000 títulos de video sobre demanda.[32]

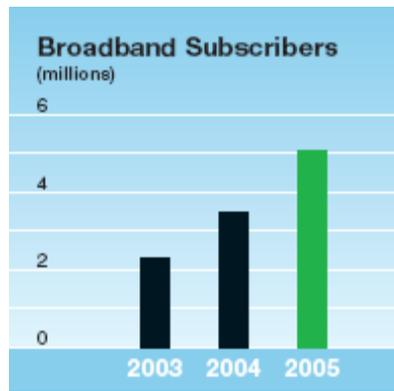


Fig. 4.6. Incremento en el número de suscriptores de Banda Ancha de Verizon, FIOS TV

La compañía SureWest se fundó en 1995 en California. Ofrece servicios de telefonía y telecomunicaciones principalmente en la parte norte de California. Los servicios de banda ancha representan el 25% de su ganancia anual con 47,110 clientes. SureWest comenzó a ofrecer su servicio de televisión digital a través de ADSL durante diciembre de 2003. Cuenta con dos licencias de sistemas de distribución local multipunto de 39 GHz. Es importante mencionar que SureWest realizó un convenio con la Comisión Metropolitana de Cable de Sacramento, para ofrecer sus servicios en las áreas que ellos no cubrían. Actualmente funciona en las ciudades de Sacramento, Roseville y Lincoln como el siguiente proveedor de servicios después del cable. Aunque SureWest identifica como a los sistemas de televisión satelital como su principal competencia.[31]

SaskTel será una de las primeras compañías que ofrecen televisión de alta definición en Estados Unidos a través del sistema de banda ancha, para lo cual se emplea el estándar MPEG-4. SaskTel proporciona sus servicios de banda ancha a través de la infraestructura de siguiente generación (Next generation Access Infrastructure: NGAI) de Alcatel.

El servicio cuenta inicialmente con 27 canales en alta definición que se suman a los de calidad estándar con los que ya cuenta el sistema que se oferta en Canadá. Este servicio está disponible a partir de mediados de Octubre del 2006.[25]

Pottawatomie Telephone Company, es una compañía independiente que opera en un área de Oklahoma en Estados Unidos, comenzó ofreciendo servicios de telefonía. Cuenta con aproximadamente 2100 suscriptores, y una barra de televisión digital a través de conexión de banda ancha. Pottawatomie telephone company ofrece su servicio de televisión digital, o bien paquetes triple play desde \$99.95 dólares, que incluye 71 canales y la programación local, así como paquetes Premium y un canales de pago por evento.[33]

Otra de las compañías que actualmente ofrecen el servicio de televisión digital, es Allendale communications, Altelco Digital TV. Este servicio comenzó a ofrecerse en otoño de 2004. Cuenta con 4 paquetes de programación para elegir, de acuerdo al nivel de servicio. Allendale ofrece sus servicios en el área oeste desde 1910, como servicio telefónico.[34]

Ring Gold Telephone Company es otra de las compañías que ofrece sus servicios de televisión digital desde finales de 2001.

MStar Metro ofrece servicio de televisión digital en el estado de Utah, incluso ofrece paquetes con programación en español.

4.3. Otros sistemas de televisión por ADSL que operan actualmente

La compañía canadiense MTS ofrece un servicio de televisión por conexión de banda ancha desde finales de 2003. Cuenta con aproximadamente el 21.7% de suscriptores posibles del mercado de servicio de televisión. Actualmente también ofrece sus servicios de televisión por banda ancha en un área de Estados Unidos, como paquetes Triple play. A continuación se muestra una comparativa del crecimiento en el número de suscriptores de este servicio durante el último año:[18]

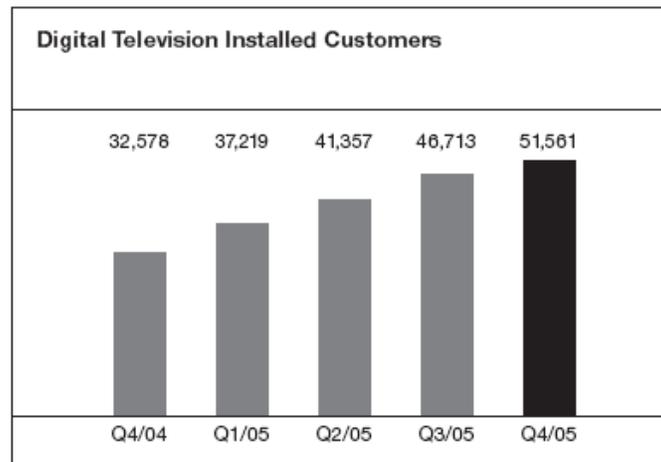


Fig. 4.7. Comparativa de número de suscriptores de MTS televisión (Canadá).

Otra de las compañías de telecomunicaciones que ofrece televisión por banda ancha en Canadá es Aliant. El servicio Aliant TV se comenzó a ofrecer por parte de Halifax durante el segundo cuarto de 2005. Este sistema ofrece alrededor de 200 canales de televisión y música, que incluyen la programación local. La compañía cuenta con alrededor de 1,650 centros de atención al cliente vía telefónica y 210 tiendas donde se ofrece la contratación del servicio.[17]

Aliant, al igual que la mayor parte de los otros proveedores de televisión de banda ancha, tiene a disposición del cliente paquetes de llamadas, e Internet.

Por el momento la cobertura que ofrece Aliant TV para el servicio de televisión de banda ancha está limitado todavía, Aliant ofrece desde hace ya varios años servicio de televisión por satélite.

Con fecha 25 de octubre de 2005 se constituyó Jazzplat, S.A. El capital social de dicha compañía asciende a 100.000 pesos argentinos (27.638 euros). Los accionistas de dicha sociedad son Jazz Telecom, S.A., que ostenta el 95% del capital social, y Adatel Telecomunicaciones S.A. con el 5% del capital social. El 14 de noviembre de 2005 se produjo un aporte irrevocable de capital por el cual Jazz Telecom aportó a Jazzplat, S.A. la cantidad de 475.000 euros. Dicho préstamo se convertirá en capital social como máximo a los 180 días siguientes a la firma de dicho acuerdo de aportación irrevocable de capital. Durante el año 2005 se ha creado Jazzplat, en Argentina, se espera que paulatinamente irá centrando las actividades de atención al cliente con unos costes operativos inferiores.[13]

Con el más avanzado servicio de televisión por cable y acceso a internet en toda Venezuela, Intercable fue fundada en 1996, en Barquisimeto y se desarrolló como uno de los más ambiciosos proyectos de telecomunicaciones del país, avalado con la más moderna tecnología. Actualmente cuenta con una Red de más 14 mil Km de fibra óptica y presencia en más de 70 ciudades del país y más de 1.200.000 hogares. Intercable es una empresa del grupo norteamericano Hicks, Muse Tate & Furst, líder en servicios de Banda Ancha y es propietario del grupo de empresas de televisión por cable más grande de Latinoamérica

Tabla 4.2. Datos operativos de telefónica en América Latina

Grupo Telefónica Latinoamérica. Datos Operativos

Datos no auditados (Miles)

	diciembre		% Var
	2005	2004	
Telesp	15.669,7	15.410,3	1,7
Accesos de telefonía fija ^a	12.340,3	12.454,8	(0,9)
Accesos de datos e internet	3.329,4	2.955,5	12,7
Banda estrecha	1.986,7	1.996,7	(0,5)
Banda ancha	1.206,8	826,4	46,0
Minorista ^b	1.206,7	826,3	46,0
Telefónica de Argentina	5.434,4	5.192,1	4,7
Accesos de telefonía fija ^a	4.532,2	4.325,4	4,8
Accesos de datos e internet	902,1	866,6	4,1
Banda estrecha	564,0	643,3	(12,3)
Banda ancha	303,5	190,2	59,6
Minorista ^b	241,5	143,7	68,1
Telefónica CTC Chile	2.912,7	2.886,2	0,9
Accesos de telefonía fija ^a	2.429,1	2.412,5	0,7
Accesos de datos e internet	483,6	473,7	2,1
Banda estrecha	130,5	239,4	(45,5)
Banda ancha	314,2	200,8	56,5
Minorista	289,6	176,1	64,4
Telefónica del Perú	3.213,0	2.826,2	13,7
Accesos de telefonía fija ^a	2.347,6	2.138,9	9,8
Accesos de datos e internet	403,2	298,2	35,2
Banda estrecha	52,5	83,0	(36,7)
Banda ancha ^c	340,4	205,4	65,7
Minorista	340,4	205,4	65,7
TV de pago	462,2	389,2	18,8
Grupo Telefónica en Latinoamérica	28.168,5	26.314,8	7,0
Accesos de telefonía fija ^a	21.649,1	21.331,6	1,5
Accesos de datos e internet	6.057,1	4.594,1	31,8
Banda estrecha ^d	3.185,1	2.962,4	7,5
Banda ancha ^e	2.652,3	1.422,8	86,4
Minorista ^b	2.078,2	1.351,6	53,8
TV de pago	462,2	389,2	18,8

^a RTB (incluyendo TUP) x1; Acceso Básico RDSI x1; Acceso Primario RDSI Accesos Digitales 2/6 x30. Incluye autoconsumo.^b Incluye ISP de TASA que presta servicios en la zona norte del país.^c Incluye cable módem en TdP.^d Incluye los ISP de banda estrecha de Terra Brasil y Terra Colombia desde el tercer trimestre de 2005.^e Incluye los ISP de banda ancha de Terra Brasil, Terra México y Terra Guatemala desde el tercer trimestre de 2005.

En Australia, la compañía TransACT ofrece el servicio de televisión a través de una conexión de banda ancha, cuenta con cerca de 90,000 suscriptores dentro de 50 suburbios de Australia, a los que da servicio a través de su filial Grapevine, operadora de telefonía y acceso a Internet. Ubicada en Canberra, ofrece servicios de televisión sobre demanda de igual forma aspa como la programación de 30 canales internacionales.[16]

El caso de Corea del Sur así como Japón son de los países asiáticos con mayor aceptación de tecnologías, y el servicio de banda ancha no es la excepción. Japón tiene cerca de 25 millones de suscriptores, y por su parte Corea del Sur tiene 15 millones de usuarios. Hong Kong tiene 600,000 usuarios.

En China, hay pocas empresas a las que se le ha dado concesión para ofrecer servicios de televisión por banda ancha es el SMC, Shanghai Media Group, que opera también Shanda, para proveer son servicios de juegos en línea. Sin embargo también se han tenido

problemas entre las compañías de cable y de telefonía. Se espera que se implemente el sistema un poco antes de las olimpiadas de Beijing en 2008. Durante Noviembre de 2006 comienza a operar pruebas en el sistema INTERFAX-China de televisión digital, de China Netcom.

5. PROBABLE IMPLEMENTACIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL POR ADSL EN MÉXICO

5.1 Operadores que podrían ofrecer el servicio de televisión por ADSL en México

Hasta hace poco menos de un mes los operadores de telefonía local en México, así como los operadores de televisión por cable, únicamente estaban concesionados para ofrecer servicios dentro de su rubro de operación: voz y datos los concesionarios de telefonía, y por y televisión los operadores de televisión por cable. Es importante mencionar que con la convergencia que la transmisión de televisión por ADSL implica, los operadores de telefonía local podrían habilitar sus centrales para ofrecer un servicio de televisión a través del loop de la central a la residencia del suscriptor del servicio.

Actualmente a nivel nacional, de acuerdo con las estadísticas del Instituto Nacional de Estadística INEGI, en México hay alrededor de 15 millones de líneas telefónicas de uso residencial (15 034 372), y cerca de 5 millones de líneas no residenciales (4 947 220). El promedio de número de líneas telefónicas a nivel nacional por cada 100 habitantes es de 19.1 líneas. Como es de esperarse, hay estados de la República Mexicana con una densidad de líneas telefónicas por encima del promedio, el caso del Distrito Federal con un promedio de 42.5 líneas por cada 100 habitantes, que casi se aproxima al 50% de la población del Distrito Federal. Sin embargo hay estados con una densidad muy baja como es el caso de Chiapas, con tan sólo 5 líneas por cada 100 habitantes (Cifras hasta Junio de 2006). Es importante recordar que de este promedio tendríamos que descartar el número de líneas telefónicas de servicio público, ya que éstas no representan un mercado para servicios de banda ancha.[35]

En México hay varios operadores de telefonía local con cobertura en diversas ciudades que podrían ofrecer el servicio de triple play una vez que habiliten sus redes y centrales para que se pueda ofrecer el servicio, de donde Teléfonos de México la compañía con la red más extensa y en consecuencia con presencia mayoritaria. A continuación se presenta una tabla con los concesionarios, hasta este momento de telefonía local y servicio de datos en la República Mexicana.[36]

Tabla 5.1. Concesionarios de telefonía local y datos.

NOMBRE	COBERTURA	FECHA TÍTULO	VIGENCIA
Teléfonos de México.	Nacional, excepto en el estado de Baja California y los municipios de San Luis Río Colorado y Sonorita, en Sonora.	10-Ago-90	50 años contados a partir del 10-mar-76
Teléfonos del Noroeste.	Baja California y los municipios de San Luis Río Colorado y Sonorita, en Sonora.	07-Dic-90	46 años contados a partir del 26-may-80
Maxcom Telecomunicaciones	Nacional	20-Dic-96	30 años
Megacable Comunicaciones de México.	México, D.F. Guadalajara y Monterrey.	05-Jul-97	30 años
Red de Servicios de Telecomunicaciones.	Monterrey. N. L. y municipios conurbados.	05-Jul-97	30 años
Unión Telefónica Nacional.	113 ciudades y poblaciones en 13 estados de la República Mexicana.	31-Dic-97	30 años
Avantel.	Nacional	12-Abr-99	30 años
México Red de Telecomunicaciones.	Distrito Federal y zona conurbada	07-May-99	30 años
Alestra.	Cobertura Nacional	30-May-00	30 años a partir del 6-dic-95
Bestcable.	México, D.F. y zona conurbada	01-Nov-00	30 años
Bestphone.	42 localidades en la República Mexicana	17-Nov-00	30 años
VPN de México.	México, D.F. y Área Metropolitana; Boca del Río, Ver.; Ciudad Madero, Tamps.; Reynosa, Tamps.; Monterrey, N.L.; Coatzacoalcos, Ver. y Villahermosa, Tab.	17-Nov-00	30 años
Internet por Fibra.	México, D.F. y Monterrey, N.L.	24-Nov-00	30 años
Protel I-Next.	Monterrey, N.L., México, D.F., Guadalajara, Jal., Tijuana, B.C., Cd. Juárez, Chih., Querétaro, Qro., Morelia, Mich. y Aguascalientes, Ags.	30-Jul-02	15 años
Startel.	Tijuana, B.C. y Mexicali, B.C.	13-Ene-03	15 años
Conexion XXI.	Monterrey, N.L., México D.F., Guadalajara, Jal., León, Gto. y Querétaro, Qro.	6-Nov-03	15 años
Corporación de Telecomunicaciones Regionales.	Chihuahua, Sonora y Sinaloa	01-Sep-04	15 años
IP Matrix	Cd. Juárez, Chihuahua	25-Nov-04	15 años

Hasta el momento en México hay 401 compañías concesionadas para la oferta de televisión y audio restringido, las áreas que cubren la compañías operadoras de televisión por cable es limitada, sólo en áreas urbanas y es preciso que exista un cableado previo en la zona para poder contratar el servicio de cable.

A nivel Nacional actualmente se observa un crecimiento en el número de suscriptores de Internet por banda ancha. A continuación se muestra una tabla con el número de suscriptores de conexión a internet, así como su crecimiento en México en los últimos años.[35]

Tabla 5.2. Cuentas de acceso a Internet por tipo de tecnología

Tipo Cuenta/Año	2000	2001	2002	2003	2004 p/	2005
Dial Up	1,023,024	1,772,568	1,864,929	2,015,996	2,134,042	2,057,917
XDSL	0	5,300	78,120	213,494	695,912	1,193,324
Cable Coaxial	8,622	64,479	124,052	180,752	326,774	658,105
Otras */	103,341	41,291	29,314	34,125	34,596	24,827
Total	1,134,987	1,883,638	2,096,415	2,444,367	3,191,324	3,934,173

Fuente: Dirección de Información Estadística de Mercados, **COFETEL**, con información de las empresas.

*/ Incluye las cuentas por tecnología ISDN, enlaces dedicados y otros.

p/ Cifras preliminares a partir de la fecha que se indica.

Durante abril de 2005, la empresa de telefonía Maxcom firmó un acuerdo de alianza con la operadora de televisión por cable SIT, para convertirse en los primeros en ofrecer servicios de telefonía, Internet y televisión a través de la misma red en la ciudad de Querétaro. La facturación se hace a un mismo recibo telefónico a través de Maxcom. Con este nuevo servicio las compañías esperan incrementar su número de clientes. Su servicio básico incluye 110 llamadas locales, Internet ilimitado y 80 canales de televisión por una renta mensual de 500 pesos. Y su paquete más completo con llamadas y acceso a Internet ilimitados así como programación Premium tiene un costo de 1,500 pesos al mes. Esto a través del acuerdo de la Secretaría de comunicaciones que permite a los operadores de cable a asociarse con redes telefónicas para ofrecer sus servicios. Maxcom también planes ofrecer este servicio en la ciudad de Toluca próximamente, mediante una alianza también, y posteriormente en más ciudades.

Otra empresa que ha tomado la misma línea de crecimiento, es Axtel que se asoció con la operadora de cable Cablemas, que opera en 45 ciudades de la República. A pesar de que el acuerdo de sociedad se firmó en mayo de 2005, fue hasta septiembre que el servicio comenzó a funcionar. Inicialmente se ofrece únicamente en la ciudad de Tijuana, y desde la campaña de preventa ya se registraban un gran interés de la población por adquirir el servicio, según afirma la compañía.

Axtel es una empresa que ofrece servicios a través de redes WIFI, por lo que no es posible hablar de ADSL, sin embargo si podemos hablar de compresión de video y enrutamiento de Streams de video, por los cuales se puede hacer llegar video a sus clientes. En el futuro planes continuar con alianzas para ofrecer más servicios en las ciudades donde tiene presencia.[38]

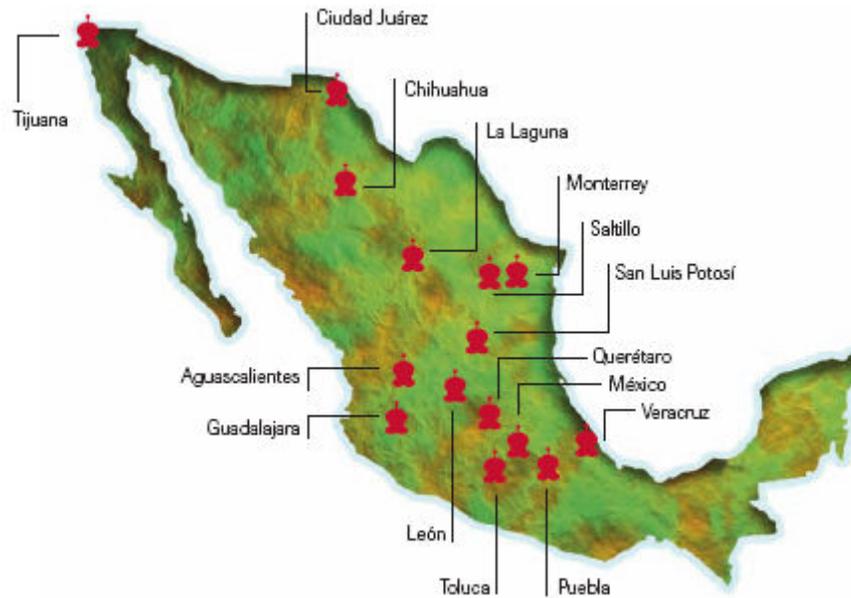


Fig. 5.3. Áreas de cobertura de Axtel

Así mismo la empresa Megacable, una de las dos mayores operadoras de televisión por cable del país, lanzó su servicio de telefonía en Guadalajara bajo el nombre de Megafón, el cual fue resultado de la alianza firmada entre esta cablera y la telefónica de la misma región, Bestel. Con esto, la ciudad se suma a las ciudades de Tijuana, Toluca y Querétaro, las cuales ya cuentan con servicio triple-play

Hasta el momento las áreas que cubren la compañías operadoras de televisión por cable es limitada, sólo en áreas urbanas, y la recepción satelital tiene el inconveniente de depender de las condiciones climáticas; además de que este sistema no permite la comunicación en ambos sentidos; es por ello que la televisión por ADSL, incluyendo la opción de video sobre demanda, es potencialmente un amplio mercado.

En ciudades tan grandes, ante el nuevo ritmo de vida en que hace falta tiempo, la posibilidad del video sobre demanda de tener la programación que se quiere ver, en el momento que el cliente lo decide, con las pausas que el televidente establezca; vislumbra el éxito de esta nueva tecnología. Si además se considera que la instalación para hacer llegar la señal está prácticamente lista y que por el mismo par de cobre es posible tener dos servicios más: Internet de banda ancha y servicio telefónico, el costo por los tres servicios será más bajo que la contratación de ellos por separado. E incluso, como se propone últimamente en algunos países de Europa, también se puede incluir un cuarto servicio dentro del mismo paquete: telefonía móvil.

La disminución del costo, al ofrecer los tres servicios en paquetes, se justifica porque el costo de operación para las compañías que ofrecen el servicio es más bajo comparado con el caso en que se tuvieran diferentes áreas que atendieran los servicios por separado.

A nivel mundial el sistema de televisión por ADSL funciona bien a pesar de llevar muy poco tiempo en el mercado, casi tres años, con un crecimiento notable en número de suscriptores. En países como España y Francia el sistema de televisión por ADSL, en su modalidad de triple play o doble play, así como la competencia de varias compañías de telecomunicaciones que ofrecen este servicio, a guiado al mercado a reducir progresivamente el costo para el usuario, ofreciendo cada más y mejores servicios; lo que repercute como una gran aceptación de esta nueva tecnología.

Por las condiciones específicas de México y considerando que Teléfonos de México es aún un proveedor predominante en el servicio de telefonía, el servicio de televisión a través del loop telefónico no tendrá un crecimiento tan acelerado como lo ha tenido en Europa, más considerando que las tarifa actual de renta de una conexión de banda ancha de 2Mbps todavía tiene un precio restrictivo para la mayor parte de la población. Sin embargo este servicio ya comienza a ofrecerse mediante otros medios, como el caso de Axtel, a través de redes inalámbricas Wi-Fi y Wi-Max.

5.2. Análisis del marco legal en México

5.2.1. Antecedentes del acuerdo de convergencia en México.

El Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 prevé como uno de sus principales objetivos el referido en el Capítulo denominado Área de Crecimiento con Calidad, el cual plantea dentro del numeral 6.3 objetivos rectores y estrategias y en particular dentro de las estrategias, la necesidad de asegurar la modernización y expansión de la infraestructura, así como la calidad en la prestación de los servicios de comunicaciones y transportes;

El Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2001-2006, establece entre otros objetivos y líneas estratégicas, los siguientes:

- Propiciar un entorno competitivo y equitativo, a fin de ofrecer menores precios a la demanda telefónica.
- Facilitar, en virtud de la convergencia tecnológica, que las redes públicas puedan prestar nuevos servicios en condiciones de igualdad competitiva.
- Incrementar la diversidad de los servicios e introducir alta tecnología, aprovechando la convergencia de las telecomunicaciones con la informática.
- Fortalecer la función rectora, normativa y promotora del Estado, adecuando el marco jurídico para incorporar las nuevas tecnologías, la convergencia de servicios, consolidar una sana competencia e impulsar el desarrollo tecnológico.

Conforme a lo dispuesto en la fracción VIII del acuerdo QUINTO del Acuerdo por el que se establecen los lineamientos para la presentación de los programas de mejora regulatoria 2005-2006 de mejora de las dependencias y organismos descentralizados de la Administración Pública Federal, publicado en el DOF el 11 de agosto de 2005, la Secretaría continuará aplicando la estrategia de convergencia de servicios, para lo cual promoverá disposiciones administrativas a fin de fomentar que todas las redes públicas de

telecomunicaciones del país, puedan ofrecer los servicios de voz, video y datos durante la Administración.

La Comisión Federal de Competencia (COFECO), mediante oficio número PRES-10-096-2005-117 de fecha 31 de octubre de 2005, emitió opinión sobre los efectos en el proceso de competencia y libre concurrencia de la convergencia de las redes públicas de telecomunicaciones en los servicios de voz, datos y video, particularmente en la prestación de servicios de telefonía fija y televisión restringida; así mismo, con oficios números PRES-10-096-2006-101 de 7 de julio de 2006 y PRES-10-096-2006-130 de 31 de agosto de 2006, emitió opinión respecto al Anteproyecto del Acuerdo [37]

De acuerdo con los artículos 25 y 27 de la Constitución, corresponde al estado regular el desarrollo de México, así como la regulación sobre el espacio situado en el territorio nacional, en la extensión y que fije el derecho internacional. Y considerando el artículo 28 de la Carta Magna, el Estado puede concesionar la prestación de servicios públicos o la explotación, así como el uso y aprovechamiento de bienes de dominio de la Federación, cuando se trate de propósitos de interés general.

El artículo 7 de la Ley Federal de Telecomunicaciones (la Ley), establece que se tiene como objetivos promover un desarrollo eficiente de las telecomunicaciones; ejercer la rectoría del Estado en el área de telecomunicaciones para garantizar la soberanía nacional; fomentar una sana competencia entre los diferentes prestadores de servicios de telecomunicaciones, a fin de que éstos se presten con mejores precios, diversidad y calidad en beneficio de los usuarios además de promover una adecuada cobertura social. Tomando en cuenta la Ley Federal de Telecomunicaciones, en su artículo 7, es la Secretaría de Comunicaciones la encargada de planear, formular y dirigir las leyes y programas, y regular el desarrollo de las telecomunicaciones en México, con base en el Plan Nacional de Desarrollo.

Otra razón importante es permitir al usuario el acceso a más y mejores servicios de tecnología. Las tecnologías alámbricas e inalámbricas de banda ancha serán un importante detonante de la convergencia de servicios que proporcionan las redes de telecomunicaciones y permitirán incentivar el desarrollo económico del país.

Ante este respecto la secretaría de Comunicaciones afirma que tiene una postura neutra ante las nuevas tecnologías y ante la convergencia de redes y servicios, emitiendo algunas disposiciones, como el Acuerdo de convergencia de servicios fijos de telefonía local y televisión y/o audio restringido que se proporcionan a través de redes públicas alámbricas e inalámbricas que impulsarán la convergencia en los servicios a través de redes públicas.

5.2.2. Lineamientos que establece el Acuerdo de Convergencia en México

El acuerdo de Convergencia contempla diversos puntos como son promover la convergencia a través de redes alámbricas e inalámbricas, así como redes vía satelital, cuyos objetivos incluyen:

- Facilitar la convergencia de redes y servicios de telecomunicaciones, así como la sana competencia entre concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones que

proporcionan el servicio de televisión y/o audio restringidos y concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones que proporcionan el servicio fijo de telefonía local, mediante la interconexión e interoperabilidad eficiente de sus redes, sobre bases de tarifas no discriminatorias, la implementación de la portabilidad de números.

- Autorizar mediante a los concesionarios de televisión y/o audio restringidos prestar el servicio fijo de telefonía local, así como a los concesionarios de telefonía local prestar el servicio de televisión y/o audio restringidos.
- Establecer plazos para el desarrollo de redes públicas bidireccionales de telecomunicaciones del servicio de televisión y/o audio restringidos en áreas donde no existe esta infraestructura, siempre y cuando dicho periodo sienta las bases para el desarrollo de la competencia y la convergencia. En este sentido, se determina un plazo para la implementación de redes bidireccionales distintas de las redes del servicio fijo de telefonía local, con capacidad para ofrecer los servicios fijos de telefonía local y de televisión y/o audio restringidos, promoviendo de esta manera el proceso de competencia y libre concurrencia en la provisión de estos servicios.

Para alcanzar los objetivos antes mencionados, se autoriza a los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones que prestan servicios fijos, a proporcionar servicios adicionales de telefonía local o de televisión y/o audio restringidos, según corresponda, de acuerdo con las disposiciones:

- Se adiciona, a los títulos de concesión para instalar, operar y explotar redes públicas de telecomunicaciones que prestan el servicio de televisión y/o audio restringidos, a través de redes cableadas, el Anexo I que comprende el servicio fijo de telefonía local.
- Se adiciona también, a los títulos de concesión para instalar, operar y explotar redes públicas de telecomunicaciones que prestan el servicio fijo de telefonía local, alámbrica o inalámbrica, el Anexo II que comprende el servicio de televisión y/o audio restringidos. En el caso de los concesionarios de telefonía local cuyos títulos de concesión establezcan que no pueden explotar, directa o indirectamente, ninguna concesión de servicios de televisión al público en el país o que tengan restricciones para prestar el servicio adicional de televisión y/o audio restringidos, la adición de referencia se realizará en términos del Transitorio Segundo del acuerdo de convergencia.[37]
- Los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones que prestan servicios fijos podrán determinar libremente, en la banda o bandas de frecuencias que les hayan sido concesionadas con anterioridad, la cantidad de ancho de banda de espectro radioeléctrico que destinarán para la prestación del servicio adicional de telefonía local o de televisión y/o audio restringidos, siempre y cuando no se afecten la calidad y diversidad de los servicios de telecomunicaciones previamente autorizados por la Secretaría en sus títulos de concesión, que sean modificados en términos del Acuerdo, ni se causen interferencias a dichos servicios.

- Las demás condiciones de los respectivos títulos de concesión y sus anexos quedan vigentes en todos sus términos, con excepción de lo señalado por los Transitorios Segundo y Tercero del Acuerdo.
- Los concesionarios, en términos del artículo 44 de la Ley, deberán aplicar criterios o normas de contabilidad separada, que prevengan efectivamente subsidios cruzados entre la prestación del servicio fijo de telefonía local y del servicio de televisión y/o audio restringidos, de conformidad con la metodología de separación contable por servicio que les resulte aplicable de las dos publicadas en el DOF el 1 de diciembre de 1998, o aquellas que las sustituyan. En caso de que el concesionario comercialice, instale y mantenga directamente equipo terminal para los usuarios deberá llevar contabilidad separada para tales servicios.
- Para que un mismo agente económico participe de manera simultánea, mediante dos o más concesiones, en la propiedad, operación o explotación de redes públicas de telecomunicaciones establecidas para la prestación del servicio de telefonía local y para la prestación del servicio de televisión y/o audio restringidos o de cualquier otra red pública de telecomunicaciones que preste servicios fijos dentro de la misma localidad o Área de servicio local, deberá obtener previamente la opinión favorable de la COFECO o, en su caso, la autorización de esa Comisión en términos de la legislación aplicable en materia de competencia y libre concurrencia.
- Los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones que prestan servicios fijos y que se adhieran al Acuerdo, deberán permitir a sus usuarios que tengan contratado el servicio de acceso de banda ancha, la utilización de éste, sin degradación ni trato discriminatorio, para acceder a servicios dentro del marco legal aplicable.

Los concesionarios que deseen iniciar la prestación de cualquiera de los servicios antes mencionados deberán haber cumplido las obligaciones establecidas en las condiciones de su título de concesión para instalar, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones, y satisfacer de manera general los siguientes requisitos:

a) Presentar debidamente requisitado el Formato de Solicitud para Prestación de Servicios de Telecomunicaciones Adicionales (Formato de Solicitud) que se agrega como Anexo III, en el que manifiesten su obligación de cumplir los requisitos y condiciones establecidos en este Acuerdo, que les resulten aplicables, el cual se deberá acompañar con los correspondientes comprobantes de pago de derechos, de conformidad con lo dispuesto en la Ley Federal de Derechos.

b) En caso de que el concesionario requiera utilizar las bandas de frecuencias que tenga concesionadas con anterioridad, para la prestación del servicio adicional a los comprendidos en los títulos de concesión correspondientes, deberá comunicar a la Secretaría la cantidad de Megahertz cuyo uso destinará para la prestación del servicio de que se trate, para efecto de que se fije la contraprestación correspondiente.

La contraprestación al Gobierno Federal será fijada, a propuesta de la COFETEL, por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), en su calidad de autoridad competente en la materia, en términos de lo preceptuado en las disposiciones jurídicas aplicables. Los lineamientos y criterios relativos a la contraprestación que en su oportunidad apruebe la SHCP, podrán ser consultados en la página de Internet de la Dirección General de Política de Telecomunicaciones: <http://dgpt.sct.gob.mx>, una vez publicados por dicha Dirección General en términos del cuarto artículo transitorio del acuerdo. La Secretaría notificará por escrito al concesionario el monto y condiciones para el pago de la contraprestación. El trámite para la fijación de la mencionada contraprestación se realizará en los plazos que establece la LFPA.

La Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL), establecerá en un plazo que no exceda de 15 (quince) días naturales contados a partir de la entrada en vigor del Acuerdo, un Comité Consultivo coordinado por la misma e integrado por concesionarios y expertos en la materia, que contribuya con la COFETEL en el diseño de la resolución relativa a la portabilidad de números a que se alude en el acuerdo Sexto y del Convenio Marco de Interconexión referido en el acuerdo Quinto, así como para que contribuya con la COFETEL para que ésta resuelva la implementación de la portabilidad, interconexión e interoperabilidad mencionadas en el Acuerdo.

La COFETEL, con base en lo dispuesto en los artículos 9-A, fracciones I y X de la Ley y 37 Bis, fracción XIII del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (el Reglamento Interior), y a fin de promover la interconexión de las redes públicas de telecomunicaciones, en un plazo máximo de 75 (setenta y cinco) días naturales contados a partir de la entrada en vigor del Acuerdo, observando lo señalado en el acuerdo Cuarto que antecede con respecto al Comité Consultivo, deberá emitir y publicar en el DOF un Convenio Marco en el que se establezcan las condiciones para la interconexión de las redes de los concesionarios de telefonía local con las redes de los concesionarios de televisión y/o audio restringidos (Convenio Marco de Interconexión), el cual deberá garantizar que la interconexión de estas redes se lleve a cabo, con el mismo trato que los concesionarios de telefonía local se den entre sí, independientemente de la tecnología utilizada en sus redes públicas de telecomunicaciones para proporcionar el servicio fijo de telefonía local, incluyendo entre otros aspectos el establecimiento de convenios compensatorios (también conocidos como el que factura retiene o bill and keep); dicho Convenio Marco de Interconexión pasará a formar parte integrante del Acuerdo.[37]

La COFETEL, conforme a las atribuciones que establecen los artículos 9-A, fracción I de la Ley y 37 Bis, fracción I del Reglamento Interior, en un plazo máximo de 75 (setenta y cinco) días naturales contados a partir de la entrada en vigor del Acuerdo, observando lo señalado en el acuerdo Cuarto que antecede con respecto al Comité Consultivo, deberá emitir y publicar en el DOF la resolución relativa a la portabilidad de números que asegure su implementación efectiva, entendida ésta como el cumplimiento de la obligación legal de los concesionarios de telefonía local de proporcionar dicha portabilidad, asegurando las condiciones técnicas y operativas para ofrecerla regularmente a los usuarios que la soliciten.

Dicha resolución pasará a formar parte integrante del Acuerdo como Anexo, debiendo considerar los siguientes aspectos:

- Que se instrumente conforme a las Áreas de servicio local en que se divide el país;
- Que sea obligatoria para todos los concesionarios que presten el servicio de telefonía local en cada Área de servicio local;
- Que se garantice la continuidad de los servicios y capacidades funcionales de las redes actuales, incluyendo los servicios de emergencia y asistencia de operadora;
- Que se haga un uso eficiente de los recursos de numeración;
- Que se promueva que los concesionarios dependan lo menos posible de instalaciones de red o servicios suministrados por otros operadores;
- Que se impida la degradación de la calidad de los servicios o confiabilidad de las redes;
- Que se permita la portabilidad, independientemente de la cantidad, de números geográficos y no geográficos, y
- Que se permita que los usuarios finales soliciten en cualquier momento la portación de sus números al concesionario receptor, el cuál contactará al concesionario donante, iniciando el proceso de portación de manera inmediata.

En aquellas localidades donde no existan redes bidireccionales de televisión y/o audio restringidos, es decir, las no incluidas en el Anexo IV del instrumento, los concesionarios de telefonía local tendrán un periodo de espera de dos años para que se les permita proporcionar el servicio de televisión y/o audio restringidos; dicho plazo se computará a partir de la entrada en vigor del Acuerdo.

Transcurrido el plazo de dos años para la implementación de la bidireccionalidad, los concesionarios de telefonía local podrán iniciar la prestación del servicio de televisión y/o audio restringidos, previo cumplimiento de los requisitos específicos precisados en el Acuerdo.

Para que el plazo de espera de dos años sea procedente, los concesionarios de televisión y/o audio restringidos, con interés en prestar el servicio fijo de telefonía local que no cuenten con una red bidireccional, deberán presentar sus planes de inversión y la solución técnica a la COFETEL dentro de los 180 días naturales contados a partir de la entrada en vigor del Acuerdo, debiendo obtener opinión favorable de dicha Comisión, respecto de la procedencia jurídica y factibilidad de la mencionada solución técnica. Para tales efectos, la COFETEL, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 9-A, fracción IV de la Ley, deberá notificar a los concesionarios dentro de los 30 (treinta) días naturales siguientes a la presentación de dicha información, la opinión que corresponda. En caso de que la COFETEL no notifique a los concesionarios, dentro del plazo antes señalado, la respuesta sobre la opinión favorable solicitada, ésta se tendrá por otorgada.

En caso de que la opinión por parte de la COFETEL no sea favorable con respecto al o los concesionarios de televisión y/o audio restringidos en la localidad de que se trate, dentro de los plazos especificados con anterioridad, los concesionarios de telefonía local, previo cumplimiento de los demás requisitos aplicables de este Acuerdo, podrán iniciar la prestación del servicio de televisión y/o audio restringidos.

Los concesionarios de televisión y/o audio restringidos, podrán iniciar la prestación del servicio adicional de telefonía local fija, una vez que hayan manifestado por escrito a la Secretaría, bajo protesta de decir verdad, su adhesión al Acuerdo, incluyendo el Convenio Marco de Interconexión y la resolución relativa a la portabilidad de números que para tal efecto emita y publique en el DOF la COFETEL y hayan adicionado en dicha manifestación escrita su compromiso de hacer las adecuaciones necesarias en su red para permitir la implementación efectiva de esta funcionalidad conforme a los términos y condiciones que se establezcan en la mencionada resolución, así como presentar a la Secretaría el Formato de Solicitud acompañado de los correspondientes comprobantes de pago de derechos a que hace referencia el acuerdo Tercero inciso a) del instrumento. De igual forma, deberán expresar por escrito su aceptación a cubrir la contraprestación en el monto y condiciones, que en su caso, se determine por la prestación del servicio adicional de telefonía local fija, de conformidad a lo señalado en el acuerdo Décimo Primero de este instrumento.

En caso de que los concesionarios requieran utilizar bandas de frecuencias que tengan concesionadas con anterioridad, para la prestación del servicio adicional, deberán expresar por escrito su aceptación a cubrir la contraprestación en el monto y condiciones que les hubiere notificado la Secretaría, de conformidad con el acuerdo Tercero inciso b) del instrumento.[37]

Los concesionarios de telefonía local que no tienen restricciones para prestar el servicio adicional de televisión y/o audio restringidos, podrán iniciar la prestación de dicho servicio en todas las localidades que cuenten con redes de televisión y/o audio restringidos con bidireccionalidad especificadas en el Anexo IV del Acuerdo, una vez que hayan manifestado por escrito a la Secretaría, bajo protesta de decir verdad, su adhesión al Acuerdo, incluyendo el Convenio Marco de Interconexión y la resolución relativa a la portabilidad de números que para tal efecto emita y publique en el DOF la COFETEL y hayan adicionado en dicha manifestación escrita su compromiso de hacer las adecuaciones necesarias en su red para permitir la implementación efectiva de esta funcionalidad, conforme a los términos y condiciones que se establezcan en la mencionada resolución, así como presentar a la Secretaría el Formato de Solicitud acompañado de los correspondientes comprobantes de pago de derechos a que hace referencia el acuerdo Tercero inciso a) del instrumento. De igual forma, deberán expresar por escrito su aceptación a cubrir la contraprestación en el monto y condiciones, que en su caso, se determine por la prestación del servicio adicional de televisión y/o audio restringidos, de conformidad a lo señalado en el acuerdo Décimo Primero del Acuerdo de convergencia.

En caso de que los concesionarios requieran utilizar bandas de frecuencias que tengan concesionadas con anterioridad, para la prestación del servicio adicional, deberán expresar por escrito su aceptación a cubrir la contraprestación en el monto y condiciones que les

hubiere notificado la Secretaría, de conformidad con el acuerdo Tercero inciso b) del acuerdo.

En aquellas localidades donde no existan redes bidireccionales de televisión y/o audio restringidos, se respetará el periodo de espera de dos años, conforme a las condiciones establecidas en el artículo séptimo del acuerdo.

Los concesionarios con restricciones, deberán estarse a lo dispuesto en el acuerdo Décimo y Transitorio Segundo del acuerdo.

Los concesionarios con restricciones, que estén interesados en la modificación de sus títulos de concesión para iniciar la prestación del servicio adicional de televisión y/o audio restringidos en la localidad o localidades de que se trate, deberán obtener de la COFETEL, con base en lo dispuesto en los artículos 9-A, fracciones IV, X y XIII de la Ley y 37 Bis, fracciones XIII y XVII del Reglamento Interior, opinión favorable de cumplimiento de los siguientes requisitos:[37]

a) Haber suscrito el convenio de interconexión y que la interconexión ha sido implementada para permitir la interoperabilidad eficiente de las redes respectivas, con los concesionarios de televisión y/o audio restringidos cuyas redes cuenten con bidireccionalidad, en la localidad o localidades de que se trate y que a más tardar a los 15 (quince) días naturales posteriores a la publicación en el DOF tanto del Convenio Marco de Interconexión como de la resolución relativa a la portabilidad de números emitidos por la COFETEL, se hayan adherido a estos documentos y al Acuerdo. Dicho convenio de interconexión debió haberse suscrito dentro de los 60 (sesenta) días naturales siguientes al vencimiento del plazo antes mencionado.

b) Informar de aquellos casos en que no se suscriban algún o algunos convenios de interconexión dentro del plazo de 60 (sesenta) días naturales referido en el inciso que antecede, por causas no imputables a los concesionarios con restricciones, para que la COFETEL, lo tome en consideración al momento de emitir la opinión favorable de cumplimiento.

c) Informar, anexando el soporte técnico avalado por un perito en telecomunicaciones, de aquellos casos en que habiendo suscrito el convenio de interconexión a que se refiere el inciso a) que antecede, la interconexión no ha sido implementada para permitir la interoperabilidad eficiente de las redes respectivas dentro de los 60 (sesenta) días naturales siguientes a la suscripción del mismo por causas no imputables a los concesionarios con restricciones, para que la COFETEL, lo tome en consideración al momento de emitir la opinión favorable de cumplimiento.

d) Haber implementado de forma efectiva la portabilidad de números en su red para el servicio fijo de telefonía local, conforme a los términos y condiciones de la resolución que para tal efecto emita la COFETEL referida en el acuerdo Sexto del acuerdo de convergencia, en la localidad o localidades en donde los concesionarios de televisión y/o audio restringidos, cuyas redes cuenten con bidireccionalidad y que a más tardar a los 15 (quince) días naturales posteriores a la publicación en el DOF tanto del Convenio Marco de Interconexión como de la resolución relativa a la portabilidad de números emitidos por la

COFETEL, se hayan adherido a estos documentos y al Acuerdo. En caso de que la portabilidad de números no se realice por causas no imputables a los concesionarios con restricciones, estos deberán informar tal situación a la COFETEL, para que la tome en consideración al momento de emitir la opinión favorable de cumplimiento.

La opinión favorable de cumplimiento se emitirá sin perjuicio de que los concesionarios con restricciones, implementen la portabilidad de números en todas las Areas de servicio local en donde prestan el servicio de telefonía local, conforme a los términos y condiciones que se establezcan en la resolución que para tal efecto emita la COFETEL.

Haber cubierto el pago, beneficio económico o contraprestación a favor del Gobierno Federal, que en su caso, se autorice conforme a los párrafos tercero y cuarto del acuerdo Décimo Primero del acuerdo de convergencia.

Una vez que la COFETEL reciba de los concesionarios con restricciones, la documentación que acredite el cumplimiento de los requisitos señalados en este acuerdo Décimo, deberá resolver lo procedente dentro de un plazo de 60 (sesenta) días naturales contados a partir de la fecha de presentación de la citada documentación a la COFETEL. En caso de que ésta resuelva que no procede otorgar la opinión favorable de cumplimiento, deberá notificar a los concesionarios de aquellos requisitos que no se hubieran cumplido, concediéndoles un plazo adicional de 15 (quince) días naturales contados a partir de la notificación a los concesionarios, para que cumplan con dichos requisitos, debiendo la COFETEL resolver lo procedente dentro de un plazo de 15 (quince) días naturales contados a partir de la recepción de la información complementaria; en el supuesto de que en dicho plazo los concesionarios no cumplan con los requisitos, deberán iniciar un nuevo procedimiento de obtención de opinión favorable de cumplimiento ante la COFETEL.

En caso de que la COFETEL no notifique a los concesionarios con restricciones, la respuesta sobre la opinión favorable de cumplimiento solicitada, dentro de los plazos antes señalados, ésta se tendrá por otorgada.

En aquellas localidades donde no existan redes bidireccionales de televisión y/o audio restringidos, se respetará el periodo de espera de dos años, conforme a las condiciones establecidas en el acuerdo Séptimo del acuerdo de convergencia.

En caso de que los concesionarios cuyos títulos de concesión queden modificados conforme al Transitorio Segundo del Acuerdo, requieran utilizar bandas de frecuencias que tengan concesionadas con anterioridad, para la prestación del servicio adicional, deberán expresar por escrito su aceptación a cubrir la contraprestación en el monto y condiciones que les hubiere notificado la Secretaría, de conformidad con el acuerdo Tercero inciso b) del acuerdo de convergencia.

La COFETEL, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 9-A, fracción IV de la Ley, dentro de los 90 (noventa) días naturales contados a partir de la entrada en vigor del Acuerdo, deberá evaluar y emitir opinión a la Secretaría respecto de la procedencia de establecer una contraprestación a los concesionarios que soliciten la autorización de la Secretaría para prestar los servicios adicionales precisados en los acuerdos Octavo, Noveno y Décimo del acuerdo de convergencia. En el supuesto de considerar procedente el

establecimiento de la contraprestación en mención, la COFETEL, en ejercicio de sus atribuciones contenidas en el artículo 37 Bis, fracciones V y XXIII del Reglamento Interior, propondrá a la SHCP la contraprestación correspondiente, a fin de que ésta fije el monto de la misma, en términos de lo preceptuado en las disposiciones jurídicas aplicables; dicho procedimiento deberá ajustarse a los plazos establecidos en ley.

Con respecto a los concesionarios con restricciones, en caso de que la COFETEL considere procedente el establecimiento de la contraprestación por la prestación del servicio adicional de televisión y/o audio restringidos y fijado el monto de la misma por parte de la SHCP, la COFETEL, previo a la emisión de la opinión favorable de cumplimiento, deberá notificar a la Secretaría el monto de dicha contraprestación, para que sea establecida en la modificación de los títulos de concesión correspondientes.

Por otra parte, con relación a los concesionarios con restricciones, incluyendo a Teléfonos de México, S.A. de C.V., dentro de los 75 (setenta y cinco) días naturales siguientes a la entrada en vigor del Acuerdo, la COFETEL, en ejercicio de sus atribuciones contenidas en el artículo 37 Bis, fracciones V y XXIII del Reglamento Interior, realizará y presentará a la Comisión Intersecretarial de Desincorporación (CID), los dictámenes legales y económico-financieros, a fin de fundar y motivar la procedencia, en su caso, de que el Gobierno Federal reciba un pago, beneficio económico o contraprestación por suprimir las prohibiciones que tengan los concesionarios con restricciones incluyendo a Teléfonos de México, S.A. de C.V., para explotar, directa o indirectamente alguna concesión de servicios de televisión al público en el país o para prestar el servicio adicional de televisión y/o audio restringidos. En caso de que, de los dictámenes realizados y presentados ante la CID, la COFETEL determine procedente el establecimiento de un pago, beneficio económico o contraprestación a favor del Gobierno Federal, por la modificación de los títulos de concesión de los concesionarios con restricciones, ésta lo propondrá a la SHCP, en términos de lo preceptuado en las disposiciones jurídicas aplicables; dicho procedimiento deberá ajustarse a los plazos establecidos en ley.

En su caso, la COFETEL dentro de los 10 (diez) días hábiles siguientes a que la SHCP haya autorizado el monto del pago, beneficio económico o contraprestación a favor del Gobierno Federal, por la modificación de los títulos de concesión de los concesionarios con restricciones, les notificará el monto correspondiente para que sea cubierto previo a la emisión de la opinión favorable de cumplimiento, a que hace referencia el acuerdo Décimo que antecede.

El Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Para que se puedan modificar los títulos de concesión de los concesionarios con restricciones, deberán cumplir con los siguientes requisitos:

Manifiestar por escrito a la Secretaría, bajo protesta de decir verdad, su adhesión al Acuerdo, incluyendo el Convenio Marco de Interconexión y la resolución relativa a la portabilidad de números que para tal efecto emita y publique en el DOF la COFETEL.

Suscribir el convenio de interconexión con los concesionarios de televisión y/o audio restringidos cuyas redes cuenten con bidireccionalidad a que hace referencia el acuerdo Décimo del acuerdo de convergencia. En aquellos casos en que no se suscriban algún o algunos convenios de interconexión por causas no imputables a los concesionarios con restricciones, éstos deberán informar tal situación a la COFETEL, para que la tome en consideración al emitir la opinión favorable de cumplimiento.

Implementar la interconexión que permita la interoperabilidad eficiente de las redes respectivas, dentro de los 60 (sesenta) días naturales siguientes al vencimiento del plazo para la suscripción de los convenios de interconexión. En caso de que la interconexión no se realice por causas no imputables a los concesionarios con restricciones, éstos deberán informar tal situación a la COFETEL, para que la tome en consideración al emitir la opinión favorable de cumplimiento prevista en el acuerdo Décimo del acuerdo de convergencia.

Implementar de forma efectiva, dentro de los 135 (ciento treinta y cinco) días naturales siguientes a la emisión y publicación en el DOF tanto del Convenio Marco de Interconexión como de la resolución relativa a la portabilidad de números emitidos por la COFETEL, la portabilidad de números en su red para el servicio fijo de telefonía local a que se hace referencia en el acuerdo Décimo del acuerdo de convergencia. En caso de que la portabilidad de números no se realice por causas no imputables a los concesionarios con restricciones, estos deberán informar tal situación a la COFETEL, para que la tome en consideración al emitir la opinión favorable de cumplimiento.

Haber cubierto el pago, beneficio económico o contraprestación a favor del Gobierno Federal que, en su caso, se autorice conforme a los párrafos tercero y cuarto del acuerdo Décimo Primero del acuerdo de convergencia.

Satisfechos los anteriores requisitos, los concesionarios de telefonía local, que estén interesados en la modificación de sus títulos de concesión para eliminar las restricciones para la prestación del servicio adicional de televisión y/o audio restringidos, solicitarán a la Secretaría la modificación de sus títulos de concesión adjuntando la opinión favorable de cumplimiento emitida por la COFETEL de conformidad al acuerdo Décimo del acuerdo de convergencia, así como el Formato de Solicitud y los correspondientes comprobantes de pago de derechos a que hace referencia el acuerdo Tercero inciso a) del acuerdo de convergencia.

El Titular de la Secretaría, dentro de los 15 (quince) días naturales siguientes a la presentación de la mencionada solicitud de modificación al título de concesión, en términos de lo establecido en dicho título y tomando en consideración la opinión favorable de cumplimiento emitida por la COFETEL, resolverá de manera fundada y motivada, lo conducente respecto de la modificación solicitada. Una vez otorgada la modificación correspondiente, los concesionarios quedarán autorizados para la prestación de dicho servicio en todas las localidades que cuenten con redes de televisión y/o audio restringidos con bidireccionalidad especificadas en el Anexo IV del Acuerdo.

Queda sin efectos la restricción de la utilización máxima de 72 MHz, dentro de la banda o bandas de frecuencias que les hayan sido concesionadas con anterioridad a los concesionarios de los servicios de televisión y/o audio restringidos por microondas terrenal, establecida en los Acuerdos, y sus respectivos Anexos, por los que se permite a dichos concesionarios prestar el servicio fijo de transmisión bidireccional de datos y el servicio de transporte de señales del servicio local, a través de bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para uso determinado, publicados en el DOF el 18 de diciembre de 2003 y 5 de enero de 2005, respectivamente. Lo anterior, sin perjuicio de cumplir con lo establecido en el acuerdo Tercero inciso b) del acuerdo de convergencia.

La Secretaría publicará en la página de Internet de la Dirección General de Política de Telecomunicaciones: <http://dgpt.sct.gob.mx>, los lineamientos y criterios para la contraprestación que deberán cubrir los concesionarios al Gobierno Federal por la prestación del servicio adicional fijo de telefonía local o de televisión y/o audio restringidos utilizando bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico que les hayan sido concesionadas con anterioridad, dentro de los 10 (diez) días hábiles siguientes a la aprobación de los mismos por parte de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

De igual forma, la Secretaría publicará en la mencionada página de Internet los lineamientos y criterios que en su caso, la SHCP fije para la contraprestación por la autorización para prestar los servicios adicionales precisados en los acuerdos Octavo, Noveno y Décimo y/o los lineamientos y criterios que en su caso, la SHCP autorice para el pago, beneficio económico o contraprestación por la modificación de los títulos de concesión para eliminar las restricciones para la prestación del servicio de televisión y/o audio restringidos a que se hace referencia en el acuerdo Décimo Primero del acuerdo de convergencia, dentro de los 10 (diez) días hábiles siguientes a la aprobación de los mismos por parte de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

A fin de continuar con la estrategia de convergencia de servicios, instruida en la fracción VIII del acuerdo QUINTO del Acuerdo por el que se establecen los lineamientos para la presentación de los programas de mejora regulatoria 2005-2006 de mejora de las dependencias y organismos descentralizados de la Administración Pública Federal, publicado en el DOF el 11 de agosto de 2005, la COFETEL, conforme a las atribuciones que establece el artículo 37 Bis, fracción XXIII del Reglamento Interior, dentro de los 90 (noventa) días naturales contados a partir de la entrada en vigor del Acuerdo, deberá realizar los estudios correspondientes para determinar la contraprestación que deberán pagar los concesionarios de redes públicas de radiotelefonía móvil con tecnología celular, los concesionarios de redes públicas del servicio móvil de radiocomunicación especializada de flotillas, los concesionarios del servicio de radiolocalización móvil de personas y los concesionarios del servicio de comunicación personal de banda angosta, que prestan servicios móviles terrestres, para que puedan proporcionar los servicios de voz, datos y video que su infraestructura les permita y proponer la misma a la SHCP, a fin de que ésta fije el monto de dicha contraprestación, en términos de lo preceptuado en las disposiciones jurídicas aplicables.

Una vez recibida la opinión de la COFETEL respecto de la solicitud presentada por los concesionarios referidos en el párrafo que antecede, interesados en proporcionar servicios

adicionales de voz, datos o video, según corresponda, así como el monto de la contraprestación respectiva, la Secretaría resolverá lo conducente en un plazo de 60 (sesenta) días naturales.

En el Anexo 1 del título de concesión para instalar, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones que presta el servicio de televisión y/o audio restringidos a través de redes cableadas, microondas terrenal o vía satélite, por el cual se adiciona la prestación del servicio fijo de telefonía local, que otorga el Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, al amparo de la Ley Federal de Telecomunicaciones, el que queda sujeto a las siguientes

El Plan Técnico Fundamental de Señalización y el Plan Técnico Fundamental de Numeración, publicados el 21 de junio de 1996, en el Diario Oficial de la Federación, y los que en lo sucesivo emita la Comisión, de conformidad con lo establecido en el artículo 41 de la Ley y en la Regla Trigésima tercera de las Reglas del Servicio Local; establece que el Concesionario podrá instalar infraestructura de acceso a los usuarios de cualquier capacidad o formato estándar existente a solicitud de los mismos y podrá ofrecer por dicho acceso el servicio comprendido en el , y Cuando el Concesionario contrate la provisión de capacidad de otros concesionarios, a fin de complementar su Red para la prestación del servicio comprendido en el Anexo, el Concesionario deberá inscribir en el Registro de Telecomunicaciones los contratos correspondientes dentro de los 15 días hábiles posteriores a la fecha de celebración de los mismos.

La operación del servicio comprendido en el Anexo, no deberá afectar o interferir de manera alguna los servicios de otras redes públicas de telecomunicaciones, asimismo, para operar el servicio antes referido, el Concesionario se obliga a cumplir con lo siguiente: Para cursar tráfico de larga distancia nacional o internacional, el Concesionario deberá hacerlo a través de un Concesionario de larga distancia, apegándose en todo momento a lo dispuesto en las Reglas del Servicio de Larga Distancia, las Reglas de Telecomunicaciones Internacionales, los Planes Técnicos Fundamentales y en cualquier otra disposición que resulte aplicable o que llegare a sustituir a las anteriores. Las llamadas telefónicas cuyo destino sea fuera de la Red del concesionario pero dentro de la misma Area de servicio local, deberán ser conducidas a través de otro Concesionario local debidamente autorizado con el que se tenga establecido convenio de interconexión y conforme a lo dispuesto en las Reglas.

El Concesionario se obliga a realizar el procesamiento de señales del servicio materia del Anexo, de tal manera que las mismas sólo puedan ser recibidas y/o transmitidas por equipos terminales que permitan al Concesionario controlar el acceso a las señales de conformidad con las condiciones de los servicios.

El Concesionario deberá cumplir con lo dispuesto en la fracción X del artículo 43 de la Ley, así como en las disposiciones establecidas en el Plan Técnico Fundamental de Señalización. Al efecto, el Concesionario deberá enviar a las centrales del concesionario de servicio local o de larga distancia al que entregue el Tráfico público conmutado, la información que se estipula en dichas disposiciones, así como la información referente al número del abonado de origen y de destino. Por lo anterior, el Concesionario no podrá

reoriginar llamadas de larga distancia para entregarlas como locales, ni sustituir o incorporar un número de A que no corresponda al número de origen de la llamada.

Todo Tráfico público conmutado que se curse entre dos Concesionarios de servicio local, de un Concesionario de servicio local a un Concesionario de larga distancia o de un Concesionario de larga distancia a un concesionario de servicio local, deberá conducirse a través de enlaces de interconexión ajustándose a los convenios correspondientes, sin modificar los números de origen o de destino.

Hasta en tanto la Comisión no emita las disposiciones administrativas de carácter general que establezcan los parámetros de calidad de servicio aplicables a la prestación del servicio a que se refiere el Anexo, el Concesionario deberá cumplir con todos y cada uno de los parámetros mínimos que a continuación se refieren: El porcentaje de fallas en líneas respecto al total de líneas en servicio, deberá ser como máximo de 4% al mes. El porcentaje de reparación de líneas en el día hábil siguiente al de la recepción de la queja, debe ser como mínimo de 80%. El porcentaje de reparación de líneas dentro de los 3 días hábiles siguientes al de la recepción de la queja, debe ser como mínimo de 94%. El porcentaje de intentos de llamadas en la hora de máximo tráfico que recibe el tono de marcar en 4 segundos, deberá ser al menos de 99%. El porcentaje de establecimiento de llamadas locales que lleguen a su destino en la hora de máximo tráfico, independientemente si está ocupado o no contesta el número deseado y sin considerar los casos de marcación incompleta o número inexistente, deberá ser como mínimo de 97%. El porcentaje de contestación de operadora para los servicios de información de números de directorio y para recepción de quejas será como mínimo del 92%. El porcentaje de teléfonos públicos fuera de servicio será del 12 % como máximo. Reparación de la Red o las fallas en el servicio dentro de las 8 horas hábiles siguientes a la recepción del reporte correspondiente.

El Concesionario queda obligado, a la fecha de inicio de la prestación del servicio a que se refiere el Anexo, a tomar las medidas necesarias para asegurar la precisión y confiabilidad de los equipos que utilice para la medición de la calidad y para la facturación de los servicios. Para estos efectos, el Concesionario deberá efectuar pruebas de calibración a sus equipos y proporcionar a la Comisión, cuando ésta lo requiera, los resultados de las mismas por trimestre calendario y, en su caso, los documentos donde conste que se han realizado los ajustes correspondientes. Asimismo, el Concesionario deberá mantener los registros de la información generada por los equipos de medición que la Comisión determine.

El Concesionario coadyuvará con el Gobierno Federal en la prestación de servicios de carácter social y rural, durante la vigencia de su Concesión en el área de cobertura autorizada, a cuyo efecto suministrará en su caso servicios, conducción de señales o capacidad de transmisión de su Red para brindar acceso y conectividad en áreas, zonas o localidades que el Gobierno Federal incluya en programas de cobertura y conectividad social y rural o determine que requieran de tales servicios o facilidades.

Para tal efecto, en un plazo que no exceda de 180 (ciento ochenta) días naturales contados a partir de la fecha de su adhesión al Acuerdo, el Concesionario deberá concertar con la Secretaría, un programa de cobertura y conectividad social y rural que comprenda su implementación en un periodo de dos años, mismo que deberá contener por lo menos: los

servicios a prestar, áreas a cubrir de manera calendarizada, velocidad de transmisión y capacidad de acceso a la Red, número de habitantes beneficiados, así como las tarifas aplicables por el Concesionario, mismas que deberán ser iguales o menores a las más bajas que aplique el Concesionario para comercializar sus servicios o la capacidad de su Red.

Una vez aprobado, este programa tendrá el carácter de obligatorio para el Concesionario quien deberá concertar con la Secretaría un programa similar cada dos años, durante la vigencia de la Concesión, el cual deberá presentarse 360 (trescientos sesenta) días naturales antes de que termine el programa que esté vigente.[37]

El Concesionario no podrá interrumpir la prestación de los servicios de carácter social o rural en una localidad determinada que no cuente con servicios similares proporcionados por otro concesionario o permisionario, salvo causa de fuerza mayor o que cuente con la autorización expresa de la Secretaría, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 7 y 51 de la Ley.

El Concesionario deberá conectar a la Red cualquier equipo terminal del usuario que sea compatible con la misma, el cual deberá estar homologado por la Comisión, por lo que no podrá obligar al usuario a adquirir dichos equipos directamente con él ni con ningún otro proveedor en particular. De igual forma, el Concesionario no deberá condicionar al usuario la prestación del servicio a que se refiere el Anexo, a la contratación de otros bienes o servicios.

Los sistemas de facturación del Concesionario, respecto del servicio que comprende este Anexo, deberán ser aprobados por la Comisión, previamente a su aplicación.

Los servicios de medición, tasación, facturación, cobranza y servicios de información de directorio que provea el Concesionario en la interconexión de su red pública de telecomunicaciones con la de otro concesionario de servicio local, deberán prestarse mediante el cobro de tarifas desagregadas registradas ante la Comisión, que no resulten discriminatorias respecto de aquéllas que el propio Concesionario aplique por llevar a cabo funciones similares a otros proveedores de servicio, a sus afiliadas, subsidiarias y filiales, o a las que impute en la contabilidad separada por servicios a su propia operación.

A partir del inicio de la prestación del servicio contemplado en el Anexo, el Concesionario se obliga a atender cualquier solicitud de dicho servicio en un plazo máximo de 30 días naturales después de que reciba la solicitud y a disminuir en 5 días naturales el plazo máximo mencionado por cada año sucesivo, hasta que el plazo máximo sea de 10 días naturales.

El concesionario deberá tener a disposición del usuario boletines informativos en medios impresos y electrónicos sobre los servicios que ofrece, en términos del artículo 68, segundo párrafo de la Ley. La información que proporcione el concesionario deberá, por lo menos, describir de forma sencilla y completa cómo opera el servicio, indicar el momento a partir del cual inicia el cobro del servicio, explicar el contenido de la factura, detallar los descuentos por horarios especiales o por volumen si aplica, explicar el redondeo de tiempo si aplica, listar los servicios o funcionalidades optativos, listar los servicios o funcionalidades que han sido activados a priori pero que puede cancelar, listar los servicios

que puede contratar con otros concesionarios, tener mapas del área de cobertura, efectuar comparaciones entre los distintos planes tarifarios que el propio concesionario ofrece y proporcionar una guía de orientación para que el usuario elija el plan tarifario que más se adecue a sus requerimientos de comunicación. [37]

El Concesionario deberá establecer un sistema para la recepción de quejas y reparación de fallas del servicio a que se refiere el Anexo, a través de la marcación de los códigos asignados en el Plan Técnico Fundamental de Numeración para este propósito, que funcione las 24 horas del día, todos los días del año. Asimismo, el Concesionario deberá elaborar mensualmente un reporte que incluya la incidencia de fallas por tipo, las acciones correctivas adoptadas y las bonificaciones realizadas, mismo que deberá presentar a la Comisión cuando ésta lo requiera.

El Concesionario deberá someter a la aprobación de la Comisión, previo a su aplicación, los modelos de contratos a ser celebrados con los usuarios relacionados con la prestación del servicio comprendido en el Anexo, de conformidad con la Ley, Ley Federal de Protección al Consumidor y demás disposiciones legales aplicables.

Para la prestación del servicio comprendido en el Anexo a otras redes públicas o redes privadas de telecomunicaciones, el Concesionario y sus respectivos usuarios reconocen la facultad de la Comisión de requerir cualquier información respecto de los enlaces dedicados y la de verificar, por sí misma o por conducto de un auditor, el tipo de tráfico cursado a través de los enlaces, así como el uso y funcionamiento de los mismos en las instalaciones del Concesionario.

En un plazo de 60 días naturales contados a partir del inicio de la prestación del servicio comprendido en el Anexo, el Concesionario deberá realizar las adecuaciones pertinentes a los sistemas de quejas y reparación de fallas, de facturación y al código de prácticas comerciales. Asimismo, el Concesionario deberá tener a disposición de la Comisión y del público en general en sus oficinas comerciales o centros de atención al público, un código de prácticas comerciales en el que se describirá, en forma clara y concisa, los diferentes servicios que proporcione el Concesionario, la metodología de facturación y aplicación de tarifas correspondientes, y deberá reproducir las estipulaciones contenidas en los contratos de prestación de servicios, asimismo describirá los procedimientos y herramientas para la recepción, seguimiento y resolución de quejas de los usuarios. La Comisión podrá solicitar la modificación de sus términos con base en la opinión que en su caso emita la Procuraduría Federal del Consumidor.[37]

A partir de la fecha en que el Concesionario preste el servicio comprendido en el Anexo, deberá incluir este servicio en su contabilidad conforme a la metodología de separación contable por servicio aplicable a los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones publicada en el DOF el 1 de diciembre de 1998, o aquella que la sustituya. En caso de que el concesionario comercialice, instale y mantenga directamente equipo terminal para los usuarios deberá llevar contabilidad separada para tales servicios.

La prestación del servicio comprendido en el Anexo deberá sujetarse en todo momento a las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas aplicables. De conformidad con

el Artículo 38 fracción IV de la Ley, el incumplimiento de las obligaciones o condiciones establecidas en el Anexo podrá ser causal de revocación de la Concesión.

Sin perjuicio de las facultades de la Comisión de requerir otra información al Concesionario, en términos del artículo 68 de la Ley, éste deberá entregar a la Comisión dentro de los 150 días naturales, contados a partir de la fecha del cierre del ejercicio correspondiente: Los estados financieros auditados, desglosados por servicio y, en su caso, por área geográfica, y Descripción de los principales activos fijos que comprende la Red del Concesionario, de conformidad con los formatos que establezca la Comisión.

De igual forma, deberá presentar a la Comisión, cuando ésta lo requiera, la información estadística de indicadores de operación generada por la Red, de conformidad con las disposiciones de carácter general que al efecto expida la Comisión.

El Concesionario se obliga a realizar el procesamiento de señales del servicio materia del Anexo, de tal manera que las mismas sólo puedan ser recibidas y/o transmitidas por equipos terminales que permitan al Concesionario controlar el acceso a las señales de conformidad con las condiciones de los servicios.

El Concesionario deberá conectar a la Red cualquier equipo terminal del usuario que sea compatible con la misma, el cual deberá estar homologado por la Comisión, por lo que no podrá obligar al usuario a adquirir dichos equipos directamente con él ni con ningún otro proveedor en particular. De igual forma, el Concesionario no deberá condicionar al usuario la prestación del servicio a que se refiere el Anexo, a la contratación de otros bienes o servicios.

El centro de recepción y control de señales deberá ubicarse dentro de la localidad a servir, salvo que la Comisión autorice, previamente y por escrito, una ubicación distinta.

Cuando el Concesionario requiera cambiar en todo o en parte la ubicación de un centro de recepción y control de señales, deberá informar por escrito a la Comisión sobre este hecho con al menos 30 días naturales de anticipación, acompañando su escrito con el estudio de las características técnicas correspondientes a la modificación, suscrito por una unidad de verificación o, en ausencia de ésta, firmado por un perito en telecomunicaciones. Lo anterior, salvo que se trate de trabajos de emergencia, en cuyo caso el Concesionario deberá rendir un informe por escrito a la Comisión dentro de los 15 días naturales posteriores a la emergencia.

La Comisión podrá ordenar un nuevo cambio de ubicación del centro de recepción y control, si el cambio de ubicación inicial hubiere provocado interferencias a otros servicios de telecomunicaciones.

Para la adecuada verificación técnica, de seguridad y/o programación del servicio comprendido en el Anexo por parte de la Comisión y de la Secretaría de Gobernación, el Concesionario se obliga a: Grabar todas las transmisiones en vivo, con excepción de las deportivas y musicales que genere, y tener una copia de las mismas en las instalaciones del centro de recepción y control de señales a disposición de la Secretaría de Gobernación durante un plazo de 60 días naturales contados a partir de la fecha de transmisión; Pagar las

contribuciones que se deriven de las inspecciones y monitoreos dentro de los plazos previstos por la legislación aplicable, y Poner a disposición del personal de inspección los medios indispensables que le sean requeridos para el cumplimiento de su cometido, en particular, pondrá a disposición del personal de la Secretaría de Gobernación el equipo de grabación necesario para poder verificar la programación, los certificados de aptitud de los locutores, comentaristas y cronistas, y las autorizaciones correspondientes a la programación y a la publicidad.

La operación del servicio de televisión y/o audio restringidos no deberá afectar o interferir la recepción de las señales de radiodifusión. Las señales radiodifundidas que se incluyan en el servicio de televisión y/o audio restringidos, se transmitirán en forma íntegra, sin modificaciones, incluyendo publicidad, y con la misma calidad que se utiliza en el resto de los canales de la Red.

El contenido de la programación que transmita el Concesionario se ajustará a las disposiciones legales establecidas o que se establezcan para tal efecto y quedará bajo la vigilancia de la Secretaría de Gobernación conforme a la Ley Federal de Radio y Televisión y al Reglamento.

El Concesionario deberá reservar canales gratuitamente para la distribución de las señales de televisión que indique la Secretaría, de conformidad con lo señalado en el artículo 22 del Reglamento.

El Concesionario queda obligado a contar con los derechos respectivos de las señales que distribuya en su servicio de televisión y/o audio restringidos.

A partir del inicio de la prestación del servicio contemplado en el Anexo, el Concesionario se obliga a atender cualquier solicitud de dicho servicio en un plazo máximo de 30 días naturales después de que reciba la solicitud y a disminuir en 5 días naturales el plazo máximo mencionado por cada año sucesivo, hasta que el plazo máximo sea de 10 días naturales.

En un plazo de 60 días naturales contados a partir del inicio de la prestación del servicio comprendido, el Concesionario deberá realizar las adecuaciones pertinentes a los sistemas de quejas y reparación de fallas, de facturación y al código de prácticas comerciales. Asimismo, el Concesionario deberá tener a disposición de la Comisión y del público en general en sus oficinas comerciales o centros de atención al público, un código de prácticas comerciales en el que se describirá, en forma clara y concisa, los diferentes servicios que proporcione el Concesionario, la metodología de facturación y aplicación de tarifas correspondientes, y deberá reproducir las estipulaciones contenidas en los contratos de prestación de servicios, asimismo describirá los procedimientos y herramientas para la recepción, seguimiento y resolución de quejas de los usuarios. La Comisión podrá solicitar la modificación de sus términos con base en la opinión que en su caso emita la Procuraduría Federal del Consumidor.

La prestación del servicio comprendido en el Anexo deberá sujetarse en todo momento a las disposiciones legales, reglamentarias o administrativas aplicables. De conformidad con

el Artículo 38 fracción IV de la Ley, el incumplimiento de las obligaciones o condiciones establecidas en el Anexo podrá ser causal de revocación de la Concesión.

Sin perjuicio de las facultades de la Comisión de requerir otra información al Concesionario, en términos del artículo 68 de la Ley, éste deberá entregar a la Comisión dentro de los 150 días naturales, contados a partir de la fecha del cierre del ejercicio correspondiente:[37]

Los estados financieros auditados, desglosados por servicio y, en su caso, por área geográfica;

Descripción de los principales activos fijos que comprende la Red del Concesionario, de conformidad con los formatos que establezca la Comisión, y

Un reporte de operación del servicio que incluya, cuando menos, el número de señales con que cuenta su servicio de televisión y/o audio restringidos.

En México ya existen las redes con la tecnología para implementarlo, inicialmente representa una inversión en cuando al equipo requerido, número de centrales, y a la cercanía de ellas hasta la residencia del suscriptor.

Todavía es preciso que transcurra un periodo de adaptación, transcurso de los plazos especificados y comercialización del servicio de televisión por ADSL para ver el auge de este servicio, pero todo está listo para que se vislumbre como el siguiente paso de la televisión restringida en México. Al bajar los costos necesariamente el número de consumidores aumenta. México podría tomar el ejemplo de la telefonía celular y ofrecer televisión por ADSL y una conexión de banda ancha bajo la modalidad de prepago, como ya se planea en algunos países. El usuario podría adquirir su equipo decodificador y, teniendo acceso a una guía de programación, y con un NIP (número de identificación personal) de acceso de prepago por tiempo o por programa pagar lo que ve, como es el caso del video sobre demanda.

En el caso de México la oferta de contenidos de video sobre demanda contribuiría incluso a disminuir la distribución y venta de material sin derechos de autor (piratería), con un costo accesible.

Conclusiones

La transmisión de televisión digital a través de ADSL es una aplicación del avance en varias tecnologías que confluyen el procesamiento y compresión de imágenes y sonido, el transporte de tramas de video sobre redes informáticas de banda ancha a gran velocidad. La televisión por ADSL marca el inicio de la conectividad, compatibilidad e integración de los servicios de comunicación.

Esta tesis describe los fundamentos de funcionamiento de la transmisión de audio y video para fines televisivos a través de una red de datos sobre el estándar ADSL; Reseña las ventajas que tiene ante otros sistemas de medios de transmisión de televisión y proporciona una perspectiva de las condiciones en México para su implementación.

A través del análisis de la situación de México en materia normativa y avance tecnológico en las redes de datos y voz nacionales, y en contraste con la cultura tecnológica de la población -considerando la economía promedio de los suscriptores de televisión restringida y servicios de conexión a redes de datos en México, se concluye que:

- ✓ En México ya existen las redes con la tecnología para implementar el sistema de transmisión de televisión por ADSL, inicialmente representa una inversión en cuanto al equipo requerido tanto en la central como en la residencia del suscriptor.
- ✓ El servicio de televisión a través del loop telefónico no tendrá un crecimiento tan acelerado como lo ha tenido en Europa, debido al alto costo que tendría inicialmente para el cliente.
- ✓ México podría tomar el ejemplo de la telefonía celular y ofrecer televisión por ADSL y una conexión de banda ancha bajo la modalidad de prepago. El usuario podría adquirir su equipo decodificador y, tener acceso al servicio por tiempo o por programa.

-
- ✓ El acuerdo de convergencia en México ya se ha firmado y esto posibilita a compañías como Teléfonos de México a ofrecer el servicio al cabo del plazo que establezca la COFETEL.
 - ✓ La visión de crecimiento para un sistema como es la televisión por ADSL en México tiene grandes ventajas comerciales, como la oferta de video sobre demanda en México, a un costo accesible, contribuiría a disminuir la distribución y venta de material sin derechos de autor (piratería).

Tendremos que esperar algún tiempo más para ver el auge de este servicio, pero todo está listo para que se vislumbre como el siguiente paso de la televisión restringida en México.

Glosario

ADSL	Asymetric Digital Subscriber Line
AI	Interfases analógicas
AM	Modulación por Amplitud
ATM	Asynchronous Transfer Mode
ATSC	Advanced Television System Committee
AVC	Advanced Video coding c 3-62
BPSK	Biphase Shift Keying
BRIISDN	Basic Rate Interfase ISDN
CAP	Carrierless Amplitude phase
CATV	Community Antenna Television
dB	Decibeles
DI	Interfases digitales
DMT	Discrete Multitone
DSL	Digital Subscriber Line
DSP	Digital Speech Processor
DVB	Digital Video Broadcast
FEC	Forward Error Correction c 3-67
FM	Modulación por Frecuencia
FMO	Flexible Macroblock Ordering c3-63

FSK	Frequency Shift Keying
HDSL	High Digital Subscriber Line
HDTV	High Definition Television
ISDL	ISDN Digital Subscriber Line
IGMP	Internet Group Membership Protocol c 3-46
IGMP	Internet Group Management Protocol c 3-68
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones
LNB	Low Noise Block
Mbps	Mega Bits Por Segundo
MODEM	Modulator-Demodulator
MPEG2	Moving Picture Element Group -2
NGAI	Next Generation Access Infrastructure
NLL	numerically locked loop c 3-67
NTSC	National Television System Committee
OSI	Open Systems Interconnection
PAL	Phase alternating line
PLL	Phase Locked Loop
PRIISDN	Primary Rate Interfase ISDN
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RF	Radio Frecuencia
RTSP	Real Time Streaming Protocol c 3-47
SDTV	Standard Definition Television

TA	Terminal Adaptor
TDT	Terrestrial Digital Television
TE	Terminal Equipment
UHF	Ultra High Frequency
UIT	Union Internacional de Telecomunicaciones
VHF	Very High Frequency
VSB	Vestigial Side Band
xDSL	Familia Digital Subscriber Line

Referencias:

- [1] ALVA, Vargas Olivia. *Cálculo de enlace satelital*. Centro de entrenamiento de televisión educativa, 78 p. México, 2006.
- [2] CICIORA, Walter, et al. *Modern cable television technology. Video, voice and data communications*. Morgan Kaufmann, Publishers, 1053 p. United States of America, 1999.
- [3] GROB, Bernard. *Basic television and video systems*. 6th edition. International editions, 727 p. Singapore, 1999.
- [4] NERI, Rodolfo. *Comunicaciones por satélite*. Ed. Thomson, 492 p. México 2003.
- [5] TRUNDLE, Eugene. *TV and video engineer's pocket book*. 3rd edition. 503p. Newnes editors, 1999.
- [6] CARBALLAR, José A. *ADSL, Guía del usuario*. Ed. Alfa Omega, Ra-Ma, 254p. Madrid, 2003.
- [7] SUMMERS, Charles K. *ADSL: standards, implementation and architecture*. CRC Press Advanced and engineering communications technologies, 186p. United States, 1999.
- [8] ZACKER, Craig. *Redes, manual de referencia*. Ed. McGraw Hill/ Osborne Media, 1046p. España, 2002.
- [9] WATKINSON, John. *The MPEG handbook: MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4*. Focal Press, 2nd edition. Great Britain, 2004. 435p.
- [10] <http://arstechnica.com/guides/other/iptv.ars/1>. Consultado: Octubre, 2,2006
- [11] http://searchnetworking.techtarget.com/sDefinition/0,,sid7_gci1112181,00.html Octubre 2, 2006.
- [12] REIBMAN, Amy R. SUN, Ming-Ting. *Compressed Video over networks*. Marcel Dekker, Inc. United States of America, 2001. 564p.
- [13] <http://www.jazznet.com/inversores/index.php>, Fecha de consulta: 14/oct/2006
- [14] <http://www.telefonica.es/accionistaseinversores/>, Fecha de consulta: 14/oct/2006

-
- [15] <http://www.dreampark.com/>, Fecha de consulta: 18/oct/2006
- [16] <http://www.transact.com.au/television/default.aspx>, Fecha de consulta: 18/oct/2006
- [17] http://bell.aliant.ca/english/ir/pdf/2005_AIF.pdf, Fecha de consulta: 14/oct/2006
- [18] http://www.mts.ca/file_source/mts.ca/About_Us/Annual_Reports/E-ANRPT.PDF,
Fecha de consulta: 19/oct/2006
- [19] http://download.tdconline.dk/pub/tdc/english/investor/aarsrapporter/aarsrapport2005/TDC_Annual_Report_2005_UK.pdf, Fecha de consulta: 19/oct/2006
- [20] http://www.groupeneufcegetel.fr/dyn/File/finance/RA_neuf_cegetel_2005.pdf,
Fecha de consulta: 16/oct/2006
- [21] http://www.groupeneufcegetel.fr/dyn/File/presse_0405/RA_neuf_telecom_2003.pdf, Fecha de consulta: 16/oct/2006
- [22] http://www.francetelecom.com/fr/espaces/investisseurs/donnees/reference/att00002335/Document_reference_2005.pdf, Fecha de consulta: 14/oct/2006
- [23] Irlanda: <http://www.magnet.ie/services/digital-tv.shtml>, Fecha de consulta: 17/oct/2006
- [24] Italia: <http://company.fastweb.it/index.php?sid=19&idc=199> Fecha de consulta: 16/oct/2006
- [25] Canadá: <http://www.sasktel.com/about-us/news/current-news-releases/sasktel-first-in-north-america-to-deploy-hdtv-over-ip.html> , Fecha de consulta: 19/oct/2006
- [26] <http://www.belgacom.be/investor/bic/jsp/dynamic/homepage.jsp>, Fecha de consulta: 15/oct/2006
- [27] http://www.mrgco.com/press_releases.html#MLR0906_PR, Fecha de consulta: 20/oct/2006
- [28] http://www.swisscom.com/GHQ/content/Investor_Relations/Ergebnisse_und_Berichte/Finanzberichte/, Fecha de consulta: 22/oct/2006
- [29] http://www.bluewin.ch/index_d.html, Fecha de consulta: 22/oct/2006
- [30] <http://www.teracom.se/?page=5021>, Fecha de consulta: 22/oct/2006
- Estados Unidos:
- [31] <http://www.surewest.com/>, Fecha de consulta: 23/oct/2006
- [32] <http://www22.verizon.com/content/fiostv/about+fios+tv/about+fios+tv.htm>, Fecha de consulta: 23/oct/2006

-
- [33] <http://www.potelco.com/about.php>, Fecha de consulta: 23/oct/2006
- [34] <http://www.altelco.net/digitaltv/>, Fecha de consulta: 23/oct/2006
- [35] INEGI, página electrónica: <http://www.inegi.gob.mx/est/default.asp?c=3421>, Fecha consulta 3 Nov 2006
- [36] COFETEL, Página electrónica:
http://www.cofetel.gob.mx/wb2/COFETEL/COFE_Operadores_de_telecomunicaciones
Fecha consulta 3 Nov 2006
- [37] Diario Oficial de la Nación, Martes 3 de octubre de 2006.
- [38] 8-Nov-2006:<http://www.maxcom.com/noticias.html>